Archive of SID

تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب‌پنیر حاوی نیسین روی ماندگاری پنیر سفیدآب‌نمکی

الناز قره محمدلو[1]، عباس جلیل زاده [2*]، جواد حصاری [3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۲- مدیر گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۳- استاد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹٤/۰۸/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۸)

چکیده

ترکیبات مغذی، میزان رطوبت بالا، pH مناسب در سطح، حمل‌ونقل و نگهداری، اغلب باعث شروع و گسترش آلودگی پنیر با میکروارگانیسم‌ها در سطح می‌گردد و زمان ماندگاری محصول را محدود می‌نماید. استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ضدمیکروبی باعث افزایش کیفیت، ایمنی و زمان ماندگاری مواد غذایی ازجمله پنیر شده است. در این پژوهش تأثیر پوشش خوراکی بر پایه WPC همراه نیسین با غلظت‌های IU/mgr ۳۰۰،۲۰۰،۱۰۰ بر روی خصوصیات میکروبی، فیزیکی و شیمیایی پنیر سفیدآب‌نمکی که باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* بر سطح آن تلقیح شده بوده موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پوشش خوراکی حاوی نیسین با غلظت IU/mgr ۳۰۰ توانست تا مدت ۱۵ روز از رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* جلوگیری نماید. پوشش دهی تأثیر معناداری بر روی درصد چربی، نمک، pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر نداشت. پوشش بر پایه WPCبه همراه نیسین توانست افت رطوبت را به میزان ٦٤ درصد کاهش دهد. پوشش‌های مختلف تأثیر معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) بر روی خواص حسی نداشت.

کلید واژگان: پروتئین آب‌پنیر، ماندگاری، پوشش خوراکی، نیسین، *استافیلوکوکوس اورئوس*

*نویسنده مسئول مکاتبات: jalilzadeh1387@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

پنیر سفیدآب‌نمکی یکی از محبوب‌ترین پنیرهای صنعتی است که در کشورهای حوزه مدیترانه، ایران و کشورهای حوزه بالکان تولید می‌شود. مدت‌زمان رسیدن این پنیر ٤٥ تا ۹۰ روز است. این پنیر دارای طعم کمی تیز، اسیدی و نمکی و بافت آن نرم، صاف و خامه‌ای بوده و آن را قابل برش می‌سازد. هیچ حفره گازی در داخل آن وجود ندارد اما وجود شکاف‌های مکانیکی کوچک و نامنظم در آن مطلوب است [٦]. *استافیلوکوکوس اورئوس* می‌تواند در پنیرهای سفیدآب‌نمکی به‌خصوص در حضور مخمرها زنده بماند (حتی در pH پایین و میزان بالای نمک، تحریک متقابل بین مخمرها و استافیلوکوکوس اورئوس مشهود است). مشاهده‌شده است که افزایش مقدار نمک در شیر مورداستفاده برای تولید پنیر دومیاتی[1] می‌تواند باعث تحریک رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* در پنیر شود که احتمالاً به دلیل مهار باکتری‌های اسیدلاکتیک[2] (LAB) توسط محتوای نمک بالا می‌باشد. از طرف دیگر رشد کپک‌ها ازجمله کپک *پنیسیلیوم کریزوژنوم* ازجمله مشکلات پنیر سفید و از دلایل برگشت محصول می‌باشد [۷].

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از مواد خوراکی ساخته می‌شوند که به‌عنوان مانعی در برابر عوامل خارجی (مثل رطوبت، روغن و میکروارگانیسم) هستند و کیفیت ماده غذایی را حفظ می‌کنند [۸]. همچنین پوشش‌های خوراکی می‌توانند به‌عنوان حامل مواد ضدمیکروبی عمل کنند که در تیمار سطح پنیر (محل شروع آلودگی با میکروارگانیسم‌ها) مؤثر می‌باشند [۹]. در بسته‌بندی‌های ضدمیکروبی باید میکروارگانیسم هدف و ترکیبات مواد غذایی در نظر گرفته شوند. ترکیبات ضدمیکروبی بر اساس پارامترهایی مثل طیف فعالیت، نحوه عمل، سرعت رشد و نیز وضعیت فیزیولوژیک میکروارگانیسم هدف انتخاب می‌شوند. ملاحظات بیشتر در انتخاب بسته‌بندی ضدمیکروبی، غلظت ماده ضدمیکروبی موجود در پلیمر است. ازآنجاکه گنجاندن ذراتی که مواد ضدمیکروبی را به ماتریکس پلیمر حمل می‌کنند می‌تواند خصوصیات مکانیکی و ممانعت در برابر گازها و بخارآب را تغییر دهد لذا افزودن این ترکیبات ضدمیکروبی نیازمند مطالعه بیشتر در این زمینه است و برای هر جفت پلیمر-ضدمیکروبی منحصربه‌فرد است [۱۰].

پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر خواص مکانیکی و سد کنندگی بهتری نسبت به پوشش‌های رقیب بر پایه پروتئین (به‌عنوان‌مثال، زئین ذرت، گلوتن گندم و ایزوله پروتئین سویا) یا پوشش‌های بر پایه پلی‌ساکارید (به‌عنوان‌مثال، نشاسته، سلولز، کاراگینان و پکتین) نشان داده‌اند و آن‌ها تا حدودی قابل‌مقایسه با بهترین فیلم‌های پلیمر مصنوعی در بازار می‌باشند [۱۱]. بااین‌حال، ازلحاظ خواص سدکنندگی رطوبت به‌صورت کامل و ویژگی‌های مکانیکی خود از چند محدودیت رنج می‌برند، بنابراین نرم‌کننده‌ها (به‌عنوان‌مثال، سوربیتول یا گلیسرول) به آن اضافه به‌منظور بهبود مقاومت در برابر انتقال رطوبت و همچنین برای جلوگیری از شکنندگی درعین‌حال افزایش انعطاف‌پذیری افزوده می‌شود [۱۲].

نیسین یک پپتید ضد باکتری یا باکتریوسین است که توسط گونه‌های خاصی از باکتری‌های لاکتیک تولید می‌شود. نیسین در مواد غذایی به‌عنوان یک نگهدارنده کاربرد داشته و فعالیت ضدمیکروبی بسیار قوی و مؤثر بر روی انواع باکتری‌های گرم مثبت دارد و در مقابل فاقد تأثیر خاص بر روی انواع گرم منفی است. نیسین نگهدارنده ای بسیار مهم در آن گروه از مواد غذایی به‌حساب می‌آید که پاستوریزه می‌شوند ولی استریلیزه نمی‌گردند چراکه پاستوریزاسیون باعث از بین رفتن باکتری‌های گرم منفی، مخمرها و باکتری‌ها می‌گردد ولی بر روی اسپور باکتری‌ها بی‌اثر است. در مواد غذایی که تحت فرایندهای حرارتی قرار می‌گیرند، افزودن نیسین می‌تواند باعث کاهش شدت فرایند حرارتی شده و درنتیجه خصوصیات حسی و ارزش غذایی را حفاظت نماید [۱۳].

هدف از این تحقیق بررسی اثر پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر و نیسین بر روی ماندگاری پنیر سفید ایرانی بود.

۲- مواد و روش‌ها

شیر تازه از گاوداری‌های ماکو و پنیرمایه قارچی ساخت شرکت سانگیوی کشور ژاپن و بانام تجاری میتو تهیه گردید. کلیه مواد

1. Domiati cheese
2. Lactic Acid Bacteria (LAB)

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی و محیط‌های کشت مورداستفاده با کیفیت مرک[3] آلمان و سیگما با درجه خلوص تجزیه‌ای خریداری شد. سوش میکروبی Staphylococcus *aureus* PTCC112 (معادل *ATCC 6538*) از کلکسیون میکروبی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه گردید. نیسین از شرکت سیگما آلدریچ انگلستان، کنسانتره پروتئین آب‌پنیر با خلوص ۸۰٪ از شرکت آگری مارک خریداری گردید.

تولید پنیر سفید

برای تهیه پنیر سفید، ابتدا شیر تا دمای ٦٣-٦٥ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه گرم شد. پس از خنک کردن شیر تا دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد استارتر تجاری مزوفیل شامل *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *دی استیلاکتیس* تهیه‌شده از شرکت هانسن دانمارک به میزان ۰/۵ درصد اضافه گردید. پس‌ازآنکه pH شیر به ٦/٢-٦/٤ رسید، مایه‌پنیر قارچی (میتو، ژاپن) به مقدار ۰/۰۰۱ درصد (وزنی/ حجمی) پس از حل نمودن آن در آب به شیر افزوده شد. پس از گذشت مدت‌زمان یک ساعت، لخته تشکیل‌شده به قطعات ۲×۲ سانتیمتر برش داده شد و جهت آبگیری به مدت ۳ ساعت تحت فشار وزنه استریل قرار گرفت. سپس در آب‌نمک ١٦ درصد (وزنی/حجمی) استریل به مدت ٢٤ ساعت قرار گرفت. بعدازآن، نمونه‌های پنیر ضمن انتقال به آب‌نمک ۱۰ درصد پاستوریزه، تا ۱۵ روز در دمای ۱۵-۱۲ درجه سانتی‌گراد و پس از طی دوره رسیدن اولیه جهت دوره رسیدن نهایی نمونه‌ها در یخچال به مدت دو ماه در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند [١٤]. خواص کیفی آن هر ۱۵ روز یک‌بار اندازه‌گیری شد.

روش تهیه پوشش خوراکی

برای تهیه پوشش خوراکی بعد از امتحان کردن فرمولاسیون‌های مختلف ازلحاظ چسبندگی، نفوذپذیری به اکسیژن، ویسکوزیته و نفوذپذیری نسبت به بخارآب، ۸ گرم پودر پروتئین آب‌پنیر در ۹۲ میلی‌لیتر آب مقطر ۲ بار تقطیر در یک بشر حل‌شده و در بن ماری تا دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد، بعد به مدت ٤٥ الی ٦٠ دقیقه در این دما نگه‌داشته شد. در مدتی که حرارت می‌بیند به مقدار ۵ گرم گلیسرول (به‌عنوان پلاستی‌سایزر) و ۵ گرم موم (به‌منظور تقویت خاصیت سدکنندگی در برابر آب) اضافه گردید، توین-۸۰ به مقدار ۰/۱۵ گرم (به‌عنوان امولسیفایر) اضافه گردید. بعد از حرارت دهی لازم از بن ماری خارج و در آب یخ قرار داده شد. سپس به مدت ۳ الی ٤ دقیقه توسط دستگاه اولتراتراکس، هموژنیزه گردید (با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه). سپس به فرمولاسیون پوشش نیسین با مقادیر ۳۰۰،۲۰۰،۱۰۰ IU/mgr اضافه گردید. در ادامه پنیرهای تولیدشده بعد از دو روز نگه‌داشتن درآب‌نمک، به روش غوطه‌وری پوشش داده شد و پس از بسته‌بندی در دمای یخچال نگهداری شد. شرایط نگه‌داری نمونه بدون پوشش همانند نمونه‌های پوشش‌دار بود [۱۵].

آزمایش‌های شیمیایی پنیر

اندازه‌گیری pH و اسیدیته مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ [۱]، اندازه‌گیری مقدار نمک در نمونه‌های پنیر با روش موهر مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۰۹ [۲] و میزان چربی پنیر با استفاده از روش ژربر مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷٦۰ [۳] تعیین شد.

درصد رطوبت از طریق خشک‌کردن در آون با دمای ۲±۱۰۵ 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 نیمه ماهر و به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ٤٩٣٨ صورت گرفت [٤].

تلقیح باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*

در داخل فویل آلومینیومی استریل، قالب پنیری که به ارتفاع ۱ سانتی‌متر و طول و عرض ۳ ×۳ سانتی‌متر برش داده‌شده و به اندازه ۱ میلی‌لیتر توسط سمپلر از سوسپانسیون باکتری بر روی ٤ نقطه از قالب پنیر تزریق شد. طوری که سطح قالب پنیر کاملاً پوشش داده و دور آن با فویل آلومینیومی پیچیده تا سطح آن کاملاً خشک شد. پنیر از فویل خارج‌شده و داخل پوشش خوراکی غوطه‌ور شد. این رویه برای تمامی تیمارها (یک نمونه شاهد و ۳ نمونه با درصدهای مختلف نیسین موردنظر) اعمال گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل آماری

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

۳- نتایج

تأثیر پوشش بر شمارش باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*

شکل ۱ شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* را طی ۳۰ روز ذخیره‌سازی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس هم نوع تیمار و هم‌زمان تأثیر معنی‌داری ($P<0.05$) بر شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* دارد. بیشترین میزان رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* مربوط به نمونه شاهد و کمترین آن مربوط به نمونه پوشش‌دار حاوی ۳۰۰ $IU.mgr^{-1}$ بود. در غیاب نیسین باکتری سریعاً رشد یافته و به مقدار ماکزیمم می‌رسد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نیسین می‌تواند فعالیت ضدمیکروبی بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* داشته باشد. البته غلظت پایین نیسین بر روی جمعیت میکروبی *استافیلوکوکوس اورئوس* ندارد. پوشش‌های حاوی نیسین با غلظت بالا، هم می‌تواند جمعیت میکروبی را کاهش دهد و هم می‌تواند فاز lag آن را به تأخیر بیاندازد [۲۵]. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از تحقیقات انجام‌شده توسط فلیکیو و همکاران همخوانی دارد [۱۶]. نتیجه دیگری که از این پژوهش حاصل شد این است که استفاده از پوشش‌های حاوی نیسین نسبت به استفاده نیسین آزاد نتایج بهتری به دنبال دارد. در پژوهش‌های انجام‌شده استفاده از نیسین در غلظت ۵۰۰ $IU.mgr^{-1}$ نتایج مشابه با این پژوهش داشته است.

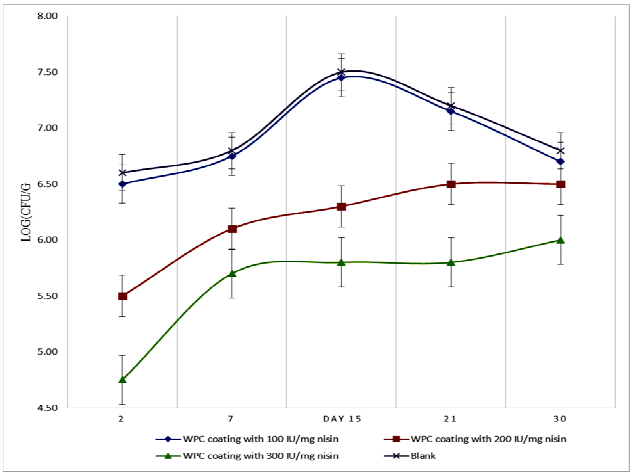

Fig 1 Effect of WPC based edible coating containing nisin on *Staphylococcus aureus* count during 30 days

تأثیر پوشش خوراکی بر pH پنیر

نمودار ۲ تأثیر پوشش‌های مختلف را بر روی pH پنیر در طول ۶۰ روز نگهداری نشان می‌دهد. pH تمام نمونه‌ها باگذشت ۶۰ روز کاهش یافت به‌طوری‌که در هفته اول بیشترین کاهش pH و در ۱۵ روز آخر کمترین pH مشاهده شد. بیشترین مقدار کاهش مربوط به نمونه کنترل یا بدون پوشش بود. این امر می‌تواند به دلیل خروج رطوبت بیشتر از نمونه شاهد باشد. نتایج حاصل از انجام آنالیز واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P<0.05$) اما افت pH نمونه باگذشت زمان معنی‌دار می‌باشد ($P>0.05$). نتایج تحقیق راموس و همکاران [۱۲] در توافق با نتایج این پژوهش است. آن‌ها پوشش بر پایه ایزوله پروتئین آب‌پنیر را در نوعی پنیر نیمه‌سخت در کشور پرتغال به کاربردند. در کار این محققان نیز pH در تمام نمونه‌ها اعم از پوششی و کنترل کاهش یافت اگرچه اختلاف معنی‌داری بین نمونه پوششی و کنترل نبود. بیان شد که این کاهش به دلیل فعالیت *باکتری‌های اسیدلاکتیک* بومی است که لاکتوز را به لاکتات متابولیزه می‌کند و منجر به تولید اسید خواهد شد [۱۲].

www.SID.ir

Archive of SID

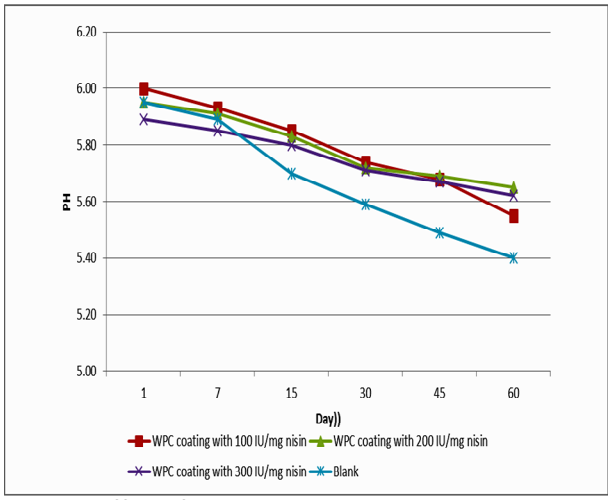

Fig 2 Effect of WPC based edible coating containing nisin on pH of cheese during 60 days ripening

تأثیر پوشش دهی بر اسیدیته

تغییرات اسیدیته پنیر در طول دوره رسیدگی شکل ٣ نشان داده‌شده است. اسیدیته باگذشت زمان افزایش می‌یابد و با نزدیک شدن به انتها رسیدگی شیب تندتری دارد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر زمان بر اسیدیته معنی‌دار ($P < ٠/٠٥$) اما نوع تیمار غیر معنی‌دار ($P > ٠/٠٥$) است. بیشترین مقدار اسیدیته در روز ٦٠ و کمترین آن در هفته اول بود. ییلماز و داغدمیر [١٧] نیز به نتایج مشابه با دیپریو و همکاران [٢٤] دست یافتند. بر اساس ارزیابی آن‌ها اسیدیته به‌طور خطی در همه تیمارها (کنترل و پوششی با موم) افزایش می‌یابد که احتمالاً به خاطر انباشتگی محصولات تجزیه‌ای لاکتوز مثل اسیدلاکتیک و سایر اسیدهای فرار است. در مطالعه این افراد افزایش اسیدیته در پنیر Kashar پوشش شده با موم بالاتر بود درحالی‌که در نمونه کنترل ثابت بود. در پایان مرحله رسیدن پنیر کاشار، مقدار اسیدیته تمام نمونه‌ها تقریباً به مقدار یکسانی رسید.

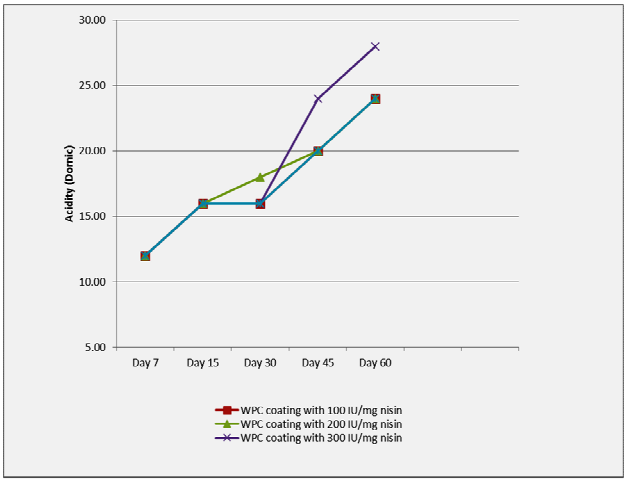

Fig 3 Effect of WPC based edible coating containing nisin on acidity of cheese during 60 days ripening

تأثیر پوشش دهی بر میزان نمک

با توجه به نمودار ٤ ملاحظه می‌گردد کـه اسـتفاده از نیـسین در غلظت‌های متفاوت در سطح احتمال ٥٪ تأثیر معنی‌داری بر روی درصد نمک نداشت. مشاهده می‌گردد که درصد نمک در تمـامی نمونه‌های پنیر افزایش‌یافتـه اسـت. اسـتفاده از پوشـش خـوراکی باعث کند شدن افزایش میزان نمک در طول مدت نگه‌داری پنیـر می‌شود درحالی‌که در پنیرهای بدون پوشش نمک باگذشت زمان افزایش می‌یابد. این امر می‌تواند به علـت کـاهش سـرعت نفـوذ نمک از آب‌نمک به نمونه‌های پوشش‌دار باشد. مقدار نمک نقـش مهمی در بازارپسندی، طعم، بافـت و جلـوگیری از رشـد برخـی میکروارگانیسم‌های نامطلوب دارد. همچنین نمک بـا کـاهش آب آزاد پنیر و متعاقب آن کاهش فعالیت آبـی باعـث افـزایش زمـان ماندگاری می‌شود. عدم تأثیر پوشش بر میزان نمک نتیجـه بـسیار امیدوارکننده‌ای است به این مفهوم کـه نمـک حتـی در پنیرهـای پوششی می‌تواند نقش مؤثری در طعم و ماندگاری ایفا کند. نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقـات انجـام‌شـده توسـط نطـاق و همکاران همخوانی دارد [٥].

www.SID.ir

Archive of SID

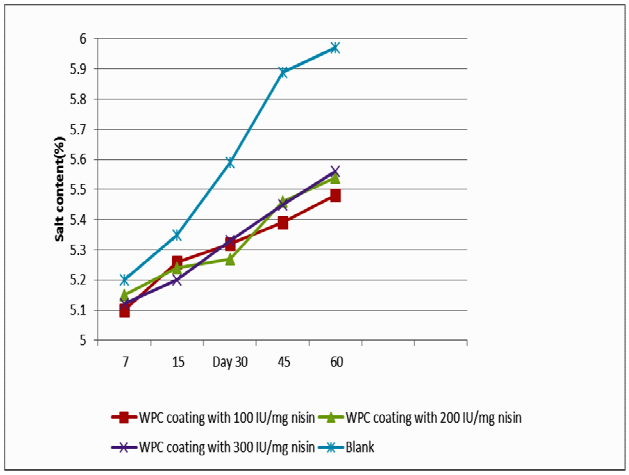

Fig 4 Effect of WPC based edible coating containing nisin on salt content of cheese during 60 days ripening

تأثیر پوشش دهی بر روی رطوبت

نتایج حاصل از تغییرات رطوبت در طی دوره رسیدگی در نمودار ۵ آمده است. در تمام نمونه‌ها باگذشت زمان محتوای رطوبت افت کرده است که این به دلیل مهاجرت پیوسته آب به محیط اطراف است. این پدیده در تیمار پوششی به‌صورت کنترل‌شده و به مقدار کمتری در مقایسه با نمونه‌های کنترل رخ می‌دهد که باعث حفظ خواص حسی و بافتی پنیر می‌شود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس در نمونه پوششی، تأثیر زمان غیر معنی‌دار (۰/۰۵ > P) است به‌طوری‌که باگذشت زمان تفاوت معنی‌داری در محتوای رطوبتی نمونه‌های پوشش‌دار در طی ٦٠ روز نگهداری (البته به‌جز اختلاف ناچیزی در هفته اول) مشاهده نشد. حداکثر کاهش رطوبت در نمونه‌های پوشش‌دار حدود ۲/۵ درصد بوده است. همین وضعیت در تیمار کنترل صادق نبود و زمان تأثیر معنی‌داری بر محتوای رطوبتی آن داشت. به‌بیان‌دیگر مقدار رطوبت آن در طول زمان تقریباً کاهش یافت مقدار کاهش رطوبت این نمونه در حدود ۸,٤٥٪ است. این نتایج به‌خوبی توسط ژانگ و همکاران [۱۸]، یلماز و دادمیر [۱۷]، سرکوئرا و همکاران [۱۹] و راموس و همکاران [۱۲] تائید می‌شود. آن‌ها بیان کردند افت معنی‌داری در محتوای رطوبتی نمونه پوششی مشاهده نشد اما از دست دادن رطوبت در نمونه کنترل با گذر زمان معنی‌دار است. در تمامی پنیرها میزان رطوبت در طی نگهداری کاهش می‌یابد. این امر شاید به دلیل تجزیه پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد [۲۰].

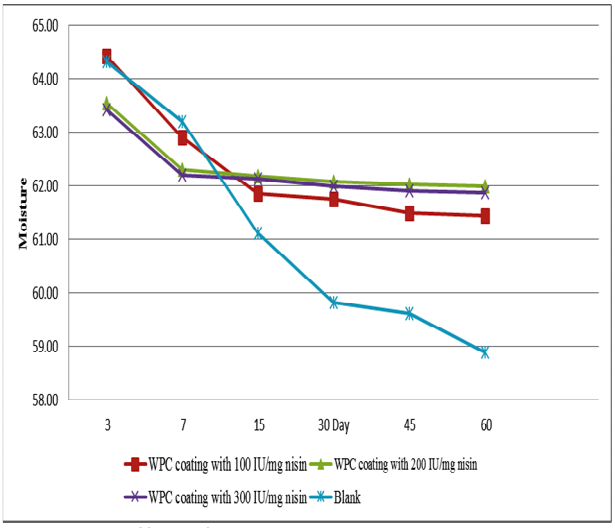

Fig 5 Effect of WPC based edible coating containing nisin on moisture content of cheese during 60 days ripening

تأثیر پوشش دهی بر روی چربی

توجه به نمودار ٦ ملاحظه می‌گردد که درصد چربی پنیر در طول زمان سیر کاهشی را دارا می‌باشد که عمده‌ی علت این رویداد جذب رطوبت (از روز ۳ به بعد) و نمک (خصوصاً روز اول که نمونه‌های در آب‌نمک ١٦٪ قرار داشت) می‌باشند که نسبت‌های اجزا را در پنیر در مقایسه باحالت گذشته تغییر می‌دهند.

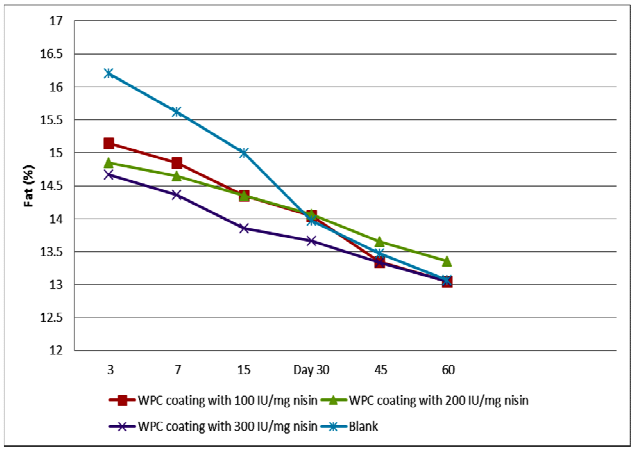

Fig 6 Effect of WPC based edible coating containing nisin on fat content of cheese during 60 days ripening

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی حسی

درشکل‌های ۷ (الف و ب) ارزیابی حسی شامل بو، مزه، بافت، رنگ و مقبولیت کلی نمونه‌های پنیر با استفاده از ۱۰ نفر تست پانل نیمه ماهر و به روش هدونیک ۵ نقطه انجام‌شده که نمودار به‌خوبی ارجح بودن نمونه پوششی را در تمام فاکتورها نسبت به نمونه کنترل به‌خصوص کنترل (۱) نشان می‌دهد.

این نتایج در توافق با یافته‌های کونته و همکاران [۲۱]، راموس و همکاران [۱۲]، سرکوئرا و همکاران [۱۹]، دلنوبایل و همکاران [۲۲] و اوتئرو و همکاران [۲۳] است. این محققان بیان کردند که فرایند پوشش‌دهی در بسیاری از فاکتورها (بو، مزه، بافت، احساس دهانی و مقبولیت کلی) باعث بهبود خواص حسی پنیر پوششی با غلظت بهینه از فرمولاسیون پوشش در مقایسه با پنیر کنترل‌شده است.

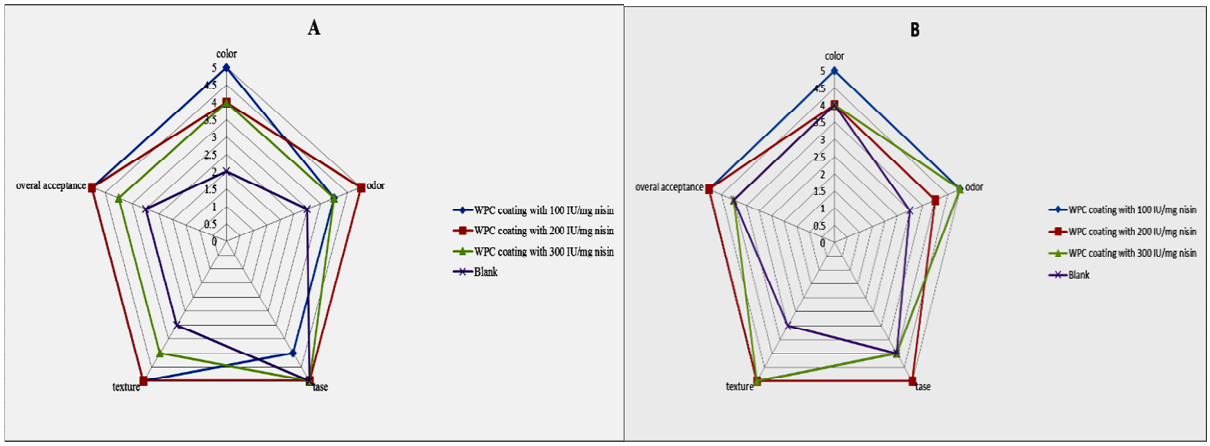

Fig 6 Effect of WPC based edible coating containing nisin on organoleptic properties f chees (A: after 3 weeks, B: after six weeks)

۳- نتیجه‌گیری کلی

پنیر یک محصول غذایی باارزش بالا است که بیشترین سهم فرآوری شیر را به خود اختصاص داده است. افزایش ماندگاری آن از طریق فرایند پوشش‌دهی باعث حفظ ایمنی، کیفیت و خواص حسی می‌شود حتی امکان صادرات آن را فراهم می‌کند ضمن اینکه از ضایع شدن یک محصول باارزش جلوگیری می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که استفاده از پوشش‌های خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب‌پنیر حاوی نیسین برای پنیر سفید ایرانی می‌تواند رشد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* را تا ۱۵ روز کُند نموده و از این طریق ماندگاری آن را افزایش دهد. پوشش خوراکی بر پایه WPC تأثیر معنی‌داری بر pH، اسیدیته، چربی و میزان نمک پنیر نداشت، اما توانست کاهش رطوبت را در پنیر سفید آب‌نمکی تا ٦٤ درصد کاهش دهد که نتایج امیدوارکننده‌ای است. پوشش خوراکی به همراه ماده ضدمیکروبی توانست خواص حسی پنیر را بهبود بخشد. با انجام تحقیقات بیشتر می‌توان امکان حذف آب‌نمک را نیز موردبررسی و ارزیابی قرار داد.

٤- منابع و مأخذ

[1] Iranian national standard organization, 1991. Milk and dairy products, the method for determining total acidity and pH, No 2852.

[2] Iranian national standard organization, 1977. Milk and dairy products cheese test methods, No. 1809.

[3] Iranian national standard organization, 1968. Milk and dairy products, cheese fat analysis methods, No 760.

[4] Iranian national standard organization, 1977. Milk and dairy products, cheese sensory evaluation test method, No. 4938.

[5] Nattag, S., Hesari, j., Peygambardoost, H., Rezaii Mokarram, R., Jafarzadeh Malmiri, H., 2014. Optimization of chitosan edible coatings formulations containing Natamycin to increase the shelf life of UF cheese. 22th National food science and technology congress, Gorgan, Iran.

[6] Hayaloglu, A.A., Ozer, B.H. and Fox, P.F., 2008. Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. Dairy Science & Technology, 88(2), pp.225-244.

www.SID.ir

Archive of SID

[7] Ozer, B.H., 1999. Microflora of white-brined cheeses. Encyclopedia of food microbiology, pp.397-402.

[8] Martínez-Rodríguez, Y., Acosta-Muñiz, C., Olivas, G.I., Guerrero-Beltrán, J., Rodrigo-Aliaga, D. and Sepúlveda, D.R., 2012. High hydrostatic pressure processing of cheese. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 11(4), pp.399-416.

[9] Jafarizadeh, M. H., Ghaz Jahanian M.A., and Berenjian A., 2012. Potential Applications of Chitosan Nanoparticles as Novel Support in Enzyme Immobilization. American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 8 (4), 203-219.

[10] Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Rezaei, K. and Safari, M., 2009. Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. Food chemistry, 112(3), pp.539-544.

[11] Ramos, Ó.L., Fernandes, J.C., Silva, S.I., Pintado, M.E. and Malcata, F.X., 2012. Edible films and coatings from whey proteins: a review on formulation, and on mechanical and bioactive properties. Critical reviews in food science and nutrition, 52(6), pp.533-552.

[12] Ramos, Ó.L., Pereira, J.O., Silva, S.I., Fernandes, J.C., Franco, M.I., Lopes-da-Silva, J.A., Pintado, M.E. and Malcata, F.X., 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), pp.6282-6292.

[13] Hansen, J.N. and Sandine, W.E., 1994. Nisin as a model food preservative. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 34(1), pp.69-93.

[14] Hesari, J., Ehsani, M., Khosroshahi, A.A. and Ghaemi, N., 2005. Effect of psychrotrophic bacteria and somatic cell count on proteolysis and sensory properties of white cheese. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology, pp. 1-12.

[15] Ramos, Ó.L., Fernandes, J.C., Silva, S.I., Pintado, M.E. and Malcata, F.X., 2012. Edible films and coatings from whey proteins: a review on formulation, and on mechanical and bioactive properties. Critical reviews in food science and nutrition, 52(6), pp.533-552.

[16] Felicio, T.L., Esmerino, E.A., Cruz, A.G., Nogueira, L.C., Raices, R.S.L., Deliza, R., Bolini, H.M.A. and Pollonio, M.A.R., 2013. Cheese. What is its contribution to the sodium intake of Brazilians?. Appetite, 66, pp.84-88.

[17] 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), pp.2582-2589.

[18] Zhang, Y., Rempel, C. and McLaren, D., 2014. Edible coating and film materials: Carbohydrates. Innovations in Food Packaging, pp.305-323.

[19] 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), pp.87-94.

[20] Zaki, M.H., Metwally, N.H., Gewaily, E.M. and El-Koussy, L.A., 1975. Domiati cheese stored at room temperature as affected by heat treatment of milk and different salting levels. Agricultural research review.

[21] Conte, A., Gammariello, D., Di Giulio, S., Attanasio, M. and Del Nobile, M.A., 2009. Active coating and modified-atmosphere packaging to extend the shelf life of Fior di Latte cheese. Journal of dairy science, 92(3), pp.887-894.

[22] Del Nobile, M.A., Gammariello, D., Conte, A. and Attanasio, M., 2009. A combination of chitosan, coating and modified atmosphere packaging for prolonging Fior di latte cheese shelf life. Carbohydrate polymers, 78(1), pp.151-156.

[23] 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, pp.296-302.

[24] 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), pp.2324-2327.

[25] Pinto, M.S., de Carvalho, A.F., dos Santos Pires, A.C., Souza, A.A.C., da Silva, P.H.F., Sobral, D., de Paula, J.C.J. and de Lima Santos, A., 2011. The effects of nisin on Staphylococcus aureus count and the physicochemical properties of Traditional Minas Serro cheese. International dairy journal, 21(2), pp.90-96.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of WPC-Based Edible Coatings Containing Nisin on White-Brined Cheese Shelf Life

Gare Mohammadloo, E. [1], Jalilzadeh, A. [2*], Hesari, J. [3]

1,2. Department of Food Science, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran.

3. Department of food science and technology, Agriculture Faculty, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: 2015/11/17 Accepted: 2016/04/16)

Nutrients, high moisture content, appropriate pH at surface, transportation and maintenance, often prompt contamination and growth of microorganisms on the surface of the cheese and limit shelf life of the product. The use of edible films and coatings containing antimicrobial agents can increase the quality, safety and shelf life of foods such as cheese. The effect of WPC-based edible coatings nisin at concentrations 100, 200, 300 IU/mgr on microbial, physical and chemical characteristics of white brined cheese which its surface inoculated with *Staphylococcus aureus* were investigated. Results showed that edible coating containing nisin at 300 IU/mgr concentration was able to prevent the growth of *Staphylococcus aureus* for 15 days. Coating had not a significant effect on fat content, salt, pH and acidity of cheese samples. WPC coating with an antimicrobial coating diminished about 64 percent moisture loss. Different coatings did have a significant effect on the organoleptic properties of cheese ($p<0.05$).

Key words: Whey protein, Shelf life, Edible coating, Nisin, *Staphylococcus aureus*

* Corresponding Author E-Mail Address: jalilzadeh1387@yahoo.com

www.SID.ir