مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نوزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، صفحات ۶۶-۵۵

کاربرد فناوری هردل؛ شامل نایسین در ترکیب با بسته‌بندی خلاء یا اتمسفرتغییریافته در افزایش ماندگاری سوریمی

لاله رومیانی[۱]، امیر عبافروشان[۲]، نسرین ملکی[۳]

۱- نویسنده مسئول: دانشیار گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. پست الکترونیکی: laleh.roomiani@iau.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: آبزیان و فرآورده‌های آنها در زمره محصولاتی هستند که میزان فسادپذیری آنها بالاتر از سایر گوشت‌هاست. استفاده از فناوری هردل در سطح کم با حفظ کیفیت آبزیان در مقایسه با روش‌های سنتی نگهداری، سبب کاهش فساد میکروبی و شیمیایی به میزان قابل‌توجهی می‌گردد. هدف از این بررسی اثر نایسین و بسته‌بندی خلاء و اتمسفر تغییریافته در ماندگاری سوریمی کپور نقره‌ای بود.

مواد و روش‌ها: سه سطح متفاوت غلظت نایسین ۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ IU/g (در محدوده مجاز استفاده) در ترکیب با بسته‌بندی خلاء و اتمسفرتغییریافته به میزان ۵۰ درصد دی‌اکسیدکربن، ۴۵ درصد نیتروژن، ۵ درصد اکسیژن، از طریق سنجش فاکتورهای شیمیایی (pH، TVB-N، PV، TBA، FFA)، میکروبی (TVC)، بافت، رنگ (L^* و b^*، a^*) و خصوصیات ژل، به منظور افزایش ماندگاری سوریمی بکار گرفته شد. آزمایشات روی نمونه‌ها در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با سه تکرار انجام شد.

یافته‌ها: در مقایسه با گروه کنترل، استفاده از غلظت‌های نایسین به خصوص بالاترین غلظت در ترکیب با بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته، تأثیر معنی‌داری بر افزایش خصوصیات شیمیایی، میکروبی، رنگ و بافت سوریمی داشت (P<۰/۰۵). این مطالعه نشان داد که نایسین، اثرات مهارکنندگی بر میزان باکتری‌های هوازی کل داشت، بطوریکه بالاترین غلظت نایسین توانست ۳ لوگ میزان باکتری را در مقایسه با تیمار کنترل کاهش دهد. عدد پراکسید، اسیدتیوباربیتوریک، اسیدهای چرب فرار و بازهای نیتروژنی فرار در نمونه‌های تیمارشده با ۱۵۰۰ IU/g نایسین بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته از تیمار کنترل کمتر بود (P<۰/۰۵). خصوصیات بافت، رنگ و ژل نمونه‌های سوریمی وابسته به دوز نایسین بود. نتایج آماری نشان داد با افزایش زمان نگهداری میزان فاکتورهای میکروبی و شیمیایی سوریمی نسبت به تیمار کنترل در حدود ۵ برابر افزایش یافت (P<۰/۰۵)، بطوری که تیمارهای حاوی نایسین در هر دو غلظت توانستند نسبت به تیمار کنترل ۵ روز ماندگاری سوریمی را افزایش دهند.

نتیجه‌گیری: بهترین زمان ماندگاری، طی پانزده روز نگهداری در دمای یخچال، مربوط به نمونه‌های سوریمی با روش بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته محتوی ۱۵۰۰ IU/g نایسین بود. این مطالعه یک راه‌حل جدید برای حفظ فرآورده‌های شیلاتی با ترکیب مواد ضدمیکروبی بر پایه بسته‌بندی پیشنهاد می‌کند. این رویکرد همچنین می‌تواند استفاده از نایسین در بسته‌بندی موادغذایی را گسترش دهد.

واژگان کلیدی: نایسین، خصوصیات میکروبی، خصوصیات شیمیایی، سوریمی

• مقدمه

ماهی و محصولات فرآوری‌شده آن، نقش اساسی در رژیم غذایی سالم و متعادل دارند، زیرا حاوی منابع پروتئین، ویتامین-ها و موادمعدنی با ارزش هستند. مصرف این محصول دارای فواید سلامتی متعددی از جمله کاهش خطر قلبی، سکته مغزی، کاهش التهاب سیستمیک، بیماری‌های عصبی، سرطان و کاهش گرفتگی عروق، به علت وجود پروتئین و اسیدهای‌چرب غیراشباع با پیونددوگانه می‌باشد (۱). میزان بالای فعالیت، pH خنثی، میزان کم بافت‌های پیوندی و وجود آنزیم‌های تجزیه-کننده سبب تغییرات در بافت، مزه و بو ماهیان و محصولات آنها

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

شده که فسادپذیری آنها را نسبت به سایر گوشت‌ها بیشتر کرده است (۲).

نگرانی‌های مصرف‌کنندگان در مورد استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی در غذاهای دریایی و امکان انتقال پاتوژن‌های غذازاد (Food-borne Pathogens) از آنها به انسان، درحال افزایش است. از این رو، مطالعات گسترده‌ای برای ایجاد روش‌های جدید و کم‌خطر که ماندگاری محصولات شیلاتی را افزایش و یا حفظ کنند، بسیار مورد توجه واقع شده است. روش‌های سنتی نگهداری موادغذایی مانند انجماد، نمک‌سودکردن، کنسرو و ماریناد برای کنترل مؤثر رشد میکروارگانیسم‌ها و به تاخیرانداختن فساد محصولات ماهی استفاده می‌شوند، اما باعث آسیب شدید به بافت و کیفیت آن می‌شوند. برای کاهش کیفیت، روش‌های فرآوری غیرحرارتی به عنوان جایگزین معرفی شده‌اند که از آنها، به عنوان تکنولوژی‌های "برچسب پاک (Clean label)" یاد می‌شود (۳).

مصرف‌کنندگان به غذاهای تازه یا کم‌فرآوری شده با کیفیت بالا، طبیعی‌تر، تولیدشده با تکنیک‌های ملایم و استفاده از حداقل مواد افزودنی، ایمن از نظر میکروبیولوژیکی، مغذی و سالم نیاز دارند (۴). در این زمینه، فناوری هردل یا ممانعت ترکیبی، استفاده دقیق از روش‌های نگهداری سنتی و نوآورانه، به منظور ایجاد پارامترهای نگهدارنده به نام «موانع» که میکروارگانیسم‌ها قادر به غلبه بر آن‌ها نیستند، را معرفی می‌کند. بسته به نوع فرآوری موادغذایی، موانع ممکن است به طور همزمان یا متوالی اجرا شوند. استفاده از این مفهوم ابزار ارزشمندی برای به دست آوردن پایداری ایمنی و همچنین حداقل تخریب کیفیت محصول مورد نظر است (۵).

در دهه‌های اخیر، توجه بسیاری به استفاده از باکتری‌های اسیدلاکتیک LAB (Lactic Acid Bacteria) به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی در محصولات غذایی جلب شده است. کارایی این گروه از باکتری‌ها در نگهداری مواد غذایی بسیار مهم بوده و سبب کاهش مواد مولد فساد همانند پراکسیدهیدروژن و اسیدلاکتیک در موادغذایی می‌شوند (۶). نایسین، پپتید ضدباکتریایی، باکتریوسینی است که توسط LAB تولید می‌شود. این باکتریوسین ۳۴ آمینواسیدی با وزن ملکولی KDa ۳/۵ است که به وسیله باکتری‌های *لاکتوکوکوس لاکتیس (Lactococcus lactis)* تولید می‌شود. نایسین تجاری (E234) تنها باکتریوسین تاییدشده برای نگهداری موادغذایی است که به طور گسترده‌ای در لبنیات و فرآورده‌های گوشتی بکار می‌رود. مطالعات نشان داده‌اند که نایسین می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده مناسب موادغذایی در طی تولید، نگهداری و بخصوص مقابله با باکتری‌های گرم‌مثبت و قارچ‌ها باشد (۷).

علاوه بر مواد نگهدارنده، فناوری بسته‌بندی روشی برای حفاظت از محصولات در برابر فعالیت‌های میکروبی، شیمیایی و فیزیکی ناشی از محیط پیرامون است که باعث تعویق در فساد، افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت مواد غذایی موجود در بسته‌بندی است (۸). تأثیر نایسین، لاکتات‌سدیم و اتمسفرتغییریافته در بهبود کیفیت برگر کپور نقره‌ای مطالعه شد. نتایج آنها نشان داد که استفاده از نایسین ۰/۱ درصد همراه با ۵۵ درصد دی‌اکسیدکربن توانست ۶ روز ماندگاری برگرماهی را افزایش دهد (۹)، Chen و همکاران (۲۰۲۲) استفاده از نایسین در کنترل *لیستریا مونوسایتوژنز (Listeria monocytogenes)* در ماهیان دودی شده را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد حتی استفاده از غلظت کم نایسین، سبب کاهش باکتری در ماهیان دودی شد (۱۰). غلظت ۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر نایسین از رشد باکتری *لیستریا مونوسایتوژنز* در فیله ماهی تون جلوگیری کرد (۱۱). تأثیر هم‌افزایی نایسین با کارواکرول علیه *استافیلوکوکوس اورئوس (Staphylococcus aureus)* در دو دمای ۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد ثابت شد (۱۲).

هدف از این مطالعه، اثر نایسین، بسته‌بندی خلاء و اتمسفرتغییریافته بر کیفیت سوریمی کپور نقره‌ای، به عنوان تکنولوژی ملایم هردل (Mild Hurdles) می‌باشد، تا با استفاده از آن بتوان ماندگاری سوریمی را افزایش داد.

• مواد و روش‌ها

تهیه سوریمی

ماهیان کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) با وزن ۱۰۰۰-۷۰۰ گرم از استخرهای پرورش ماهیان گرمابی استان خوزستان تهیه و با یخ‌گذاری درون ظروف عایق به آزمایشگاه منتقل شدند. بلافاصله ماهی‌ها، شستشو، سر و دم زنی و به روش دستی فیله گردیده و سپس مجدداً شستشو داده شدند. فیله‌ها توسط دستگاه استخوان‌گیر با قطر منفذ استوانه ۲میلی‌متر تبدیل به گوشت چرخ‌کرده بدون استخوان گردید. جهت تهیه سوریمی، ابتدا آب نمک ۰/۲۵ درصد تهیه، سپس به نسبت ۴:۱ (گوشت:آب نمک) درون ظروف شستشو ریخته و عمل هم‌زدن به مدت ۱۰دقیقه انجام گرفت. در تمام مدت شستشو دمای آب بین ۴-۰ درجه سانتی‌گراد بود. عمل آبگیری با استفاده از پارچه تنظیف ابریشمی بصورت دستی انجام شد. عمل شستشو و آبگیری در سه نوبت انجام پذیرفت. سوریمی پس از اختلاط کامل با مواد نگهدارنده (۴درصد شکر، ۴درصد سوربیتول، ۰/۳ تری‌پلی‌فسفات سدیم) در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شد. تا زمان انجام آزمایشات در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید (۹).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

آماده سازی تیمارهای آزمایش

ابتدا محلول پایه نایسین تهیه شد. برای این منظور، پودر نایسین (۲/۵ درصد) از شرکت مرک تحت لیسانس کشور نروژ خریداری و در اسیدکلریدریک ۰/۰۲ نرمال حل شده (pH=۱/۶) و در ظرف استریل توسط فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر، استریل شد. سپس مقدار مورد نظر از آن برداشته و به ظرف حاوی آب مقطر استریل اضافه و پس از مخلوط شدن، در سه سطح ۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ IU/g تهیه و نمونه‌های سوریمی در این سه سطح پوشش داده و سپس با دو روش بسته‌بندی خلاء و اتمسفرتغییریافته با ترکیب گازی ۵۰ درصد دی‌اکسیدکربن، ۴۵ درصد نیتروژن، ۵ درصد اکسیژن به مدت ۱۵روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال و در روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و با سه بار تکرار، جهت انجام آزمون‌های شیمیایی، میکروبی، رنگ، بافت و خصوصیات ژل نگهداری شدند.

آزمون‌های شیمیایی

سنجش pH

برای این منظور مقدار ۵ گرم از هریک از نمونه‌های سوریمی پس از آماده شدن به همراه ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری توسط همزن برقی به طور کامل هموژن گردید و pH نمونه‌ها با دستگاه pH متر دیجیتالی مدل ۶۱۳ Metrohm اندازه‌گیری شد (۱۳).

اندازه‌گیری بازهای نیتروژنی فرار TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen)

ابتدا، ۱۰ گرم نمونه سوریمی با ۲/۵ گرم اکسیدمنیزیوم ترکیب و سپس ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه و به بالن دستگاه کلدال منتقل گردید. محلول اسیدبوریک ۱ درصد به همراه یک قطره متیل‌قرمز آماده و عصاره موجود در بالن به محلول اضافه گردید. رنگ زرد محلول پدیدار و سپس با اسیدسولفوریک تا ایجاد رنگ ارغوانی تیتراسیون صورت گرفت. میزان بازهای نیتروژنی فرار بر حسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم سوریمی از طریق ضرب حجم مصرفی اسیدسولفوریک در عدد ۱۴ بدست آمد (۱۴).

اندازه گیری تیوباربیتوریک‌اسید TBA (Thiobarbituric acid)

اندازه‌گیری TBA به وسیله روش رنگ‌سنجی صورت گرفت. مقدار ۲۰۰میلی‌گرم از نمونه به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال و سپس با ۱-بوتانول به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های خشک درب‌دار وارد و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به وسیله حل‌شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱-بوتانول پس از فیلترشدن به دست آمد). لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۶ درجه سانتی گراد به مدت ۱/۵ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس توسط دستگاه اسپکتروفتومتری مقدار جذب (As) در ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. مقدار TBA (میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم سوریمی) بر اساس رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۵).

$$TBA = \frac{(As-Ab)*50}{200}$$ رابطه (۱)

اندازه‌گیری عدد پراکسید PV (Peroxide Value)

نمونه ای از روغن استخراج‌شده (با روش سوکسله) از ماهی را به دقت در ارلن مایر۲۵۰ میلی‌لیتری سرسمباده‌ای وزن نموده و حدود ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسیداستیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۳:۲) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع،۳۰ میلی لیتر از آب مقطر و ۰/۵میلی لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه اضافه و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید. میزان پراکسید از رابطه ۲ مورد محاسبه قرار گرفت (۱۶).

$$PV = \frac{100*\text{نرمالیته}*\text{حجم مصرفی}}{\text{وزن نمونه روغن}}$$ رابطه (۲)

اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد FFA (Free Fatty Acids)

یک ارلن حاوی ۲۵ سی‌سی اتانول ۹۶ درصد آماده و سپس به آن ۳ قطره معرف فنل‌فتالئین افزوده شد. ۲ قطره هیدروکسید سدیم اضافه تا رنگ آن به رنگ صورتی کم‌رنگ درآید. محلول بدست‌آمده به ارلن حاوی چربی اضافه و با استفاده از هیتر به آن گرما داده شد. پس از رسیدن به مرحله جوش، ۳ قطره فنل‌فتالئین به آن اضافه و تیترا سیون با سود (N) انجام و اسیدهای چرب آزاد بر حسب درصد اسیداولئیک با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید (۱۷).

$$FFA = \frac{\text{سودحجم}*\frac{28}{2}*\frac{N}{10}}{\text{وزن نمونه روغن}}$$ رابطه (۳)

آزمون بافت و رنگ سوریمی

پارامترهای رنگ a^* (قرمزی، سبزی)، b^* (زردی، آبی) و L^* (روشنی) با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل CM400d ساخت کشور ژاپن اندازه گیری شدند. سپس سفیدی (Whiteness) با استفاده از رابطه ۴ به دست آمد:

رابطه (۴)

$$\text{Whiteness}=100-[a^{*2}+b^{*2}+(100-L^*)^2]^{\frac{1}{2}}$$

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

آنالیز پروفایل بافت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Texture Analyzer) مدل TA-XT2i ساخت کشور انگلستان با پروب SMS-P/5 به دست آمد. سرعت ۳ میلی‌متر بر ثانیه، محدوده فشرده‌سازی ۵ میلی‌متر و فاصله زمانی فشرده‌کردن ۵ ثانیه بود (۱۸).

اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب (water-holding capacity) و حلالیت پروتئین (protein solubility) سوریمی

نمونه‌های سوریمی تیمارهای مختلف، با اندازه‌های ۲/۵ میلی‌متر و وزن ۵/۵ گرم (M_1)، در ۸۰۰۰ rpm برای ۲۲ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ گردیدند. وزن قطعات بعد از سانتریفوژ ثبت شد (M_2). سپس ظرفیت نگهداری آب (WHC) از رابطه ۵ محاسبه گردید (۱۹):

$$WHC\ (\%) = M_2/ M_1 \times 100 \qquad \text{رابطه (۵)}$$

برای اندازه‌گیری حلالیت پروتئین، ۰/۵ گرم سوریمی، با ۱۰ میلی‌لیتر کلریدپتاسیم ۰/۶ مولار و ۵۰ میلی‌مول اسیدکلریدریک برای ۱/۵ دقیقه کاملاً مخلوط گردید. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با ۱۰۰۰ rpm سانتریفوژ شد. مایع رویی چندین بار با کلریدپتاسیم رقیق گردید. حلالیت به صورت میلی‌گرم پروتئین قابل حل بر ۱۰۰ میلی‌گرم ژل سوریمی بیان گردید (۲۰).

میزان باکتری‌های هوازی کل TVC (Total Viable Count)

میزان باکتری‌های هوازی کل نمونه‌های سوریمی مربوط به تیمارهای مختلف از طریق کشت آمیخته انجام شد. به همین منظور ۱۰ گرم سوریمی از هر نمونه در شرایط استریل، به همراه ۶۰ میلی‌لیتر کلریدسدیم به کیسه استومیکر منتقل و به صورت هموژن درآمد. سپس رقت‌های متوالی تهیه و تا رقت 10^{-5} میلی‌لیتر رقیق شد. ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در محیط پلیت کانت آگار PCA (Plate Count Agar) به روش سطحی کشت داده شد. بعد از ۱۰ دقیقه همه پلیت‌ها وارونه و در انکوباتور به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۳۷-۳۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. شمارش کلنی‌ها (log cfu/ g) در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ انجام شد (۲۱).

تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمایش‌ها با سه تکرار انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه با نرم‌افزار Origin Pro 9 استفاده شد. جهت تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن اختلافات بین میانگین صفات از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. تصاویر به کمک نرم‌افزار EXCEL 2021 رسم شدند.

• یافته‌ها

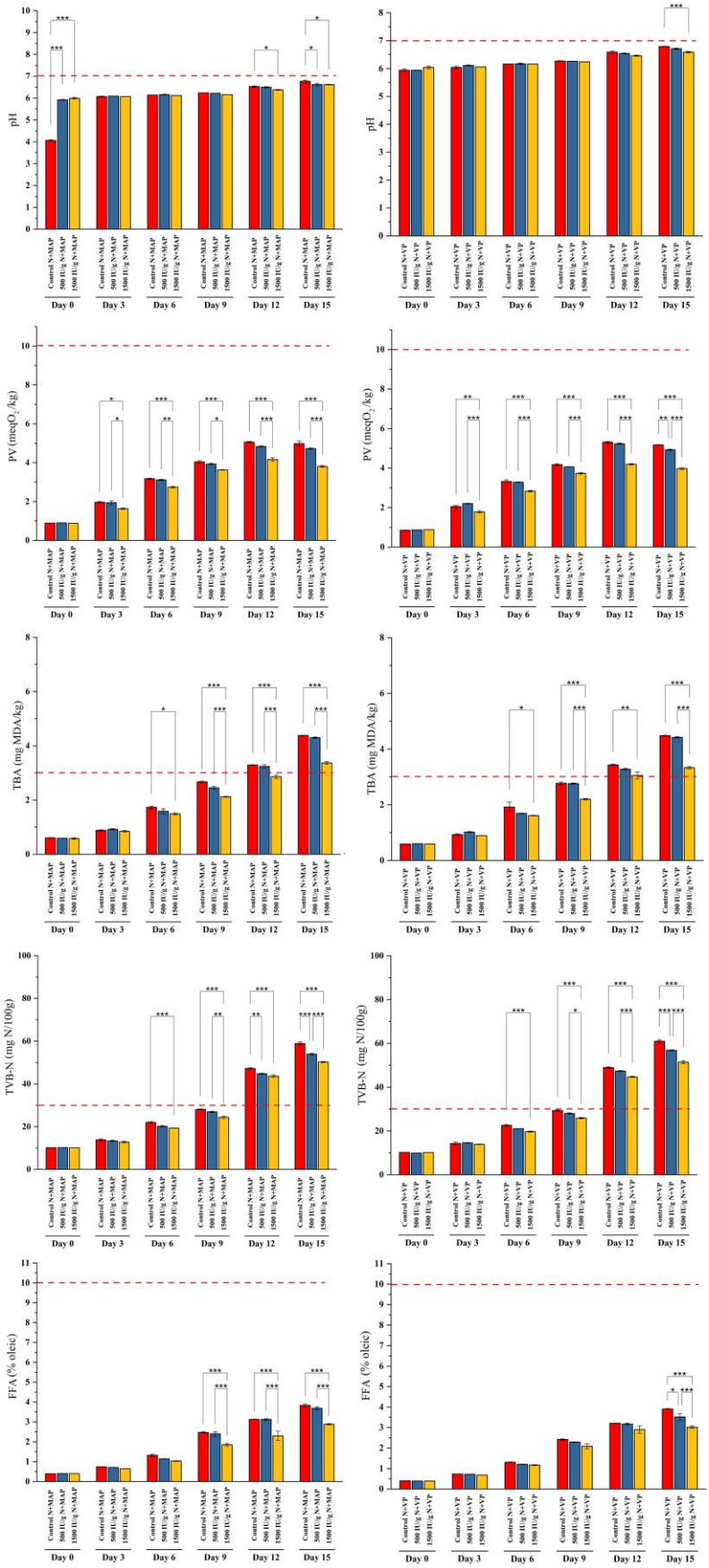
تأثیر نایسین و بسته‌بندی بر پارامترهای شیمیایی سوریمی

شکل ۱ تأثیر نایسین و بسته‌بندی‌های مختلف بر پارامترهای شیمیایی سوریمی را نشان داده است. کمترین مقدار pH سوریمی در بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته (سمت چپ)، در روز صفر و بالاترین مقدار با اختلاف معنی‌دار نسبت به شاهد به روز پانزدهم تعلق (۶/۷۷±۰/۱۰) داشت ($P<0/05$). در بسته-بندی خلاء (سمت راست) افزایش pH با افزایش مدت زمان نگهداری نشان داده شد که روند افزایشی آن بیشتر از بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته بود.

در شروع آزمایش، میزان پراکسید نمونه‌های سوریمی در هر دو روش بسته‌بندی پایین بود (۰/۹۸ meq O_2/kg)، ولی با افزایش زمان میزان آن زیاد و اختلاف معنی‌دار در روز ششم محسوس بود ($P<0/05$) (شکل ۱). در پایان دوره، میزان PV با شیب آهسته‌ای افزایش داشت. در هر دو شیوه بسته‌بندی، کمترین میزان آن در تیمار ۱۵۰۰IU/g نایسین مشاهده گردید. در روز دوازدهم بیشترین میزان پراکسید در تیمار کنترل و تیمار نایسین ۵۰۰ IU/g در بسته‌بندی خلاء مشاهده شد (meq O_2/kg ۵/۳۱ و ۵/۲۳). در روز ششم نگهداری، افزایش ناگهانی و معنی‌دار ($P<0/05$) TBA در نمونه‌های سوریمی تیمارشده با نایسین بسته‌بندی شده تحت‌خلاء و اتمسفر تغییر یافته مشاهده گردید. در روز دوازدهم، تمام نمونه‌های سوریمی بسته‌بندی شده با خلاء از حد مجاز استفاده برای مصرف خارج شدند. از روز ششم به بعد در هر دو بسته‌بندی اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمار ۵۰۰ IU/g نایسین (۳/۱۰ mg MDA/ kg) و کنترل (۳/۲۱ mg MDA/kg) مشاهده نشد ($P>0/05$). با افزایش زمان نگهداری، نمونه‌های سوریمی، میزان TVB-N افزایش یافت، بطوری که میزان TVB-N در تیمار کنترل در روز پانزدهم به ۶۰/۰۱ میلی‌گرم نیتروژن در صد گرم رسید (شکل ۱). در روز پانزدهم، اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای محتوی نایسین با تیمار کنترل مشاهده شد که در هر دو روش بسته‌بندی محسوس بود. در بسته‌بندی تحت‌خلاء (شکل۱ سمت چپ) میزان FFA نمونه‌های سوریمی با غلظت‌های متفاوت نایسین با هم ($P<0/001$) و با تیمار کنترل دارای تفاوت معنی‌دار آماری بود ($P<0/001$) ($P<0/05$). میزان معنی‌دار بودن FFA نمونه-های سوریمی با غلظت‌های مختلف نایسین در بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته از روز نهم نگهداری شروع شد که تا روز پانزدهم ادامه داشت (شکل ۱).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]



شکل ۱. تأثیر غلظت‌های مختلف (IU/g ۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰) نایسین و بسته‌بندی خلاء و اتمسفرتغییریافته بر میزان پارامترهای شیمیایی سوریمی در دمای یخچال طی ۱۵ روز نگهداری. ***P<۰/۰۰۱، **P< ۰/۰۱، *P< ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

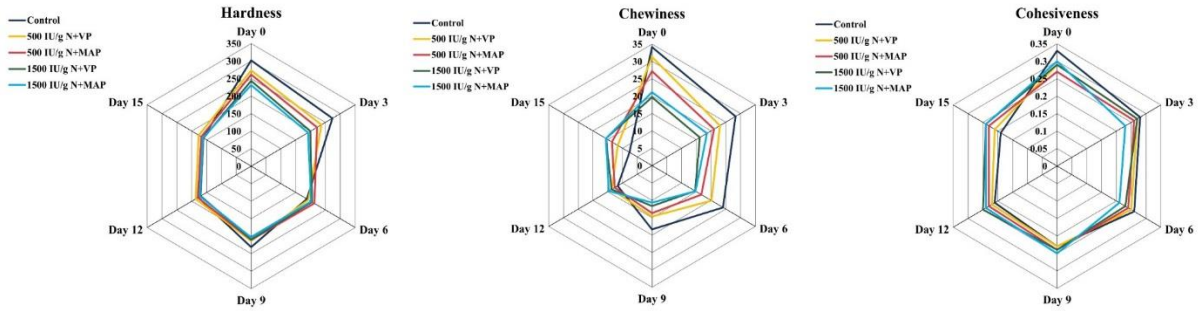
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

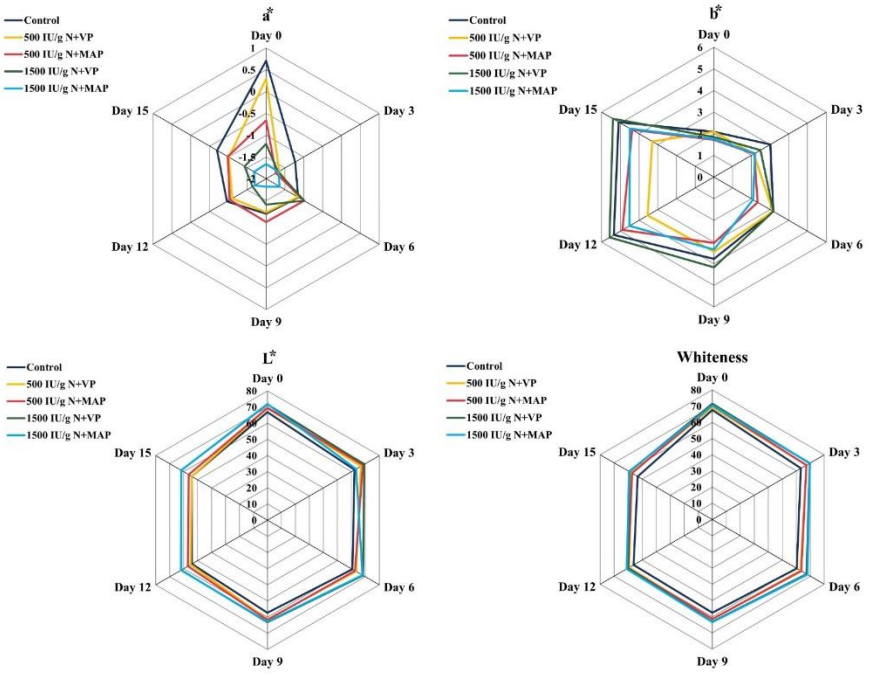
تأثیر نایسین و بسته‌بندی بر خصوصیات بافت و رنگ سوریمی

همان طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، تفاوت معنی‌دار آماری در پارامترهای سختی و جویدنی بین تیمار شاهد با تیمار سوریمی حاوی نایسین بسته‌بندی شده وجود داشت (P<۰/۰۵). میزان هر سه پارامتر بافت سوریمی در طول نگهداری کاهش یافتند. بین دو گروه سوریمی محتوی نایسین بسته‌بندی شده در خلاء و اتمسفرتغییریافته و تیمار کنترل تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۵) در سختی، پیوستگی و جویدنی وجود داشت. با این حال، تفاوت معنی‌دار در سختی، پیوستگی و جویدنی تا روز سوم نگهداری وجود نداشت (P>۰/۰۵) (شکل۲). سختی و جویدنی به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) در گروه بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته کمتر از گروه کنترل بود. طی ۱۵ روز نگهداری، میزان سختی، فنری و جویدنی نمونه‌های سوریمی کاهش یافت.

L^* و سفیدی (Whiteness)، a^* (قرمزی/ سبزی) و b^* (زردی/ آبی) نمونه‌های شاهد و سوریمی در شکل ۳ نشان داده شده است. تیمار سوریمی محتوی IU/g ۱۵۰۰ نایسین بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته بیشترین میزان سفیدی را داشت. با این حال، میزان سفیدی در تیمار ذکرشده از روز ششم تا پانزدهم، بدون اختلاف معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). بیشترین تغییرات L^* در روزهای آخر نگهداری مشاهده شد. طی نگهداری، میزان L^* و سفیدی در همه نمونه‌ها کاهش یافت و سفیدی نمونه‌های تیمارشده با نایسین و بسته‌بندی پس از ۱۵ روز نگهداری بیشتر از نمونه‌های شاهد بود. a^* و b^* در نمونه‌های سوریمی بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته کمتر از نمونه‌های شاهد بود. علاوه بر این، در طول نگهداری، میزان b^* در تمام نمونه‌ها همزمان با کاهش L^* و سفیدی افزایش یافت (P<۰/۰۵).



شکل ۲. تأثیر نایسین و بسته‌بندی بر میزان پارامترهای بافت سوریمی در دمای یخچال طی ۱۵ روز نگهداری

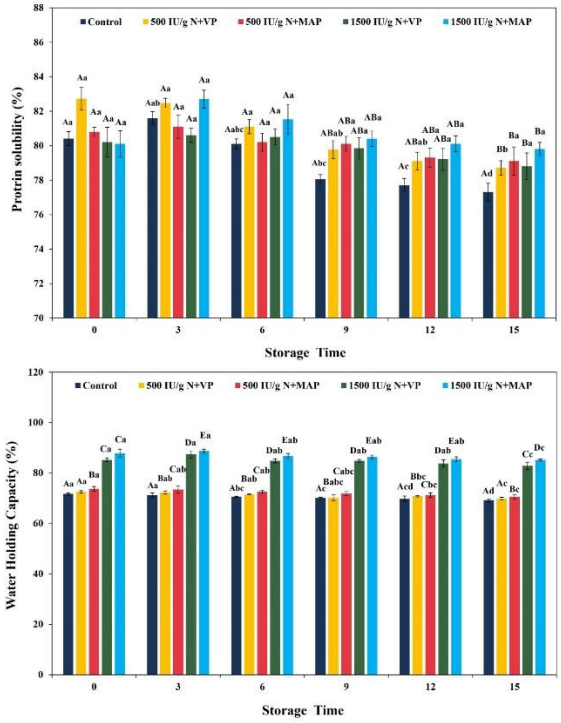


شکل ۳. تأثیر نایسین و بسته‌بندی بر میزان پارامترهای رنگ سوریمی در دمای یخچال طی ۱۵ روز نگهداری

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

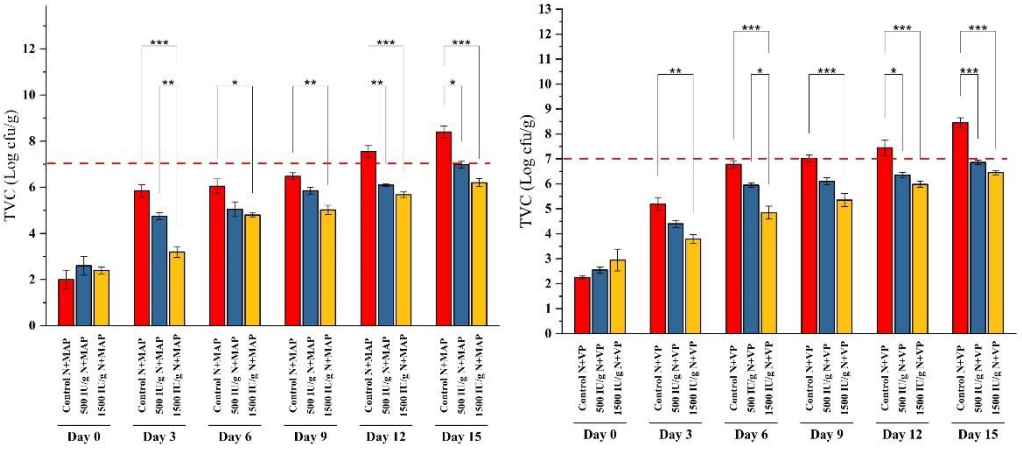
[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

خصوصیات ژل نمونه‌های سوریمی تیمارشده با نایسین بسته‌بندی شده در شرایط خلاء و اتمسفرتغییریافته در شکل ۴ نشان داده شده است. بیشترین حلالیت پروتئین در تیمار ۱۵۰۰IU/g نایسین بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته در روز سوم به میزان ۰/۵۲±۸۲/۷۱ درصد به دست آمد. از روز ششم به بعد تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمار ۱۵۰۰IU/g نایسین و بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته با سایر تیمارها مشاهده گردید ($p<0/05$). تا روز سوم تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای محتوی نایسین و بسته‌بندی مشاهده نشد ($p>0/05$). میزان ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های سوریمی محتوی نایسین بسته‌بندی‌شده در خلاء و اتمسفرتغییریافته در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که در تمامی تیمارها ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های سوریمی در روز سوم، بیشترین میزان را نشان داد، که در تیمار ۱۵۰۰IU/g نایسین و بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته، با اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها ($p<0/05$)، ۰/۸۰ ± ۷۰/۸۸ درصد بود.



شکل ۴. تغییرات خصوصیات ژل سوریمی تحت تأثیر نایسین، بسته‌بندی خلاء و اتمسفرتغییریافته طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال.

انحراف معیار± میانگین؛ $^{a-d}$حروف کوچک غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین یک تیمار در روزهای متفاوت نگهداری است. $^{A-D}$ انحراف معیار± میانگین؛ حروف بزرگ غیرمشابه نشان-دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در یک روز است.



شکل ۵. تأثیر غلظت های مختلف نایسین (۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ IU/g)، بسته‌بندی خلاء (سمت راست) و اتمسفرتغییریافته (سمت چپ) بر میزان TVC سوریمی. $P<0/001$***، $P<0/01$**، $P<0/05$* از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

تأثیر نایسین و بسته‌بندی بر میزان TVC سوریمی

تأثیر نایسین بر TVC سوریمی کپور نقره‌ای در بسته‌بندی خلاء و اتمسفر تغییریافته در شکل ۵ نشان داده شده است. با افزایش زمان نگهداری، میزان رشد باکتری‌ها در نمونه‌های سوریمی چه در بسته‌بندی خلاء و چه در اتمسفرتغییریافته افزایش یافت. اختلاف معنی‌دار آماری بین نمونه های سوریمی ۱۵۰۰IU/g نایسین با تیمار کنترل در روز ششم در بسته‌بندی اتمسفرتغییر یافته مشاهده شد ($P<0/05$)، ولی در بسته‌بندی خلاء این اختلاف بین تیمار ۵۰۰ IU/g و ۱۵۰۰ نایسین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

مشـــاهده گردید (P<۰/۰۵). بعد از پانزده روز نگهداری، میزان TVC نمونه های ســـوریمی حاوی ۵۰۰ IU/g تحت خلاء و اتمسفرتغییریافته به ترتیب به ۶/۸۷ log cfu/ g و ۶/۸۹ رسید.

• بحث

استفاده از باکتری‌های اسیدلاکتیک در ترکیب با بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته می‌تواند به عنوان روشی مؤثر برای افزایش ماندگاری و ایمنی ماهی و فرآورده‌های شیلاتی، از طریق ممانعت از فساد شیمیایی و میکروبی بدون تغییر در کیفیت غذایی محصولات شود (۲۲). فساد میکروبی به عنوان عامل اصلی فساد محصولات شیلاتی در نظر گرفته می‌شود. افزایش ماندگاری با استفاده از میکروارگانیسم‌های طبیعی یا کنترل‌شده و اجزای ضدمیکروبی آنها توسط مطالعات علمی جدید توصیه می‌شود (۲۳).

نتایج این پژوهش نشان داد که pH سوریمی با گذشت زمان چه در تیمار شاهد و چه در تیمارهای حاوی نایسین همراه با بسته‌بندی افزایش یافت و اختلاف معنی‌داری بین روز صفر و روز پانزدهم وجود داشت (شکل ۲). این را می‌توان با تنفس بی‌هوازی سلول‌ها و مصرف متعاقب گلیکوژن برای تولید لاکتات پس از مرگ ماهی توضیح داد (۲۴). همچنین می‌توان آن را با تخریب آدنوزین‌فسفات برای تولید فسفات معدنی بیان کرد. علاوه بر این، متابولیسم باکتری‌ها، بخصوص باکتری‌های اسیدلاکتیک، سبب ایجاد مواد اسیدی در سوریمی می شوند که منجر به کاهش pH می‌شود (۲۵). با این حال، در مرحله بعدی نگهداری، تکثیر گسترده میکروارگانیسم‌ها، به ویژه میکروارگانیسم‌های مخصوص فساد، همراه با اثر آنزیم‌های درون‌زا در بدن ماهی، منجر به تجزیه ترکیبات نیتروژن‌دار مانند پروتئین‌ها می‌شود (۲۶). این تجزیه منجر به تولید آمین‌های قلیایی و آمونیاک شد که باعث افزایش pH گردید (۲۴). با توجه به اینکه pH محدوده ۷ نشان‌دهنده فساد است (۲۷)، می‌توان گفت در هر دو روش بسته‌بندی، این پارامتر در حد مجاز قرار داشت.

مقادیر TVB-N و TBA دو شاخص مهم هستند که تازگی فیله ماهی را منعکس می‌کنند که در این مطالعه الگوی افزایش این دو فاکتور در همه تیمارها با افزایش زمان نگهداری، نشان داده شد، اما کاهش این دو فاکتور در تیمارهای حاوی نایسین بسته‌بندی‌شده در اتمسفرتغییریافته با شیب کندتری اتفاق افتاد. احتمالاً، در بسته‌بندی خلاء افزایش نفوذ آب‌گریزی سبب آزادسازی و نهایتاً تأثیر کم نایسین شده است (۲۸). کاهش فاکتور TBA در تیمار ۱۵۰۰IU/g سوریمی بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته می‌تواند به دلیل تعامل بین MDA (malondialdehyde)، پروتئین‌ها، اسیدهای‌آمینه و گلیکوژن باشد که سبب آزادسازی کمتر MDA در سوریمی گردد و با توجه به اینکه مقدار TBA معیاری از میزان MDA است، که در مدت زمان طولانی پایدار نیست (۲۹)، نوسان در مقادیر TBA در تیمارهای محتوی نایسین می‌تواند به دلیل ذکرشده در بالا باشد.

اکسیداسیون لیپید در طول نگهداری در یخچال ممکن است باعث دناتوره‌شدن پروتئین‌ها شود. بسیاری از محصولات تجزیه لیپید همچنین قادر به ایجاد پیوند متقابل پلی‌پپتیدها هستند و بنابراین مسئول تولید تجمع پروتئین نامحلول می‌شوند. این احتمالاً منجر به از دست دادن حلالیت پروتئین می‌شود، به ویژه هنگامی که زمان نگهداری افزایش می‌یابد. آلدئیدهایی که در طی اکسیداسیون لیپیدها تشکیل می‌شوند، می‌توانند با گروه‌های آمین پروتئین‌ها برهمکنش کنند و محصولات پایه شیف (Schiff) را تشکیل دهند (۳۰). احتمالاً نایسین و بسته‌بندی اتمسفرتغییریافته توانستند باهم سبب سرکوب فعالیت آنزیم لیپاز شوند که مسبب اکسیداسیون چربی است. همانطور که شکل ۲ نشان می‌دهد، میزان PV در هر روش بسته‌بندی، در روز ششم به بالای ۰/۶ mg MDA/ kg رسید که از نظر مصرف‌کنندگان سبب مزه نامطلوب در محصولات شیلاتی خواهد شد.

ثابت شده است که نایسین فعالیت ضدباکتری علیه بسیاری از باکتری‌ها مانند *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سابتیلیس*، *انتروکوکوس* و *استرپتوکوکوس* نشان داده است (۳۱). حد مجاز استفاده از نایسین به عنوان یک ماده نگهدارنده در موادغذایی ۱۲/۵ میلی‌گرم نایسین خالص در کیلوگرم است (۳۲). انواع مختلف باکتری‌ها حساسیت متفاوتی به نایسین دارند. حتی سویه‌های مختلف از یک سویه باکتری دارای حساسیت متفاوتی به نایسین هستند. اثر ضدباکتریایی نایسین به غلظت، مدت زمان تعامل بین نایسین و باکتری و حساسیت باکتری به نایسین بستگی دارد. غلظت نایسین مؤثر از حلالیت و حلالیت آن به شدت تحت‌تأثیر pH است. نایسین در pH پایین و دمای پایین فعالیت بالایی دارد، زیرا ساختار ثانویه نایسین در دماهای بالا از بین می‌رود (۳۳). در این مطالعه میزان باکتری‌های هوازی کل افزایش یافت، که در تیمار سوریمی محتوی نایسین بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته با شیب کمتری بود. عملکرد نایسین به صورت تغییرشکل‌سلول، پلاسمولیز، دپلاریزاسیون و همچنین تغییر یا حتی تخریب نفوذپذیری غشای سلولی باکتری‌ها می‌شود که منجر به نشت محتویات سلولی خواهد شد (۳۴). علاوه بر این، با افزایش زمان نگهداری، میزان تغییر شکل سلولی و نشت محتویات سلولی افزایش

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

می‌یابد که ممکن است باعث تغییر در فعالیت برخی آنزیم‌ها گردد، که تأثیر مستقیم بر عملکرد نایسین خواهد داشت (۳۳). در مطالعه‌ای که بر افزایش ماندگاری فیله ماهی سی‌باس (*Lateolabrax japonicas*) انجام شد (۳۴)، نتایج نشان داد که بین سه تیمار آب، نایسین و لاکتوسین که برای ماندگاری فیله بکار گرفته شد، نشان داد که میزان اولیه TVC ۲/۴۲ لوگ بود، درحالی که در روز هفتم نگهداری، میزان باکتری‌ها در فیله‌های تیمارشده با آب، نایسین و لاکتوسین به ترتیب به ۸/۱۱، ۶/۵۰ و ۴/۱۰ لوگ رسید و در روز پانزدهم نگهداری از میزان ۷ لوگ مجاز برای محصولات شیلاتی (۳۵)، فراتر رفت. در مطالعه دیگر مقایسه نگهدارنده‌های طبیعی در ماندگاری فیله سالمون (Salmo salar) بررسی شد. استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی توانست ۶ تا ۱۰ روز ماندگاری را افزایش دهد. جمعیت اولیه TVC ۴/۴۰ log cfu/ g بود. نایسین به میزان ۱/۶۰ گرم تا روز هشتم توانست میزان TVC را در حد مجاز نگه دارد (۱۰).

کاهش روشنایی و سفیدی نمونه‌های سوریمی با توجه به نتایج بدست آمده، ممکن است به تخریب پروتئین، اکسیداسیون چربی‌ها و تشکیل محصولات واکنش میلارد مربوط باشد که سبب رنگ قهوه‌ای مایل به زرد می‌شوند (۳۶).

در طول نگهداری، میزان پارامترهای بافت شامل سختی، پیوستگی و جویدنی کاهش یافت که احتمالاً به دلیل تخریب پروتئین و کاهش سفتی عضلات است (۳۷). شاخص‌هایی مانند ظرفیت نگهداری آب و حلالیت پروتئین، اغلب برای ارزیابی کیفیت بافت محصولات شیلاتی استفاده می شوند و همچنین نشان‌دهنده بدترشدن کیفیت پروتئین در طول نگهداری در دمای پایین است (۳۰). در این مطالعه، در روز پانزدهم، بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب و حلالیت پروتئین در تیمار ۱۵۰۰ IU/g نایسین بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته دیده شد. از روز سوم، در تمام تیمارها با افزایش دوره نگهداری مقدار این دو فاکتور کاهش یافت. بافت سوریمی نیز به ظرفیت نگهداری آب بستگی دارد که بر پذیرش حسی مصرف‌کنندگان تأثیر می‌گذارد. کاهش حلالیت، نشان‌دهنده تشکیل توده‌های پروتئینی در طول فرآیند ژل‌شدن سوریمی است. دناتوره‌شدن پروتئین‌ها برای تشکیل یک ساختار سه‌بعدی سبب کاهش حلالیت می‌شود. تشکیل پیوند دی‌سولفید که منجر به تجمع پروتئین‌ها می‌شود، ممکن است به حلالیت کم پروتئین‌ها کمک کند. پیوندهای هیدروژنی ممکن است در برهمکنش بین گروه-های هیدروکسیل ترکیبات فنلی و نیتروژن یا اکسیژن اسیدهای‌آمینه دخیل باشند. در نتیجه، کاهش حلالیت پروتئین در طول دوره نگهداری نشان‌دهنده تجمع و همچنین دناتوره-شدن پروتئین‌ها ناشی از دمای پایین است (۳۸). Oliver و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که سختی سوریمی زمانی افزایش می‌یابد که چربی‌های جامد اشباع بیشتری جایگزین چربی‌های غیراشباع در بافت سوریمی شوند (۳۹). علاوه بر این، نمونه‌های سوریمی بسته‌بندی شده در اتمسفرتغییریافته نسبت به خلاء سختی کمتر و خاصیت ارتجاعی بالاتری داشتند، که نشان می‌دهد اتمسفرتغییریافته تأثیر قابل‌توجهی در به تأخیر انداختن افت کیفیت سوریمی دارد.

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی باید گفت که استفاده از نایسین برای نگهداری مواد غذایی ممکن است چندین مزیت داشته باشد: افزایش ماندگاری محصول، کاهش خطر انتقال عوامل بیماری زا از طریق غذا، کاهش استفاده از نمک ها، اسیدها و سایر نگهدارنده‌های شیمیایی و حفظ ویتامین‌ها و خواص ارگانولپتیک غذا.

به دلیل کاهش فعالیت نایسین از طریق تخریب آن توسط آنزیم‌های پروتئولیتیک یا برهمکنش آن با ترکیبات چربی، برای بهبود پایداری و کارایی نایسین ترکیب آن با تکنولوژی بسته بندی لازم است.

• References

1. Babic Milijasevic J, Milijasevic M, Lilic S, Djinovic-Stojanovic J, Nastasijevic I, Geric T. Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life and Quality of Gutted Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) during Refrigerated Storage. Foods. 2023;12(16):3015. https://doi.org/ 10.3390/foods12163015.
2. Shabani M, Mokhtarian M, Kalbasi-Ashtari A, Kazempour R. Effects of extracted propolis (Apis mellifera) on physicochemical and microbial properties of rainbow-trout fish burger patties. Journal of Food Processing and Preservation. 2021;45:e16027.
3. Ying X, Li T, Deng S, Brennan C, Benjakul S, Liu H, et al. Advancements in nonthermal physical field technologies for prefabricated aquatic food: A comprehensive review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2024;23(1):e13290.
4. Abel N, Rotabakk BT, Lerfall J. Mild processing of seafood—A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2022;21(1):340-370. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12876.
5. Roobab U, Afzal R, Ranjha MMAN, Zeng XA, Ahmed Z, Aadil RM. High pressure-based hurdle interventions for raw and processed meat: A clean-label prospective. International Journal of Food Science & Technology. 2022;57(2):816-826. https://doi.org/10.1111/IJFS.1549.
6. Castellone V, Bancalari E, Rubert J, Gatti M, Neviani E, Bottari B. Eating fermented: Health benefits of LAB-fermented foods. Foods. 2021;10(11):2639.
7. Khelissa S, Chihib N-E, Gharsallaoui A. Conditions of nisin production by Lactococcus lactis subsp. lactis and its main uses as a food preservative. Archives of Microbiology. 2021;203(2):465-480.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

8. Sani MA, Zhang W, Abedini A, Khezerlou A, Shariatifar N, Assadpour E, et al. Intelligent packaging systems for the quality and safety monitoring of meat products: From lab scale to industrialization. Food Control. 2024:110359.

9. Mesgaran N, Roomiani L. Effect of Nisin, Sodium Lactate and MAP packaging on the shelf life of Silver Carp (Hypophthalmichthys molitrix) Burger. 2018. [in Persian]

10. Chen R, Skeens JW, Wiedmann M, Guariglia-Oropeza V. The efficacy of nisin against Listeria monocytogenes on cold-smoked salmon at natural contamination levels is concentration-dependent and varies by serotype. Frontiers in Microbiology. 2022;13:930400. doi: 10.3389/fmicb.2022.930400.

11. Wu M, Dong Q, Yan H, Song Y, Liu Y, Hirata T, Li Z. Bacteriostatic potential of nisin and sesamol combination against Listeria monocytogenes in chilled raw tuna fillets. LWT. 2023;183:114924.

12. Li Q, Yu S, Han J, Wu J, You L, Shi X, Wang S. Synergistic antibacterial activity and mechanism of action of nisin/carvacrol combination against Staphylococcus aureus and their application in the infecting pasteurized milk. Food Chemistry. 2022;380:132009.

13. AOAC. Official Methods of Analysis. In: Association of Official Analytical Chemists. Washington. 2000(15th Edition).

14. The Europen Communitiees. Council Regulation (EEC) No.103/76 of 19 January 1976. Off. J. Eur. Commun. 1976 L, 29–34.

15. Tarladgis BG, Pearson A, Jun LD. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II.—formation of the tba-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1964;15(9):602-607.

16. Holland DC. Determination of malonaldehyde as an index of rancidity in nut meats. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 1971;54(5):1024-1026.

17. Hamzehie M, Roomiani L. Antimicrobial and Antioxidant Effects of Essential Oil Nanoemulsion of Heracleum persicum on Quality and Shelf-life of Shrimp Nuggets. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 2023;18(2):97-110. [in Persian]

18. Kudre TG, Benjakul S. Effects of bambara groundnut protein isolates and microbial transglutaminase on textural and sensorial properties of surmi gel from sardine (Sardinella albella). Food and bioprocess technology. 2014;7:1570-1580.

19. Barrera A, Ramırez J, González-Cabriales J, Vázquez M. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. Food hydrocolloids. 2002;16(5):441-447.

20. Gornall AG, Bardawill CJ, David MM. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. J biol Chem. 1949;177(2):751-766.

21. Jamali S, Pajohi-Alamoti M, Sari A, Aghajani N. Use of Aloe Vera-based Edible Coating Containing Nanoemulsion of Ginger Essential Oil to Extend Trout Fillet Shelf-life. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 2023;18(1):93-108. URL: http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-3603-fa.html. [in Persian]

22. Wu M, Dong Q, Ma Y, Yang S, Aslam MZ, Liu Y, Li Z. Potential antimicrobial activities of probiotics and their derivatives against Listeria monocytogenes in food field: A review. Food Research International. 2022;160:111733.

23. Anbi AA, Seidgar M, Naghadehi MN. Effects of Lactococcus lactis (L. lactis) subsp. lactis Supernatant on the Shelf Life of Vacuum-packaged Oncorhynchus mykiss Fillets. Iranian Food Science & Technology Research Journal/Majallah-i Pizhūhishhā-yi ʻUlūm va Sanāyi-i Ghaẕāyī-i Īrān. 2024;19(6):111-124.

24. Ruiz-Capillas C, Moral A. Residual effect of CO2 on hake (Merluccius merluccius L.) stored in modified and controlled atmospheres. European Food Research and Technology. 2001;212:413-420.

25. Dalgaard P, Gram L, Huss H. The effect of anaerobic conditions and carbon dioxide. FAO Fish Tech Pap. 1995;348:68-76. Available online: https://www.fao.org/3/V7180E/V7180E00.htm (accessed on 5 May 2023).

26. Gram L, Huss HH. Microbiological spoilage of fish and fish products. International journal of food microbiology. 1996;33(1):121-137.

27. Zamani A, Abaei Z, Abaei F. Assessment of chemical and bacterial indices of common carp (Cyprinus carpio) surimi under various concentrations of basil (Ocimum basilicum) extract during storage in refrigerator. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2021;16(1):95-107.

28. Shabani M, Mokhtarian M, Kazempour R. Possibility investigation of increasing of oxidative stability of fish burger using propolis ethanolic extract during storage period. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2021;16(1): 109-122.

29. Masniyom P, Benjama O, Maneesri J. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on quality changes of refrigerated tilapia (Oreochromis niloticus) fillets. International Food Research Journal. 2013;20(3):1401-1408.

30. Majumdar RK, Saha A, Dhar B, Maurya PK, Roy D, Shitole S, Balange AK. Effect of garlic extract on physical, oxidative and microbial changes during refrigerated storage of restructured product from Thai pangas (pangasianodon hypophthalmus) surimi. Journal of food science and technology. 2015;52:7994-8003.

31. Shi Y, Wen T, Zhao F, Hu J. Bacteriostasis of nisin against planktonic and biofilm bacteria: Its mechanism and application. Journal of Food Science. 2024;1-23.

32. Ross RP, Morgan S, Hill C. Preservation and fermentation: past, present and future. International journal of food microbiology. 2002 Nov 15;79(1-2):3-16.

33. Chen R, Skeens J, Orsi RH, Wiedmann M, Guariglia-Oropeza V. Pre-growth conditions and strain diversity affect nisin treatment efficacy against Listeria monocytogenes on cold-smoked salmon. International Journal of Food Microbiology. 2020;333:108793.

34. Wu P, Yang J, Meng X, Weng Y, Lin Y, Li R, et al. The inhibitory action of lactocin 63 on deterioration of seabass (Lateolabrax japonicus) during chilled storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024.

35. ICMSF. International commission on microbiological specifications for foods, sampling for microbiological analysis: Principles and scientific applications. University of Toronto Press Toronto; 1986. p. 181-196.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

36. Zhang L, Yu D, Xu Y, Jiang Q, Xia W, Yu D. Changes in quality and microbial diversity of refrigerated carp fillets treated by chitosan/zein bilayer film with curcumin/nisin-loaded pectin nanoparticles. Food Bioscience. 2023;54:102941.

37. Zhang H, Xiong S, Yu X, An Y. Fishy odorants in pre-processed fish fillet and surimi products made from freshwater fish: Formation mechanism and control methods. Trends in Food Science & Technology. 2023:104212.

38. Balange A, Benjakul S. Enhancement of gel strength of bigeye snapper (Priacanthus tayenus) surimi using oxidised phenolic compounds. Food chemistry. 2009;113(1):61-70.

39. Oliver L, Scholten E, van Aken GA. Effect of fat hardness on large deformation rheology of emulsion-filled gels. Food Hydrocolloids. 2015;43:299-310.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]

Using Hurdle Technology: Nisin in Combination with Vacuum or Modified Atmosphere Packaging Increases the Surimi Shelf Life

Roomiani L [1], Abaforoshan A[2], Maleki N[3]*

*1-*Corresponding author: Associate Professor, Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran*

2-MSc Student, Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

3-Former MSc Student, Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received 4 Apr, 2024 **Accepted 11 Jun, 2024**

Background and Objectives: Aquatic animals and their products are products, whose perishability rate is higher than other meats. Use of hurdle technology at a low level causes significant decreases in microbial and chemical spoilages while preserving quality of the aquatic animals, compared to traditional preservation methods. The aim of this investigation was to investigate effects of nisin and vacuum and modified atmosphere packaging on the shelf life of silver-carp surimi.

Materials & Methods: Three nisin concentrations of 0, 500 and 1500 IU/g in combination with vacuum and modified atmosphere packaging of 50% carbon dioxide, 45% nitrogen and 5% oxygen were used to increase the shelf life of surimi, assessing its chemical, microbial, texture, color and gel characteristics.

Results: Compared to the control group, use of nisin concentrations, especially the highest concentration in combination with modified atmosphere packaging, included significant effects on increasing chemical, microbial, color and texture characteristics of the surimi (p<0.05). This study showed that nisin included inhibitory effects on the quantity of total aerobic bacteria; thus, the highest concentration of nisin could decrease the number of bacteria by 3 logs, compared to the control treatment. Numbers of peroxide, thiobarbituric acid, volatile fatty acids and volatile nitrogenous bases in samples treated with 1500 IU/g nisin packed in a modified atmosphere were lower than those in the control treatment (p < 0.05). Characteristics of texture, color and gel of the surimi samples depended on the dose of nisin. Statistical results showed that with increases in storage time, quantity of the microbial and chemical factors of surimi increased (p < 0.05). Moreover, treatments containing nisin at the two concentrations were able to increase the shelf life of surimi for 5 d, compared to the control treatment.

Conclusion: The best shelf life within 15 d of storage in the refrigerator belonged to surimi samples with the modified atmosphere packaging method containing 1500 IU/g of nisin. This study suggests a novel solution for the preservation of fisheries products by incorporating antimicrobial material into packaging. This approach can expand use of nisin in food packaging.

Keywords: Nisin, Microbial characteristics, Chemical characteristics, Surimi

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.55]