بررسي برخي خصوصيات كيفي چربي كيلكاي آنچوي *(Clupeonella engrauliformis)* در زمان نگهداري به حالت انجماد

مسعود رضايي[1]، محمدعلي سحري*[2]، سهراب معيني[3]، محمد صفري[4]، محمود رضاييان[5]، فرحناز غفاري[6]

۱- دانش آموخته دكتري دانشگاه تربيت مدرس- دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي نور، مازندران، ايران
۲- دانشيار دانشگاه تربيت مدرس- دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي،نور، مازندران، ايران
۳- دانشيار دانشگاه تهران ، دانشكده كشاورزي ، كرج، تهران، ايران
٤- استاديار دانشگاه تهران ، مجتمع آموزش عالي ابوريحان، پاكدشت، ايران
٥- كارشناس ارشد اداره كل آزمايشگاه هاي غذا و داروكشور، تهران، ايران
٦- كارشناس ارشد اداره كل آزمايشگاه هاي غذا و داروكشور، تهران، ايران

چكيده

ماهی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*)، پس از انجماد در دمای ۱۸- و۳۰°- نگهداری شد. برخی خصوصیات کیفی چربی نمونه ها در فواصل زمانی صفر ، ۲ ، ٤ ، ٦ و ۸ ماه با اندازه‌گیری رطوبت(M)، چربی کل (TL)، مقدار پراکسید (PV)، مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA) و مقدار اسیدهای چرب آزاد (FFA) تعیین گردید. براساس نتایج در نمونه‌های نگهداری شده در هر دو دما، مقادیر (PV) و (FFA) افزایش معناداری با زمان نگهداری و مقادیرTL کاهش معناداری ($P \leq ۰/۰۵$) با زمان نگهداری نشان می دهند. همچنین نتایج آزمونهای آماری، حاکی از کیفیت برتر چربی ماهیان کیلکای آنچوی در دمای ۳۰°C- نسبت به دمای ۱۸°C- بود.

کلید واژگان : کیلکای آنچوی ، نگهداری در انجماد ، خصوصیات کیفی، چربی

۱- مقدمه

کیلکای آنچـــوی ۹۱٪ ترکیب گـونه‌ای ماهی کیلکای دریـای مـازنـدران را رقـم می زنـد[۱]. مصارف عمده این ماهی در تولید پودر ماهی، در صنایع غذایی و صنایع دام و طیور می‌باشد. به دلیل فراوانی صید، قیمت مناسب و ارزش غذایی بالا، تلاشهای زیادی درخصوص استفاده بیشتر از این فراورده در مصارف انسانی معطوف گردیده است، اما کیفیت نامناسب و پایین برخی از این فراورده‌ها از جمله محصولات کنسروی، سبب کاهش تقاضای مصرف شده است . از آنجا که کیفیت پایین محصولات با کیفیت مواد خام ارتباط نزدیکی دارد [۲]، مطالعات پایه‌ای در خصوص جلوگیری از فساد و حفظ ارزشهای غذایی ماهی کیلکا بویژه از نظر ترکیبات ازته غیر پروتئینی [۳] و ترکیبات ارزشمند چربی صورت پذیرفته است. براساس نتایج تحقیقات مذکور، استفاده از مخازن آب خنک شده دریا[1] کیفیت مناسبتری از مواد خام اولیه در مقایسه با سایر روشهای حمل به همراه داشت. مطالعات مربوط به روشهای مختلف نگهداری فـراورده‌های دریایی نیز حاکی از فروش بسیاری از فراورده‌های دریایی به شکل منجمد در

1. Chilled sea water = CSW

Archive of SID
www.SID.ir

بسیاری از کشورهاست، به عبارت دیگر انجماد یکی از روشهای مهم در نگهداری ماهیها و محصولات دریایی می‌باشد[٤].

انجماد ماهی، پتانسیل کاربـردی آن را برای تولید محصولاتی با ارزش افزوده نظیر کیک ماهی، کتلت ماهی، فیش فینگر، فیش بال و غیره افزایش می دهد؛ اگرچه این محصولات می‌تواند قابلیت فروش خوبی در بازارهای داخلی و خارجی داشته باشند. اما مسأله مهم و غیر قابل اغماض در این شیوه، وجود واکنشهای اکسیداسیون و هیدرولیز چربی ماهیان به هنگام انجماد است. این امر باعث بروز تغییرات ناخواسته‌ای در زمان نگهداری و در نتیجه کاهش عمر محصول می شود[٥].

هدف از این تحقیق، تعیین برخی خصوصیات چربی کیلکای آنچوی به عنوان مهمترین جنبه کیفیت غذاهای دریایی[٦] و ارزیابی تغییرات آن در طول انجماد در دو دمای ١٨- و٣٠°C- بود.

٢- مواد و روش کار

ماهي : ماهی کیلکا در فواصل حدود ١١km اسکله صیادی بابلسر از بنادر دریای مازندران و به وسیله صید شبانه یک شناور صیادی در مهرماه ١٣٨٠ تهیه گردید. نمونه‌ها به وسیله مخزن آب سرد شدهٔ دریا (CSW) به کارخانه فراوری کیان خزر حمل و بسته بندی شد. مرحله انجماد ماهیها در تونل انجماد از نوع تماسی با جریان هوای سرد و برودت ٣٥°C- به مدت ٤ ساعت انجام پذیرفت. تعدادی از بسته های ماهی برای آنالیز شیمیایی بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد و بسته‌های دیگر نیز به طور تصـادفی در سردخانه های ١٨- و٣٠°C- توزیع گردید. نمونه‌ها در فواصل مختلف زمانی از سردخانه خارج و به منظور مقایسه کیفیت مورد آزمایش قرار گرفت.

٢-١- آزمایشهاي شیمیایي

آزمایشهای شیمیایی در اداره کل آزمایشگاههای غذا وداروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شد. مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک[1] تهیه گردید.

٢-١-١- رطوبت

مقادیر رطوبت از اختلاف وزن گوشت چرخ شده و همگن ماهی قبل و بعد از٤ ساعت نگهداری در دمای ١٠٥°C مشخص شد [٧].

٢-١-٢- چربي کل (TL)

چربی کل به روش بلای و دایر[2](١٩٥٩) استخراج و مقادیر آن محاسبه گردید[٨].

٢-١-٣- اسیدهاي چرب آزاد (FFA) و پراکسید (PV)

مقادیراین عوامل با استفاده از روش اگان[3] و همکاران [٩] تعیین گردید.

٢-١-٤-اندیس تیوباربیتوریك اسید(TBA)

مقدار TBA با روش رنگ سنجی [١٠،٩] تعیین و اندازه‌گیری شد.

٢-٢- روش آماري

داده‌ها بر اساس برنامه آماری MSTATC مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه مقادیر صفات در دو دمای ١٨- و ٣٠°C- در زمانهای مختلف اندازه‌گیری، از آزمون T- test استفاده شد. روش تجزیه واریانس یک طرفه به منظور تعیین وجود اختلاف معنادار بین مقادیر حاصل از هر صفت در زمانهای مختلف صفر، ٢ ، ٤ ، ٦ و ٨ ماه به کار رفت. برای تعیین دقیق وجود یا عدم وجود اختلاف معنادار بین میانگین

1. Merck
2. Bligh & Dyer, 1959
3. Egan

Archive of SID
www.SID.ir

صفات در زمانهای متفاوت اندازه گیری از روش LSD در سطح ۵٪ استفاده شد. همبستگی دوگانه متغیرهای مختلف و سطح معناداری آنها نیز با استفاده از نرم افزارMSTATC صورت پذیرفت و جدول همبستگی دوگانه تنظیم شد.

۳- نتایج

۳-۱- رطوبت و چربي كل

دامنهٔ تغییرات رطوبت در دو دمای نگهداری، پایین و کمتر از ۱٪ بود. هر چند مقادیر این تغییرات در دمای ۱۸°C- کمی بیشتر از ۳۰°C- بود، اما میانگین رطوبت نمونه در دو دما به استثنای ماههای ۲ و ٤ نگهداری، تفاوت معناداری را در زمانهای نگهداری یکسان از خود بروز ندادند؛ بویژه آنکه در ماههای آخر نگهداری، هیچ گونه تفاوت معناداری که منتج از اثر دما در مقادیر آب نمونه ها باشد، مشاهده نشد (جدول۱).

مقایسه میانگین چربی کل نمونه ها نیز در دماهای متفاوت و زمانهای یکسان نگهداری بجز برای ماههای ٤ و ٦ تفاوت معناداری را نشان نداد. اما آثار معناداری از زمان نگهداری در سطح ۰/۰۵ در میزان رطوبت و چربی کل در تمام نمونه ها در هر دما مشاهده گردید (جدول ۱، ۲، ۳).

جدول۱ مقایسه شاخصهای فساد چربی ماهی کیلکای آنچوی در دماها ی ۳۰°C- و ۱۸°C-

شاخص	اندازه گيري بعد از ۲ ماه			اندازه گيري بعد از ٤ ماه			اندازه گيري بعد از ٦ ماه			اندازه گيري بعد از ۸ ماه		
	دردماي -۳۰ Ċ	دردماي -۱۸ Ċ	prob	دردماي -۳۰ Ċ	دردماي -۱۸ Ċ	prob	دردماي -۳۰ Ċ	دردماي -۱۸ Ċ	prob	دردماي -۳۰ Ċ	دردماي -۱۸ Ċ	prob
M	۷۷/٦٦۳	۷۷/۷۲۷	۰/۰۳٦۹	۷۷/۵۰۳	۷۸/۱۷۷	۰/۰۰۱۱	۷٦/۹۹۰	۷۷/۲۴۷	۰/۱٤۳۸	۷۷/۳۸۳	۷۷/۶۶۳	۰/۳۵۷۸
TL	۳/۵۵۰	۳/٦۸۰	۰/۰۵٤٦	۳/۷۳۰	۳/۳۱۳	۰/۰٤۳۸	۳/۲۲۳	۲/۹۵۳	۰/۰۰۷۲	۳/۱۷۷	۳/۰۸۰	۰/۱٦٦٦
PV	۲/۱٦۷	٦/٦۷۷	۰/۰۰۱۷	۱۱/۰۳۳	۱۹/۳۱۰	۰/۰۰۰۲	۲۱/۵٦۰	۳۸/۰۵۷	۰/۰۰۰۱	۲۰/۱۳۰	۱۸/۷۲۰	۰/۳۳۸٦
FFA	٦/۳۱۰	۸/٤۲۳	۰/۰۲٦۲	۵/۸۵۷	۱۲/۳٦۰	۰/۰۰۰۱	۷/۸۷۰	۱۱/۳۷۳	۰/۰۰۲٦	۹/۰۱۷	۱۱/۲۷۳	۰/۰۰۱۸
TBA	۰/۰٦۸۳	۰/۰۹٤۳	۰/۰۰۳۰	۰/۱۳۸	۰/۱۵۵۷	۰/۰۱۰۵	۰/۱۸۸۰	۰/۲۹۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۱۹۱۰	۰/۱۱۱۰	۰/۰۰۰۰

مقادیر Prob کمتر از ۰/۰۵ نمایانگر وجود اختلاف معنادار بین دماهای Ċ ۳۰- و Ċ۱۸- است .

M: رطوبت (درصد)

TL : چربی کل (درصد)

PV : پراکسید (میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی)

FFA : اسید چرب آزاد (درصد اسید اولئیک)

TBA : تیو باربیتوریک اسید (میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت)

جدول ۲ مقادیر آماره‌های مختلف مربوط به جدول تجزیه واریانس در دمای ۱۸°C-

شاخص[۲]	میانگین مربعات	مقدار F[۱]	ضریب تغییرات به درصد
M	۰/۳۳۲	۳۱/۷۹۰	۰/۱۳۰
TL	۰/۸۸۲	۱٤۱/٤۰۰	۲/۲۸۰
PV	٦۱۲/۸۲٦	۷۰۲/۲۷۰	۵/۵۸۰
FFA	۷۲/۷۵۳	۱۳٤/٦۸۰	۸/۳۹۰
TBA	۰/۰۱۸	۵٤٤/۰۱۰	۳/۷۰۰

* برای کلیه صفات ، اختلاف معنادار در سطح ۵٪ وجود دارد .

** اختصارات : M درصد رطوبت ، TL درصد چربی کل ، PV مقدار پراکسید بر اساس میلی اکی والان اکسیژن در کیلو گرم چربی.

FFA درصد اسید اولئیک ، TBA تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳ مقادیر آماره های مختلف مربوط به جدول تجزیه واریانس در دمای ۳۰°C-

شاخص**	میانگین مربعات	مقدار*F	ضریب تغییرات به درصد
M	۰/۲۱٤	٤۰/۰۲۹	۰/۰۹۰
TL	۰/٦۲۳	۸۱/۸۲۰	۲/٤۳۰
PV	۲۸۱/۰۹	۳۵۰/٤۰۰	۸/۰۳۰
FFA	۳۳/٤۵	۲٦٦/۳۵۰	٦/۰۳۰
TBA	۰/۰۰۸	۳٦٦/۰۳۰	۳/۱۵۰

* برای کلیه صفات ، اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ وجود دارد .

** اختصارات : M درصد رطوبت ، TL درصد چربی کل ، PV مقدار پراکسید بر اساس میلی اکی والان اکسیژن در کیلو گرم چربی .

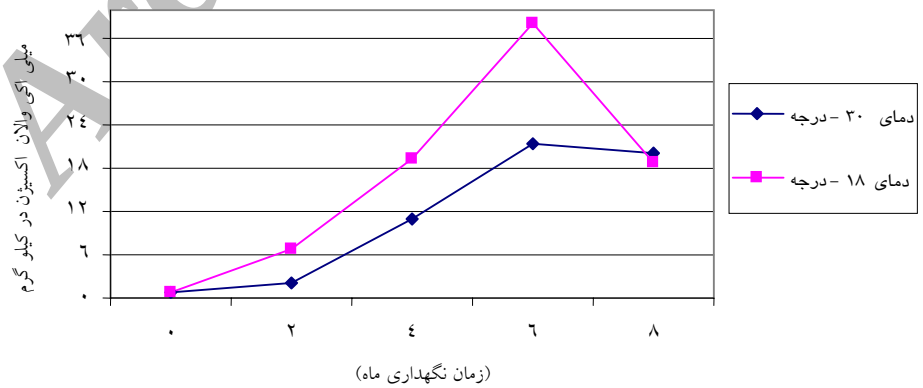
FFA درصد اسید اولئیک ، TBA تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت ،

۳-۲- اکسیداسیون چربی

فساد اکسیداسیونی ماهیان کیلکای آنچوی در دماهای ۱۸- و ۳۰°C- با اندازه‌گیری مقادیر پراکسید PV و TBA مشخص شد. نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۳۰°C-، میزان اکسیداسیون کندتری را بویژه در مراحل اولیه نگهداری نشان داد.

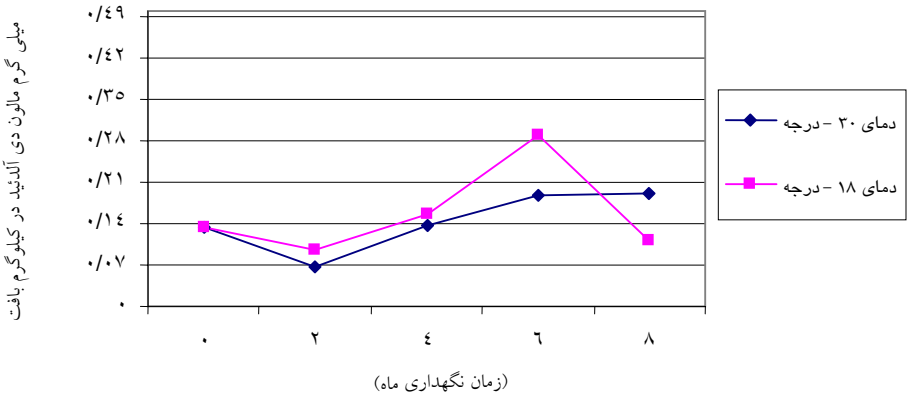
نگهداری ماهی کیلکای منجمد آنچوی سبب افزایش مقادیر پر اکسید در دو دما شد؛ در این رابطه بالاترین مقدار پر اکسید در ماه ششم نگهداری مشاهده گردید اما پس از آن مقدار پر اکسید کاهش یافت (شکل ۱).

بالاترین مقدار TBA در دمای ۱۸°C- در ماه ششم نگهداری و برای دمای ۳۰°C- در ماه هشتم نگهداری به دست آمد (شکل ۲). اگر چه در دمای ۱۸°C- تفاوت معناداری در دو مرحله آخر اندازه گیری مشهود است، اما این تفاوت در ۳۰°C- معنادار نبود (جداول٤ و ۵). همبستگی دو شاخص PV و TBA به عنوان محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون چربی در هر دو دمای نگهداری بالا و معنادار بود (جداول ٦ و ۷).



شکل ۱ تغییرات میانگین درصد پراکسید ماهی کیلکای آنچوی در زمان ها و دماهای مختلف نگهداری

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲ تغییرات میانگین مقدار اسیدتیو باربیتوریک ماهی کیلکای آنچوی در زمان ها و دماهای مختلف نگهداری

جدول ٤ مقایسه میانگین شاخصهای فساد چربی به روش LSD در سطح ۵٪ در دمای ۱۸°C -

شاخص / زمان (ST)	M	TL	PV	FFA	TBA
زمان صفر	۷۷/۶۰۳a	٤/۳۰۰a	۰/۹۰۰c	۰/۳٤۷d	۰/۱۳٤b
۲ ماه	۷۷/٦٦۳a	۳/۵۵۰b	۲/۱٦۷c	٦/۳۱۰c	۰/۰٦۸c
٤ ماه	۷۷/۵۰۳ab	۳/۷۳۰b	۱۱/۰۳۳b	۵/۸۵۷c	۰/۱۳۸b
٦ ماه	۷٦/۹۹۰c	۳/۲۲۳c	۲۱/۵٦۰a	۷/۸۷۰b	۰/۱۸۸a
۸ ماه	۷۷/۳۸۳b	۳/۱۷۷c	۲۰/۱۳۰a	۹/۰۱۷a	۰/۱۹۱a

ST زمان نگهداری (ماه)؛ M درصد رطوبت؛ TL درصد چربی کل؛ PV مقدار پراکسید براساس میلی اکی والان اکسیژن در کیلو گرم چربی؛ FFA درصد اسید اولئیک؛ TBA تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت.

جدول ۵ مقایسه میانگین شاخصهای فساد چربی به روش LSD در سطح ۵٪ در دمای ۳۰°C -

شاخص / زمان (ST)	M	TL	PV	FFA	TBA
زمان صفر	۷/٦۰۳b	٤/۳۰۰a	۰/۹۰۰d	۰/۳٤۷c	۰/۱۳٤b
۲ ماه	۷۷/۷۲۷b	b۳/٦۸۰	٦/٦۷۷c	۸/٤۲۳b	۰/۰۹٤c
٤ ماه	۷۸/۱۷۷a	c۳/۳۱۳	۱۹/۳۱b	۱۲/۳٦۰a	۰/۱۵٦b
٦ ماه	۷۷/۲٤۷c	d۲/۹۵۳	۳۸/۰۵۷a	۱۱/۳۷۳a	۰/۲۹۱a
۸ ماه	۷۷/٦٦۳b	۳/۰۸d	۱۸/۷۲۰b	۱۱/۲۷۳a	۰/۱۱۱c

ST زمان نگهداری (ماه)؛ M د رصد رطوبت؛ TL درصد چربی کل؛ PV مقدار پراکسید براساس میلی اکی والان اکسیژن در کیلو گرم چربی؛ FFA درصد اسید اولئیک؛ TBA تیوباربیتوریک اسید برحسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦ ضرایب همبستگی بین متغییرها و سطح معنادار آنها در دمای ۱۸°C −

شاخصها	ST	M	TL	PV	FFA	TBA
ST	۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	−۰/۱۶۵ ۰/۰۶۰	−۰/۹۱۶ ۰/۰۰۰	۰/۷۴۰ ۰/۰۰۱	۰/۷۹۰ ۰/۰۰۰	۰/۳۰۵ ۰/۲۶۸
M		۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	۰/۱۲۵ ۰/۶۵۷	−۰/۳۷۵ ۰/۱۶۶	۰/۱۹۰ ۰/۴۹۷	−۰/۵۴۴ ۰/۰۳۵
TL			۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	−۰/۸۷۹ ۰/۰۰۰	−۰/۹۲۲ ۰/۰۰۰	−۰/۴۹۰ ۰/۰۶۲
PV				۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	۰/۷۲۵ ۰/۰۰۲	۰/۸۳۷ ۰/۰۰۰
FFA					۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	۰/۲۸۷ ۰/۲۹۸
TBA						۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰

ST زمان نگهداری (ماه)؛ M د رصد رطوبت؛ TL درصد چربی کل؛ PV مقدار پراکسید بر اساس میلی اکی والان اکسیژن در کیلو گرم چربی؛ FFA درصد اسید اولئیک؛ TBA تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت

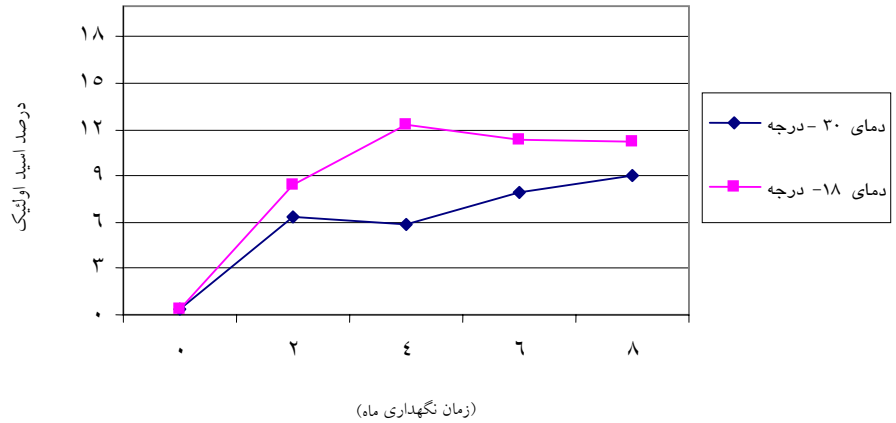
جدول ۷ ضرایب همبستگی بین متغیرها و سطح معنادار آنها در دمای ۳۰°C−

شاخصها	ST	M	TL	PV	FFA	TBA
ST	۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	−۰/۶۳۹ ۰/۰۱۰۰	−۰/۸۷۱ ۰/۰۰۰	۰/۹۴۰ ۰/۰۰۰	۰/۸۹۱ ۰/۰۰۰	۰/۷۳۸ ۰/۰۰۱
M		۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	۰/۵۷۲ ۰/۰۲۵	−۰/۸۴۵ ۰/۰۰۰	−۰/۵۰۱ ۰/۰۵۶	−۰/۷۶۳ ۰/۰۰۱
TL			۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	−۰/۷۸۳ ۰/۰۰۰	−۰/۹۵۸ ۰/۰۰۰	−۰/۴۲۸ ۰/۱۰۹
PV				۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	۰/۷۷۵ ۰/۰۰۱	۰/۸۵۷ ۰/۰۰۰
FFA					۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰	۰/۳۸۴ ۰/۱۵۶
TBA						۱/۰۰۰ ۰/۰۰۰

ST زمان نگهداری (ماه)؛ M درصد رطوبت؛ TL درصد چربی کل؛ PV مقدار پراکسید بر اساس میلی اکی والان اکسیژن در کیلو گرم چربی؛ FFA درصد اسید اولئیک؛ TBA تیوباربیتوریک اسید برحسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ تغییرات میانگین درصد اسیدهای چرب آزاد ماهی کیلکای آنچوی در زمان ها و دماهای مختلف نگهداری

۳-۳- فساد هیدرولیتیکی

فعالیت هیدرولیتیکی چربی هنگام نگهداری ماهی کیلکا در هر دو دما مشاهده شد؛ مقدار آن در دمای ۱۸°C- بیشتر از ۳۰°C- بود. تشکیل FFA در مراحل اولیه نگهداری در دو دما سریع بوده و روند افزایشی آن در دمای ۱۸°C- تا مدت بیشتری ادامه داشت (شکل ۳). مقادیر FFA در دمای ۳۰°C- افزایش معناداری با افزایش زمان نگهداری (به استثنای ماه چهارم) نشان داد. در دمای ۱۸°C- افزایش معناداری تا ماه چهارم دیده شد اما پس از آن تفاوت معناداری تا انتهای زمان نگهداری مشاهده شد(جداول ٤ و۵). نتایج آزمون T-test، حاکی از تفاوت معنادار میانگینهای FFA در دماهای مختلف و زمانهای نگهداری یکسان بود (جدول ۱). ضرایب همبستگی FFA با سایر شاخصهای فساد چربی ارتباط منفی و معناداری با مقادیر چربی کل و ارتباط مثبت و معناداری را با پراکسید در هر دما نشان داد (جداول ٦و۷).

٤- بحث

٤-۱- رطوبت و چربی کل

اندازه گیری رطوبت و چربی کل به عنوان شاخصهای کیفی فساد ماهیان منجمد در مطالعات بسیاری محققان دیده می شود [۱۱و۱۲]. کاهش رطوبت نمونه های منجمد علاوه بر کاهش وزن، باعث افزایش تغییرات اکسیداسیونی، دناتوره شدن پروتئین، تغییرات رنگ و در نتیجه افت کیفیت محصول می گردد[۱۳].

در مطالعه حاضر تغییرات رطوبت در دو دما بسیار محدود بوده و به طور کلی مقادیر رطوبت و چربی کل نمونه ها تفاوت معناداری را که متأثر از دمای نگهداری باشد جز در ماههای ۲ و ٤ از خود بروز ندادند. نتایج مشابهی در مطالعات آبرگ[1] و همکاران (۱۹۹۸) بر روی ماهیان ساردین در دماهای ۱۰- و ۱۸°C- به دست آمد[۲].

مطالعه توأم رطوبت و چربی و مقایسه مقادیر آنها در زمانهای یکسان نگهداری (جدول ۱)، حاکی از بالا بودن جزئی مقادیر رطوبت در دمای ۱۸°C- نسبت به دمای ۳۰°C- است. مطالعات بن[2] و همکاران در سال ۱۹۹۹ روی ماهیان منجمد تن آلباکور [۱۱]، نیز بالا بودن مقدار رطوبت در نمونههای ۱۸°C- نسبت به دمای ۲۵°C- را نشان داد. در اغلب موارد، متناسب با افزایش رطوبت نمونه ها در دمای ۱۸°C-، مقادیر چربی کل آنها در همان زمان کمتر از چربی کل نمونه های نگهداری شده در دمای ۲۵°C- (برای ماهی تون آلباکور) و ۳۰°C- (برای ماهی کلیکا آنچوی) بوده است.

1. Aubourg
2. Ben

Archive of SID
www.SID.ir

٤-٢- اکسیداسیون چربی

اثرات معنادار دما و زمان نگهداری به حالت انجماد در مقادیر پراکسید ماهی کلیکای آنچوی مشهود است. محصولات اولیه اکسیداسیون چربی در دماهای پایین با سرعت کندتری تولید شده و مقادیر آن متأثر از دمای نگهداری بوده است[۱۲]. افزایش مقادیر پراکسید در نمونه های منجمد نسبت به نمونه‌های تازه (زمان صفر) نیز حاکی از توسعه تندی و فساد هنگام نگهداری ماهی منجمد می باشد[۱۱].

در این مطالعه میزان پراکسید در مراحل اولیه نگهداری، بویژه در نمونه‌های ۳۰°C- پایین بود. مرحله مذکور دوره اکسیداسیون کند نام دارد، احتمالاً تحت اثر برخی از ترکیبات سلولی به عنوان بازدارندهای اکسیداسیون در مراحل آغازی و انتشار است. این ترکیبات که با از دست دادن الکترون عمل می‌نمایند، عمر محدودی دارند و سر انجام اکسید می شوند. با وقوع این مسأله، دوره کند اکسیداسیون به پایان رسیده و افزایش سریع پر اکسید مشاهده می شود [١٤]. اما مجدداً با افزایش زمان نگهداری (بیش از ٦ ماه)، مقادیر پر اکسید در دو دما کاهش می‌یابد. اسریکار و ویدیا[1] [٤] دلایل چنین کاهشی را واکنشهای ثانویه اکسیداسیونی و تولید ترکیبات کربونیل و گازهای فرار دانستند. نتایج مشابهی به هنگام نگهداری ماهی ساردین در دمای ۱۸°C- به دست آمد مبنی بر اینکه مقادیر پر اکسید پس از ٦ ماه دچار کاهش شده بود. محققان علت این کاهش را براساس مکانیسم های یک مولکولی[2] و دو مولکولی[3] بیان کردند؛ یعنی زمانی که مقادیر هیدروپراکسید عضلات ماهی کم باشد سرعت تشکیل این ترکیبات سریعتر از شکستگی آنهاست. در چنین هنگامی بر اساس مکانیسم یک مولکولی، میزان هیدروپراکسیدها در عضلات ماهی شروع به بالا رفتن می نماید. با گذشت زمان و افزایش غلظت هیدروپراکسیدها، براساس مکانیسم دو مولکولی این ترکیبات سریعاً شکسته می شود. شایان ذکر اینکه سرعت تجزیه آنها سریعتر از سرعت تشکیل می باشد.

1. Srikar & Vidya
2. Monomolecular
3. Bimolecular

به دنبال چنین مکانیسمی مقادیر هیدروپراکسیدها کاهش می‌یابد[۱۳].

روند صعودی مقادیر TBA در ماههای ۲ تا ٦ برای تیمار ۱۸°C- و از ۲ تا ۸ ماه برای تیمار ۳۰°C- نشان از ارتباط این شاخص با زمان و دمای نگهداری ماهی کیلکای آنچوی می‌باشد. مقادیر TBA بعد از ٦ ماه نگهداری در دمای ۱۸°C- کاهش معناداری را نشان داد. این کاهش می تواند به دلیل واکنش آلدئیدها با ترکیبات بیولوژیک موجود در عضلات ماهی باشد که در این حالت علی‌رغم افزایش فساد ماهی مقادیر TBA دچار کاهش می شود [۱۱]. نامیولما[4] و همکاران [۱۳] علت این کاهش را به واکنش احتمالی مالون دی آلدئید با انواع ترکیبات یا اجزای موجود در عضلات نسبت داده اند. سیلوا و آمرمن[5] [۱۵] دلایل کاهش TBA را پس از مدت زمان مشخص به علت تراکم مالون دی آلدئید با اسیدهای آمینه ماهی، تشکیل ترکیبات اضافه کربونیل یا واکنش مالون‌دی آلدئید با میوزین بیان کرده اند.

٤-٣- اسیدهاي چرب آزاد (FFA)

هر چند دمای پایین نگهداری (۳۰°C-) نتوانست باعث توقف فساد هیدرولیتیکی شود اما کم بودن مقادیرFFA در این دما، نشان دهندهٔ آثار حفاظتی دماهای پایین در تولید FFA [٦، ۱۱] و فعالیتهای کمتر آنزیمی [۱۳] می باشد.

مقادیر ۰/٦-٦٪ درصد FFA در چربی ماهیهای دریایی و افزایش ۲۰-۲۵٪ آن درهنگام انجماد گزارش شده است[١٦]. اصولاً افزایش FFA در ماهی منجمد سبب تسریع در فساد و کاهش کیفیت محصول، افزایش اکسید اسیون چربی، توسعهٔ طعم نامطلوب و تغییرات بافتی (دناتوره شدن پروتئین[6]) می گردد [۱۷].

در این مطالعه نیز اثرات معنادار افزایش FFA بر مقدار اکسیداسیون چربی (مقادیر پراکسید) و کاهش کیفیت محصول کاملاً مشهود بود. اثرات تجمع اسیدهای چرب آزاد

4. Namulema
5. Silva & Ammerman
6. Protein denaturation

Archive of SID
www.SID.ir

در عضلات ماهی به وسیلهٔ طعم نامطلوب و آسیبهای بافتی ناشی از ترکیب آنها با پروتئین عضله مشخص می‌شود[۱۸].

FFA ممکن است به علت واکنشهای هیدروفیلیک و هیدروفوبیک بر روی سطوح پروتئین، استخراج کمتر پروتئین (پروتئینهای محلول در نمک) را باعث شود[٤].

به طور کلی مقادیر FFA نمونه های ماهی کیلکا در دو دمای نگهداری، افزایش می یابد. غلظت تقریباً ثابت FFA در مراحل آخر نگهداری در دمای ۱۸°C- احتمالاً به دلیل کاهش مواد اولیه (سوبسترا) یا افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد بوده است [۱۹]. فعالیتهای آنزیمی سیستمهای عضلانی ممکن است بسته به دما و شرایط نگهداری تغییراتی داشته باشد. آنزیمها به طور معمول در دماهای پایین خیلی فعال نیستند اما برخی از آنها هنگام انجماد نیز فعالیت دارند. در این مطالعه مشخص شد با افزایش FFA در ماهی کیلکای منجمد، این آنزیمها به طور مؤثر در فساد هیدرولیتیکی چربی وارد می شود. همچنین در دمای ۳۰°C- فساد آنزیمی کمتر و شرایط از نظر کیفیت محصول مناسبتر است.

۵- منابع

[۱] پرافکنده، ف؛ برخی خصوصیات زیستی ماهی کیلکا در آب‌های استان مازندران؛ انتشارات مؤسسه تحقیقات وآموزش شیلات ایران. ۱۳۷۵؛ ص. ۱۲.

[2] Aubourg, S. P; Sotelo, C. G; Perez-Martin, R; "Assessment of quality changes in frozen sardine (*Sardina pilcardus*) by fluorescence detection". *JAOCS*; Vol 75; No.5; 1998; pp.575-580.

[۳] سلمانی، ع؛ غلامی پور، س؛ یوسفیان، م؛ "تغییرات میزان ازت فرار و هیستامین ماهی کیلکا در روش‌های نگهداری"؛ *مجله علمی شیلات*؛ ۱۳۸۰؛ صص. ۳۱-٤۰.

[4] Vidya Sager Reddy, G; Sriker, L. N; Effect of preprocess ice storage on the lipid change of Japanese threadfin bream *(Nimepterus japonicus*) mince during frozen storage. *Asian Fisheries Science*; 9; 1996; pp. 109-114.

[5] Joseph, J; George, C; Perigreen, P. A; "Studies on minced fish storage and quality improvement". *Journal of Marine Biological Association of India*; 31; 1989; pp. 247- 251.

[6] Medina, I; Aubourg, S; Perez-Martin, R; "Composition of phospholipid of white muscle of six Tuna species lipids". Vol 30; No 12; 1995; pp.1127-1135.

[7] AOAC; "Assocation of Official Analytical Chemists", 15 th (end), *Procedure* 984 . 25; 1990.

[8] Bligh, E. G; Dyer. W. J; "A rapid method of total lipid extraction and purification".*Can. J. Biochem. Physiol*; 37; 1959; pp.911-917.

[9] Egan, H; Krik, R. S; Sawyer, R; "Pearsons Chemical Analysis of Foods". 9 (edn), 1997; pp. 609-634.

[10] Namulema, A; Muyonga, J. H; Kaaya, A. N; "Quality deterioration in frozen Nile perch (Lates niloticus) stored at –13 and –27C". Food Research International; 32; 1999; pp. 151-156.

[11] Aubourg, S. P; Manisilla, M. R; Sotelo,C. G; "Differential lipid damage in various muscle zones of frozen hake *(Merluccius merluccius*) Lebensm Unters Forsch A". 208; 1999a; pp.189-193.

[12] Dragoev, S. G; Kiosev, D. D; Danchev, S. A; Ionchev, N.I; Genv, N.S; "Study on oxidative processes in frozen fish, Bulgarine"; *J. Agri Sci*; 4; 1998; pp.55-65.

[13] Ben-gigirey, B; De Sousa, J. M; Villa,T. G; Barros-velazqez J; "Chemical changes and vissual appearance of albacore tuna as related to frozen storage". *J.Food Sci*; 64; 1999; pp. 20-24.

[14] Hulin. H. O; Oxidation of lipids in seafood, In Seafood Chemistry Processing Technology and

Archive of SID
www.SID.ir

Quality. F.Shahidi and J.R. Botta (Ed); 1994; pp: 49-74.

[15] Silva, J. L; Ammerman, G. R; "Composition, lipid change, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage"; *J. Applied Aquaculture*; 2 (2); 1993; pp. 39-49.

[16] Sanker, T. V; Raghunath, M. R; "Effect of pre-freezing iced storage on the lipid fraction of *Ariomma indica* during frozen storage". *Fishery Technology*; 32(2); 1995; pp. 88-92.

[17] Shewfelt, R. L; "Fish muscle lipolysis –a review"; *J. Food Biochem*; 5; 1981; pp. 79-100

[18] Mia, J; Kinsella, J. E; "Composition and lipids and proteins of deboned minced and filleted white Sucker (Catostomus commersoni)". *J of Food Biochemistry*; 3; 1980; pp. 229- 239.

[19] Haard, N. F; "Biocemical reactions in fish muscle during frozen storage. In E.G.Bligh, *Seafood Science and Technology"*. Canada Institute of Fisheries Technolgy; 1992; pp.176- 209.

Archive of SID

www.SID.ir