تاثیر زمان پوشش دادن با فیلم خوراکی سدیم آلژینات روی کیفیت و مدت زمان ماندگاری ماهی کیلکای منجمد (*Clupidaes delicatula*)

مینا سیف زاده[1*]،عباسعلی مطللبی[2]، محمد تقی مظلومی[1]

۱. مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان
۲. موسسه تحقیقات شیلات ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۳۰

چکیده

این پروژه جهت ارزیابی استفاده از غلظت ۱ درصد سدیم آلژینات برای افزایش مدت زمان ماندگاری ماهی کیلکا در سردخانه و جلوگیری از تغییر رنگ انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل کیلکای پوشش دار بدون ماندگاری در محلول سدیم آلژینات (زمان صفر)، کیلکای پوشش شده به مدت ۲ ساعت و کیلکای پوشش شده به مدت ۴ ساعت ماندگاری در محلول سدیم آلژینات و کیلکای بدون پوشش (کیلکای شاهد) هستند. نمونه های پوشش دار و شاهد به مدت شش ماه در سرد خانه ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. نمونه برداری در هفت مرحله شامل یک روز بعد از عمل آوری، یک ماه بعد از عمل آوری و سایر مراحل هر ماه یک بار در راس زمان های معین به مدت شش ماه انجام شد. شمارش کلی باکتری ها و باکتری های استافیلوکوک در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد کاهش داشتند. این فاکتورها در نمونه های پوشش شده زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه های پوشش دار کاهش و در نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت در مقایسه با سایر نمونه های پوشش دار افزایش داشت. مقادیر پراکسید، TVN، PH، اسید چرب آزاد و تیوباربیتوریک اسید در نمونه های پوشش دار: زمان های صفر، ۲ ساعت، ۴ ساعت در مقایسه با شاهد کاهش داشت. این فاکتورها از زمان صفر به ۴ ساعت کاهش نشان دادند. رطوبت در نمونه های پوشش دار از زمان صفر به ۴ ساعت افزایش نشان داد. بر اساس آنالیز آماری تفاوت معنی داری در تیمارها وجود داشت ($P<0.05$). آزمایشات حسی به روش رتبه بندی انجام شد. از حیث شاخص های حسی تیمارهای پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر تیمارهای پوشش دار از کیفیت بالاتر و نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت از کیفیت پائین تر برخوردار بودند ($P<0.05$). بر اساس آزمایشات انجام شده نمونه های پوشش دار تا پایان مدت زمان سردخانه گذاری از کیفیت خوبی برخوردار بودند، اما بر اساس آزمایشات حسی، نمونه های شاهد پس از سه ماه کیفیت خود را از دست دادند.

واژگان کلیدی: کیفیت ماهی، کیلکا، سدیم آلژینات، اکسیداسیون چربی

*نویسنده مسوول مقاله، پست الکترونیک: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

۱. مقدمه

ماهی کیلکا از جنس Clupeonella، زیر راسته Clupoidae و خانواده Clupoidae است. ماهی کیلکا به وسیله تور مخروطی و نور مصنوعی صید شده و در مخازن حمل ماهی شامل آب دریا و یخ منتقل می گردد (یاسمی، ۱۳۸۶). از فرآورده های کیلکا در سایر کشورها می توان به کیلکای نمک زده، دودی، ترشی، کنسروی، خشک و کیلکای بسته شده به شکل منجمد را نام برد. اما فرآورده های ماهی کیلکا در ایران شامل کنسرو کیلکا (بدون سر و دم و امعاء و احشاء)، کیلکای بسته بندی شده به شکل منجمد (به دو شکل با سر و دم و امعاء و احشاء و بدون سر و دم و امعاء و احشاء و بدون یخ پوشی) و کیلکای فرآوری نشده (تازه خوری) می باشند.

از سال ۸۴ تا ۸۸ مصرف کیلکای کنسروی از ۵/۲ ٪ به ۷۶ /۰٪ کاهش نشان داده و مصرف کیلکای منجمد از ۱ ٪ به ۶/۲۵ ٪ افزایش داشته و در راس سایر فرآورده ها قرار دارد (سیف زاده، ۱۳۸۸). از انواع متد بسته بندی شامل فویل آلومینیومی و تکنیک های بسته بندی فعال مانند تغییرات اتمسفر برای فرآورده های آبزیان در دنیا استفاده می شود. فیلم های خوراکی به عنوان تکنولوژی بسته بندی فعال محسوب شده است. این فیلم ها قابل تجزیه بیولوژیک بوده و بوسیله چشم غیر مسلح دیده نمی شوند.

پوشش های خوراکی به عنوان یک پوست ثانویه، دارای خواص چسبندگی به ماده غذایی، آنتی باکتریال و آنتی اکسیدان هستند که به درون ماده غذایی نفوذ می کنند و بوسیله پوشاندن سطح فرآورده با این فیلم ها می توان از کاهش رطوبت و نفوذ اکسیژن جلوگیری کرده و سبب بهبود ظاهر فرآورده شد. فیلم های خوراکی که همانند نگهدارنده ها سبب جلوگیری از رشد میکروب ها و فساد در سطح محصول می شوند جانشین خوبی برای آن ها می باشد. این روش بسته بندی کیفیت را بدون استفاده از نگهدارنده تضمین کرده و سبب کاهش مسمومیت و واکنش های آلرژیک غذایی در مصرف کننده می شود (Rokwer, 2006)

در این مطالعه از پودر سدیم آلژینات برای بسته بندی کیلکا استفاده شد. از آلژینات ها نمک های سدیم، پتاسیم و کلسیم آن در صنایع غذایی کاربرد دارد. سدیم آلژینات از واحدهای ساختمانی بتا د مانوروئیک اسید و آلفا ال گلوکورونیک اسید تشکیل شده است. این فیلم کربوهیدرات خالص شده و صمغ چسبناک است که از دیواره سلولی جلبک های دریایی قهوه ای بدست می آید. سدیم آلژینات به عنوان امولیسیفایر، پایدار کننده و تغلیظ کننده محسوب می شود. این فیلم ها کاملاً محلول در آب بوده، براق، سبب حفظ آروما و طعم و مزه، رنگ، افزایش ارزش افزوده و ارزش غذایی محصول مانند حفظ ویتامین و اسیدهای آمینه ضروری بدن، جلوگیری از فعالیت آنزیم ها وکاهش ضایعات می شود. مزایای فیلم های خوراکی شامل قابل مصرف به همراه ماده خوراکی، کاهش مصرف فیلم های پلیمری پایه نفتی، شکننده نبودن و نداشتن خطر برای مصرف کننده می باشند (Hiroshi and Yukinori, 2001). هدف از این تحقیق بررسی استفاده از سدیم آلژینات برای بسته بندی ماهی کیلکا، ارزیابی کیفیت کیلکای پوشش دار از حیث باکتریابی، شیمیایی، حسی، تعیین مدت زمان ماندگاری و ارزش غذایی در مقایسه با روش رایج (نمونه شاهد) بود.

۲. مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق مقدار ۱۸۰ کیلوگرم ماهی کیلکای گونه معمولی در فصل بهار سال

۱۳۸۷استفاده شد. ماهی تازه صبح زود (ساعت ۵) در اسکله شهر انزلی از لنج های مخصوص صید ماهی کیلکا خریداری شد و ویژگی های ماهی تازه در هنگام خرید بر اساس استاندارد ملی ایران (استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۳، ۱۳۸۰) بررسی شده و ماهی در زیر پوششی از یخ به نسبت ۲ به ۱ و دمای یک درجه سانتی گراد در داخل وان های مخصوص حمل ماهی تحت شرایط بهداشتی به خط تولید مرکز ملی فرآوری آبزیان حمل شده و عمل آوری شد. جهت عمل آوری ماهی کیلکا بعد از دریافت با آب کلر زده شستشو داده شد. سپس سر زده شده و امعاء و احشاء خالی شد. ماهی به صورت دستی پاک شده مجدداً با آب کلر زده شستشو داده شد و در زمان های: صفر، ۲ و ۴ ساعت ماندگاری در محلول ۱٪ سدیم آلژینات (Merck ، آلمان) در پیش سرد کن با دمای ۳ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس ماهی در مقادیر ۵۰۰ گرمی در ظروف یک بار مصرف قرار گرفته و روی آن با پوشش سلوفان پوشانده شد. نمونه ها در خط تولید مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان تهیه شدند. این نمونه ها به مدت شش ماه در سردخانه وزشی با دمای ۱۸- درجه سانتی گراد قرار داده شدند. مراحل عمل آوری نمونه های شاهد همانند نمونه های آزمایشی بوده اما در محلول سدیم آلژینات قرار داده نشدند. نمونه های آزمایشی و شاهد در ۳ تکرار عمل آوری شدند. کیفیت نمونه های آزمایشی و شاهد بوسیله آزمایشات باکتریایی، شیمیایی و حسی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشات باکتریایی برای این نمونه ها (بر اساس تعداد ده مرحله انجام آزمایش و ۳ تکرار برای انجام هر آزمایش ۳۰ بسته از هر تیمار مورد ارزیابی قرار گرفت) شامل شمارش کلی باکتری ها (Andrews and Hammack, 2003)، باکتری های استافیلوکوک (Bennet and Lancet, 2001)، کلی فرم و اشریشیا (Feng *et al*, 2003) و سودوموناس(Hassegawa, 1987) در آزمایشگاه میکروبیولوژی مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انجام شد. جهت انجام آزمایشات باکتریایی در طی ده مرحله از ماهی نمونه برداری شد. مرحله اول قبل از هرگونه پروسه عمل آوری، مرحله دوم بعد از پاک کردن کیلکا، مرحله سوم قبل از سردخانه گذاری، مرحله چهارم یک روز بعد از عمل آوری و سایر مراحل از ماه اول بعد از عمل آوری هر ماه یک بار در راس زمان های معین به مدت شش ماه از نمونه های پوشش دار و شاهد نمونه برداری شد.

آزمایشات شیمیایی برای نمونه های آزمایشی و شاهد (بر اساس تعداد هفت مرحله انجام آزمایش و ۳ تکرار برای انجام هر آزمایش ۲۱ بسته از هر تیمار مورد ارزیابی قرار گرفت) شامل اندازه گیری رطوبت (استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵، ۱۳۸۰)، اسید چرب آزاد (استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳، ۱۳۸۳)، تیوباربیتوریک اسید (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴، ۱۳۸۳)، پراکسید (استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳، ۱۳۸۳)، نیتروژن ازت دار (TVN) (استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵، ۱۳۸۰) وpH (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، ۱۳۸۶) است. این آزمایشات در ۷ مرحله شامل یک روز بعد از عمل آوری و سایر مراحل از ماه اول بعد از عمل آوری تا ماه ششم هر ماه یک بار در راس زمان های معین انجام شد.

در هر مرحله آزمایشات میکروبی و شیمیایی در ۳ تکرار انجام شد. نتایج بدست آمده از آزمایشات این نمونه ها بوسیله نرم افزار آماری SPSS و تست آنالیز واریانس دو طرفه به روش تکرار روی عامل زمان با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. آزمایشات حسی برای نمونه های آزمایشی و نمونه شاهد (۲۱ بسته از هر تیمار) شامل بررسی بافت، بو و رنگ، طعم و پذیرش کلی

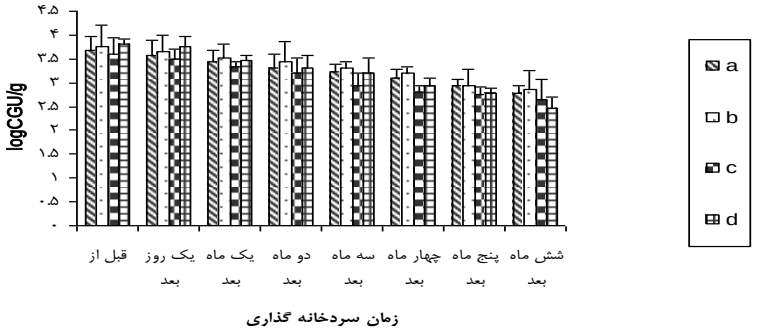
به روش رتبه بندی و با اجرای آزمون فریدمن بر اساس Iso انجام شد. جهت انجماد زدایی نمونه ها در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داده شدند. این آزمایشات برای نمونه های آزمایشی و شاهد در هر مرحله آزمایش با سه تکرار انجام شد. در این روش از حیث شاخص های حسی توسط سی ارزیاب کیفیت نمونه ها با یکدیگر مقایسه شده و به نمونه ها به ترتیب اولویت از یک تا چهار امتیاز داده شد. عدد کمتر در هر شاخص نشان دهنده کیفیت بالاتر نمونه می باشد (Iso 85 – 87,1988) .

جدول ۱. نتایج آنالیز باکتریایی ماهی کیلکا قبل و بعد از پاک کردن (logCFU/g)

باکتری نمونه	شمارش کلی باکتری ها	استافیلوکوک	سودوموناس	کلی فرم	ای کولای
ماهی کیلکا قبل از عمل آوری	۰/۱۲± ۴/۴۹	۰/۲۳± ۲/۶۹	کمتر از ده عدد در هر گرم	کمتر از ده عدد در هر گرم	کمتر از ده عدد در هر گرم
ماهی کیلکای پاک شده	۰/۱۱± ۳/۸۱	۰/۱۵± ۲/۹۵	//	//	//
حد مجاز استاندارد	۵	۳	-	۲	۲

جدول شماره ۲. حد مجاز آزمایشات شیمیایی در مواد غذایی

آزمایشات	رطوبت	پراکسید (meq/kgoil)	اسید چرب آزاد (g/100)	تیوباربیتوریک اسید (mg/kg)	pH	TVN (mg/100g)
حد مجاز استاندارد	-	۵	۱۰۰	۴	۶/۵–۷/۵	۳۰



شکل۱. تغییرات شمارش کلی باکتری ها در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان سردخانه گذاری به مدت شش ماه
a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد

۳. نتایج

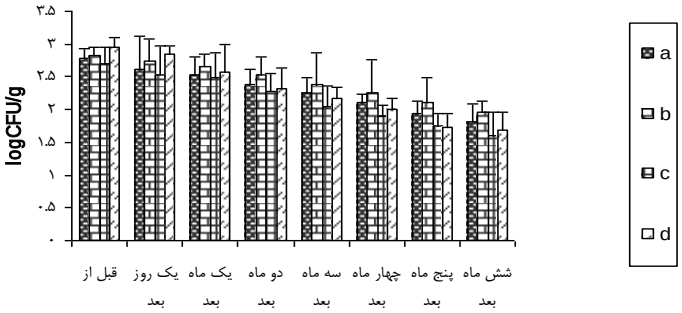
آلودگی به باکتری های: کلی فرم، اشریشیا و سودوموناس در نمونه ها طی مدت سردخانه گذاری مشاهده نشد. طی مدت زمان سردخانه گذاری اختلاف معنی دار آماری بین نمونه های شاهد و پوشش دار از فاز اول تا ششم مشاهده شد (P<۰/۰۵). طی مدت زمان ماندگاری سردخانه ای اختلاف معنی دار آماری بین نمونه های شاهد و پوشش دار از فاز اول تا ششم مشاهده شد (P<0.05). طی مدت زمان سردخانه گذاری در نمونه های پوشش دار تفاوت معنی دار مشاهده نشد (P>0.05). اما در نمونه های شاهد تفاوت معنی دار مشاهده شد (P<0.05). طی مدت زمان سردخانه گذاری در نمونه های پوشش دار تفاوت معنی دار مشاهده نشد (P>0.05). اما در نمونه های شاهد تفاوت معنی دار مشاهده شد (P<0.05). طی مدت زمان سردخانه گذاری در نمونه های پوشش دار تفاوت معنی دار مشاهده نشد (P>0.05). اما در نمونه های شاهد تفاوت معنی دار مشاهده شد (P<0.05). طی مدت زمان سردخانه گذاری در نمونه های پوشش دار تفاوت معنی دار مشاهده نشد (P>0.05). اما در نمونه های شاهد تفاوت معنی دار مشاهده شد (P<0.05).

از حیث شاخص حسی نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد از کیفیت بهتری برخوردار بودند. نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر تیمارهای پوشش دار و نمونه پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت از کیفیت بهتری برخوردار بودند (P<0.05).

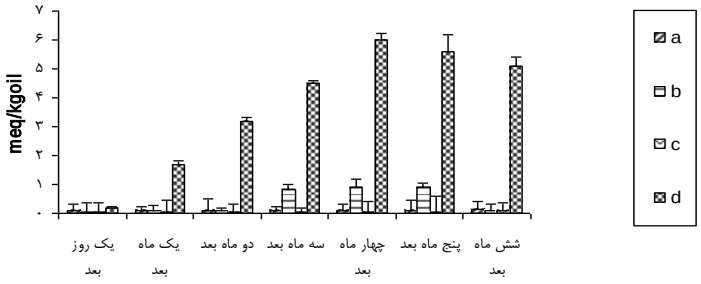
۴. بحث و نتیجه گیری

فاکتورهای میکروبی شامل شمارش کلی باکتری ها و باکتری استافیلوکوک در نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان صفر افزایش نشان دادند. اما از مقادیر این فاکتورها در نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت کاسته شد. شمارش کلی باکتری ها و باکتری استافیلوکوک در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد کاهش داشتند. نتایج به دست آمده از این آزمایشات با نتایج به دست آمده توسط Fujki (2009) مطابقت دارد.

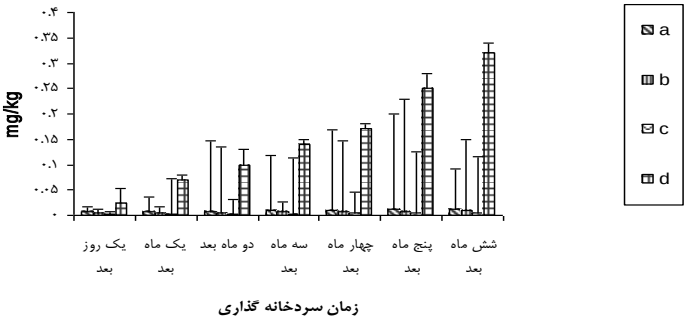
توانایی سدیم آلژینات در از بین بردن میکرواورگانیسم ها سبب کاهش در باکتری ها در نمونه های پوشش دار در قیاس با شاهد شد. دلیل این توانایی سدیم آلژینات در غذاهای تازه و منجمد شناسایی نشده است (Fujki *et al*, 2009). قبل از سردخانه گذاری خواص میکروب کشی سدیم آلژینات سبب کاهش در تعداد میکرواورگانیسم ها در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه های شاهد و تازه شده است. بعد از سردخانه گذاری تحت تاثیر توام سرما و سدیم آلژینات در نمونه های پوشش دار در قیاس با نمونه های شاهد کاهش بیشتری در شمارش کلی باکتری ها و باکتری استافیلوکوک مشاهده شد (حمزه و رضایی، ۱۳۸۹). مقدار رطوبت در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه ها و در نمونه های پوشش شده به مدت ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش شده به مدت ۴ ساعت کاهش نشان داد. این فاکتور در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد افزایش داشت. این محدوده رطوبت برای رشد باکتری های مورد بررسی مناسب می باشد. با توجه به این آزمایش نمونه های شاهد کیفیت خود را به مدت سه ماه حفظ کردند اما نمونه های پوشش دار تا پایان مدت زمان سردخانه ای از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Hiroshi (2001) مطابقت دارد.



شکل ۲. تغییرات باکتری استافیلوکوک نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان سردخانه گذاری به مدت شش ماه
a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد



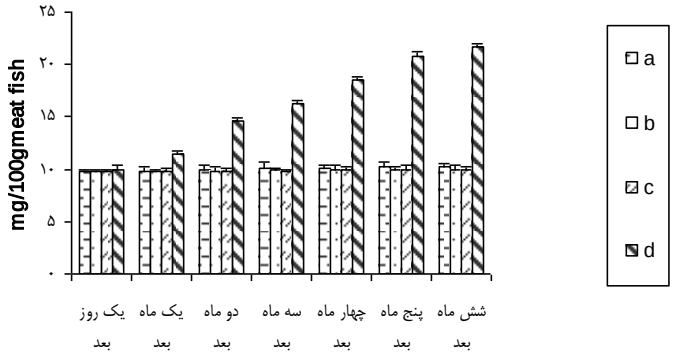
شکل۳. تغییرات پراکسید نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان سردخانه گذاری به مدت شش ماه
a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد



شکل۴. تغییرات تیوباربیتوریک اسید نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه
a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد

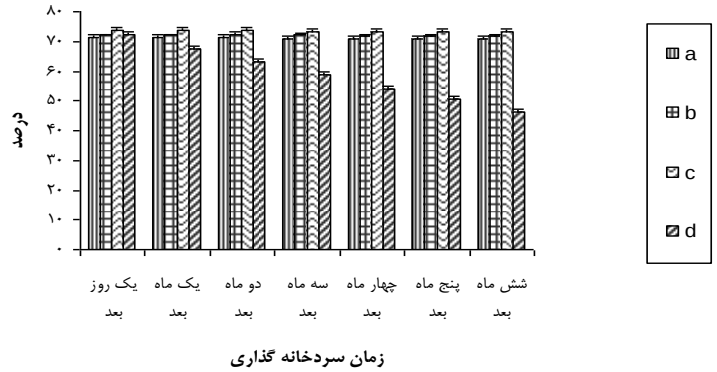
شکل۵. تغییرات اسید چرب آزاد نمونه های پوشش دار با شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه

a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد



شکل۶.. تغییرات TVN در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان سردخانه گذاری طی شش ماه

طی مدت زمان سردخانه گذاری در نمونه های پوشش دار تفاوت معنی دار مشاهده نشد ($P<0.05$). اما در نمونه های شاهد تفاوت معنی دار مشاهده شد ($P<0.05$).



شکل ۷. تغییرات رطوبت نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان سردخانه گذاری به مدت شش ماه

a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد

مقدار رطوبت در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه ها و در نمونه های پوشش شده به مدت ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش شده به مدت ۴ ساعت کاهش نشان داد. این فاکتور در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد افزایش داشت. این محدوده رطوبت برای رشد باکتری های مورد بررسی مناسب می باشد. با توجه به این آزمایش نمونه های شاهد کیفیت خود را به مدت سه ماه حفظ کردند اما نمونه های پوشش دار تا پایان مدت زمان سردخانه ای از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Hiroshi(2001) مطابقت دارد.

تشکیل ژل بوسیله سدیم آلژینات در جلوگیری از کاهش رطوبت در نمونه های پوشش دار موثر است. علاوه بر این chelate کردن یون های کلسیم و کاهش اتصالات پیوند های موجود در پروتئین بوسیله ایجاد یک پل یونی کلسیم سبب افزایش قدرت نگهداری آب تک لایه و چند لایه در شبکه میوفیبریل شده، از دهیدراتاسیون بافت تحت تاثیر دناتوراسیون میوفیبریل جلوگیری کرده و سبب حفظ رطوبت و جلوگیری از سفتی بافت در نمونه های پوشش دار می شود (Krochta *et al* ,1996). این حالت می تواند به دلیل تشکیل کریستال های یخ نیز در فرآورده بروز نماید. تشکیل یخ سبب خروج رطوبت منجمد از ماده غذایی می گردد. جریان هوای سردخانه، نیز می تواند خروج رطوبت را تشدید کند. این حالت می تواند تخریب پروتئین ها و اکسیداسیون چربی ها را تسریع کرده و سبب کاهش کیفیت بافت و تغییر رنگ در فرآورده گردد (جانستون و نیکلسون، ۱۳۸۴).

TVN در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه های پوشش دارافزایش و در نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت نیز افزایش نشان داد. این فاکتور در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهدکاهش داشت. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Manish(2006) مطابقت دارد.

کاهش TVN با افزایش مدت زمان پوشش دادن نمونه ها از صفر به ۲ و ۴ ساعت تحت تاثیر افزایش حفظ رطوبت در نمونه ها و جلوگیری از تاثیر آن بر تشکیل اسیدهای چرب آزاد و دناتوره شدن پروتئین می باشد (Manish, 2004; Coles *et al.*, 2003). با توجه به این که باکتری های مورد بررسی دارای فعالیت پروتئولیتیک نیستند نوسانات TVN در این نمونه ها صرفاً تحت تاثیر نوسانات رطوبت می باشد.

مقدار pH در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه ها و در نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت افزایش نشان داد. این فاکتور در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهدکاهش داشت. این محدوده pH برای رشد باکتری های مورد بررسی مناسب می باشد. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسطDeis (2006) مطابقت دارد.

در نمونه شاهد علاوه بر تولید بازهای فرار و TVN با گذشت زمان محصولات اولیه اکسیداسیون چربی مانند هیدروپراکسیدها تجزیه شده و ترکیباتی مثل آلدئیدها و غیره تولید می گردند. این ترکیبات دارای خواص بازی بوده و سبب افزایش pH فرآورده می گردند، اما در نمونه های پوشش دار به دلیل حفظ رطوبت، جلوگیری از افزایش TVN و اکسیداسیون چربی ها تغییرات pH در طی زمان معنی دار نبود (Aubourg, 1995 ;1995 Hamilton,).

مقدار اسیدهای چرب در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهدکاهش داشت. مقدار این

اسیدها در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر تیمارها افزایش و در نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت کاهش نشان داده است. در نمونه های شاهد غلظت این اسیدها از ماه اول تا ماه پنجم افزایش داشته است. اما غلظت این اسیدها در مراحل آخر تقریباً ثابت مانده است. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Aubourg(1995) مطابقت دارد.

در نمونه شاهد افزایش در مقدار اسیدهای چرب را می توان تحت تاثیر کاهش آب بافت، نفوذ نور، تماس اکسیژن با بافت ماهی و اکسیداسیون دانست. غلظت تقریباً ثابت این اسیدها در مراحل آخر نگهداری احتمالاً به دلیل کاهش مواد اولیه و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد بوده است. اما در نمونه های پوشش دار لایه ای از فیلم روی ماهی قرار گرفته و از این واکنش ها جلوگیری می کند (Sanker and Raghunath, 1995).

در تحقیق حاضر مقادیر پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه ها و در نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت افزایش نشان داد. این فاکتور در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد کاهش داشت. مقدار پراکسید در نمونه های شاهد از ماه اول تا چهارم افزایش داشته و سپس کاهش نشان داده است. اما مقدار تیوباربیتوریک اسید در ماهی کیلکای شاهد تا پایان مدت زمان نگهداری در سردخانه روند صعودی را به نمایش گذاشت. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Trout (2009) مطابقت دارد. به دلیل این که انجماد سبب بر هم زدن بافت در ماهی گردیده و به علت کاهش رطوبت در زمان سردخانه گذاری که باعث افت وزنی می گردد نفوذ اکسیژن به داخل بافت ماهی افزایش یافته و در نتیجه سبب اکسید شدن چربی های غیر اشباع و افزایش پراکسید می گردد. علاوه بر این، تحت تاثیرافزایش اکسیداسیون چربی ها در فعالیت آبی پائین تحت تاثیر رادیکال های آزاد، آنزیم لیپاز باکتری استافیلوکوک و باکتری های مرده و تجزیه شده و تشکیل اسیدهای چرب آزاد می باشد. ولی با گذشت زمان پراکسید شروع به تجزیه شدن می نماید که منجر به تولید آلدئید و ستن، افزایش تیوباربیتوریک اسید و کاهش پراکسید می گردد (Ben and Desousa, 1995). اما در نمونه های پوشش دار به دلیل پوشش قرار گرفته روی ماهی و تاثیر این پوشش روی حفظ رطوبت، جلوگیری از اکسیداسیون و کاهش رشد میکرواورگانیسم ها از افزایش مقادیر تیوباربیتوریک اسید و پراکسید جلوگیری می شود(Fujki *et al*., 2009).

فاکتور های شیمیایی شامل رطوبت، اسید چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، پراکسید، pH و TVN در نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان های ۲ و ۴ ساعت و در نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت افزایش داشت. کاهش این فاکتورها به دلیل افزایش توانایی حفظ رطوبت متناسب با افزاش زمان ماندگاری در محلول فیلم خوراکی در نمونه ها و جلوگیری از پیشرفت واکنش های بعدی آن مانند افزایش اسید چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، پراکسید، pH وTVN است.

نمونه های پوشش دار از بافت نرم و لطیف تری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. نمونه های پوشش دار زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه ها و نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت از کیفیت بهتری برخوردار بودند

تحت تاثیر واکنش زنجیر های جانبی آلژینات با آب این مولکول به شکل یک لایه چسبناک روی فرآورده قرار می گیرد که موجب جلوگیری از اتلاف رطوبت و تشکیل کریستال های یخ در فرآورده هنگام انجماد شده و در نهایت سبب بهبود کیفیت بافت می گرددد (Marsh and Bugusu, 2007). با افزایش زمان ماندگاری نمونه ها در محلول فیلم خوراکی به دلیل تاثیر سدیم آلژینات روی رشد میکرواورگانیسم ها، تجزیه گلوکز بافت توسط میکرواورگانیسم ها و کاهش گلوکز بافت از کیفیت بافت ماهی کاسته شده و نمونه های زمان تولید در مقایسه با سایر نمونه ها از بافت بهتری برخوردار بودند(Crapo *et al*., 1999). نمونه های پوشش داراز طعم و مزه بهتری در مقایسه با شاهد برخوردار بودند. نمونه های پوشش دار زمان صفر، در مقایسه با سایر نمونه های پوشش دار و نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت از کیفیت بهتری برخوردار بودند. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Rockwer (2006) و Ahmed (2006) مطابقت دارد.

جلوگیری از دناتوراسیون میوفیبریل بوسیله این فیلم همچنین در جلوگیری از تند شدن طعم در ماهی منجمد پوشش دار موثر است. افزایش کیفیت بافت نیز سبب بهبود طعم و مزه نمونه های آزمایشی می شود (Rokwer et al., 2006; Bigelow and Lee, 2007). علاوه بر این بر اساس تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین جدا شدن کلسیم از فسفات در ماهی منجمد پوشش دار نیز در جلوگیری از کاهش طعم در این نمونه ها موثر است. اما با افزایش زمان ماندگاری نمونه ها در محلول فیلم خوراکی به دلیل تاثیر سدیم آلژینات روی رشد میکرواورگانیسم ها، تجزیه گلوکز بافت توسط میکرواورگانیسم ها و کاهش گلوکز بافت از طعم ماهی کاسته شده و نمونه های زمان صفر در مقایسه با سایر نمونه ها از طعم بهتری برخوردار بودند (Trout *et al*., 2009).

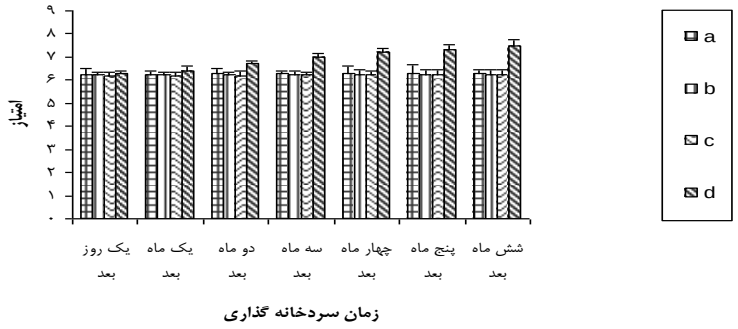
نمونه های پوشش دار از رنگ شفاف تری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. کیفیت رنگ در نمونه های پوشش دار در زمان های ۲ و ۴ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان تولید از کیفیت بهتری برخوردار بودکه با نتایج به دست آمده توسط Ben (1999) مطابقت دارد.

در فاکتور بو بین نمونه های پوشش دار با نمونه شاهد تفاوت معنی داری وجود داشت. اما بین نمونه های پوشش دار تفاوت معنی دار آماری وجود نداشت. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Silva (1993) مطابقت دارد. به دلیل کاهش رطوبت و افزایش اکسیداسیون، نمونه های شاهد از بوی تندتری در مقایسه با نمونه های پوشش دار برخوردار بودند(Hamilton, 1995).

با توجه به نتایج آزمایشات شیمیایی و وجود تفاوت معنی دار در شاخص پذیرش کلی بین نمونه های پوشش دار و نمونه شاهد می توان نتیجه گرفت که نمونه های پوشش دار تا پایان مدت زمان ماندگاری در سردخانه از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند، اما نمونه های شاهد بعد از سه ماه بر اساس آنالیز حسی و کاهش رطوبت کیفیت خود را از دست داده بودند. با توجه به تاثیر سدیم آلژینات روی حفظ کیفیت شیمیایی، باکتریایی و حسی در زمان های: صفر، ۲ و ۴ ساعت در زمان سردخانه گذاری و نقش زمان در عمل آوری و بر اساس افزایش کیفیت حسی با کاهش زمان پوشش دادن، نمونه های پوشش دار زمان تولید در مقایسه با سایر نمونه های پوشش دار و نمونه های پوشش دار زمان ۲ ساعت در مقایسه با نمونه های پوشش دار زمان ۴ ساعت ارجحیت دارند.

جدول ۲. نتایج و مقایسه شاخص های حسی نمونه های بوشش دار، شاهد و ماهی کیلکای تازه طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه

تیمار ویژگی ها	رنگ	بو	بافت	طعم	پذیرش کلی
نمونه پوشش دار زمان صفر	۴۰	۶۵	۳۷	۴۲	۳۳
نمونه پوشش دار در زمان ۲ ساعت	۶۰	۶۸	۶۳	۶۴	۶۸
نمونه پوشش دار در زمان ۴ ساعت	۹۰	۶۱	۸۳	۸۷	۸۸
نمونه پوشش دار زمان صفر–نمونه شاهد	۷۰> ۶/۱۹	۴۱ > ۶/۱۹	۸۰ > ۶/۱۹	۶۵ > ۱۹/۶	۷۹ > ۶/۱۹
نمونه پوشش دار زمان ۲ ساعت–شاهد	۳۰> ۶/۱۹	۳۸ > ۶/۱۹	۵۴> ۶/۱۹	۴۳ > ۶/۱۹	۴۴ > ۶/۱۹
نمونه پوشش دار در زمان ۴ ساعت-شاهد	۲۰> ۶/۱۹	۴۵ > ۶/۱۹	۳۴ > ۶/۱۹	۲۰ > ۶/۱۹	۲۴ > ۶/۱۹
نمونه پوشش دار در زمان ۴ ساعت-نمونه پوشش دار در زمان ۲ ساعت	۳۰> ۶/۱۹	۷< ۱۹/۶	۲۰ > ۶/۱۹	۲۳ > ۶/۱۹	۲۰ > ۶/۱۹
نمونه پوشش دار در زمان صفر-نمونه پوشش دار در زمان ۲ ساعت	۲۰> ۶/۱۹	۳ < ۶/۱۹	۲۶ > ۶/۱۹	۲۲ > ۶/۱۹	۳۵ > ۶/۱۹
نمونه شاهد (منجمد)	۱۱۰	۱۰۶	۱۱۷	۱۰۷	۱۱۲



شکل ۸. تغییرات pH نمونه های پوشش دار با شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه طی شش ماه

a: نمونه های پوشش شده زمان صفر ، b : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۲ ساعت، c : نمونه های پوشش شده به مدت زمان ۴ ساعت، d : نمونه های شاهد

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳.، ۱۳۸۳. نمونه برداری و روش های آزمون روغن ها و چربی ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۳۵ صفحه.

استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، ۱۳۸۶. گوشت و فرآورده های آن–اندازه گیری pH. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۷ صفحه.

استاندارد شماره ۵۶۲۳ دی ماه ۱۳۸۰. ماهی تازه، ویژگی ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۶ صفحه.

استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵.، ۱۳۸۰. ماهی کیلکا پاک شده بصورت منجمد – ویژگی ها و روش های آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۸ صفحه.

استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴.، ۱۳۸۳. روغن ها و چربی های گیاهی – اندازه گیری عدد

تیوباربیتوریک اسید به روش مستقیم. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۳۵ صفحه.

جانستون وی. ای.، نیکلسون اف. جی. ۱۳۸۴. انجماد و نگهداری محصولات شیلاتی در سردخانه ها.، ترجمه: ترانه سادات ج.، چاپ اول انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. ۵۶-۷۵.

حمزه ع.، رضائی م.، ۱۳۸۹. استفاده از پوشش زیستی سدیم آلژینات غنی شده با اسانس آویشن برای نگهداری فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان در دمای سرد.، نخستین همایش ملی فرآوری و بهداشت فرآورده های شیلاتی، ص ۵.

دفتر برنامه و بودجه.، سالنامه آماری شیلات ایران.۱۳۸۶. شیلات ایران.، صفحات ۲۳-۲۴.

سیف زاده م.، ۱۳۸۸. بررسی امکان استفاده از فیلم های خوراکی برای پوشش کردن کیلکای سر زده شکم خالی. ، موسسه تحقیقات شیات ایران.، ص ۱۳۲.

معینی س.، ثابتیان م.، خالقی گرجی گ.، فرهنگی م.، ۱۳۸۸. رابطه بین تغییرات شیمیایی ماهی کیلکا با افت وزنی در طول مدت نگهداری در سردخانه ۱۸-درجه سانتی گراد. مجله علمی پژوهشی شیلات ایران ۱۸: ۱۲۹ – ۱۳۹.

یاسمی م. ۱۳۸۶. ماهی شناسی با تاکید بر ماهیان آب های ایران. چاپ اول انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، ص۱۳۸.

Ahmed, E. M., Cornell, J. A., Tomaszewwwski F. B., Deng J. C. 2006. Effects of salt, Tripolyphosphate and sodium alginate bon the texture and flavor of fish patties prepared from minced Sheepshead. J of Food Sci.48: 1078-1080.

Andrews, W, H., Hammack, T, S. 2003. Food sampling and preparation of sample homogenatwe 8th *Edition*, FDA p. 10.

Aubourg, S. P., Manisilla, M. R., Sotelo, C. G. 1995. Differential lipid damage in various muscle zones of frozen hake lebensm unters forsch. Chem and Mater Sci J. 208: 189-193.

Ben, B., Desousa, J. 1999. Chemical changes and vissual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. J. Food Sci. 64: 20 – 24.

Bennett, R. W., Lancette, B. 2001. *Staphylococcus aureus* 8th ed. FDA. p25.

Bigelow, W., Lee, C. M. 2007. Evaluation of Various Infused Cryoprotective Ingredients for Their Freeze–Thaw Stabilizing and Texture Improving Properties in Frozen Red Hake Muscle. J. Food Sci. 72: 56-64.

Coles, R., McDowell, D., Kirwan, B. 2005. Food packaging technology. J. Sci. Food Agr. 85 : 241-254.

Crapo, C., Himelboom, B., Pfutzenreuter, R., Lee, C. 1999. Texture modification processes for Giant Grenadier fiilets. J of Aqua Food Prod Tech. 8: 27-40.

Feng, P., Weagant, S, D., Grant, M, A. 2002. Enumeration of *Escheria coli* and the *Coliform* bacteria 8th ed; FDA. p. 30.

Fujki, K., Matsuyama, H., Yano, T. 2009. Protective effect of sodium alginate against bacterial infection in common Carp, Cyprinus carpio L. J of Fish Dis. 17: 349-355.

Hamilton, R. J., 1995. Fish Oil: Technology, Nutrition and Marketing first edition. Sharnbrook pub.p. 375.

Hasegawa, H., 1987. Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products 2nd edition; Southeast Asian Fisheries Development Center. 130-180.

Hiroshi, M., Yukinori, N. 2001. Effect of sodium alginate on change in the state of water and protein denaturation accompanied with dehydration of fish myofibrils. Nihon suisan gakk. 67: 274-279.

ISO85-87., 1988. Sensory analysis – methodology first edition. ISO. p. 9.

Krochta, J. M., German, J.B., McCarthy, M. J., 1996. Edible films for preventing loss of quality in frozen fish, California sea grant. Biennial Report of Completed Progects1992-1994. 73-78.

Manish, K., Sharma, B. D., Sharma, R. B., 2004. Effect of carrageenan and sodium alginate on processing and sensory quality of low fat ground pork patties. IND J of Anim Res.38: 25-45.

Marsh, K., Bugusu, B., 2007. Food packaging roles materials and environmental issues. J Food Pack. 72: 39-56.

Rokwer, R. K., Deng, J. C., Otwell, W. S. 2006. Cornell J. A., Effect of soy flour, soy protein concentrate and sodium alginate on thr texture attributes of minced fish patties. J of Food Sci. 48: 1048-1052.

Sanker T., Raghunath M. R. 1995. Effect of pre- freezing iced storage on the lipid of *Ariomma indica* during frozen storage. Fish Tech. 32: 88-92.

Silva, J., Ammerman, G. R., 1993. composition, lipid change and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. J Appl Aqua. 2: 39 – 49.

Trout, G. R., Chen, C. M., Dale, S., 2009. Effect of calsium carbonate and sodium alginate on the textural characteristics, color and color stability of restructured pork chops. J of Food Sci. 55: 38-42.

Zeng, Q., Qingling, Xu . 1997. Study on preservation techniques of fish, Scallop of edible coating. J. Dalian Fish. 12: 37- 42.