مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی ویژگی‌های بافتی پنیر فراپالوده‌ی سین‌بیوتیک حاوی پودر آب‌پنیر فراپالایش املاح‌گیری شده و لاکتولوز

غزال نصرتی[۱]، حسین جوینده*[۲]، محمد حجتی[۲]، محمد نوشاد[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲- استاد گروه علوم وصنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۲۱

کلمات کلیدی:

سین‌بیوتیک،

پنیر فراپالوده،

ویژگی‌های بافت،

دوره نگهداری.

DOI: 10.22034/FSCT.20.143. 108

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.143.8.0

* مسئول مکاتبات:

hosjooy@asnrukh.ac.ir

چکیده

امروزه، فرآورده‌های غذایی عملگرا به عنوان رژیم غذایی سلامت‌بخش به‌شکلی گسترده‌ای مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. همچنین، استفاده از میکروارگانیسم‌های خاص مانند باکتری‌های پروبیوتیک، امکان توسعه غذاهای نوین با قابلیت نگهداری مناسب را فراهم نموده است. در این پژوهش، به منظور تولید پنیر فراپالوده فراسودمند از پودر آب‌پنیر فراپالوده با املاح کاهش یافته (DUWP) در سطوح ۰، ۱ و ۲ درصد و پودر لاکتولوز در سطوح ۰ و ۱ درصد به عنوان ترکیبات پری‌بیوتیک استفاده گردید. به‌علاوه، از باکتری‌ها *بیفیدوباکتریوم بیفیدیوم* به‌عنوان باکتری پروبیوتیک استفاده شد. ویژگی‌های بافتی شامل سفتی، پیوستگی، چسبندگی، ارتجاع‌پذیری، حالت صمغی و قابلیت جویدن و خواص حسی شامل رنگ، رایحه، بافت و طعم نمونه‌های پنیر سین‌بیوتیک در طی ۶۰ روز نگهداری (۱، ۳۰ و ۶۰ روز) در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن پودر DUWP و پودر لاکتولوز به‌غیر از چسبندگی و حالت ارتجاعی سبب کاهش قابل توجه مقادیر ویژگی‌های بافتی شد ($P<۰/۰۰۱$). همچنین به‌طورکلی، به‌غیر از ویژگی چسبندگی و پیوستگی، سایر مقادیر پارامترهای بافت تا اواسط دوره نگهداری افزایش و پس از آن کاهش یافت. نتایج حسی نیز نشان داد که هرچند افزودن پودرهای DUWP و لاکتولوز سبب کاهش ویژگی‌های حسی گردید، اما اختلاف معنی‌داری در اکثر موارد میان نمونه شاهد (فاقد پودرهای DUWP و لاکتولوز) و نمونه حاوی ۱٪ از هر یک از پودرهای مذکور مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). بنابراین، براساس نتایج به دست آمده، نمونه سین‌بیوتیک حاوی ۱٪ پودر DUWP و ۱٪ پودر لاکتولوز به عنوان بهترین نمونه پنیر سین‌بیوتیک فراپالوده مشخص گردید. با توجه به پتانسیل این محصول در ارتقای سلامت جامعه و کاهش ابتلا به بیماری، تولید و مصرف این پنیر عملگرا پیشنهاد می‌گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

۱- مقدمه

امروزه فرآورده‌های متنوع تخمیری لبنی در سرتاسر دنیا تولید می‌شود که می‌توان آن‌ها را به دسته‌های مختلفی دسته‌بندی کرد. مهمترین این محصولات عبارتند از ماست، دوغ، خامه ترش، کومیس، کفیر و پنیر. پنیر محبوب ترین محصول تخمیری شیر می‌باشد که به‌طور گسترده‌ای تولید و مصرف شود [۱]. عمدتاً محصولات لبنی تخمیر شده‌ی حاصل از شیر، به دلیل ساختار منسجم و وجود ترکیبات مناسب نظیر پروتئین (نقش آمفوتری) و محتوای چربی (نقش پوشش‌دهندگی)، از پروبیوتیک‌ها در طول عبور از دستگاه گوارش محافظت می‌کنند [۲]. ماتریکس پنیر از میسل‌های کازئین آزاد موجود در شیر ایجاد می‌شود. دما و اسیدیته، از مهمترین عوامل مؤثر در توسعه ماتریکس پنیر می‌باشند. باکتری‌های آغازگر، لاکتوز را به اسید لاکتیک تبدیل کرده و در نتیجه pH شیر را کاهش می‌دهند. همزمان، با توجه به دمای ۳۶-۳۲ درجه سانتی‌گراد و تأثیر مایه پنیر حاوی آنزیم کیموزین، مواد جامد شیر (عمدتاً کازئین) به هم چسبیده و یک ماتریکس پروتئین پیچیده را ایجاد می‌کند. این ماتریکس شروع به بزرگ شدن کرده و اتصالات میان آن افزایش می‌یابد، به‌طوری که درنهایت ماتریکس متراکمی شامل مواد معدنی متصل به کازئین به‌همراه گلبول‌های چربی ایجاد می‌گردد [۳].

فراپالایش یک عملیات جداسازی غشایی است که به‌صورت انتخابی پروتئین‌ها و چربی‌ها را جدا و شیر را تغلیظ می‌کند. در عملیات فراپالایش، شیر به دو بخش مجزای ناتراوه و پس‌آب تبدیل می‌گردد. ناتراوه یا ریتنتیت[1] که به آن شیر تغلیظ شده یا فاز ماندگار نیز اطلاق می‌گردد، حاوی ترکیبات کازئین، پروتئین‌های آب‌پنیر، چربی و نمک‌های کلوئیدی است. تراوه یا پرمیت[2] که به آن فاز عبوری و پسماند نیز گفته می‌شود، حاوی ترکیبات آب، لاکتوز، املاح محلول، نیتروژن غیرپروتئینی و ویتامین‌های محلول در آب است [۴]. فراپالایش یک فرایند مناسب جایگزین جهت تولید محصولات لبنی است که به‌کارگیری آن سبب افزایش عملکرد و ویژگی‌های تغذیه‌ای می‌شود. مزیت فراپالایش در مقایسه با سایر فرایندها آن است که سبب صرفه‌جویی در انرژی، کاهش حجم شیر در جریان حمل و نقل، و توسعه محصولات جدید با ویژگی‌های متمایز به‌ویژه در هنگام تولید پنیر می‌شود. پنیر حاصل از چنین فرایندی دارای بافتی نرم و مالش‌پذیر است و حذف آب قبل از عملیات پنیرسازی سبب کاهش میزان سینرسیس یا آب‌اندازی‌شده و پروتئین‌های آب‌پنیر در طی تولید پنیر در داخل لخته به دام می‌افتند. پنیر سفید فرآپالوده برخلاف پنیر سفید سنتی، پس از طی دوره رسیدن کوتاه (گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت از زمان تولید) وارد چرخه‌ی مصرف می‌شود [۵].

رژیم غذایی نقش مهمی در سلامت انسان دارد. امروزه، مطالعات متعدد بیانگر این است که رژیم غذایی می‌تواند باعث ایجاد یا پیشگیری از بیماری‌ها شود. در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به تولید غذاهای عملگرا شده است. هدف اصلی "غذاهای عملگرا" معرفی میکروارگانیسم‌ها یا ترکیبات مفید از طریق مصرف روزانه رژیم غذایی است. پروبیوتیک، یک مکمل غذایی میکروبی زنده است که با بهبود تعادل میکروبی روده‌ی میزبان به طور مفیدی بر سلامتی تأثیر می‌گذارد [۶]. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که وقتی در مقادیر مناسب مصرف شوند برای میزبان مفید هستند [۷]. از مزایای آن می‌توان به مهار پاتوژن‌های باکتریایی، کاهش سطح کلسترول سرم، کاهش بروز یبوست، اسهال و سرطان روده، بهبود تحمل لاکتوز، جذب کلسیم و سنتز ویتامین و تحریک سیستم ایمنی بدن اشاره کرد [۸]. همچنین تحقیقات نشان داده

1 -retentate

2 -permeate

است که با به‌کارگیری باکتری‌های پروبیوتیک، می‌توان به‌شکل مؤثری مایکوتوکسین‌های مواد غذایی را حذف نمود [۹].

ترکیبات پری‌بیوتیک در ابتدا به عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم تعریف می‌گردیدند. این ترکیبات با تحریک انتخابی رشد یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌ها در روده‌ی بزرگ، بر سلامتی میزبان تأثیر مفیدی می‌گذارند و در نتیجه سلامت میزبان را بهبود می‌بخشند [۱۰]. علاوه بر این، پری‌بیوتیک‌ها می‌توانند از تکثیر پاتوژن‌ها جلوگیری کنند و مزایای بیشتری برای اطمینان از سلامت میزبان ایجاد کنند. تأثیر این ترکیبات عمدتاً در روده بزرگ مشهودتر است اما می‌توانند فلور میکروبی روده کوچک را نیز تحت تأثیر قرار دهند. به طور خاص، تقریباً همه الیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدهای غذایی (از جمله فیبر غذایی) دارای فعالیت پری‌بیوتیکی هستند، اما همه کربوهیدرات‌های غذایی پری‌بیوتیک نیستند [۱۰]. بنابراین، جهت قرار دادن یک ماده به عنوان ترکیب پری‌بیوتیک، نیاز به یک مرزبندی و طبقه‌بندی مشخصی وجود دارد.

در صورت وجود باکتری‌های پروبیوتیک و ترکیبات پری‌بیوتیک در یک محصول غذایی، به آن فرآورده سین‌بیوتیک اطلاق می‌شود و چنین محصولی می‌تواند اثرات مفید هر دو ماده را به همراه خود داشته باشد [۱۱]. همانطورکه اشاره شد، ترکیبات پری‌بیوتیک از مهم‌ترین ترکیبات عملگرا و مؤثر بر عملکرد دستگاه گوارش می‌باشند، زیرا تأثیر بسیاری بر باکتری‌های مفید روده دارند. در حال حاضر طیف وسیعی از پری‌بیوتیک‌ها با منشاء مختلف و پیوندهای شیمیایی مناسب استفاده می‌شود که در این میان می‌توان به اینولین، فروکتوالیگوساکاریدها، گالاکتولیگوساکاریدها و لاکتولوز اشاره کرد [۱۲]. لاکتولوز یک ماده پری‌بیوتیک و یک دی‌ساکارید مصنوعی است که از یک مولکول فروکتوز و یک مولکول گالاکتوز تشکیل شده‌است. لاکتولوز، حاصل ایزومریزاسیون لاکتوز است. لاکتوز به مقدار نسبتاً زیادی در شیر و آب‌پنیر وجود دارد که می‌تواند در توسعه عطر و طعم محصولات غذایی استفاده شود [۱۳]. ایزومراسیون لاکتولوز با روش‌های شیمیایی و آنزیمی انجام می‌شود که ایزومریزاسیون شیمیایی عملکرد بالاتری نسبت به روش آنزیمی دارد. از آنجایی‌که لاکتولوز در روده کوچک جذب نمی‌شود، پتانسیل آن را دارد که به عنوان یک پری‌بیوتیک عمل کند. علاوه بر این، لاکتولوز یک ماده مغذی کاربردی است که به‌دلیل خواص با ارزش دارویی می‌تواند به طور گسترده‌ای در فرآورده‌های غذا و محصولات دارویی استفاده شود [۱۴].

آب‌پنیر، محصول جانبی تولید پنیر است. آب‌پنیر حاوی حجم زیادی آب و بیش از نیمی از مواد جامد اصلی موجود در شیر از جمله پروتئین، لاکتوز، مواد معدنی، ویتامین‌های محلول در آب است. در چند سال گذشته صنایع لبنی به صورت فزاینده‌ای با استفاده از تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های مختلف، به تیمار آب‌پنیر و بازیابی اجزای اصلی از جمله پروتئین، لاکتوز و مواد معدنی روی آورده است. فرآوری آب‌پنیر سبب تولید محصولات با ارزش و کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود. با این وجود، هرساله مقادیر قابل توجهی آب‌پنیر در سراسر جهان تولید می‌شود که با وجود ارزش غذایی بالا، تنها نیمی از آن استفاده و مابقی آن دور ریخته می‌شود [۱۵].

بـه‌دلیل ارزش بیولوژیکی بالای پروتئین‌های سـرمی و همچنـین نقـش آن‌ها در کاهش تری‌گلیسرید و فشار خون، استفاده از این پروتئین‌ها در رژیم غذایی مورد توجه قرار گرفته‌است. کنسانتره پروتئین آب‌پنیر[1] (WPC)، ایزوله پروتئین آب‌پنیر[2] (WPI)، پروتئین آب‌پنیر هیدرولیز شده[3]

1 -Whey Protein Concentrate

2 -Whey Protein Isolate

3 -Whey Protein Hydrolysate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

(WPH)، اجزای پروتئینی آب‌پنیر، اجزای غنی از آلفالاکتالبومین و بتالاکتوگلوبولین، گلیکوماکروپپتید کازئین، لاکتوفرین و لاکتوپراکسیداز از جمله محصولات حاصل از آب‌پنیر می‌باشند. پودر WPC و WPI در سال‌های اخیر در فرمولاسیون بسیاری از مواد غذایی استفاده شده است. در محصولات تخمیری پروبیوتیک، این ترکیبات به عنوان محرک رشد و افزایش مدت زمان زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها استفاده می‌شوند [۱۶ و ۱۷]. پروتئین‌های آب‌پنیر علاوه بر داشتن خواص تغذیه‌ای، به‌دلیل خواص عملکردی مناسب نظیر حلالیت بالا، جذب آب، ظرفیت‌های ژلاتینه‌سازی و امولسیون‌کنندگی به‌طور گسترده در تولید مواد غذایی به‌کار برده می‌شود [۱۵، ۱۸-۱۹]. پروتئین آب‌پنیر حاوی ۲۰ اسید-آمینه و ۹ اسیدآمینه ضروری و منبع غنی و متعادل گوگرد و آمینواسیدهایی است که به عنوان آنتی‌اکسیدان‌ها و پیش‌ساز آنتی‌اکسیدان درون سلولی گلوتاتیون نقش مهمی ایفا می-کنند [۲۰]. علاوه بر وجود ترکیبات با خواص ضدمیکروبی در آب پنیر (لاکتوفرین، لاکتوپراکسیداز، گلیکوماکروپپتید و اسفنگولیپیدها)، در هنگام عبور پروتئین‌های آب پنیر در دستگاه گوارش و در نتیجه‌ی پروتئولیز آن پپتیدهایی با خواص ضدمیکروبی تولید می‌گردد [۲۰].

درحال حاضر هنگام تهیه پنیر به روش فراپالایش، حجم قابل توجهی از پس‌آب یا آب‌پنیر فراپالایش ایجاد می‌شود که ترکیبات آن با آب‌پنیر حاصل از فرایند معمول پنیرسازی متفاوت است. پودر تهیه شده از آب‌پنیر فراپالایش حاوی املاح بالایی است که استفاده از آن را در صنعت غذا محدود کرده است. بنابراین با کاهش املاح، پودری با کیفیت بالاتر به نام پودر آب‌پنیر فرآپالایش با املاح کاهش یافته (DUWP[1]) تولید می‌شود که امکان استفاده از آن در فرمولاسیون محصولات غذایی را افزایش می‌دهد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر افزودن پودرهای لاکتولوز و DUWP بر ویژگی‌های بافتی و حسی نمونه‌های پنیر فراپالایش سین‌بیوتیک انجام پذیرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

جهت تولید نمونه‌های پنیر فراپالایش، از شیر تازه کامل گاو استفاده شد. لاکتولوز مورد استفاده در این پژوهش از شرکت سیگما (آمریکا) خریداری و استفاده شد. پودر پرمیت یا پسآب فرآپالایش شیر با املاح کاهش یافته (DUWP) مورد استفاده در این پژوهش از شرکت صنایع غذایی بالتیک (روسیه) خریداری گردید. ترکیبات پودر DUWP شامل ۳/۳ درصد رطوبت، ۳/۸ درصد پروتئین، ۸۸/۵ درصد لاکتوز، ۳/۵ درصد خاکستر و ۰/۹ چربی بود. پودرهای استارتر مزوفیل CHOOZIT 230 (حاوی مخلوط باکتری‌های *لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه لاکتیس*) و استارتر ترموفیل Yo-Mix 532 (حاوی *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس*) از شرکت دانیسکوی آلمان و پودر استارتر پروبیوتیک حاوی باکتری *بیفیدوباکتریوم زیرگونه بیفیدیوم* از شرکت کریستین هانسن[2] دانمارک خریداری شد. پودرهای مذکور از نوع DVS بود و تا زمان استفاده در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. رنت با نام تجاری Chey-Max از شرکت کریستین هانسن دانمارک خریداری گردید. سایر مواد شیمیایی مورد

1 -Demineralized whey powder

2 -Chr. Hansen

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

استفاده در این پژوهش از کیفیت بالا و غالباً از شرکت مرک آلمان خریداری و استفاده گردید.

۲-۲- روش تولید پنیر

پنیر فراپالوده در کارخانه شیر پگاه شوش خوزستان مطابق روش [۲۱] و [۲۲] از شیر کامل تازه تولید گردید. شیر خام دریافتی پس از دو مرحله باکتوفوگاسیون، تحت فرایند پاستوریزاسیون و فرآپالایش قرار گرفت. شیر پس از عبور از غشای فراپالایش، به دو بخش پرمیت (آب پنیر فراپالایش) و ریتنتیت یا ناتراوه با ۳۱ درصد ماده جامد تقسیم شد. سپس پودر DUWP (سطوح صفر، ۱ و ۲ درصد، W/V) و لاکتولوز (سطوح صفر و ۱ درصد، W/V) به ناتراوه افزوده شد، عملیات هموژنیزاسیون در فشار ۷۰ بار توسط دستگاه هموژنایزر مدل JHG-Q60-P60 (Ronghe machinery، چین) و پس از آن پاستوریزاسیون توسط پاستوریزاتور صفحه‌ای در دمای ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه انجام گردید. لازم به ذکر است که سطوح مقادیر پودرهای DUWP و لاکتولوز در این پژوهش پس از آزمون‌های مقدماتی تعیین گردید. در ادامه، ناتراوه به پاستوریزاتور صفحه‌ای رفته و تا دمای ۷۸ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ثانیه پاستوریزه گردید. سپس، پودر استارتر مزوفیل و ترموفیل هرکدام به میزان ۰/۰۲۵ درصد و پودر استارتر پروبیوتیک به میزان ۰/۰۵ درصد به‌همراه رنت به میزان ۰/۰۳ درصد به ناتراوه افزوده شد. پس از قرار گرفتن ناتراوه در ظروف پنیر ۴۰۰ گرمی، بسته‌ها وارد تونل انعقاد با دمای ۳۱-۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد شدند و پس از خروج از تونل و انعقاد پنیر، کاغذ پارچمنت روی سطح پنیر گذاشته شد. در پایان مقدار ۲ درصد نمک (وزنی/ وزنی) به داخل ظروف حاوی پنیر افزوده شد و سپس درب‌بندی بسته‌ها با فویل آلومینیومی انجام پذیرفت. در نهایت بسته‌های پنیر در دمای ۲۷-۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند و پس از ۲۴-۱۸ ساعت و رسیدن pH نمونه‌ها به ۴/۸، نمونه‌ها به سردخانه با دمای ۵ درجهٔ سانتی‌گرادانتقال داده شدند. در این پژوهش، نمونه‌های پنیر سفید ایرانی فراپالوده پروبیوتیک (فاقد پودر لاکتولوز و DUWP) به عنوان نمونه شاهد با نمونه‌های پنیر سین‌بیوتیک (حاوی مقادیر مختلف پودر لاکتولوز و DUWP) در روزهای ۱، ۳۰ و ۶۰ از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳- آزمون بافت

آزمون پروفیل بافت (TPA) غالب‌ترین آزمون تقلیدی مورد استفاده برای بررسی بافت مواد غذایی به ویژه پنیر می‌باشد. مکانیسم عمل به این صورت می‌باشد که نمونه‌های مشابه با اقدامات انسان در حین عمل جویدن دو بار فشرده می شود. آزمون بافت توسط دستگاه سنجش بافت (Stable Micro System مدل TA.XT.PLUS ساخت انگلستان) و با استفاده از پروب شماره P/5S مطابق روش جوینده، ۲۰۰۹ انجام گرفت. سرعت پروب ۱ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد و پروپ تـا ۵۰٪ ارتفاع اولیه نمونه‌های پنیر (عمق ۱۰میلی-متر) به داخل نمونه نفوذ کرد. سرعت پروب قبل و پس از آزمون به ترتیب ۲ و ۱ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم گردید. در این آزمون ویژگی‌هایی همانند سفتی[1]، چسبندگی[2]، پیوستگی[3]، ارتجاعی[1]، صمغی[2] و جویدن[3] بررسی شد. نمونه‌های پنیر

1 -Hardness

2- Adhesiveness

3- Cohesiveness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

قبل از آزمایش از یخچال خارج و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط برای رسیدن به دمایی ثابت نگهداری شدند. آزمون بافت در تمامی نمونه‌های پنیر در سه تکرار انجام پذیرفت و میـانگین نتایج ثبت گردید [۲۳] .

۲-۴- ارزیابی حسی

مهم‌ترین خصوصیات ارگانولپتیکی شامل رنگ و ظاهر، طعم و رایحه، قوام و بافت نمونه‌های پنیر سفید ایرانی فراپالایش توسط ۱۰ نفر از دانشجویان صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی حسی براساس یک آزمون ترجیحی ۹ نقطه‌ای با یکدیگر مقایسه شدند. قبل از ارزیابی، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه از یخچال خارج و در دمای محیط (°C ۲±۲۲) نگهداری شدند تا بدین روش دمای تمامی نمونه‌ها در حین ارزیابی یکسان شود و تاثیری بر نتایج حسی نگذارد. نمونه‌های پنیر پس از رسیدن (۲۴ ساعت بعد از تولید) در روزهای اول، ۳۰ و ۶۰ بعد از رسیدگی مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند [۲۲].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش، با توجه به دو متغیر لاکتولوز (در دو سطح) و پودر DUWP (در ۳ سطح)، تعداد ۶ تیمار پنیر تولید شد و نمونه‌های پنیر از نظر ویژگی‌های بافتی طی دو ماه نگهداری (در فواصل ۱، ۳۰ و۶۰ روز پس از تولید) با یکدیگر مقایسه گردید. با توجه به تولید نمونه‌های پنیر در ۳ تکرار، مجموعاً ۵۴ نمونه تولید شد. نتایج توسط طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل با کمک برنامه آماری SPSS (SPSS Inc.، شیکاگو، ویرایش ۲۰) آنالیز و میانگین نتایج با کمک آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی سفتی پنیر

نتایج تأثیر افزودن پودر DUWP، پودر لاکتولوز بر ویژگی سفتی نمونه‌های مختلف پنیر سین‌بیوتیک فراپالوده طی مدت ۶۰ روزه نگهداری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد در جداول ۱ و ۲ و شکل ۱ ارائه شده است. نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار هر سه متغیر پودر آب‌پنیر با املاح کاهش یافته (DUWP)، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر میزان سفتی نمونه‌ها بود ($P<۰/۰۰۱$). در این میان تأثیر متقابل معنی‌داری میان متغیرها از نظر سفتی بافت مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). همانگونه که در جدول ۲ و شکل ۱ می‌توان ملاحظه نمود، با افزایش مقادیر پودرهای DUWP و لاکتولوز، مقدار سفتی بافت نمونه‌ها افزایش یافت. میانگین میزان سفتی در نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۳/۶۱، ۳/۴۸ و ۳/۳۸ و در نمونه-های حاوی ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز به ترتیب ۳/۵۵ و ۳/۴۳ تعیین شد. به‌علاوه، مقدار سفتی بافت نمونه‌ها تا اواسط زمان نگهداری افزایش یافت در حالی‌که پس از آن و تا پایان زمان نگهداری میزان آن کاهش یافت.

مطابق با نتایج به دست آمده در این تحقیق، باربوسا و همکاران [۲۴] بیان کردند در طول نگهداری در یخچال، میزان اسیدیته دلمه پنیر افزایش یافته و این تغییرات اسیدیته سبب افزایش سینرزیس و در نتیجه افزایش سفتی بافت نمونه‌ها می‌گردد. قائمی و همکاران [۲۵] در پژوهشی

1- speringiness

2- Gumminess

3- chewability

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

مشابه گزرش کردند که شاخص سفتی نمونه‌های پنیر در ابتدای مدت نگهداری افزایش و در انتهای آن کاهش یافت. آن‌ها علت افزایش سفتی در ابتدای دوره‌ی رسیدگی را به کاهش pH و کاهش سفتی را به افزایش واکنش‌های پروتئولیز مرتبط دانستند. سرور و همکاران [۲۶] نیز افزایش سفتی بافت نمونه‌های ماست را به دلیل افزایش فعالیت تخمیری پروبیوتیک‌ها و کاهش میزان pH در نمونه‌های تولید شده در مقایسه با نمونه‌ی شاهد دانستند. در مقابل، جوینده [۲۳] در پژوهشی بیان کرد افزودن کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر تخمیری به شیر مورد استفاده در پنیرسازی سبب تداخل در شبکه کازئینی و در نتیجه کاهش معنی‌دار سفتی پنیر سفید ایرانی می‌گردد. کاهش سفتی محصول در نتیجه‌ی افزودن پروتئین‌های آب‌پنیر در سایر محصولات لبنی مانند بستنی [۲۷] و ماست [۲۸] نیز گزارش شده است.

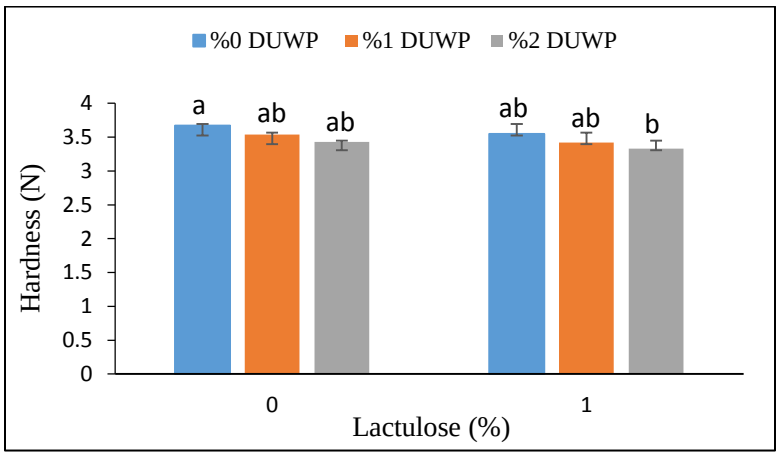

FIG 1. Effect of addition of demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose powder on hardness of synbiotic ultrafiltrated cheeses

۳-۲- ارزیابی حالت چسبندگی پنیر

چسبندگی، تمایل مواد به چسبیدن به سطوح دیگر است. نتایج تأثیر افزودن پودر DUWP و پودر لاکتولوز بر ویژگی چسبندگی نمونه‌های مختلف پنیر سین‌بیوتیک فراپالوده طی مدت ۶۰ روزه نگهداری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده‌است. نتایج نشان‌دهنده تأثیر غیر معنی‌دار متغیرهای پودر DUWP، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر بود ($P>۰/۰۵$). میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر در اثر افزودن پودر DUWP و پودر لاکتولوز به میزان ناچیز کاهش یافت که این تغییرات فاقد اهمیت آماری بود. همچنین تأثیر متقابل متغیرها بر میزان چسبندگی بافت غیرمعنی‌داری بود ($P>۰/۰۵$). میزان چسبندگی در نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۲۱ و ۰/۱۹ تعیین گردید. میزان چسبندگی نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۲۰ تعیین شد. سرور و همکاران [۲۶] کاهش میزان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

چسبندگی را به افزایش پروتئولیز نسبت دادند. بر اساس نتایج نصرتی و همکاران [۲۹]، افزودن هر یک از پودرهای DUWP و لاکتولوز سبب افزایش نسبت نیتروژن محلول در آب به کل پروتئین (به‌عنوان شاخص پروتئولیز) می‌گردید. رشیدی [۳۰] نیز افزایش میزان پروتئین و کاهش مقدار چربی را دلیل افزایش میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر به علت افزایش استحکام داخلی ذرات دلمه دانستند. در پژوهشی دیگر جوینده [۲۳] گزارش نمود که با افزایش میزان کنسانتره آب‌پنیر تخمیری افزوده شده به شیر مورد استفاده در پنیرسازی، میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر سفید ایرانی افزایش یافت. نتایج نشان داد زمان نگهداری نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر نداشت. در مقابل، عبد-رابو و همکاران [۳۱] بیان کردند که افزایش مدت زمان نگهداری بر روند کاهشی میزان چسبندگی تاثیرگذار بود.

Table 1. The results of analysis of variance (ANOVA) of the effect of demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose powder on texture characteristics of probiotic ultrafiltrated cheeses during 60 days storage at 4 °C

Treatments	df	Mean Square					
		Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Speringiness	Gumminess	Chewability
DUWP	2	0.242^{***}	0.003^{NS}	0.019^{***}	4.256^{NS}	0.418^{***}	125.128^{***}
Lactulose	1	0.183^{***}	0.003^{NS}	0.009^{***}	6.608^{NS}	0.219^{***}	84.480^{***}
Storage Time	2	0.229^{***}	0.005^{NS}	0.002^{***}	2.157^{NS}	0.108^{***}	37.996^{***}
DUWP × Lactulose	2	0.000^{NS}	0.000^{NS}	0.000^{*}	0.133^{NS}	0.003^{NS}	0.690^{NS}
DUWP ×Storage Time	4	0.019^{NS}	0.000^{NS}	0.000^{NS}	0.055^{NS}	0.008^{*}	1.547^{NS}
Lactulose ×Storage Time	2	0.003^{NS}	0.000^{NS}	0.000^{NS}	0.059^{NS}	0.002^{NS}	0.256^{NS}
DUWP × Lactulose × Storage Time	4	0.003^{NS}	0.000^{NS}	0.000^{NS}	0.031^{NS}	0.001^{NS}	0.350^{NS}
error	36	0.009	0.004	0.000	1.807	0.003	3.434

NS, *, ** and *** respectively indicate: non-significance, and significance at $p<0.05$ and $p<0.01$, $p<0.001$ levels.

Table 2. Texture characteristics of synbiotic ultrafiltrated cheeses containing demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose during 60 days storage at 4 °C

Characteristics	Storage Time (Day)	*P_0L_0 (Control)	P_1L_0	P_2L_0	P_0L_1	P_1L_1	P_2L_1
Hardness (N)	1	3.59 ± 0.17^{Ba}	3.45 ± 0.11^{Babc}	3.41 ± 0.06^{Abc}	3.49 ± 0.06^{ABab}	3.39 ± 0.05^{ABbc}	3.30 ± 0.03^{Bc}
	30	3.89 ± 0.08^{Aa}	3.67 ± 0.07^{Aabc}	3.48 ± 0.03^{Acd}	3.72 ± 0.22^{Aab}	3.55 ± 0.17^{Abcd}	3.41 ± 0.03^{Ad}
	60	3.54 ± 0.15^{Ba}	3.51 ± 0.09^{ABab}	3.4 ± 0.03^{Acd}	3.43 ± 0.01^{Bbc}	3.32 ± 0.06^{Bde}	3.26 ± 0.04^{Be}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

Adhesiveness (N.mm)	1	0.25 ± 0.05^{Aa}	0.23 ± 0.05^{Aa}	0.22 ± 0.05^{Aa}	0.23 ± 0.06^{Aa}	0.22 ± 0.05^{Aa}	0.20 ± 0.05^{Aa}
	30	0.22 ± 0.07^{Aa}	0.21 ± 0.07^{Aa}	0.20 ± 0.08^{Aa}	0.21 ± 0.07^{Aa}	0.20 ± 0.06^{Aa}	0.18 ± 0.05^{Aa}
	60	0.21 ± 0.07^{Aa}	0.20 ± 0.08^{Aa}	0.19 ± 0.08^{Aa}	0.20 ± 0.07^{Aa}	0.19 ± 0.07^{Aa}	0.16 ± 0.06^{Aa}
Cohesiveness	1	0.36 ± 0.02^{ABa}	0.34 ± 0.005^{ABb}	0.30 ± 0.01^{Ac}	0.35 ± 0.01^{ABab}	0.31 ± 0.00^{Bc}	0.26 ± 0.01^{Ad}
	30	0.38 ± 0.01^{Aa}	0.35 ± 0.003^{Abc}	0.32 ± 0.02^{Ad}	0.36 ± 0.01^{Aab}	0.33 ± 0.01^{Acd}	0.28 ± 0.02^{Ae}
	60	0.35 ± 0.01^{Ba}	0.33 ± 0.013^{Bb}	0.31 ± 0.01^{Ac}	0.33 ± 0.01^{Bb}	0.30 ± 0.01^{Cc}	0.27 ± 0.00^{Ad}
Speringiness (mm)	1	14.34 ± 1.00^{Aa}	14.00 ± 1.07^{Aa}	13.62 ± 1.25^{Aa}	13.81 ± 0.92^{Aa}	13.32 ± 1.02^{Aa}	12.59 ± 1.26^{Aa}
	30	14.71 ± 1.37^{Aa}	14.30 ± 1.26^{Aa}	13.96 ± 1.00^{Aa}	14.11 ± 1.29^{Aa}	13.88 ± 1.26^{Aa}	13.27 ± 1.04^{Aa}
	60	14.21 ± 1.26^{Aa}	13.77 ± 1.90^{Aa}	13.26 ± 1.62^{Aa}	13.66 ± 1.35^{Aa}	12.91 ± 1.76^{Aa}	12.30 ± 1.94^{Aa}
Gumminess (N)	1	1.30 ± 0.13^{Ba}	1.16 ± 0.04^{Bbc}	1.03 ± 0.06^{Ad}	1.22 ± 0.06^{ABab}	1.07 ± 0.01^{Bcd}	0.87 ± 0.01^{Ae}
	30	1.48 ± 0.00^{Aa}	1.28 ± 0.01^{Abc}	1.11 ± 0.05^{Ad}	1.34 ± 0.12^{Ab}	1.17 ± 0.02^{Acd}	0.95 ± 0.07^{Ae}
	60	1.24 ± 0.04^{Ba}	1.15 ± 0.02^{Bb}	1.04 ± 0.02^{Ac}	1.14 ± 0.04^{Bb}	0.99 ± 0.05^{Cc}	0.88 ± 0.03^{Ad}
Chewability (N.mm)	1	18.68 ± 2.68^{Aa}	16.22 ± 1.52^{Aab}	14.01 ± 1.94^{Abc}	16.94 ± 1.87^{Aab}	14.23 ± 1.27^{ABbc}	11.01 ± 1.16^{Ac}
	30	21.71 ± 2.03^{Aa}	18.24 ± 1.46^{Ab}	15.52 ± 0.87^{Abc}	18.94 ± 3.05^{Aab}	16.29 ± 1.65^{Ab}	12.61 ± 0.97^{Ac}
	60	17.69 ± 1.98^{Aa}	15.79 ± 1.98^{Aab}	13.81 ± 1.93^{Abc}	15.51 ± 1.42^{Aab}	12.76 ± 2.00^{Bbc}	10.87 ± 1.89^{Ac}

* P0, P1 and P2 are 0, 1 and 2% of whey permeate and L0 and L1 are 0 and 1% lactulose, respectively. Different small and capital letters indicate significant differences ($p<0.05$) in each row (treatments) and column (days) for each cheese characteristics, respectively.

۳-۳- ارزیابی حالت پیوستگی پنیر

پیوستگی وابسته به شدت پیوندهای داخلی محصول است که در پنیر به عنوان قدرت پیوندهای داخلی مسیل‌های کازئین نیز بیان می‌گردد. نتایج تأثیر افزودن پودر DUWP و پودر لاکتولوز بر ویژگی پیوستگی نمونه‌های مختلف پنیر سین‌بیوتیک فراپالوده طی مدت ۶۰ روزه نگهداری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد در جداول ۱ و ۲ و شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار سه متغیر پودر DUWP، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر میزان پیوستگی نمونه‌ها بود. همچنین هیچ تاثیر متقابل معنی‌داری از نظر پیوستگی میان متغیرهای مورد آزمایش مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). همانند سفتی پنیر، میزان پیوستگی نمونه‌ها با افزایش مقادیر پودر DUWP و لاکتولوز کاهش یافت ($P<۰/۰۰۱$). میانگین پیوستگی در نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۳۲ و ۰/۲۹ و در نمونه‌های حاوی ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۳۱ تعیین شد.

پودر آب‌پنیر از طریق برقراری اتصالات دی‌سولفیدی با کازئین قدرت پیوندهای داخلی در نمونه پنیر سین‌بیوتیک را افزایش می‌دهد و سبب افزایش میزان پیوستگی آن می‌گردد. در تطابق با یافته‌های این پژوهش محققانی نظیر سرور و همکاران [۲۶] و ال و آزا [۳۲] تأثیر افزودن پری‌بیوتیک‌ها را بر پیوستگی نمونه‌های سین‌بیوتیک بررسی نمودند آن‌ها افزودن پری‌بیوتیک‌هایی نظیر اینولین به نمونه‌های ماست و پنیر را عامل افزایش پیوستگی و انسجام نمونه‌های تولید شده عنوان کردند. از سوی دیگر جوینده [۲۳] در پژوهشی گزارش کرد افزودن پودر پروتئین آب‌پنیر به نمونه‌های تولیدی، با افزایش پروتئولیز، سبب کاهش میزان پیوستگی نمونه‌ها می‌گردد..

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

نتایج همچنین نشان داد که میزان پیوستگی‌نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۰۱$). برخلاف نتایج این تحقیق، مهدوی‌پور و همکاران [۳۳] روند افزایش پیوستگی طی مدت زمان نگهداری را در پنیرهای پروبیوتیک حاوی سویه بیفیدوباکتریوم لاکتیس گزارش نمودند و علت آن را به کاهش میزان سینرسیس نمونه‌ها نسبت دادند. علت این مسئله می‌تواند تضعیف پیوندهای داخلی در ساختار پنیرهایی با رطوبت بالا و دارای بافت نرم باشد که سبب تغییر شکل غیرقابل برگشت پنیر در برابر فشار وارده توسط دستگاه سنجش بافت می‌گردد.

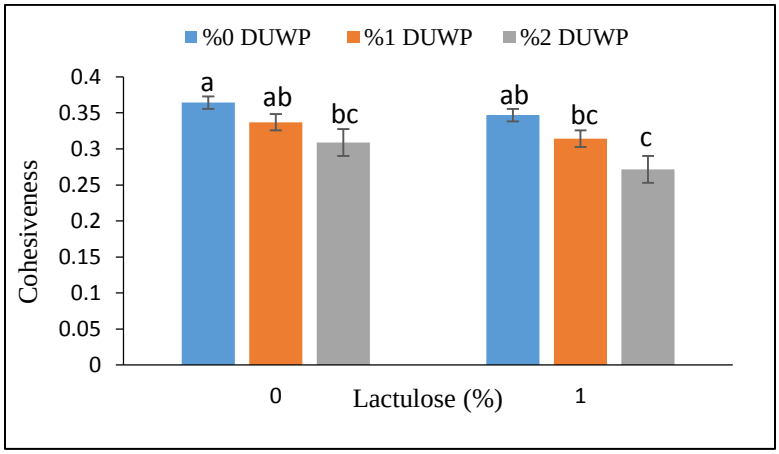

FIG2. Effect of addition of demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose powder on cohesiveness of synbiotic ultrafiltrated cheeses

۳-۴- ارزیابی حالت ارتجاعیت پنیر

ارتجاعیت یا الاستیسیته درجه یا شدت بازگشت به حالت اولیه پس از اعمال فشار اندک در دهان می‌باشد. ارتجاعیت از نظر مکانیکی میزان تغییر شکلی است که نمونه پس از اعمال فشار به حالت اولیه‌اش بر می‌گردد [۳۴]. در پژوهش حاضر نتایج افزودن پودر DUWP، لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر میزان الاستیسیته بررسی گردید و نتایج حاصله در جداول ۱ و ۲ قابل مشاهده است. همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است، تأثیر سه متغیر پودر DUWP، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر میزان ارتجاعیت غیر-معنی‌دار گردید. همچنین تأثیر متقابل این متغیرها بر میزان الاستیسیته نیز غیر معنی‌دار و فاقد اهمیت آماری بود. میزان الاستیسیته‌ی نمونه‌ها در اثر افزودن پودر DUWP و پودر لاکتولوز در ۳۰ روز نخست در هر نمونه افزایش اندک و سپس تا پایان زمان نگهداری کاهش اندکی یافت ($P>۰/۰۵$). میزان ارتجاعیت در نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۱۴/۱۴، ۱۳/۷۰ و ۱۳/۱۷ تعیین گردید. میزان ارتجاع‌پذیری نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۱۴/۰۱ و ۱۳/۳۲ تعیین شد. در تطابق با یافته‌های این پژوهش، رشیدی [۳۰] بیان کرد افزودن پروتئین شیر افزایش حالت ارتجاعی را به همراه دارد اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نگردید. جوینده [۲۳] در پژوهشی دیگر در مورد تأثیر افزودن کنسانتره تخمیری آب‌پنیر را بر ویژگی‌های بافتی پنیر فراپالایش نشان داد افزایش میزان افزودن کنسانتره تخمیری آب‌پنیر سبب کاهش میزان الاستیسیته نمونه‌های پنیر سفید ایرانی می‌گردد. وارد کردن پروتئین‌های آب‌پنیر افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

جذب آب و سست شدن بافت پنیر و کاهش برگشت‌پذیری به حالت اولیه بعد از اعمال فشار را به‌همراه دارد. آزامبوجا و همکاران [۳۵] نیز تغییرات میزان الاستیسیته در طول نگهداری را به اثرات تجزیه پروتئولیتیک ماتریکس پروتئین نسبت دادند.

۳-۵- ارزیابی حالت صمغی پنیر

صمغیت مقدار انرژی لازم برای خرد کردن یک ماده‌ی غذایی نیمه جامد تا آماده‌شدن برای عمل بلع است. صمغیت حاصلضرب سفتی در پیوستگی می‌باشد. نتایج تأثیر افزودن پودر DUWP، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر ویژگی صمغی نمونه‌های مختلف پنیر سین-بیوتیک فراپالوده در طی مدت ۶۰ روزه نگهداری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد در جداول ۱ و ۲ و شکل ۳ ارائه شده است. طبق نتایج آنالیز آماری تأثیر این سه متغیر بر میزان صمغیت نمونه‌های پنیر تولیدشده معنی‌دار گردید. همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است تأثیر متقابل پودر DUWP و مدت زمان نگهداری بر میزان صمغیت معنی‌دار گردید. میزان صمغیت در طی ۳۰ روز نخست نگهداری افزایش معنی‌دار و پس از آن تا تا پایان ۶۰ روز نگهداری کاهش معنی‌دار یافت.

میزان صمغیت در نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۱/۳۴، ۱/۱۴ و ۰/۹۸ تعیین گردید. میزان صمغیت نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۱/۲۰ و ۱/۰۷ تعیین شد. کینیک و همکاران [۳۶] تاثیر افزودن پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها را بر ویژگی‌های بافتی و آروماتیک پنیر تولید شده از شیر بز را بررسی نمودند. آن‌ها بیان کردند هرچند میزان صمغیت تمام نمونه‌ها در طول نگهداری به طور نامشخصی تغییر کرد، اما در پایان دوره، روندی کاهشی در میزان صمغیت نمونه‌ها مشاهده گردید. رابطه مستقیمی میان حالت صمغی بودن نمونه‌ها و میزان سفتی پنیر وجود دارد؛ بنابراین مطابق روند کاهش سفتی نمونه‌های پنیر در پایان مدت نگهداری، کاهش حالت صمغی در پایان زمان نگهداری بدیهی است. همچنین گوما [۳۷] در بررسی تغییرات بافت پنیر UF در طی دوره نگهداری، افزایش شاخص‌های بافتی نظیر سفتی و حالت صمغی را طی دوره‌ی اولیه‌ی نگهداری پنیر به کاهش رطوبت نمونه‌ها و کاهش این ویژگی‌ها در انتهای دوره‌ی نگهداری را به بالا بودن فعالیت پروتئولیتیک نسبت داد.

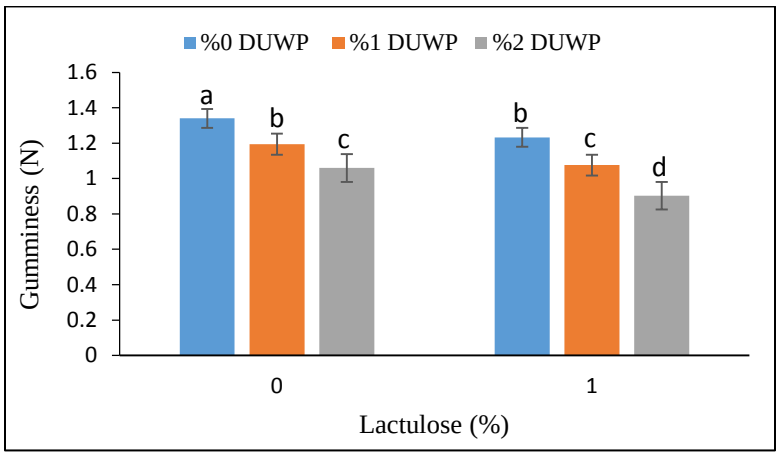

FIG 3. Effect of addition of demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose powder on gumminess of synbiotic ultrafiltrated cheeses.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108] [DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9] [Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

۳-۶- ارزیابی قابلیت جویدن پنیر

قابلیت جویدن، کار لازم برای جویدن و خمیر کردن نمونه‌ها در هنگام بلع است که از حاصل‌ضرب قابلیت ارتجاعیت در میزان صمغی‌بودن به دست می‌آید. نتایج قابلیت جویدن در طی ۶۰ روز نگهداری در جداول ۱ و ۲ و همچنین شکل ۴ ارائه شده‌است. نتایج حاصله در جدول ۱ نشان‌دهنده آن است که تأثیر افزودن پودر DUWP، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر قابلیت جویدن معنی‌دار می‌باشد، در حالی‌که تأثیر متقابل این پارامترها غیر معنی‌دار بود. قابلیت جویدن همانند ویژگی‌هایی نظیر صمغی و سفتی در ۳۰ روز نخست نگهداری افزایش و پس از آن تا پایان ۶۰ روز نگهداری کاهش یافت.

میزان قابلیت جویدن در نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۱۸/۲۴، ۱۵/۵۹ و ۱۲/۹۷ تعیین گردید. میزان قابلیت جویدن نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۱۶/۸۵ و ۱۴/۳۵ تعیین شد. افزایش مقادیر سفتی، بر روند قابلیت جویدن تاثیرگذار است و سبب افزایش قابلیت جویدن می‌گردد. عواملی که سفتی پنیرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد بر میزان قابلیت جویدنی نیز تأثیرگذار می‌باشند. قابلیت جویدن پنیرها با سفتی و صمغی بودن رابطه‌ی مستقیم دارد. فاکس و همکاران [۱] در مطالعات خود اظهار داشتند در پایان دوره‌ی رسیدگی میزان صمغیت نمونه‌ها کاهش می‌یابد که دلیل آن هیدرولیز ترکیبات پنیر به ویژه تجزیه پروتئین‌ها می‌باشد. پروتئولیز شکسته‌شدن و هیدرولیز مولکول‌های پارا-کازئین نامحلول را درپی دارد و به‌این‌ترتیب فشردگی شبکه‌های پاراکازئین کاهش می‌یابد و حلالیت آن‌ها افزایش می‌یابد. کینیک و همکاران [۳۶] در مطالعات خود افزایش میزان سفتی نمونه‌های پنیر را عامل افزایش قابلیت جویدن دانستند و عوامل مختلفی نظیر روش تولید، ترکیب شیر، رطوبت پنیر، pH، محتوای نمک، میزان لیپولیز و پروتئولیز در حین رسیدن، نوع کشت، باکتری‌های پروبیوتیک و سویه پری‌بیوتیک مورد استفاده را در این زمینه تأثیرگذار دانستند.

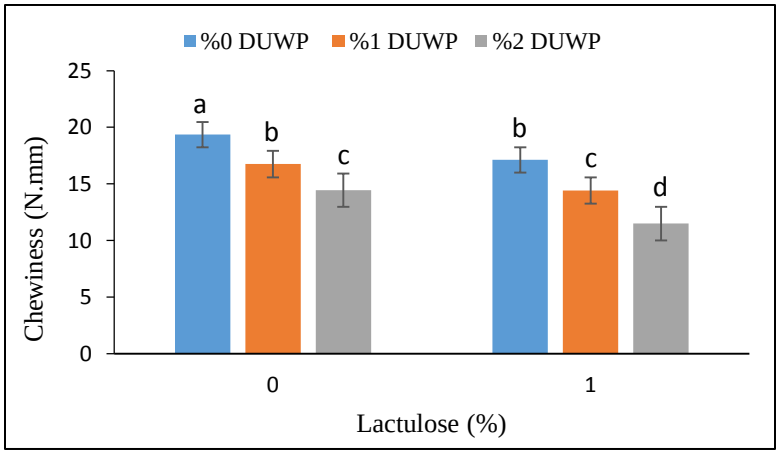

FIG 4. Effect of addition of demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose powder on Chewability content of synbiotic ultrafiltrated cheeses

۳-۷- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌ها نقش بسزایی در قابلیت پذیرش پنیر توسط مصرف‌کنندگان دارد. دو فرایند لیپولیز و

پروتئولیز نقش اساسی در ویژگی‌های حسی پنیر دارد. لازم به ذکر است که تغییرات ثانویه‌ای که به طور همزمان با این فرآیندها اتفاق می‌افتند، مسئول تغییرات جزئی و کلی ویژگی‌های حسی پنیر می‌باشند. سوبسترای اصلی این فرایند کازئین‌ها، لیپیدها و ترکیبات محلول در شیر می‌باشند. با گذشت زمان نگهداری، با تغییر فلور میکروبی، ویژگی‌های لخته در اثر واکنش‌های بیوشیمیایی نیز تغییر کرده و به همین سبب ویژگی‌های جدید در عطر، طعم و بافت نمونه-ها ایجاد می‌گردد [۱۹].

نتایج آنالیز آماری تأثیر سه متغیر پودر DUWP، پودر لاکتولوز و مدت زمان نگهداری بر ویژگی‌های حسی نمونه-های پنیر در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده‌است. همانطور که در جدول ۳ قابل مشاهده است، افزودن DUWP و زمان نگهداری سبب تغییرات معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) در تمامی ویژگی‌های حسی پنیر شد. افزودن پودر لاکتولوز نیز هرچند تأثیر معنی‌داری بر بافت پنیر نداشت، اما اختلافات معنی-داری در سایر ویژگی‌های حسی پنیر ایجاد نمود. به-طورکلی، با افزایش مقادیر پودرهای DUWP و لاکتولوز، امتیاز ویژگی‌های حسی پنیر کاهش یافت. درهرحال، غالباً اختلاف معنی‌داری میان نمونه شاهد و نمونه‌ی پنیر حاوی یک درصد پودر DUWP و یک درصد لاکتولوز در دوره-های مختلف نگهداری مشاهده نگردید. به‌علاوه، نتایج نشان داد که هیچگونه تأثیر متقابل معنی‌داری میان متغیرهای مورد آزمون وجود نداشت.

Table 3. The results of analysis of variance (ANOVA) of the effect of demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose powder on sensory characteristics of low-fat ultrafiltrated synbiotic cheeses during 60 days storage at 4 °C.

Treatments	df	Mean Square			
		Odor	Taste	Color	Texture
DUWP	2	0.731^{**}	0.913^{**}	0.764^{**}	0.450^{**}
Lactulose	1	0.342^{**}	0.327^{**}	0.150^{*}	0.135^{NS}
Storage Time (Day)	2	5.444^{**}	5.283^{**}	2.426^{**}	8.813^{**}
DUWP × Lactulose	2	0.019^{NS}	0.051^{NS}	0.001^{NS}	0.003^{NS}
DUWP ×Storage Time	4	0.002^{NS}	0.005^{NS}	0.008^{NS}	0.001^{NS}
Lactulose ×Storage Time	2	0.006^{NS}	0.002^{NS}	0.033^{NS}	0.004^{NS}
DUWP × Lactulose × Storage Time	4	0.001^{NS}	0.006^{NS}	0.000^{NS}	0.015^{NS}
error	36	0.009	0.018	0.023	0.044

NS, * and ** respectively indicate: non-significance, and significance at $p<0.05$ and $p<0.01$ levels.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

Table 4. Sensory characteristics of synbiotic ultrafiltrated cheeses containing demineralized ultrafiltrated whey powder (DUWP) and lactulose during 60 days storage at 4 °C.

Characteristics (Score)	Storage Time (Day)	*P_0L_0 (Control)	P_1L_0	P_2L_0	P_0L_1	P_1L_1	P_2L_1
Odor	1	8.70 ± 0.10^{Aa}	8.62 ± 0.10^{Aa}	8.42 ± 0.10^{Ab}	8.65 ± 0.13^{Aa}	8.52 ± 0.10^{Aab}	8.22 ± 0.08^{Ac}
	30	8.00 ± 0.13^{Ba}	7.93 ± 0.15^{Bab}	7.67 ± 0.06^{Bc}	7.88 ± 0.10^{Bab}	7.75 ± 0.09^{Bbc}	7.45 ± 0.05^{Bd}
	60	7.7 ± 0.05^{Ca}	7.58 ± 0.10^{Cab}	7.33 ± 0.06^{Cc}	7.57 ± 0.08^{Cb}	7.42 ± 0.03^{Cc}	7.07 ± 0.08^{Cd}
Color	1	8.58 ± 0.13^{Aa}	8.50 ± 0.10^{Aa}	8.17 ± 0.15^{Ab}	8.55 ± 0.13^{Aa}	8.50 ± 0.20^{Aa}	8.17 ± 0.12^{Ab}
	30	8.27 ± 0.16^{Ba}	8.15 ± 0.18^{Ba}	7.82 ± 0.16^{Bbc}	8.13 ± 0.13^{Bab}	8.03 ± 0.06^{Bab}	7.68 ± 0.28^{Bc}
	60	7.92 ± 0.16^{Ca}	7.8 ± 0.10^{Cab}	7.58 ± 0.14^{Bbc}	7.73 ± 0.15^{Cab}	7.63 ± 0.16^{Cbc}	7.40 ± 0.09^{Bc}
Taste	1	8.92 ± 0.08^{Aa}	8.87 ± 0.06^{Aa}	8.57 ± 0.16^{Abc}	8.83 ± 0.15^{Aab}	8.77 ± 0.13^{Aab}	8.33 ± 0.25^{Ac}
	30	8.85 ± 0.05^{Aa}	8.78 ± 0.03^{Aab}	8.63 ± 0.12^{Ac}	8.78 ± 0.03^{Aab}	8.70 ± 0.00^{Abc}	8.25 ± 0.09^{Ad}
	60	8.00 ± 0.10^{Ba}	7.9 ± 0.10^{Ba}	8.58 ± 0.20^{Bbc}	7.90 ± 0.17^{Ba}	7.77 ± 0.12^{Bab}	7.36 ± 0.24^{Bc}
Texture	1	8.77 ± 0.15^{Aa}	8.72 ± 0.24^{Aa}	8.55 ± 0.23^{Aab}	8.72 ± 0.10^{Aa}	8.65 ± 0.15^{Aab}	8.32 ± 0.21^{Ab}
	30	8.66 ± 0.09^{Aa}	8.55 ± 0.09^{Aa}	8.27 ± 0.13^{Ab}	8.50 ± 0.18^{Aab}	8.48 ± 0.10^{Aab}	8.30 ± 0.09^{Ab}
	60	7.53 ± 0.25^{Ba}	7.422 ± 0.24^{Ba}	7.23 ± 0.11^{Ba}	7.4 ± 0.36^{Ba}	7.33 ± 0.39^{Ba}	7.10 ± 0.28^{Ba}

P_0, P_1 and P_2 are the levels of 0, 1 and 2% DUWP and L_0 and L_1 are the levels of 0 and 1% lactulose, respectively. Different small and capital letters indicate significant differences ($p<0.05$) in each row (treatments) and column (days) for each cheese characteristics, respectively.

به‌طور میانگین، میزان مقبولیت رنگ نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۸/۲۰، ۸/۱۰ و ۸/۰۳ تعیین گردید. میزان مقبولیت رنگ نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۸/۰۹ و ۷/۹۸ تعیین گردید. به‌طور میانگین میزان مقبولیت رایحه نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۸/۰۸، ۷/۹۶ و ۷/۶۹ تعیین گردید. میزان امتیاز رایحه نمونه-ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۷/۹۹ و ۷/۸۳ تعیین گردید. میزان مقبولیت طعم نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۸/۵۴، ۸/۴۶ و ۸/۱۲ تعیین شد. مقبولیت طعم نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز نیز به ترتیب ۸/۴۵ و ۸/۳۰ تعیین گردید. به طور میانگین مقبولیت بافت نمونه‌های حاوی ۰، ۱ و ۲ درصد پودر DUWP به ترتیب ۸/۲۶، ۸/۱۹ و ۷/۹۶ تعیین گردید. میزان امتیاز بافت نمونه‌ها در اثر افزودن ۰ و ۱ درصد پودر لاکتولوز به ترتیب ۸/۱۹ و ۸/۰۸ تعیین گردید.همچنین میزان مقبولیت ویژگی‌های حسی با گذشت زمان نگهداری به‌شکل معنی‌داری کاهش یافت.

دانش و همکاران [۳۸] در بررسی تأثیر استفاده از کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر بر ویژگی‌های حسی پنیر فراپالایش نشان دادند که افزایش کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر تا میزان ۸٪ سبب افزایش معنی‌دار امتیازات حسی نمونه‌های پنیر گردید، درحالی‌که افزایش بیشتر غلظت کنسانتره مذکور تأثیر خاصی در این زمینه نداشت. مؤمن‌زاده و همکاران [۳۹] نیز در تأیید نتایج این تحقیق، کاهش خواص حسی ماست سین‌بیوتیک را در نتیجه افزودن پودر لاکتولوز گزارش نمودند. در مقابل، گولوب و همکاران [۴۰] گزارش کردند افزودن پری‌بیوتیک‌هایی نظیر لاکتولوز، اینولین و یا مخلوطی از این دو ترکیب به‌ویژه در محصولات لبنی باعث افزایش قوام و مقبولیت شود و می‌تواند احساس دهانی را بهبود ببخشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن پودرهای DUWP و لاکتولوز سبب کاهش قابل توجه سفتی، پیوستگی، حالت صمغی و قابلیت جوندگی نمونه‌های پنیر سینبیوتیک و در نتیجه نرم‌تر شدن بافت پنیر شد. افزودن پودرهای DUWP و لاکتولوز هرچند سبب کاهش امتیاز ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر فراپالایش گردید، اما غالباً تفاوت معنی‌داری میان نمونه شاهد و نمونه پنیر فراپالوده سین‌بیوتیک حاوی ۱٪ پودر DUWP و ۱٪ پودر لاکتولوز مشاهده نگردید. ویژگی‌های بافت و خواص حسی نمونه‌های پنیر با گذشت زمان نگهداری نیز تغییرات معنی‌داری نمود و به‌طور کلی امتیازات حسی و مقادیر ویژگی‌های بافتی نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت. با توجه به خواص دارویی و سلامت‌بخش لاکتولوز و ارزش تغذیه‌ای پودر DUWP، و همچنین خواص پری‌بیوتیکی دو ماده‌ی مذکور، بهترین نمونه باید به گونه‌ای انتخاب می‌گردید که تفاوت معنی‌داری از نظر ویژگی‌های مورد بررسی (سفتی بافت و خواص حسی) با نمونه‌ی شاهد نداشته باشد؛ ضمن آن که حاوی بیشترین مقادیر پودرهای DUWP و لاکتولوز باشد. بنابراین نمونه‌ی پنیر فراپالوده سین‌بیوتیک حاوی ۱ درصد پودر DUWP و ۱ درصد پودر لاکتولوز به عنوان نمونه‌ی بهینه مشخص شد.

۵- قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شده است و به این منظور نویسندگان مراتب قدردانی خود را اعلام می‌دارند. همچنین از مسئولین محترم کارخانه پگاه خوزستان و واحد تحقیق و توسعه کارخانه به جهت تولید نمونه‌های پنیر قدردانی می‌گردد.

۶- منابع

[1] Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M. and McSweeney, P.L.H. 2017. Fundamentals of Cheese science. Second edition, Springer, 1-28.

[2] Cruz, A.G. Buriti, C. Souza, C.B.H. Faria, J.A.F. and Saad, S.M.I. 2009. Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects. Trends in Food Science and Technology. 20(8): 344–354.

[3] Ong, L., and Shah, N.P. 2008. Influence of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and *Lb. helveticus* on proteolysis, organic acid profiles and ACE-inhibitory activity of Cheddar cheeses ripened at 4, 8 and 12 °C. Journal Food Science. 73(3): 111–120.

[4] Bylund, G. 1995. Dairy processing handbook. Lund: Tetra Pak Processing Systems, 331-352.

[5] Danesh, E., Goudarzi, M. and Jooyandeh, H. 2018. Transglutaminase-mediated incorporation of whey protein as fat replacer into the formulation of reduced-fat Iranian white cheese: physicochemical, rheological and microstructural characterization. Journal of Food Measurement and Characterization. 12: 2416-2425.

[6] Champagne, C.P., Gardner, N.J. and Roy, D. 2005. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. Crit. Rev. Food Science Nutrtion. 45: 61–84.

[7] Heenan, C.N., Adams, M.C., Hosken, R.W. and Fleet. G.H. 2004. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. Lebensm. Wiss. Technology. 37: 461–466

[8] Sánchez, B., De Los Reyes-Gavilán, C.G. Margolles, A. and Gueimonde, M. 2009. Probiotic fermented milks: Present and future. International Journal Dairy Technology. 62: 472–483.

[9] Mosallaie, F., Jooyandeh, H., Hojjati, M. and Fazlara, A. (2020) Biological reduction of aflatoxin B1 in yogurt by probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. Food Science and Biotechnology, 29(6): 793-803

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

[10] Gibson, G.R. 2004. Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). Clinical Nutrition. Supplements. 1: 25–31.

[11] Roberfroid, M. 2002. Functional food concept and its application to prebiotics. Digestive and liver Disease. 34(2): S105–S110.

[12] Kontula, P., Suihko, M.L., von Wright, A., and Mattila-Sandholm, T. 1999. The effect of 416 lactose derivates on intestinal lactic acid bacteria. Journal of Dairy Science. 82: 249-256.

[13] Jooyandeh, H., Minhas K.S. and Kaur A. 2009. Sensory Quality and Chemical Composition of Wheat Breads Supplemented with Fermented Whey Protein Concentrate and Whey Permeate**.** Journal of Food Science and Technology. 46(2): 146-148.

[14] Jooyandeh, Momenzadeh, S., Alizadeh Behbahani1, A. and Barzegar, H. 2022. Effect of *Malva neglecta* and lactulose on survival of *Lactobacillus fermentum* and textural properties of symbiotic stirred yogurt. Journal of Food Science & Technology. 60: 1136–1143

[15] Pires, A.F., Marnotes, N.G., Rubio, O.D., Garcia, A.C., and Pereira, C.D. 2021. Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey. Foods. 10: 1067.

[16] Torabi, F., Jooyandeh, H., Noshad, M. and Barzegar, H. 2019. Modeling and Optimization of Physicochemical and Organoleptical Properties and *Lactobacillus acidophilus* Viability in Ultrafiltrated Synbiotic Cheese, Containing Microbial Transglutaminase Enzyme, Whey and Inulin. **Research and Innovation in Food Science and Technology. 8(2): 137-150.** (In Persian)

[17] Jooyandeh, H. and Mosallaie F. 2023. *Mycotoxins: Fungal species and methods of identification, control and detoxification of mycotoxins*. 2nd ed., Ferdowsi University Press, Mashhad. (In Persian)

[18] Jooyandeh, H., and Minhas, K.S. 2009. Effect of addition of fermented whey protein concentrate on cheese yield and fat and protein recoveries of Feta cheese. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 46(3): 221–224.

[19] Jooyandeh, H. 2022. Application of enzymes in dairy products. 1st ed., Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University Press. (In Persian)

[20] Alimoradi, F., Hojati, E., Jooyandeh, H., Zehni-Moghadam, S.A.H. and Moludi, J. 2016. Whey proteins: Health benefits and food applications. Journal of International Research in Medical and Pharmaceutical Sciences. 9(2): 63-73.

[21] Jooyandeh, H., Danesh, E., and Goudarzi, M. 2017. Influence of Transglutaminase Treatment on Proteolysis and Lipolysis of Low-Fat White-Brined Cheese Incorporated with Whey Proteins during Ripening. Journal of Food Technology and Nutrition. 15(4): 31–44. (In Persian)

[22] Torabi, F., Jooyandeh, H. and Noshad, M. 2021. Evaluation of physicochemical, rheological, microstructural, and microbial characteristics of synbiotic ultrafiltrated white cheese treated with transglutaminase. Journal of Food Processing and Preservation. 45(4): e15572, 1-11.

[23] Jooyandeh, H. 2009. Effect of fermented whey protein concentrate on texture of Iranain white cheese. Journal of Texture Studies. 40(5): 497-510.

[24] Barbosa, I.C., Oliveira, M.E.G., Madruga, M.S., Gullón, B., Pacheco, M.T.B., Ana M.P. et al. 2016. Influence of the addition of *Lactobacillus acidophilusLa-05*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis Bb-12* and inulin on the technological, physicochemical, microbiological and sensory features of creamy goat cheese. Food Function. 7(10): 4356-4371.

[25] Ghaemi, F., Hissari, J. and Pourahmad, R. 2014. Evaluation of viability and textural and qualitative properties of ultra-refined Farashmand cheese containing strains Bifidobacterium lactis and Lactobacillus acidophilus. Journal of food processing and preservation. 6(1): 53-64.

[26] Sarwar, A., Aziz, T., Al-Dalali, S., Zhao, X., Zhang, J., ud Din, J., Chen, Ch., Cao, Y., and Yang, Z. 2019. Physicochemical and Microbiological Properties of Synbiotic Yogurt Made with Probiotic Yeast *Saccharomyces boulardii* in Combination with Inulin. Foods. 8(10): 468.

[27] Danesh, E., Goudarzi, M., and Jooyandeh, H. 2017. Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream. Journal of Dairy Science. 100: 5206–5211.

[28] Jooyandeh, H., Mortazavi S.A., Farhang P. and Samavati V. 2015. Physicochemical Properties of Set-Style Yoghurt as Effect by Microbial Transglutaminase and Milk Solids Contents. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. 4(11S): 59-67.

[29] Nosrati, Gh., Jooyandeh, H., Hojjati, M., and Noshad, M. 2023. Study on the Physicochemical

Properties of Synbiotic UF-Cheese Containing Demineralized Ultrafiltrated Whey Powder and Lactulose During Storage Period. Journal of Food Science and Technology (Iran), 20(139): 149-164. (In Persian)

[30] Rashidi., H. 2016. Application of milk protein powder and Lactobacillus paracasei in the production of low-fat lactic cheese and determination of its chemical, sensory and physical characteristics. Journal of Food Industry Research. 3(26): 469-479.

[31] Abd-Rabou, H.S., ElZiney, M.G. Awad, S.M., Sobhy A El Sohaimy, S.A. and Dabour, N.A. 2016. Impact of Probiotic and Synbiotic Supplementation on the Physicochemical, Texture and Sensory Characteristics of Wheyless Domiati-Like Cheese. MOJ Food Processing and Technology. 3(3): 1-10.

[32] El, B. & Azza, M. 2013. The use of inulin as a dietary fiber in the production of symbiotic Uf-Soft cheese. Journal of Food and Dairy Science. 4(12): 663 – 677.

[33] Mahdavipour, M., Roufegarineja., L. and Alizadeh, A. 2018. The effect of different salt concentrations on the physicochemical and sensory properties of probiotic white cheese prepared by ultrafiltration method. Journal of Food Science and Technology (Iran). 15(83): 203-215. (In Persian)

[34] Szczesniak, A. S., Brandt, M.A. and Friedman, H.H. 1963. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. Journal Food Science. 28: 397-403.

[35] Azambuja, N.C., Zacarchenco, P. B., Fleuri, L.F., Andrade, J.C., Moreno, I., Van Dender, A.G.F. and Gallina, D.A. 2013. Characterization of Fresh Cheese with Addition of Probiotics and Prebiotics. Journal of Life Science. 7: 189-195.

[36] Kınık, O., Kesenkaş, H., Günç Ergönül, P., and Akan, E. 2017. The effect of using pro and prebiotics on the aromatic compounds, textural and sensorial properties of symbiotic goat cheese. Mljekarstvo. 67(1): 71-85.

[37] Gomaa, E.A. 1990. Ultrafiltration in soft white" domiati" cheese manufacture. Dissertation, East Lansing, MI. Michigan State University. Department of Food Science and Human Nutrition.

[38] Danesh, E., Jooyandeh, H., and Goudarzi, M. 2017. Improving the rheological properties of low-fat Iranian UF-Feta cheese by incorporation of whey protein concentrate and enzymatic treatment of transglutaminase. Iranian Journal Food Science Technology. 14(67): 285-298. (In Persian)

[39] Momenzadeh, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., and Barzegar, H. 2021. Evaluation of physicochemical and sensory properties of half-fat synbiotic stirred yogurt containing Panirak (*Malva neglecta*) and lactulose. Journal of Food Science and Technology (Iran), 18(120): 353-363. (In Persian)

[40] Golob T, Micovic E, Bertoncely J, and Jamnik M. 2004. Sensory acceptability of chocolate with inulin. Acta Agriculture Slovenica. 83(2): 221-231.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.143.7.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.143.108]

Evaluation of the textural characteristics of synbiotic ultrafiltrated cheese containing demenirelized UF-whey and lactulose powders

Ghazal Nosrati[1], Hossein Jooyandeh [*2], Mohammad Hojjati[2], Mohammad Noshad[3]

1- M.Sc. student, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2- Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ABSTRACT

Nowadays, Functional food products as healthy diets have been considered extensively among consumers. Moreover, the use of particular microorganisms, for instance probiotic bacteria, offers probabilities to progress novel foods with appropriate shelf life. In the current research, in order to produce a functional ultrafiltrated (UF)-cheese, demineralized UF-whey powder (DUWP) at the levels of 0, 1 and 2%, and lactulose powder at the levels of 0 and 1% were used. Furthermore, *bifidobacterium bifidum* was used as probiotic bacteria. The textural characteristics in terms of hardness, cohesiveness, adhesiveness, springiness, gumminess and chewiness and sensorial propertis of the symbiotic cheese samples including odor, color, texture and taste were evaluated during 60 days of storage period at 4 ˚C. Results showed that addition of DUWP and lactulose powders except for adhesiveness and springiness caused significant decrease in all textural parameters ($P<0.001$). Besides, except for adhesiveness and cohesiveness, the mean values of textural parameters usually enhanced up to middle of the storage time and thereafter decreased up to end of storage period ($p<0.05$). Sensory results revealed that although addition of both DUWP and lactulose powders resulted in lower sensory scores, no significant differences were found between control (without DUWP and lactulose) and sample containing 1% of each both mentioned powders ($P>0.05$). Therefore, based on the obtained results, sample having 1% of DUWP and 1% of lactulose determined as the best symbiotic UF-cheese sample. Since the potential contribution of this product in community health promotion and reduction of diseases risk, the production and consumption of this functional cheese is proposed.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/7/3
Accepted: 2023/8/12

Keywords:

Synbiotic,
Ultrafiltrated cheese,
Texture parameters,
Storage period.

DOI: **10.22034/FSCT.20.143.108**

DOR:**20.1001.1.20088787.1402.20.143.8.0**

*Corresponding Author E-Mail:
hosjooy@asnrukh.ac.ir