



## تولید پنیر خامه ای کم چرب سین بیوتیک با استفاده از صمغ قدومه شهری و کتان

رضا شهرکی<sup>۱</sup>، امیرحسین الهامی راد<sup>۲\*</sup>، جواد حصاری<sup>۳</sup>، مصطفی شهیدی نوقابی<sup>۴</sup>، احمد پدرام نیا<sup>۵</sup>

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

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

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۴- گروه شیمی مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

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

### اطلاعات مقاله

### چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

کلمات کلیدی:

پنیر خامه ای کم چرب،

سین بیوتیک،

صمغ دانه قدومه شهری،

صمغ دانه کتان.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.257

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.28.1

\* مسئول مکاتبات:

ahelhamirad@yahoo.com

افزایش آگاهی مصرف کنندگان در خصوص ارتباط بین رژیم غذایی و سلامتی سبب شده است تولیدکنندگان همواره در پی راهکارهایی جهت فرموله کردن محصولات کم چرب لبنی از جمله پنیر خامه ای با خصوصیات کیفی مطلوب باشند. هدف از این پژوهش استفاده از صمغ دانه قدومه شهری و کتان به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون پنیر خامه ای بود. در این پژوهش اثر نسب های مختلف صمغ دانه قدومه شهری (۱-۰ درصد وزنی / وزنی) و دانه کتان (۱-۰ درصد وزنی / وزنی) بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و بقای پروبیوتیک ها در پنیر خامه ای کم چرب سین بیوتیک در طول دوره ۴۵ روزه انبارمانی استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش میزان صمغ دانه کتان و قدومه شهری میزان رطوبت، سفتی، پیوستگی، ارتجاعیت، چسبندگی و ارتجاعیت پنیر خامه ای کم چرب بطور معنی داری افزایش پیدا کرده در حالی pH و اسیدیته بدون تغییر بودند. یافته ها نشان داد که استفاده از صمغ دانه کتان و قدومه شهری در غلظت ۰/۵٪ موجب بهبود ویژگی های ارگانولپتیکی می شود. با افزایش زمان انبارمانی pH نمونه ها مختلف بر خلاف اسیدیته کاهش پیدا کرد. همچنین انبارمانی تاثیر منفی بر ویژگی های بافتی داشت. شمارش پروبیوتیک ها در پایان زمان انبارمانی نشان داد تنها نمونه حاوی مقادیر بهینه صمغ کتان و قدومه شهری دارای میزان باکتری های پروبیوتیک در رنج استاندارد می باشد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که با بهره گیری از صمغ دانه کتان و قدومه شهری به عنوان جایگزین چربی در پنیر خامه ای کم چرب سین بیوتیک می توان محصولی با ویژگی های مشابه نمونه پر چرب تولید کرد.

## ۱- مقدمه

پنیر خامه‌ای جزء محصولات پرمصرف لبنی بوده و از دسته پنیرهای نرم، قابل پخش و نرسیده است که دارای بافت خمیری و قابل گسترش بوده و ویژگی اصلی آن محتوای بالای چربی و رطوبت می باشد. پروتئین و چربی عمده‌ترین و مهم‌ترین ترکیبات راه یافته از شیر به پنیر بوده و در این میان چربی نقش بسزایی در ویژگی‌های حسی و بافتی پنیر دارد [۱]. کاهش مقدار چربی در این نوع پنیر، منجر به ایجاد بافت سفت و لاستیکی، کاهش قابلیت ذوب و گسترش پذیری ضعیف، تأثیر منفی بر طعم، رنگ و احساس دهانی می‌شود [۲]. همچنین کاهش چربی تأثیر سوئی بر ویژگی‌های عملکردی، سرعت رسیدگی و راندمان آن دارد [۳].

اغلب مصرف‌کنندگان پنیر، در صورت کاهش محتوای چربی، فرآورده پنیر را به عنوان محصولی بی کیفیت ارزیابی می‌کنند. یکی از معمول‌ترین روش‌های کاهش سطح چربی در پنیر استفاده از جانشین‌های چربی است که باعث بهبود بافت و ویژگی‌های عملکردی و بالا بردن راندمان تولید پنیر می‌شود [۳]. به طور کلی، این ترکیبات به منظور بهبود ویژگی‌های عملکردی و ارگانولپتیک محصول همراه با کاهش اساسی ارزش انرژی‌زایی آن به کار می‌روند. ضمن آن که سعی می‌گردد کاربرد این ترکیبات هیچ تأثیر منفی بر عطر و طعم پنیر کم‌چرب نگذارد [۳ و ۴]. این مواد می‌توانند جانشین تمام یا بخشی از چربی موجود در مواد غذایی شده و به مصرف‌کنندگان کمک می‌کنند تا میزان مصرف چربی خود را کاهش دهند [۴].

پنیر بواسطه ترکیبات خود بعنوان منبعی از کلسیم و پروتئین محسوب شده و ازینرو جایگاه ویژه ای در سبد غذایی ایرانیان دارد. از سوی دیگر، بالابودن سطح چربی در پنیر خامه ای منجر به بروز بیماری‌های مختلفی می‌شود. امروزه تغییر شیوه زندگی، سبب افزایش بیماری‌های غیرواگیردار از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، چاقی و سرطان شده است، بطوریکه این بیماری‌ها علل عمده مرگ و میر در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به ویژه در سالهای فعال زندگی به شمار می‌رود. از اینرو مصرف‌کنندگان به دنبال فرآورده‌هایی هستند که نه تنها برای آنها خطرناک نیست بلکه سبب بهبود سطح سلامتشان می‌شود. این نیاز به نوعی تعریف غذا فراسودمند می‌باشد. پروبیوتیک‌ها به عنوان یکی از نوظهورترین و محبوب‌ترین فرآورده‌های

فراسودمند هستند که از اهمیت خاصی در این ارتباط برخوردارند. وجه تمایز بارز این فرآورده با سایر غذاهای فراسودمند در آن است که ترکیب موثر یا فراسودمند در آنها را موجودات زنده، یعنی باکتری‌ها (نه ترکیبات شیمیایی غیر زنده) تشکیل می‌دهند [۵]. پروبیوتیک‌ها با اثر بر فلور میکروبی بدن باعث اعمال اثرات مفید بر سلامتی میزبان می‌شوند. اکثر پروبیوتیک‌ها متعلق به گروه بزرگی از باکتری‌های اصلی فلور میکروبی روده انسان بوده و در آن‌جا زندگی همزیستی بی‌ضرری دارند [۶].

پروبیوتیک‌ها لیگوساکاریدهای غیر قابل هضم بوده که از یک سو سبب بهبود خواص حسی و بافتی محصولات غذایی شده و از سوی دیگر به طور انتخابی باعث تحریک رشد و فعالیت دسته‌ای از باکتری‌های مفید موجود در کولون می‌شوند. به نظر می‌رسد اهمیت پروبیوتیک‌ها بیشتر از پروبیوتیک‌ها باشد چرا که هر فرد دارای پروبیوتیک‌های خاص خود است که این باکتری‌ها از منطقه‌ای به منطقه‌ای دیگر جهان فرق می‌کند بنابراین بهتر است به جای وارد کردن گونه‌های پروبیوتیکی جدید به بدن انسان چه به صورت خالص و چه همراه غذا، پروبیوتیک‌های خاص دستگاه گوارش آن فرد توسعه داده شود [۷]. برخی از صمغ‌های گیاهی بواسطه دارا بودن کربوهیدرات‌های پیچیده، پتانسیل کاربرد بعنوان پروبیوتیک‌ها را دارند [۸]. تاکنون از صمغ‌های مختلف جهت بهبود ویژگی‌های فرآورده‌های غذایی استفاده شده است. Asaadi و همکاران [۹] تأثیر صمغ قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) را بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، رئولوژیکی و ویژگی‌های حسی ماست کم‌چرب مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین Akl و همکاران [۱۰] تولید پنیر خامه ای بدون چربی پروبیوتیک با استفاده از موسیلاژ دانه کتان بعنوان جایگزین چربی بررسی کردند. در پژوهشی دیگر، تأثیر جایگزینی چربی با صمغ عربی بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و رئولوژیکی پنیر نرم کم‌چرب ارزیابی شده است [۱۱]. صمغ بذر کتان در پنیر خامه‌ای پروبیوتیک بدون چربی و صمغ عربی در پنیر نرم کم‌چرب اشاره کرد.

قدومه شهری با نام علمی *Lepidium perfoliatum* شناخته می‌شود و جنسی متشکل از ۱۷۰-۱۰۰ گونه و از خانواده *Cruciferae* می‌باشد. صمغ بدست آمده از دانه این گیاه کاربردهای مختلفی به عنوان جایگزین چربی، قوام‌دهنده و تثبیت

و استخراج صمغ به روش خیساندن با آب مقطر (دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد،  $\text{pH}=4$ ) و نسبت آب به دانه ۱:۴۰ به مدت یک ساعت صورت گرفت. سپس صمغ توسط اتانول ۹۶٪ با نسبت ۱ به ۳ رسوب داده شده و مجدداً در آب مقطر حل گردید. محلول تهیه شده به مدت یک شبانه روز در یخچال نگهداری شد و پس از آن با آن تحت خلأ (۴۰ درجه سانتی‌گراد) (Shimaz، ایران) خشک گردید. نهایتاً صمغ آسیاب شده (Philips، هلند) و پس از عبور از الک، بسته‌بندی و در شرایط خشک و خنک نگهداری گردید [۱۴].

## ۲-۲- استخراج صمغ دانه کتان

ابتدا دانه‌های کتان تمیز و به نسبت ۱:۱۴ با آب مقطر (دمای ۹۰ سانتی‌گراد و  $\text{pH}=5-6.7$ ) مخلوط شده و عمل استخراج به مدت ۳ ساعت روی همزن مغناطیسی (IKA، آلمان) انجام شد. مخلوط از صافی با مش ۴۰ عبور و با افزودن اتانول ۹۶ درصد با نسبت ۱ به ۳ رسوب داده شد. رسوبات حاصل با سانتریفیوژ (۶۵۰۰ rpm، ۱۵ دقیقه) (Hermle، آلمان) جداسازی شده و در آن تحت خلأ خشک شد. نهایتاً صمغ آسیاب شده و پس از عبور از الک، بسته‌بندی و در شرایط خشک و خنک نگهداری گردید [۱۰].

## ۲-۳- فرآیند تولید پنیر

ابتدا شیر پس‌چرخ و خامه مخلوط شده و سپس پاستوریزه و هموژنیزه شد. سپس دمای مخلوط روی ۲۳ درجه سانتی‌گراد تنظیم و درون تانک انعقاد، استارتر و رنت افزوده شد. میکروارگانسیم‌های پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم *ادوله‌سنتیس* و لاکتوباسیلوس *رامنوسوس* با غلظت  $10^8 \text{ cfu/g}$  قبل از رنت زنی به مخلوط اضافه شد. پس از ۱۲ تا ۱۵ ساعت لخته تشکیل و  $\text{pH}$  به حدود ۴/۸ رسید. سپس مخلوط همزده شده و از طریق مونیومپ به مبدل حرارتی با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیده و در سپراتور آگیری انجام شد. در این مرحله کمتر از ۱٪ نمک و صمغ دانه کتان و قدومه شهری (جدول ۱) اضافه شده و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد بسته‌بندی شد. سپس نمونه‌ها تا کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد سرد شده و در یخچال ( $5 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند [۱۵].

کننده امولسیون داشته اما کاربرد آن در مواد غذایی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (رضوی، ۲۰۱۹). مشخص شده است با افزایش غلظت صمغ دانه قدومه شهری در پنیر سفید فرآپالوده ایرانی تا ۰/۳٪ میزان رطوبت افزایش و محصولی با بافت نرم‌تر بدست می‌آید. همچنین افزودن صمغ دانه قدومه شهری به عنوان استابیلایزر در دوغ سبب تغییر رفتار جریان دوغ از جریان نیوتنی به رقیق شونده با برش شده و افزایش ویسکوزیته ظاهری شده است [۱۲].

بزرک یا کتان با نام علمی *Linum usitatissimum L.* گیاهی است یک ساله از تیره کتان (*Linaceae*) که به صورت بوته‌ای رشد می‌کند. کنجاله دانه کتان حاوی ۳/۵-۹/۴ درصد صمغ است. این صمغ یک مخلوط پلی‌ساکارید ناهمگن است و اختلاف در ترکیب مونوساکاریدها به تنوع واریته‌های آن نسبت داده می‌شود [۱۰]. این صمغ به راحتی استخراج شده و با توجه به ویژگی‌های قوام دهنده‌گی و امولسیفایری، پتانسیل بالقوه‌ای به عنوان یک هیدروکلونید غذایی دارد. لیو و همکاران [۱۳] از صمغ دانه کتان به علت خاصیت امولسیون‌کنندگی به عنوان جانشین سفیده تخم مرغ در محصولات نانویی استفاده کرده و مشخص گردید قادر است امولسیون‌های غذایی را در غلظت ۱/۵-۰/۵ درصد تثبیت کند.

باتوجه به اینکه تاکنون پژوهشی به بررسی تاثیر استفاده همزمان از صمغ‌های گیاهی بعنوان جایگزین چربی و ترکیب پری بیوتیکی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در پنیر خامه‌ای سین بیوتیک نپرداخته است، لذا در این تحقیق اثر نسبت‌های مختلف از صمغ‌های گیاهی دانه قدومه شهری و کتان بر ویژگی‌های پنیرخامه‌ای کم چرب حاوی باکتری‌های بیفیدوباکتریوم *ادوله‌سنتیس* و لاکتوباسیلوس *رامنوسوس* پرداخته شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- استخراج صمغ دانه قدومه شهری

این پژوهش در سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۸ و در مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد و اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی انجام شد. ابتدا دانه‌های قدومه شهری به دقت تمیز شده

**Table 1** The process variables of low fat non-fat cream cheese formulation

Sample	Flaxseed gum (%)	<i>Alyssum homolocarpum</i> gum (%)	Sample	Flaxseed gum (%)	<i>Alyssum homolocarpum</i> gum (%)
1	0	0	8	0.50	0.75
2	1	0	9	0.50	0.50
3	0	1	10	0.50	0.50
4	1	1	11	0.50	0.50
5	0.25	0.5	12	0.50	0.50
6	0.75	0.50	13	0.50	0.50
7	0.50	0.25			

## ۲-۴- آنالیز نمونه های پنیر

### ۲-۴-۱- اندازه گیری رطوبت

۵ گرم از نمونه یکنواخت شده پنیر در ظرفی که با وزن ریخته شد و تا رسیدن به وزن ثابت در آن (۱۰۵-۱۱۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفت. مقدار ماده خشک طبق رابطه ۱ محاسبه گردید [۱۵].  
رابطه (۱)

$100 \times \text{وزن نمونه اولیه} / \text{وزن نمونه خشک شده} = (\%) \text{ ماده خشک}$

### ۲-۴-۲- pH و اسیدیته

ابتدا نمونه‌ها به دمای محیط رسیده سپس pH با استفاده از pH متر دیجیتال (Metrohm، سوئیس) اندازه گیری شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲). اسیدیته پنیر از طریق تعیین مقدار اسید لاکتیک قابل سنجش به وسیله تیتراژ کردن محلول رقیق شده از پنیر با سود ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل فتالین مطابق با روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ اندازه گیری شد [۱۰].

### ۲-۴-۳- اندازه گیری چربی

میزان چربی نمونه‌ها با روش حجمی ژربر توسط بوتیرومتر و مطابق روش ویگاکوریا و همکاران [۴] تعیین شد. ۳ گرم از پنیر له شده درون کپسول قرار داده شده و سپس به استوانه بوتیرومتر منتقل گردید. ۱۰ میلی لیتر الکل آمیلیک به آن اضافه و تا خط مدرج بوتیرومتر از آب مقطر پر شد. بوتیرومتر را به مدت ۴ دقیقه درون سانتریفوژ قرار داده و سپس عدد چربی قرائت شد.

### ۲-۴-۴- اندازه گیری پروتئین

مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال (Peco، ایران) و بر اساس استاندارد ملی شماره ۶۳۹ اندازه گیری شد. نیتروژن کل نمونه‌های پنیر بوسیله روش کلدال تعیین شد و مقدار پروتئین کل از حاصلضرب مقدار نیتروژن در فاکتور ۶/۳۸ محاسبه شد.

## ۲-۴-۵- بافت سنجی

برای آزمون آنالیز بافت از دستگاه سنجش بافت (TA.XT.PLUS، انگلستان) و پروب استوانه‌ای با قطر ۳۰ میلی متر استفاده شد. نمونه‌های پنیر در قطعات ۱۵×۱۵×۱۵ میلی-متری برش داده شده و پس از رسیدن به دمای محیط توسط دستگاه دو مرحله فشرده شدند. سرعت نفوذ پروب ۲ میلی متر در ثانیه و هر تست حداقل در سه تکرار انجام شد و سفتی، پیوستگی، ارتجاعیت، گسترش پذیری و چسبندگی اندازه گیری شد [۱۶].

## ۲-۴-۶- قابلیت زنده‌مانی گونه‌های پروبیوتیک

در این پژوهش از دو جنس بیفیدوباکتریوم *ادوله سنتیس* و *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* استفاده شده و برای شمارش (قابلیت زنده‌مانی) آنها از محیط کشت MRS-bile آگار مطابق با روش مرتضویان و همکاران [۳۴] استفاده شد.

## ۲-۴-۷- ارزیابی حسی

در این آزمایش، خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه‌های پنیر خامه‌ای شامل رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی توسط ۲۰ نفر پانلیست مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها از طریق یک آزمون ترجیحی پنج نقطه‌ای با یکدیگر مقایسه شدند که در این آزمون امتیاز ۱ به معنی دوست نداشتن شدید و امتیاز ۵ به معنی دوست داشتن شدید بود. قبل از ارزیابی، نمونه‌ها پنیر خامه‌ای به دمای محیط (۲۵ ± ۲ °C) رسانده شدند [۱۰].

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- pH و اسیدیته

یافته‌های آماری تاثیر نسبت‌های مختلف صمغ دانه کتان و قدومه

است [۱۱ و ۱۶]. Akl و همکاران [۱۰] نشان دادند که جایگزینی چربی پنیر خامه‌ای با صمغ دانه کتان تاثیر معنی‌داری بر pH و اسیدیته این محصول نداشت.

شهری بر اسیدیته و pH نمونه‌های پنیر خامه‌ای کم‌چرب سین- بیوتیک در جدول ۲ آمده و همانطور که مشخص است تغییر معنی‌داری در اسیدیته و pH نمونه‌های مختلف رخ نداده است ( $p > 0/05$ ). نتایج مشابهی بوسیله سایر محققان گزارش شده

**Table 2** Physicochemical properties of different cheese samples

Sample	Acidity	pH	Moisture (%)	Hardness (kg)	Springiness	Adhesiveness	Cohesiveness	Spreadability
1	0.24	5.36	66.11	0.28	0.52	0.19	0.62	0.90
2	0.31	5.29	68.44	0.43	0.85	0.41	0.66	1.09
3	0.26	5.39	68.93	0.52	1.05	0.47	0.71	1.13
4	0.24	5.30	73.83	0.95	1.85	0.78	0.83	1.44
5	0.23	5.27	68.49	0.49	0.97	0.43	0.69	1.11
6	0.25	5.22	70.29	0.69	1.26	0.55	0.77	1.21
7	0.29	5.29	67.99	0.45	0.91	0.39	0.67	1.24
8	0.21	5.38	70.98	0.76	1.36	0.62	0.79	1.1
9	0.23	5.33	69.39	0.60	1.07	0.51	0.75	1.18
10	0.27	5.38	69.01	0.54	1.11	0.49	0.73	1.19
11	0.22	5.32	68.98	0.55	1.12	0.53	0.72	1.17
12	0.27	5.41	69.32	0.59	1.11	0.51	0.71	1.18
13	0.24	5.31	69.25	0.56	1.15	0.49	0.73	1.16

رطوبت پنیر خامه‌ای می‌شود. همچنین Zhang و همکاران [۲۷] گزارش نمودند افزودن اینولین به فرمولاسیون پنیر چدار کم چرب پروبیوتیک منجر به افزایش رطوبت نمونه‌ها می‌شود.

### ۳-۳- ویژگی‌های بافتی

#### ۳-۳-۱- سفتی

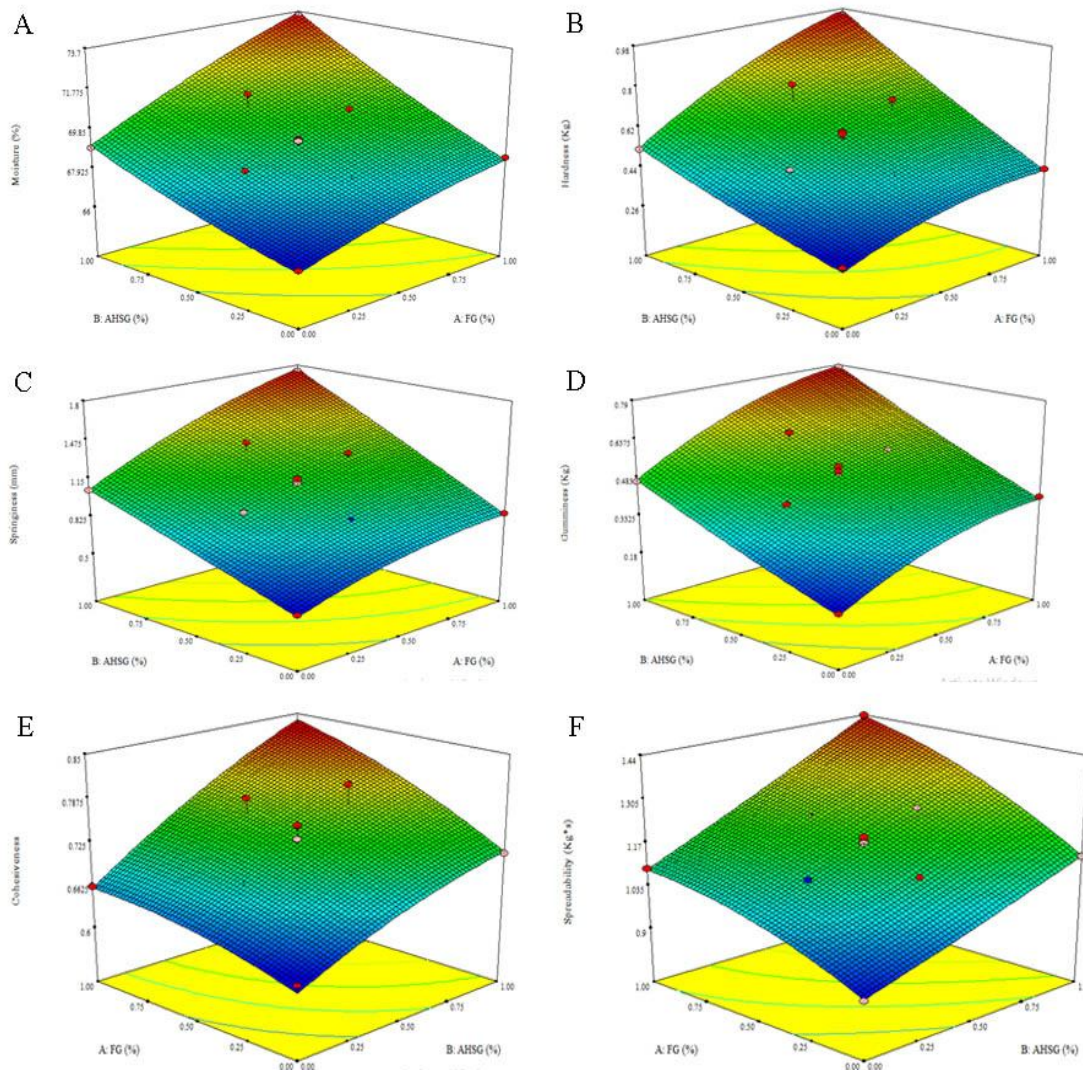
نتایج مربوط به سفتی بافت نمونه‌های مختلف پنیر در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است افزودن صمغ دانه کتان و قدومه شهری تاثیر معنی‌داری بر این شاخص داشته است ( $p \leq 0/05$ ). نگاهی به نمودار سه‌بعدی (شکل ۱-B) بیانگر این موضوع است که افزایش صمغ دانه کتان و قدومه شهری سبب افزایش میزان سفتی پنیر خامه‌ای کم‌چرب سین- بیوتیک شده است. همچنین در ارتباط با اثر متقابل متغیرهای مستقل نیز می‌توان گفت که هم‌افزایی این دو متغیر تاثیر افزایشی بر پارامتر سفتی داشته است. بافت پنیر خامه‌ای، مخصوصاً سفتی، یکی از مهمترین ویژگی‌های است که بر مقبولیت محصول نزد مصرف‌کننده اثر گذار است. هیدروکلوئیدها آب موجود در پنیر را جذب می‌کنند و از طریق کاهش مقدار آب آزاد باعث افزایش سفتی پنیر می‌شوند [۱۰]. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است [۴ و ۱۷]. Ningtyas و همکاران [۱۷] و

### ۳-۲- رطوبت

نتایج مربوط به اندازه‌گیری رطوبت پنیر خامه‌ای کم‌چرب سین- بیوتیک در جدول ۲ نشان داده شده است. افزودن صمغ دانه کتان و قدومه شهری تاثیر معنی‌داری بر محتوای رطوبت نمونه‌ها داشت ( $p \leq 0/05$ ). اثر متقابل متغیرهای مستقل صمغ دانه کتان و قدومه شهری بر میزان رطوبت پنیر خامه‌ای کم‌چرب سین-بیوتیک در نمودارهای رویه سه‌بعدی به خوبی نشان داده شده است (شکل ۱-A). همانطور که در شکل مشاهده می‌شود برهم‌کنش متغیرهای مستقل در غلظت‌های بالا اثر چشمگیرتری در مقایسه با اثر منفرد متغیرهای مستقل بر پاسخ‌های مورد بررسی داشته است. یکی از مهم‌ترین استراتژی‌ها جهت بهبود ویژگی‌های بافتی پنیر خامه‌ای، به ویژه پنیر کم‌چرب، افزایش محتوای رطوبت معادل با پنیر پرچرب یا بیشتر از آن می‌باشد. افزایش ظرفیت اتصال آب در نتیجه افزودن هیدروکلوئیدها موجب افزایش محتوای رطوبت می‌شود [۱۶]. صمغ دانه کتان و قدومه شهری، ترکیبات پلی- ساکاریدی بوده و به عنوان جاذب آب عمل کرده و با گیر انداختن آب و ایجاد شبکه‌ی ژلی از خروج آب جلوگیری می‌کنند [۱۷]. در تطابق با نتایج این پژوهش Ningtyas و همکاران [۱۶] گزارش کردند که افزودن بتاگلوکان موجب افزایش میزان

نیز اعلام نمودند افزودن اینولین به فرمولاسیون پنیر چدار کم چرب پروبیوتیک منجر به افزایش معنی دار سفتی بافت در مقایسه با نمونه کنترل پرچرب شود.

Basiri و همکاران [۲۳] به ترتیب گزارش کردند که استفاده از بتاگلوکان در پنیر خامه‌ای و موسیلاژ بذر کتان در ماست همزده موجب افزایش سفتی بافت می‌شود. Zhang و همکاران [۲۷]



**Fig 1** Three-dimensional diagram of the interaction of independent variables on low-fat cream cheese. (A) Moisture, (B) Hardness, (C) Springiness, (D) Adhesiveness, (E) Cohesiveness, (F) Spreadability.

دانه کتان و قدومه شهری می‌باشد. همچنین برهمکنش متغیرهای مستقل تأثیر افزایش بر ارتجاعیت پنیر داشت. ارتجاع‌پذیری یا الاستیسیته از نظر حسی درجه یا شدت بازگشت ماده غذایی به حالت اولیه بعد از فشار جزئی در دهان می‌باشد و از نقطه نظر مکانیکی مقدار تغییر شکلی است که یک نمونه تغییر شکل یافته

### ۳-۲-۳- ارتجاعیت

نتایج ارزیابی بافت نمونه های پنیر حاکی از تأثیر معنی دار افزودن صمغ در افزایش ارتجاعیت بافت می باشد ( $p \leq 0.05$ ) (جدول ۲). همانطور که در شکل (شکل C-۳) نشان داده شده است بیشترین میزان ارتجاعیت مربوط به بیشترین غلظت صمغ

پنیر نشان دهنده اثر معنی دار دو متغیر بر میزان گسترش پذیری دارد ( $p \leq 0/05$ ). همانطور که در شکل F-۳ مشخص است میزان گسترش پذیری نمونه ها در غلظت بیشینه صمغ ها به حداکثر مقدار خود می رسد. در تطابق با نتایج این تحقیق Ningtyas و همکاران [۱۶] اعلام کردند که پنیر خامه‌های کم چرب حاوی بتاگلوکان گسترش‌پذیری بیشتری نسبت به پنیر کم‌چرب شاهد دارد.

### ۴-۴-۴- زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها

نتایج حاصل از بررسی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در نمونه‌های پنیر طی ۴۵ روز انبارمانی در شکل ۲ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش زمان انبارمانی شمار باکتری‌های پروبیوتیک به طور معنی‌داری ( $p \leq 0/05$ ) کاهش پیدا کرده و در پایان زمان انبارمانی در نمونه‌های شاهد کم‌چرب، شاهد پرچرب و نمونه بهینه به ترتیب به  $5/63$ ،  $5/84$  و  $6/23$  واحد لگاریتمی رسیده است. بنابراین فقط نمونه بهینه حاوی مقدار کافی باکتری جهت قلمداد کردن به عنوان پنیر خامه‌ای پروبیوتیک می‌باشد. در تمامی دوران انبارمانی شمار باکتری‌های پروبیوتیک در نمونه‌های حاوی مقادیر بهینه صمغ کتان و قدومه شهری نسبت به سایر نمونه‌ها بیشتر بود. تفاوت در میزان زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها به نوع تیمار، میزان متابولیزه شدن ترکیبات و میزان کاهش pH ناشی از مصرف ترکیب پری‌بیوتیک بستگی دارد [۲۴]. مشخص شده است استفاده از ترکیبات پری‌بیوتیک در فرمولاسیون موجب افزایش زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها می‌شود بنابراین می‌توان گفت صمغ کتان و قدومه شهری بخوبی توانسته اند نقش خود را بعنوان ترکیبات پری بیوتیک ایفا نمایند. Ghaderi و همکاران [۲۵] گزارش نمودند استفاده از صمغ تراگاکانت در فرمولاسیون ماست کم چرب سبب بهبود زنده مانگی لاکتوباسیلوس کازئی می‌شود. همچنین Jirsaraei و همکاران [۲۶] گزارش کردند که اینولین و لاکتولوز موجب بهبود زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی در پنیر فرآپالایش پروبیوتیک می‌شود. Zhang و همکاران [۲۷] افزودن اینولین به فرمولاسیون پنیر چدار کم چرب پروبیوتیک منجر به بهبود فعالیت و رشد باکتری لاکتوباسیلوس پلنترام شد.

بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد [۱۸]. به نظر می‌رسد استفاده از هیدروکلوئیدها از طریق جذب آب آزاد موجود در پنیر باعث افزایش حالت الاستیسیته در پنیر می‌شود. این یافته‌ها در تطابق با یافته‌های Akl و همکاران [۱۰] بود.

### ۳-۳-۳- چسبندگی

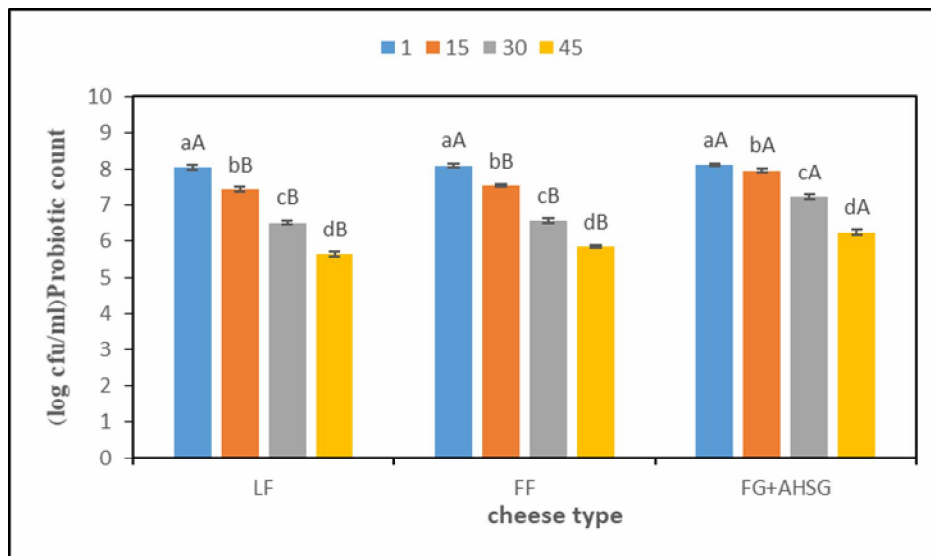
افزودن صمغ‌های گیاهی به نمونه‌های پنیر سبب افزایش معنی دار میزان چسبندگی شد ( $p \leq 0/05$ ) (جدول ۲). همانطور که در شکل (شکل D-۳) مشخص است بالاترین میزان چسبندگی در غلظت حداکثر از دو صمغ ثبت شده است. از نقطه نظر حسی میزان نیروی لازم برای جدا کردن غذا از سقف دهان در حین خوردن و از نظر مکانیکی کار لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آن‌ها در تماس است را چسبندگی گویند [۱۸]. Ningtyas و همکاران [۱۶] گزارش کردند که افزودن بتاگلوکان به فرمولاسیون پنیر خامه‌ای کم‌چرب موجب افزایش چسبندگی می‌شود. افزایش چسبندگی می‌تواند به دلیل توانایی تشکیل ژل هیدروکلوئیدها در حضور آب و سایر اجزاء فرمولاسیون باشد [۱۹].

### ۳-۳-۴- پیوستگی

پیوستگی نمونه‌های پنیر در تشابه با سایر پارامترهای بافتی، روندی افزایشی در قبال استفاده از صمغ‌ها داشت ( $p \leq 0/05$ ) بطوریکه حداکثر میزان این شاخص مربوط نمونه حاوی غلظت بیشینه صمغ‌ها بود (شکل E-۳). قدرت پیوندهای داخلی سازنده پیکره یک ماده غذایی را پیوستگی می‌گویند [۲۰]. استفاده از صمغ دانه شهری کتان در فرمولاسیون پنیر خامه‌ای کم‌چرب با جذب آب آزاد موجود در فرمولاسیون موجب بهبود قدرت پیوندهای داخلی پنیر خامه‌ای کم‌چرب شده است. Zhang و همکاران [۲۷] گزارش نمودند افزودن اینولین به فرمولاسیون پنیر چدار کم چرب پروبیوتیک منجر به افزایش معنی دار پیوستگی می‌شود. نتایج مشابهی بوسیله Foguel و همکاران [۲۱] و Surber و همکاران [۲۲] درخصوص پنیر خامه‌ای گزارش شده است.

### ۳-۳-۵- گسترش‌پذیری

نتایج حاصل از بررسی میزان گسترش‌پذیری نمونه‌های مختلف



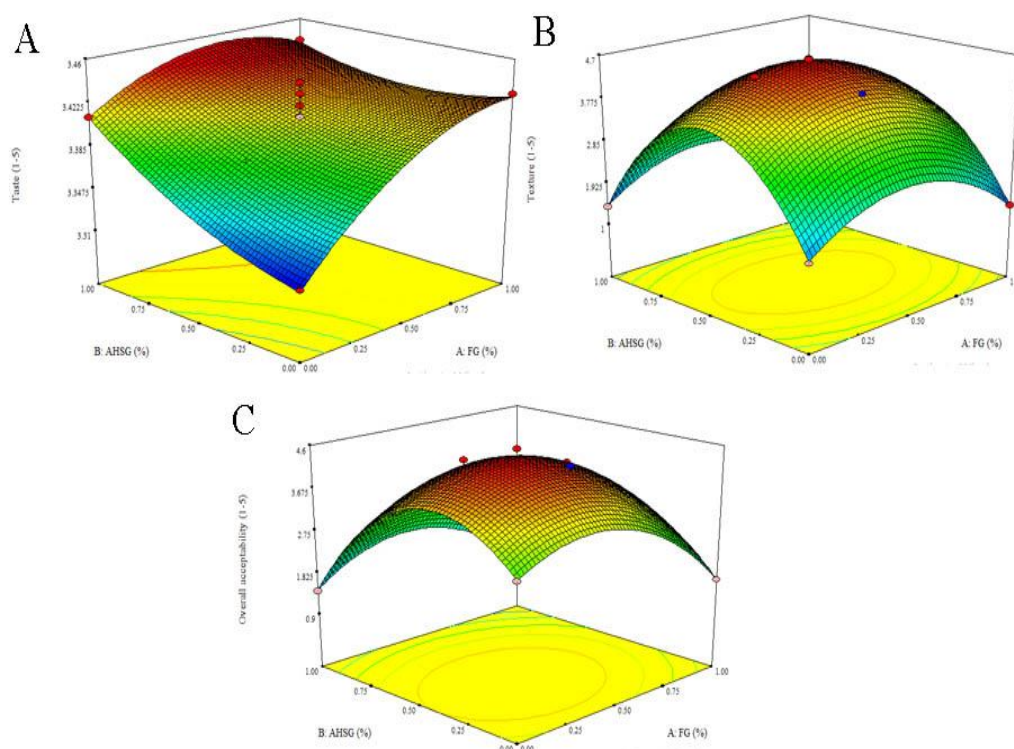
**Fig 2** Changes in the viability of probiotics in different samples of cheese during storage. Different uppercase letters indicate a significant difference ( $p < 0.05$ ) -FG + AHSG low-fat sample containing optimal amounts of flaxseed and Alyssum homolocarpum seed gum, high-fat control sample FF and low-fat control sample LF.

ویژگی‌های مقبولیت بافت و طعم می‌شود. همچنین Akl و همکاران [۱۰] گزارش کردند که استفاده از موسیلاژ بذر کتان به عنوان جایگزین چربی در پنیر خامه ای بدون چربی موجب بهبود طعم و بافت می‌گردد. Saları و همکاران [۳۰] بیان کردند که استفاده از صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز در موجب بهبود طعم پنیر خامه‌ای و افزایش امتیاز بافت در بین پانلیست‌ها شد. همانطور که در شکل ۳C مشخص است با افزایش صمغ دانه کتان و قدومه شهری تا مقادیر میانی پذیرش کلی افزایش و سپس کاهش پیدا کرده است. در همین راستا Rashidi و همکاران [۳۱] بیان کردند که با استفاده از کنسانتره و مخلوط زانتان-گوار، می‌توان طعم، بافت و پذیرش پنیر کم‌چرب فتای فراپالایش را بهبود بخشید. Nazari و همکاران [۳۲] نیز اعلام کردند که افزودن مالتودکسترین به پنیر فتا پذیرش کلی این محصول را در بین مصرف‌کنندگان بهبود می‌بخشد. Zhang و همکاران [۲۷] گزارش کردند که با بهره‌گیری از اینولین می‌توان پذیرش کلی نمونه‌های پنیر چدار کم‌چرب را در بین مصرف‌کنندگان بهبود بخشید.

### ۳-۵- ویژگی‌های ارگانولپتیکی

براساس نتایج تجزیه واریانس صمغ دانه کتان و قدومه شهری تاثیر معنی‌داری بر مقبولیت رنگ و بو از دید پانلیست‌ها نداشتند. در تطابق با نتایج این پژوهش Kavas و همکاران [۲۸] گزارش کردند که افزودن جایگزین‌های چربی بر پایه پروتئین‌های آب پنیر اثر معنی‌داری بر امتیاز رنگ و ظاهر پنیر کم‌چرب ندارد. بررسی نمودار سه‌بعدی مقبولیت طعم نشان می‌دهد که با افزایش میزان صمغ دانه کتان و قدومه شهری مقبولیت طعم از دید پانلیست‌ها افزایش یافته است (شکل ۳A). بررسی مقبولیت بافت نیز نشان می‌دهد که هر دو متغیر مستقل تاثیر دوگانه‌ای بر مقبولیت بافت داشتند به گونه‌ای که بیشترین امتیاز بافت از دید پانلیست‌ها در مقادیر میانی صمغ‌ها گزارش شد (شکل ۳B). در تشابه با نتایج این پژوهش Ghaderi و همکاران [۲۵] گزارش نمودند افزودن صمغ کاراگینان بعنوان پری بیوتیک و لاکتوباسیلوس کازئی در تولید ماست سین بیوتیک تاثیر معنی‌داری بر رنگ و ظاهر محصول نداشته اما امتیاز طعم بهبود پیدا می‌کند. Aydinol و همکاران [۲۹] بیان کردند که افزودن اینولین و بتاگلوکان به پنیر خامه‌ای کم‌چرب موجب بهبود





**Fig 3** Three-dimensional diagram of the interaction of independent variables on the sensory properties of low-fat cream cheese. (A) taste, (B) texture and (C) general acceptance.

بافتی و حسی نمونه پنیر خامه‌ای کم‌چرب حاوی مقادیر بهینه صمغ دانه کتان و قدومه شهری مشابه با نمونه شاهد پرچرب بود و نسبت به نمونه شاهد کم‌چرب نیز به طرز معنی داری کیفیت بهتری داشت. نهایتاً نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان پنیر خامه‌ای کم‌چرب سین‌بیوتیک را با حفظ ویژگی‌های کیفی با استفاده از صمغ دانه کتان و قدومه شهری به عنوان جایگزین چربی و همچنین ترکیبات پری بیوتیک تولید کرد.

#### ۵- منابع

- [1] Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2020). Behavior of stabilizers in acidified solutions and their effect on the textural, rheological, and sensory properties of cream cheese. *Journal of dairy science*, 103(3), 2065-2076.

#### ۴- نتیجه گیری

به منظور افزایش سطح سلامتی پنیر خامه‌ای همزمان با حفظ ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای آن، فرمولاسیون پنیر خامه‌ای کم‌چرب سین‌بیوتیک با بهره‌گیری از هیدروکلوئیدهای جانشین چربی شامل صمغ دانه کتان و قدومه شهری بهینه یابی گردید. نتایج نشان داد استفاده از این جایگزین‌های چربی تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای pH و اسیدیته نداشته در حالی که رطوبت پنیر خامه‌ای کم‌چرب را افزایش داد. بررسی پارامترهای بافتی و ارگانولپتیکی نیز نشان دهنده اثر مثبت صمغ دانه کتان و قدومه شهری در بهبود این ویژگی‌ها بود. با افزایش زمان انبارمانی مقبولیت حسی نمونه‌های تولیدی کاهش پیدا کرد. در پایان زمان انبارمانی تنها نمونه حاوی مقادیر بهینه صمغ کتان و قدومه شهری دارای میزان باکتری‌های پروبیوتیک در رنج استاندارد بود. همچنین نتایج نشان داد که در طول ۴۵ روز انبارمانی ویژگی‌های

- [11] Lafta, S. S., Luma Khairy, H., & Hakim, I. M. (2019). EFFECT OF FORTIFIED LOW Fat-Soft Cheese With Arabic Gum On Physicochemical And Rheological Properties. *Plant Archives*, 19(2), 616-621.
- [12] Razavi, S. M. (Ed.). (2019). *Emerging natural hydrocolloids: rheology and functions*. John Wiley & Sons.
- [13] Liu, J., Shim, Y. Y., Timothy, J. T., Wang, Y., & Reaney, M. J. (2018). Flaxseed gum a versatile natural hydrocolloid for food and non-food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 146-157.
- [14] Koocheki, A., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., RAZAVI, S. M., Kadkhodae, R., & Milani, J. M. (2010). Optimization of mucilage extraction from Qodume shirazi seed (*Alyssum homolocarpum*) using response surface methodology. *Journal of Food Process Engineering*, 33(5), 861-882.
- [15] Miri, M. A., & HABIBI NAJAFI, M. B. (2011). The effect of adding enzyme-modified cheese on sensory and texture properties of low-and high-fat cream cheeses. *International journal of dairy technology*, 64(1), 92-98.
- [11] Ningtyas, D. W., Bhandari, B., Bansal, N., & Prakash, S. (2018). Texture and lubrication properties of functional cream cheese: Effect of  $\beta$ -glucan and phytosterol. *Journal of texture studies*, 49(1), 11-22.
- [12] Gustaw, W., Kordowska-Wiater, M., & Koziol, J. (2011). The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 10(4).
- [18] Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (Eds.). (2004). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. Elsevier.
- [19] Lazaridou, A., & Biliaderis, C. G. (2007). Molecular aspects of cereal  $\beta$ -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects. *Journal of cereal science*, 46(2), 101-118.
- [20] Ningtyas, D. W., Bhandari, B., Bansal, N., & Prakash, S. (2018). Texture and lubrication properties of functional cream cheese: Effect of  $\beta$ -glucan and phytosterol. *Journal of texture studies*, 49(1), 11-22.
- [21] Foguel, A., Neves Rodrigues Ract, J., & [2] Pereira, C. I., Gomes, A. M., & Malcata, F. X. (2009). Microstructure of cheese: Processing, technological and microbiological considerations. *Trends in food science & technology*, 20(5), 213-219.
- [3] Nateghi, L., Roohinejad, S., Totosaus, A., Mirhosseini, H., Shuhaimi, M., Meimandipour, A., ... & Abd-Manap, M. Y. (2012). Optimization of textural properties and formulation of reduced fat Cheddar cheeses containing fat replacers. *J. Food, Agr. Envir*, 10(2), 46-54.
- [4] da Veiga Correia, V. T., D'Angelis, D. F., dos Santos, A. N., Ronchetti, E. F. S., Queiroz, V. A. V., Figueiredo, J. E. F., ... & Fante, C. A. (2021). Tannin-sorghum flours in cream cheese: Physicochemical, antioxidant and sensory characterization. *LWT*, 112672.
- [5] Domínguez Díaz, L., Fernández-Ruiz, V., & Cámara, M. (2020). The frontier between nutrition and pharma: The international regulatory framework of functional foods, food supplements and nutraceuticals. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(10), 1738-1746.
- [6] Tomasik, P., & Tomasik, P. (2020). Probiotics, non-dairy prebiotics and postbiotics in nutrition. *Applied Sciences*, 10(4), 1470.
- [7] Liu, R. T., Walsh, R. F., & Sheehan, A. E. (2019). Prebiotics and probiotics for depression and anxiety: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 102, 13-23.
- [8] Modrackova, N., Makovska, M., Mekadim, C., Vlkova, E., Tejnecky, V., Bolechova, P., & Bunesova, V. (2019). Prebiotic potential of natural gums and starch for bifidobacteria of variable origins. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 20, 100199.
- [9] Asaadi Yasaghi, N., & Arianfar, A. (2019). The effect of *Alyssum homolocarpum* seed gum on physicochemical, rheological and sensory properties of low-fat yogurt. *JFST*, 84(15), 189-201.
- [10] Akl, E. M., Abdelhamid, S. M., Wagdy, S. M., & Salama, H. H. (2020). Manufacture of functional fat-free cream cheese fortified with probiotic bacteria and flaxseed mucilage as a fat replacing agent. *Current Nutrition & Food Science*, 16(9), 1393-1403.

- with inulin on the physicochemical properties and sensory acceptance of low-fat Cheddar cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 115, 104947.
- [28] Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., & Uysal, H. (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food chemistry*, 88(3), 381-388.
- [29] Aydinol, P., & Ozcan, T. (2018). Production of reduced-fat Labneh cheese with inulin and  $\beta$ -glucan fibre-based fat replacer. *International Journal of Dairy Technology*, 71(2), 362-371.
- [30] Salari, S., Zanganeh, M., Fadavi, A., & Ahmadi, Z. (2017). Effect of Xanthan Gum and Carboxymethyl Cellulose on Physical Properties of Cream Cheese. *International Journal of Advanced Technology*, 8, 176.
- [31] Rashidi, H., Mazaheri-Tehrani, M., Razavi, S. M. A., & Ghods-Rohany, M. (2018). Improving Textural and Sensory Characteristics of Low-Fat UF Feta Cheese Made with Fat Replacers.
- [32] Nazari, S. M., Mortazavi, A., Hesari, J., & Tabatabaei Yazdi, F. (2020). Proteolysis and textural properties of low-fat ultrafiltered Feta cheese as influenced by maltodextrin. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 244-254.
- [33] Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Sohrabvandi, S., & Reinheimer, J. A. (2006). Combined effects of temperature-related variables on the viability of probiotic micro-organisms in yogurt. *Australian Journal of Dairy Technology*, 61(3), 248.
- Claro da Silva, R. (2021). Sensory characterization of commercial cream cheese by the consumer using check-all-that-apply questions. *Journal of Sensory Studies*, e12658.
- [22] Surber, G., Spiegel, T., Dang, B. P., Pombo, A. W., Rohm, H., & Jaros, D. (2021). Cream cheese made with exopolysaccharide-producing *Lactococcus lactis*: Impact of strain and curd homogenization pressure on texture and syneresis. *Journal of Food Engineering*, 308, 110664.
- [23] Basiri, S., Haidary, N., Shekarforoush, S. S., & Niakousari, M. (2018). Flaxseed mucilage: A natural stabilizer in stirred yogurt. *Carbohydrate Polymers*, 187, 59-65.
- [24] Boylston, T. D., Vinderola, C. G., Ghoddusi, H. B., & Reinheimer, J. A. (2004). Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. *International Dairy Journal*, 14(5), 375-387.
- [25] Ghaderi-Ghahfarokhi, M., Yousefvand, A., Ahmadi Gavlighi, H., Zarei, M., & Farhangnia, P. (2020). Developing novel synbiotic low-fat yogurt with fucoxylogalacturonan from tragacanth gum: Investigation of quality parameters and *Lactobacillus casei* survival. *Food Science & Nutrition*, 8(8), 4491-4504.
- [26] Jirsaraei, B., Pourahmad, R., & Fadaei Noghani, V. (2016). The Effect of Inulin and Lactulose on survival of *Lactobacillus casei* and physicochemical and sensory characteristics of probiotic Ultrafiltered Feta Cheese. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 14(1), 35-46.
- [27] Zhang, X., Hao, X., Wang, H., Li, X., Liu, L., Yang, W., ... & Bora, A. F. M. (2021). The effects of *Lactobacillus plantarum* combined



## Production of low fat synbiotic low fat cream cheese by *Alyssum homolocarpum* and Flaxseed gum

Shahraki, R. <sup>1</sup>, Elhamirad, A. H. <sup>2\*</sup>, Hesari, J. <sup>3</sup>, Shahidi Noghabi, M. <sup>4</sup>, Pedram Nia, A. <sup>5</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
3. Department of Food Science and Technology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
4. Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran.
5. Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2021/ 11/ 25  
Accepted 2022/ 01/01

#### Keywords:

Low-fat cream cheese, Synbiotic, *Alyssum homolocarpum* seed gum, Flaxseed gum.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.257

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.28.1

\*Corresponding Author E-Mail:  
ahelhamirad@yahoo.com

The demand of low-fat and reduced-fat product has greatly increased due to consumer's awareness of the relationship between diet and health. This has led the dairy food industry to continuously work on formulating and developing "functional dairy foods" with good textural qualities. In this research, the influence of different levels of *Alyssum homolocarpum* seed gum (AHSG) (0-1%) and Flaxseed gum (FG) (0-1%) on the physicochemical, sensory and microbial properties of low-fat synbiotic cream cheese during 45 days of storage were evaluated. The results showed that AHSG and FG increase caused significant increment in moisture content, hardness, springiness, adhesiveness and spreadability of samples. Evaluation of the organoleptic properties showed that addition of AHSG and FG caused a double impact on the sensory properties, and sensory parameters improved up to medium concentrations of AHSG and FG. Results showed that during the storage, acidity increased while pH, hardness, springiness, adhesiveness and spreadability were decreased. Based on the probiotic count test, only optimized sample had the amount of probiotic bacteria in the standard range at the end of storage time. The findings of this study showed that incorporation of AHSG and FG into the formulation of low-fat synbiotic cream cheese could be an effective strategy to overcome the problems associated with fat reduction.