مقاله علمی – پژوهشی:

تهیه پخشینه رژیمی با استفاده از پکتین و ژلاتین حاصل از پوست کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و ارزیابی آن طی پنج هفته نگهداری در یخچال

سیدحسن جلیلی*[۱]، مینا سیف‌زاده[۱]

* jalilish@yahoo.com

۱- مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران.

تاریخ دریافت: آذر ۱٤۰۰ تاریخ پذیرش: دی ۱٤۰۰

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین امکان تولید پخشینه رژیمی با استفاده از ژلاتین حاصل از پوست کپور نقره‌ای پرورشی و پکتین و مقایسه اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین و پکتین بر کیفیت رنگ پخشینه کم چرب، تغییرات شیمیایی و میکروبی طی نگهداری در یخچال انجام شد. شش تیمار با غلظت‌ها و نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین تهیه شد. آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی شامل اسیدیته، pH، شمارش کلی باکتری‌ها، باکتری‌های سرمادوست، استافیلوکوکوس اورئوس و کپک و مخمر و تعیین عمر ماندگاری در دمای یخچال بود. اسیدیته و pH اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف نشان ندادند. تیمارهای آزمایشی به مدت ۴ هفته از ویژگی رنگ و میکروبی قابل پذیرش برخوردار بودند. اسیدیته و ویژگی‌های میکروبی بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. بین تیمارهای آزمایشی از نظر رنگ نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. نتایج نشان داد که ژلاتین اسیدی استحصالی از پوست کپور نقره‌ای می‌تواند در ترکیب با پکتین، امکان تولید پخشینه رژیمی را فراهم نماید. مقدار ۴ درصد ژلاتین ماهی و پکتین، به نسبت مساوی، برای تولید پخشینه کم‌چرب پیشنهاد می‌شود.

لغات کلیدی: پخشینه رژیمی، ژلاتین پوست کپور نقره‌ای، پکتین، عمر ماندگاری

*نویسنده مسئول

مقدمه

استفاده حداکثری از آبزیان و پسماند فرآوری آنها هدفی است که بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی جهان در بخش صنایع شیلاتی خود از سال‌ها قبل دنبال می‌کنند. برای بالا بردن تولیدات شیلاتی و افزایش درآمد، باید راه‌های دیگری را به‌جز افزایش میزان صید جستجو کرد. به طور معمول، بیش از نیمی از وزن تولیدات آبزیان را زائدات یا باقی‌مانده مواد خام (پوست، سر، احشا، استخوان و باله‌ها) تشکیل می‌دهد. این مقدار در کشور ما با توجه به آمارهای موجود تولیدات آبزیان، از لحاظ وزنی بیش از ۵۵۰ هزار تُن در سال است که حدود ۱۰-۸ درصد آن را پوست و استخوان تشکیل می‌دهد (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از راه‌های استفاده از پوست ماهی که به طور عمده از پروتئین‌های بافت همبند تشکیل یافته، تولید ژلاتین می‌باشد. با استخراج ژلاتین می‌توان بهره‌وری را افزایش داد و موجبات رونق هرچه بیشتر اقتصاد شیلاتی کشور را فراهم نمود. برای صنعتی شدن تولید ژلاتین آبزیان باید استفاده از آن را در صنایع بالادست مورد توجه قرار داد که از آن جمله در تهیه کره رژیمی یا پخشینه کم چرب می‌باشد (Cheng *et al*., 2007).

ژلاتین مادهٔ پروتئینی، کلوئیدی و قدیمی‌ترین ماکرو مولکولی است که از هیدرولیز کلاژن موجود در پوست، استخوان و بافت پیوندی حیوانات از جمله دام، طیور و آبزیان به‌دست می‌آید. کلاژن بخش اصلی بافت پیوندی است که قسمت اعظم پروتئین‌های پوست، رگ‌ها، بافت‌های پیوندی و پروتئین‌های استخوان و غضروف را تشکیل می‌دهد. این مواد در آب جوش و بخار آب گرم حل می‌شوند و تولید ژلاتین می‌کنند (Franz, 2020).

ژلاتین در صنایع غذایی به طور گسترده در تهیه مارمالادها، ژله‌ها، شیرینی‌ها، بستنی‌ها و ... به‌کار می‌رود که به آسانی در بدن جذب شده و به هضم سایر مواد غذایی از طریق تشکیل امولسیون با چربی‌ها و پروتئین‌ها کمک می‌کند. همچنین ژلاتین به عنوان عامل شفاف‌کننده در نوشیدنی‌ها و آب‌میوه‌ها به‌کار می‌رود. ژلاتین با کاهش کالری در مادهٔ غذایی به منظور افزایش سطح پروتئین به‌خصوص در غذاهای ورزشکاران و بدن‌سازان توصیه می‌شود. به‌علاوه، ژلاتین در کاهش کربوهیدرات در غذاهای فرموله شده برای بیماران دیابتی نقش ایفاء می‌کند (جلیلی و حسینی شکرابی، ۱۳۹۴). تقاضای جهانی برای ژلاتین طی سال‌های اخیر افزایش داشته است. گزارش‌های اخیر نشان می‌دهند که استخراج سالانهٔ ژلاتین نزدیک به ۳۲۶ هزار تن می‌باشد که از این مقدار ۴۶ درصد از پوست خوک، ۲۹/۴ درصد از پوست گاو و گوسفند، ۲۳/۱ درصد از استخوان‌ها و ۱/۵ درصد از سایر منابع تولید می‌شود (Shapardanis *et al*., 2014). بازده استخراج ژلاتین از ماهی، کمتر از ژلاتین استخراجی از پستانداران بوده و تقریباً ۱۹-۶ درصد می‌باشد. گرچه ژلاتین مصرفی در جهان، کاربردهای وسیع و مختلفی دارد، اما هشدارهای جدی در برابر مصرف ژلاتین وجود دارد (Meshref, 2010). این امر به طور عمده به دلیل تمایلات مذهبی (اسلام، یهودیت و هندوها) و نیز تبعیت شدید از گیاه‌خواری در سراسر جهان می‌باشد. به‌علاوه، هشدارهای محققان در حال افزایش است که عوامل بیماری‌زا قابل انتقال هستند (Honfo *et al*., 2014). علاوه بر موارد مذکور، برای مصرف ژلاتین ماهی به جای ژلاتین پستانداران، می‌توان به طور ویژه به کیفیت آن مانند نقطهٔ ذوب پایین‌تر و ذوب سریع در دهان بدون هیچ‌گونه باقی‌مانده جویدنی اشاره نمود که مزیت استفاده از آن را دو چندان می‌کند. هرچند ژلاتین از سال ۱۹۵۰ میلادی مورد مطالعه قرار گرفته، اما در سال‌های اخیر مطالعات در مورد استخراج ژلاتین از ماهی آغاز گردیده است به‌طوری‌که ژلاتین ماهی در مرحلهٔ ابتدایی خود سالانه حدود یک درصد از تولید کل ژلاتین جهان را شامل می‌شود. افزایش گرایش و تحقیقات در این خصوص مستقیماً با ظهور بیماری جنون گاوی در اروپا مرتبط است. در عین حال، به علت قوام و چسبندگی پایین (به‌ویژه برای ژلاتین آبزیان) و قیمت نسبتاً بالای ژلاتین، استفاده همزمان ترکیبی از ژلاتین ماهی و هیدروکلوئید دیگری با خواص رئولوژیک مناسب و ارزان‌قیمت مانند پکتین الزامی به‌نظر می‌رسد. پکتین مولکول قندی پیچیده‌ای است که از واحدهای اسیدی تشکیل یافته است و در دیوارهٔ سلولی گیاهان وجود دارد. این ترکیب روزانه به

مقدار ۵ – ۴ گرم از طریق برنامه غذایی مصرف می‌شود. مادهٔ خام اصلی برای تهیهٔ آن، پوست میوه‌های جنس سیتروس (مرکبات) است و جزء اصلی قسمت سفید و اسفنجی داخل پوست میوه محسوب می‌شود. علاوه‌براین، پکتین عامل قوام‌دهنده و ژل‌کننده اقتصادی است که اخیراً مشخص شده است که خواص امولسیون‌کنندگی نیز نشان می‌دهد. بنابراین، می‌تواند جایگزین احتمالی برای ژلاتین باشد (جلیلی و حسینی‌شکرابی، ۱۳۹۴).

فرآورده‌های کم چرب با میزان چربی کمتر از ۴۰ درصد، جاذبه بازاری بسیار مناسبی یافته و در کانون توجه تولیدکنندگان مواد غذایی قرار گرفته‌اند. پخشینه‌ها (اسپریدها)، فرآورده‌های نسبتاً غنی از چربی هستند که به صورت امولسیون آب در چربی شیر بوده و میزان چربی آنها به‌طوری کاهش یافته است که به فرآورده‌های مزبور، انعطاف و قابلیت پخش‌پذیری بیشتری می‌دهد. این محصولات در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به لحاظ فیزیکی جامد هستند (Ahmed *et al*., 2016).

ژلاتین ترکیبی پروتئینی با ارزش افزوده بالاست که از زائدات شیلات با روش‌های شیمیایی متداول به‌دست می‌آید. با توجه به زائدات فراوان و ارزان‌قیمت کپور ماهیان، تولید ژلاتین از آنها هزینه زیادی در بر ندارد و به‌نظر می‌رسد استخراج ژلاتین از زائدات کپور ماهیان از بازده اقتصادی برخوردار بوده و مقرون به صرفه باشد. از این‌رو، مطالعه حاضر با اهداف تعیین امکان تولید پخشینه رژیمی (کم‌چرب) با استفاده از ژلاتین استخراجی از پوست ماهی کپور نقره‌ای پرورشی و پکتین، مقایسه اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین استحصالی و پکتین بر کیفیت حسی پخشینه کم‌چرب، تعیین ترکیبات تقریبی، ارزیابی تغییرات شیمیایی (اسیدیته، فیزیکی مانند pH) و میکروبی (تعداد کلی باکتری‌ها، باکتری‌های سرمادوست، استافیلوکوکوس اورئوس و کپک و مخمر) و تعیین عمر ماندگاری در دمای یخچال انجام شد.

مواد و روش کار

تولید ژلاتین

استخراج ژلاتین از پوست ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmicthys molitrix*) به روش جلیلی (۱۳۸۳) صورت گرفت. پخشینه کم‌چرب بر پایهٔ ژلاتین ماهی و پکتین تهیه گردید (Cheng *et al*., 2007). بدین‌ترتیب، زائدات پوست و استخوان حاصل از دستگاه استخوان‌گیر در اسید کلریدریک به نسبت ۲ به ۱ (حجمی/وزنی) از اسید به پوست، مخلوط شده و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس برای مدت ۹۰ دقیقه قرار داده شد. سپس عمل خنثی‌سازی تا pH حدود ۶- ۵/۵ با افزودن پودر بی‌کربنات سدیم صورت گرفت. جهت استخراج ژلاتین، نمونه‌های خنثی شده به مدت یک ساعت در اتوکلاو با درجه حرارت ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس قرار داده شد. پس از خروج از اتوکلاو در حالت نسبتاً داغ، با استفاده از الک با مش ۴۰، پوست‌های باقی‌مانده از فاز مایع جدا گردید. جهت شفاف‌سازی و صاف کردن فاز مایع از سانتریفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. در مرحلهٔ نهایی نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تغلیظ و خشک شده، به صورت ورقه‌های نازک شکننده ژلاتین، به رنگ زرد روشن و شفاف تبدیل و به‌وسیله آسیاب خانگی به پودر نرم تبدیل شدند. پکتین پوست مرکبات مارک سیگما آلدریچ استفاده شد.

تیمارهای مطالعه

برای تهیه پخشینه ۶ تیمار در ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تیمارها با استفاده از نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی و پکتین، شامل T1: نسبت ۱: ۱ از پکتین و ژلاتین ماهی، T2: پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۲: ۱، T3: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۲، T4: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۴، T5: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۳: ۳ و : T6نسبت پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۶: ۳ درصد بودند. کره گیاهی تجاری موجود در بازار به عنوان شاهد استفاده شد.

تولید کره

مواد مورد استفاده برای ساختن فاز آبی، شامل پودر شیر بدون چربی (۱ درصد)، ژلاتین ماهی (به نسبت ۱، ۲ و ۳ درصد)، پکتین (درجهٔ استری ۶۹-۶۶٪) (به نسبت ۱ و ۲ وزنی نسبت به ژلاتین در هر تیمار)، کلرید سدیم (خوراکی) (۱ درصد) و سوربات پتاسیم (۰/۱ درصد) بوده است. به عنوان فاز چربی (۳۰ درصد وزنی)، از مارگارین تجاری آماده موجود در بازار (اطلس طلایی) استفاده گردید. برای تولید پخشینه، فاز آبی به آرامی به فاز چربی افزوده شده و با مخلوط‌کن با سرعت پائین به مدت ۱۰ دقیقه و سپس با سرعت بالا به مدت ۵ دقیقه همگن گردید. پخشینه تهیه شده در مقادیر ۲۵ گرمی به روش هوازی بسته‌بندی شد. بسته‌ها برای تعیین ماندگاری در دمای یخچال نگهداری گردیدند.

انجام آزمایش‌ها

برای بررسی کیفیت نمونه‌ها آزمایش‌های اسیدیته، pH، حسی (رنگ) و میکروبی در نظر گرفته شد که نمونه‌برداری به صورت هفتگی و به مدت ۵ هفته انجام گرفت.

رنگ: این شاخص را ۱۵ ارزیاب زن و مرد در گروه سنی ۴۰-۳۰ سال ارزیابی کردند. درجه مقبولیت در دامنه ۹-۱ امتیازبندی شد به‌طوری‌که امتیاز ۹ (بی نهایت خوشایند)، ۸ (خیلی خوشایند)، ۷ (خوشایند)، ۶ (کمی خوشایند)، ۵ (نه خوشایند و نه ناخوشایند)، ۴ (کمی ناخوشایند)، ۳ (ناخوشایند)، ۲ (خیلی ناخوشایند) و ۱ (بی نهایت ناخوشایند) بود (Watts *et al.*,1989).

اسیدیته: این عامل به روش تیتراسیون با استفاده از سود یک دهم نرمال و فنل فتالئین به عنوان معرف (استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، ۱۳۶۶) تعیین شد.

pH: این عامل به روش الکترومتریک و با استفاده از pH متر روی ۵ گرم نمونه (استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، ۱۳۶۶) اندازه‌گیری شد.

آزمایش‌های میکروبی: ارزیابی کیفیت میکروبی نمونه‌ها شامل تعداد کلی باکتری‌ها در محیط کشت پلیت کانت آگار، (استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۴۸، ۱۳۸۶)، باکتری‌های سرمادوست در محیط کشت ستریمید آگار (استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۴۰، ۱۳۷۳)، استافیلوکوکوس در محیط کشت برد پارگر آگار و تست کوآگولاز با استفاده از پلاسمای خرگوش (استاندارد ملی ایران شماره ۱ – ۶۸۰۶، ۱۳۸۴)، کپک و مخمر در محیط کشت عصاره مخمر دکستروز کلرآمفنیکل آگار و نگهداری به مدت ۵ روز در دمای اتاق (استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۷، ۱۳۷۲) و کلی‌فرم در محیط کشت وایولت رد بایل آگار (استاندارد شماره ۴۳۷، ۱۳۷۲) انجام شد. تعداد کلی باکتری‌ها و کلی‌فرم به روش کشت پورپلیت و سایر میکروارگانیسم‌های مورد مطالعه به روش کشت سطحی تعیین شدند. رقیق‌سازی با استفاده از محلول فسفات بافری انجام شد. پلیت‌های کشت به مدت ۴۸ ساعت در گرم خانه ۳۷ درجه سلسیوس و برای سرمادوست‌ها به مدت یک هفته در دمای یخچال نگهداری شدند.

ترکیبات تقریبی: پروتئین به روش تقطیر (ماکروکجلدال)، خاکستر به روش وزن‌سنجی پس از سوزاندن در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس، رطوبت به روش آون خشک و چربی به روش هیدرولیز اسیدی تعیین شدند (AOAC, 2005).

جذب نمک: این عامل به روش موهر شامل اندازه‌گیری یون کلر با نیترات نقره استاندارد در pH حدود خنثی و مجاورت با یون کرومات به عنوان معرف اندازه‌گیری شد (پروانه، ۱۳۸۶).

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون آماری Duncan،s multiple range test مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

با توجه به جدول ۱، میزان اسیدیته تیمارها طی ۵ هفته نگهداری در دمای یخچال دارای روند صعودی بوده و برای کلیه تیمارها نسبت به زمان تولید افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است ($p<0/05$). اختلاف معنی‌دار آماری بین تغییرات اسیدیته تیمارهای مختلف مشاهده نگردید به‌طوری‌که pH، پروتئین و خاکستر در تیمارهای مختلف،

تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (p>۰/۰۵). چربی در تیمارهای حاوی غلظت ژلاتین بیشتر و رطوبت در تیمارهای حاوی غلظت پکتین بیشتر در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود. توجه به این جدول نشان می‌دهد که میزان پراکسید در پایان زمان نگهداری بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار آماری نشان نداد (p>۰/۰۵).

جدول ۱: نتایج اندازه گیری ساختار شیمیایی تیمارهای پخشینه ژلاتین ماهی و پکتین بسته‌بندی شده به روش هوازی در مقایسه با کره گیاهی

Table 1: Results of measuring the chemical structure of aerobically packaged fish gelatin and pectin spread treatments in comparison with vegetable butter

تیمارها	رطوبت (٪)	چربی (٪)	پروتئین (٪)	خاکستر (٪)	pH	پراکسید (میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم روغن)	اسیدیته (میلی گرم پتاس بر گرم)	نمک (٪)
T1 (نسبت ۱: ۱ از پکتین و ژلاتین ماهی)	۶۶/۹ ± ۱/۰ a*	۲۷/۶ ± ۰/۴ a	۲/۹ ± ۰/۳ a	۲/۶ ± ۰/۱ a	۴/۹ ± ۰/۲ a	۲/۵ ± ۰/۷ a	۰/۳۵ ± ۰/۶ a	۰/۴
T2 (پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۲: ۱)	۶۷/۵ ± ۰/۶ a	۲۷/۴ ± ۰/۵ a	۲/۴ ± ۰/۲ a	۲/۷ ± ۰/۱ a	۴/۹± ۰/۱a	۲/۷± ۰/۴a	۰/۳۱± ۰/۵A	۰/۴
T3 (نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۲)	۶۷/۸ ± ۰/۸ a	۲۷/۶ ± ۰/۹ a	۲/۸ ± ۰/۳ b	۱/۸ ± ۰/۱ a	۴/۷ ± ۰/۳a	۱/۹ ± ۰/۹a	۰/۲۷ ± ۰/۲A	۰/۴
T4 (نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۴)	۶۷/۷ ± ۰/۸ a	۲۷/۸ ± ۰/۷ a	۲/۸ ± ۰/۴ b	۱/۷ ± ۰/۱ a	۴/۸ ± ۰/۴ a	۲/۶ ± ۰/۲ a	۰/۲۹ ± ۰/۷ a	۰/۴
T5 (نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۳: ۳)	۶۸/۱ ± ۰/۷ ab	۲۷/۵ ± ۰/۷ a	۲/۶ ± ۰/۳ c	۱/۸ ± ۰/۱ a	۴/۵ ± ۰/۳ a	۲/۴ ± ۰/۸ a	۰/۳۴ ± ۰/۳ a	۰/۴
T6 (نسبت پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۶: ۳ درصد)	۶۸/۲ ± ۰/۳ b	۲۷/۲ ± ۰/۶ a	۲/۷ ± ۰/۴ c	۱/۹ ± ۰/۱ a	۴/۷ ± ۰/۲a	۲/۲ ± ۰/۳a	۰/۴۲ ± ۰/۹a	۰/۴
کره گیاهی	۲۸/۱ ± ۰/۹ c	۷۰/۱ ± ۱/۱ b	-	۱/۸ ± ۰/۱ a	-	-	-	-

حرف‌های یکسان در یک ستون و ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است (p>۰/۰۵).

نتایج حاصل از ارزیابی کیفیت رنگ تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌دار آماری در زمان تولید و پس از ۵ هفته نگهداری در یخچال بین تیمارهای مورد بررسی وجود ندارد (جدول ۲). تیمار شاهد در تمام طول مدت زمان بررسی با کسب بالاترین امتیاز کیفی اختلاف قابل ملاحظه‌ای را با کلیه تیمارها نشان داد (P<0.05).

نتایج حاصل از ارزیابی کیفیت رنگ تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌دار آماری در زمان تولید و پس از ۵ هفته نگهداری در یخچال بین تیمارهای مورد بررسی وجود ندارد (جدول ۲). تیمار شاهد در تمام طول مدت زمان بررسی با کسب بالاترین امتیاز کیفی اختلاف قابل ملاحظه‌ای با کلیه تیمارها نشان داد (P<0.05).

جدول ۲: نتایج ارزیابی رنگ ظاهری تیمارهای پخشینه ژلاتین ماهی و پکتین بسته‌بندی شده به روش هوازی طی ۵ هفته نگهداری در یخچال در مقایسه با کره گیاهی تجاری

Table 2: Results of color evaluation of aerobically packaged fish gelatin and pectin spread treatments during 5 weeks refrigeration in comparison with commercial vegetable butter

زمان نگهداری	تیمار						
	T6	T5	T4	T3	T2	T1	کنترل
روز اول	۷±۰/۸۱^{a}A	۶/۷±۱/۰۵^{aA}	۷/۱±۰/۸۷^{aA}	۷/۸±۱/۰۱^{aA}	۶/۵±۱/۰۸^{aA}	۶/۸±۰/۷۸^{aA}	۸/۵±۰/۶۷^{a}
هفته اول	۷±۰/۹۷^{a}	۶/۷±۰/۹۱^{ab}	۷/۱±۰/۶۵^{a}	۷/۸±۰/۷۱^{a}	۶/۵±۰/۹۶^{a}	۶/۸±۰/۵۹^{a}	۸/۵±۰/۵۱^{a}
هفته دوم	۶/۷±۰/۸۷^{a}	۶/۱±۰/۹۹^{b}	۶/۸±۰/۶۴^{a}	۶/۷±۰/۷۵^{b}	۶/۳±۰/۹۲^{a}	۶/۶±۰/۶۵^{a}	۸/۳±۰/۵۷^{a}
هفته سوم	۶/۷±۰/۸۴^{a}	۶/۱±۰/۹۲^{b}	۶/۸±۰/۶۵^{a}	۶/۷±۰/۷۳^{b}	۶/۲±۰/۹۱^{ab}	۶/۶±۰/۶۸^{ab}	۸/۳±۰/۳۷^{a}
هفته چهارم	۶/۷±۰/۷۹^{a}	۵/۸±۰/۷۳^{b}	۶/۹±۰/۸۷^{a}	۶/۷±۰/۸۱^{b}	۵/۷±۰/۸۷^{b}	۶/۲±۰/۷۳^{b}	۸/۵±۰/۶۴^{a}
هفته پنجم	۲/۱±۰/۶۸^{b}	۲/۴±۰/۶۹^{c}	۲/۳±۰/۷۴^{b}	۲/۹±۰/۹۲^{c}	۲/۱±۰/۷۶^{c}	۲/۴±۰/۸۱^{c}	۸/۴±۰/۵۵^{a}

حرف‌های یکسان در یک ستون و ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است (p>۰/۰۵).

T1: نسبت ۱: ۱ از پکتین و ژلاتین ماهی، T2: پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۲: ۱، T3: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲:، T4: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۴، T5: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۳: ۳،T6 : نسبت پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۶: ۳ درصد و C: تیمار شاهد (کره گیاهی تجاری)

با توجه به جدول ۳، در تمام طول تحقیق در هیچ‌یک از نمونه‌های مورد بررسی، رشد کلی‌فرم مشاهده نگردید. در هفته پنجم نگهداری در دمای یخچال رشد کپک و مخمر مشاهده شد و از آن‌جایی‌که حداکثر تعداد مجاز کپک و مخمر از سوی استاندارد ایران ۱۰۰ CFU/g تعیین شده است، نمونه‌ها غیر قابل مصرف و ارزیابی بودند.

در استاندارد ایران و سایر کشورها برای استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت در کره تعداد مجاز در نظر گرفته نشده است. استافیلوکوکوس اورئوس در هیچ‌یک از مراحل نمونه‌برداری مشاهده نشد. تیمارهای کره از نظر آلودگی به این باکتری قابل پذیرش بودند. در تغییرات تعداد کلی باکتری‌ها و باکتری‌های سرمادوست بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (P>0.05). از هفته اول رشد این باکتری‌ها در تیمارهای آزمایشی مشاهده شد و تا هفته ۵ به حداکثر مقدار خود رسید. کره گیاهی طی زمان نگهداری آلودگی میکروبی نشان نداد.

جدول ۳: نتایج میکروبی تیمارهای پخشینه ژلاتین ماهی و پکتین بسته‌بندی شده به روش هوازی طی ۵ هفته نگهداری در یخچال در مقایسه با کره گیاهی تجاری

Table 3: Microbial results of aerobically packaged fish gelatin and pectin spread treatments during 5 weeks refrigeration compared to commercial vegetable butter

شاخص	تعداد کلی باکتری‌ها					
زمان نگهداری	تیمار					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
روز اول	۱/۴۰±۰/۲۸^{dA}	۱/۱۰±۰/۱۴^{Ad}	۱/۱۲±۰/۲۶^{Ae}	۱/۵۰±۰/۴۲^{eA}	۱/۱۶±۰/۳۷^{Ad}	۱/۱۳±۰/۴۲^{Ad}
هفته اول	۱/۷۰±۰/۱۴^{d}	۱/۱۵±۰/۱۷^{d}	۱/۳۳±۰/۱۹^{de}	۲/۱۰±۰/۸۳^{de}	۱/۳۵±۰/۹۷^{d}	۱/۵۰±۰/۴۸^{cd}
هفته دوم	۲/۶۹±۰/۳۲^{c}	۱/۳۰±۰/۱۹^{d}	۱/۷۸±۰/۱۴^{d}	۲/۲۸±۰/۱۴^{cd}	۱/۸۵±۲/۹۱^{c}	۱/۹۱±۰/۶۵^{c}
هفته سوم	۳/۱۵±۰/۹۸^{bc}	۲/۳۶±۰/۲۱^{c}	۲/۶۹±۰/۲۷^{c}	۲/۶۵±۰/۷۸^{c}	۲/۱۵±۰/۴۹^{c}	۲/۷۰±۰/۲۹^{b}
هفته چهارم	۳/۳۵±۰/۲۱^{b}	۳/۵۶±۱/۳۳^{b}	۳/۷۰±۰/۳۲^{b}	۳/۷۰±۰/۲۸^{b}	۳/۱۷±۰/۸۷^{b}	۳/۶۹±۰/۴۳^{a}
هفته پنجم	۴/۶۵±۰/۲۶^{a}	۴/۱۵±۰/۲۷^{a}	۴/۹۰±۰/۴۸^{a}	۴/۵۴±۰/۳۴^{a}	۴/۱۶±۰/۹۱^{a}	۴/۱۵±۰/۴۶^{a}

شاخص	تعداد کلی باکتری‌ها					
زمان نگهداری	تیمار					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	باکتری‌های سودوموناس					
روز اول	۲/۸۶±۰/۱۳^{dA}	۲/۶۹±۱/۱۳^{eA}	۲/۶۱±۱/۱۴^{eA}	۲/۷۲±۰/۳۹ ^{dA}	۱/۷۷±۱/۲۷ ^{dA}	۱/۷۳±۱/۲۳ ^{eA}
هفته اول	۳/۰۰±۰/۲۱^{d}	۲/۹۴±۱/۱۱^{de}	۲/۹۷±۱/۱۷^{de}	۲/۹۳±۰/۱۸^{d}	۲/۳۶±۱/۱۷^{cd}	۲/۴۹±۱/۳۹^{d}
هفته دوم	۳/۳۴±۰/۳۹^{cd}	۳/۱۷±۱/۲۸^{cd}	۳/۲۵±۱/۲۴^{cd}	۳/۴۹±۰/۵۷^{c}	۲/۶۹±۱/۳۴^{c}	۲/۹۸±۱/۳۷^{c}
هفته سوم	۳/۵۹±۰/۴۲^{bc}	۳/۵۲±۱/۳۶^{bc}	۳/۶۳±۱/۳۲^{bc}	۳/۷۸±۰/۶۱^{bc}	۳/۲۳±۱/۵۹^{b}	۳/۵۹±۱/۵۱^{b}
هفته چهارم	۳/۸۲±۰/۵۷^{b}	۳/۸۰±۱/۴۳^{b}	۳/۸۱±۱/۲۱^{b}	۳/۹۴±۰/۷۹^{b}	۳/۸۳±۱/۷۱^{a}	۳/۹۲±۱/۶۲^{ab}
هفته پنجم	۴/۳۹±۱/۱۳^{a}	۴/۵۴±۱/۱۴^{a}	۴/۶۵±۱/۷۲^{a}	۴/۶۷±۱/۲۸^{a}	۴/۲۹±۱/۱۸^{a}	۴/۲۸±۱/۱۶^{a}

T1 : نسبت ۱: ۱ از پکتین و ژلاتین ماهی، T2: پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۲: ۱، T3: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۲، T4: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۲: ۴، T5: نسبت پکتین به ژلاتین ماهی ۳: ۳ و T6 :نسبت پکتین به ژلاتین ماهی به نسبت ۶: ۳ درصد

حرف‌های یکسان در یک ستون و ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است (p>۰/۰۵).

بحث

مقدار اسیدیته در تیمارهای آزمایشی طی زمان نگهداری در حد قابل پذیرش بود (جدول ۱). مواد چرب خوراکی اعم از حیوانی و نباتی دارای مقدار معین و جزئی اسید آزاد می‌باشند ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و هیدرولیز شدن، از حد مجاز بیشتر شود. علاوه‌براین، باکتری‌های اسید لاکتیک عامل ایجاد اسیدیته بسیار قوی در کره به‌شمار می‌روند، بنابراین، اندازه‌گیری اسیدیتهٔ روغن، میزان تند شدن آن را نشان می‌دهد. جدول ۱ بیانگر میزان اسیدیتهٔ محصول می‌باشد که در دامنه ۰/۴۲ – ۰/۲۷ میلی‌گرم پتاس بر گرم تغییر داشته است که در مقایسه با استاندارد ملی ایران برای کره اسپرید (۰/۵ درصد) قابل قبول می‌باشد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، ۱۳۶۶). زیرا در تهیه تیمارها از شیر بدون چربی تجاری استفاده گردید که حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک نیستند. ازاین‌رو، این عامل در پخشینه در حد مجاز بود و وجود مقدار جزئی اسیدیته صرفاً تحت تأثیر اسید چرب آزاد اتفاق افتاد. Meshref (۲۰۱۰) اسیدیته را در کره ۰/۵۵–۰/۰۴ میلی‌گرم پتاس بر گرم تعیین نمود که در مقایسه با مطالعه حاضر افزایش معنی‌دار نداشت. Idoui و همکاران (۲۰۱۰) شاخص اسید را در کره سنتی ۳۱/۳۵ – ۲۳/۵۶ میلی‌گرم پتاس بر گرم بیان کردند که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر افزایش معنی‌دار داشت. صارم‌نژاد و همکاران (۱۳۸۷) اسیدیته را در کره‌های حیوانی ایران ۰/۲۹- ۰/۱۷ گزارش کردند. بر اساس استاندارد ملی ایران اسیدیته حداکثر ۰/۳ میلی‌گرم پتاس بر گرم تعیین شده است. از این‌رو، در مطالعه حاضر مقدار این شاخص طی زمان نگهداری در محدوده مجاز بود.

با توجه به جدول ۱، مقدار چربی (۲۷/۶– ۲۷/۲) و رطوبت (۶۸/۲– ۶۶/۹) در مطالعه حاضر در مقایسه با کره‌های تجاری کاهش داشت. همچنین مقدار این فاکتور در تیمارهای حاوی ژلاتین بیشتر، بالاتر بود که می‌توان به وجود مقداری چربی در ژلاتین نسبت داد. خاکستر در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان نداد. پروتئین در تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار نداشت. در مورد اندازه‌گیری پروتئین و خاکستر در کره گزارش منتشر شده‌ای یافت نشد. Gazu و همکاران (۲۰۱۸) مقادیر چربی در کره‌های تهیه شده به‌وسیله کشاورزان، فروشندگان و کره‌های تهیه شده از شیر تازه را ۸۵/۰۵– ۸۱/۱۲ درصد و رطوبت را ۱۵/۷۲– ۱۲/۵۱ درصد تعیین کردند. Idoui و همکاران (۲۰۱۰) شاخص رطوبت را در کره سنتی ۲۶/۲- ۱۷/۵ درصد بیان داشتند که مقادیر چربی در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. در این بررسی، کاهش چربی به دلیل عدم کاربرد شیر خشک بدون چربی به جای شیر تازه برای تهیه پخشینه بود. اما مقدار رطوبت در مقایسه با نتایج این مطالعه کمتر بود. افزایش رطوبت به دلیل کاربرد پکتین و قابلیت بالای نگهداری آب به دلیل حضور گروه‌های

هیدروکسیل در ساختار پکتین می‌باشد (عبدالعلی‌زاده و قره خانی، ۱۳۹۷).

با توجه به جدول ۱، میزان پر اکسید در پایان زمان نگهداری در تیمارهای آزمایشی از ۲/۷– ۱/۹ میلی‌اکی‌والان‌گرم بر کیلوگرم روغن بود. با توجه به این‌که بسته‌بندی به روش هوازی بود و مجاورت نمونه‌ها با اکسیژن و وجود آنزیم‌های لیپولیتیک حاصل از فعل و انفعالات باکتریایی منجر به اکسیداسیون چربی و افزایش پر اکسید شد، اما در پایان زمان نگهداری در حد قابل پذیرش بود. Idoui و همکاران (۲۰۱۰) پراکسید را در کره تهیه شده از شیر گاو ۴– ۱/۶ میلی‌اکی‌والان‌گرم بر کیلوگرم روغن بیان کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر بیشتر بود و کاهش پراکسید در مطالعه حاضر به دلیل کاربرد ژلاتین و چربی کمتر در نمونه‌ها بود به‌طوری‌که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، کیفیت رنگ ظاهری نمونه‌های کره آزمایشی بسته‌بندی شده به روش هوازی بعد از ۴ هفته نگهداری کاهش یافت که می‌تواند به دلایل متعددی باشد. باکتری‌های کلی‌فرم و سایر باکتری‌ها مسئول رنگ نامطلوب در کره هستند. مخمر و کپک‌ها میکروارگانیسم‌های مهم فساد کره هستند و می‌توانند منجر به تغییر رنگ سطحی شوند. از آن‌جایی‌که در فرآورده بعد از ۴ هفته تغییر رنگ به سمت سیاه ایجاد شد که با مرور زمان شدت تغییر رنگ بیش‌تر می‌شد، می‌توان تغییر حاصل را در اثر رشد بعضی از گونه‌های باکتری‌ها سرمادوست و بعضی از کپک‌ها دانست. علاوه‌براین، نتایج نشان داد که ویژگی‌های رنگ نمونه‌ها به طور قابل توجهی تحت تأثیر نسبت ژلاتین ماهی به پکتین قرار گرفته است به‌طوری‌که کیفیت رنگ نمونه‌ها با افزایش سطح پکتین و افزایش آن نسبت به ژلاتین ماهی در فرمولاسیون نمونه‌ها افزایش می‌یابد. استاندارد ملی ایران (شماره ۱۴۳، ۱۳۸۹) رنگ سفید خامه‌ای تا زرد و Moharram و همکاران (۲۰۰۶) رنگ بژ را به عنوان رنگ قابل قبول و بازار پسند کره‌های پخشینه رژیمی بیان می‌کنند. افزایش رنگ زرد در کره‌های پخشینه رژیمی (شکل ۱) به دلیل وجود رنگدانه طبیعی بتا-کاروتن گزارش شده است. بنابراین، تیمارهای حاوی مقادیر بالای ژلاتین ماهی زردی بیشتری را نشان می‌دهند، و احتمالاً حاوی میزان بیشتری بتاکاروتن هستند. بتاکاروتن به عنوان پیش‌ساز ویتامین A و یکی از مواد آنتی‌اکسیدان قوی به‌شمار می‌رود. اما تحقیقات تکمیلی در اثبات این موضوع نیاز است. Honfo و همکاران (۲۰۱۴) پارامتر روشنایی را در مقایسه با زردی در کره‌های پخشینه حاصل از روغن درخت *Vitellaria paradoxa* را بیشتر گزارش کردند که با مطالعه حاضر در پخشینه‌های حاوی مقادیر پکتین بیشتر مطابقت دارد. Kumar و Mishra (۲۰۰۴) تأثیر افزودن پکتین و ژلاتین را بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی و حسی ماست غنی شده با شیر سویا مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که ژلاتین ۴ درصد اثر بهتری بر ظاهر و رنگ در مقایسه با پایدارکننده دیگر دارد که با مطالعه حاضر مطابقت داشت.

شکل ۱ : پخشینه رژیمی تهیه شده با ژلاتین ماهی و پکتین پس از همگن سازی و تشکیل امولسیون پایدار

Figure 1: Dietary spread prepared with fish gelatin and pectin after homogenization and formation of stable emulsion

پودر شیر بدون چربی با حذف آب از شیر بدون چربی پاستوریزه به‌دست می‌آید و حاوی کمتر از ۵ درصد رطوبت، ۱/۵ درصد چربی شیر و ۳۴ درصد پروتئین شیر می‌باشد که سبب می‌شود کره به بستری مناسب برای رشد میکروارگانیسم‌ها تبدیل شود. اگرچه کره به عنوان غذای فاسد شدنی نیست، اما به‌وسیله باکتری‌ها و کپک‌ها فاسد می‌شود. آنالیز میکروبیولوژی کره برای

میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای اختصاصی به طور دقیق تعیین نشده است. با این‌حال، سرمادوست‌های گرم منفی، باکتری‌های کلی‌فرم، مخمرها و کپک‌ها را از میکروارگانیسم‌هایی در نظر گرفته‌اند که منجر به فساد محصولات لبنی می‌شوند (Franz, 2020). با توجه به جدول ۳، تعداد کلی باکتری‌ها در نمونه‌های پخشینه از هفته اول تا پایان زمان ماندگاری مشاهده شد. از آن‌جایی‌که حداکثر مقدار مجاز تعداد کلی باکتری‌ها در کره $۱۰^{۴}$ CFU/g تعیین شده است (Idoui *et al.*, 2010)، پخشینه‌های تهیه شده در مطالعه حاضر تا پایان هفته ۴ از نظر این فاکتور قابل پذیرش انسانی بودند. همان‌طوری‌که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، این عامل در تیمارهای حاوی پکتین بالاتر، در مقایسه با تیمارهای شامل پکتین کمتر، بیشتر است که با توجه به امکان ذوب ژلاتین تحت تأثیر رطوبت و فراهم ساختن شرایط برای افزایش آلودگی میکروبی توجیه می‌گردد. Gazu و همکاران (۲۰۱۸) از کره‌های تهیه شده به‌وسیله کشاورزان، فروشندگان و کره‌های تهیه شده از شیر تازه نمونه‌برداری کرده و میانگین تعداد کلی باکتری‌ها را در این نمونه‌ها $۱۰^{۹} \times ۳/۹۴$ CFU/g تعیین کردند. Gökce و همکاران (۲۰۱۰) میانگین تعداد کلی باکتری‌ها را در کره تجاری ۶/۰۸– ۵/۱۸ logCFU/g گزارش کردند. Ahmed و همکاران (۲۰۱۶) تعداد کلی باکتری‌ها را در کره تهیه شده از شیر گاو ۴/۲۹– ۲/۷۰ logCFU/g تعیین کردند. Hassanzadazar و همکاران (۲۰۱۷) میانگین تعداد کلی باکتری‌ها را در کره‌های حیوانی ایران $۱۰^{۳} \times ۹/۳۳$ CFU/g تعیین کردند. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود، در مطالعات انجام شده تفاوت‌های زیادی به‌چشم می‌خورد که می‌تواند به عواملی مانند دما، جابه‌جایی، نگهداری، بازاریابی، شرایط عمل‌آوری و بهداشتی، مقادیر پروتئین و چربی و ترکیبات اولیه مورد استفاده در تهیه کره بستگی داشته باشد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده در تیمارهای مورد بررسی، رشد کلی‌فرم‌ها مشاهده نشد. تعداد کل کلی‌فرم‌ها به عنوان شاخص بهداشت می‌تواند به عنوان معیار مهمی برای تعیین کیفیت میکروبیولوژیک کره مورد استفاده قرار گیرد. عدم مشاهده این باکتری‌ها در فرآورده نشانگر رعایت شرایط بهداشتی هنگام عمل‌آوری کره است. Gazu و همکاران (۲۰۱۸) میانگین تعداد کلی باکتری‌های کلی‌فرم را در کره‌های تهیه شده به‌وسیله کشاورزان، فروشندگان و شیر تازه $۱۰^{۸} \times ۲/۶۶$ CFU/g تعیین کردند. Asrenie (۲۰۱۶) تعداد کلی‌فرم را در کره تهیه شده از شیر بز و شتر ۳/۰۷– ۲/۱۵ logCFU/g، Gökce و همکاران (۲۰۱۰) تعداد کلی فرم را در کره تجاری $۱۰^{۱} \times ۶/۸ - ۱۰^{۱} \times ۱$ CFU/g گزارش کردند. Ahmed و همکاران (۲۰۱۶) تعداد کلی فرم را در کره تهیه شده از شیر گاو ۰/۹۷– ۰/۷۳ logCFU/g تعیین کردند. Hassanzadazar و همکاران (۲۰۱۷) میانگین تعداد کلی‌فرم را در کره‌های حیوانی ایران $۱۰^{۳} \times ۳/۵۶$ logCFU/g بیان کردند. نتایج به‌دست آمده پژوهشگران مذکور، با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد.

مقدار زیادی لیپوپروتئین لیپاز به طور طبیعی در شیر وجود دارد، اما گلبول‌های چربی کروی شکل به هیدرولیز توسط آنزیم حساس نیستند. باکتری‌های استافیلوکوکوس از باکتری‌های فلور طبیعی پوست انسان هستند که در اثر عمل‌آوری مکانیکی به کره راه یافته‌اند. با توجه به این‌که این باکتری‌ها از باکتری‌های لیپولیتیک به‌شمار می‌روند، می‌توانند فرآیند لیپولیز را سرعت بخشیده و منجر به فساد محصول شوند. علاوه‌براین، مقداری اسید چرب آزاد به طور طبیعی در فراورده وجود دارد که در کنار اسیدهای چرب آزاد شده از گلیسرول به هیدرولیز حساس هستند. از آن‌جایی‌که بر اساس استاندارد ملی ایران وجود باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس در کره مجاز نیست و برای گونه‌های غیر اورئوس حدی تعیین نشده است و با توجه به این‌که در تیمارها، آلودگی به گونه استافیلوکوکوس اورئوس تعیین نشد. از این‌رو، از نظر آلودگی به استافیلوکوکوس، فرآورده تهیه شده هنگام نگهداری در یخچال قابلیت مصرف انسانی داشت. Hassanzadazar و همکاران (۲۰۱۷) میانگین تعداد استافیلوکوکوس اورئوس را در کره‌های حیوانی ایران ۲/۱۷logCFU/g گزارش کردند. Gökce و همکاران (۲۰۱۰) استافیلوکوکوس اورئوس را در کره تجاری

شناسایی کردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت نداشت و عدم مطابقت به دلیل رعایت بهداشت طی فرآیند تولید کره است.

کپک‌ها به منزله عوامل اصلی مولد فساد کره هستند. با این‌که در تهیه پخشینه از سوربات پتاسیم استفاده شده بود و این ترکیب از توانایی ممانعت از رشد کپک‌ها برخوردار است، اما به مرور زمان کپک و مخمر در فرآورده مشاهده شد که با توجه به این‌که کپک‌ها از توانایی رشد در محدوده وسیعی از pH و دما برخوردار هستند و مقدار نمک مورد استفاده برای عمل‌آوری برای رشد این میکروارگانیسم‌ها مناسب بوده و شرایط هوازی بسته‌بندی محصول امکان رشد این میکروارگانیسم‌ها را میسر می‌سازد، رشد کپک‌ها در کره مشاهده شد. علاوه‌براین، وجود کپک در کره نشان‌دهنده انتقال آلودگی از طریق آب یا هوای سالن هنگام تولید است. از این‌رو، بعضی از محققین وجود کپک‌ها و مخمرها را به عنوان شاخص عمل‌آوری و بسته‌بندی نادرست مطرح کرده‌اند. نگرانی جدی‌تر در مورد رشد کپک‌ها این است که برخی از کپک‌ها قادر به تولید متابولیت‌های سمی معروف به مایکو توکسین هستند. از آن‌جایی‌که حداکثر تعداد مجاز کپک‌ها در کره ۱۰۰ CFU/g تعیین شده است، تا پایان هفته ۴ فرآورده از این نظر قابل پذیرش بود. Gazu و همکاران (۲۰۱۸) میانگین تعداد کپک و مخمر را در کره‌های تهیه شده به‌وسیله کشاورزان، فروشندگان و شیر تازه $۱۰^{۶}$ × ۱/۸۳ CFU/g تعیین کردند. Ahmed و همکاران (۲۰۱۶) تعداد کپک و مخمر را در کره تهیه شده از شیر گاو ۳/۳۹– ۲/۴۹ logCFU/g تعیین کردند. Hassanzadazar و همکاران (۲۰۱۷) میانگین تعداد کپک و مخمر را در کره‌های حیوانی ایران $۱۰^{۳}$ × ۱/۷۳ CFU/g بیان کردند.

همان‌طوری‌که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، رشد باکتری‌های سودوموناس در نمونه‌های کره شناسایی شد. از آن‌جایی‌که حداکثر تعداد مجاز باکتری‌های سودوموناس در کره $۱۰^{۴}$ CFU/g تعیین شده است (Idoui *et al.*, 2010)، نمونه‌های کره تا پایان ۴ هفته نگهداری در دمای یخچال قابل قبول بودند. باکتری‌های سرمادوست گرم منفی چون از توانایی ترشح آنزیم‌های لیپولیتیک و پروتئولیتیک برخوردار هستند، می‌توانند تغییرات پروتئولیتیک و لیپولیتیک را ایجاد کنند. ترکیبات چربی و پروتئینی پودر شیر بدون چربی و نیز ترکیبات پروتئینی ژلاتین از عواملی محسوب می‌شوند که شرایط را برای اعمال این تغییرات مهیا می‌کنند. این گونه‌های باکتریایی اصولاً از طریق آب انتقال می‌یابند و با توجه به شرایط بسته‌بندی، مقدار نمک و دمای نگهداری قادرند که در فرآورده رشد کنند. Idoui و همکاران (۲۰۱۰) تعداد باکتری‌های سودوموناس را در کره سنتی ۴/۸– ۰/۳۸ logCFU/g بیان کردند. Ahmed و همکاران (۲۰۱۶) تعداد سودوموناس را در کره تهیه شده از شیر گاو ۳/۳۵– ۶/۲۶ logCFU/g تعیین کردند.

نتایج نشان داد که ژلاتین اسیدی استحصالی از پوست کپور نقره‌ای می‌تواند در ترکیب با پکتین پوست مرکبات، امکان تولید پخشینه رژیمی مطلوبی را فراهم نماید. بر اساس آزمایش‌های انجام شده، تیمارهای آزمایشی به مدت یک ماه از کیفیت حسی و میکروبی مطلوبی برخوردار بودند.

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲.، ۱۳۶۶. شیر و فرآورده‌های آن روش تعیین اسیدیته کل و pH با تراکم یون‌های هیدروژن.

استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۷.، ۱۳۷۲. تعیین باکتری‌های کلی فرم.

استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۷.، ۱۳۷۲. تعیین کپک و مخمر در کره.

استاندارد ملی ایران شماره ۱ - ۶۸۰۶.، ۱۳۸۴. تعیین استافیلوکوکوس اورئوس.

استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۴۸.، ۱۳۸۶. کره، شیر تخمیری و پنیر تازه، شمارش میکروارگانیسم‌ها با استفاده از متد تعداد کلی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس.

استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳.، ۱۳۸۹. کره گیاهی (مارگارین)-ویژگی‌ها.

پروانه، و.، ۱۳۸۶. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۵ صفحه.

جلیلی، س.ح.، ۱۳۸۳. مقایسه راندمان و کیفیت ژلاتین استحصالی از پوست چهار گونه سپر ماهی غالب خلیج با یکدیگر. مجله علمی شیلات ایران. ۱۳ (۳): ۶۸ – ۵۵.

جلیلی، س.ح. و حسینی شکرابی، پ.، ۱۳۹۴. اثرات ژلاتین ماهی کپور نقره‌ای و پکتین بر خواص بافتی و رنگ پخشینه. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۴۷ (۱۲): ۱۳۱ – ۱۲۳.

جلیلی، س.ح.، فرهوش، ر.، کوچکی، آ. و مطلبی، ع.ع.، ۱۳۹۹. اثرات هیدرولیز آلکالازی پوست کپور نقره‌ای (*Hypophthalmicthys molitrix*) بر برخی خصوصیات کیفی و پایداری اکسایشی روغن ماهی کیلکای ریزپوشانی شده. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۶ (۱): ۱۱۵ – ۱۰۳.

صارم‌نژاد، س.، عزیزی، م.ح. و حسینی، ک.، ۱۳۸۷. ارزیابی برخی ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی کره‌های حیوانی بسته بندی شده توسط کارخانجات لبنی کشور. و فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۵ (۴): ۴۶ – ۳۷.

عبدالعلی‌زاده، ا. و قره خانی، م.، ۱۳۹۷. تأثیر افزودن پکتین بر روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی نان بدون گلوتن بر پایه‌ی ذرت. علوم و صنایع غذایی. ۷۵ (۱۵): ۱۸۹ – ۲۷۷.

Ahmed, S.S.J., Abdalla, M.O.M. and Rahamtalla, S.A., 2016. Microbiological Quality of Cows' Milk Butter Processed in Khartoum State, Sudan. *British Microbiology Research Journal*, 11: 1-10. DOI**:** 10.9734/BMRJ/2016/17960.

AOAC (Association of Official Analytical Chemist), 2005. Official Methods of Analysis Manual, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, pp. 1-82.

Asrenie, A., Seifu, E. and Kurtu, Y.M., 2016. Buttermaking from Camel Milk by blending it with Goat Milk and Analysis of its Quality. *Abstract of Applied Sciences and Engineering*,10: 1 -2. DOI: 10.18488/journal.1001/2016.10/1001.10

Cheng, L.H., Lim, B.L., Chow, K.H., Chong, S.M. and Chang, Y.C., 2007. Using fish gelatin and pectin to make a low-fat spread. *Food Hydrocolloids*, 22: 1637-1640. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2007.10.006.

Franz, C.M.A.P., 2020. Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. *Comprehensive Reviews* in *Food Science* and *Food Safety*, 19:2013–2049. DOI: 10.1111/1541-337.12568.

Gazu, L., Eshete, T. and Kassa, G., 2018. Physicochemical analysis and microbial quality of cow butter obtained from Menz district of Amhara region, Ethiopia. *African Journal of Bacteriology Research*, 10: 34-43. DOI: 10.5455/ijlr.20180523072751.

Gökce, R., Aslanalp, Y. and Herken, E.N., 2010. Microbiological quality of karın butter, a traditionally manufactured butter from Turkey. *Grasas Y Aceites*, 61: 121-125.
DOI: https://doi.org/10.3989/gya.075909.

Hassanzadazar, H., Forghani, M., Salim, A. and Aminzare, M., 2017. An Investigation of Microbial Contamination of Animal Butter at the Market Level in Zanjan. *Journal of Human Environment* and *Health Promotion*, 3: 43-6. URL: http://zums.ac.ir/jhehp/article-1-144-en.html.

Honfo, F.G., Akissoe, H.N., Linnemann, A.R. and Mohamed, S., 2014. Nutritional Composition of Shea Products and Chemical Properties of Shea Butter: A Review. *Critical Reviews* in *Food Science* and *Nutrition*, 54: 673-686. DOI:10.1080/10408398.2011.604142.

Idoui, T., Benhamada, N. **and Leghouchi, E., 2010**. Microbial quality, physicochemical characteristics and fatty acid composition of a traditional butter produced from cows' milk in East Algeria. *Grasas Y Aceites*, 61: 232-236. DOI: 10.3989/gya.110209

Kumar, P. and Mishra, H.N., 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry*, 87: 501–507. DOI:10.1016/j.foodchem.2003.12.022

Meshref, A.M.S., 2010. Microbiological quality and safety of cooking butter in Beni-Suef governorate-Egypt. *African Health Science*, 10: 193 – 198. DOI:10.4314/AHS.V10I2.60078

Moharram, H., Ray, J., Ozbas, S., Juliani, H. and Simon, J., 2006. Shea butter: Chemistry, quality, and new market potentials. *American Chemical Society Symposium*, 925: 326-340. DOI:10.1021/bk-2006-0925.ch025

Shapardanis, S., Hudpeth, M. and Kaya, T., 2014. Gelatin as a new humidity sensing material: Characterization and limitations. *AIP Advances*, 4: 127132. DOI: 10.1063/1.4904724.

Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. and Elias, L.G., 1989. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. International Development Research Centre, The Centre Ottawa, Ontario, Canada. 160 P.

Production of dietary low-fat spread using pectin and gelatin extracted from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin and its evaluation during 5 weeks at refrigerated storage

Jalili S.H[1]*; Seifzadeh M[1]

* jalilish@yahoo.com

1- National Fish Processing Research Center, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Abstract

This study aimed to determine the possibility of producing dietary spread using farmed silver carp skin gelatin and pectin to compare the effect of different concentrations of gelatin and pectin on the physicochemical and microbial changes of the low-fat spread at refrigerated storage. Six treatments were produced with different concentrations and ratios of the fish gelatin and pectin. The physicochemical and microbiological tests included acidity, pH, total bacterial counts, psychrophilic bacteria, *Staphylococcus aureus*, and mold and yeast were measured to determine the shelf life at refrigerator temperature. The acidity and pH did not show significant differences between different treatments. The experimental treatments had acceptable color and microbial properties for 4 weeks. The acidity and microbial properties did not show significant differences between experimental treatments. No significant differences were observed between the experimental treatments in terms of color. The results showed that the acidic gelatin extracted from silver carp skin, in combination with pectin, enables the possibility of producing a dietary spread. It is recommended to produce a low-fat spread using 4% of the fish gelatin and pectin in equal proportions.

Keywords: Dietary spread, Silver carp skin gelatin, Pectin, Shelf life

*Corresponding author