تاثیر میزان سطوح مختلف آب در طی زمان، بر شدت اکسیداسیون و هیدرولیز روغن سویای کنسرو ماهی تن اسکیپ جک

فروزان نظـری[۱]، محمـد گلـی [۲،*]

۱و۲- گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

mgolifood@yahoo.com

چکیده

کنسرو ماهی تن از آن دسته غذاهایی می‌باشد که به علت سهولت در تهیه آن، در فهرست غذایی اغلب خانواده ها قرار گرفته است. از آنجایی که تعداد محصولات کم چرب محدود می‌باشد، در این تحقیق برای اولین بار از جایگزینی آب به بخشی از روغن که موجب کاهش امراض بد حاصل از مصرف روغن‌های خوراکی می‌گردد استفاده شد. در این پژوهش اثر آب در سطوح (۰، ۳، ۶، ۱۰) درصد وزن محصول در طی زمان (۱، ۱۵، ۴۵، ۷۵، ۹۰) روز پس از تولید، بررسی گردید و آزمون‌های هیدرولیز، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید با سه تکرار روی تیمارها انجام گرفت. نتایج بدست آمده از آزمون هیدرولیز نشان داد: تیمارها در بازه زمانی ۹۰ روز و سطوح آب اضافه شده تفاوت معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) داشت. میزان پراکسید با افزایش درصد آب در هر بازه زمانی کاهش یافت و این میزان زیر حد مجاز استاندارد (۲ میلی‌اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم روغن) قرار گرفت. با بررسی نتایج آزمون تیوباربیتوریک اسید مشخص شد در همه‌ی تیمارها با افزایش زمان و درصد آب اضافه شده، میزان مالون دی آلدهید افزایش یافت، اما با در نظر داشتن حدود مجاز استاندارد، پراکسید و آزمون تیوباربیتوریک اسید، توصیه می‌شود از آب افزوده شده تا سطح ۱۰ درصد استفاده گردد.

کلمات کلیدی: ماهی تون، هیدرولیز، پراکسید، مالون دی آلدئید

مقدمه و پیشینه پژوهش :

در طی نگهداری و عمل آوری، کیفیت ماهی بر اساس چندین فاکتور کاهش می یابد. در جریان پخت محصولات دریایی، واکنش ها و تغییرات فیزیکوشیمیایی رخ می دهد که نوع و میزان آن بستگی به شیوه ی پخت و محتوای چربی ماهی دارد. (گارسیا و همکاران ۲۰۰۳ و گال و همکاران ۱۹۸۳) چربی تحت تأثیر دو فرایند شیمیایی (هیدرولیز و اکسیداسیون) قرار می گیرد که سبب تغییر در خواص مفید و عملگرای آن می‌گردد. ترکیبات فرار حاصل از شکسته شدن، واکنش اکسیداسیون و واکنش هیدرولیتیک چربی‌ها (هیدروپراکسیدها، آلدهیدها، کتون‌ها، اسیدهای چرب) بو، طعم، بافت، رنگ و ارزش غذایی را دستخوش تغییرات می‌کند.

هدف از این تحقیق بررسی اثر جایگزینی آب در چهار سطح(۰، ۳ ،۶، ۱۰ درصد) و تاثیر آن بر میزان هیدرولیز اسیدی، اکسیداسیون اسیدهای چرب در قالب عدد پراکسید و مالون دی آلدئید، در بازه زمانی(۱، ۱۵، ۴۵، ۷۵و۹۰ روز پس از تولید) می‌باشد که نتایج این تحقیق می‌تواند مشکل فزونی مصرف روغن را در صنعت کنسرو تا حدی برطرف نماید. چراکه جایگزینی آب به بخشی از روغن موجب کاهش امراض بد حاصل از مصرف روغن‌های خوراکی و همچنین کاهش هزینه‌های مصرفی کارخانجات برای تولید یک قوطی از این ماده‌ی غذایی شود.

کنترل مصرف روغن با تکنیک صنعتی، از برخی بیماری‌ها چون (بیماری‌های قلبی-عروقی و فشار خون بالا) که در اقشار جامعه یکی از معضلات سلامتی محسوب می‌شود، به علم پزشکی کمک بسزایی می‌کند (دسموند ۲۰۰۶).

---

[۱] عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

[۲] عضو هیئت علمی، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی

مواد و روش‌ها:

ماهی تن از نوع اسکیپ جک صید شده از اقیانوس هند، نمک سدیم خوراکی و روغن سویای مصرفی از بازار محلی تهیه شد.

مواد شیمیایی:

اسید استیک، کلروفرم، نشاسته، یدور پتاسیم، تیوسولفات سدیم، تتراکلرید کربن، سدیم هیدروکسید، الکل اتیلیک، فنل فتالئین از شرکت مرک آلمان و تیوباربیتوریک اسید از شرکت سیگمای آمریکا تهیه شدند.

پروسه تولید:

ماهی تن از نوع اسکیپ جک از اقیانوس هند صید شد و درحالت انجماد ۱۸- درجه سانتیگراد وارد کارخانه گردید. پس از عملیات دیفراست طی زمان ۱۲ ساعت، ماهی تن قصابی(جداسازی سر و تخلیه امعاء و احشاء) گردید و بعد از آن، پخت اولیه و جداسازی زواید غیر گوشتی انجام گرفت و درون ظروف غیر قابل نفوذ و مناسب همراه با نمک، روغن و آب پر شد. پس از درب بندی با به انجام رساندن سترون سازی تجاری و اتوکلاو گذاری در دمای ۱۲۱ درجه به مدت ۱ ساعت عملیات به پایان رسید. این تحقیق در کارخانه فراورده های شیلاتی جنوب (بندر عباس) و با حمایت این کارخانه و کمیته فنی کنسرو آبزیان کشور به انجام رسید.

تعیین اسیدیته روغن محصول

۵گرم روغن در ارلن وزن شد. به آن ۳۰ سی‌سی اتانول و ۵ قطره فنل فتالئین افزوده گردید و با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی که ۱۳ ثانیه پایدار باشد تیتر شد(AOCS، ۲۰۱۰).

فرمول (۱)

اندازه‌گیری پراکسید(PV)

۵ گرم از نمونه روغن استخراج شده از کنسرو ماهی تن وزن شد. ۳۰ میلی لیتر از مخلوط کلروفرم و اسید استیک (۲ حجم کلروفرم و ۳ حجم اسید استیک) به همراه ۰/۵ میلی‌لیتر محلول اشباع یدور پتاسیم اضافه گردید و به مدت یک دقیقه در شرایط فاقد نور قرار داده شد. سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و بعد از آن ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته افزوده شد. مقدار ید آزاد شده با محلول تیو سولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا از بین رفتن رنگ آبی، تیتر گردید. سپس اعداد بدست آمده در فرمول زیر قرار داده شد تا عدد پراکسید بدست آید (اگان و همکاران ۱۹۸۷).

فرمول(۲)

روش تعیین عدد تیوباربیتوریک اسید

۳ گرم روغن کنسرو ماهی تن در ۱۰ میلی‌لیتر تتراکلرید کربن حل شد سپس به آن ۱۰ میلی‌لیتر محلول تیو باربیتوریک اسید اضافه شد و به مدت ۴ دقیقه با ۱۲۵ دور چرخش در سانتروفیوژ قرار داده شد. قسمت آبکی جدا شده را به مدت ۳۰ دقیقه در آبجوش حرارت داده و جذب نوری در طول موج ۵۳۰ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر Cary50 قرائت گردید (اگان و همکاران ۱۹۸۷).

فرمول(۳)

تجزیه تحلیل آماری:

آزمون بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. داده‌های حاصله با برنامه SPSS ورژن ۲۲ آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح معنی داری ۵٪ مقایسه گردید. رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ صورت گرفت.

تغییرات عدد اسیدیته، عدد پراکسید و شاخص تیوباربیتوریک اسید در تیمارهای آب اضافه شده:

مقایسه اسیدیته، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در سطوح ۰، ۳، ۶ و ۱۰درصد آب اضافه شده در جدول (۱) نشان داده شده است.

اسیدیته نمونه کنسرو ماهی تن با افزودن مقادیر مختلف آب دارای تفاوت معنی داری بوده است به طوریکه تیمار ۱۰٪ آب اضافه شده، اسیدیته بالاتری (۵/۲۴) نسبت به ۳ سطح دیگر داشت ($P<0/05$).

پراکسید تیمار ۰٪ آب با اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای (۳، ۶، ۱۰)٪ آب اضافه شده در بالاترین مقدار قرار گرفت (۰/۲۴)

مقایسه آزمون تیوباربیتوریک اسید نشان داد نمونه‌ها در ۴ سطح آب اضافه شده تفاوت معنی داری نداشتند ($P<0/05$).

جدول (۱)

تغییرات‌عدد اسیدیته، عدد پراکسید و شاخص تیوباربیتوریک اسید در۵ بازه‌ی زمانی

مقایسه اسیدیته، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در بازه‌ی زمانی (۱، ۱۵، ۴۵، ۷۵، ۹۰) روز در جدول (۲) نشان داده شده است.

مقدار اسیدیته بین تیمار روزهای ۱ و ۱۵ با روزهای بعدی تفاوت معنی‌دار دارد ($P<0/05$) این در حالی است که اسیدیته در روزهای (۴۵، ۷۵، ۹۰) هیچ تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. با افزایش زمان نگهداری، پراکسید کاهش می‌یابد و این به علت تجزیه‌ی پراکسیدها می‌باشد. مقدارپراکسید در روز اول تولید با ۰/۲۱ میلی اکی والان گرم اکسیژن در کیلوگرم چربی بالاترین مقدارمی‌باشد.

در مقایسه آزمون تیوباربیتوریک اسید با افزایش زمان نگهداری تا روز ۱۵ تفاوت معنی داری مشاهده نشد اما از روز ۴۵ تفاوت به صورت معنی‌داری در سطح ($P<0/05$) قابل مشاهده بود.

جدول (۲)

اثر متقابل درصد آب اضافه شده و بازه‌ی زمانی ۱، ۱۵، ۴۵، ۷۵، ۹۰ روز بر اسیدیته، پراکسید و شاخص تیوباربیتوریک اسید:

بررسی اثر متقابل اسیدیته، پراکسید و شاخص تیوباربیتوریک اسید (زمان-آب) در جدول (۳) نشان داده شده است.

در بررسی اثر متقابل زمان-آب ، با افزایش زمان، اسیدیته در هر۴ سطح آب افزایش یافت. بیشترین مقدار اسیدیته مربوط به تیمار ۱۰٪ آب اضافه شده در روز ۹۰ با مقدار ۶/۱۴ گزارش شد.

در مقایسه اثر متقابل زمان- آب بر پراکسید، تیمار ۰٪ آب، با افزایش زمان نگهداری تا روز قرنطینه با تفاوت معنی‌داری تا روز ۱۵ افزایش داشت و در بیشترین مقدار قرار گرفت. این در حالی است که سایر تیمارها بدون تفاوت معنی‌داری روند کاهشی را در پی داشتند.

در بررسی اثر متقابل زمان-آب بر آزمون تیوباربیتوریک اسید، با افزایش زمان، مقدار پراکسید ثانویه در هر ۴ سطوح آب اضافه شده بعد از روز ۴۵ به شکل معنی‌داری افزایش یافت به طوریکه بیشترین مقدارمیلی‌گرم مالون دی آلدهید بر کیلوگرم روغن مربوط به تیمار ۱۰٪ درصد آب اضافه شده در روز ۹۰ با ۰/۴۱ بوده است.

جدول (۳) شکل(۲،۱،۳)

First International Food Science and Technology Congress
24th Iranian Food Science and Technology Congress

فرمول‌ها و روابط:

(۱)

$$\text{عدد اسیدی} = \frac{\text{0.998 ولوم ۱۷ ۱۰۰}}{\text{وزن}}$$

(۲)

$$\frac{\text{1000 اختلاف حجم مصرفی تیتراسیون نمونه اختلاف تیتراسیون شاهد}}{\text{وزن نمونه بر حسب گرم}}$$

(۳)

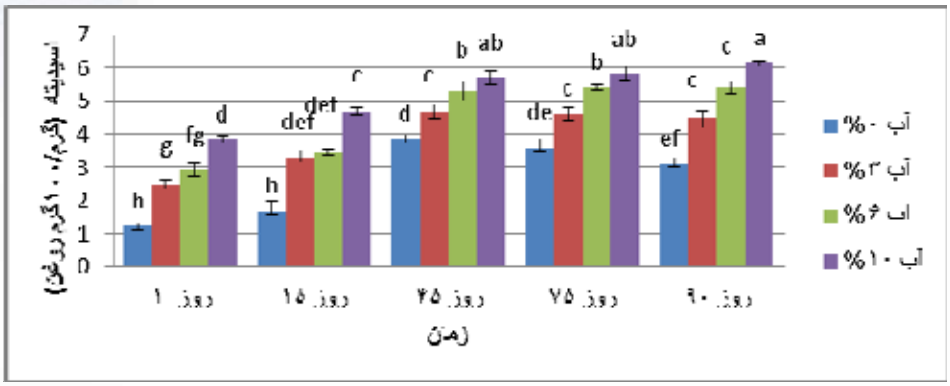
$$E = \frac{a}{d \times a}$$

e = جذب نوری اندازه‌گیری شده

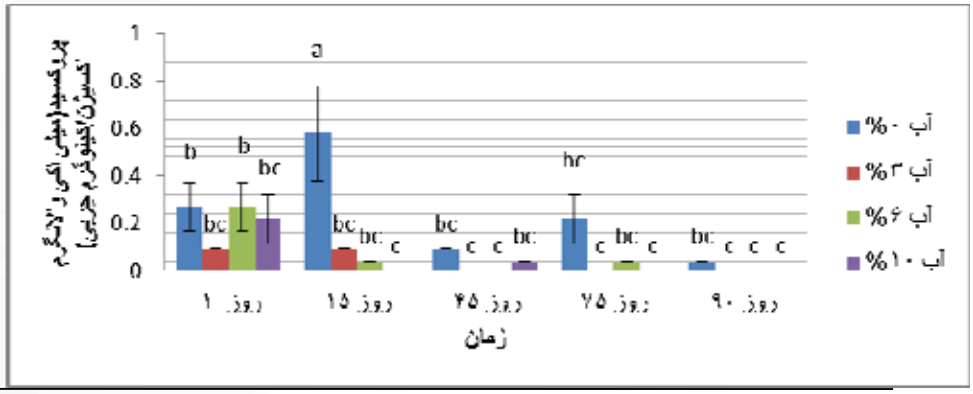
d = ضخامت سل نوری

a = مقدار نمونه بر حسب گرم

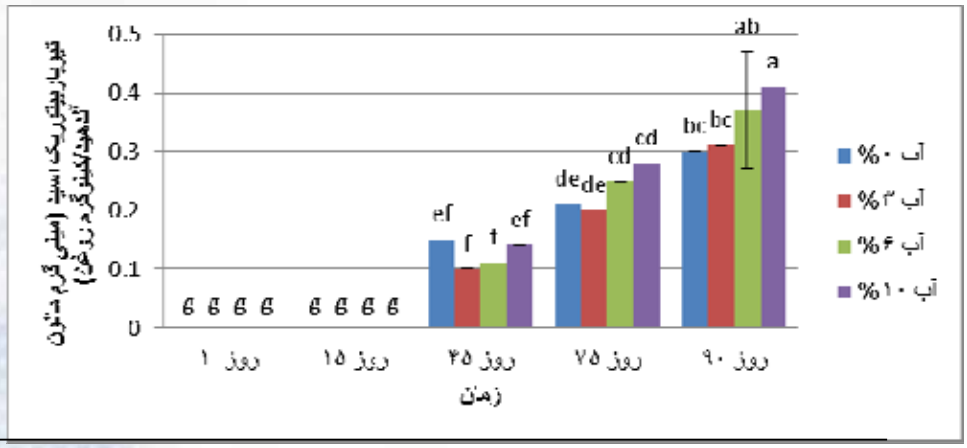
شکل‌ها:



شکل ۱- اثر متقابل درصد مختلف آب در بازه زمانی بر اسیدیته



شکل۲- اثر متقابل درصد مختلف آب در بازه زمانی بر پروکسید



شکل۳- اثر متقابل درصد مختلف آب در بازه زمانی برشاخص تیوباربیتوریک اسید

جداول:

جدول (۱) آنالیز شیمیایی سطوح آب اضافه شده

نمونه های کنسرو تن ماهی	اسیدیته	پراکسید	تیوباربیتوریک اسید
۰٪آب	۲/۶۸^{d} ±۰/۲	۰/۲۴^{a} ±۰/۱	۰/۱۳^{a} ±۰
۳ ٪آب	۳/۹۱^{c} ±۰/۲	۰/۰۴^{b} ±۰	۰/۱۲^{a} ±۰
۶٪آب	۴/۵۰^{b} ±۰/۲	۰/۰۷^{b} ±۰	۰/۱۵^{a} ±۰
۱۰ ٪آب	۵/۲۴^{a} ±۰/۱	۰/۰۵^{b} ±۰	۰/۱۷^{a} ±۰

- حروف غیر مشترک در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵ است.

جدول۲) آنالیزآزمون‌های شیمیایی روزهای نگهداری (Mean±SE)

روزهای نگهداری	اسیدیته	پراکسید	تیوباربیتوریک اسید
روز۱	۲/۶۱^{c} ±۰/۱۷	۰/۲۱^{a} ±۰/۰۵	۰^{d} ±۰
روز۱۵	۳/۲۷^{b} ±۰/۲۰	۰/۱۸^{ab} ±۰/۰۶	۰^{d} ±۰
روز۴۵	۴/۸۹^{a} ±۰/۱۵	۰/۰۳^{c} ±۰/۰۱	۰/۱۳^{c} ±۰
روز۷۵	۴/۸۶^{a} ±۰/۱۷	۰/۰۷^{bc} ±۰/۰۲	۰/۲۴^{b} ±۰/۱۱
روز۹۰	۴/۷۹^{a} ±۰/۲۱	۰/۰۱^{c} ±۰/۰۱	۰/۳۵^{a} ±۰/۲۱

- حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵ است

جدول (۳) مقایسه اثر متقابل زمان-نمک در آزمون اسیدیته(گرم/۱۰۰گرم روغن)، پراکسید(میلی اکی والان گرم اکسیژن/کیلوگرم چربی) و تیوباربیتوریک اسید(میلی گرم مالون دی آلدهید/کیلوگرم روغن)

نمونه های کنسرو تن ماهی		اسیدیته	پراکسید	تیوباربیتوریک اسید
روز۱	۰٪آب	$۱/۲۲^{h} \pm ۰/۱$	$۰/۲۷^{b} \pm ۰/۱$	$۰^{g} \pm ۰$
	۳٪آب	$۲/۴۵^{g} \pm ۰/۱$	$۰/۰۹^{bc} \pm ۰$	$۰^{g} \pm ۰$
	۶٪آب	$۲/۹۴^{fg} \pm ۰/۲$	$/۲۷^{b} \pm ۰/۱$	$۰^{g} \pm ۰$
	۱۰٪آب	$۳/۳۸^{d} \pm ۰/۱$	$/۲۲^{bc} \pm ۰/۱$	$۰^{g} \pm ۰$
روز۱۵	۰٪آب	$۱/۶۷^{h} \pm ۰/۳$	$۰/۵۸^{a} \pm ۰/۲$	$۰^{g} \pm ۰$
	۳٪آب	$۳/۲۹^{def} \pm ۰/۱$	$۰/۰۹^{bc} \pm ۰$	$۰^{g} \pm ۰$
	۶٪آب	$۳/۴۴^{def} \pm ۰/۱$	$۰/۰۴^{bc} \pm ۰$	$۰^{g} \pm ۰$
	۱۰٪آب	$۴/۷۰^{c} \pm ۰/۱$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰^{g} \pm ۰$
روز۴۵	۰٪آب	$۳/۸۷^{d} \pm ۰/۱$	$۰/۱۹^{bc} \pm ۰$	$۰/۱۵^{ef} \pm ۰$
	۳٪آب	$۴/۶۹^{c} \pm ۰/۲$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۱۰^{f} \pm ۰$
	۶٪آب	$۵/۳۱^{b} \pm ۰/۳$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۱۱^{f} \pm ۰$
	۱۰٪آب	$۵/۶۹^{ab} \pm ۰/۲$	$۰/۰۴^{bc} \pm ۰$	$۰/۱۴^{ef} \pm ۰$
روز۷۵	۰٪آب	$۳/۱۰^{ef} \pm ۰/۲$	$۰/۰۹^{bc} \pm ۰/۱$	$۰/۲۱^{de} \pm ۰$
	۳٪آب	$۴/۵۱^{c} \pm ۰/۳$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۲۰^{de} \pm ۰$
	۶٪آب	$۵/۴۲^{b} \pm ۰/۲$	$۰/۰۴^{bc} \pm ۰$	$۰/۲۵^{cd} \pm ۰$
	۱۰٪آب	$۶/۱۴^{a} \pm ۰/۱$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۲۸^{cd} \pm ۰$
روز۹۰	۰٪آب	$۳/۱۰^{ef} \pm ۰/۲$	$۰/۰۴^{bc} \pm ۰$	$۰/۳۰^{bc} \pm ۰$
	۳٪آب	$۴/۵۱^{c} \pm ۰/۳$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۳۱^{bc} \pm ۰$
	۶٪آب	$۵/۴۲^{b} \pm ۰/۲$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۳۷^{ab} \pm ۰/۱$
	۱۰٪آب	$۶/۱۴^{a} \pm ۰/۱$	$۰^{c} \pm ۰$	$۰/۴۱^{a} \pm ۰$

- حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$ است.

نتیجه گیری:

نتایج این تحقیق نشان داد، اسیدیته‌ی تیمار، بدون آب اضافه شده در طی زمان نگهداری رو به افزایش بود که این امر در سایر نمونه‌ها با سطوح (۳، ۶، ۱۰) ٪ آب نیز مشاهده شد همچنین در هر بازه‌ی زمانی تاثیر معنی‌داری بین میزان آب اضافه شده روی افزایش پراکسید مشاهده نشد. با افزایش آب، میزان پراکسید به طور غیر معنی‌داری کاهش یافت. در تایید تحقیق ما تا کنون مطالعاتی صورت نگرفته است. اما با مقایسه جدول اثر متقابل زمان-آب بر اسید تیوباربیتوریک می‌توان نتیجه گرفت که آب باعث تشدید تولید مالون دی آلدهید شد. رابطه عکس بین پراکسید و عدد تیوباربیتوریک اسید حاکی از مستعد به افزایش بودن مالون دی آلدهید در محیط آبی بیشتر است.

در هر سطح آب، پراکسید با افزایش زمان نگهداری تا روز ۱۵ افزایش و سپس کاهش یافت. اندازه گیری اندیس پراکسید به تنهایی نمی تواند ارزیابی کاملی از کیفیت چربی باشد چرا که پراکسیدها ناپایدار بوده و ترکیبات حاصل از تجزیه ی آن ها پراکسید نیستند. معمولا بالا بودن این اندیس نشان دهنده امتیاز طعم ضعیف است. اما یک اندیس پراکسید پایین همیشه نشان دهنده خوب بودن طعم و بو نیست. (اریکسون، ۱۹۹۰) خصوصا این کاهش از روز ۴۵ به بعد مشهودتر است و کاملا با نتایج آزمون تیوباربیتوریک اسید همسو می‌باشد. در نتایج آزمون تیوباربیتوریک اسید مقدار مالون دی آلدهید از روز ۴۵ به بعد تفاوت معنی‌داری نسبت به روزهای پیشین داشته است. هرچه درصد آب مصرفی بالا می‌رود، تبدیل پراکسید به مالون دی آلدهید خطرناک، در زمان کوتاهی رخ می‌دهد.

بنابراین نتایج تحقیق نشان می‌دهد از آنجایی که حد مجاز پراکسید طبق استاندارد ملی شماره (۴۱۵۲، ۱۳۷۹) حداکثر ۲ (میلی اکی والان گرم اکسیژن در کیلوگرم) می‌باشد بنابراین هیچ‌گونه خطر سلامتی در مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند از نظر اقتصادی و تغذیه‌ای جایگزینی آب ۱۰٪ برای مصرف کننده مفید است.

طبق جدول شماره (۳) میزان عدد تیوباربیتوریک اسید با افزایش زمان نگهداری ۱۵ روز به بعد زیاد شده که در توصیف این امر گمان بر این است که پراکسید در انتهای سیکل خود و ابتدای شکست و ورود به فاز تولید مالون دی آلدهید می‌باشد به همین دلیل میزان پراکسید صفر و میزان مالون دی آلدهید ناچیز می‌باشد.

در هر بازه‌ی زمانی با افزایش درصد آب، روند رو به رشد اکسیداسیون به دلیل تولید مالون دی‌آلدهید مشاهده شد که می‌توان گفت با نتایج اسیدیته در همین سطح هم‌خوانی دارد. (هی و همکاران، ۱۹۸۳)

در بررسی کلی می‌توان بیان کرد با توجه به شاخص پروکسید (پروکسید۲ میلی‌اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم روغن و تیوباربیتوریک اسید ۴ میلی‌گرم مالون دی آلدهید در کیلوگرم گوشت(کاراکام و بوران، ۱۹۹۶) و فاصله زیاد تیمارها با این مقادیر توصیه می‌شود از تیمار با آب افزوده شده تا سطح ۱۰ درصد استفاده شود.

این امر علاوه بر تامین سلامت انسان در مصرف کمتر روغن با در نظر داشتن حدود تعیین شده استاندارد می‌تواند درکاهش هزینه‌های مصرفی کارخانجات برای تولید یک قوطی از این ماده‌ی غذایی حائز اهمیت باشد.

منابع

1. AOCS. (2010). Official Method ca 5a-40. American Oil Chemist's Society. Ames, Iowa, USA.
2. Desmond, E. (2006). Reduction salt: a challenge for the meat industry *Journal Meat Sci*, 74:188-19.
3. Egan, H., Kirk, R.S., Sawyer, R. (1987). Pearson's chemical analysis of foods. 9th ed. Harlow: Longman Scientific and Technical, pp: 609 -34.
4. Erickson, D.R. (1990). Edible fats and oils basic principles and modern practices, Library of Congress Cataloging in Publication Data. pp:83-90.
5. Gall, K.L., Otwell, W.S., Koburger, J.A., Apledorf, H. (1983). Effect of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *Journal of Food Sci*, 48: 1068-1073.
6. Garcia, M.T., Alvarez, E., Garcia, M.C., Garcia, F.M.C., Sanchez, F.J. (2003). Cooking-Freezing-Reheating (CFR) of sardine fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid composition. *Journal Food Chem*, 83: 349-356.
7. He, Y., Shahidi, F. (1997). Antioxidant activity of green tea and tea catechins in fish meat model system. *Journal Food Chem*, 45(11): 4262-4266.
8. Karacam, H., Boran, M. (1996). Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18. *Journal Food Sci Technol*, 31: 527-531.