مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

استفاده از پوشش خوراکی آلژینات و غلظت‌های مختلف عصاره نعناع بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی، رئولوژیکی و ارگانولپتیکی پنیر لاکتیکی حاوی گردو

عاطفه شادی گوار[۱]، مسعود دزیانی*[۲]، فاطمه شهدادی[۳]

۱- گروه صنایع غذایی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

۲- گروه صنایع غذایی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۸/۲۷

تاریخ پذیرش: ۰۵/ ۱۴۰۴/۰۹

کلمات کلیدی:

پنیر لاکتیکی،

پوشش خوراکی،

آلژینات سدیم،

عصاره نعناع،

ویژگی های ارگانولپتیکی

DOI: 10.48311/fsct.2026.83373.0

* مسئول مکاتبات:

dezyani2002@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه تأثیر پوشش خوراکی آلژینات‌سدیم به همراه سطوح مختلف عصاره نعناع (۰، ۱، ۲/۵ و ۵ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی، رئولوژیکی و ارگانولپتیکی پنیر لاکتیکی حاوی پودر گردو مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل پنج گروه شاهد (بدون پوشش)، آلژینات‌سدیم، آلژینات سدیم به همراه غلظت‌های ۱، ۲/۵ و ۵ درصد عصاره نعناع بودند. pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی و میزان رطوبت استفاده از آون در دمای ۱۰۰ °C به مدت ۵ ساعت تعیین شد. برای انجام آزمون حسی تست هدونیک پنج نقطه ای و برای تعیین ویژگی های بافتی دستگاه تکسچر آنالیزر مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش دوره نگهداری، pH و میزان رطوبت کاهش و اسیدیته نمونه‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت. در ارزیابی خواص حسی تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر همه ویژگی‌های ارگانولپتیکی، به غیر از ویژگی بافت معنی‌دار بود. بیشترین امتیاز طعم مربوط به تیمار پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۲/۵ درصد عصاره نعناع (۵) و کمترین امتیاز طعم مربوط به تیمار شاهد (۴.۳) بود. بیشترین و کمترین امتیاز بو به ترتیب در تیمار پوشش‌دهی شده با آلژینات سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع (۵) و شاهد (۴/۴) مشاهده شد. با افزایش دوره نگهداری سختی، پیوستگی، چسبندگی و آدامسی بودن نمونه‌ها افزایش یافت. در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان سختی در تیمار شاهد (۶۲/۱۶g) مشاهده شد و تیمارهای پوشش داده‌شده با سطوح مختلف عصاره نعناع تفاوت معنی‌داری از لحاظ سختی نشان ندادند. با افزایش دوره نگهداری شمارش میکروبی افزایش یافت و بیشترین شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر مربوط به تیمار شاهد (۴/۸۸logcfu/g و ۳/۱۱ logcfu/g) و کمترین میزان مربوط به تیمار پوشش داده شده با آلژینات-سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع (۳/۲۴logcfu/g و ۱/۹۸ logcfu/g) بود. به طور کلی استفاده از پوشش خوراکی آلژینات‌سدیم و عصاره نعناع باعث بهبود عطر و طعم و جلوگیری از تغییرات بافتی و کاهش فعالیت میکروبی پنیر لاکتیکی در طول دوره نگهداری گردید.

۱-مقدمه

امروزه پیشرفت‌های بسیار زیادی پیرامون بسته‌بندی ارائه شده است. این پیشرفت‌ها در جهت بهبود کیفیت شیمیایی، میکروبی و ارگانولپتیکی مواد غذایی صورت گرفته است. بررسی در جهت یافتن موادی که علاوه بر افزایش کیفیت و ماندگاری مواد غذایی در طبیعت تخریب پذیر باشد، مد نظر محققان است [۱]. ماهیت اغلب پوشش‌های خوراکی پلیمرهای لیپیدی (اسیدهای چرب)، پلی ساکاریدها (سلولز ، کیتوزان، آلژینات و ...) می‌باشد [۲]. هیدروکلوئیدها، پلیمرهای آب دوست با منشاءگیاهی حیوانی، میکروبی و یا سنتزی می‌باشند که به صورت گسترده در تشکیل فیلم و پوشش‌های خوراکی استفاده شده و می‌توانند به کنترل انتقال اکسیژن، دی اکسید کربن و رطوبت کمک نمایند [۳]. آلژینات نمک آلژینیک اسید و پلیمر دی‌مانوروئیک اسید و ال-گلوکورونیک اسید است و از جلبک‌های قهوه‌ای متعلق به خانواده *Phaeophyceae* به‌دست آمده و به‌عنوان پوشش استفاده می‌شود [٤]. نمک‌های آلژینات به شکل پودر سفید تا زرد مایل به قهوه‌ای هستند که فاقد بو می‌باشند. آلژینات سدیم به‌عنوان امولسیون‌کننده، پایدارکننده و تغلیظ کننده محسوب می‌شود. مزیت آلژینات در ساخت فیلم‌های خوراکی است و به‌دلیل خواص کلوئیدی منحصربه‌فرد و توانایی آن در تشکیل ژل قوی یا پلیمرهای نامحلول در واکنش با کاتیون‌های فلزی بنیانی مانند کلسیم است [۵].

پوشش های بر پایه پلی ساکارید به ندرت اثر ضد میکروبی یا آنتی اکسیدانی دارند و بنابراین افزودنی های زیست فعالی مانند ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی، معمولاً در پوشش های خوراکی مبتنی بر پلی ساکاریدها گنجانده می شوند تا عملکرد آنها اصلاح گردد [٦]. اسانس ها و عصاره های گیاهی از انواع ترکیبات طبیعی پرکاربرد هستند و به دلیل ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی که دارند، به عنوان ترکیبات پرکاربرد در فناوری های نگهداری مواد غذایی شناخته می شوند [۷].

نعناع (*Mentha spicata*) یک گونه شناخته شده از خانواده نعناعیان است که به‌طور گسترده در غذا و طب سنتی و مواد دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸]. تحقیقات نشان داده است عصاره نعناع پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بسیار خوبی دارد که با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT قابل مقایسه است، توسعه نگهدارنده‌های طبیعی با هر دو فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی عمر مفید موادغذایی را افزایش می‌دهد [۹].

در میان فراورده‌های لبنی، پنیر دارای بیشترین میزان پروتئین می‌باشد. پروتئین موجود در پنیر از کیفیت مطلوبی برخوردار بوده و تقریباً دارای تمامی اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز بدن است. بنابراین، پنیر از جنبه تغذیه‌ای بسیار حائز اهمیت است [۸]. پنیر می‌تواند به عنوان ترکیب اصلی وعده غذایی، به عنوان دسر و جزئی از سایر موادغذایی مورد استفاده قرار گیرد. رشد سریع مصرف پنیر به دلیل کاربرد آن در غذاهای مختلف است [۱۰]. استفاده از مغزها در پنیر می تواند موجب بهبود ارزش تغذیه ای آن شود و بـه عنـوان یک محصول فراسـودمند تنوع مهمی را در صنعت پنیرسازی ایجاد کند. همچنین در فرهنگ غذایی ایران مصرف پنیر با فرآورده های گیاهی چون مغز گردو معمول است [۱۱]. از لحاظ علمی هم ثابـت شـده است که مغز گردو با توجه به ترکیب خاص آن،در کاهش مقدار کلسترول کل و لیپوپروتئین های با دانسیته پایین خون نقش مهمی ایفا مـی کنـد. گردو همچنـین حـاوی مقدار قابل توجهی روغن (۵۲-۷۰ درصـد) دارای اسیدهای مهم و ضروری برای بدن مـی باشـد [۱۲].

فتحی و همکاران، پنیری فرآسودمند کم چرب با جایگزینی پودرهای گردو (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) تولید نمودند و گزارش کردند که پنیرهای تلفیق شده با پودر گردو در سطح ۱۵ درصد دارای امتیاز پذیرش کلی بیشتری نسبت به دیگر نمونه ها و پنیر کنترل بودند[۱۲].

در پژوهشی تأثیر پوشش خوراکی ژل آلوئه ورا حاوی اسانس پوست لیمو بر ویژگی‌های کیفی نمونه‌های پنیر بررسی شد. نتایج نشان داد، استفاده از پوشش خوراکی تولید شده با ژل آلوئه ورا و غلظت‌های پایین‌تر اسانس پوست لیمو ظاهر و طعم نمونه‌های پنیر را در طول ٦۰ روز نگهداری بهبود بخشید [۱۳].

جلیل زاده و همکاران، تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره

پروتئین آب پنیر حاوی ناتامایسین یا کونژوگه آنزیم لیزوزیم – گزانتان را بر خصوصیات میکروبی پنیر سفید فراپالایشی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر به‌عنوان حامل ناتامایسین و کونژوگه لیزوزیم گزانتان در غلظت ۶۰۰ پی پی ام می‌تواند جهت افزایش کیفیت میکروبی پنیر فراپالایشی مورداستفاده قرار گیرد [۱۴].

با توجه به مطالب ارائه شده می توان نتیجه گیری کرد که تولید محصولات غذایی باکیفیت مناسب، ارزش تغذیه ای بالا و دارای ماندگاری طولانی مستلزم استفاده از روش‌های نگهداری نوین و سالم نظیر پوشش‌دهی می‌باشد. لذا هدف این مطالعه بررسی تاثیر پوشش خوراکی بر پایه آلژینات سدیم همراه با سطوح مختلف عصاره نعناع بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر لاکتیکی حاوی پودر گردو بود.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- تهیه محلول آلژینات سدیم

میزان ۵ گرم آلژینات سدیم به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و سپس استریل شد. پس از آن محلول آلژینات به مدت یک شب در یخچال قرار داده شد تا ذرات آلژینات به خوبی آب جذب کنند. روز بعد محلول آلژینات از یخچال به محیط آزمایشگاه منتقل شده تا با محیط هم‌دما شود و به آن دو درصد گلیسرول اضافه و با استفاده از مخلوط کن الکتریکی (پارس خزر، ایران) یکنواخت گردید. از این محلول به عنوان پایه پوشش دهی استفاده شد [۱۵].

۲-۲- استخراج عصاره نعناع

عصاره‌گیری به روش خیساندن و با استفاده از حلال اتانول (۵۰ درصد) انجام شد. بدین ترتیب که مقدار مورد نیاز از بخش های هوایی نعناع (برگ و ساقه های نرم) در سایه خشک و آسیاب گردید. ۱۰۰ گرم از پودر گیاه به ۴۰۰ میلی لیتر اتانول اضافه و به مدت ۱۲ ساعت در دمای محیط هم زده شد. مخلوط به‌دست آمده توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف گردید. محلول صاف شده توسط روتاری تحت خلأ در دمای پایین برای خروج کامل حلال تغلیظ شد [۱۶].

۲-۳- تهیه پنیر

نمونه های پنیر لاکتیکی در کارخانه مواد لبنی پگاه جیرفت تهیه شد. مراحل کار به شرح زیر بود:

ابتدا شیرخام استاندارد (۳-۲/۵ درصد چربی) شده سپس دمای شیر تا ۹۶ درجه سانتی گراد افزایش یافت. پس از آن حدود ۳-۲ درصد دوغ ترش اضافه و بخوبی هم زده شد. مخلوط حاصل چند دقیقه در داخل ظرف ثابت نگه داشته تا لخته تشکیل گردد. پس از تشکیل لخته، آبگیری انجام شد و بعد از آن لخته های کاملا شکسته و میزان ۱۵ درصد پودر گردو به دلمه پنیر خرد شده اضافه و کاملا مخلوط گردید (این میزان گردو در مطالعات قبلی بیشترین امتیازات حسی را دریافت کرده بود). در نهایت به اندازه سه برابر وزن لخته وزنه روی آن قرار داده و پس از مدت زمان ۷-۶ دقیقه برش پنیر انجام گرفت [۱۷].

۲-۴- پوشش‌دهی پنیرها

نمونه‌های پنیر لاکتیکی به صورت نمونه‌های مکعبی (با طول عرض و ارتفاع ۳ سانتی متر) متر بریده شده و پوشش‌دهی آنها به روش غوطه‌وری انجام گرفت که طی آن، نمونه‌های پنیر به مدت ۱ دقیقه درون ترکیب پوشش‌دهنده (آلژینات سدیم به همراه غلظت‌های مختلف عصاره نعناع (۰، ۱ و ۲/۵ و ۵ درصد) غوطه ور شدند تا زمانی که همه سطوح پنیرها با ماده پوشش دهنده کاملا پوشیده گردید. یک نمونه شاهد بدون پوشش نیز در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به مدت تقریبی ۸ ساعت درون انکوباتور تحت دمای کنترل شده (حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد)، قرار گرفت تا تمامی پوشش‌ها خشک شوند [۱۸]. سپس نمونه‌های پنیر پوشش‌دهی شده درون ظروف پلاستیکی در بسته از جنس پلی‌پروپیلن، بسته‌بندی شده و طی فواصل زمانی صفر (بلافاصله پس از پوشش-دهی)، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز نگهداری در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۵- آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه‌ها

۲-۵-۱-اندازه‌گیری اسیدیته

۵گرم پنیر درون بشر ریخته و ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد، سپس همگن گردید. چند قطره معرف فنول فتالئین اضافه شد و با استفاده از محلول سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ ارغوانی تیتر گردید. میزان اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک محاسبه شد[۱۰].

۲-۵-۲- تعیین pH

ابتدا ۵گرم پنیر درون بشر ریخته و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. سپس همگن گردید. نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی صاف شد. pH نمونه‌های صاف شده با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی اندازه‌گیری گردید [۱۰].

۳-۵-۲- آزمایش رطوبت

ابتدا ۵گرم از پنیر با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شد. قطعات وزن شده در پلیت‌های شیشه‌ای، در آون با دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۵ ساعت قرار گرفت. بعد از سرد شدن نمونه-های خشک شده در دسیکاتور، پلیت‌ها وزن شد و میزان از دست دادن رطوبت با توجه به فرمول زیر رطوبت را محاسبه گردید[۱۸]:

میزان از دست دادن رطوبت: وزن اولیه-وزن نهایی/وزن اولیه*۱۰۰

٤-۵-۲- ارزیابی حسی نمونه‌ها

نمونه‌ها ابتدا ازجهت وجود باکتری های بیماری زا بررسی شد وسپس مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. این آزمون متداول ترین روش ارزیابی حسی است که اساس آن تعیین میزان درک آنی واحساس ارزیاب نسبت به ماده غذایی مورد ارزیابی است. در این در این آزمون نمونه ها بر اساس شدت و ضعف یک ویژگی درجه بندی می شوند.در واقع میزان پذیرش ویا دوست داشتن یک محصول توسط مصرف کننده مورد اررزیابی قرار می گیرد. این آزمایش توسط ۲۰ نفر از دانشجویان صنایع غذایی و کارشناسان کارخانه پگاه و در روز اول و سی‌ام نگهداری انجام شد و میانگین داده های این دو روز گزارش گردید.

قبل از انجام آزمایش توضیحاتی در مورد نحوه‌ی آزمایش و ویژگی‌های مورد ارزیابی ارایه گردید و از ارزیاب‌ها خواسته شد که اگر نظری در مورد هرکدام از نمونه‌ها دارند در برگه ارزیابی بنویسند.نمونه‌ها به روش کاملاً تصادفی کد بندی و شرایط برای هرکدام از داوران ارزیاب کاملاً یکسان قرار داده شد. برای افزایش دقت داوران ارزیاب از آنها خواسته شد که بین هر دو نمونه مقداری آب معدنی بنوشند. نمونه‌های پنیر به‌صورت قطعات مکعبی که هر قطعه ۱۵ گرم وزن داشت در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شد. در هر جلسه نمونه‌های پنیر ازنظر طعم، رنگ، بو، مزه و پذیرش کلی مورد آزمایش قرار گرفت [۱۹].

۵-۵-۲- آنالیز بافت

برای تعیین ویژگی‌های بافتی از دستگاه تکسچر آنالیزر استفاده شد. نمونه‌های پنیر بلافاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج گردید و به قطعات ۲۰×۲۰×۲۰میلی‌متری بریده شد. سپس دستگاه بر روی هرنمونه حداقل سه بار آزمون را انجام داد و هر بار تا ۵۰ درصد ارتفاع اولیه پیش رفت، فاصله تکرار آزمایشات هر ۱۵روز یک بار بود (روز ۱۵- روز۳۰). ویژگی‌هایی که از دستگاه بافت سنج بدست آمد شامل سختی[1]، پیوستگی[2]، چسبندگی[3]، قابلیت جویدن[4] (آدامسی بودن) و صمغیت[5] بود [۲۰].

٦-۵-۲-کشت‌های میکروبی

برای آماده سازی نمونه و رقت‌ها برای تمامی کشت‌های میکروبی ابتدا ۱گرم ازنمونه به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول رقیق-کننده سرم فیزیولوژی منتقل و کاملاً یکنواخت شد. از هر یک از رقت‌های ساخته شده به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر با پی‌پت استریل، به محیط کشت‌های مختلف انتقال داده‌شد و پس از قرار دادن در انکوباتور، محیط کشت‌ها از لحاظ تعداد کلنی و جستجوی میکروارگانیسم‌ها مورد بررسی قرار گرفت [۲۱].

1-Hardness
2-Cohesiveness
3-Adhesiveness
4-Chewiness
5-Gumminess

۲-۵-٦-۱ شمارش کلی باکتری‌ها

برای کشت باکتری از محیط کشت (Plate Count Agar) PCA استفاده شد. از هریک از رقت‌های ساخته شده به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر با پی‌پت استریل بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار منتقل و به روش سطحی کشت داده‌شد پس از ٤٨ ساعت گرمخانه‌گذاری در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد کلنی‌های حاصله توسط کلنی شمار مورد شمارش قرار گرفت و نسبت به محاسبه تعداد باکتری‌ها در هر گرم اقدام گردید. بدین نحو که پلیت‌های حاوی ۳۰ الی ۳۰۰ کلنی به‌عنوان پلیت‌های استاندارد انتخاب گشته، شمارش شدند و محاسبه تعداد باکتری در هر گرم به شکل زیر انجام شد [۲۲].

مقدار باکتری در هرگرم پنیر= میانگین تعداد کلنی قابل شمارش درپلیت×عکس رقت مربوطه×۱۰

۲-٦-۵-۲ شمارش کپک و مخمر

جهت کشت کپک و مخمر (قارچ‌ها) از محیط کشت YGC آگار (Yeast Glucose Chloramphenicol) استفاده شد. از هر یک از رقت‌های ساخته شده به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر با پیپت استریل مانند روش قبل، به‌صورت کشت سطحی روی محیط کشت انتقال داده شده و پس از ٤٨ تا ۷۲ ساعت قرار دادن در انکوباتور ۲۵ درجه سانتی‌گراد، کلنی‌های حاصل شمارش گردید که نحوه محاسبه آن مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۵٤ بود [۱۹].

٦-۲-آنالیز آماری آزمون‌ها

آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل با سه تکرار اجرا و داده‌های آزمایشی با نرم‌افزار SPSS:21 تجزیه و تحلیل گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۱-۳-تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر در طول دوره نگهداری

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد با افزایش دوره نگهداری pHنمونه‌های پنیر بطور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین کاهش pH مربوط به نمونه‌های پنیر پوشش داده شده با آلژینات سدیم و سطوح ۲/۵ و ۵ درصد عصاره نعناع بود. در پایان دوره نگهداری کمترین میزان pH در تیمار شاهد و بیشترین میزان در تیمار پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع مشاهده شد که تفاوت معنی داری با تیمار پوشش دهی شده با آلژینات سدیم و ۲/۵ درصد عصاره نعناع نشان نداد ($p>0.05$).

Table 1- The effect of the studied treatments on the pH of lactic cheese samples containing walnut powder

Treatments	1st day	10th day	20th day	30th day
Control (uncoated)	5.68±0.08bA	5.46±0.05cB	5.28±0.06cC	5.06±0.05cD
Sodium alginate	5.86±0.05aA	5.67±0.1abB	5.44±0.05abC	5.37±0.07abCD
Sodium alginate and 1% mint	5.85±0.05aA	5.68±0.07abB	5.48±0.1abBC	5.36±0.06abCD
Sodium alginate and 2.5% mint	5.83±0.1aA	5.75±0.05aAB	5.56±0.07aC	5.44±0.1aCD
Sodium alginate and 5% mint	5.83±0.1aA	5.78±0.1aB	5.60±0.05aBC	5.49±0.05aD
P value	0.01	0.04	0.03	0.01

* In each column, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p<0.05$).
* In each row, numbers with dissimilar capital letters have a significant difference ($p<0.05$).

با توجه به داده‌های جدول ۲ مشاهده می‌شود که هم نوع تیمار پوشش دهی شده و هم دوره نگهداری تاثیر معنی‌داری بر اسیدیته نمونه‌های پنیر داشت. در روز سی‌ام نگهداری بیشترین و کمترین میزان اسیدیته به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع بود که تفاوت معنی داری با تیمار پوشش دهی شده با آلژینات سدیم به همراه ۱ و ۲/۵ درصد عصار نعناع

نشان نداد. با افزایش دوره نگهداری اسیدیته تیمارها افزایش یافت و این افزایش در همه تیمارهای مورد مطالعه در تمامی روزهای نگهداری معنی‌دار بود. کمترین تغییرات اسیدیته در طول دوره نگهداری در نمونه‌های پنیر پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع مشاهده شد.

Table 2- The effect of the studied treatments on the acidity of lactic cheese samples containing walnut powder

Treatments	1st day	10th day	20th day	30th day
Control (uncoated)	1.16±0.2aD	1.21±0.1aBC	1.35±0. 1aB	1.52±0.08aA
Sodium alginate	1.06±0.1bD	1.16±0.05bC	1.33±0.05bB	1.46±0.12bA
Sodium alginate and 1% mint	1.03±0.1bD	1.18±0.07bC	1.24±0.06cB	1.38±0.22cA
Sodium alginate and 2.5% mint	1.04±0.05bD	1.16±0.1bC	1.26±0.08cB	1.33±0.2cA
Sodium alginate and 5% mint	1.05±0.05bD	1.18±0.05bC	1.25±0.1cB	1.31±0.1cA
P value	0.01	0.03	0.04	0.03

* In each column, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p < 0.05$).
* In each row, numbers with dissimilar capital letters have a significant difference ($p < 0.05$).

با افزایش دوره نگهداری pH همه نمونه‌ها کاهش یافت که علت آن ممکن است در نتیجه فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک گونه *لاکتوباسیلوس* باشد که لاکتوز را به لاکتات متابولیزه کرده و باعث تولید اسید می‌گردند [۲۳] که این نتایج با نتایج تحقیق Ramos و همکاران (۲۰۱۲) که میزان pH پنیر پوشش‌دهی شده با ایزوله پروتئین آب پنیر، صمغ گوار و ترکیبات ضدمیکروبی را طی ۶۰ روز نگهداری ارزیابی نمودند [۲٤]، مطابقت دارد. جمشیدی و همکاران (۱۳۹۷) نیز که از پوشش ژل آلوئه‌ورا و صمغ فارسی در پنیر سفید ایرانی استفاده نمودند، گزارش دادند که طی نگهداری، مقدار pH به طور معنی‌داری کاهش در حالی که اسیدیته افزایش یافت [۱۸]. با گذشت مدت زمان نگهداری، اسیدیته تیمارهای مختلف، روند افزایشی از خود نشان داد که احتمالا افزایش تولید اسیدلاکتیک بوسیله باکتری‌ها، می‌تواند دلیل اصلی این روند باشد که البته با روند کاهشی که در مقدار pH طی مدت زمان نگهداری مشاهده شد، مطابقت دارد. در پژوهشی El-Sisi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که میزان اسیدیته پنیرهای پوشش‌دهی شده با کیتوزان طی دوره نگهداری افزایش یافت [۲۵]. همچنین در تحقیقی گزارش شد که درصد اسیدیته پنیرچدار پوشش‌دهی شده با پروتئین آب پنیر نیز طی زمان رسیدن افزایش یافت [۲٦]. در روز سی‌ام، کمترین میزان اسیدیته قابل تیتر در پنیرهای پوشش‌دهی شده با آلژینات سدیم و عصاره نعناع مشاهده شد که می‌تواند حاکی از کمترین قابلیت زیستی باکتری‌های لاکتیک اسید (استارتری و غیر استارتری) در این نمونه‌ها باشد؛ زیرا فعالیت بیشتر باکتری‌های لاکتیک اسید منجر به تجزیه بیشتر لاکتوز و تولید اسیدهای آلی مثل لاکتیک‌اسید و استیک‌اسید می‌شود که در نتیجه موجب افزایش بیشتر درصد اسیدیته محصول می‌گردد و عصاره نعناع احتمالاً بدلیل فعالیت ضدمیکروبی باعث کاهش رشد این باکتری‌ها در نمونه‌های پنیر شده‌اند [۲۷].

۳-۳-تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر میزان رطوبت نمونه-های پنیر در طول دوره نگهداری

جدول ۳ تأثیر تیمارهای مورد مطالعه را بر درصد رطوبت نمونه‌های پنیر لاکتیکی حاوی گردو نشان می‌دهد. با افزایش دوره نگهداری میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش یافت. نمونه-های پنیر پوشش داده شده میزان رطوبت بیشتری نسبت به نمونه شاهد (بدون پوشش) نشان دادند. در روز اول نگهداری تفاوت معنی‌داری در رطوبت کلیه تیمارها مشاهده نشد ($p>0.05$).

Table 3- The effect of the studied treatments on the moisture content (%) of lactic cheese samples containing walnut powder

Treatments	1st day	10th day	20th day	30th day
Control (uncoated)	65.22±1.5aA	62.66±1.7bB	57.16±1.1cC	55.23±1.2cD
Sodium alginate	65.25±1.2aA	64.70±1.5aAB	61.55±1.5abC	59.32±1.5bD
Sodium alginate and 1% mint	65.67±1.4aA	64.10±1.1aAB	62.08±2.1aC	61.25±2.2aCD
Sodium alginate and 2.5% mint	65.20±2.0aA	64.23±1.5aB	62.64±2.0aC	61.45±1.8aCD
Sodium alginate and 5% mint	65.35±1.5 aA	64.32±1.6aB	62.71±1.5aC	61.57±1.5aCD
P value	0.07	0.03	0.01	0.01

* In each column, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p < 0.05$).
* In each row, numbers with dissimilar capital letters have a significant difference ($p < 0.05$).

مطابق نتایج مشاهده شد که نمونه‌های پنیر پوشش داده شده میزان رطوبت بیشتری نسبت به نمونه شاهد (بدون پوشش) نشان دادند و پوشش ترکیبی آلژینات سدیم به همراه عصاره نعناع اثر موثرتری در حفظ رطوبت نمونه‌های پنیر نسبت به آلژینات سدیم به تنهایی داشتند. با گذشت ٦٠ روز از تهیه پنیرها، به تدریج رطوبت افت پیدا کرد که علت آن خروج مقداری از رطوبت از بافت پنیر و لفاف بسته‌بندی به محیط خارج است و تفاوت بین نمونه‌های پوشش‌دهی شده نیز، احتمالاً به دلیل ترکیب پوشش و همچنین سنتیک نفوذ و خروج آب به درون پوشش‌های مختلف است [۲۸]. جمشیدی و همکاران طی تحقیقی گزارش دادند که تقریباً تمامی پنیرهای پوشش‌دهی شده با ژل آلوئه‌ورا و صمغ فارسی رطوبت بالاتری را نسبت به تیمار شاهد و بدون پوشش نشان دادند که نشانگر اثر مثبت پوشش‌دهی بر حفظ رطوبت و جلوگیری از خروج آن در پنیر طی نگهداری است [۱۸].

٤-٣-تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خواص حسی نمونه‌های پنیر در طول دوره نگهداری

با توجه به داده‌های جدول ٤ مشاهده می‌شود که تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خواص حسی نمونه‌های پنیر لاکتیکی به غیر از ویژگی بافت معنی‌دار است. بیشترین امتیاز طعم و مزه مربوط به تیمار پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۲/۵ درصد عصاره نعناع و کمترین امتیاز طعم مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین و کمترین امتیاز بو به ترتیب در تیمار پوشش دهی شده با آلژینات سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع و شاهد مشاهده شد. نمونه‌های پنیر شاهد و پوشش داده شده با آلژینات سدیم و غلظت‌های مختلف عصاره نعناع تفاوت معنی‌داری از لحاظ ویژگی بافت نشان ندادند ($p>0.05$). از لحاظ پذیرش کلی نیز تیمار پوشش‌دهی شده با آلژینات سدیم و ۲/۵ درصد عصاره نعناع بیشترین امتیاز را کسب نمود.

Table 4- The effect of the studied treatments on the sensory properties of lactic cheese samples containing walnut powder

Treatments	Taste	odor	color	texture	General acceptance
Control (uncoated)	4.3^{c}	4.4^{bc}	5.0^{a}	4.7^{ab}	4.5^{b}
Sodium alginate	4.5^{bc}	4.6^{b}	5.0^{a}	4.7^{ab}	4.7^{ab}
Sodium alginate and 1% mint	4.7^{a}	4.8^{ab}	4.6^{b}	4.7^{ab}	4.6^{ab}
Sodium alginate and 2.5% mint	5.0^{b}	5.0^{a}	4.4^{bc}	4.8^{a}	4.9^{a}
Sodium alginate and 5% mint	4.6^{c}	5.0^{a}	4.1^{c}	4.8^{a}	4.6^{ab}
P value	0.001	0.01	0.033	0.06	0.01

* In each column, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p < 0.05$).

تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خواص حسی نمونه‌های پنیر به غیر از ویژگی بافت معنی‌دار است. تیمار پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۲/۵ درصد عصاره نعناع بیشترین امتیازات طعم و مزه، بو و پذیرش کلی را دریافت کرد.

عباس و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کرده‌اند که افزودن ۰/۰۰۵ و ۰/۰۱۰ میکرولیتر در ۱۰۰ میلی‌لیتر از اسانس ریحان به پنیر نرم بطور معنی‌دار در مرحله تازه بودن پنیر و نیز در طول ٦۰ روز دوره نگه‌داری طعم نمونه‌ها را بهبود می‌بخشد. طبق این گزارش مطلوبیت نمونه‌های حاوی غلظت پائین (۰/۰۰۵ میکرولیتر در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بیشتر از نمونه‌های حاوی غلظت بالا (۰/۰۱۰ میکرولیتر در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بود [۲۹]. محمدی و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کرده‌اند که مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از اسانس گیاه ریحان به عنوان یکی از گیاهان خانواده نعناعیان باعث بهبود عطر، طعم و قابلیت پذیرش پنیر سفید آب نمکی طی فرآیند تولید و نگه‌داری می‌شود ولی مقادیر ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس اثر منفی روی طعم و قابلیت پذیرش پنیرها دارد [۳۰]. در مطالعه Otero و همکاران (۲۰۱٤) گزارش شد که استفاده از فیلم‌های خوراکی حاوی مواد ضدمیکروبی در پنیر گوسفند باعث بهبود ویژگی‌های حسی نسبت به نمونه‌های پنیر بدون پوشش گردید [۳۱]. نتایج پژوهش Pieretti و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که پنیرهای پوشش داده شده با آلژینات و غلظت های کم اسانس پونه کوهی پذیرش حسی بهتری نسبت به نمونه شاهد و غلظت‌های بیشتر اسانس دارا بودند [۳۲].

۵-۳-تاثیر تیمار های مورد مطالعه برویژگی‌های بافتی پنیرلاکتیکی حاوی پودر گردو

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که با افزایش دوره نگهداری سختی نمونه‌های پنیر افزایش یافت. در پایان دوره نگهداری بین تیمارهای شاهد و پوشش دهی شده با آلژینات سدیم و همچنین بین غلظت‌های مختلف عصاره نعناع تفاوت معنی-داری مشاهده نشد. در روز سی‌ام بیشترین میزان سختی در تیمارهای شاهد مشاهده شد.

Table 5- The effect of the studied treatments on the textural characteristics of lactic cheese samples containing walnut powder

Textural characteristics	Treatments	15th day	30th day
Hardness (g)	Control (uncoated)	54.45±1.6aB	62.16±3.1aA
	Sodium alginate	46.76±2.2bB	51.50±2.5bA
	Sodium alginate and 1% mint	43.63±1.5cB	47.30±2.3cA
	Sodium alginate and 2.5% mint	43.33±2.4cB	45.35±1.5cdA
	Sodium alginate and 5% mint	43.55±1.7cB	45.23±2.4cdA
	P value	0.01	0.001
Adhesiveness (Mj)	Control (uncoated)	0.75±0.2cB	0.96±0.1cA
	Sodium alginate	1.12±0.2bB	1.36±0.2bA
	Sodium alginate and 1% mint	1.23±0.5aB	1.45±0.3aA
	Sodium alginate and 2.5% mint	1.22±0.1aB	1.46±0.1aA
	Sodium alginate and 5% mint	1.24±0.5aB	1.46±0.4aA
	P value	0.01	0.01
Cohesiveness (Mj)	Control (uncoated)	0.20±0.02aB	0.35±0.01aA
	Sodium alginate	0.21±0.05aB	0.25±0.05bA
	Sodium alginate and 1% mint	0.15±0.05bB	0.21±0.02cA

	Sodium alginate and 2.5% mint	0.14±0.03bB	0.20±0.01cA
	Sodium alginate and 5% mint	0.15±0.05bB	0.20±0.04cA
	P value	0.01	0.016
Gumminess (g)	Control (uncoated)	2.33±0.4bB	5.33±0.1cA
	Sodium alginate	2.67±0.2bB	5.66±0.4cA
	Sodium alginate and 1% mint	2.66±0.5bB	4.33±0.4bA
	Sodium alginate and 2.5% mint	3.33±0.2aB	6.66±0.6aA
	Sodium alginate and 5% mint	3.34±0.1aB	6.33±0.5aA
	P value	0.011	0.024
Chewiness (g)	Control (uncoated)	0.25±0.04bB	0.65±0.05cA
	Sodium alginate	0.46±0.05bB	1.05±0.06cA
	Sodium alginate and 1% mint	0.55±0.05bB	1.13±0.07bA
	Sodium alginate and 2.5% mint	0.68±0.07aB	1.17±0.05aA
	Sodium alginate and 5% mint	0.69±0.03aB	1.16±0.06aA
	P value	0.021	0.033

* In each column for each factor, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p < 0.05$).
* In each row, numbers with dissimilar capital letters have a significant difference ($p < 0.05$).

با توجه به داده‌های جدول ۵ مشاهده می‌شود که دوره نگهداری تأثیر معنی‌داری بر چسبندگی نمونه‌های پنیر لاکتیکی داشت و میزان چسبندگی نمونه‌ها در طول دوره نگهداری افزایش یافت. در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان چسبندگی در نمونه‌های پنیر پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۵ درصد عصاره نعناع مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار های پوشش دهی شده با آلژینات سدیم و غلظت های ۲/۵ و ۱ درصد عصاره نعناع نشان نداد ($p>0.05$). کمترین میزان چسبندگی نیز مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین مشاهده شد که در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان پیوستگی مربوط به تیمار شاهد بود. تیمارهای پوشش دهی شده با آلژینات سدیم و غلظت های مختلف عصاره نعناع تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان پیوستگی نشان ندادند ($p>0.05$).

در پایان دوره نگهداری بیشترین و کمترین میزان صمغیت به ترتیب در تیمار پوشش‌دهی شده با آلژینات سدیم به همراه غلظت های ۲/۵ و ۵ درصد عصاره نعناع و تیمار شاهد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار پوشش دهی شده با آلژینات سدیم نشان نداد ($p>0.05$). با افزایش دوره نگهداری صمغی بودن نمونه‌های پنیر بطور معنی‌داری افزایش یافت.

داده‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که با افزایش دوره نگهداری آدامسی بودن نمونه‌های پنیر افزایش یافت. در روز سی‌ام نگهداری کمترین میزان آدامسی بودن در تیمارهای شاهد مشاهده شد و بیشترین میزان آدامسی بودن هم مربوط به تیمارهای پوشش‌دهی شده با آلژینات و غلظت های ۱، ۲/۵ و ۵ درصد عصاره نعناع بود.

نتایج مربوط به بررسی ویژگی‌های بافتی نمونه‌های پنیر نشان داد که با افزایش دوره نگهداری سختی نمونه‌های پنیر افزایش یافت که این موضوع می‌تواند به دلیل از دست دادن رطوبت در طی دوره نگهداری باشد. یک دلیل دیگر برای افزایش سختی نمونه‌های پنیر در طی دوره نگهداری احتمالاً مربوط به افزایش برهمکنش‌های پروتئین-پروتئین است [۳۳]. همچنین مشاهده شد که نمونه‌های پوشش داده شده سختی کمتری نسبت به نمونه شاهد دارا بودند. به نظر می‌رسد وجود رطوبت بیشتر در پوشش‌ها و هیدراتاسیون

بیشتر ممکن است باعث کاهش سختی نمونه‌های پنیر شده باشد [۳٤].

در پژوهشی Pieretti و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر کاربرد پوشش‌های خوراکی برپایه آلژینات و اسانس‌های رزماری و پونه کوهی را بر ویژگی‌های بافتی پنیر تازه بررسی کردند و گزارش نمودند که در انتهای دوره نگهداری نمونه‌های پوشش‌دهی شده سختی کمتری نسبت به نمونه کنترل دارا بودند [۳۲]. در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان چسبندگی در نمونه‌های پنیر پوشش داده شده با آلژینات سدیم و غلظت های مختلف عصاره نعناع مشاهده شد و کمترین میزان چسبندگی نیز مربوط به تیمار شاهد بود. در پژوهش Wang و همکاران (۲۰۱۹) نیز نمونه‌های پنیر چدار با نانوفیبریل‌های ایزوله پروتئینی آب پنیر به همراه کارواکرول چسبندگی بیشتری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش نشان دادند [۳۵]. با افزایش دوره نگهداری پیوستگی نمونه‌ها افزایش یافت و در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان پیوستگی مربوط به تیمار شاهد بود و تیمارهای پوشش دهی شده با آلژینات سدیم به همراه غلظت های مختلف عصاره نعناع تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان پیوستگی نشان ندادند. در مطالعه بر روی نمونه‌های چدار پوشش دهی شده نیز با افزایش دوره نگهداری پیوستگی نمونه‌های پنیر پوشش‌دهی شده افزایش یافت در حالیکه در بقیه نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد [۳۵].

با افزایش دوره نگهداری آدامسی بودن نمونه‌های پنیر پوشش داده شده و شاهد افزایش یافت. این در تطابق با ویژگی سختی و صمغیت است. در روز سی‌ام نگهداری بیشترین میزان آدامسی بودن مربوط به تیمار پوشش‌دهی شده با آلژینات سدیم و غلظت‌های ۱، ۲/۵ و ۵ درصد عصاره نعناع بود. از دیدگاه حسی این طور برداشت می‌شود که برای جویدن نمونه‌های پوشش‌دهی شده انرژی بیشتری لازم است. در مطالعه‌ای بر روی نمونه‌های پنیر پوشش داده شده با نشاسته و کارواکرول گزارش شد که با افزایش دوره نگهداری آدامسی بودن نمونه‌ها افزایش یافت و نمونه‌های پوشش دهی شده قابلیت جویدن بیشتری نسبت به نمونه شاهد دارا بودند [۳٦].

٦-۳- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شمارش میکروبی نمونه‌های پنیر لاکتیکی در طول دوره نگهداری

تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شمارش کلی میکروبی نمونه‌های پنیر لاکتیکی

تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شمارش کلی نمونه‌های پنیر لاکتیکی در جدول ٦ آورده شده است. مطابق داده‌های این جدول هم دوره نگهداری و هم تیمارهای پوشش دهی تاثیر معنی‌داری بر شمارش کلی میکروبی نشان دادند. با افزایش دوره نگهداری شمارش کلی میکروبی افزایش یافت. کمترین میزان شمارش باکتری در تیمار پوشش داده شده با آلژینات سدیم و ۵درصد عصاره نعناع مشاهده شد. بطور کلی تیمارهای پوشش‌دهی شده شمارش باکتری کمتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند و با افزایش غلظت عصاره نعناع در پوشش‌ها شمارش کلی کاهش یافت.

Table 6- The effect of the studied treatments on the total count (log cfu/g) of lactic cheese samples containing walnut powder

Treatments	1st day	10th day	20th day	30th day
Control (uncoated)	3.87±0.2aC	3.88±0.3aC	4.14±0.5aB	4.88±0.1aA
Sodium alginate	3.53±0.3bD	3.73±0.1bC	3.90±0.3bB	4.14±0.2bA
Sodium alginate and 1% mint	3.26±0.1cD	3.45±0.2cC	3.66±0.4cB	3.90±0.3cA
Sodium alginate and 2.5% mint	2.89±0.3dD	2.97±0.3dC	3.34±0.1dB	3.67±0.5dA
Sodium alginate and 5% mint	2.52±0.1 eD	2.63±0.2eC	2.92±0.5eB	3.24±0.1eA
P value	0.001	0.01	0.012	0.01

* In each column, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p < 0.05$).
* In each row, numbers with dissimilar capital letters have a significant difference ($p < 0.05$).

تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شمارش کلی کپک و مخمر نمونه‌های پنیر لاکتیکی

با توجه به جدول ۷ مشاهده می‌شود تأثیر تیمارهای مورد مطالعه و دوره نگهداری بر شمارش کلی کپک و مخمر نمونه‌های پنیر معنی‌دار است. با افزایش دوره نگهداری شمارش کلی کپک و مخمر در همه تیمارها افزایش یافت و بیشترین میزان شمارش کپک مخمر در تیمار شاهد مشاهده شد. نمونه‌های پوشش داده شده با آلژینات سدیم و عصاره نعناع کمترین میزان شمارش کپک و مخمر را نشان دادند.

Table 7- The effect of the studied treatments on the total mold and yeast count (log cfu/g) of lactic cheese samples containing walnut powder

Treatments	1st day	10th day	20th day	30th day
Control (uncoated)	2.11±0.2aD	2.55±0.1aC	2.98±0.1aB	3.11±0.1aA
Sodium alginate	2.07±0.3bD	2.55±0.11bC	2.76±0.2bB	3.01±0.3bA
Sodium alginate and 1% mint	1.30±0.1cD	2.01±0.2cC	2.44±0.14cB	2.45±0.2cA
Sodium alginate and 2.5% mint	0.00dD	1.85±0.3dC	2.06±0.2dB	2.07±0.2dA
Sodium alginate and 5% mint	0.00dC	0.00eC	1.76±0.1eB	1.98±0.1eA
P value	0.015	0.022	0.01	0.001

* In each column, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p < 0.05$).
* In each row, numbers with dissimilar capital letters have a significant difference ($p < 0.05$).

بطور کلی تیمارهای پوشش‌دهی شده شمارش میکروبی و کپک و مخمر کمتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. خواص ضدمیکروبی عصاره‌های نعناع در مطالعات مختلفی گزارش شده است [۳۷، ۳۸].

خواص ضدمیکروبی عصاره نعناع مربوط به ترکیبات موثره آن می‌باشد. مطالعات قبلی نشان دادند که نعناع اثر ضد باکتریایی بر رشد باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت دارد [۳۹]. فعالیت ضد باکتریایی عصاره‌ها و اسانس‌های نعناع می‌تواند تحت تأثیر هیدروکربن های ترپنی قرار گیرد، اما سایر اجزا نیز می توانند در این فعالیت نقش داشته‌باشند [٤٠]. فعالیت ضد میکروبی نعناع می‌تواند مربوط به ترکیبات کارون و لیمونن باشد. مکانیسم اثر کارون ناپایدار کردن ساختار دولایه فسفولیپیدی، برهمکنش با آنزیم ها و پروتئین های غشا می‌باشد و به عنوان تبادل کننده پروتون برای کاهش pH در بین غشاء عمل می‌کند [٤١]. در پژوهشی اثر ضدمیکروبی پوشش خوراکی حاوی غلظت‌های مختلف اسانس پونه کوهی را بر پنیر کم چرب مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که پوشش‌های حاوی غلظت‌های بیش از ۱/۵ درصد اسانس پونه کوهی به میزان بیشتری باعث کاهش جمعیت میکروبی در ۱۵ روز نگهداری در یخچال گردید [٤٢].

٤-نتیجه گیری نهایی

بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که نمونه‌های پنیر پوشش داده شده میزان رطوبت بیشتری نسبت به نمونه شاهد (بدون پوشش) نشان دادند. اما افزایش غلظت عصاره نعناع در پوشش ها تاثیر بر حفظ نگهداری رطوبت در طول دوره نگهداری نداشت.

از لحاظ ویژگی‌های حسی بیشترین امتیازات طعم و مزه، بو و پذیرش کلی را تیمار پوشش دهی شده با آلژینات سدیم به همراه ۲/۵ درصد عصاره نعناع کسب نمود. در بررسی ویژگی‌های بافتی مشخص شد با افزایش دوره نگهداری سختی نمونه‌های پنیر افزایش یافت. تیمارهای پوشش دهی شده سختی کمتر ینسبت به شاهد داشتند. نمونه های پوشش‌دهی شده شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر کمتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند و با افزایش غلظت عصاره نعناع در پوشش‌ها شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر کاهش یافت.

رضایت‌نامه کتبی

رضایت نامه کتبی و آگاهانه از همه شرکت کنندگان در مطالعه اخذ شد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام کردند که هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

بیانیه دسترسی‌ها

داده‌های پژوهش به اشتراک گذاشته نمی‌شوند.

۵-منابع

[1] Han H. J. 2014. Innovations in food packaging. Elsevier.

[2] Véronique, C. 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. Meat science, 78: 90-103.

[3] Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez -Romero, D., Castillo,S., Valero, D., and Serrano, M. 2008. Use of alginateor zein as edible coatings to delay postharvest ripeningprocess and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 1287-1293.

[4] Nair, M.S., Saxena, A. and Kaur, C. 2018. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L). Food Chemistry, 240: 245-252.

[5] Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L. and Zhang, B. 2009. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria*× *ananassa*) preservation quality. Postharvest Biology and Technology, 53(1): 84-9.

[6] Barzegar, H., Behbahani, B.A., and Mehrnia, M.A. 2020. Quality retention and shelf-life extension of fresh beef using Lepidium sativum seed mucilage-based edible coating containing Heracleum lasiopetalum essential oil: an experimental and modeling study. Food Science and Biotechnology, 29: 717–728

[7] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., and Falah, F. 2019. Study of Chemical Structure, Antimicrobial, Cytotoxic and Mechanism of Action OfSyzygium Aromaticum Essential Oil on Foodborne Pathogens. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 13(1): 875-883.

[8] Golestan, L., Yousefi, L. Kabousi, H. 2012. Effect of essential oil inhibitor mint on the survival of probiotic bacteria in industrial liquid culture. Food Science and Technology, 5(3):13-22.

[9] Kanatt, S.R., Chander, R. and Sharma, A. 2007. Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. Food Chemistry, 107(2), 845-852.

[10] Qaemi, H., Hesari J. and Pourahmad R. 2018. Symbiotic ultra-refined white cheese production using *Lactobacillus acidophilus* probiotic strain and inulin. Food Processing and Preservation Journal, 2(4): 19-32.

[11] Nateghi L. 2018. Evaluation the possibility of producing low-fat Cheddar cheese containing sesame and walnut powder during storage. Food Processing and Preservation Journal, 11 (2): 1-18

[12] Fathi-Achachlouei, B., Hesari, J., Azadmard - Damirchi, S., Peighambardoust, Sh., Esmaiili, M., and Alijani, S. 2013. Production of functional low-fat cheese with milk fat substitution by walnut or linseed powders. Journal of Food Research. 3: 306-317.

[13] Nejad Sajjadi,S.S. Mansouri Najand, L. and Shahdadi, F. 2024. Effects of Aloe Vera Gel Based Active Coating Functionalized with Lemon Peel Essential Oil on Shelf Life and Quality Attributes of Cheese. Journal of Agricultural Science and Technology, 26(6): 1303-1316.

[14] Jalilzadeh, A., Hesari, J., Peygambardost, S., Jadiri, H. and Javidipour, I. 2019. The effect of edible coating based on whey protein concentrate containing natamycin or lysozyme-xanthan enzyme conjugate on microbial properties of ultra-filtered white cheese. Iranian Food Science and Technology, 16(87), 305-315.

[15] Sallam, K.I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium alginate in refrigerated sliced salmon. Food control, 18(5):566- 575.

[16] Mozdastan, S., Ebrahimzadeh, M.A. and Khalili, M. 2015. Comparing the impact of different extraction methods on antioxidant activities of myrtle (*Myrtus communis* L.). Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 25(127): 10-24.

[17] Ali Mohammadzadeh, M.R., Ali Dost, M.A. and Khandaghi, J. 2019. Studying the antimicrobial effect of alcoholic extract and black cumin essence on some bacteria and molds in lactic cheese. Food Microbiology, 7(4): 46-33.

[18] Jamshidi, F., Rahimi, S. and Fadaei Noghani, V. 2018. The Effect of Edible Aloe vera Gel-Persian Gum Film on Iranian White Cheese Properties. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology; 13 (1): 63-74.

[19] Hosseini, M., Habibi Najafi, M.B. and Mohebbi, M. 2013. Assessment of physico-chemical and sensory properties of imitation cheese containing whey protein concentrate and enzyme-modified Lighvan cheese. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 8(2): 92-102.

[20] Beigomi, M. 2013. Comparison of textural and sensory characteristics of ultra filtrated white cheese produced by paneer bad (*Withania coagulans*) protease and fungal rennet. Iranian Journal of

Nutrition Sciences and Food Technology, 8(1): 253-262.
[21] Karim, G. and Bonyadian, M. 2004. Antimicrobial effect of volatile oils of some plants on *Escherichia coli* in Iranian white cheese. Iranian Journal of Food Science and Industry, 1(1): 21-28.
[22] Rezaei, M., Yahyaei, M., Parviz, M., Khodaei motlagh M. 2014. A Survey of microbial contamination in Traditional Cheese distributed in Markazi Province in 2010. Iranian Journal of Health and Environment, 7(1): 115-122.
[23] Dermiki, M., Ntzimani. A., Badeka, A., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. 2008. Shelf-life extension and quality attributes of the whey cheese. LWT-Food Science and Technology, 41(2): 284-294.
[24] Ramos, O.L., Pereira, J.O., Silva, S.I., Fernandes, J.C., Franco, M.I., Lopes-da-Silva, J.A. et al. 2012. Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese. Journal of Dairy Science, 95(11): 6282-6292
[25] El-Sisi A.S., Mohamed Gapr, E.S. and Kamaly, K.M. 2015. Use of Chitosan as an Edible Coating in RAS Cheese. International Journal of BioLife Sciences, 3(2):564-570.
[26] Wagh, Y.R., Pushpadass, H.A., Magdaline Eljeeva Emerald, F. and Surendra Nath, B. 2013. Preparation and characterization of milk protein films and their application for packaging of Cheddar cheese. Association of Food Scientists & Technologists, 51 (12): 3767-3775.
[27] Bardaweel, S.K., Bakchiche, B., ALSalamat, H.A. et al. 2018. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (*Lamiaceae*) from Algerian Saharan atlas. BMC Complementary Medicine and Therapies,18: 201-209.
[28] Pantaleão, I., Pintado, M.E. and Poças, M.F. 2007. Evaluation of two packaging systems for regional cheese. Food Chemistry, 102 (2): 481–487.
[29] Abbas, H.M., Assem, F.M., Zaky, W.M., Kassem, J.M., Omer, E.A. 2017. Antioxidant, rheological and sensorial properties of ultra-filtrated soft cheese supplemented with basil essential oil. International Journal of Dairy Science, 12(5): 301-309.
[30] Mohammadi, K., Karim, G., Hanifian, Sh., Tarinejad, A. and Gasemnezhad, R. 2011. Antimicrobial effect of *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil on Escherichia coli O157:H7 during manufacture and ripening of white brined cheese. Journal of Food Hygiene, 1(2): 69-78
[31] Otero, V., Raquel, B., Santosa, J.M.R., odríguez-Calleja, Nerín, C. and García-Lópeza, M. 2014. Evaluation of two antimicrobial packaging films against *Escherichia coli* O157:H7 strains in vitro and during storage of a Spanish ripened sheep cheese (Zamorano). Food Control, 42: 296-302.
[32] Pieretti, G.G.; Pinheiro, M.P.; Scapim, M.R.D.S.; Mikcha, J.M.G.; Madrona, G.S. 2019. Effect of an Edible Alginate Coating with Essential Oil to Improve the Quality of a Fresh Cheese. Acta Scientiarum - Technology, 41: 36402
[33] Bianchi, A., Mallmann, S., Gazoni, I., Cavalheiro, D. and Rigo, E. 2021. Effect of Acid Casein Freezing on the Industrial Production of Processed CheeseInternational Dairy Journal, 118: 105043
[34] Zhong, Y., Cavender, G. and Zhao, Y. 2014. Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on Mozzarella cheese. LWT Food Science and Technology, 56: 1–8.
[35] Wang, Q., Yu, H., Tian, B., Jiang, B., Xu, J., Li, D., Feng, Z. and Liu C. 2019. Novel Edible Coating with Antioxidant and Antimicrobial Activities Based on Whey Protein Isolate Nanofibrils and Carvacrol and Its Application on Fresh-Cut Cheese. Coating, 9(9): 583-591.
[36] López-Córdoba, A. 2021. Feasibility of Using Carvacrol/Starch Edible Coatings to Improve the Quality of Paipa Cheese. Polymers, 13(15): 55-6
[37] Züleyha, Ö. 2018. Investigation of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of *Mentha spicata* L. subsp. *spicata* and *M. longifolia* (L.) L. subsp. typhoides (Briq.) Harley Decoction and Infusion. Journal of the Turkish Chemical Society, 5(2): 445-56.
[38] Ekhtelat, M., Khalili Borujeni, F., Siahpoosh, A., & Ameri, A. 2020. Chemical composition and antibacterial effects of some essential oils individually and in combination with sodium benzoate against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Yersinia enterocolitica*. Veterinary Research Forum, 11(4), 333-338.
[39] Shahbazi, Y. 2015. Chemical composition and in vitro antibacterial activity of Mentha spicata essential oil against common food-borne pathogenic bacteria. Journal of Pathogens, 15:91-98.
[40] Mkaddem, M., Bouajila, J., Ennajar, M., Lebrihi, A., Mathieu, F. and Romdhane, M. 2009 .Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of *Mentha longifolia* L. and essential oils. Journal of Food Sciences,74(7): 358–63.
[41] Moosavy, M.H., Shahbazi, Y. and Shavisi N. 2015 .The combined effect of *Mentha spicata* essential oil and nisin against *Listeria monocytogenes* Journal of Pharmaceutical Sciences, 21(4):178–83.
[42] Artigas, M.A., Acevedo-Fani, A. and Martín-Belloso, O. 2017. Improving the Shelf Life of Low-Fat Cut Cheese using Nanoemulsion-Based Edible Coatings Containing Oregano Essential Oil and Mandarin Fiber. Food Control. 76, 1–12.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effect of edible coating of alginate and different concentrations of mint (*Mentha piperita*) extract on physicochemical, microbial, rheological and organoleptic properties of lactic cheese containing walnuts

Atefeh Shadi Govar[1], Masoud Dezyani[2] Fatemeh Shahdadi[3]

1- Department of Food Science and Technology, Shabestar branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran.

2- Department of Food Science and Technology, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.

3-Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/01/27

Review: 2025/11/18

Accepted: 2025/11/26

Keywords:

Lactic cheese,
Edible coating,
Sodium alginate,
Mint extract,
Organoleptic properties.

DOI: **10.48311/fsct.2026.83373.0**

*Corresponding Author E-

dezyani2002@yahoo.com

ABSTRACT

In this study, the effect of edible coating of sodium alginate with different levels of mint extract (0, 1, 2.5 and 5%) on physicochemical, microbial, rheological and organoleptic properties of lactic cheese containing walnut powder was investigated. Treatments included five groups: control (without coating), sodium alginate, sodium alginate with concentrations of 1, 2.5 and 5% mint extract. The pH and moisture content of the samples were determined using a digital pH meter and an oven at 100°C for 5 h, respectively. A five-point hedonic test was used to perform sensory testing and a texture analyzer was used to determine textural characteristics. The results showed that with increasing the storage period, the pH and moisture content decreased and the acidity of the samples increased significantly. In evaluating the organoleptic properties, the effect of the studied treatments on all organoleptic properties, except tissue, was significant. The highest taste score was related to the treatment coated with sodium alginate and 2.5% peppermint extract (5) and the lowest taste score was related to the control (4.3). The highest and lowest odor scores were observed in the treatment coated with sodium alginate and 5% of mint extracts (5) and control (4.4), respectively. As the storage period increased, the hardness, cohesiveness, adhesiveness and chewiness of the samples increased. At the end of the storage time, the highest hardness was observed in the control (62.16 g) and the treatments coated with alginate and different levels of mint extract did not show a significant difference in terms of hardness. With increasing storage period, microbial count increased and the highest total microbial count, mold and yeast were related to the control (4.88 and 3.11 logcfu/g) and the lowest was related to the treatment coated with sodium alginate and 5% mint extract (3.24 and 1.98 logcfu/g). In general, the use of edible coating of sodium alginate and mint extract improved the flavor and prevented texture changes and reduced the microbial activity of lactic cheese during storage.