تأثیر پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر و ناتامایسین بر کیفیت و ماندگاری پنیر سفید ایرانی

امید رمضانی[۱]، عباس جلیل‌زاده[۱*]، جواد حصاری[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۲. مربی گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۳. استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: jalilzadeh1387@gmail.com

(دریافت مقاله: ۹۵/۳/۲ پذیرش نهایی: ۹۵/۹/۵)

Archive of SID

چکیده

پنیر منبع خوبی از پروتئین، ویتامین و مواد معدنی به‌ویژه کلسیم و فسفر می‌باشد. تغییرات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی می‌تواند ماندگاری این محصول را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین افزایش عمر مفید این فرآورده شیری بسیار مهم است. در این پژوهش تأثیر پوشش خوراکی بر پایه پروتئین کنسانتره آب‌پنیر همراه با ناتامایسین (با غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ درصد) بر روی ماندگاری پنیر سفید ایرانی در طول ٦٠ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد پوشش بهینه‌شده حاوی ۰/۰۳ درصد ناتامایسین می‌تواند تا مدت ٦٠ روز از رشد کپک *پنی‌سیلیوم کرایزوجنوم* تلقیح شده به سطح پنیر جلوگیری نماید، درحالی‌که این پوشش‌ها تأثیر معناداری بر روی خواص ارگانولپتیکی، درصد چربی، pH و اسیدیته نداشتند. پوشش بر پایه کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به‌همراه ماده ضدمیکروبی موجب افت ۱۱ درصدی رطوبت گردید. براساس یافته‌های تحقیق می‌توان از پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر حاوی ناتامایسین برای افزایش ماندگاری پنیر سفید ایرانی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: پنیر سفید، پوشش خوراکی، پروتئین آب‌پنیر، ناتامایسین، ماندگاری

www.SID.ir

مقدمه

پنیر مهم‌ترین فرآورده صنعتی شیر است و برطبق نظر فدراسیون بین‌المللی لبنیات (IDF: International Dairy Federation) در سال ۱۹۹۰ بیشترین مقدار شیر تولیدی دنیا (حدود ۳۵ درصد) به پنیر تبدیل‌شده است (Hesari *et al.*, 2004). ماندگاری فرآورده‌های شیری با مدت‌زمان ماندگاری کوتاه بستگی به میزان رشد میکروارگانیسم‌ها و فساد متعاقب آن دارد. در مقابل، عمر مفید فرآورده‌های شیری با ماندگاری متوسط و بلند تا حد زیادی توسط تخریب آنزیمی یا فساد شیمیایی تعیین می‌شود. آنزیم‌های مقاوم در برابر حرارت یکی از عوامل مهم فساد شیر هستند. باکتری‌ها و عمدتاً انواع گرم منفی سرماگرا، به‌راحتی توسط پاستوریزاسیون از بین می‌روند و این در حالی است که عملیات حرارتی اثر کمی بر روی آنزیم‌های خارج سلولی آن‌ها دارد (Nychas and Panagou, 2014). علاوه بر این، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *کپک پنی‌سیلیوم* از جمله میکروارگانیسم‌هایی است که بر فساد پنیر مؤثر هستند (Ozer, 1999). برای افزایش زمان ماندگاری پنیر این محصول روش‌های مختلفی وجود دارد که ازجمله می‌توان به افزودن نگه‌دارنده‌ها، اتمسفر بهبودیافته، تکنولوژی فشار بالا، بسته‌بندی فعال، پوشش‌های خوراکی و روش‌های ترکیبی اشاره کرد (Jalilzadeh *et al.*, 2015).

یکی از پوشش‌های خوراکی که استفاده از آن در صنایع غذایی مرسوم شده است پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر می‌باشد. تمایل به استفاده از آب‌پنیر به‌عنوان ضایعات صنعت پنیرسازی، ارزان بودن، در دسترس بودن، توانایی تشکیل ژل خوب و مانع خوب در برابر بخارآب و اکسیژن از مزایای پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر هست (Ramos *et al.*, 2012). پوشش خوراکی حاوی ماده ضدمیکروبی می‌تواند با به تأخیر انداختن فساد، سبب افزایش ماندگاری محصولات غذایی شود. ناتامایسین (پیماریسین) یک ضدقارچ طبیعی و متعلق به آنتی‌بیوتیک پلی‌اتیلنی است که در طی تخمیر هوازی غوطه‌وری توسط *استرپتومایسس ناتالنسیس* (*Streptomyces natalensis*) و سویه‌های مرتبط تولید می‌شود. اولین بار در سال ۱۹۵۵ از محیط کشت فیلتر شده *استرپتومایسس ناتالنسیس* ایزوله شده از خاک کشف شد. حلالیت کم آن در آب و بیشتر حلال‌های آلی آن را برای تیمار سطح غذا مناسب می‌کند. غلظت مورد استفاده از ناتامایسین بین ۱ تا ۲۰ ppm است (Reps *et al.*, 2002). کاربرد مستقیم ناتامایسین در سطح غذا توسط اسپری کردن یا غوطه‌وری، به‌خاطر چسبندگی نامناسب، انتشار سریع مولکول‌های ماده غذایی و درنتیجه کاهش غلظت در سطح، نتایج مشکوکی را نشان می‌دهد. به بیان دیگر روش‌های مذکور ماده فعال ضدقارچی را به‌طور نسبی غیرفعال نموده و باعث مهاجرت سریع به غذا می‌شود، درحالی‌که استفاده از فیلم و پوشش بر پایه پلیمرهای ضدمیکروبی کارایی بیشتری فراهم می‌کند که ناشی از باقی ماندن غلظت بالاتری از ماده فعال در سطح است. علاوه بر این به‌دلیل حلالیت ناچیز ناتامایسین در آب، گنجاندن آن در پوشش به‌نفع توزیع مناسب آن در پنیر خواهد بود. گنجاندن ناتامایسین در فیلم‌های ضدمیکروبی معمولاً به سه روش: الف- بارگذاری معمولی (در این روش ناتامایسین مستقیم به محلول آبی

www.SID.ir

فیلم افزوده می‌شود)؛ ب- غوطه‌وری (فیلم‌های از قبل تولیدشده با محلول ناتامایسین تماس می‌یابند)؛ ج- آغشته کردن به حلال فوق بحرانی (در این روش بارگذاری ناتامایسین حاوی CO_2 با و بدون افزودن کمک حلال است) صورت می‌گیرد (Resa *et al.*, 2014).

هدف این پژوهش بررسی اثر پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر و ناتامایسین بر کپک *پنی‌سیلیوم کریزوژنوم* و هم‌چنین خواص فیزیکی و شیمیایی، میکروبی و حسی پنیر سفید ایرانی در طول ۶۰ روز نگهداری بود.

مواد و روش‌ها

- روش تولید پنیر سفید

برای تهیه پنیر سفید، شیر تازه و کامل گاو (تهیه شده از بازار ماکو) خریداری شد. بعد از آزمایش‌ها اولیه برای ارزیابی کیفیت شیر، برای تهیه پنیر استفاده گردید. ابتدا شیر تا دمای ۶۵-۶۳ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد و سپس تا ۳۵ درجه سلسیوس خنک گردید. استارتر (شامل *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *دی‌استی‌لاکتیس* (Hansen, Denmark) به‌مقدار ۰/۵ درصد (وزنی- حجمی) اضافه شد. پس از رسیدن pH شیر به ۶/۴-۶/۲، مایه پنیر قارچی (Mito, Japan) به‌مقدار ۰/۰۰۱ درصد (وزنی- حجمی) پس از حل نمودن آن در شیر، به شیر افزوده شد. به‌منظور کارایی بهتر رنت، دمای شیر در مدت زمان تشکیل لخته در حدود ۳۵ درجه سلسیوس حفظ شد. پس از گذشت یک ساعت، لخته تشکیل شده به قطعات ۲×۲ سانتی‌متر برش داده شد و جهت آبگیری به‌مدت ۳ ساعت تحت‌فشار وزنه استریل قرار گرفت. بعد عملیات برش و قالب‌گیری، وزن پنیرهای تهیه شده اندازه‌گیری گردید. نمونه‌ها پنیر در آب‌نمک ۱۶ درصد (وزنی- حجمی) سترون به‌مدت ٤ ساعت قرار گرفت. بعد از ۲ روز نگهداری در آب‌نمک ۱۰ درصد سترون، نمونه‌ها پوشش داده شد و طی دوره رسیدن اولیه تا ۱۵ روز در دمای ۱۵-۱۲ درجه سلسیوس و سپس برای رسیدن نهایی، در در دمای ٤ درجه سلسیوس به‌مدت دو ماه نگهداری شدند. خواص کیفی آن تا مدت ۶۰ روز اندازه‌گیری شد.

- آزمایش‌های پنیر

اندازه‌گیری pH و اسیدیته مطابق استاندارد ملی ایران (ISRI, 2852/1991)، اندازه‌گیری نمک (ISIRI, Mohr 1809/1977) و میزان چربی پنیر با استفاده از روش ژربر (ISIRI, 760/1968) تعیین شد. درصد رطوبت از طریق خشک‌کردن در آون (با دمای ۲±۱۰۵ درجه سلسیوس) تا رسیدن به وزن ثابت انجام گردید. ارزیابی حسی شامل بو، مزه، بافت، رنگ و مقبولیت کلی نمونه‌های پنیر با استفاده از ۱۰ نفر تست پانل نیمه‌ماهر و به‌روش هدونیک ۵ نقطه‌ای براساس استاندارد ملی ایران (ISIRI, 4938/1968) صورت گرفت.

- نحوه تهیه سوسپانسیون کپک پنی‌سیلیوم

ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر محلول رینگر سترون روی پلیتی که کپک *پنی‌سیلیوم کرایزوجنوم* (*Penicillium chrysogenum*) تهیه شده از کلکسیون میکروبی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران در آن رشد نموده و تولید اسپور کرده بود، انتقال داد شد و با یک میله L شکل سترون، روی سطح کپک کشیده شد به‌نحوی‌که

Archive of SID
www.SID.ir

تقریباً تمام اسپور کپک جداسازی و در محلول رینگر معلق گردید و به محلول صاف‌شده چند قطره توئین ۸۰ اضافه شد. بعد از هم زدن، با استفاده از سمپلر ۱۰ میکرولیتر از محلول داخل ارلن، روی لام شمارش قرار داده شد و با استفاده از میکروسکوپ (عدسی ۱۰ و ٤۰) عمل شمارش انجام شد. بعد از شمارش و رقیق‌سازی با رینگر سترون، به رقت 10^3 در هر میلی‌لیتر رسید.

- روش تهیه پوشش خوراکی

برای تهیه پوشش خوراکی ۸ گرم پودر کنسانتره پروتئین آب‌پنیر (Agri Mark, USA) در ۹۲ میلی‌لیتر آب مقطر ۲ بار تقطیر مخلوط و در بن‌ماری ۹۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد. سپس به‌مدت ٤٥ الی ٦۰ دقیقه در این دما نگهداری گردید. در خلال حرارت‌دهی، ۵ گرم گلیسرول، ۵ گرم موم و ۰/۱۵ گرم توین ۸۰ اضافه گردید. نکته قابل‌توجه این است که در حین حرارت، pH پوشش می‌بایست در ۸ تنظیم شود. پس از اتمام مدت حرارت‌دهی، از در آب یخ خنک گردید و به‌مدت ۳ الی ٤ دقیقه توسط دستگاه اولتراتراکس (با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه)، همگن‌سازی شد (Ramos *et al.*, 2012). سپس به فرمولاسیون پوشش، ناتامایسین (Sigma, USA) با غلظت‌های ۰، ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ درصد اضافه شد. نمونه‌های پنیر پس از ۲ روز نگه‌داشتن در آب‌نمک، به‌روش غوطه‌وری پوشش داده شدند و پس از بسته‌بندی در دمای یخچال نگهداری گردیدند. شرایط نگهداری نمونه بدون پوشش همانند نمونه‌های پوشش‌دار بود.

- تلقیح میکروبی

در داخل پوش‌برگ سترون، قطعه پنیری به ارتفاع ۱ سانتی‌متر و طول و عرض ۳×۳ سانتی‌متر برش داده و ۰/۵ میلی‌لیتر از سوسپانسیون کپک *پنی‌سیلیوم کرایزوجنوم* بر روی ٤ نقطه از قطعه پنیر تزریق شد طوری که سطح پنیر کاملاً پوشش داده شد و دور آن با فویل پیچیده شد تا سطح آن خشک شود. پنیر از فویل خارج‌شده و داخل پوشش خوراکی غوطه‌ور شد. این رویه برای تمامی تیمارها (یک نمونه شاهد و ۳ نمونه با درصدهای مختلف ناتامایسین موردنظر) اعمال شد.

- طرح آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شدند. آزمون مقایسه میانگین‌ها نیز با روش توکی در سطح احتمال ٪۵ انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین تیمارها توسط نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۲۲) و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

یافته‌ها

در جدول (۱) شمارش جمعیت کپک و مخمر را طی ٦۰ روز نگهداری نمونه‌های پنیر نشان می‌دهد. براساس نتایج تجزیه واریانس، هم نوع تیمار و هم زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) بر جمعیت کپک دارند. بیشترین کلنی کپک در نمونه شاهد مشاهده شد و با گذر زمان افزایش چشمگیری در جمعیت کپک و مخمر مشاهده شد؛ به‌طوری‌که در نمونه شاهد تعداد آن در روز ٤٥ به بعد غیرقابل شمارش بود. این درحالی است که در تیمارهای پوششی در طی دوره ذخیره‌سازی کپک *پنی‌سیلیوم کریزوژنوم* رشد نکرد.

www.SID.ir

جدول (۱)- شمارش کپک *پنی‌سیلیوم کریزوژنوم* در نمونه‌های پوششی و شاهد (تعداد در هر گرم)

تیمار	زمان (روز)				
(درصد ناتامایسین)	۱	۱۵	۳۰	٤٥	٦۰
۰/۰۱	۳۳۰۰۰	۰	۱	۱	۱
۰/۰۲	۳۳۰۰۰	۰	۲	۳	۳
۰/۰۳	۳۳۰۰۰	۰	۵	۷	۷
شاهد	۳۳۰۰۰	۳۷	۱۰۵	غیرقابل‌شمارش	غیرقابل‌شمارش

در جدول (۲) تغییرات pH نمونه‌ها را در طی ٦۰ روز ذخیره‌سازی نشان می‌دهد. براساس نتایج آنالیز واریانس، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پوشش داده شده وجود ندارد، ولی اختلاف تیمارها با نمونه شاهد و همچنین تأثیر زمان بر اسیدیته کاملاً معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$).

جدول (۲)- تغییرات pH نمونه‌های پنیر طی ٦۰ روز نگهداری

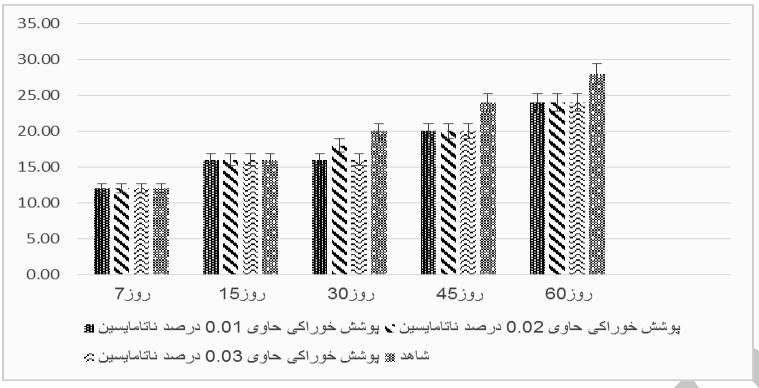
زمان نگهداری (روز)	درصد ناتامایسین در پوشش خوراکی			
	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	شاهد
۳	۵/۸۱±۰/۰۱^{Be}	۵/۸۸±۰/۰۲^{Bf}	۵/۸۱±۰/۰۲^{Bd}	۵/۹٦±۰/۰۲^{Df}
۷	۵/۷۸±۰/۰۱^{Ad}	۵/۸۱±۰/۰۱^{Ae}	۵/۷۷±۰/۰۲^{Ad}	۵/۸۵±۰/۰۱^{Be}
۱۵	۵/۷۹±۰/۰^{Cd}	۵/۷٦±۰/۰۱^{Cd}	۵/۷۰±۰/۰۳^{Ce}	۵/٤۳±۰/۰۲^{Ad}
۳۰	۵/٦۸±۰/۰۱^{Bc}	۵/٦۷±۰/۰۲^{Bc}	۵/٦٥±۰/۰۳^{Bb}	۵/۲۷±۰/۰۲^{Ac}
٤٥	۵/٦٥±۰/۰۳^{Bb}	۵/٦۲±۰/۰۱^{Bb}	۵/٦۱±۰/۰۱^{Bb}	۵/۱۰±۰/۰۱^{Ab}
٦۰	۵/٦۰±۰/۰۱^{Ca}	۵/۵۸±۰/۰۱^{Ba}	۵/۵٥±۰/۰۲^{Ba}	۵/۰۰±۰/۰۱^{Aa}

*حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در طول زمان است.
حروف لاتین بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین تیمارها است.

در نمودار (۱) تغییرات اسیدیته نمونه‌های پنیر در طول دوره رسیدگی نشان داده شده است. اسیدیته در تمامی تیمارها باگذشت زمان افزایش می‌یابد و با نزدیک شدن به انتهای رسیدگی شیب تندتری پیدا کرده است.

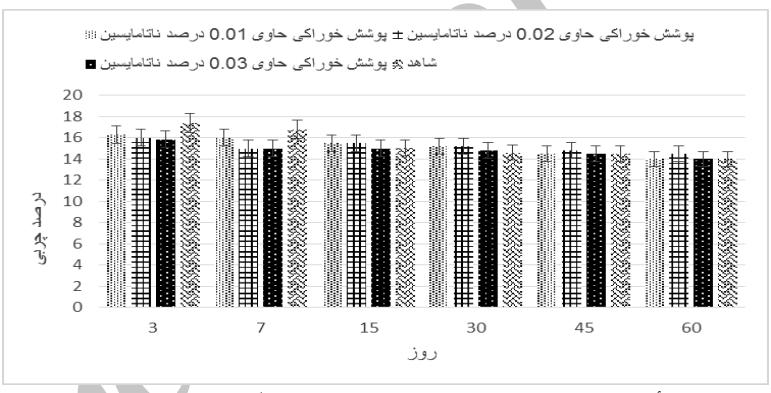
Archive of SID

www.SID.ir



نمودار (۱)- نمودار تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب‌پنیر حاوی ناتامایسین بر اسیدیته پنیر

نتایج تغییرات چربی نمونه‌های پنیر در طول رسیدگی در نمودار (۲) آمده است. بر طبق نتایج تجزیه واریانس نوع تیمار و زمان هر دو تأثیر غیر معنی‌داری بر مقدار چربی تیمارهای پنیر داشتند.



نمودار (۲)- نمودار تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب‌پنیر حاوی ناتامایسین بر چربی پنیر

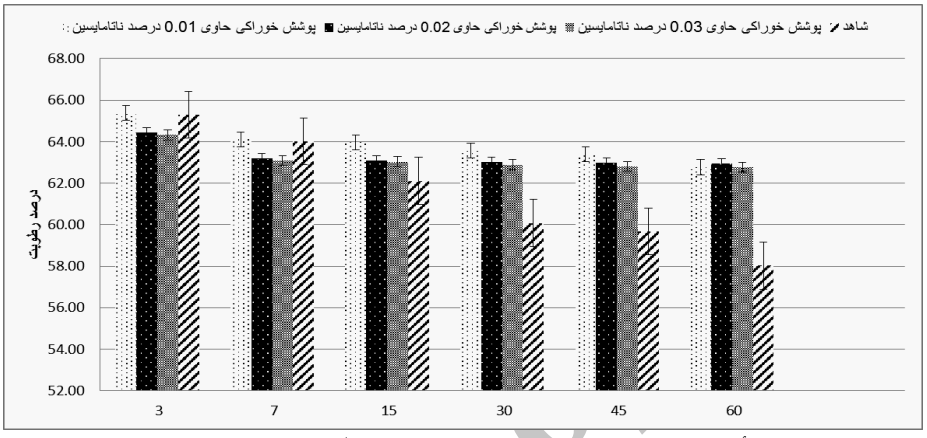
تغییرات درصد نمک نمونه‌های پنیر در طی ٦٠ روز در جدول (۳) آورده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که نوع تیمار بر میزان نمک تأثیر معنی‌داری نداشت. ولی تأثیر زمان معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$).

جدول (۳) - تأثیر پوشش خوراکی حاوی ناتامایسین بر میزان نمک نمونه‌های پنیر طی ٦٠ روز نگهداری

زمان نگهداری (روز)	درصد ناتامایسین در پوشش خوراکی			
	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	شاهد
۷	۵/۱۱±۰/۰۲^{Aa}	۵/۱٦±۰/۰^{Aa}	۵/۱۳±۰/۰۲^{Aa}	۵/۱۵±۰/۰^{Aa}
۱۵	۵/۲۲±۰/۰۹^{Ab}	۵/۲٦±۰/۰۳^{Ab}	۵/۲۳±۰/۰۳^{Ab}	۵/۲۸±۰/۰۷^{Ab}
۳۰	۵/۳۲±۰/۰^{Ac}	۵/۲۹±۰/۰٦^{Ab}	۵/۳۰±۰/۰^{Ac}	۵/۸۹±۰/۰٤^{Bc}
٤٥	۵/۳۹±۰/۰۲^{Ac}	۵/٤۹±۰/۰۲^{Bc}	۵/٤۲±۰/۰۲^{Ad}	٦/۱۵±۰/۰٤^{Cd}
٦۰	۵/٤۸±۰/۰۳^{Ad}	۵/۵۵±۰/۰۳^{Bc}	۵/۵۱±۰/۰۵^{ABe}	٦/۸۳±۰/۱^{Ce}

www.SID.ir

نتایج حاصل از تغییرات رطوبت در طی دوره رسیدگی در شکل (۳) آمده است. براساس نتایج تجزیه واریانس در نمونه پوششی، تأثیر زمان غیر معنی‌دار بود و باگذشت زمان تفاوت معنی‌داری در محتوای رطوبتی در طی ۶۰ روز (البته به‌جز اختلاف ناچیزی در هفته پنجم) مشاهده نشد. این حالت در شاهد دیده نشد و زمان تأثیر معنی‌داری بر محتوای رطوبتی آن داشت به‌طوری‌که کمترین مقدار رطوبت پنیر مربوط به نمونه شاهد در روز ۶۰ بوده است.



شکل (۳)- نمودار تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب‌پنیر حاوی ناتامایسین بر رطوبت پنیر

در نمودار (٤) الف و ب ارزیابی حسی شامل بو، مزه، بافت، رنگ و مقبولیت کلی نمونه‌های پنیر با استفاده از ۱۰ نفر پانلیست نیمه ماهر و به روش هدونیک ۵ نقطه انجام‌شده که نمودار (٤) به‌خوبی ارجح بودن نمونه پوششی را در تمام تیمارها نسبت به نمونه کنترل را نشان می‌دهد.

شکل (٤)- الف) ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر بعد از سه هفته (الف) و شش هفته (ب)

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

عمده مشکل میکروبی پنیر سفید ایرانی با توجه به پاستوریزاسیون شیر، رشد کپک در سطح پنیر می‌باشد؛ که با توجه هوازی بودن آن ها و pH مناسب محصول، در صورت مهار رشد کپک می‌توان ماندگاری این پنیر را به بیش از دو ماه افزایش داد که نقش مهمی در بازارپسندی و صادرات آن دارد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ناتامایسین به همراه پوشش خوراکی تأثیر معنی‌داری بر رشد کپک *پنی‌سیلیوم* دارد. ناتامایسین از طریق اتصال به ارگواسترول و بدون نفوذپذیر کردن غشا پلاسما سبب مهار رشد کپک‌ها و مخمرها می‌شود (Te Welschert *et al.*, 2008, Te Welschert *et al.*, 2010).

نتایج آنالیز اسیدیته نشان داد که بیشترین مقدار افزایش اسیدیته مربوط به نمونه شاهد یا کنترل (بدون ماده نگه دارنده) می باشد که احتمالاً به دلیل رشد میکروارگانیسم‌های تولیدکننده اسید در پنیر می باشد؛ اما در بین نمونه‌های پوشش‌دار ازلحاظ افزایش اسیدیته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اسیدیته تمامی پنیرها در طی رسیدن افزایش می‌یابد که این امر به دلیل حضور باکتری‌های اسیدلاکتیک در شیر می‌باشد و رابطه بین اسیدیته و pH ممکن است تحت تأثیر عواملی نظیر نوع میکروارگانیسم‌ها، اسیدیته داخلی و ظرفیت بافری قرار بگیرد (Salwa, and Galal, 2002).

با گذشت زمان در طی دوره رسیدگی مقدار چربی در هیچ یک از تیمارها تغییر نکرد و مقدار چربی نمونه‌ها نیز باهم اختلاف معنی‌دار نشان نداد. این نتیجه بسیار رضایت بخش است به این معنی که پوشش باعث تغییر محتوای تغذیه‌ای یا حسی محصول نمی‌شود. پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص پنیر Regional با پوشش خوراکی بر پایه ایزوله پروتئین آب‌پنیر (Ramose *et al.*, 2012) نشان داد که مقدار چربی پنیر در طول زمان در تمام تیمارها اعم از پوششی و کنترل ثابت است که با یافته‌های این پژوهش منطبق است. استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی در نوعی پنیر نیمه‌سخت (Kampf and Nussinovitch, 2000) نشان داد که پوشش بر مقدار چربی پنیر بی‌تأثیر است که نتایج این پژوهش را تأئید می‌کند. این در حالی است که در پژوهش دیگر انجام‌شده در خصوص تأثیر پوشش خوراکی بر روی پنیر Kashar (Yilmaz and Dagdemir, 2012) به نتایج مغایری دست یافتند. آن‌ها بیان کردند که نمونه کنترل بالاترین محتوای چربی را دارد که شاید به دلیل ماده خشک بالاتر نمونه کنترل است.

نتایج آنالیز نمک نشان داد که میزان نمک تمام نمونه در طول زمان افزایش نشان داد و در مدت ٦٠ روز به بیشترین مقدار خود رسید. نرخ بالای جذب نمک تا روز ٦٠ به‌دلیل وجود اختلاف غلظت و فشار اسمزی، همچنین در نتیجه خروج آب از دلمه است. بیشترین میزان افزایش نمک با گذشت زمان مربوط به نمونه شاهد (بدون پوشش خوراکی) می باشد که دلیل این امر خروج بیشتر آب از این نمونه نسبت به نمونه‌های پوشش‌دار می باشد. افزودن نمک به پنیر دارای اهداف متفاوتی مانند بهبود عطر، طعم، بافت و رنگ پنیر، ممانعت از رشد و فعالیت باکتری‌های آغازگر و تولید زیاد اسید و تنظیم رطوبت پنیر و غیره می‌باشد. توزیع یکنواخت نمک باعث می‌شود تا رسیدن پنیر در

www.SID.ir

بخش‌های مختلف یکنواخت و هماهنگ باشد (Vinderola and Gueimonde, 2000).

با توجه به نتایج بررسی رطوبت نمونه‌ها، به‌وضوح دیده می‌شود که در تمام نمونه‌ها باگذشت زمان محتوی رطوبتی افت کرده است که این به دلیل مهاجرت پیوسته آب به محیط اطراف است. این پدیده در تیمارهای پوششی به‌صورت کنترل‌شده و به مقدار کمتری در مقایسه با نمونه‌های کنترل رخ می‌دهد که باعث حفظ خواص ارگانولپتیک و بافتی پنیر می‌شود. به بیان دیگر مقدار رطوبت آن در طول ٦٠ روز حدود ١١٪ کاهش یافت. این در حالی است که میزان کاهش رطوبت در نمونه‌های پوششی حداکثر ٣/٩٪ بود. این نتایج به خوبی در مطالعات مشابه دیگر مورد تأیید قرار گرفت (Cerqueira *et al*., 2010; Ramos *et al*., 2012; Yilmaz, and Dagdemir, 2012; Zhong *et al*., 2014). طبق نتایج به‌دست آمده در این مطالعات افت معنی‌داری در محتوای رطوبتی نمونه پوشش داده شده، مشاهده نشد اما از دست دادن رطوبت در نمونه کنترل با گذر زمان معنی‌دار بود.

براساس نتایج ارزیابی حسی، نمونه کنترل پایین‌ترین امتیازات و نمونه پوششی بالاترین امتیازات را توسط ارزیاب‌ها کسب نمود. نمونه کنترل از هفته چهارم فاسد شد؛ بنابراین امتیازدهی به آن براساس احساس چشایی انجام نشد. چون به خاطر فساد پنیر کنترل بو بدی داشت کمترین امتیاز ممکن به آن تعلق گرفت. برطبق نمودار در هفته سوم ارزیابی، برای هر پنج ویژگی امتیاز ۵ (بالاترین امتیاز) به تیمار پوششی اختصاص یافت که این روند در ارزیابی هفته ششم نیز تکرار شد. این نتایج در توافق با یافته‌های دیگر مطالعات است (Cerqueira *et al*., 2010; Ramos *et al*., 2012; Otero *et al*., 2014). این محققان بیان کردند که فرایند پوشش‌دهی در بسیاری از برگ خریدها (بو، مزه، بافت، احساس دهانی و مقبولیت کلی) باعث بهبود خواص حسی پنیر پوششی با غلظت بهینه از فرمولاسیون پوشش در مقایسه با پنیر کنترل شده است.

داده‌های آزمایشی نتایج امیدوارکننده‌ای از کاربرد پوشش در پنیر به‌خصوص با تأثیر چشمگیر بر کاهش جمعیت کپک و مخمر را همراه دارد. پنیر یک محصول غذایی باارزش بالا است که بیشترین سهم فرآوری شیر را به خود اختصاص داده است. افزایش عمر ماندگاری آن از طریق فرایند پوشش‌دهی باعث حفظ ایمنی، کیفیت و خواص ارگانولپتیک می‌شود حتی امکان صادرات آن را فراهم می‌کند ضمن این‌که از ضایع شدن یک محصول باارزش جلوگیری می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- Cerqueira, M.A., Sousa-Gallagher, M.J., Macedo, I., Rodriguez-Aguilera, R., Souza, B.W., Teixeira, J.A., and Vicente, A.A. (2010). Use of galactomannan edible coating application and storage temperature for prolonging shelf-life of "Regional" cheese. Journal of Food Engineering, 97(1): 87-94.
- Di Pierro, P., Sorrentino, A., Mariniello, L., Giosafatto, C.V.L., and Porta, R. (2011). Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. LWT-Food Science and Technology, 44(10): 2324-2327.
- Hesari, J., Ehsani M. R., Khosroshahi A., Ghaemi,N. (2004). Effect of psychrotrophic bacteria and somatic cell count on proteolysis and sensory properties of UF white cheese. Journal of Iranian Food Science and Technology Research, 1(2): 43-54 [In Persian].
- Iranian National Standard Organization (1991). Milk and dairy products, the method for determining total acidity and pH, No 2852 [In Persian].
- Iranian National Standard Organization, (1977). Milk and dairy products cheese test methods, No. 1809 [In Persian].
- Iranian National Standard Organization, (1977). Milk and dairy products, cheese sensory evaluation test method, No. 4938 [In Persian].
- Iranian National Standard Organization, (1968). Milk and dairy products, cheese fat analysis methods, No. 760 [In Persian].
- Jalilzadeh, A., Tunçtürk, Y., and Hesari, J. (2015). Extension shelf life of cheese: a review. international journal of dairy science, 10(2): 44-60.
- Kampf, N., and Nussinovitch, A. (2000). Hydrocolloid coating of cheeses. Food Hydrocolloids, 14(6): 531-537.
- Nychas, G.J.E. , Panagou, E. (2014). Microbiological spoilage of foods and beverages, In: Kilcast, D., and Subramaniam, P. (Eds.). Food and beverage stability and shelf life. Elsevier, pp. 3-28
- Otero, V., Becerril, R., Santos, J. A., Rodríguez-Calleja, J. M., Nerín, C., and García-López, M.-L. (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(0): 296-302.
- PF Fox. (2000). Fundamentals of cheese science. Springer Science & Business Media.
- Pintado, C.M., Ferreira, M.A., and Sousa, I. (2010). Control of pathogenic and spoilage microorganisms from cheese surface by whey protein films containing malic acid, nisin and natamycin. Food Control, 21(3): 240-246.
- Ramos, Ó. 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.
- Ramos, Ó.L., Santos, A.C., Leão, M.V., Pereira, J.O., Silva, S.I., Fernandes, J.C., *et al*., (2012). Antimicrobial activity of edible coatings prepared from whey protein isolate and formulated with various antimicrobial agents. International Dairy Journal, 25(2): 132-141.
- Reps, A., Drychowski, L.J., Tomasik, J., and Winiewska, K. (2002). Natamycin in ripening cheeses. Pakistan Journal of Nutrition, 1(5): 243-247.
- Resa, C.P.O., Jagus, R.J., and Gerschenson, L.N. (2014). Natamycin efficiency for controlling yeast growth in models systems and on cheese surfaces. Food Control, 35(1): 101-108.
- Salwa, A.A., an& Galal, E A. (2002). Effect of milk pretreatment on the keeping quality of Domiati cheese. Pakistan Journal of Nutrition, 1(3): 132-136.
- Te Welscher, Y.M., Hendrik, H., Balagué, M.M., Souza, C.M., Riezman, H., De Kruijff, *et al*., (2008). Natamycin blocks fungal growth by binding specifically to ergosterol without permeabilizing the membrane. Journal of Biological Chemistry, 283(10): 6393-6401.

www.SID.ir

- Te Welscher, Y.M., Jones, L., van Leeuwen, M.R., Dijksterhuis, J., de Kruijff, B., Eitzen, G., *et al*. (2010). Natamycin inhibits vacuole fusion at the priming phase via a specific interaction with ergosterol. Antimicrobial Agents And Chemotherapy, 54(6): 2618-262.
- Var, I., Erginkaya, Z., Güven, M., and Kabak, B. (2006). Effects of antifungal agent and packaging material on microflora of Kashar cheese during storage period. Food Control, 17(2): 132-136.
- Vinderola, C.G., Gueimonde, M., Delgado, T., Reinheimer, J.A., and De Los Reyes-Gavilan, C.G. (2000). Characteristics of carbonated fermented milk and survival of probiotic bacteria. International Dairy Journal, 10(3): 213-220.
- Yilmaz, F., and Dagdemir, E. (2012). The effects of beeswax coating on quality of Kashar cheese during ripening. International Journal of Food Science & Technology, 47(12): 2582-2589.
- Zhong, Y., Cavender, G., & 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): 1-8.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of whey protein-based edible coatings and Natamycin on the quality and shelf life of Iranian white cheese

Omid Ramezani [1], Abbas Jalilzadeh[2*], Javad Hesari[3]

1. M.S.C. student Department of Food science and technology, Maku branch, Islamic Azad University, Maku, Iran
2. Lecturer Department of Food science and technology, Maku branch, Islamic Azad University, Maku, Iran
3. Professor of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran

[*]Corresponding Author's Email: jalilzadeh1387@gmail.com
(Received: 2016/5/22 Accepted: 2016/11/25)

Abstract

Cheese is a good source of protein, vitamins and minerals, especially calcium and phosphorus. Changes in the physical, chemical and microbial properties can affect the shelf life of the product. Therefore, increasing the shelf life of this dairy products is very important. The effect of whey protein concentrate-based edible coatings containing Natamycin (at 0.01, 0.02 and 0.03 percent concentrations) on the shelf life of Iranian white cheese were studied during 60 days. The results showed that the optimized coatings containing 0.03% Natamycin can prevent the growth of *Penicillium chrysogenum* up to 60 days, while different treatments of coatings had not significant effect on organoleptic properties fat, pH, and acidity of the cheese samples. However it resulted in a loss of 11% of the moisture content. It was concluded that whey protein concentrate-based coatings containing Natamycin can extend the shelf life of Iranian white cheese.

Keywords: White Cheese, Edible coating, Whey Protein, Natamycin, Shelf life

Archive of SID

www.SID.ir