استفاده از پوشش‌های خوراکی به منظور افزایش عمر ماندگاری پنیر

خدیجه عبدالملکی[1]، مهدی فرهودی[2*]، نوید میر[3]

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ۱۳۹٤

تاریخ پذیرش مقاله: خرداد ماه ۱۳۹٤

چکیده

بسته‌بندی مواد غذای مرحله‌ای جدا نشدنی از فرآیند، نگهداری، توزیع و بازاریابی محصول است. بسته‌بندی مناسب، دوره ماندگاری مواد غذایی را افزایش می‌دهد، به همین دلیل یکی از شاخصه‌های اصلی در صنعت غذا می‌باشد. یکی از مفاهیم جدید در بسته‌بندی مواد غذایی، بسته‌بندی زیستی است که در پاسخ به نیازهای مشتریان و تولید صنعتی محصولات غذایی با ماندگاری بالاتر توسعه یافته است. استفاده از پوشش‌های خوراکی و فیلم‌ها به عنوان بسته‌بندی زیستی، در محصولات غذایی مقبولیت عمومی یافته است. یکی از محصولات غذایی که بسته‌بندی آن عمدتاً با مشکل مواجه می‌شود، پنیر است و از مهم‌ترین مشکلاتی که کیفیت و عمر انبارمانی پنیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد، رشد قارچ‌ها در سطح آن به دلیل آلودگی بعد از فرآیند در طول حمل‌ونقل و بسته‌بندی محصول است. رشد قارچ بر روی محصولات لبنی نه تنها باعث خسارات اقتصادی می‌شود، بلکه منجر به مشکلات سلامتی به دلیل تولید مایکوتوکسین می‌گردد. عوامل ضد میکروبی را می‌توان برای کنترل رشد میکروبی با فرو بردن، اسپری، و یا واکس زدن به سطوح مواد غذایی استفاده کرد. با این حال، کاربرد مستقیم این روش دشوار بوده و فواید محدودی دارد. آخرین روش اخیر برای حفظ ایمنی مواد غذایی و افزایش عمر مفید غذاها، اختلاط عوامل ضد میکروبی طبیعی در مواد بسته‌بندی زیستی است. اگر چه در مورد افزودن مواد ضد میکروبی به پنیر، تحقیقات زیادی صورت گرفته است؛ اما کاربرد آن‌ها در فیلم‌های خوراکی جهت نگهداری پنیر پیشرفت اندکی داشته است.

واژه‌های کلیدی

پوشش خوراکی، ترکیبات ضد میکروبی، پنیر و ماندگاری.

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. (khadije.abdolmaleki@gmail.com).

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

(* نویسنده مسئول: farhoodi@sbmu.ac.ir).

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران (navid.mir@live.com).

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، عامل اصلی ایجاد تحول در فنّاوری بسته‌بندی مواد غذایی، افزایش تقاضای مصرف‌کننده برای غذاهایی است که حداقل فرآیند روی آن‌ها انجام گرفته است[۱، ۲].

تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به دلیل اصرار و تمایل مشتریان بر خریداری محصولاتی که تازگی و طراوت خود را حفظ کرده‌اند، به شدّت افزایش یافته است. البته در این افزایش تولید، تأثیر مستقیم این پوشش‌ها بر بهبود ظاهر محصولات و فروش بیشتر آن‌ها نیز تأثیر به سزایی داشته است. پوشش‌های خوراکی شکلی از بسته‌بندی هستند که در آن بسته، محصول و محیط برای افزایش ماندگاری، ایمنی، کیفیت و بهبود ویژگی‌های حسی مادهٔ غذایی با هم در تعامل بوده و در عین حال با دو مشخصه تعریف می‌شوند: ۱) ماده مزبور باید برای خوردن ایمن بوده و هیچ مشکلی برای سلامتی نداشته باشد. ۲) باید توانایی ترکیب شدن با مواد تشکیل‌دهنده فیلم را برای ایجاد پلیمر داشته باشد[۳].

عمدتاً فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی برای حذف بسته‌بندی غیر خوراکی استفاده نمی‌شوند بلکه به همراه بسته‌بندی‌های مرسوم به بهبود کیفیت و ماندگاری کمک می‌کنند و تعداد لایه‌های بسته‌بندی را کاهش می‌دهند و بعد از اینکه بسته باز شد، حفاظت از مواد غذایی را ادامه می‌دهند. فیلم‌های خوراکی ممکن است به عنوان لایه‌ای از بسته‌بندی‌های چند لایه مورد استفاده قرار گیرند. به منظور کنترل میکروارگانیسم‌های ناخواسته بر روی سطح غذاها، می‌توان عوامل ضدمیکروبی را در ساختار پوشش‌ها وارد نمود. خواص پوشش‌های خوراکی حاوی عوامل ضدمیکروبی مانند باکتریوسین‌ها[1]، عصاره‌های گیاهی و آنزیم‌ها توسط محققان زیادی مورد ارزیابی قرار گرفته است [٤].

پنیر نوعی شیر غلیظ شده است که عمده مواد جامد آن را عموماً پروتئین(بخصوص کازئین[2]) و چربی تشکیل می‌دهد. معمولاً در تهیه پنیر از شیر گاو استفاده می‌کنند گرچه گاهی شیر بز، گوسفند یا حتّی گاومیش هم به کار می‌رود. پنیر در مناطق و کشورهای مختلف به گونه‌های متفاوتی تهیه شده و نام‌های جداگانه‌ای دارد[۵, ٦]. در این سیستم پیچیده واکنش‌های متفاوت در طول فرآیندهای رسیدن و انبارمانی رخ می‌دهد. در طی مرحله رسیدن بافت، طعم و تمام خواص فیزیکی و شیمیایی پنیر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هنگامی که یک سیستم بسته‌بندی، با هدف افزایش زمان ماندگاری محصول استفاده می‌شود فرآیند رسیدن باید در نظر گرفته شود. برای رسیدن به یک تعادل و یا بهینه‌سازی، بین این دو الزام، بسته‌بندی زیستی گزینه مناسبی برای بسته‌بندی پنیر است. به طور کلی فسادپذیری پنیرهای رسیده با افزایش میزان رطوبت آن‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین پنیرهای نرم مثل لیمبورگر[3] و بری[4] فسادپذیرتر و پنیرهای سخت مثل چدار و سوئیس مقاوم‌تر هستند. مشکل‌سازترین ارگانیسم‌های عامل فساد، کپک‌ها هستند که روی سطح پنیر یا داخل شکاف‌ها و روزنه‌ها رشد می‌کنند. حتّی پنیرهایی که توسط کپک‌ها رسانیده می‌شوند، ممکن است توسط کپک‌های دیگری آسیب ببینند. اکثر پنیرهای طبیعی، پوسته‌ای دارند که شرایط بی‌هوازی را در داخل پنیر به وجود می‌آورند، اما معمولاً به اندازه کافی خشک نیستند تا از رشد کپک‌ها جلوگیری کنند. اسیدیته پنیر از رشد کپک‌ها جلوگیری نمی‌کند و دمای نگهداری پنیر به اندازه کافی پایین نیست که مانع رشد کپک‌ها شود. اکثر کپک‌ها روی سطح پنیر یا داخل شکاف‌ها به صورت کلنی‌های[5] رنگی رشد کرده و بیش از آن به داخل پنیر نفوذ نمی‌کنند، ولی بعضی از کپک‌ها شدیداً پنیر را فاسد می‌کنند. بعضی از ترکیبات تولید شده توسط کپک‌ها همچون مایکوتوکسین‌ها[6] و آنتی‌بیوتیک‌ها به داخل پنیر نفوذ کرده و علاوه بر تغییر رنگ، طعم‌های نامطلوب موضعی نیز ایجاد می‌کنند[۵, ۷].

1- Bacteriocin
2- Casein
3- limburger
4- Brie
5- Colony
6- Mycotoxins

این میکروارگانیسم‌های عامل فساد با ایجاد ظاهر نامتعارف، ارزش تجاری پنیر را کاهش می‌دهند. در حال حاضر مدّت کم ماندگاری پنیر مشکلاتی را در راه صادرات این محصول ایجاد کرده است.

۲- استفاده مستقیم از ترکیبات ضدمیکروبی

ترکیبات ضدمیکروبی موجود در مواد غذایی می‌توانند عمر نگهداری مواد غذایی فراوری شده یا نشده را افزایش دهند. در گذشته ترکیبات ضد میکروبی از طریق غوطه‌ور کردن فرآورده در محلول ضدمیکروبی، اسپری کردن محلول ضدمیکروبی بر روی فرآورده و یا اضافه کردن مستقیم آن به فرمولاسیون استفاده می‌شدند؛ اما این روش‌ها دارای معایب زیر می‌باشند[۸]:

- ترکیبات ضدمیکروبی به سرعت از سطح ماده غذایی به داخل آن نفوذ می‌کنند(منتشر می‌شود) و در نتیجه خاصیت ضد میکروبی در سطح، کاهش یافته و کیفیت ماده غذایی با سرعتی رو به رشد کاهش می‌یابد.
- به دلیل انتشار سریع ترکیبات ضدمیکروبی، برای تأثیر بیشتر آن‌ها، مقدار بیشتری باید استفاده شود که این بر طعم و خواص حسی محصول اثر گذار خواهد بود.
- مواد ضدمیکروبی باقی‌مانده، در تماس با مواد فعال موجود در سطح خنثی می‌شوند.

در سال ۲۰۱۳ تحقیقی توسط کلینتری[1] و همکاران انجام شد که بهبود زمان ماندگاری پنیر گلاتری[2] را با استفاده از نیسین[3]، ناتامایسین[4] و یا ترکیبی از هردو را به عنوان ترکیب ضد میکروبی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نیسین به تنهایی جمعیت لاکتوباسیل[5] و لاکتوکوکسی‌ها[6] را کاهش داده؛ اما اثر آن نسبت به نمونه‌های حاوی ترکیب نیسین و ناتامایسین بین روزهای ۱۴و ۲۸ انبارمانی کم‌تر بود. ناتامایسین به تنهایی اثر قابل توجّهی بر جمعیت مخمرها داشت. قابلیت پذیرش نمونه کنترل و نمونه حاوی نیسین در مقایسه با ناتامایسین یا ترکیب نیسین و ناتامایسین به طور قابل توجّهی پایین‌تر بود. ناتامایسین اضافه شده یا به تنهایی و یا در ترکیب با نیسین، به طور مؤثری از رشد قارچ در پنیر گلاتری ممانعت می‌کند[۹].

در سال ۲۰۰۵ محمدی ثانی و همکاران اثر ناتامایسین را به عنوان یک نگهدارنده بیولوژیک[7] بر ماندگاری پنیر فتا[8] مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه اثر ناتامایسین بر pH، شمارش کلی میکروبی، شمارش کپک و مخمر، ویژگی‌های ارگانولپتیک و درصد نمونه‌های رد شده ناشی از رشد ظاهری قارچ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ناتامایسین در مقادیر مورد استفاده هیچگونه اثر معنی‌داری بر pH، شمارش کلی، ویژگی‌های حسی نداشته است؛ اما اثر ناتامایسین در مقادیر ۱، ۲ و ٤ قسمت در میلیون بر شمارش کپک و مخمر مؤثر بوده است که بسته به فصل و شرایط انبار متفاوت است. همچنین میزان افزایش ماندگاری معنی‌دار بوده و این مقدار برای تیمارهای فصل بهار بین ۲۵ تا ۵۰ درصد و برای تیمارهای فصل تابستان بین ۵۰ تا ۵۰۰ درصد افزایش نشان داد[۱۰].

تحقیق دیگری در سال ۲۰۰۵ توسط بنیادیان و همکاران به منظور ارزیابی اثر ضد قارچی روغن‌های فرّار استخراج شده از آویشن، پونه، ترخان و نعناع در پنیر سفید صنعتی انجام گرفت. مطابق نتایج این مطالعه، تمامی روغن‌های فرار گیاهی مورد آزمون دارای اثر ضد قارچی در پنیر بودند. روغن‌های فرار آویشن و ترخان، بیشترین خاصیت ضد قارچی را دارا بودند و باعث مهار رشد جمعیت قارچ در پنیر شدند. اثر ضد قارچی سایر روغن‌های فرّار مورد مطالعه کم‌تر از دو گیاه ذکر شده بود، به طوری که جمعیت قارچ در پنیرهای حاوی این روغن‌ها رشد اندکی را داشته ولی پس از دو هفته از حد استاندارد(۱۰۲ در هر گرم) تجاوز نکرد. ولی در گروه شاهد تعداد کپک و مخمر پس از دو هفته به ۱۰٤ در هر

1- Kallinteri
2- Galotyri
3- Nisin
4- Nnatamycin
5- lactobacillus
6- lactococci
7- Biologic
8- Feta cheese

گرم رسید. بر این اساس روغن‌های فرّار گیاهی مورد آزمون می‌توانند به عنوان نگهدارنده طبیعی برای مهار رشد قارچ‌ها در پنیر مورد استفاده قرار گیرند[۱۱].

در سال ۲۰۰۳ رنتا[1] و همکاران اثر ضد میکروبی سیر، میخک و فلفل قرمز را بر لیستریا مونوسیتوژنز[2] در سیستم‌های مدل براث[3] و پنیر نرم بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که سیر، میخک و فلفل قرمز در سیستم مدل اثر معنی‌داری بر کاهش تعداد لیستریا مونوسیتوژنز دارند در حالی که اثر ضدمیکروبی این ترکیبات بر لیستریا مونوسیتوژنز در پنیر نرم در طول یک یا دو هفته در دمای پایین یا بالا مشاهده نشد[۱۲].

در سال ۲۰۱۱ گاواریس[4] و همکاران فعالیت ضدمیکروبی اسانس پونه و آویشن را بر باکتری لیستریا مونوسیتوژنز و اشریشیا کلی $O_{157}: H_7$ در پنیر فتا بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد اثر اسانس آویشن در غلظت ۰/۱ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر بر تعداد E.coli $O_{157}:H_7$ و لیستریا مونوسیتوژنز تفاوت معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) با پنیر فتا در تیمار با پونه کوهی در غلظت ۰/۱گرم در ۱۰۰ میلی لیتر نداشت. اگر چه هر دو اسانس در برابر هر دو پاتوژن[5] مورد بررسی فعالیت ضد باکتریایی یکسانی داشتند؛ اما جمعیت لیستریا مونوسیتوژنز کاهش سریع‌تری نسبت به E. coli $O_{157}: H_7$ داشت، این نشان‌دهنده فعالیت ضدباکتریایی قوی‌تر هر دو اسانس بر لیستریا مونوسیتوژنز است[۱۳].

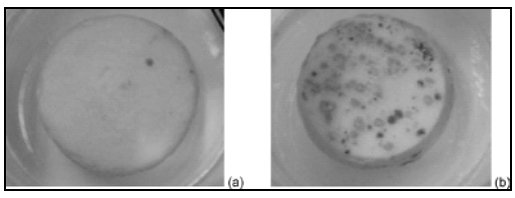
۳- مزایای استفاده از پوشش‌های خوراکی به عنوان بسته‌بندی زیستی

- کاهش آلودگی‌های ناشی از پلیمرهای مصنوعی و حفظ مسائل زیست محیطی
- کاهش انتشار ترکیبات مضر از بسته به مواد غذایی و افزایش ایمنی و کاهش بد طعمی در ماده غذایی
- تجزیه‌پذیری پوشش‌های بیوپلیمری در طبیعت
- برخی از این‌ها دارای فعالیت زیستی(ضد میکروبی) می‌باشند.
- افزایش ارزش افزوده محصولات کشاورزی؛ بخش عمده‌ای از این بیوپلیمرها منشأ کشاورزی دارند و از محصولات گیاهی و حیوانی به دست می‌آیند که می‌توان با تولید و استخراج آن‌ها، ارزش افزوده محصولات کشاورزی را بالا برد.
- افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات غذایی (با توجّه به منشأ آن‌ها)
- غنی کردن پوشش‌های خوراکی با ویتامین‌ها و مواد معدنی
- به تأخیر انداختن تبادل رطوبت بین ماده غذایی و محیط و همچنین اجزاء داخلی ماده غذایی
- محدود کردن انتقال گازها (مثلاً اکسیژن و دی اکسید کربن) بین محیط و ماده غذایی
- جلوگیری از جذب و مهاجرت روغن‌ها و چربی‌ها به ویژه در انواع آبدوست
- نگهداری ترکیبات معطر فرّار و جلوگیری از مهاجرت مواد طعمی و رنگی ماده غذایی به محیط و بین اجزاء ماده غذایی
- به عنوان حامل برای ترکیبات افزودنی و ضدمیکروبی مانند آنتی بیوتیک‌ها و عوامل آنتی‌اکسیدانی، طعم، رنگ و ادویه‌جات
- کنترل رهایش ترکیبات فعال موجود و در نتیجه بالا نگهداشتن غلظت مادهٔ ضدمیکروبی در سطح فرآورده
- میکروانکپسولاسیون[6] افزودنی‌های غذایی نظیر مواد طعمی و عمل آورنده
- شیشه‌ای کردن و جلادهی محصولات و حفظ و بهبود ظاهر غذاها [۸، ۱۴-۱۶].

1- Renata
2- listeria monocytogenes
3- Brath
4- Govaris
5- Pathogen
6- Microencapsulation

٤- استفاده از پوشش خوراکی با خاصیت ضدمیکروبی

بسیاری از مولکول‌های پلیمری دارای خواص ضدمیکروبی از منابع مختلف به عنوان ترکیبات نگهدارنده استفاده می‌شوند و به منظور افزایش ماندگاری و محدود کردن توسعه پاتوژن‌ها و میکروارگانیسم‌های فاسدکننده ، به طور مستقیم با مواد غذایی ترکیب شده، یا به شکل پوشش استفاده می‌شوند، فیلم‌های بسته‌بندی بر پایه پلیمر ضد میکروبی می‌توانند در غلظت‌های بالا بر روی سطح مواد غذایی با کاهش مهاجرت مواد فعال بر ماندگاری پنیر مؤثر باشند. در میان پلیمرهای ضد میکروبی طبیعی، از کیتوزان در پزشکی، مواد غذایی، کشاورزی و صنایع شیمیایی عمدتاً به دلیل قابلیت تجزیه بیولوژیک بالا و خواص ضد میکروبی آن استفاده می‌شود که به عنوان یک عامل مهم برای کنترل تغییرات فیزیولوژیکی، مورفولوژی و فیزیکی شیمیایی در محصولات غذایی به کار می‌رود. فعالیت زیستی کیتوزان بستگی به وزن مولکولی آن، درجهٔ داستیلاسیون[1] و درجه استخلاف، طول و موقعیت گروه استخلافی در واحد گلوکزآمین، pH محلول کیتوزان و میکروارگانیسم هدف دارد. فعالیت ضد میکروبی آن به دلیل وجود گروه آمین با بار مثبت است که با بار منفی غشاء سلول میکروبی واکنش می‌دهد و موجب افزایش نفوذ پذیری غشا و مرگ سلولی می‌گردد. نشان داده شده است که کیتوزان موجب مهار رشد بسیاری از باکتری‌های عامل فساد، پاتوژن‌ها و قارچ‌ها می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- رشد کپک بر سطح پنیر (a) پنیر با پوشش کیتوزان (b) پنیر بدون پوشش [۲۲].

٥- مواد ضد میکروبی مورد استفاده در پوشش‌های خوراکی

بسیاری ازمواد ضد میکروبی در فرمولاسیون فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به منظور مهار میکروارگانیسم‌های عامل فساد و کاهش خطر ابتلا به عوامل بیماری‌زا استفاده می‌شوند. برای تحقق درخواست مصرف‌کنندگان جهت استفاده از غذاهای سالم و عاری از مواد افزودنی شیمیای گرایش به انتخاب مواد ضد میکروبی از منابع طبیعی و ترکیبات GRAS (به طور کلی شناخته شده به عنوان امن) افزایش یافته است[۱۷ و ۲۰]. برای انتخاب یک ماده ضد میکروبی، باید اثر آن بر میکروارگانیسم هدف و اثرات متقابل ممکن در مواد ضدمیکروبی، فیلم‌های زیستی و ترکیبات غذایی موجود در نظر گرفته شود. این فعل و انفعالات می‌توانند فعالیت ضد میکروبی را تغییر دهند. این مواد برحسب عواملی چون نوع ماده غذایی، نوع میکروارگانیسم‌های موجود و سرعت رشد آن‌ها، فعالیت و گستردگی اثر ضدمیکروبی و ترکیب شیمیایی ماده ضد میکروبی بکار می‌روند. معمولاً مواد ضد میکروبی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، روغن‌های اسانسی به دست آمده از گیاهان (به عنوان مثال، ریحان، آویشن، پونه کوهی، دارچین، میخک و رزماری)، آنزیم‌های به دست آمده از منابع حیوانی(به عنوان مثال، لیزوزیم[2] و لاکتوفرین[3])، باکتریوسین‌ها حاصل از منابع میکروبی (نیسین و ناتامایسین) اسیدهای آلی (به عنوان مثال، سوربیک[4]، پروپیونیک[5] و اسید سیتریک[6])، پلیمرهایی که ذاتاً خاصیت ضد میکروبی دارند مانند پلیمر کاتیونی کیتوزان و سیستم لاکتوپراکسیداز هستند[۱۷].

1- Deacetylation degree

2- Lysosome
3- Lactoferrin
4- Sorbic
5- Propionic
6- Citric acid

ترکیبات فعالی که در روغن‌های اسانسی یافت می‌شود دارای فعالیت ضد میکروبی در برابر طیف گسترده‌ای از پاتوژن‌های غذایی و باکتری‌های عامل فساد می‌باشند. فعالیت ضد میکروبی روغن‌های اسانسی به علت ساختار شیمیایی آن‌ها، به ویژه حضور گروه‌های عاملی آبدوست، مانند گروه‌های هیدروکسیل، ترکیبات فنولی یا گروه‌های عاملی آبگریز آن‌ها می‌باشد[۲۱]. باکتریوسین‌های(پپتیدهای کوچک باکتریایی) تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک فعالیت ضدمیکروبی قوی در برابر باکتری‌های مشابه یا گونه‌های نزدیک به گونه خود نشان می‌دهند.

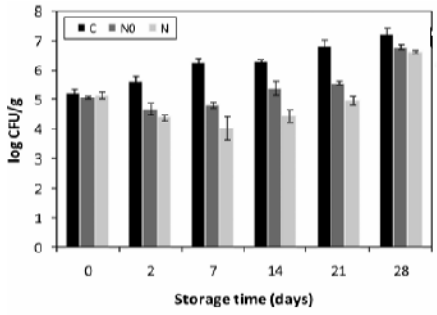
امروزه مشخص شده است که لیزوزیم یک عامل ضدباکتریایی در برابر باکتری‌های گرم مثبت است، که عمدتاً برای جلوگیری از تورم دیررس پنیر نیمه سخت، ناشی از کلستریدیوم تایروبوتریکوم[1] استفاده می‌شود.

اسیدهای آلی مانند لاکتیک، استیک، مالیک و سیتریک اسید، در میان دیگر اسیدها، در ترکیب بسیاری از غذاها وجود دارند و به طور گسترده برای نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شوند. اثر ضد میکروبی اسیدهای آلی بر اساس کاهش pH، اختلال در نقل و انتقال سوبسترا[2] و کاهش نیروی محرکه پروتون است[۱۵].

٦- کاربرد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در پنیر

پنیرها به عنوان "مواد غذایی به طور بالقوه خطرناک" به آسانی توسط میکروارگانیسم‌های نامطلوب آلوده می‌شوند. برخی از آن‌ها میکروارگانیسم‌های عامل فسادی هستند که ممکن است ظاهری ناخواسته ایجاد کنند و موجب کاهش ارزش تجاری پنیرها شوند. مانند، سودوموناس آئروژینوزا[3] و گونه‌های پنی‌سیلیوم دیگر میکروارگانیسم‌های نامطلوب، عوامل بیماریزایی هستند که ایمنی محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مانند لیستریا، که مرتبط با بیماری لیستریوزیس[4] ناشی از مصرف پنیر است.

مارتینس[5] و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که فیلم گالاکتومانان[6] حاوی نیسین موجب تأخیر در رشد میکروبی و کاهش آلودگی لیستریا مونوسیتوژنز در طول انبارمانی پنیر می‌گردد(شکل ۲).



شکل ۲- جمعیت L. مونوسیتوژنز پنیر در مدّت انبارمانی: بدون پوشش (C)، با پوشش گالاکتومانان (N0) با پوشش گالاکتومانان و نیسین (N).[۳۵]

اخیراً برخی مطالعات اثر ترکیبات طبیعی، به تنهایی یا در ترکیب با روش‌های دیگر حفظ و نگهداری را جهت افزایش ماندگاری پنیر گزارش کرده‌اند. خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در(جدول ۱) آورده شده است.

٦-١- ارزیابی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی

هنگام انتخاب یک ترکیب مناسب به عنوان پوشش برای پنیر معیارهایی وجود دارند که باید رعایت شوند در حال حاضر برخی از آن‌ها مانند قابلیت خیس شدن[7] به عنوان اولین مرحله انتخاب فیلم در نظر گرفته شده است. از جمله ویژگی‌های دیگری که باید در نظر گرفته شود:

- کاهش از دست دادن آب پنیر
- کاهش نفوذپذیری نسبت به O_2 (هنگامی که اکسیژن در تماس با پنیر قرار می‌گیرد، به اکسیداسیون چربی‌ها و رشد نامطلوب میکروارگانیسم‌ها کمک می‌کند).
- افزایش مقاومت پوشش(پوشش‌ها باید در برابر خراشیدگی و شکستگی مقاوم باشند و از خود انعطاف‌پذیری نشان دهند).

1- Clostridium tyrobutyricum
2- Substrate
3- Pseudomonas aeruginosa
4- Listeriosis
5- Martins
6- Galactomannan
7- Wettability

جدول ۱- فیلم‌ها و پوشش‌های ضد میکروبی به کار برده شده جهت بهبود کیفیت پنیر

منبع	نتیجه اصلی	ماده ضد-میکروبی	پوشش‌های خوراکی	پنیر
[۲٤]	در این مطالعه محلول کیتوزان و لاکتیک اسید مستقیماً به استارتر استفاده شده برای تولید پنیر اضافه شدند و نمونه‌ها در دمای یخچال قرار می‌گیرند و جمعیت میکروبی به مدت ۱۰ روز کنترل شده نتایج نشان داد که کیتوزان موجب مهار رشد برخی از میکروارگانیسم‌های عامل فساد مانند کلیفرم‌ها می‌گردد، در حالی که رشد میکروارگانیسم‌های دیگر مانند *میکروکوکوس* را تحت تأیر قرار نمی‌دهد و رشد باکتری‌های اسید لاکتیک را به آرامی تحریک می‌کند.	کیتوزان و لاکتیک اسید	-	پنیر موزارلا
[۲۵]	نتایج آزمایشات میکروبی پنیرهای با پوشش فیلم گلیادین حاوی سینامآلدئید نشان داد که کپک‌های *پنی سیلیوم اکسپنسوم* و *آسپرژیلوس نایجر* پس از ذخیره‌سازی در شرایط آزمایشگاهی به مدّت ۱۰ روز در حضور فیلم‌های ترکیب شده با ۳٪ سینامالدئید به طور کامل مهار شدند در واقع مقدار ۱/۵٪ سینامالدئید در مورد *پنی سیلیوم اکسپنسوم* کافی است. و مقدار ۵٪ سینامالدئید ترکیب شده با فیلم گلیادین موجب افزایش زمان ماندگاری پنیر می‌گردد.	سینامآلدئید	گلیادین	Spread cheese
[۲٦]	اثر دو فیلم گالاکتومانان و کیتوزان در دمای نگهداری بر تبادل گاز بسته و ماندگاری پنیر از طریق آنالیز میکروبی و شیمیایی مورد بررسی قرارگرفت. مشخص شد که هر دو پوشش به طور همزمان موجب کاهش مصرف O2 و تولید CO2 در پنیر مورد بررسی شدند وجود پوشش گالاکتومانان باعث کاهش از دست دادن رطوبت پنیر، از دست دادن وزن و تغییر رنگ می‌شود، همچنین سختی پنیر به عنوان یک نتیجه‌ای از اثر متقابل پوشش و تغییر دمای نگهداری کاهش یافته است. در محدوده دمای مورد مطالعه (°C ۲۰-٤) دما دارای اثر معنی‌داری در از دست دادن رطوبت، تغییر رنگ، سختی و رشد کل باکتری‌های مزوفیل بود.	-	گالاکتومانان و کیتوزان	پنیرمحلی (Regional)
[۲۷]	ترکیبی از پوشش فعال و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده(MAP) برای طولانی‌تر کردن زمان ماندگاری پنیرFior di Latte مورد استفاده قرار گرفت. و افت کیفی پنیر از طریق آنالیز میکروبی، حسی و تغییرات وزن ارزیابی شد. مشخص گردید که ترکیبی از پوشش فعال و MAP نگهداری پنیر را بهبود می‌دهد و عمر مفید آن به بیش از ۳ روز افزایش می‌یابد	EDTA لیزوزیم Na2-EDTA	سدیم آلژینات	di Fior latte در اتمسفر اصلاح شده (MAP)
[۲۸]	نتایج نشان داد این سیستم بدون تأثیر بر میکروارگانیسم‌های عملکردی محصول، موجب مهار میکروارگانیسم‌های عامل فساد می‌شود و ماندگاری پنیر افزایش می-یابد.	عصاره لیمو	سدیم آلژینات	پنیر موزارلا
[۲۹]	ماندگاری پنیر ریکوتا پوشش داده شده با یک فیلم خوراکی کیتوزان/ پروتئین آب پنیر و تحت اتمسفر اصلاح شده در °C٤ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد فیلم کیتوزان/ پروتئین آب پنیر نفوذپذیری به اکسیژن و دی اکسید کربن را کاهش می‌دهد و نفوذپذیری به بخار آب حدود سه برابر بیشتر از فیلم تهیه شده با کیتوزان به تنهایی است و تعداد میکروارگانیسم‌های اسید لاکتیک، سایکروفیل و مزوفیل کاهش می‌یابد.	کیتوزان	کیتوزان و پروتئین آب پنیر	پنیر ریکوتا در اتمسفر اصلاح شده در °C٤

ادامه جدول ۱:

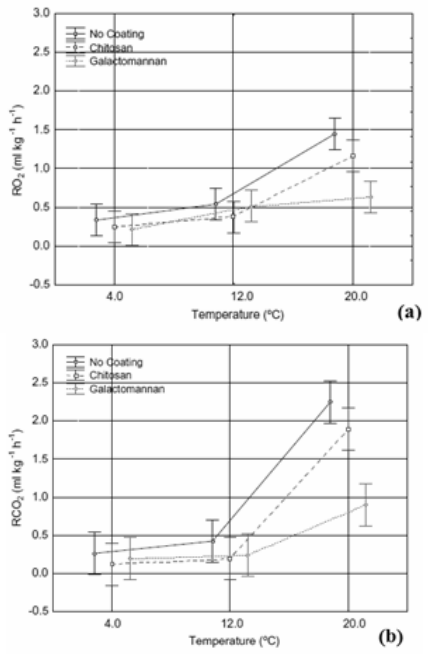
منبع	نتیجه اصلی	ماده ضدمیکروبی	پوشش‌های خوراکی	پنیر
[۸]	مشخص شد که اضافه کردن ناتامایسین به فیلم نفوذپذیری به O2 و CO2 فیلم را افزایش می‌دهد و موجب کاهش تعداد کپک‌ها و مخمرها و افزایش ماندگاری پنیر می‌گردد.	ناتامایسین	کیتوزان	Saloio cheese
[۳۰]	این مطالعه به دو مرحله تجربی پی در پی تقسیم می‌شود در مرحله اول یکی از ترکیبات فعال مطلوب مانند سوربات پتاسیم (PS)، بنزوات سدیم(SB)، لاکتات کلسیم(CL) و اسکوربات کلسیم (CA) انتخاب شد در مرحله دوم، سه غلظت مختلف (w/v ۱٪، ۲٪ و ۳٪) از بهترین ترکیب انتخابی (PS) در طول ذخیره‌سازی در دمای ۸ ±۱°C از نظر کیفیت میکروبیولوژیکی و حسی مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد در مرحله اول با لاکتات کلسیم و اسکوربات کلسیم کیفیت پنیر بهبود نیافت؛ اما با سوربات پتاسیم و بنزوات سدیم ماندگاری پنیر افزایش پیدا کرد در مرحله دوم، پوشش با PS (۳٪) مهار قابل توجّهی در گسترش تکثیر میکروبی نشان داد و نمونه ها به مدّت ۸ روز قابل قبول باقی مانده بودند در مقایسه با نمونه کنترل که پس از حدود ٤ روز رد شد .	سوربات پتاسیم،بنزوات سدیم، لاکتات کلسیم و اسکوربات کلسیم	سدیم آلژینیک اسید	پنیر موزارلا
[۳۱]	خواص فیزیکوشیمیایی، مکانیکی، نوری و ساختاری فیلم‌های کیتوزان- نشاسته(براساس محتوای متفاوت آمیلوز) حاوی گلیسرول آب دوست و روغن perilla آبگریز، مورد بررسی قرار گرفت و اثرات پوشش کیتوزان- نشاسته بر روی خواص فیزیکوشیمیایی و میکروبی پنیر مغولی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد پنیر پوشش داده شده با کیتوزان- نشاسته شاه بلوط و حاوی روغن perilla کارایی بهتری از نظر کاهش رشد میکروبی، افت وزن و مدّت ماندگاری دارد.	کیتوزان	کیتوزان- نشاسته ماش و کیتوزان- نشاسته شاه بلوط	پنیرمغولی (Mongolia)
[۳۲]	استفاده از پوشش ایزوله پروتئین آب پنیر افت آب، سختی، و تغییر رنگ پنیر را کاهش داد، علاوه بر این، پوشش خوراکی ضدمیکروبی اجازه رشد به میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا یا آلوده‌کننده را نداد، در حالی که به طور منظم باکتری‌های اسید لاکتیک در طول نگهداری رشد کردند. همچنین پوشش-های خوراکی ضد میکروبی حاوی اسید لاکتیک و ناتامایسین بهترین شرایط را از نظر حسی داشتند.	ناتامایسین و اسیدلاکتیک، ناتامایسین وکیتوالیگوساکارید (COS)، ناتامایسین و اسید لاکتیک و (COS)	ایزوله پروتئین آب پنیر	نوع پنیر ذکر نشده است.
[۳۳]	ویژگی‌های میکروبی پنیر با پوشش حاوی مواد ضد میکروبی بررسی شد نتایج نشان داد، کیتوالیگوساکارید(COS) و اسید لاکتیک بالاترین اثر باکتری‌کشی را در برابر باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت، به ترتیب نشان دادند در حالی که بنزوات سدیم و (COS) بیشترین اثر مهارکنندگی را بر مخمر داشتند ترکیب اسید لاکتیک و COS) بر تمام فلور میکروبی پنیر مورد آزمایش اثر داشتند.	بنزوات سدیم و اسید لاکتیک، بنزوات سدیم و کیتوالیگوساکارید (COS)، بنزوات سدیم و اسید لاکتیک و(COS)	ایزوله پروتئین آب پنیر	نوع پنیر ذکر نشده است.

ادامه جدول ۱:

منبع	نتیجه اصلی	ماده ضدمیکروبی	پوشش‌های خوراکی	پنیر
[۳٤]	پوشش کیتوزان موجب جلوگیری از رشد باکتری‌های گرم مثبت ، مانند لیستریا مونوسیتوژنز و استافیلوکوکوس اورئوس و سویه گرم منفی سودوموناس آئروژینوزا گردید.	کیتوزان	کیتوزان	نوع پنیر ذکر نشده است
[۳]	ترکیبی از پوشش فعال و MAP باعث افزایش عمر مفید پنیر در مقایسه با بسته‌بندی‌های سنتی شد. در واقع، ماندگاری بسته‌بندی‌های سنتی بسیار کوتاه و حدود ۱ روز است در حالی که رویکرد این مطالعه ماندگاری پنیر را تا ۵ روز افزایش داد، به احتمال زیاد به دلیل اثر سینرژیک بین ترکیبات فعال و شرایط جوی در فضای بسته است. همچنین پوشش‌های فعال موجب مهار رشد سویه‌های سودوموناس وکلی فرم شدند.	EDTA لیزوزیم Na2- EDTA	کیتوزان	fiordi latte در اتمسفر اصلاح شده)MAP(
[۳۵]	پنیر پوشش داده شده با فیلم گالاکتومانان حاوی نیسین موجب تأخیر رشد میکروبی و کاهش آلودگی لیستریا مونوسیتوژنز در طول انبارمانی گردید. علاوه بر این، نیسین بر خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم تأثیر گذاشته و باعث کاهش نفوذپذیری به O2، افزایش نفوذپذیری به CO2 و افزایش کدورت گردید.	نیسین	گالاکتومانان	پنیر ریکوتا
[۲۲]	فیلم‌های کیتوزان، گالاکتومانان و آگار با افزودن نرم‌کننده و روغن ذرّت با فرمولاسیون‌های مختلف تولید شدند و از نظر ویژگی‌های فیزیکی و میکروبی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که فرمولاسیون ۱/۵٪ گالاکتومانان، ۲٪ گلیسرول، و ۰/۵٪ روغن بهترین ویژگی‌های فیزیکی را دارد و این پوشش برای افزایش عمر مفید پنیر بعد از رسیدن در درجه حرارت‌های مختلف نگهداری مناسب است و میزان تنفس و رشد قارچ‌ها در نمونه با پوشش نسبت به نمونه کنترل کاهش می‌یابد.	-	گالاکتومانان، آگار، کیتوزان	Regional Saloio
[۳٦]	در این مطالعه ۵ گروه پنیر ۱- بدون پوشش ۲- تحت خلأ ۳- پوشش‌دهی شده با کازئین ٤- پوشش‌دهی شده با کازئین حاوی ناتامایسین ۵- غوطه‌ور در محلول ناتامایسین تهیه شدند و از نظر رشد قارچ‌ها و خواص حسی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که رشد کپک در نمونه‌های ۱ ، ۲ و ۳ بعد از یک هفته، در نمونه ٤ بعد از یک ماه و در نمونه ۵ بعد ار سه هفته دیده شد و هیچکدام اثر نامطلوبی بر کیفیت حسی پنیر نداشتند.	ناتامایسین	کازئین	پنیر kashar
[۳۷]	فیلم متیل سلولز (MC) منجر به کاهش تعداد اسپورهای آسپرژیلوس نیجر شد و فیلم گلوتن گندم (WG) در غلظت کم‌تری از ناتامایسین آسپرژیلوس نیجر را حذف کرد. با این حال این دو فیلم هیچ کاهش قابل توجّهی در تعداد پنی‌سیلیوم رکوفورتی نشان ندادند.	ناتامایسین	گلوتن گندم (WG)و متیل سلولز (MC)	پنیر kashar

– افزایش عمر مفید پنیر، با افزایش فاز تأخیر برای رشد کلی فرم‌ها (و سایر باکتری‌های عامل فساد گرم منفی)، مخمرها و کپک کاهش عبور نور در پنیر (نور اکسیداسیون چربی در پنیر را ارتقا می‌دهد)، به عنوان مثال، مقدار بالای کدورت.

– در مطالعه‌ای که توسط سرکویرا[1] و همکاران انجام شد مشخص گردید که دو فیلم گالاکتومانان و کیتوزان به طور همزمان موجب کاهش[2] R_{O2} و[3] R_{CO2} در پنیر مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین وجود پوشش گالاکتومانان باعث کاهش از دست دادن رطوبت پنیر، از دست دادن وزن و تغییر رنگ شد. سختی پنیر نیز به عنوان نتیجه‌ای از اثر متقابل پوشش با تغییر دمای نگهداری کاهش یافت. همچنین در محدوده دمای مورد مطالعه(°C ۲۰–٤)، دما اثر معنی‌داری بر رطوبت، تغییر رنگ، سختی، R_{O2} و R_{CO2} داشت (شکل ۳).



شکل ۳– اثر متقابل دما و پوشش(گالاکتومانان و کیتوزان) بر (a) R_{O2} و (b) R_{CO2} [۲٦]

با در نظر گرفتن معیارهای بالا ممکن است بهترین مقادیر برای نفوذپذیری به بخار آب، O_2 و CO_2 و کدورت در نظر گرفته شوند. البته وقتی مادهٔ ضدمیکروبی به پلیمر بسته‌بندی افزوده می‌شود این احتمال وجود دارد که این ماده خواص فیزیکی پلیمر را تغییر دهد.

به عنوان مثال فارا[4] و همکاران نشان دادند که افزودن ناتامایسین به فیلم کیتوزان نفوذپذیری به O_2 و CO_2 و کدورت را افزایش می‌دهد[۸].

بنابراین نوع مادهٔ ضدمیکروبی و نوع پلیمر در ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی محصول حائز اهمیت هستند[۸ و ۲۲].

٦-۲- ارزیابی ویژگی‌های حسی

فلور میکروبی و کیفیت شیر، روش‌ها و استارترهای تولید پنیر، شرایط محیطی موجود در حین نگهداری، رسیدن و مواد بسته‌بندی بر کیفیت و ویژگی‌های حسی پنیر مؤثر هستند. با توجّه به اینکه هدف از فنّاوری بسته‌بندی فعال افزایش مدّت زمان نگهداری غذاها و اطمینان از ایمنی در برابر میکروب‌ها می‌باشد در حالی که همزمان باعث حفظ ارزش غذایی و کیفیت حسی محصول می‌گردد. بنابراین، پوشش‌های خوراکی به عنوان بسته‌بندی زیستی باید حتی‌الامکان از نظر ویژگی‌های حسی خنثی باشند و موقع خوردن حس نشوند. افزودن مادهٔ ضدمیکروبی به پلیمر بسته‌بندی نیز می‌تواند بر ویژگی‌های حسی پنیر اثر بگذارد. زمانی که مواد ضدمیکروبی طبیعی در غلظت‌های زیاد به فیلم‌های خوراکی اضافه می‌شوند، فیلم خوراکی طعم آن ماده ضدمیکروبی را به خود می‌گیرد؛ اما چون معمولاً از این مواد در غلظت‌های کم استفاده می‌شود، در نتیجه بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی پنیر اثر معنی‌داری نخواهد داشت[۸، ۲۳].

۷- نتیجه‌گیری

رشد میکروبی روی سطح پنیر عامل اصلی ایجاد فساد در آن بوده که می‌توان با استفاده از بسته‌بندی آنرا کنترل نمود. با توجّه به خواسته‌های مصرف‌کنندگان و الزامات توسط سازمان‌های نظارتی برای استفاده از بسته‌های

1- Cerqueira
2- O2 Consumption rate
3- CO2 Production rate
4- Fajardo

دوستدار محیط زیست و آلودگی کم‌تر، محققان را بر آن داشته است که به مواد بسته‌بندی‌ای توجّه کنند که از طبیعت مشتق شده‌اند. پوشش‌های خوراکی به عنوان بسته‌بندی‌های زیستی هستند که شرایط حاکم بر غذای بسته‌بندی شده را به نحوی تغییر می‌دهند تا مدّت زمان نگهداری آن را افزایش داده و ایمنی و خصوصیات حسی و کیفی غذا را حفظ نمایند. همچنین به منظور کنترل میکروارگانیسم‌های ناخواسته می‌توان عوامل ضدمیکروبی را به فرمولاسیون پوشش‌ها اضافه نمود. با توجّه به تنوع فراوان پنیرهای موجود و ماندگاری پائین آن‌ها، انجام پژوهش‌های بیشتر در زمینه افزایش قابلیت ماندگاری این فراورده و بهبود خواص حسی آن با استفاده از پوشش‌های خوراکی ضد میکروبی ضروری است.

۸- منابع

1. Vermeiren, L., et al.,(1999). Developments in the active packaging of foods. Trends in food science & technology, 10(3): p.77-86.
2. Sonneveld, K., (2000). What drives food packaging innovation? Packaging technology and science, 13(1): p. 29-35
3. Del Nobile, M.A., et al., A (2009).Combination of chitosan, coating and modified atmosphere packaging for prolonging Fior di latte cheese shelf life. Carbohydrate polymers, 78(1): p. 151-156.
4. Cooksey, K., (2005). Effectiveness of antimicrobial food packaging materials. Food additives and contaminants, 22(10): p. 980-987.
5. Bylund, G., (1995). Dairy processing handbook: Tetra pak processing systems AB Lund.
6. Shortt, C. and J. (2003). O'Brien, Handbook of functional dairy products: CRC press.
7. Miller, G.D., J.K .Jarvis, and L.D. McBean,(2006). Handbook of dairy foods and nutrition: CRC Press.
8. Fajardo, P., et al., (2010). Evaluation of a chitosan-based edible film as carrier of natamycin to improve the storability of saloio cheese. Journal of food engineering, 1 (4):01 p. 349-356.
9. Kallinteri, L.D., O.K. Kostoula, and I.N. (2013). Savvaidis, Efficacy of nisin and/or natamycin to improve the shelf-life of Galotyri cheese. Food Microbiology, 36(2): p. 176-181.
10. Mohamadi Sani, A., M. Ehsani, and M. Mazaheri Asadi, (2006). Effect of natamycin on Uf-Feta-cheese shelf Life. Pajouhesh And Sazandegi, 19.
11. Bonyadian, m. And g. Karim, (2005).Effect of some plant essential oils on the fungal population of industrial white cheese. Iranian journal of food science and technology ,2 (3) :p. 1.
12. Leuschner, R.G. and V. Ielsch, (2003). Antimicrobial effects of garlic, clove and red hot chilli on Listeria monocytogenes in broth model systems and soft cheese. International journal of food sciences and nutrition, 54(2): p. 127-133.
13. Govaris, A., et al., (2011). Antibacterial activity of oregano and thyme essential oils against listeria monocytogenes and escherichia coli O157:H7 in feta cheese packaged under modified atmosphere. LWT - Food science and technology, 44(4): p. 1240-1244.
14. Elsabee, M.Z. and E.S. (2013). Abdou, Chitosan based edible films and coatings: A review. Materials science and engineering: C, 33(4): p. 1819-1841.
15. Campos, C.A., L.N. (2011). Gerschenson, and S.K. Flores, Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. Food and bioprocess technology, 4(6): p. 849-875.
16. Embuscado, M.E. and K.C. Huber, (2009). Edible films and coatings for food applications. Springer.
17. Kuorwel, k.k., et al.,(2011). Antimicrobial activity of biodegradable polysaccharide and protein-based films containing active agents. Journal of food science, 76(3): p. R90-r102.
18. Talbot, g.,(1994). Minimisation of moisture migration in food systems. Reprint from fie paris.

19. Hagenmaier, r.d. and r.a. baker,(1997). Eedible coatings from morpholine-free wax microemulsions. Journal of agricultural and food chemistry, 45(2): p. 349-352.
20. Devlieghere, f., l. Vermeiren, and j. Debevere, (2004). New preservation technologies: possibilities and limitations. International dairy journal , 14)4 :(p. 273-285.
21. Dorman, h. And s. Deans, (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of applied microbiology, 88(2): p. 308-316.
22. Cerqueira, m.a., et al.,(2009). Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. Journal of agricultural and food chemistry, 57(4): p. 1456-1462.
23. Di luccia, a., et al.,(2013). Cheese processing, in proteomics in foods. springer. P. 247-259.
24. Altieri, c., et al., (2005). Uuse of chitosan to prolong mozzarella cheese shelf life. Journal of dairy science, 88(8): p. 2683-2688.
25. Balaguer, m.p., et al., (2013). Antifungal properties of gliadin films incorporating cinnamaldehyde and application in active food packaging of bread and cheese spread foodstuffs. International journal of food microbiology, 166(3): p. 369-377.
26. Cerqueira, m.a., et al., (2010). Use of galactomannan edible coating application and storage temperature for prolonging shelf-life of "regional" cheese. Journal of food engineering, 97(1 :(p. 87-94.
27. Conte, a., et al., (2009). Active coating and modified-atmosphere packaging to extend the shelf life of fior di latte cheese. Journal of dairy science, 92(3): p. 887-894.
28. Conte, a., et al., (2007). Innovative active packaging systems to prolong the shelf life of mozzarella cheese. Journal of dairy science, 90(5): p. 2126-2131.
29. Di pierro, p., et al., (2011). Chitosan/whey protein film as active coating to extend ricotta cheese shelf-life. Lwt - food science and technology, 44(10): p. 232-2327-4.
30. Lucera, a.,et al.,Effect of active coating on microbiological and sensory properties of fresh mozzarella cheese.Food packaging and shelf life,(0).
31. Mei, j., et al., (2013). Characterization of edible starch–chitosan film and its application in the storage of mongolian cheese. International journal of biological macromolecules, 57(0): p. 17-21.
32. Ramos, ó.l., 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): p. 6282-6292
33. Ramos, ó.l., et al., (2012). Antimicrobial activity of edible coatings prepared from whey protein isolate and formulated with various antimicrobial agents. International dairy journal, 25(2): p. 132-141
34. Coma, v., a. Deschamps, and a. Martial-gros, (2003). Bioactive packaging materials from edible chitosan polymer-antimicrobial activity assessment on dairy-related contaminants. Journal of food science, 68(9): p. 2788-2792.
35. Martins, j.t., et al., (2010). Shelf life extension of ricotta cheese using coatings of galactomannans from nonconventional sources incorporating nisin against listeria monocytogenes. Journal of agricultural and food chemistry, 58(3): p. 1884-1891.
36. Yildirim, m., et al., (2006). Properties of kashar cheese coated with casein as a carrier of natamycin. Italian journal of food science, 18(2).
37. Ture, h., et al.,(2011).Effect of biopolymers containing natamycin against aspergillus niger and penicillium roquefortii on fresh kashar cheese. International journal of food science&technology, 46(1):p.154-160.

آدرس نویسنده

تهران- شهرک غرب - بلوار فرحزادی- خیابان ارغوان غربی- انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، صندوق پستی: ٤٧٤١-١٩٣٩٥(کد پستی ١٩٨١٦١٩٥٧٣).