

کاربرد تکنیک هردل برای نگهداری فیله تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و

فیل ماهی (*Huso huso*) پرورشی

مینا سیف زاده^{۱*} و قربان زارع گشتی^۱

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

چکیده

فرآیند دود دادن منجر به تولید فرآورده آماده مصرف می شود که دارای ارزش غذایی فراوان و زمان ماندگاری نسبتاً طولانی است. همچنین سبب ایجاد تنوع در فرآورده های غذایی و محصولات تهیه شده از ماهی های خاویاری پرورشی می گردد. با توجه به اثرات منفی ناشی از کاربرد نمک زیاد و ترکیبات نگهدارنده برای سلامت انسان، مصرف کنندگان به دنبال فرآورده هایی از قبیل دودی هستند که فاقد ترکیبات نگهدارنده بوده و همچنین حاوی نمک کمتری باشند. از این رو، کاربرد تکنیک های دیگری مانند بسته بندی به همراه دود دادن الزامی می باشد. از جمله تکنیک های بسته بندی می توان به روش بسته بندی تحت خلاء اشاره کرد. لذا در این مطالعه فرآیند دود دادن از مراحل نمک زنی، خشک کردن، حرارت، دود دادن در اتاق دود و بسته بندی بیان شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که فیله های تاسماهی ایرانی و فیل ماهی دودی بسته بندی شده به روش تحت خلاء طی شش ماه نگهداری در دمای یخچال از ویژگی های میکروبی، شیمیایی و حسی مطلوبی برخوردار بودند. از آن جا که تکنولوژی هردل به منزله استفاده هم زمان از چند ممانعت کننده برای فراهم ساختن سلامت فرآورده های غذایی تعریف می شود، و در فرآیند دود دادن، ترکیبی از نمک به همراه دود به کار می روند، بدان جهت از قدیم تکنیک هردل برای حفظ کیفیت فیله دودی غذاهای دریایی استفاده می شد، اما این موانع کافی نبوده و کاربرد بسته بندی به منزله ممانعت کننده جدیدی برای حفظ سلامتی آن ها ضروری است. از این رو، هدف معرفی تکنولوژی هردل و ارائه روش بسته بندی مناسب برای حفظ کیفیت غذاهای دودی از قبیل فیله ماهیان خاویاری (فیل ماهی و تاسماهی ایرانی) توصیه می شود.

کلمات کلیدی: بسته بندی تحت خلاء، تکنولوژی هردل، فیله دودی، کیفیت، ماهی خاویاری پرورشی

^۱ - نویسنده مسئول: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

بیان مسئله

از زمان‌های بسیار قدیم جامعه بشری برای زنده ماندن به غذاها وابسته بوده است. انواع غذاها از گیاهان و حیوانات مانند غذاهای دریایی، تخم، ماهی و غیره به دست می‌آید. همه اینها برای برآوردن نیازهای تغذیه‌ای، رشد و نمو مناسب بدن و سلامتی توسط انسان مصرف می‌شود. اما مواد غذایی با منشأ حیوانی در طبیعت فاسد شده و در نتیجه به دلیل فعالیت میکروبی از بین می‌روند. بنابراین، برای کاهش فساد مواد غذایی فناوری هردل برای تولید غذاهای ایمن، پایدار، مغذی، خوشمزه و اقتصادی توسعه داده شد. فناوری هردل که روش‌های ترکیبی یا فرآیندهای ترکیبی نیز نامیده می‌شود، رویکرد یکپارچه از روش‌های اصلی برای حفظ مواد غذایی و تولید غذاهای ایمنی بیشتر، پایدارتر و مغذی‌تر است. همچنین می‌توان آن را به عنوان روشی برای دستیابی به غذای سالم و پایدار از طریق کنترل یا حذف عوامل بیماری‌زای موجود در غذاها تعریف کرد. این تکنولوژی توسط بسیاری از کشورهای جهان از جمله هند برای حفظ مؤثر مواد غذایی استفاده شده است. این برنامه از ترکیبی از عوامل یا تکنیک‌های مختلف حفاظتی که به عنوان هردل نامیده می‌شوند، برای دستیابی به حفاظت چند منظوره و ملایم اما قابل اطمینان در غذاها استفاده می‌کند. فن آوری هردل برای پاسخگویی به تقاضای مصرف‌کننده برای فراهم ساختن غذاهای طبیعی‌تر و تازه‌تر توسعه یافته است. از نظر Leistner فن آوری هردل فرآیندی است که از ترکیب هوشمند موانع تشکیل یافته است، و منجر به تضمین ایمنی میکروبی و ثبات ذخیره‌سازی فرآورده می‌گردد، همچنین سبب حفظ کیفیت حسی، تغذیه‌ای و ماندگاری اقتصادی مواد غذایی می‌شود (Tsironia et al., 2020).

در گذشته عمل‌آوری ماهی بر پایه روش‌های ساده استوار بود، اما امروزه نمک، دود و ترکیبی از این فرآیندها برای عمل‌آوری به کار می‌رود، که ممکن است با بسته‌بندی تحت خلأ یا کنترل شده همراه باشند، و مجموعه‌ای از موانع را برای جلوگیری از رشد میکروب‌ها فراهم کنند، و ماندگاری محصولات دودی را افزایش دهند (Zareh et al., 2006). در دنیای مدرن ماهی ۱۶ درصد از کل پروتئین حیوانی مصرف شده در سطح جهان را تأمین می‌کند. ماهی هرچند فاسد شدنی است، اما به دلیل مقرون به صرفه بودن در مقایسه با گوشت گاو، مرغ، خوک و تخم مرغ ماده غذایی مهمی به ویژه در کشورهای در حال توسعه است. ماهی و فرآورده‌های آن در کشورهای کم درآمد که با کمبود غذا مواجه هستند، در مقایسه با سایر فرآورده‌های غذایی اهمیت بیشتری داشته و ۲۴ درصد از کل پروتئین حیوانی مصرفی را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این، گوشت ماهی پتانسیل فوق‌العاده‌ای را برای بازار نشان می‌دهد، زیرا با اولویت‌های مصرف‌کننده مطابقت دارد. از این رو، تهیه فرآورده‌های متنوع و دارای زمان ماندگاری بالا مانند ماهی دودی از اولویت‌های تولیدکنندگان به شمار می‌رود (Dutta et al., 2018).

Qian و همکاران (۲۰۱۸)، اثر محافظتی ترکیبی از افزودنی‌های حاوی کوئرستین (نوعی فلاونوئید یا رنگدانه طبیعی) و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده را بر روی میگوی سفید اقیانوس آرام در دمای ۴ درجه سلسیوس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که این نوع هردل ممکن است که خطر اختلالات ناشی از آمین‌های بیوترنیک را کاهش دهد. مطالعه منتشر شده توسط Lan و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که غلظت‌های متفاوت از عصاره برگ *Ginkgo biloba* به همراه شرایط سرد نگهداری اثرات متفاوتی بر حفظ کیفیت بافت، مهار اکسیداسیون چربی، تخریب پروتئین و رشد

دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و منجر به از بین رفتن باکتری‌ها می‌گردد، اما به کار نگرفتن بسته‌بندی برای فرآورده دودی منجر به آلودگی آن با باکتری‌های هالوفیل و مولد آنزیم‌های لیپولیتیک و پروتئولیتیک شده و فعل و انفعالات باکتریایی منجر به افزایش عوامل شیمیایی و فساد محصول می‌گردد. از این رو، بسته‌بندی تحت شرایط خلاء علاوه بر جلوگیری از آلودگی محصول با باکتری‌های مولد فساد شرایط را برای رشد باکتری‌های هوازی نامساعد می‌سازد (Andhikawati and Pratiwi, 2021). علاوه بر این، سازمان بهداشت جهانی کاهش مصرف نمک و فرآورده‌های حاوی نمک زیاد مانند ماهی دودی را به عنوان یکی از راهکارهای کاهش بیماری‌های قلبی-عروقی اعلام کرده است. از این رو، کاهش میزان نمک نیاز به استفاده از روش‌های دیگر محافظت کنندگی مانند بسته‌بندی و روی هم رفته تکنولوژی هردل را افزایش می‌دهد (Likongwe et al., 2019). که در مقاله حاضر مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

معرفی تکنیک هردل

از دوران حجر دود دادن به عنوان روشی برای عمل‌آوری ماهی و گوشت آن توسط بشر شناخته شده است. فرآیند دود دادن مجموعه‌ای از فرایندهای شیمیایی، حرارتی، انتشار و بیوشیمیایی است که در محصول اولیه نمک سود شده انجام می‌شود. امروزه، این فناوری در اشکال مختلف برای تیمار ۱۵ درصد از ماهی‌های صید شده استفاده می‌شود. دود دادن به عنوان روشی برای نفوذ مواد فرار ناشی از تخریب حرارتی چوب به سطح ماهی تعریف می‌شود (Likongwe et al., 2019).

دود به انواع گرم، سرد، ترکیب گرم و سرد، مایع و الکترواستاتیک طبقه‌بندی شده است، که هر ۴ روش برای ماهی به کار می‌رود. در دود گرم دما معمولاً بالای ۳۰ درجه سلسیوس و دامنه آن ۷۰-۸۰ درجه سلسیوس

میکروارگانیزم‌ها در حلوا سفید (*Pampus argenteus*) دارد. Choulitoudi و همکاران (۲۰۱۷)، کاربرد ترکیبی از دود گرم و پوشش‌های خوراکی بر پایه بسته‌بندی فعال و با استفاده از اسانس یا عصاره رزماری و بسته‌بندی تحت خلاء را بر روی فیله مارماهی هنگام نگهداری در دمای سرد ارزیابی کردند. اگرچه فعالیت ضد میکروبی اسانس یا عصاره رزماری در برابر تعداد کلی باکتری‌ها متوسط بود، اما در تعداد *Pseudomonas spp.* و باکتری‌های اسید لاکتیک و تشکیل محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون تأخیر قابل توجهی ایجاد کرد، که نشان دهنده اثر هم افزایی احتمالی آن‌ها است. همین نویسندگان تأثیر تکنولوژی هردل تشکیل شده از بسته‌بندی تحت خلاء و دمای پائین نگهداری را روی فیله فیل ماهی و قره برون پرورشی دودی ارزیابی کردند و افزایش زمان ماندگاری این محصولات را بیان کردند (Zareh et al., 2006). از این رو، مقاله حاضر با اهداف معرفی تکنولوژی هردل و ارائه روش مناسب برای حفظ کیفیت غذاهای دریایی دودی ارائه می‌شود.

یکی از مراحل فرآیند دودی نمک سود کردن است که این مرحله سبب می‌شود رطوبت و فعالیت آبی محصول کاهش یابد، و به دنبال آن اکسیداسیون چربی‌ها در فعالیت آبی پائین تحت تاثیر رادیکال‌های آزاد افزایش یابد. همچنین زمان نگهداری، شروع جمود نعشی قبل از عمل‌آوری، وجود اسیدهای چرب غیر اشباع و مستعدبودن آن‌ها نسبت به اکسیداسیون نیز از سایر دلایل افزایش اکسیداسیون به شمار می‌روند. با توجه به این که اکسیداسیون در معرض اکسیژن تشدید می‌شود، لذا بسته‌بندی تحت شرایط خلاء که در مطالعه حاضر برای ماهیان دودی پیشنهاد می‌گردد منجر به حذف اکسیژن و کاهش عمل اکسیداسیون و در نتیجه افزایش کیفیت فرآورده می‌شود (Dutta et al., 2018). با توجه به این که دود

از طریق غذا و مسمومیت‌ها، تأمین خواسته‌های فعلی مصرف‌کنندگان برای مواد غذایی تازه، طبیعی و حداقل فرآوری شده، مناسب از نظر اقتصادی برای مصرف‌کنندگان و صرفه جویی در پول، زمان، انرژی و منابع حائز اهمیت است. گرم کردن، سرد کردن، انجماد، خشک کردن انجمادی، خشک کردن، پختن، افزودن نمک و قند، شرایط اسیدی، تخمیر، دود دادن، حذف اکسیژن و افزودن نگهدارنده‌ها از جمله روش‌هایی هستند که برای حفظ ثبات و ایمنی غذاها استفاده می‌شوند. در حال حاضر، بیش از ۵۰ هردل در صنایع فرآوری مواد غذایی در سراسر جهان استفاده می‌شود. اثر هردل به منزله اساسی‌ترین و مهم‌ترین عامل برای حفظ کیفیت غذاها پذیرفته شده است، هدف اصلی این روش ذخیره‌سازی محصولات غذایی و افزایش ماندگاری آن‌ها است و در نتیجه محصولات با کیفیت خوب را به مصرف‌کنندگان ارائه می‌دهد (Singh and Shalini, 2016).

انواع دود و مراحل اجرای تکنیک هردل

در روش ترکیبی دود سرد و گرم ماهی ابتدا در دمای زیر ۳۰ درجه سلسیوس برای چند ساعت دودی می‌شود و به دنبال آن طی مدت ۱۸ - ۱۰ ساعت در دمای ۸۰ - ۷۰ درجه سلسیوس دودی می‌شود (Dien et al., 2019). در روش دود سرد دما معمولاً زیر ۳۰ درجه سلسیوس است. در این روش ماهی پخته نمی‌شود و فقط برای ایجاد طعم دود در گوشت ماهی استفاده می‌شود. بنابراین، ماهی قبل از مصرف بایستی پخته شود. دود سرد در کشورهای معتدل به کار می‌رود که به دمای پائین این کشورها ارتباط دارد (Andhikawati and Pratiwi, 2021). روش دودی سنتی به دلیل وجود ترکیباتی از جمله رزین‌ها و بنزوپیرن می‌تواند اثرات زیان باری بر سلامت مصرف‌کنندگان داشته باشد. از این رو استفاده از دود

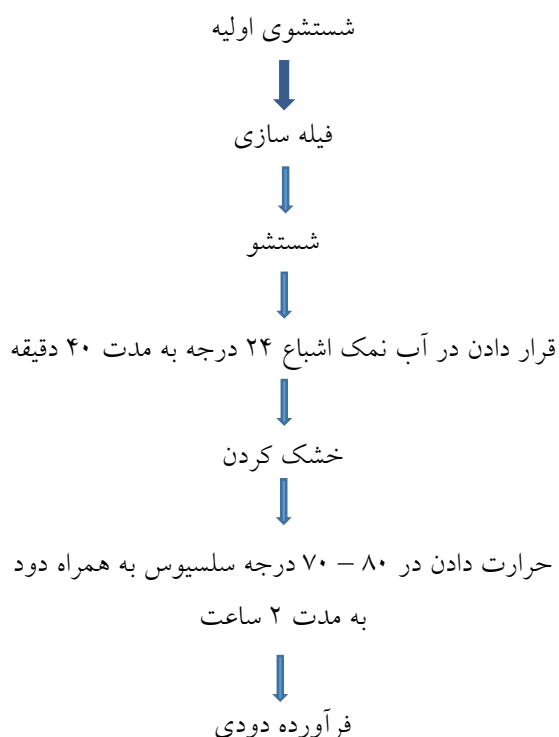
است. دود گرم می‌تواند به اشکال مرطوب و خشک باشد. هر دو فرایند در دمای بالا سبب پخته شدن ماهی می‌شوند. معمولاً دود مرطوب حدود ۱ تا ۲ ساعت طول می‌کشد و محصولی مرطوب تقریباً دارای ۵۵ - ۴۰ درصد رطوبت و ۳ - ۱ روز ماندگاری به دست می‌آید. در روش خشک، که مهم‌ترین روش برای دود دادن ماهی است، گاهی اوقات ۱۸ - ۱۰ ساعت طول می‌کشد و ماهی‌هایی با رطوبت ۱۵ - ۱۰ درصد و گاهی حتی زیر ۱۰ درصد تولید می‌شوند. در صورت نگهداری مناسب ماندگاری ماهیان در این روش ۹ - ۶ ماه است. لذا اصولاً از دود خشک برای دودی کردن ماهی استفاده می‌شود (Andhikawati and Pratiwi, 2021).

کاربرد و اهمیت تکنیک هردل

تکنیک هردل را می‌توان در ماهی و محصولات شیلاتی مانند ماهی شور، دودی، ماریناد، ترشی، ماهی کنسرو شده (درجه حرارت بالا یا پایین)، سس‌های سنتی آسیایی (میکروارگانسیم‌های تخمیر کننده) و اخیراً در بسته بندی تحت خلاء استفاده کرد (Dutta et al., 2018).

مهم‌ترین موارد استفاده تکنیک هردل در نگهداری غذا شامل دما (زیاد یا پایین)، فعالیت آبی، اسیدیته، پتانسیل اکسید و احیاء، مواد نگهدارنده (به عنوان مثال نیتريت، سوربات، سورفیت) و میکروارگانسیم‌های رقابتی (مانند باکتری‌های اسید لاکتیک) هستند (Likongwe et al., 2019). که در این فرآورده فعالیت آبی و دما به کار گرفته شد. تکنولوژی هردل به دلایلی مانند تضمین فعالیت میکروبی، حفظ ایمنی و پایداری مواد غذایی برای مدت زمان طولانی، بهبود ویژگی‌های حسی، قابلیت اجرا در صنایع کوچک و بزرگ، عدم تغییر در ترکیب یا یکپارچگی ساختار مواد غذایی، کنترل عفونت‌های منتقله

امکان ذخیره‌سازی برای فصل ممنوعیت صید، افزایش میزان پروتئین در طی سال توسط مصرف‌کنندگان و همچنین تسهیل بسته بندی، حمل و نقل و خرید ماهی اهمیت استفاده از دود را برای عمل‌آوری ماهی نشان می‌دهند. از سایر مزایای دود دادن می‌توان به امکان انجام آن در فصول متفاوت سال و قرار نگرفتن تحت تأثیر آب و هوا اشاره کرد. همچنین فرآیندهای حفاظتی مانند خشک کردن معمولی به نور خورشید نیاز داشته و به آب و هوا وابسته است، در حالی که در فرایند دود دادن خشک شدن به دلیل گرمای ناشی از سوزاندن چوب و از طریق دود اتفاق می‌افتد. تنوع در منابع تولید دود و امکان استفاده از چوب، پوسته نارگیل، ذرت، خاک اره و پوسته برنج برای تهیه دود از سایر مزایایی است که اهمیت کاربرد روش دودی را برای عمل‌آوری ماهی نشان می‌دهد (Likongwe et al., 2019).



شکل ۱ - نمودار مراحل تولید فرآورده دودی با بکارگیری تکنولوژی هرذل

مایع که توسط سازمان غذا و دارو و اتحادیه اروپا ایمن معرفی شده است، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. دود مایع عصاره دود است که از طریق تقطیر چوب به دست می‌آید و سپس به میزان خاصی تغلیظ شده و بعداً در رقت مناسب استفاده می‌شود. ماهی‌ها برای مدت زمان مورد نیاز در آن غوطه‌ور شده و سپس خشک می‌شوند (Dien et al., 2019). دود مایع به دلیل دارا بودن ترکیبات فنیل شامل آلدئید فرمیک و همچنین سایر عوامل مانند استیک اسید دارای خاصیت باکتریواستاتیکی بوده و اثر ضد میکروبی آن بر باکتری‌های عامل بیماری و مسمومیت‌های غذایی مانند اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا ثابت شده است. علاوه بر این تحت تأثیر ترکیبات اتیل فنل و دی متوکسی‌ها خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن به اثبات رسیده است. همچنین دود مایع از فعالیت گونه‌های پنی سیلیوم، آسپرژیلوس و موکور کپک و تولید آفلاتوکسین جلوگیری می‌کند.

دود الکترواستاتیک در این روش ذرات دود به میدان الکتریکی (معمولاً دارای بار مثبت) وارد شده و توسط بارهای منفی ماهی‌ها جذب می‌شوند. دود الکترواستاتیک فرآیند سریع دود دادن ماهی است و می‌توان از آن برای حذف آلودگی‌های دودی از ماهی‌های دودی استفاده کرد (Likongwe et al., 2019).

فرآیند دودی مزایای متعددی را به خود اختصاص داده است. از جمله دود دادن ماهی علاوه بر این که یکی از روش‌های حفظ کیفیت است، به دلیل دارا بودن ترکیبات ضد میکروبی و پوشاندن سطح بیرونی ماهی از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند. از سایر نکات مورد توجه برای این فرآورده ارزش غذایی آن است، زیرا ماهی دودی دارای پروتئین بالا و در عین حال چربی اشباع کم است. افزایش عمر مفید ماهی و امکان استفاده از آن در سوپ‌ها و سس‌ها، کاهش ضایعات در زمان صید زیاد و

کاهش پروتئین ماهی دودی باشد. اما دهیدراتاسیون بافت و تغلیظ پروتئین که طی تیمار حرارتی اتفاق می‌افتد، می‌تواند منجر به افزایش پروتئین شود (Dutta et al., 2018). از آنجا که طی این مرحله دما به بالای ۸۰ درجه سلسیوس می‌رسد، منجر به تبخیر رطوبت ماهی شده و گوشت ماهی پخته می‌شود، همچنین ماهی خشک شده و از بروز واکنش‌های مضر آنزیمی در عضله ماهی جلوگیری می‌گردد. علاوه بر این، گرما سبب می‌شود که باکتری‌های سطح و داخل ماهی از بین رفته و آنزیم‌های روده و گوشت غیر فعال شوند (Likongwe et al., 2019)

دود دادن مرحله چهارم از فرآیند دودی کردن است. این روش یکی از قدیمی‌ترین روش‌هایی است که برای فرآوری و نگهداری ماهی و گوشت آن به کار می‌رود، و علاوه بر ایجاد تغییر در طعم و مزه و بوی گوشت ماهی منجر به تغییر رنگ فرآورده به رنگ قهوه‌ای طلایی می‌شود که می‌توان آن را به دلیل ترکیبات چوب دانست (Dien et al., 2019). دود ناشی از سوزاندن چوب حاوی تعدادی ترکیب فنولیک، لیگنین و همی سلولیتیک از جمله سلولز، همی سلولز و لیگنین است که به فرآورده غذایی نفوذ می‌کنند. برخی از آنها باکتری‌ها را نیز از بین می‌برند. از این رو، این فرآیند ارزش محافظتی دارد (Dutta et al., 2018).

مرحله نهایی تولید ماهی دودی بسته بندی به روش تحت خلاء است. از آن جا که ماهی دودی از مواد غذایی آماده مصرف می‌باشد که در دمای محیط نگهداری می‌گردد، برای حفظ کیفیت آن از نمک زیاد استفاده می‌شود و به دلیل این که فاقد بسته‌بندی است شرایط برای رشد کپک و مخمر مهیا می‌گردد که می‌تواند منجر به فساد فرآورده دودی شود، اما در فیله دودی بسته‌بندی شده به روش تحت خلاء به دلیل این که اکسیژن حذف می‌گردد از

فرآیند دود دادن معمولاً از مراحل نمک‌زنی، خشک کردن، حرارت و دود دادن در اتاق دود تشکیل شده است. برای مطالعه حاضر ۲ تیمار برای هر گونه از ماهی‌های خاویاری در نظر گرفته شده بود. برای اجرای هر دو فیله‌های هر گونه به روش گرم دودی شده و سپس به دو روش هوازی و تحت خلاء بسته بندی شدند (Zareh et al., 2006). در حال حاضر، در ایران ماهی دودی به روش گرم تهیه شده، اما بدون بسته بندی عرضه می‌گردد. نمک‌زنی اولین مرحله از این فرآیند است که طی این مرحله نمک منجر به بهبود طعم و مزه ماهی می‌شود. علاوه بر این، نمک منجر به بهبود کیفیت میکروبی ماهی نیز می‌شود. در طی این مرحله می‌توان نمک را با سایر ترکیبات طعم دهنده مخلوط کرد که منجر به ایجاد طعم‌های متنوعی در محصولات دودی نهایی می‌شود و به برنامه غذایی مصرفکنندگان تنوع می‌بخشد. به طوری که هدف اصلی فرآیند دود دادن به افزایش کیفیت حسی محصول به جای استفاده از اثرات نگهدارنده آن تغییر کرده است. نمک‌گذاری از دلایل هیدرولیز و کاهش پروتئین به حساب می‌آید ولی چنانچه در زمان کوتاه انجام شود منجر به کاهش پروتئین نمی‌شود (Andhikawati and Pratiwi, 2021).

از سایر مراحل به کار رفته برای فرآیند دودی کاربرد حرارت است که به منزله مانع فیزیکی در برابر عبور میکروارگانیسم‌ها عمل می‌کند، و تجمع ترکیبات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی مانند آلدئیدها، اسید کربوکسیلیک و فنل‌ها که رشد میکروارگانیسم‌ها و گسترش رانسیدیته را به تعویق می‌اندازند، افزایش ماندگاری ماهی را فراهم می‌کنند. همچنین ترکیبات نگهدارنده حاصل از سوزاندن چوب را به عضله ماهی می‌رساند، و ترکیبات فرار دود به عضله ماهی نفوذ می‌کند. حرارت ایجاد شده در اثر دود می‌تواند از دلایل

حساب می‌آید که علاوه بر ویژگی نگهدارندگی منجر به ایجاد تنوع در فرآورده‌های غذایی می‌شود. اما از آن جایی که کپک و مخمر به آسانی در این فرآورده‌ها رشد می‌کنند از عوامل مولد فساد و محدودیت در زمان ماندگاری فرآورده‌های دودی به شمار می‌روند، که در مطالعه حاضر از رشد این میکروارگانیسم‌ها ممانعت شد و نشان می‌دهد فراهم ساختن سلامت این فرآورده‌ها مستلزم کاربرد تکنیک‌های محافظت‌کنندگی بیشتری مانند بسته‌بندی تحت خلاء است که روی هم رفته به کارگیری تکنولوژی هردل را برای تأمین زمان ماندگاری مناسب و ایمنی این فرآورده‌ها می‌طلبد. مطالعه حاضر بکارگیری حداقل روش‌های عمل‌آوری از قبیل استفاده از هردل‌های ترکیبی از جمله دمای پایین ذخیره‌سازی، نمک و کاهش فعالیت آبی به همراه بسته‌بندی پتانسیل افزایش ماندگاری فرآورده دودی ماهی را توصیه می‌کند.

منابع

- 1 - Andhikawati, A. and Pratiwi, D. Y. 2021. A Review: Methods of Smoking for the Quality of smoked fish. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 13: 37-43.
- 2 - Choulitoudi, E., Ganiari, S., Tsironi, T., Ntzimani, A., Tsimogiannis, D. and Taoukis, V. 2017. Edible coating enriched with rosemary extracts to enhance oxidative and microbial stability of smoked eel fillets. *Food Packaging and Shelf Life*, 12: 107-113.
- 3 - Dien, H. A., Montolalu, R. I. and Berhimpon, S. 2019. Liquid smoke inhibits growth of pathogenic and histamine forming bacteria on skipjack fillets. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 278: 1 - 9.
- 4 - Dutta, M., Majumdar, P. R., Islam, R. U. and Saha, D. 2018. Bacterial and fungal population assessment in smoked fish during storage period. *Journal of Food: Microbiology, Safety and Hygiene*, 3: 1 - 7.

رشد کپک و مخمر و همچنین اکسیداسیون و افت کیفیت محصول جلوگیری می‌شود (Zareh et al., 2006).



شکل ۲ - فرآورده دودی تهیه شده از ماهی خاویاری با بکارگیری تکنیک هردل

توصیه ترویجی

تکنیک هردل روشی مؤثر و ساده در زمینه نگهداری مواد غذایی است، اما به فرایندهای استراتژیک نیاز دارد. این روش رویکرد مهمی است که کاربرد هوشمندانه بازدارنده‌ها را برای مواد غذایی بیان می‌کند، و می‌تواند برای بهبود پارامترهای کیفیت و ویژگی‌های حسی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی در طی عمل‌آوری و ذخیره مواد غذایی به ویژه فیله ماهی استفاده شود، که در مطالعه حاضر نیز این ویژگی‌ها بهبود یافت و فیله‌های دودی شده به مدت شش ماه در شرایط یخچال از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. با در نظر گرفتن این که استرس میکروبی سبب می‌شود که هردل‌های به کار رفته برای محصولات غذایی نتایج متفاوتی را ارائه کنند، بدون شک می‌توان گفت که تکنولوژی هردل در پاسخ به تقاضای مصرف‌کنندگان برای ارائه محصولات غذایی تازه و طبیعی کمک می‌کند، و در واقع بروز مسیرهای جدید را برای پیدایش میکروارگانیسم‌های مقاوم در مواد غذایی کند می‌کند، و بنابراین غذاها را برای مصرف ایمن و سالم نگه می‌دارد. فرآورده دودی از غذاهای آماده مصرف به

- 5 - Lan, W., Che, X., Xu, Q., Wang, T., Du, R. and Xie, J. 2018. Sensory and chemical assessment of silver pomfret (*Pampus argenteus*) treated with Ginkgo biloba leaf extract treatment during storage in ice. *Aquaculture and Fisheries*, 3: 30–37.
- 6 - Likongwe, M. C., Kasapila, W., Katundu, M. and Mpeketula, P. 2019. Microbiological quality of traditional and improved kiln smoked catfish (*Clarias gariepinus*; Pisces; Clariidae) in Lake Chilwa Basin. *Food Science and Nutrition*, 7: 281 – 286.
- 7 - Qian, Y., Yang, S., Ye, J. X. and Xie, J. 2018. Effect of quercetin-containing preservatives and modified atmospheric packaging on the production of biogenic amines in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture and Fisheries*, 3: 254–259.
- 8 - Singh, S. and Shalini, R. 2016. Effect of Hurdle Technology in Food Preservation: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56: 641 v- 649.
- 9 - Tsironia, T., Houhoulab, D. and Taoukisc, P. 2020. Hurdle technology for fish preservation. *Aquaculture and Fisheries*, 5: 65–71.
- 10 - Zareh, G., Porgholam, R., Shenavar, A., Jafari, A. and Saifzadeh, M. 2006. Quality assessment of various meat processing modes for meat from 2-year-old farmed *Huso huso*. *Journal Applied Ichthyology*, 22: 422-426

Application of Hurdle technology for preserving fillet of *Acipenser persicus* and *Huso huso*

Mina Seifzadeh^{*1}, Ghornan Zare Gashti¹

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

Abstract

The smoking process leads to the production of a ready-to-use product that has a high nutritional value and a relatively long shelf life. It also creates variety in food products and products made from farmed sturgeon. Due to the negative effects of using too much salt and preservatives for human health, consumers are looking for products such as smoked products that do not contain preservatives and also contain less salt. Therefore, the use of other techniques such as packing with smoking is mandatory. Among the packing techniques, we can mention the vacuum method, which has been considered in the present article. Therefore, in this study, the hurdle process consists of the stages of salting, drying, heating, smoking in the smoke chamber, and packing. The results showed that Persian sturgeon fillets and smoked *H. huso* fish packaged under vacuum method during six months of storage at refrigerator temperature had desirable microbial, chemical, and sensory properties. Since Hurdle technology is defined as the simultaneous use of several inhibitors to ensure the safety of food products, and in the smoking process, a combination of salt and smoke is used, for this reason, the hurdle technique has long been used to maintain the quality of smoked seafood fillets. But these barriers are not enough, and the use of the packaging as a new barrier is essential to their safety. Therefore, the present article aims to introduce hurdle technology and provide a suitable packaging method to maintain the quality of smoked foods.

Keywords: Farmed sturgeon, Hurdle technology, Quality, Smoked fillet, Vacuum packaging