magiran.com

افزایش زمان ماندگاری فیلهٔ ماهی اوزون‌برون تازه (*Acipenser stellatus*) در شرایط بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده (MAP) و خلاء

مسعود هدایتی‌فرد[۱]* و عبدالرضا اروجعلیان[۲]

Persiafish@gmail.com

۱ – گروه شیلات، دانشکدهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، صندوق پستی: ۱۶۳

۲ – گروه شیمی صنایع غذایی، دانشکدهٔ مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران صندوق پستی: ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۹

چکیده

در مطالعه کنونی، اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) روی زمان ماندگاری فیله ماهی اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) در مدت نگهداری در دمای یخچال با درجه حرارت ۴ درجه سانتیگراد، ارزیابی و با بسته‌بندی تحت شرایط خلاء مورد مقایسه قرار گرفت. کیسه‌های سه لایه (LDPE/EVOH/LDPE) با ضخامت ۱۱۰ میکرومتر برای بسته‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. ماهیان نگهداری شده تحت شرایط MAP و نمونه‌های بسته‌بندی شده در شرایط خلاء (بعنوان شاهد)، در زمانهای مختلف مورد آزمونهای کیفی، شیمیایی (TVN, PV, pH)، جمعیت باکتریایی (شمارش کلی) و بررسی‌های حسی قرار گرفتند. بنابراین مخلوط‌های مختلفی از گازهای CO_2، O_2 و N_2 در غالب ۸ تیمار تحت بسته‌بندی اتمسفراصلاح شده و خلاء استفاده شدند. مقادیر گازهای دی اکسیدکربن از ۲۰ تا ۱۰۰ درصد، نیتروژن از ۳۵ تا ۸۰ درصد و اکسیژن از صفر تا ۵ درصد متغیر بود. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که عوامل مورد آزمایش در طول دوره نگهداری در سردخانه اختلافات معنی‌داری داشتند ($P<0.05$). مخلوط‌های گازی شرایط MAP موجب توقف کامل عوامل فساد نشدند، اما سرعت روند فساد را آهسته‌تر نمودند. افزایش عوامل نامطلوب شیمیایی، باکتریایی و حسی در نمونه‌های شاهد نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتیگراد، بین روزهای نهم و دوازدهم نگهداری صورت پذیرفت، در حالیکه در بسته‌های MAP بویژه بسته D (با ۶۰ درصد CO_2 و ۴۰ درصد N_2) تا روز پانزدهم نگهداری نیز سالم ماندند. مخلوط گازی "۶۰ درصد دی اکسیدکربن و ۴۰ درصد نیتروژن" و پس از آن ترکیب "۴۰ درصد دی اکسیدکربن، ۳۵ درصد نیتروژن و ۵ درصد اکسیژن" (بسته G) بهترین فرمولاسیون را در بین بسته‌بندی‌های MAP نشان دادند، بطوریکه زمان ماندگاری بسته‌ها حداقل ۱۵ روز بود. با افزایش میزان CO_2 در بسته‌ها، مقدار مواد ازتهٔ فرار و جمعیت باکتریایی برای ماهیهای بسته‌بندی شده تحت اتمسفر اصلاح شده کاهش یافته و عمر ماندگاری فیله افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که نگهداری فیله ماهی اوزون‌برون، در دمای ۴ درجه سانتیگراد یخچال، در شرایط بسته‌بندی MAP موجب افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت آن حتی پس از پانزده روز می‌گردد.

لغات کلیدی: اوزون برون، کیفیت، فرآوری، صنایع غذایی

---

* نویسندهٔ مسئول

magiran.com

مقدمه

صید اوزون‌برون در سواحل ایرانی دریای مازندران در سال ۱۳۸۶ به میزان ۷۲۴۷/۹ کیلوگرم بوده است و به رغم روند کاهشی صید خانواده ماهیان خاویاری در سالهای اخیر، اوزون‌برون همچنان بخش اعظم کل صید ماهیان خاویاری را با حدود ۶۹/۴۵ درصد تشکیل می‌دهد (شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی، ۱۳۸۷). از نظر فرآوری نیز علاوه بر محصول با ارزش خاویار، گوشت آنها قابلیت کنسرو شدن و فیله کردن (Footitt & Lewis ,1995) و بسته‌بندی را (کیوان و هدایتی فرد، ۱۳۸۷) دارد و می‌توان انواع فرآورده‌های مختلف دریایی دیگر را از آن تهیه نمود. هم اکنون در صیدگاههای حاشیهٔ ساحلی شمال کشور، ماهیان خاویاری پس از صید بصورت منجمد در سردخانه نگهداری می‌شوند، بنابراین عرضهٔ این محصولات به مصرف‌کنندگان نیز به همین شکل است. اما با توجه به نتایج مثبت تحقیقات اخیر در زمینه نگهداری گوشت ماهیان خاویاری همراه با بسته‌بندی تحت خلاء (کیوان و هدایتی فرد، ۱۳۸۷)، هم اکنون در سردخانه‌های شیلات استان مازندران از این نوع بسته‌بندی برای نگهداری و عرضه انحصاری فیله این ماهیان استفاده می‌گردد.

روش‌های نگهداری از محصولات مختلف ماهی، از مرحلهٔ صید تا تولید و عرضهٔ فرآورده‌های متعدد شیلاتی، مورد بررسی قرار گرفته است (معینی، ۱۳۶۸؛ Sikorski & Sun-Pan, 1994; Love, 1997). مدت زمان نگهداری ماهی در شرایط محیطی ۱ تا ۲ روز است، اما می‌توان کیفیت محصول را در شرایط سردخانه‌ای تا مدت بیشتری حفظ نمود. تکنیک سردکردن ماهیان نیز توانسته عمر ماندگاری محصولات را برای مدت نسبتاً کوتاهی، تا حدود ۱۲ روز، افزایش دهد (Johnston *et al.*, 1995). بنابراین زمانی که ماهی تازه در مجاورت هوا بسته‌بندی می‌شود، زمان ماندگاری آن محدود می‌گردد. با عنایت به افزایش خسارت اقتصادی ناشی از فساد محصولات تازه، این نیاز وجود دارد که زمان ماندگاری از طریق بکار بردن روشهای ترکیبی بطوری افزایش یابد که محصول کمتر در معرض شرایط نامناسب قرار گیرد. بعنوان مثال اگر فرآیند سرد کردن توأم با خروج اکسیژن از محیط باشد، اثر نگهداری آن بیشتر می‌شود (Gould, 1995). زیرا از یکسو فعالیت میکروارگانیزم‌ها را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر موجب ایجاد شرایط بدون اکسیژن و کاهش فرآیندهای اکسیداتیو می‌گردد. با این اوصاف بسته‌بندی ماهی یکی از روشهای موثر نگهداری آن است. بسته‌بندی در خلاء هم برای ماهی تازه و منجمد کاربرد دارد و می‌تواند کیفیت فرآورده را به مدت بیشتری بصورت تازه حفظ نماید (Davies, 1997) و موجب افزایش عمرنگهداری، صرفه‌جویی، عرضهٔ محصول تازه و با کیفیت بالا و امکان توزیع آن به فواصل دورتر گردد (کیوان و هدایتی فرد، ۱۳۸۷) و البته از مشکلات آن نیز افزایش نسبی قیمت تمام شده و درسته بودن محصول می‌باشد که در صورت باز شدن بسته‌ها بایستی مصرف گردد (Gould, 1995). به همین دلیل روشهای دیگر بسته‌بندی نیز مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و این نتیجه حاصل شد که با تغییر در ترکیب اتمسفر بسته‌ها، می‌توان زمان ماندگاری محصول را افزایش داد، بطوریکه کیفیت رضایت‌بخش‌تری از محصولات غذایی بدست آید. یکی از این روشها که زمان ماندگاری ماهی تازه را افزایش می‌دهد بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (Modified atmosphere packaging) می‌باشد. استفاده از روش بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده (MAP) سودمندی‌هایی از جمله افزایش عمر ماندگاری محصول، کاهش زیانهای اقتصادی (Shengmin, 2009)، حمل آسان محموله با شناور صیادی و نیز تولید محصولی با کیفیت بهتر دارد (Ozogul *et al.*, 2004). در این روش با تغییر اتمسفر بسته‌ها، مدت ماندگاری آنها را افزایش می‌دهند و اصلی‌ترین گازهای مورد استفاده درMAP عبارتند از: اکسیژن (O_2)، دی اکسیدکربن (CO_2) و نیتروژن (N_2). کاهش غلظت اکسیژن درون بسته، می‌تواند بازدارنده یا کندکننده واکنش‌های اکسیداتیو مانند تندی و ترشیدگی چربی در ماهی باشد که این واکنش‌ها منجر به تغییر بو و طعم در ماهی می‌شود (Robertson, 1993). دی اکسید کربن (CO_2) یک فاکتور اصلی ضد باکتریایی درMAP می‌باشد (Fletcher *et al.*, 2002) و اثر بازدارندگی آن بویژه روی سرعت رشد باکتری‌های گرم منفی عامل فساد هوازی، مانند سودوموناس است که منجر به تغییر طعم در ماهی می‌شود. میزان تاثیر این گاز همچنین بستگی به غلظت اولیه و نهایی گاز درون بسته، درجه حرارت نگهداری و جمعیت اولیه میکروبی دارد (Silva & White, 1994). مکانیزم اثرات CO_2 روی کاهش سرعت رشد باکتری در تغییر وظیفه جذب مواد غذایی توسط غشاء سلولی، توقف یا کاهش واکنشهای آنزیمی، نفوذ به غشاء باکتری و تغییر در pH داخل سلولی و همچنین ایجاد تغییرات مستقیم در خواص فیزیکی و

magiran.com

شیمیایی پروتئین‌ها می‌باشد (Daniels *et al.*, 1985). بطور کلی، اثرات بازدارندگی گاز CO_2 با کاهش دما، افزایش می‌یابد. چرا که کاهش دما منجر به افزایش حلالیت CO_2 در بافت ماهی می‌شود. حل شدن CO_2 در آب بافتی، باعث کاهش pH و در نتیجه کاهش سرعت واکنشهای تخریبی میکروبی می‌شود (Sivertsvik *et al.*, 2003). اثر اصلی این گاز افزایش فاز تأخیر در زمان تکثیر میکروارگانیسم‌های عامل فساد می‌باشد (?zogul *et al.*, 2004).

تنوع باکتری‌های عامل فساد در بسته‌های حاوی درصدهای متفاوت نیتروژن (N_2) و گازکربنیک (CO_2)، متفاوت است (Hovda *et al.*, 2007). بسته‌بندی MAP همچنین می‌تواند رشد باکتری مسمومیت‌زای *Clostridium botulinum* در فیله آزاد ماهیان را کنترل نماید (Stier *et al.*, 1981). بنابراین زمان ماندگاری فرآورده بسته‌بندی شده نیز افزایش خواهد یافت (Shengmin, 2009). گاز نیتروژن بعنوان یک گاز بی‌ضرر و بی‌مزه درون بسته، مناسب می‌باشد. بطور کلی این گاز بعنوان پرکننده خنثی عمل می‌کند. بعلاوه، استفاده از نیتروژن در بسته‌های MAP می‌تواند مانع چروکیده شدن بسته شود، زیرا حلالیت نیتروژن در فازهای آبی و چربی غذاها ناچیز است (Fletcher *et al.*, 2002). همچنین نیتروژن باعث به تعویق انداختن تند شدن ناشی از اکسیداسیون چربی شده و از رشد باکتری‌های هوازی نیز جلوگیری می‌نماید (Farber, 1991).

مجموعه مزایای بر شمرده شده سبب شد که Simpson و همکاران در سال ۲۰۰۹ بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده را روش جایگزین مناسبی برای حفظ تازگی محصولات شیلاتی معرفی نمایند.

در داخل کشور مطالعات معدودی پیرامون بسته‌بندی ماهی و روش‌های نوین آن صورت پذیرفته است. اگر چه تاکنون بسته‌بندی ماهی در شرایط خلاء در مورد ماهیان کیلکا (زارع‌گشتی، ۱۳۷۳) و فیله ماهیان خاویاری (کیوان و هدایتی فرد، ۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفته است، لیکن در زمینه بسته‌بندی ماهی در اتمسفر اصلاح شده مطالعات به مراتب معدودتری انجام شده است. براساس سوابق موجود بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده یا MAP روی برخی از ماهیان اقتصادی دریای مازندران (اروجعلیان و هدایتی‌فرد، ۱۳۸۳) انجام شده است که حاکی از اثرات مثبت نگهداری و افزایش عمر ماندگاری آنها بود. همچنین بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده و اثرات نگهداری آن در سردخانه روی فیله ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) توسط هدایتی فرد و همکاران (۱۳۸۴) به انجام رسید و نیز اخیراً تاثیرات مثبت این نوع بسته‌بندی روی گونه پرورشی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) توسط سلمانی جلودار (۱۳۸۸) گزارش گردید.

تولیدات ماهی در ایران افزایش یافته است و به همراه آن تکنیکهای مختلف نگهدرای و عرضه، از جمله بسته‌بندی محصولات مختلف ماهی و آبزیان در کشور، رو به افزایش است. هدف مطالعه حاضر بررسی تغییرات شیمیایی، کیفی و بار باکتریایی فیله ماهی اوزون‌برون تازه است که تحت خلاء و شرایط مختلف اتمسفری و در دمای یخچالی ۴ درجه سانتیگراد بسته‌بندی و نگهداری شده است. همچنین بطور ویژه اثرات تغییر حضور گاز دی اکسید کربن (CO_2) در بسته‌ها را روی عمر ماندگاری ماهیان بسته‌بندی شده در شرایط MAP و خلاء مقایسه می نماید.

مواد و روش کار

نمونه‌های تازه ماهی ازون‌برون با میانگین (± خطای استاندارد) وزن متوسط ۱/۳۵±۱۰ کیلوگرم و از سواحل جنوبی دریای مازندران (صیدگاه شهید منفرد، بابلسر، ناحیه ۳ شیلات) صید شدند. سر و دم پس از صید فوراً بریده و شکم تخلیه شد و مطابق روشهای معمول پس از شستشو با آب سرد در کنار یخ (بصورت یک لایه ماهی و یک لایه یخ)، به آزمایشگاه نگهداری و بسته‌بندی مواد غذایی دانشکدهٔ مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر منتقل شدند. در آزمایشگاه پس از پوست‌کنی به قطعاتی با وزن تقریبی۳۰±۳۰۰ گرم و با ضخامت ۲/۵ سانتیمتر برش داده و فیله شدند و مجدداً با آب کاملاً مورد شستشو قرار گرفتند (Robertson, 1993). برای این منظور در مجموع ۴ عدد ماهی اوزون‌برون با حدود ۴۲ کیلوگرم وزن کل مورد استفاده قرار گرفت. مدت زمانی که طول کشید تا ماهی‌ها به آزمایشگاه منتقل و برش داده و بسته‌بندی شوند، تقریباً ۸ ساعت بود.

سه عدد فیله اوزون‌برون تازه با ابعاد فوق و از سه بخش گردن، تنه و بخش نزدیک ساقه دم، درون هر بسته قرار داده شد. ابعاد هر بسته ۴۰×۳۰ سانتیمترمربع تعیین گردید بطوریکه هر بسته حاوی ۳ عدد و در مجموع ۷۲ بسته در ۸ تیمار قرار گرفت. فیلم بسته‌بندی از کیسه‌های سه لایه (LDPE/EVOH/LDPE) و با ضخامت ۱۱۰ میکرومتر استفاده شد که از ترکیب ۱۰۰ میکرومتر پلی‌اتیلن با دانسیته پایین با ۱۰ میکرومتر اتیلن وینیل الکل بدست آمد. بسته‌های حاوی قطعات فیله ماهی درون دستگاه بسته‌بندی با نام Henkelman model A 200 (ساخت کشور هلند)، جهت

magiran.com

اصلاح اتمسفر بسته‌ها قرار داده شدند. دستگاه مذکور مجهز به یک پمپ خلاء برای تخلیه هوا، سیستم تزریق با مسیرهای ورودی گاز، صفحه کنترل، محفظه خلاء و المنت الکتریکی برای دوخت می‌باشد.

ابتدا هوای درون بسته خالی شده و سپس با تزریق مخلوطی از گازهای CO_2، N_2 و O_2 با درصدهای مختلف، اتمسفر اصلاح شده به درون بسته یکی از هشت اتمسفر مورد نظر تزریق (Shengmin, 2009) و سپس سر کیسه‌ها دوخته شد (جدول ۱). زمان و دمای دوخت بترتیب برابر با ۱/۹ ثانیه و ۲۴۰ درجه سانتیگراد بود. علاوه بر هفت بسته MAP با شرایط مختلف گازی، یک تیمار از بسته ها نیز بعنوان بسته خلاء معرفی گردید. برای این منظور پس از آماده‌سازی و ایجاد حالت پایدار در دستگاه، به کمک صفحه کنترل آن و براساس برنامه داده شده، میزان خلاء ۹۹/۹۹ درصد و فشار گاز ۰/۷ اتمسفر (برابر با ۵۳۵ میلیمتر جیوه) تعیین و استفاده شد. برای تهیه بسته‌های خلاء، هیچ گازی پس از مکش درون بسته دمیده نشد.

لازم به ذکر است که بسته خلاء (V) بعنوان تیمار کنترل (شاهد) و بسته‌های با اتمسفر متغییر اکسیژن، گازکربنیک و نیتروژن بعنوان تیمارهای آزمون در نظر گرفته شدند.

پس از فرآیند دوخت، همه بسته‌ها درون یک یخچال انکوباتوردار (ساخت شرکت Memert با قدرت کنترل دمای محیط کشت) که درجه حرارت آن روی ۴ درجه سانتیگراد تنظیم شد، قرارداده شدند.

برای مطالعه زمان ماندگاری فیله‌ها، آزمایشات شیمیایی با تعیین مواد ازتهٔ فرار (TVN)، عدد پراکسید (PV) و اسیدیته pH، آزمون ویژگی‌های حسی فیله و نیز شمارش بار باکتریایی انجام پذیرفت. آنالیز نمونه‌ها در زمان صفر یعنی پیش از بسته‌بندی (بصورت فیله تازه) و پس از بسته‌بندی به فواصل زمانی هر سه روز یکبار انجام شد. نمونه‌گیری تا زمانی ادامه یافت که جمعیت باکتریایی به محدودهٔ فساد مواد غذایی دریایی یعنی بین 10^6 و 10^7 کلنی باکتری در گرم در دو بار متوالی رسیده (Silva & White, 1994) و بوی فیله‌ها نیز از حالت طبیعی خارج شد. به منظور انجام آزمایشات، نمونه‌برداری از قسمتهای عضلانی بخش گرده (جلویی)، تنه (میانی) و دم (عقبی) ماهیان داخل هر بسته انجام پذیرفت و سپس درون یک دستگاه مخلوط‌کن، مخلوط و همگن شدند.

جهت تعیین ارزش غذایی فیله ماهیان اوزون‌برون تازه، مقادیر چربی و رطوبت بترتیب از روشهای Bligh و Dyer (۱۹۵۹) و Hasegawa (۱۹۸۷) استفاده شد. میزان کل پروتئین بافت ماهی نیز با استفاده از روش Macro Kjeldahl اندازه‌گیری گردید (Hasegawa, 1987). مقدار مواد ازتهٔ فرار با استفاده از تقطیر کجلدال و برحسب میلی‌گرم TVN در۱۰۰ گرم گوشت ماهی و با استفاده از روش پروانه (۱۳۷۷) اندازه‌گیری شد. شاخص پراکساید برحسب میلی‌اکی‌والان ید آزاد شده برکیلوگرم چربی، مواد معدنی و مقادیر pH فیله ماهی با استفاده از روش Hasegawa (۱۹۸۷) ارزیابی گردیدند.

جدول ۱: ترکیب گازی اتمسفر مورد استفاده در بسته‌بندی فیله ماهی اوزون‌برون

تیمار	تکرار	وضعیت نمونه ماهی	ترکیب گازی مورد استفاده (درصد)			علامت
			O_2	CO_2	N_2	اختصاری بسته
۱	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۰	۲۰	۸۰	B
۲	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۰	٤۰	٦۰	C
۳	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۰	٦۰	٤۰	D
٤	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۵	۲۰	۷۵	E
۵	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۵	٤۰	۵۵	F
٦	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۵	٦۰	۳۵	G
۷	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۰	۱۰۰	۰	H*
۸	۳	فیله با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم	۰	۰	۰	V

* در بسته H تنها گازکربنیک (CO_2) وارد شده و از ورود سایر گازها جلوگیری بعمل آمد. شرایط فیله‌ها بدون سر و دم، شکم خالی بود.

magiran.com

جهت تعیین جمعیت باکتریایی از روش رقیق کردن نمونه استفاده و شمارش باکتری‌ها براساس دستورالعمل AOAC (۱۹۷۵) انجام شد (Vanderzant & Splittstoesser, 1992).

ارزیابی حسی نمونه‌ها براساس معیارهای چهارگانه قوام، رنگ، بو و طعم و مزه با آزمون معرفی شده توسط Nielsen و Hyldig (۲۰۰۴) انجام گردید. مطابق این روش محدوده تغییرات صرفاً تا زمان خروج فیله‌ها از حالت بو و طعم طبیعی (بعنوان فساد درجه اول) و یا رسیدن به بوی غیرقابل قبول فساد (بعنوان فساد درجه دوم) مبنای ارزیابی قرار می‌گیرد.

نتایج تمامی آزمونها از میانگین سه تکرار بدست آمد. تست همگن بودن داده توسط کولموگراف – اسمیرنف انجام و نرمال بودن داده‌ها بررسی گردید. تجزیه و تحلیل آماری آنالیز واریانس یکطرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 11.05 انجام و جهت تعیین اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

ترکیبات ساختاری و بیوشیمیایی بافت ماهی اوزون‌برون همراه با انحراف معیار آنها در جدول ۲ نشان داده شده است. ماهی اوزون‌برون با ۱۵/۶۹ درصد پروتئین و ۱۲/۱۳ درصد چربی در زمرهٔ ماهیان با ارزش غذایی بالاست.

نمودار ۱، جمعیت کل باکتری‌ها (TC) در مدت نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد در بسته‌های محتوی فیله ماهی اوزون‌برون که در شرایط خلاء و همچنین تحت اتمسفرهای مختلف، بسته‌بندی و نگهداری شدند را نشان می‌دهد. تعداد کل باکتری‌ها در بافت ازون‌برون تازه log ۱/۰۷ کلنی در گرم می‌باشد. این درحالی است که در همه شرایط بسته‌بندی، با گذشت زمان، جمعیت میکروبها بطور لگاریتمی افزایش می‌یابد.

نتایج نشان داد که سرعت رشد باکتری‌ها در بسته‌های خلاء بیشترین مقدار و در بسته‌های D (با شرایط اتمسفری ۴۰ درصد نیتروژن و ۶۰ درصد گازکربنیک) و H (حضور ۱۰۰ درصد گازکربنیک) بترتیب با ۳/۴۵ و ۳/۲ کلنی باکتری در گرم کمترین میزان رشد را داشتند. با افزایش غلظت CO_2 در بسته‌های MAP رشد باکتری کاهش و زمان نگهداری ماهی افزایش یافت. جمعیت باکتریایی درون بسته‌بندی تحت خلاء تا روز ۱۲ به میزان مجاز رسیدند و بسته‌بندی‌های MAP اغلب در روز آخر به این محدود رسیدند. بسته‌های D و H حتی در روز پانزدهم نیز به حد غیرمجاز نرسیدند، ضمن آنکه تفاوت معنی‌داری بین جمعیت باکتریایی در انواع شرایط بسته‌بندی بویژه بین بسته‌های V و D با سایر شرایط MAP، در طول دوره نگهداری مشاهده شد ($P<0.05$).

تغییرات میزان pH ماهی اوزون‌برون درشرایط بسته‌بندی در اتمسفرهای متفاوت در طول زمان نگهداری در ۴ درجه سانتیگراد در جدول ۳ نشان داده شده است.

مقدار pH در بافت ماهی اوزون‌برون تازه ۶/۴ می‌باشد (جدول ۳). در ابتدای مدت نگهداری، حضور CO_2 در بسته‌بندی‌های MAP، باعث کاهش pH در بافت ماهی شده، سپس افزایشی در مقدار آن مشاهده می‌شود. در جریان آزمایشات، افزایش در میزان pH با افزایش دوره نگهداری تحت شرایط مختلف بسته‌بندی همراه بوده است. در روز پانزدهم، بالاترین میزان pH در بسته‌های E و V مشاهده شده است که در آنها اکسیژن همراه با درصدهای کمتری از گاز کربنیک حضور داشت.

تغییرات میزان مجموع ازت‌های فرار (TVN) ماهی اوزون‌برون در شرایط بسته‌بندی در اتمسفرهای متفاوت در طول زمان نگهداری در ۴ درجه سانتیگراد در جدول ۴ نشان داده شده است.

مقدار TVN بافت اوزون‌برون تازه، ۹/۲۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود. مقدار TVN در همه شرایط، با افزایش مدت نگهداری، افزایش یافت. با بالا رفتن غلظت CO_2، میزان مواد ازته فرار TVN در بسته‌های MAP به حداقل رسید. در روز پانزدهم بالاترین میزان TVN در بسته‌های V (خلاء) و B (با ۲۰ درصد گاز کربنیک و ۸۰ درصد نیتروژن) بترتیب با ۲۷/۲ و ۲۲ میلیگرم بر صدگرم دیده شده است. حد مجاز TVN در ماهی ۳۰ تا ۳۵ میلیگرم در صد گرم می‌باشد (Erkan *et al.*, 2006).

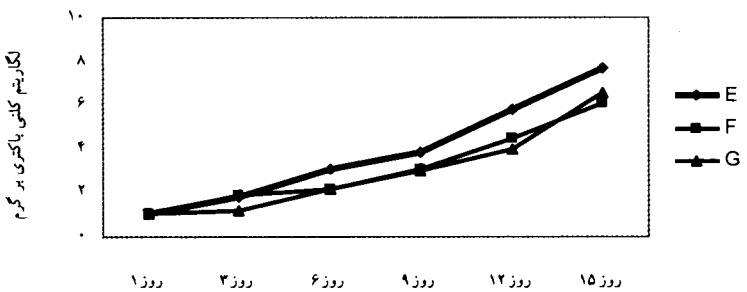
بررسی‌های آماری نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تولید TVN در بسته‌های خلاء و انواع شرایط بسته‌بندی در طول دوره نگهداری مشاهده شد ($P<0.05$). علاوه بر این در روز پانزده نگهداری بسته‌های B و V به بالاترین حد رسیدند و در همین روز بین بسته خلاء (V) با سایر بسته‌ها (بغیر از بسته B) تفاوت معنی‌داری دیده شد ($P<0.05$).

magiran.com

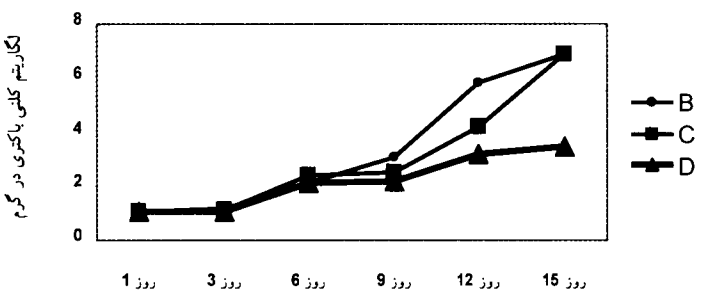
جدول ۲: میانگین ترکیبات بیوشیمایی بافت اوزون‌برون تازه*

ترکیبات ساختاری	میانگین (درصد)	انحراف معیار ±SD
پروتیین	۱۵/۶۹	۲/۰۸
چربی	۱۲/۱۳	۳/۱۳
رطوبت	۶۷/۵۶	۲/۷۳
مواد معدنی	۲/۴۲	۰/۶۵

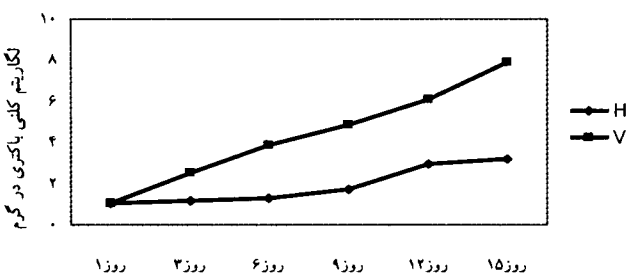
*داده‌ها از میانگین سه بار آزمایش بدست آمده است.



زمان نگهداری (روز)



زمان نگهداری (روز)



زمان نگهداری (روز)

نمودار ۱: تغییرات جمعیت باکتریایی درطول مدت نگهداری در فیله ماهی اوزون‌برون که در بسته‌های اتمسفر اصلاح شده که در ٤ درجه سانتیگراد بسته‌بندی و نگهداری شده‌اند.

magiran.com

جدول ۳: تغییرات pH ماهی اوزون‌برون درطول زمان نگهداری در شرایط بسته‌بندی مختلف اتمسفری

زمان نگهداری (روز)	مقدار pH							
	H	B	C	D	E	F	G	V
صفر	٦/٤٠	٦/٤٠	٦/٤٠	٦/٤٠	٦/٤٠	٦/٤٠	٦/٤٠	٦/٤٠
۳	٦/١٣	٦/٣٢	٦/٢١	٦/٣١	٦/٣٣	٦/٣٣	٦/٣٥	٦/٦٠
٦	٦/٣٦	٦/٣٥	٦/٢٦	٦/٣٣	٦/٢٩	٦/٣٢	٦/١٩	٦/٥٢
۹	٦/٣٧	٦/٢٩	٦/٢٢	٦/٢٢	٦/٢٦	٦/١٦	٦/١٩	٦/٢٣
۱۲	٦/٣٣	٦/٤١	٦/٢٥	٦/٢٨	٦/٤٠	٦/٢٦	٦/٣٧	٦/١٩
۱۵	٦/٣٣	٦/٤٣	٦/٣٤	٦/٢٩	٦/٥٩	٦/٥٥	٦/٥١	٦/٦١

جدول ٤: تغییرات میزان مجموع ازت‌های فرار(TVN) ماهی اوزون‌برون در طول زمان نگهداری در شرایط مختلف اتمسفر در ٤ درجه سانتیگراد

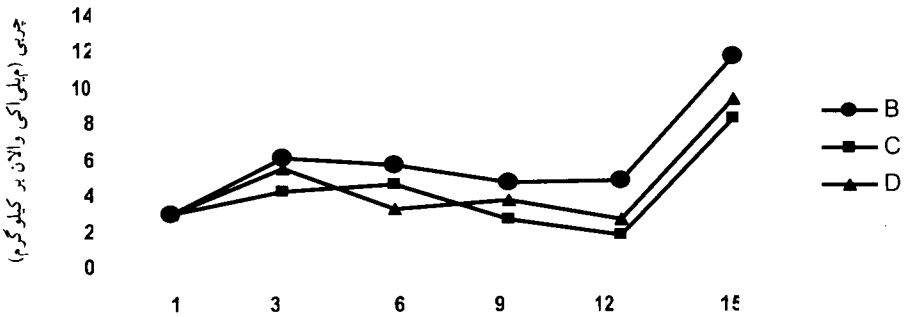
زمان نگهداری (روز)	میزان TVN																	
	B		C		D		E		F		G		H		V	
صفر	±۱/۷٤	۹/۲٤	±۰/۰۵	۹/۲۴	±۰/۲۲	۹/۲٤	±۰/۱۳	۹/۲۴	±۰/۲۸	۹/۲۴	±۰/۸۲	۹/۲۴	±۰/۲۸	۹/۲۴	±۰/۱۴	۹/۲۴
۳	±۰/۲۸	۱۲/۰۱	±۰/۵۳	۹/۹۵	±۰/۰٦	۱۰/۲	±۰/۱۲	۹/۹۵	±۰/۲۹	۹/۹۴	±۰/۰۳	۹/۹۲	±۰/۶۸	۹/۰	±۰/۰۳	۹/۵
٦	±۲/٦۵	۱۲/۳	±۰/۱۸	۹/۹	±۱/۵۵	۹/۵	±۰/۲۳	۱۰/۱	±۲/۳۴	۹/۹۸	±۰/۲۲	۹/۹۵	±۳/۲۶	۹/۲	±۰/۹۷	۱۰/۸
۹	±۳/۰۵	۱۱/۸	±۱/۳۴	۱۰/ ۰۵	±۲/۰٦	۱۲/۲	±۰/۰۴	۱۲/۱	±۱/۰۶	۱۱/۱	±۰/۸۲	۱۰/۹	±۱/۰۸	۱۰/۹	±۰/۰۸	۱۰/۹
۱۲	±۰/۷۱	۱۲/۵	±۱/۰۲	۱۴/۰	±۱/۱٦	۱۲/۰	±۱/۱۳	۱۶/۸	±۱/۰۲	۱۳/۲	±۱/۳۶	۱۱/۲	±۰/۸	۱۱/۵	±۰/۰۵	۱۲/۰
۱۵	±۲/۵٦	۲۲/۰	±۱/۳۳	۱۶/۹	±۱/٦۸	۱۵/۹	±۲/۰۶	۱۷/۰	±۱/۲۷	۱۶/۲	±۱/۴۰	۱۴/۸	±۱/۰۸	۱۲/۴	±۲/۳۵	۲۷/۲

داده‌ها از میانگین سه بار آزمایش بدست آمده‌اند.

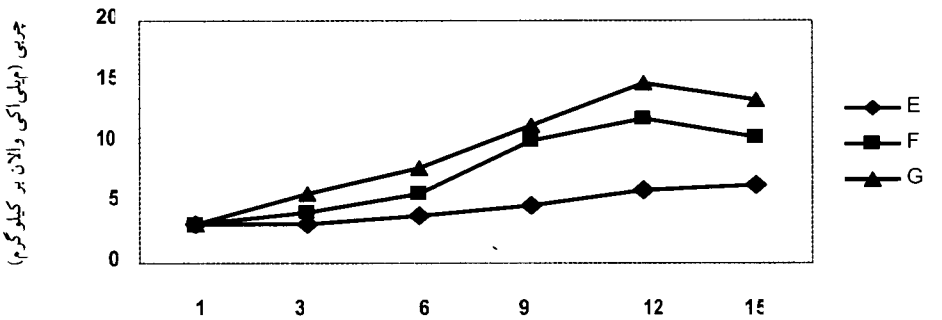
نمودار ۲ مقادیر شاخص پراکساید بافت ماهی اوزون‌برون بسته‌بندی شده در خلاء و تحت شرایط مختلف اتمسفری را در مدت نگهداری نشان می‌دهد. فقدان گاز اکسیژن در بسته‌ها، باعث شد که عدد پراکساید تقریباً ثابت بماند و بالعکس، حضور O_2 در بسته‌ها در ابتدای زمان نگهداری، باعث افزایش عدد پراکساید گردید. پراکساید در بسته‌هایی که دارای اکسیژن بودند افزایش مشهودی نشان داد بطوریکه در بسته‌های F و G از روز نهم به مقادیر بترتیب ۱۰/۱ و ۱۱/۳۵ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم چربی رسیدند (نمودار ۲). در حالیکه شاخص پراکساید در اغلب بسته‌ها تا روز پانزدهم در محدوده قابل قبول قرار داشت. بسته G با ۱۳/۳۶ بالاترین و در بسته V (خلاء) با ۶ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم چربی کمترین میزان پراکساید را در روز پانزدهم نگهداری نشان دادند.

در طول دوره نگهداری تفاوت معنی‌داری بین تولید پراکساید در انواع شرایط بسته‌بندی بویژه بین بسته‌های خلاء (V) و نیز بسته E، با سایر شرایط مشاهده شد ($P<0.05$). علاوه بر این در روز پانزدهم نگهداری بین بسته خلاء (V) با بسته‌های B، D، F و G تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<0.05$).

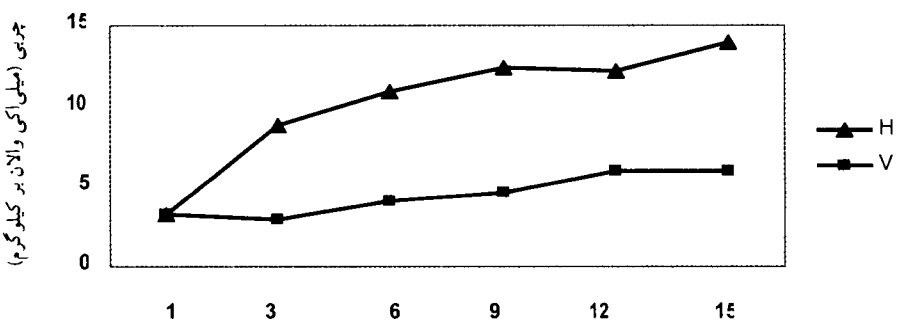
magiran.com



زمان نگهداری (روز)



زمان نگهداری (روز)



زمان نگهداری (روز)

نمودار ۲: تغییرات عدد پراکسید در طول مدت نگهداری در فیله ماهی اوزون‌برون که در بسته‌های اتمسفر اصلاح شده که در ٤درجه سانتیگراد بسته‌بندی و نگهداری شده‌اند.

magiran.com

تغییرات عوامل ارگانولپتیک (قوام، رنگ، بو و طعم و مزه) ماهی اوزون‌برون در طول نگهداری بین تیمار شاهد (V) از روز دوازدهم، با تمامی تیمارهای مختلف (بغیر از تیمار E که ۵ درصد اکسیژن و ۲۰ درصد گازکربنیک داشت) معنی‌دار بوده است ($P<0.05$). بافت ماهیان بسته‌بندی شده تحت خلاء از روز نهم از حالت طبیعی خارج شده و در روز دوازدهم به فساد کامل رسید. محدوده تغییرات از زمان خروج بافت ماهی از حالت طبیعی و نیز تولید بوی نامطبوع فساد مبنا قرار گرفت. نتایج آزمایشات حسی در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: تغییرات عوامل حسی فیله ماهی اوزون‌برون درطول زمان نگهداری در شرایط بسته‌بندی مختلف اتمسفری در ٤ درجه سانتیگراد

نوع بسته	B	C	D	E	F	G	H	V
روز نگهداری	۱۵	۱۵	۱۵	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵	۱۲
درجه تغییر	دوم	دوم	اول	دوم	دوم	دوم	اول	دوم

درجه اول: خروج بافت از حالت طبیعی، درجه دوم: ایجاد بوی فساد کامل

بحث

بافت تازه ماهی اوزون‌برون از نظر ترکیبات بیوشیمیایی، از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. بطوریکه با داشتن ۱۵/۶۹ درصد پروتئین و ۱۲/۱۳ درصد چربی، در زمره ماهیان پر چرب با ارزش غذایی بالا قرار می‌گیرد. ۸۴/۴۱ درصد بافت چربی اوزون‌برون از نوع اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل شده است (Hedayatifard & Moeini, 2007). همین امر فسادپذیری این ماهی را افزایش می‌دهد.

نتایج عوامل مورد بررسی در نمونه‌های تحت خلاء و بسته‌بندی‌های MAP نشان داد که میزان این پارامترها در طول دوره نگهداری ماهی اوزون برون در سردخانه (با دمای ۴ درجه سانتیگراد) دارای تغییرات معنی‌داری است ($P<0.05$). شاخص‌های عامل فساد ماهی در طول دوره نگهداری در بسته‌بندی تحت شرایط MAP نیز افزایش یافته است، اما سرعت رشد این عوامل در رسیدن به آستانه فساد با یکدیگر اختلاف دارد. بر همین اساس زمان ماندگاری ماهیان تحت بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بالاتر از ماهیان بسته‌بندی شده در شرایط خلاء بود. از طرفی دیگر، تعداد کل باکتری‌های بافت اوزون برون تازه log ۱/۰۷ کلنی باکتری بر گرم برآورد گردید که با گذشت زمان، در همه شرایط بسته‌بندی، افزایش یافت (نمودار ۱).

نتایج نشان داد که جمعیت باکتریایی در روز دوازدهم در بسته‌های خلاء (V)، B و E به محدوده حداکثر میزان مجاز رسیدند. در بسته E اکسیژن و در همین بسته و نیز بسته B گاز کربنیک با کمترین میزان یعنی تنها ۲۰ درصد حضور داشته است. این درحالی است که بسته‌های اتمسفر اصلاح شده D و H بترتیب با ۶۰ و ۱۰۰ درصد گاز کربنیک، تا آخرین روز مطالعات حتی به نصف سقف مجاز جمعیت باکتریایی نیز نرسیده بودند.

بطور کلی میکروفلورهای هوازی به CO_2 حساس هستند، بنابراین با افزایش میزان CO_2 در بسته‌های MAP، می‌توان رشد میکروارگانیزم‌های هوازی را با افزایش زمان تکثیر، به تأخیر انداخت و در نتیجه روند فساد باکتریایی در ماهی را کاهش داد (Reddy *et al.*, 1997a,1997b). غلظتهای بالای گاز کربنیک موجب مرگ باکتریها می‌گردد (Stamatis & ;Farber, 1991 Arkoudelos, 2007). بنابراین با افزایش غلظت CO_2 در بسته‌های MAP می‌توان رشد باکتری را کاهش و زمان نگهداری ماهی را افزایش داد. تحقیقات نشان داده است که جنس سودوموناس در حضور اکسیژن در بسته‌ها، گونه‌های غالب هستند، در حالیکه باکتری‌های عامل فساد همانند گونه‌های فوتوباکتریوم و شوانلا در بسته‌های ماهی کاد (*Gadus murhua*) حاوی نیتروژن و گاز کربنیک فراوانی می‌باشند (Hovda *et al.*, 2007).

در مطالعه کنونی، فیله بسته‌بندی شده تحت خلاء تا روز دوازدهم و بسته‌بندی‌های MAP در تیمارهای B، C، E، F و G در روز پانزدهم به محدوده غیرمجاز رسیدند و تیمارهای D و H (بترتیب با ۶۰ و ۱۰۰ درصد گاز کربنیک و بدون حضور اکسیژن)، در تمام طول دوره نگهداری همواره شرایط مطلوبی را از این لحاظ دارا بودند (نمودار ۱). در بسته خلاء و بسته‌هایی که فاقد اکسیژن بودند، افزایش جمعیت باکتریایی می‌تواند ناشی از فعالیت میکروارگانیزم‌های بی‌هوازی باشد.

magiran.com

مقدار pH نیز در بافت ماهی اوزون‌برون تازه ۶/۴ می‌باشد (جدول ۳). در ابتدای مدت نگهداری، حضور CO_2 در بسته‌بندی‌های MAP، می‌تواند باعث کاهش pH در بافت ماهی شود که این کاهش ممکن است ناشی از حل شدن CO_2 در محیط آبی بافت ماهی و تولید اسید کربنیک ضعیف (H_2CO_3) گردد (Stamatis & Arkoudelos, 2007). تولید اسید کربنیک موجب کاهش pH گوشت ماهی و به تبع آن کاهش ظرفیت نگهداری آب پروتئین و احتمال بروز خونابه و آبچک (Drip) در بسته‌ها می‌گردد که خود معیار مهمی برای کیفیت گوشت ماهی است (معینی، ۱۳۶۸؛ Erkan *et al.*, 2006). پس از این افزایشی در مقدار pH مشاهده می‌شود که طبیعتاً ناشی از فساد در اثر فعالیت‌های باکتریایی است. چرا که در اثر فعالیت باکتریها، بازهای فراری نظیر آمونیاک تولید می‌شوند (Reddy *et al.*, 1996).

در جریان آزمایشات، افزایش میزان pH با رشد باکتریها و تولید بازهای فرار همراه بود. در روز پانزدهم، بالاترین میزان pH در بسته‌های V و E و F مشاهده شده است که در آنها خلاء یا اکسیژن همراه با نسبتهای کمتری از گاز کربنیک حضور داشت.

مقدار TVN در همه شرایط بسته‌بندی MAP، با افزایش زمان نگهداری، افزایش یافت. از سوی دیگر با بالا رفتن غلظت CO_2، میزان مواد ازته فرار TVN در بسته‌های MAP به حداقل رسید که این موضوع نشانگر آن است که حضور CO_2 در بسته‌بندی، مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه مانع تولید TVN در بافت ماهی گردید. نتیجه‌ای که zogul? و همکاران در سال ۲۰۰۴ به آن رسیدند.

در مطالعه کنونی، به رغم اینکه بسته‌های خلاء (V) و B (با ۸۰ درصد نیتروژن و ۲۰ درصد گازکربنیک) بیشترین مقادیر TVN را بویژه بین روزهای دوازدهم و پانزدهم نگهداری بخود اختصاص دادند. با این حال و بنابر نتایج حاصله از سایر آزمایشهای کیفی، ایجاد شرایط خلاء به تنهایی نمی‌تواند موجب توقف تولید مجموع بازهای فرار گردد. در روز پانزدهم بالاترین میزان TVN در بسته‌های V (خلاء) و B بترتیب با ۲۷/۲ و ۲۲ میلیگرم بر صدگرم دیده شده است.

فسفولیپیدها و تری گلیسیریدها، دو نوع مهم چربی‌ها هستند که در بافت ماهیان، بویژه گونه‌های پرچرب همانند اوزون‌برون، حضور دارند (معینی، ۱۳۶۸؛ Erkan *et al.*, 2006). در طول مدت نگهداری، لیپیدهای ماهی، در اثر واکنش مولکول اکسیژن با اسیدهای چرب غیراشباع موجود در چربی ماهی تخریب می‌شوند. لیپیدهایی که دو یا چند پیوند مضاعف دارند، مانند اسیدهای چرب چند زنجیره و فسفولیپیدها، به فرآیند اکسیداسیون حساسیت ویژه‌ای دارند (Hasegawa, 1987). نقش اکسیداسیون در پیشرفت طعم ناخوشایند بخوبی شناخته شده است و در واقع یکی از دلایل اصلی فساد محصولات غذایی است (Erkan *et al.*, 2006).

فقدان گاز اکسیژن در بسته‌ها باعث شد که عدد پراکساید تقریباً ثابت بماند و بالعکس، حضور اکسیژن در بسته‌بندی در ابتدای زمان نگهداری، باعث افزایش عدد پراکساید گردید. باید توجه داشت که پس از گذشت مدتی از زمان نگهداری، اعتبار عدد پراکساید برای تعیین مرحله فساد کاهش می‌یابد. چرا که پراکساید به ترکیبات کمپلکسی نظیر آلدئیدها، کتونها و ترکیبات دیگر تبدیل شده و در نتیجه عدد پراکساید در این مدت کاهش نشان می‌دهد (Hasegava, 1987).

میزان پراکساید بافت تازه ماهی اوزون‌برون ۳/۲۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی برآورد گردید که روند افزایشی را در طول دوره نگهداری نشان داد. نگهداری در دمای پایین سردخانه توانست تا حد مطلوبی از افزایش پراکساید بکاهد. حد مجاز شاخص پراکساید برای ماهی ۱۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی تعیین شده است (Hasegava, 1987). همچنین Erkan و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که شاخص پراکساید بین صفر تا ۲ بسیار مطلوب، ۲ تا ۵ خوب و اگر pH ماهی بین ۵ تا ۸ باشد، پراکساید تا ۱۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی برای ماهیان بسته‌بندی شده در شرایط MAP قابل قبول و مصرف می‌باشد.

در مطالعه کنونی بسته‌های G و H بترتیب با ۱۳/۳۶ و ۱۳/۹۶ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی بالاترین میزان پراکساید را در روز پانزدهم نگهداری نشان دادند. در همین روز بسته‌های V (خلاء) و E کمترین مقادیر پراکساید را بترتیب با ۶ و ۵/۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی بخود اختصاص دادند.

ماهی اوزون‌برون تازه دارای بافتی محکم، رنگ صورتی روشن و با بوی چرب ویژه خود می‌باشد. در طول دوره نگهداری همراه با رشد جمعیت باکتریایی، بو، ظاهر و قوام بافت ماهی تغییر پیدا می‌کند که با این تغییرات می‌توان مرحله فساد حسی ماهی را تشخیص داد. در تعیین پارامترهای ارگانولپتیک، جمعیت باکتریایی و TVN از مهمترین عوامل تاثیرگذار محسوب می‌گردند. در این بررسی محدودهٔ تغییرات از زمان

magiran.com

خروج بافت ماهی از حالت طبیعی و نیز تولید بوی نامطبوع فساد مبنا قرار گرفت.

فساد حسی در تمام بسته‌هایMAP بویژه بسته‌های H و D با تاخیر بیشتری نسبت به ماهی بسته‌بندی شده در خلاء و هوا صورت می‌گیرد. همچنین هر چه میزان CO_2 در بسته بیشتر و میزان O_2 کمتر باشد، فساد حسی کندتر رخ می‌دهد. این مطلب با نتایج Reddy و همکاران (۱۹۹۶) zogul? و همکاران (۲۰۰۴)، Shengmin (۲۰۰۹) مطابقت دارد. از طرف دیگر، نتایج محققین دیگر مانند هدایتی‌فرد و همکاران (۱۳۸۴) و سلمانی جلودار (۱۳۸۸) این موضوع را تایید می‌کند. در بررسی مشابه و از نظر کیفیت ارگانولپتیک، میگوهای چینی *chinensis* (*Fenneropenaeus*) در ترکیب اتمسفری با ۳۰ درصد نیتروژن، ۳۰ درصد اکسیژن و ۴۰ درصد گازکربنیک، به مدت ۱۳ روز و در شرایط حضور ۱۰۰ درصدی CO_2 به مدت ۱۷ روز افزایش نشان دادند (Shengmin, 2009) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در ارزیابی‌های حسی مطالعه حاضر نیز بسته‌های D و H بهترین زمان ماندگاری را در شرایط ۴ درجه سانتیگراد یخچال نشان دادند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، مقدار گاز CO_2 یک فاکتور مهم در افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی اوزون‌برون تحت شرایط بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده است که در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری می‌شود. در واقع گاز CO_2 درون بسته‌ها از اصلی‌ترین عوامل تاخیر رشد باکتریایی در گوشت ماهیان بسته‌بندی شده تحت اتمسفرهای مختلف، می‌باشد. گاز کربنیک بعلت قابلیت حلالیت در آب و چربی می‌تواند به درون هسته اصلی میکروارگانیزم نفوذ نموده و موجبات کاهش pH آن گردد و کندی و تاخیر در فعالیت باکتری‌ها و در نهایت سبب کند شدن سرعت رشد و نمو آنها شود. باید این مطلب را نیز افزود که شرایط دمای پایین در سردخانه‌ها موجب کندی سرعت رشد میکروارگانیزم‌ها می‌شود. به رغم اهمیت زیاد عوامل شیمیایی فساد ماهیان، این مصرف کننده است که شاخصهای حسی، ظاهری و ارگانولپتیک را مد نظر قرار می‌دهد.

در بین نمونه‌های بسته‌بندی شده در اتمسفرهای مختلف، تیمار D با جمعیت باکتریایی ۳/۴۵log کلنی در گرم، مجموع ازت‌های فرار ۱۷ میلیگرم بر ۱۰۰ گرم و شاخص پراکساید ۹/۵۵ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم چربی در روز پانزدهم بهترین زمان ماندگاری را در شرایط سردخانه‌ای نشان داد. درون این بسته ۶۰ درصد گاز کربنیک و ۴۰ درصد نیتروژن حضور داشت. پس از آن بسته G با ۵ درصد اکسیژن، ۶۰ درصد گاز کربنیک و ۳۵ درصد نیتروژن، بهترین شرایط ماندگاری را نشان داد. نتایج همچنین نشان دادند که با افزایش مقدار CO_2 در بسته‌های MAP، علاوه بر کند شدن رشد باکتریها، تشکیل TVN نیز کاهش یافته و زمان ماندگاری ماهی طولانی‌تر می‌شود. همچنین با خروج اکسیژن و حتی کاهش آن به حدود ۵ درصد در بسته همراه با نگهداری در سردخانه می‌تواند از تولید پراکساید جلوگیری کند.

مطالعه حاضر نشان داد که بسته‌بندی اوزون برون تازه در شرایط MAP و نگهداری آن در دمای یخچال می‌تواند زمان ماندگاری را تا بیش از ۱۵ روز نیز افزایش داده و زیان‌های اقتصادی ناشی از فساد را بویژه در مراحل حمل و نقل و نگهداری کاهش دهد. بر همین اساس می‌توان از تکنیک بسته‌بندی محصولات ماهی در اتمسفر اصلاح شده، برای توزیع و عرضه فرآورده‌های تازه و با ارزش شیلاتی در سطح تجاری استفاده بعمل آورد تا محصولی تازه و با کیفیت به مصرف‌کنندگان عرضه گردد.

منابع

اروجعلیان، ع.ر. و هدایتی‌فرد، م.، ۱۳۸۳. بهبود زمان ماندگاری ماهیان تازهٔ دریای مازندران با استفاده از تکنیک‌های اتمسفر اصلاح‌شده (MAP). معاونت اقتصادی و برنامه‌ریزی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مازندران، ۸۳ صفحه.

پروانه، و.، ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمونهای شیمیایی مواد غذایی. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۰ صفحه.

زارع‌گشتی، ق.، ۱۳۷۳. ارزیابی انواع فرآورده‌های ماهیان خاویاری و کیلکای بسته‌بندی شده در خلاء. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس ملی شیلات ایران، فرآوری آبزیان، چاپ اول ۱۳۷۵، شرکت سهامی شیلات ایران، صفحات ۳۲۱ تا ۳۴۱.

سلمانی جلودار، ع.، ۱۳۸۸. استفاده از تکنیک بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده در بهبود زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای تازه. مرکز ملی فرآوری آبزیان، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۵۱ صفحه.

کیوان، ا. و هدایتی فرد، م.، ۱۳۸۷، بررسی زمان ماندگاری و تغییرات کیفی فیله تاسماهی ایرانی در شرایط بسته‌بندی در خلاء. اولین همایش ملی شیلات و آبزیان، دانشگاه آزد اسلامی واحد لاهیجان، ۱۷ تا ۱۹ اردیبهشت، ۱۳۸۷. صفحات ۱۰ تا ۱۳.

magiran.com

معینی، س.، ۱۳۶۸. صنایع فرآورده‌های شیلاتی. چاپ اول، انتشارات معاونت تحقیقات و برنامه‌ریزی، شرکت سهامی شیلات ایران، ۱۱۲ صفحه.

هدایتی‌فرد، م. و رمضانی، ح.، ۱۳۸۶. ماهی‌شناسی کاربردی. چاپ اول، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۲۲۶ صفحه.

هدایتی‌فرد، م.؛ اروجعلیان، ع.ر. و جورکش، م.، ۱۳۸۴. بررسی تکنیک بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) بر روی فیلهٔ ماهی سفید دریای خزر *Rutilus frisii katum*. نخستین همایش ملی شیلات و توسعهٔ پایدار. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، ۱۸ و ۱۹ آبان ۱۳۸۴، صفحات ۴۵ تا ۵۶.

AOAC (Association Of Official Analytical Chemists), 1975. Official methods of analysis, 12th edition, Washington DC, USA, pp.1025-1109.

Bligh E.C. and Dyer W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37:911-917.

Daniels J.A., Krishnamurthi R. and Rizvi S.S.H., 1985. A review of the effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. Journal o Food Protection, 48:532-537.

Davies A.R., 1997. Methods of identifying species of raw and processed fish. *In*: (ed. G.M. Hall), Fish Processing Technology, Blackie Academic & Professional. Chapman and Hall, UK, pp.160-199.

Erkan N., Ozden O., Alakavuk DU., Yildirim S.Y. and Inugur M., 2006. Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. European Food Research Technology, 222:667–673.

Farber J.M., 1991. Microbiological aspect of modified atmosphere packaging technology. A review. Journal of Food Protection, 54:58-70.

Fletcher G.C., Summers G., Corrigan V., Cumarasamy S. and Dufour J.P., 2002. Spoilage of king salmon fillets stored under different atmospheres. Journal of Food Science, 67(6):2362-2374.

Footitt R.J. and Lewis A.S., 1995. The canning of fish and meat. Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall, London, UK. 290P.

Gould G.W., 1995. New methods of food preservation. Chapman & Hall Publication. UK.

Hasegawa H., 1987. Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish & products. Department of Marie Fisheries Research, South Asian Fisheries Development Center. 226P.

Hedayatifard M. and Moeini S., 2007. Loss of Omega-3 fatty acids of sturgeon (*Acipenser stellatus*) during cold storage. International Jornal of Agriculture and Biology. 9(4):pp:598-601.

Hovda M.B., Lunestad B.T., Sivertsvik M. and Rosnes J.T., 2007. Characterisation of the bacterial flora of modified atmosphere packaged farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) by PCR-DGGE of conserved 16S rRNA gene regions. International Journal of Food Microbiology, 117(1):68-75.

Johnston W.A., Nicholson F.J., Roger A. and Stroud G.D., 1995. Freezing and refrigrated storage in fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 340. Rome, Italy. 143P.

Love R.M., 1997. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. *In*: (ed. G.M. Hall), Fish processing technology. Blackie Academic & Professional. Chapman and Hall, UK. pp.1-31.

magiran.com

Nielsen D. and Hyldig, G. 2004. Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L.), Food Research International 37: 975–983.

Ozogul F., Polata A. and Ozogul Y., 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 85(1):49-57.

Reddy N.R., Paradis A., Roman M.G., Solomon H.M. and Rhodehamel E.J., 1996. Toxin development by Clostridium botulinum in modified atmosphere-packaged fresh Tilapia filets during storage. Journal of Food Science, 61(3):632-634.

Reddy N.R., Solomon H.M., Yep H., Roman M.G. and Rhodehamel E.J., 1997a. Shelf life and toxin development by Clostridium botulinum during storage of modified-atmosphere-packaged fresh aquacultured salmon fillets. Journal of Food Protection, 60(9):1055-1063.

Reddy N.R., Villanueva M.G., Solomon H.M., Kautter D.A. and Rhodehamel E.J., 1997b. Shelf life and Clostridium botulinum toxin development during storage of modified atmosphere packaged fresh catfish fillets. Journal of Food Science, 62(4):878-884.

Robertson G.L., 1993. Food packaging principles and practice. Marcel Dekker Inc. NY, USA. 285P.

Shengmin Lu., 2009. Effects of bactericides and modified atmosphere packaging on shelf-life of Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). LWT- Food Science and Technology, 42(1):286-291.

Sikorski Z.E. and Sun-Pan B., 1994. Prevation of seafood quality. *In*: (eds. F. Shahidi and J.R. Botta). Seafoods – chemistry, processing and quality control. Blackie Academic & Professional. Chapman and Hall, UK. pp.168–195.

Silva J.L. and White T.D., 1994. Bacteriological and color changes in modified atmosphere packaging channel catfish. Journal of Food Protection, 57(8):715-719.

Simpson R., Acevedo C. and Almonacid S., 2009. Mass transfer of CO_2 in MAP systems, Advances for non-respiring foods. Journal of Food Engineering, 92(2):233-239.

Sivertsvik M., Rosnes J.T. and Kleiberg G.H., 2003. Effect of MAP and super chilling on the storage quality of salmon fillets. Journal of Food Science, 68:1467-1472.

Stier R.F., Bell L., Ito K.A., Shafer B.D., Brown L.A., Seeger M.L., Allen B.H., Porcuna M.N. and Lerke P.A., 1981. Effect of modified atmosphere storage on *Clostridium botulinum* toxigenesis and the spoilage microflora of salmon fillets. Journal of Food Science, 46:1639-1642.

Stamatis N. and Arkoudelos J., 2007. Quality assessment of *Scomber colias japonicus* under modified atmosphere and vacuum packaging. Food Control, 18(4):292-300.

Vanderzant C. and Splittstoesser D.F., 1992. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd edition, APHA, Washington DC, USA. pp.207-221.

magiran.com

Improvement of shelflife for Stellate sturgeon fillet, *Acipenser stellatus*, under Modified Atmosphere Packaging (MAP) and vacuum conditions

Hedayatifard M.[(1)*] and Aroujalian A.R.[(2)]

Persiafish@gmail.com

1-Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Qaemshahr Branch, P.O.Box:163, Qaemshahr, Iran

2-Department of Chemical Food Industrial, Faculty of Chemical Engineering, Amirkabir University of Technology, P.O.Box: 15875-4413 Tehran, Iran

Received: July 2009 Accepted: June 2010

Keywords: Quality, Fish processing, Food industrial

Abstract

The effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the shelf life of Stellate sturgeon, *Acipenser stellatus*, fillets, (headed and gutted) stored in 4°C was examined and compared to vacuum condition. Three-layered packs (LDPE/EVOH/LDPE) were used with 110μm of thickness. Fish stored in MAP conditions and vacuum samples (as controls), in different times, were evaluated for quality, chemical factors (TVN, PV and pH), microbial parameters (total viable count) and sensory factors. Different gases compositions of CO_2, O_2 and N_2 were used for 8 treatments of MAP and vacuum packages. Mixed gases including 20-100% CO_2, 35-80% N_2 and 0-5% O_2 were used for MAP conditions. Statistical analyses showed that quality, chemical, microbial and sensory factors were significantly different during cold storage ($P<0.05$) among treatments. Mixed gases showed no inhibitory effect on spoilage factors (chemical and microbial count), but the spoilage progress was delayed. Increasing of the chemical, microbial and sensory changes in control samples were between 9 to 12 days but in MAP samples were 15 days, and in some such as "D pack" were even more. The "D pack" with mixed gases including "CO_2 (60%) and N_2 (40%)" followed by the "G pack" including "CO_2 (60%), N_2 (35%) and O_2 (5%)" were the best formula with a shelflife of at least 15 days. When CO_2 concentration was increased, amounts of TVN and Microbial community were decreased in MAP packs and the shelflife was increased. The results also showed that storage of Stellate sturgeon fillets at -4°C in MAP condition prolongs storage time and increases the product shelflife even after 15 days.

* Corresponding author