

اثر سطوح مختلف چربی و جایگزینی بخشی از نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر کیفیت و ماندگاری سوسیس ماهی فیتوفاک (*Hypophthalmichthys molitrix*) فیتوفاک (*Hypophthalmichthys molitrix*)

سیده زهرا عرب^{۱*}، بهاره شعبان پور^۲، پرستو پورعاشوری^۳، کاوه رحمانی فرح^۴

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲ استاد، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳ استادیار، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴ استادیار، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ارومیه

پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۵

دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۷

*نویسنده مسئول مقاله: zahra_arab7043@yahoo.com

چکیده:

اثر سطوح مختلف چربی و جایگزینی بخشی از نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و ماندگاری سوسیس ماهی تهیه شده از مینس ماهی طی نگهداری در یخچال بررسی شد. سوسیس‌ها با مقادیر متفاوت چربی (۱۰، ۱۵، ۲۰ درصد) و جایگزینی بخشی از کلرید سدیم با کلرید پتاسیم ($0/95\text{KCl} + 0/05\text{NaCl}$ و $0/47\text{KCl} + 0/53\text{NaCl}$) تهیه و به مدت ۳۰ روز در یخچال نگهداری و سپس تحت آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی قرار گرفتند. نتایج بررسی ترکیبات تقریبی و pH تفاوت معناداری بین فرمولاسیون‌های مختلف سوسیس با نمونه شاهد نشان داد ($p < 0/05$). با اضافه شدن KCl به فرمولاسیون، محصول نهایی سختی بالاتری نسبت به شاهد داشت. در آنالیز حسی هم تفاوت معناداری بین نمونه‌ها دیده نشد. تیمارهایی که چربی بالاتری داشتند، بیشترین امتیاز را در صفت بافت به خود اختصاص دادند اما این تفاوت معنادار نبود ($p > 0/05$). در رنگ، مزه و پذیرش کلی نیز تفاوت معناداری بین سایر نمونه‌ها و نمونه شاهد مشاهده نشد. در مجموع شاخص‌های حسی در طول زمان کاهش یافت اما این کاهش معنادار نبود. افزایش تیوباریوتیک اسید در همه تیمارها در طول زمان مشاهده شد اما در هیچ یک از تیمارها از حد مجاز تجاوز نکرد. این نتایج ممکن است برای کاهش سدیم و چربی موجود در فرآورده‌های گوشتی با استفاده از جایگزین KCl و کاهش چربی در فرمولاسیون‌های سستی مفید باشد.

کلید واژگان: سوسیس ماهی، حسی، کلرید پتاسیم، چربی، مصرف‌کننده

مقدمه

فراورده‌های گوشتی حرارت دیده که شامل انواع سوسیس و کالباس می‌باشند، یکی از پرمصرف‌ترین محصولات گوشتی در ایران بوده و روز به روز مصرف آن افزایش می‌یابد (WHO, 2007). محصولات گوشتی فراوری شده یکی از منابع مهم سدیم به شکل کلرید سدیم (نمک طعام) است. از زمان‌های گذشته، نمک به عنوان طعم‌دهنده، نگه‌دارنده و تشدیدکننده طعم غذا استفاده می‌شده است (Abedi et al., 2013). طبق آمارها دریافت مقادیر بالای سدیم از طریق مواد غذایی با افزایش فشار خون رابطه مستقیم دارد که یکی از مهم‌ترین پیامدهای آن افزایش احتمال بیماری‌های قلبی و عروقی است که حدود ۳۰ درصد مرگ و میر در سراسر جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Dahl, 1972; Appel et al., 1997). سازمان جهانی سلامت غذا^۱، میانگین دریافت روزانه سدیم از طریق نمک طعام را $3/9 - 3/3$ گرم گزارش کرده است. مصرف سرانه نمک در ایران ۱۰ تا ۱۵ گرم در روز برای هر فرد است که این میزان تقریباً ۳ برابر مقدار توصیه شده است (WHO, 2007). همچنین گوشت‌های فراوری شده حاوی مقادیر بالای چربی حیوانی می‌باشند که با افزایش خطر ابتلا به چاقی، دیابت و سرطان به‌ویژه سرطان روده بزرگ ارتباط دارد (Aggett et al., 2005). چربی تا حد زیادی به کیفیت غذاهای گوشتی کمک می‌کند (Webb, 2006). وجود چربی در فرمولاسیون فراورده‌های گوشتی به منظور ایجاد طعم مطلوب، آبدار بودن محصول و تولید بافت مناسب در آن ضروری است. با این‌که اثر منفی چربی و نمک بر سلامت انسان مشخص شده است، ولی هنوز هم بخش جدایی‌ناپذیر از هر محصول گوشتی هستند. بنابراین به‌کارگیری حد قابل قبولی از نمک و چربی در محصولات گوشتی بسیار مهم است که اثر منفی بر کیفیت،

عملکرد و ویژگی‌های حسی محصول نداشته باشد (Tobin et al., 2013). بیشترین و متداول‌ترین جایگزین نمک در غذاهای کم نمک KCl می‌باشد (Abedi et al., 2013). مطالعات زیادی نشان داده‌اند که افزایش دریافت پتاسیم از طریق رژیم غذایی می‌تواند دارای اثر محافظت‌کننده بر افراد دارای فشار خون بالا باشد. همچنین باعث کاهش دفع کلسیم از طریق ادرار و در نتیجه کاهش احتمال ابتلا به بیماری پوکی استخوان می‌شود (WHO, 2007). تحقیقات مختلف سعی بر کاهش جذب نمک با جایگزینی بخشی از آن با KCl در فراورده‌های گوشتی مختلف کرده‌اند. در مطالعه Horita و همکاران (2014) اثر جایگزینی نمک بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی سوسیس‌های تولید شده از گوشت گاو بررسی شد و نتیجه حاصل این بود که KCl بهترین گزینه برای جایگزینی نمک است. Rahman و همکاران (2012) اثر کاهش مقدار چربی و جایگزینی نمک را بر بافت سوسیس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که کاهش نمک و چربی به همراه اضافه کردن نمک‌های دو ظرفیتی باعث بهبود محصول شده و رطوبت و تخلخل محصول را افزایش می‌دهد. Corral و همکاران (2013) اثر جایگزینی بخشی از NaCl با KCl در سوسیس‌های تخمیری تهیه شده از گوشت گاو را بررسی کردند. سوسیس‌های تهیه شده با این روش از کیفیت و ویژگی‌های حسی بالایی برخوردار بودند. Rogers (2001) به تولید سوسیس کم‌چرب پرداخت و در بررسی‌های خود دریافت که کاهش مقدار چربی مهم‌ترین و اصلی‌ترین نقش را روی سفتی و چسبندگی سوسیس تهیه شده از گوشت گاو داشته و بر ویژگی‌های حسی محصول نیز اثر دارد. به‌رغم اهمیت تغذیه‌ای تولید محصولات کم سدیم و کم‌چرب، تاکنون پژوهشی که به بررسی اثرهای کاستن چربی و جایگزینی نمک به شکل هم‌زمان در سوسیس ماهی پردازد، انجام

1. WHO

نشده است. از این رو، تحقیق مذکور به بررسی افزودن سطوح مختلف چربی و جایگزینی بخشی از نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر کیفیت و ماندگاری سوسیس ماهی فیتوفاگ می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

ماهی کپور نقره‌ای تازه با وزن متوسط ۱۳۰۰-۱۲۰۰ گرم و مجموع وزن ۵۰ کیلوگرم از بازار ماهی‌فروشان گرگان خریداری شد و به سرعت به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. سپس پوست‌گیری، تخلیه امعاء و احشاء، استخوان‌گیری و شستشوی مجدد انجام پذیرفت. گوشت چرخ شده برای تولید سوسیس ماهی استفاده شد.

تولید سوسیس

سوسیس ماهی براساس فرمولاسیون Rahmani Farah et al., (2012) با اندکی تغییر تهیه شد. فرمولاسیون به‌طور کلی شامل ۶۰ درصد گوشت ماهی، روغن مایع، آب و یخ، ادویه‌جات و افزودنی‌های دیگر بود. برای تولید سوسیس، گوشت چرخ شده با دستگاه کاتر خرد شد و فرایندهای مخلوط کردن، پُرکنی، حرارت‌دهی، انعقاد و گذاشتن در سردخانه به‌صورت متوالی صورت گرفت. پوشش‌های مورد استفاده از جنس پلی‌اتیلن و ۵ لایه بودند. سوسیس‌ها پس از تولید در یخچال نگهداری شدند و آزمایش‌های شیمیایی، فیزیکی، باکتریایی و حسی در روزهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ پس از تولید انجام شدند.

ترکیبات تقریبی و pH

اندازه‌گیری مقادیر چربی و رطوبت سوسیس‌ها با استفاده از روش (AOAC, 2005)، اندازه‌گیری پروتئین با روش (AOAC, 1990) انجام شد. برای سنجش pH از ۵ گرم

نمونه سوسیس و ۴۵ میلی‌لیتر آب و pH متر (pH Lat 728 Stirrer, Metrom) استفاده شد. (Suvanich et al., 2000).

اندازه‌گیری تیوباربیتیک اسید (TBARS)

شاخص تیوباربیتیک اسید (میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید در یک کیلوگرم گوشت ماهی) در ۵ درصد تری‌کلرواستیک اسید با استفاده از روش Krik and Sawyer (1991) تعیین شد.

آزمایش‌های میکروبی

سوسیس‌های ماهی در شرایط استریل در یخچال نگهداری شدند. نمونه‌ها در روزهای تعیین شده مورد آزمون‌های میکروبی (شمارش کلی باکتری‌ها، باکتری‌های سرمادوست، شمارش کپک و مخمر) قرار گرفتند. برای آنالیز میکروبی ۱۰ گرم از سوسیس با ۹۰ میلی‌گرم سرم فیزیولوژی مخلوط و هموژن شد (Ben-Gigley et al., 1998). پس از تهیه رقت‌ها، بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار^۱ و وای جی سی^۲، کشت میکروبی انجام شد. شمارش پلیت‌های باکتری‌های کل پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، پلیت‌های باکتری‌های سرمادوست پس از ۵ روز انکوباسیون در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و پلیت‌های کپک و قارچ پس از ۱۰ روز انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. همه داده‌ها به‌صورت Log₁₀ cfu/g بیان شد (Sanjuás- Rey et al., 2012).

بافت‌سنجی

به‌منظور بافت‌سنجی ابتدا سوسیس‌ها از یخچال خارج شدند تا به دمای محیط برسند. از هر سوسیس ۴ استوانه با قطر ۲/۵ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر تهیه شد. هر استوانه سوسیس بریده شده، در دو مرحله به‌وسیله دستگاه

1 - ThioBarbituric Acid Reactive Substances

2 Plate Count Agar

3 Yeast Glucose Chloramphenicol Agar

درصد برای بررسی تفاوت‌ها استفاده شد. ۳ تکرار از هر تیمار مورد آزمون قرار گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیبات تقریبی و pH نمونه‌های سوسیس در جدول ۱ نشان داده شده است. نمونه شاهد حاوی ۵۳/۲۳ درصد رطوبت، ۲۹/۶۱ درصد چربی و ۱۴/۷۶ درصد پروتئین بود. نمونه‌هایی که دارای چربی بالاتری بودند، نسبت به نمونه‌هایی که دارای چربی پایین‌تری بودند، پروتئین کمتری داشتند. داده‌ها در مطالعه Rahmani و همکاران (2012) بر روی سوسیس ماهی فیتوفاگ، مشابه داده‌های این پژوهش می‌باشد. معمولاً رطوبت محصولات گوشتی در طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد، اما در این پژوهش به دلیل استفاده از پوشش‌های چند لایه، کاهش رطوبت در طول زمان مقدار قابل توجهی نبوده است Rahmani Farah (et al., 2012).

بافت سنج (LFRA, 4500, USA) تحت فشار قرار گرفت. برای این منظور از پروب پلاستیکی با قطر ۵۰ میلی‌متر (TA 1000) استفاده شد و برای انجام آزمایش بافت، سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه، تریگر پوینت ۱ و ۲۰ درصد تغییر شکل ۳۰ درصد به کار گرفته شد. سلول بار^۲ دستگاه مورد استفاده، ۴/۵ کیلوگرم بود. سختی^۳، چسبندگی^۴، قابلیت جویدن^۵ و قابلیت ارتجاعی^۶ نمونه‌ها مورد آزمون قرار گرفت (Rahmani Farah et al., 2012).

رنگ سنجی

برای رنگ سنجی سوسیس‌ها از دستگاه رنگ سنج (Lovibond CAM-system-England 500) استفاده شد و مقادیر a^* , b^* , L^* تعیین گردید که به ترتیب نشان‌دهنده بعد روشنایی، بعد زردی - آبی و بعد قرمزی - سبزی است (Pourashouri et al., 2014).

ارزیابی حسی

سوسیس ماهی تولید شده از سوی ۱۰ نفر ارزیاب بررسی حسی شد. سوسیس‌ها با ضخامت حدود ۳/۵ سانتی‌متر برای ارزیاب‌ها برش داده شدند. ۶ صفت ظاهر، رنگ، بو، بافت و مزه ارزیابی شدند. هر صفت از ۹ (عالی) تا ۱ (بی‌نهایت بد) درجه‌بندی شدند. حد قابل پذیرش سوسیس‌ها امتیاز ۵ بود (Raju et al., 2013).

روش تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار (SPSS 16) انجام شد. در این پژوهش از طرح کاملاً تصادفی^۷ و آنالیز واریانس یک طرفه در سطح اطمینان ۹۵

- 1 Trigger point
- 2 Load cell
- 3 Hardness
- 4 Cohesiveness
- 5 Cheviness
- 6 Springiness
- 7 Completely randomized design

جدول ۱ مقادیر ترکیبات تقریبی و pH سوسیس‌های ماهی تهیه شده با درصدهای مختلف نمک و چربی

تیمارها	رطوبت	چربی	پروتئین	pH
۱/۵٪ N + ۲۰٪ O	f ۵۳/۲۵±۰/۰۲	b ۲۹/۶۱±۰/۰۲	e ۱۴/۷۶±۰/۰۰	c ۶/۴۳±۰/۰۲
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۲۰٪ O	g ۵۲/۹۰±۰/۰۰	a ۲۹/۹۲±۰/۰۲	f ۱۴/۲۵±۰/۰۰	b ۶/۵۴±۰/۰۲
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۵٪ O	c ۵۸/۹۱±۰/۰۰	d ۲۲/۹۳±۰/۰۲	d ۱۴/۸۵±۰/۰۰	ab ۶/۵۷±۰/۰۲
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۰٪ O	b ۶۶/۲۵±۰/۰۰	e ۱۲/۱۲±۰/۰۲	a ۱۷/۱۰±۰/۰۰	a ۶/۶۳±۰/۰۲
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۲۰٪ O	e ۵۳/۹۰±۰/۰۰	b ۲۹/۶۷±۰/۰۲	g ۱۴/۱۵±۰/۰۰	ab ۶/۵۸±۰/۰۲
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۱۵٪ O	d ۵۷/۶۶±۰/۰۰	c ۲۳/۵۰±۰/۰۲	c ۱۴/۹۰±۰/۰۰	b ۶/۵۴±۰/۰۲
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۱۰٪ O	a ۶۶/۶۹±۰/۰۰	e ۱۲/۰۶±۰/۰۲	b ۱۶/۵۴±۰/۰۰	ab ۶/۶۱±۰/۰۲

N = NaCl , K = KCl , O = Oil

تیمار ۱ به عنوان تیمار شاهد است. A-g حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین داده‌ها در سطح ۰/۰۵ است. داده‌ها به صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

می‌دهد. جدول ۲ آنالیز بافت را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد افزودن KCl به فرمولاسیون سوسیس، سبب افزایش سختی نمونه‌ها شد. همچنین نمونه‌های حاوی KCl و درصد چربی کمتر، به‌طور معناداری چسبندگی بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. قابلیت جویدن، شاخصی است که تحت تأثیر سختی قرار می‌گیرد. به همین دلیل نتایج آن مشابه سختی است. قابلیت ارتجاعی نمونه‌هایی که حاوی KCl بودند، نسبت به شاهد بالاتر بود اما تفاوت معناداری بین نمونه‌ها دیده نشد. این یافته‌ها هم‌سو با نتایج Ham (1986)، Collinz (1997)، Cararo و همکاران (2012) است.

در بین تمام تیمارها pH بین ۶/۴۴ تا ۶/۶۳ متغیر بود. افزودن KCl به فرمولاسیون باعث افزایش pH در نمونه‌های حاوی KCl شد. در مطالعه Horita و همکاران (2014) افزودن CaCl_2 باعث کاهش pH و افزودن KCl موجب افزایش pH گردید. نتایج این پژوهش با مطالعه Pigott و همکاران (2000) مطابقت دارد.

آنالیز بافت

در محصولات گوشتی امولسیون شده از جمله سوسیس، بافت یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های حسی است که به‌طور مستقیم با میزان چربی و ظرفیت نگهداری آب در ارتباط است که به نوبه خود قدرت و خواص عملکردی پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار

جدول ۲ تغییرات شاخص‌های سختی، چسبندگی، قابلیت جویدن و ارتجاعی سوسیس‌های ماهی تهیه شده با درصد‌های مختلف نمک و چربی

تیمارها	سختی	قابلیت ارتجاعی	چسبندگی	قابلیت جویدن
۱/۵٪ N + ۲۰٪ O	b ۲۴۸±۱۲۷/۵۰	b ۲/۰۳±۰/۱۲	a ۰/۷۵±۰/۰۶	c ۳۵۳/۸۹±۱۷۴/۵۶
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۲۰٪ O	ab ۴۰۲/۲۵±۳۴/۷۵	ab ۲/۲۸±۰/۱۷	a ۰/۸±۰/۰۱	ab ۸۴۱/۳۷±۳۳/۵۷
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۵٪ O	a ۵۵۲/۵±۵۸/۰۰	b ۲/۲۳±۰/۰۹	a ۰/۸۲±۰/۰۰	ab ۱۰۱۳/۴۷±۶۳/۴۵
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۰٪ O	ab ۳۷۱±۳۵/۰۰	b ۲/۲۱±۰/۰۵	a ۰/۸۳±۰/۰۱	bc ۶۷۹/۳۶±۵۸/۱۴
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۲۰٪ O	a ۶۱۹±۹۰/۵۰	ab ۲/۲۸±۰/۱۰	a ۰/۸۲±۰/۰۰	a ۱۱۴۶/۰۶±۱/۱۶
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۱۵٪ O	ab ۴۹۰/۷۵±۴۲/۲۵	b ۲/۱۲±۰/۱۲	a ۰/۸۴±۰/۰۰	ab ۸۷۹/۸۴±۱/۱۱
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۱۰٪ O	ab ۴۲۸/۵۰±۳۸/۵۰	ab ۲/۳۵±۰/۰۲	a ۰/۸۴±۰/۰۰	ab ۸۴۵/۱۶±۶۷/۰۳

N = NaCl , K = KCl , O = Oil

تیمار ۱ به عنوان تیمار شاهد است. ^{A-c}حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به صورت میانگین ± تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

آنالیز حسی

نمونه‌ها و نمونه شاهد مشاهده نشد. به‌طور کلی شاخص‌های حسی در طول زمان کاهش یافت، اما این کاهش معنادار نبود. بسیاری از محققان دریافتند که افزودن بیش از ۳۰ درصد KCl موجب تلخی محصول می‌شود و کمتر از آن اثرهای معناداری بر عطر و طعم ندارد. به همین دلیل در این پژوهش درصد کمتری از آن استفاده شد. این یافته‌ها هم‌سو با نتایج Tobin و همکاران (2013)، Aaslyng و همکاران (2014)، Cararo و همکاران (2012) است.

آنالیز حسی از سوی ۱۰ نفر ارزیاب انجام شد و ۶ صفت ظاهر، رنگ، بو، بافت، مزه و پذیرش کلی ارزیابی شدند که در جدول ۳ آمده است. نمونه شاهد از نظر ظاهر و بو بالاترین امتیاز را به خودش اختصاص داد، در حالی که مصرف‌کنندگان قادر به شناسایی نمونه شاهد در میان نمونه‌های حاوی نمک‌های جایگزین نبودند. نمونه‌هایی که حاوی چربی بالاتری بودند، بیشترین امتیاز را در صفت بافت به خود اختصاص دادند، اما تفاوت معناداری بین نمونه‌ها دیده نشد ($p > 0/05$). در رنگ، مزه و پذیرش کلی تفاوت معناداری بین سایر

جدول ۳ تغییرات شاخص‌های ارزیابی حسی سوسیس‌های ماهی تهیه شده با درصدهای مختلف نمک و چربی

تیمارها	ظاهر	رنگ	بو	مزه	بافت	پذیرش کلی
۱/۵٪ N+۲۰٪ O	۸/۴±۰/۲۴	۷/۸±۰/۲۰	۸/۶±۰/۳۷	۸/۲±۰/۲۴	۸/۴±۰/۴۰	۸/۲±۰/۳۷
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۲۰٪ O	۸/۲±۰/۵۸	۷/۴±۰/۵۰	۷/۶±۰/۳۷	۷/۸±۰/۴۰	۷/۴±۰/۶۰	۷/۸±۰/۳۷
۰/۵۴٪ N+ ۰/۹۵٪ K+ ۱۵٪ O	۸/۰±۰/۳۱	۷/۸±۰/۳۷	۷/۸±۰/۳۷	۷/۸±۰/۲۰	۸/۴±۰/۴۰	۸/۲±۰/۲۰
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۰٪ O	۷/۸±۰/۵۸	۸/۴±۰/۴۰	۷/۸±۰/۲۰	۸/۲±۰/۳۷	۸/۰±۰/۴۴	۸/۶±۰/۲۴
۱/۰۲٪ N+ ۰/۴۷٪ K + ۲۰٪ O	۸/۰±۰/۳۱	۸/۴±۰/۲۴	۷/۲±۰/۲۴	۸/۴±۰/۲۰	۸/۴±۰/۲۴	۸/۲±۰/۳۷
۱/۰۲٪ N+ ۰/۴۷٪ K + ۱۵٪ O	۸/۲±۰/۳۷	۸/۶±۰/۲۴	۸/۰±۰/۲۴	۸/۶±۰/۲۰	۸/۴±۰/۲۴	۸/۴±۰/۲۴
۱/۰۲٪ N+ ۰/۴۷٪ K + ۱۰٪ O	۷/۶±۰/۴۰	۷/۸±۰/۴۰	۸/۲±۰/۴۰	۸/۴±۰/۲۰	۷/۶±۰/۲۴	۸/۴±۰/۴۰

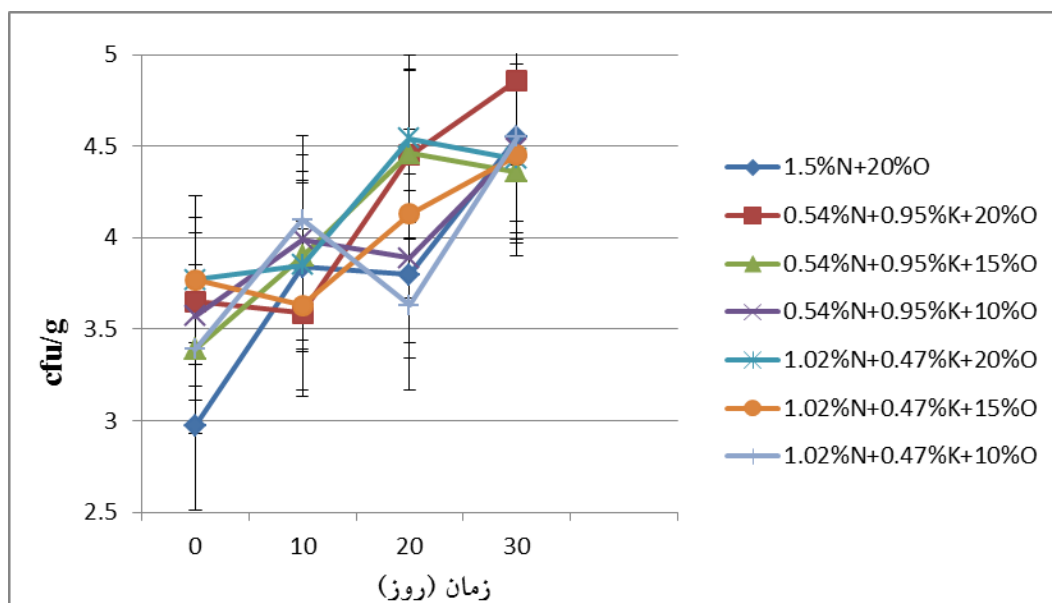
N = NaCl , K = KCl , O = Oil

تیمار ۱ به عنوان تیمار شاهد است. ^{A,b} حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به صورت میانگین ± تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

آنالیز باکتریایی

نتایج آزمایش‌های میکروبی بیانگر فقدان هر گونه کپک و مخمر و باکتری‌های سرما دوست در تمامی تیمارها در طول دوره آزمایش بود. نتایج مربوط به شمارش باکتریایی کل در شکل ۱ آمده است. نتایج این پژوهش نشان داد که جایگزینی NaCl به وسیله KCl و همچنین اضافه کردن

ادویه جات بر کیفیت میکروبی محصول در طی مدت نگهداری در یخچال اثری ندارد. طبق مطالعه Gelabert و همکاران (2003) استفاده از KCl جایگزین بسیار خوبی برای کاهش سدیم در محصولات گوشتی تخمیری است که محصول را از نظر میکروبیولوژیکی ایمن می‌کند (Carraro et al., 2012)



شکل ۱ تغییرات بار میکروبی سوسیس‌های ماهی تهیه شده با درصدهای مختلف نمک و چربی طی نگهداری در ۴ درجه سانتی گراد

آنالیز رنگ

شاخص‌ها کاهش می‌یابند. تغییر اندک ممکن است به دلیل فعل و انفعالات بین پروتئین و آب موجود در سوسیس باشد. میزان روشنایی نمونه‌ها در طول زمان افزایش یافت. در مطالعه‌ای که از سوی Gimeno و همکاران (1995) انجام شد، مشخص شد که افزودن کلرید پتاسیم باعث افزایش میزان L^* می‌شود.

رنگ یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بازارپسندی محصولات خمیری ماهی می‌باشد (Sachindra and Mahendrakar, 2010). نتایج نشان داد که جایگزینی نمک در روز صفر اثرهای معناداری روی شاخصه a^* و b^* ندارد ($p > 0.05$). ولی در طول مدت ماندگاری این

جدول ۴ تغییرات شاخص‌های رنگ سوسیس‌های ماهی تهیه شده با درصدهای مختلف نمک و چربی

تیماها	L^*	a^*	b^*
۱/۵٪ N+۲۰٪ O	80.76 ± 0.02	6.30 ± 0.02	13.70 ± 0.20
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۲۰٪ O	87.85 ± 0.02	6.30 ± 0.02	13.70 ± 0.10
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۵٪ O	78.20 ± 0.02	6.30 ± 0.02	13.70 ± 0.10
۰/۵۴٪ N + ۰/۹۵٪ K + ۱۰٪ O	78.20 ± 0.02	6.40 ± 0.02	13.40 ± 0.20
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۲۰٪ O	78.85 ± 0.03	6.30 ± 0.02	13.70 ± 0.10
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۱۵٪ O	78.40 ± 0.02	6.30 ± 0.02	13.70 ± 0.20
۱/۰۲٪ N + ۰/۴۷٪ K + ۱۰٪ O	78.20 ± 0.02	6.40 ± 0.02	13.40 ± 0.10

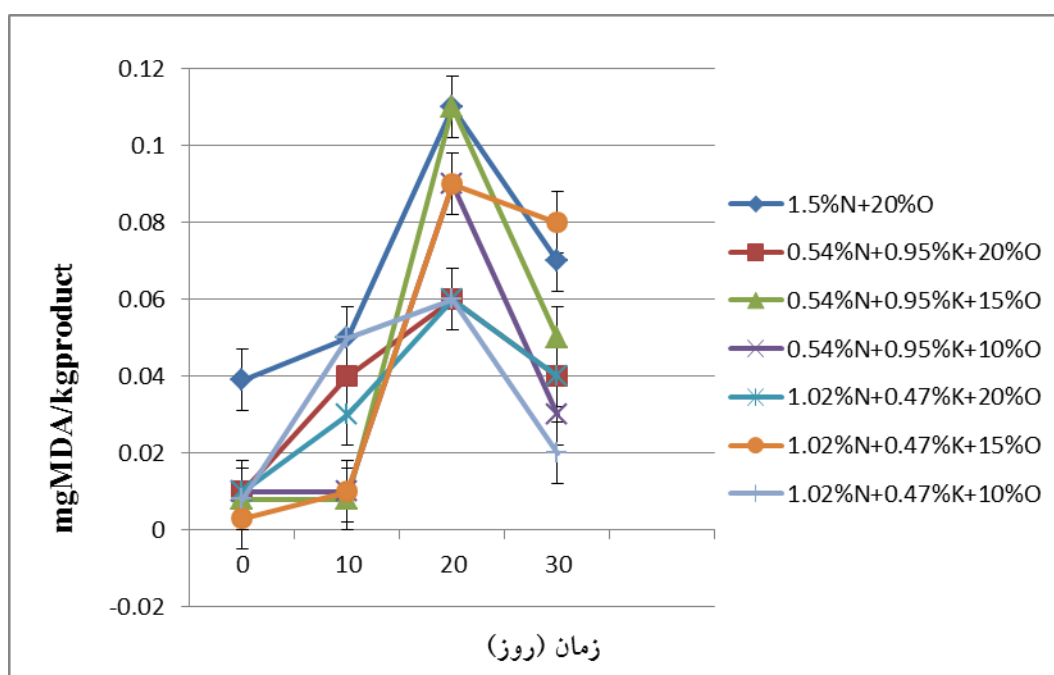
N = NaCl , K = KCl , O = Oil

تیما ۱ به عنوان تیمار شاهد است. ^{A-d} حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین داده‌ها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به صورت میانگین ۳ تکرار $\pm$ انحراف معیار بیان شده‌اند.

آنالیز TBA

گوشت ماهی به دلیل داشتن مقادیر فراوان اسیدهای چرب غیراشباع، مستعد واکنش‌های اکسیداسیون است. مواد اولیه اکسیداسیون (هیدروپروکسیدها) ناپایدار و مستعد تجزیه می‌باشند و به محصولات ثانویه‌ای نظیر آلدهیدها شکسته می‌شوند. میزان TBA در طول دوره نگهداری در همه تیمارها به صورت تدریجی افزایش یافت، اما این مقدار

کمتر از حد مجاز در طول دوره نگهداری بود. البته در ۳۰ روز نگهداری، مقدار تیوباربیوتیک کاهش یافت که شکست و تجزیه مالون آلدهید به سایر مواد (آلدهیدها و کتون‌ها) می‌تواند دلیل آن باشد (Silva and Ammerman, 1993). در سایر مطالعات نیز روند افزایشی TBA مشاهده گردید (Dincer and Cakli, 2010; Lopez-Caballerro et al., 2005). نتایج در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲ تغییرات میزان تیوباربیوتوریک اسید سوسیس‌های ماهی تهیه شده با درصدهای مختلف نمک و چربی طی نگهداری در ۴ درجه سانتی‌گراد

نتیجه‌گیری کلی

هدف نهایی سازمان‌های بهداشتی، کاهش میزان نمک و چربی در محصولات غذایی از جمله فراورده‌های گوشتی می‌باشد. کاهش میزان نمک و چربی می‌تواند اثرهایی را بر محصول نهایی بگذارد. استفاده از جایگزین‌هایی مثل KCl راهکاری خوب و مطمئن برای کاهش سدیم است. در مجموع، در این پژوهش شاخص‌های حسی در طول زمان

کاهش یافت اما این کاهش معنادار نبود. این نتایج ممکن است برای کاهش سدیم و چربی موجود در فراورده‌های گوشتی با استفاده از جایگزین KCl و کاهش چربی در فرمولاسیون‌های سنتی مفید باشد.

منابع

Abedi, A., Hosseini, S. H., Khalsar, R. and Ashabi, A. 2013. Technological functions of salt in

- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L. and Arnau, J., 2003.** Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 65(2): 833-839.
- Jimeno, O., Astiasarán, I. and Bello, J., 1999.** Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on texture and color of dry fermented sausages. *Food Chemistry*. 47(3): 873-877.
- Hamm, R. 1986.** Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. *Muscle as food*. 135-199.
- Horita, C.N., Messias, V. C., Morgano, M. A., Hayakawa, F. M. and Pollonio, M.A.R., 2014.** Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Research International*. 66: 29-35.
- Krik, R. and Sawyer, R. 1991.** Pearsons composition and Analysis of foods, 9th edn. Longman Scientific and Technical. 642-643
- Lopez-Caballerro, M. E., Goamez-Guillen, M. C., Perez-Mateos, M. and Montero, E. 2005.** A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. *Food Science*. 70: 166-171
- Pigott, R. S., Kenney, P. B., Slider, S. and Head, M.K., 2000.** Formulation protocol and dicationic salts affect protein functionality of model system beef batters. *Food Science*. 65(7): 1151-11154.
- Pourashouri, P., Shabanpour, B., Razavi, S. H., Jafari, S. M., Shabani, A. and Aubourg, S.P., 2014.** Impact of wall materials on physicochemical properties of microencapsulated fish oil by spray drying. *Food Bioprocess Technolgy*. 7(8): 2354-2365.
- Rahman, A., Hosseini, S. E. and Otadi, M. 2012.** The effect of salt (chloride calcium, magnesium and potassium), fat and gellan gum the texture of sausages. *Food and Technology Innovation*. 15: 1-11
- Rahmani Farah, K., Shabanpoor, B. and Shabani, A., 2012.** Comparison of proximate analysis and physicochemical changes in fish sausage during refrigerated storage. *Utilization and Cultivation of Aquatics*. 2: 63-82
- Raju, C. V., Shamasundar, B. A. and Udupa, K.S. 2003.** The use of nisin as a preservative in fish meat products and strategies for salt reduction. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 5: 703-711
- AOAC.1990.** Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemistry. 15th ed. 870p
- AOAC.2005.** Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C. and Koch, A. G. 2014.** The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat science*. 96(1): 47-55.
- Aggett, P. J., Antoine, J. M., Asp, N. G., Bellisle, F., Contor, L., and Cummings, J. H. 2005.** PASSCLAIM. Process for the assessment of scientific support for claims on foods. Consensus on criteria. *European Journal of Nutrition*. 44: 1-31.
- Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Svetkey, L. P. and Sacks, F. M. 1997.** A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *New England Journal of Medicine*. 336: 1117-24.
- Ben-Gigley, B., Vieites Baptista de Sousa, J. M. and Villa, T. G. 1998.** Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. *Food Protection*. 61(5): 608-615.
- Carraro, C. I., Machado, R., Espindola, V., Campagnol, P. C. B. and Pollonio, M. A. R. 2012.** The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. *Food Science*. 32(2): 289-297.
- Collins, J. E. 1997.** Reducing salt (sodium) levels in processed meat, poultry and fish products. In *Production and processing of healthy meat, poultry and fish products*, 282-297. Springer US.
- Corral, S., Salvador, A., Flores, M. 2013.** Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compound. *Meat Sciences*. 93: 776-785.
- Dahl, L. K. 1972.** Salt and hypertension. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 25: 231-244.
- DINCER, T. and CAKLI, S. 2010.** Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. *J. Aqua. Food Protection*. 19, 238-248.

of two sizes of channel catfish during frozen storage. *Applied Aquaculture*. 2(2): 39-49.

Suvanich, V., Jahncke, M. L. and Marshall, D. L. 2000. Changes in selected chemical Quality characteristic of channel Catfish Frame Mince During chilland frozen storage. *Food chemistry*. 65: 24-29.

Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M. and Kerry, J. P., 2013. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science*. 93(2): 145-152.

Webb, E. C. 2006. Manipulating beef quality through feeding. *South African Animal Science*. 7(1): 1-24

World Health Organization. 2007. Reducing salt intake in populations. Report of a WHO Forum and Technical Meeting, 185-194.

sausage stored at ambient ($28\pm 2^\circ\text{C}$) and refrigerated ($6\pm 2^\circ\text{C}$) temperatures. *Food Science*. 38: 171-185.

Rogers, R. W., 2001. Manufacturing of reduced-fat, low-fat and fat-free emulsion sausage. *Meat Science*. 443-462.

Sachindra, N. M. and Mahendrakar, N.S. 2010. Stability of carotenoids recovered from shrimp waste and their use as colorant in fish sausage. *Food Science*. 47,1: 77-83

Sanjuás- Rey, M., Pourashouri, P., Barros- Velázquez, J. and Aubourg, S.P., 2012. Effect of oregano and thyme essential oils on the microbiological and chemical quality of refrigerated (4°C) ready- to- eat squid rings. *Food Science*. 47(7): 1439-1447.

Silva, J. L., and Ammerman, G. R. 1993. Composition, lipid changes, and sensory evaluation

Effects of different levels of fat and partial substitution of NaCl with KCl on quality and shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) sausage

Seyedeh Zahra Arab^{1*}, Bahare Shabanpouri², Parastoo Pourashuri³, Kaveh Rahmani Farah⁴

1. M.Sc. Student, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran
2. Professor, Department of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Assistant Prof., Department of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4. Assistant Prof., Department of Fishery, Urmia University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Urmia, Iran

Received: 18.10.2016 Accepted: 05.03.2017
*Corresponding author: zahra_arab7043@yahoo.com

Abstract:

The effects of different fat levels and substitution of sodium chloride salt with potassium chloride on physic- chemical and sensorial properties and shelf life of fish sausage produced from minced fish in the refrigerator was investigated. The produced sausages with different fat levels (10, 15, 20%) and substitution of part of sodium chloride with potassium chloride (0.95 KCl+ 0.54 NaCl and 0.47 KCl+ 1.02 NaCl) were refrigerated for 30 days, after which the physical, chemical and sensorial evaluations were conducted. Results of the approximate composition and PH showed significant differences among different sausage formulations and the control sample ($p < 0.05$). By adding KCl to formulation, the final products had higher hardness in comparison to the control sample. Sensorial analyze didn't show any significant difference among the samples. Treatment with higher fat content got higher score in the textural properties but this difference was not significant ($p > 0.05$). There were no significant differences in color, taste and total acceptance between the treated and control samples. Generally, sensorial properties reduced in time, but this reduction was not significant. Increase of thiobarbituric acid was observed in all treatment over time but this amount never violated the normal range in any treatment. These results may be useful in reducing the amount of fat and sodium of meat products by using KCl substitute and reduction of fat in classic formulation.

Key word: Fish sausage, Sensorial, Potassium chloride, Fat, Consumer