مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تهیه کوفته و گوشت چرخ کرده از ماهی سیم سد ارس (*Abramis barama*) و ارزیابی کیفیت و زمان ماندگاری آن ها در انجماد

مینا سیف زاده[1*]، انوشه کوچکیان صبور[1]، یزدان مرادی[2]

۱ – مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، پژوهشکده آبزی پرور ی آب های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورز ی، انزلی، ایران

۲ – موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۷

کلمات کلیدی:

آنتی اکسیدان،

فرآورده‌های خمیری،

ماهیان ارزان قیمت،

محصولات با ارش افزوده،

ویژگی های حسی.

DOI: 10.22034/FSCT.22.161.165.

* مسئول مکاتبات:

m_seifzadeh_ld@yahoo.com

چکیده

ماهی سیم سد ارس به دلایلی مانند جثه کوچک، بوی نامطبوع و استخوان فراوان به شکل تازه‌خوری مصرف چندانی ندارد. ماهی سیم بیش از ۱۰۰۰ تن از صید سالانه را در سد ارس به خود اختصاص می‌دهد، که به دلیل حجم بالای صید در زمان کوتاه و نگهداری و انتقال نامناسب حدود ۹۰ درصد از این ماهیان برای تولید پودر ماهی به کار می‌رود، بنابراین مطالعه حاضر با هدف تولید گوشت چرخ کرده و کوفته از این ماهیان، ارزیابی کیفیت شیمیایی، میکروبی و حسی و زمان ماندگاری آن‌ها در دمای انجماد انجام شد. تیمارها شامل گوشت چرخ کرده و کوفته بودند (۲ تیمار). برای عمل‌آوری گوشت چرخ کرده آنتی اکسیدان BHT ۰/۲ درصد به کار رفت. تیمارها شش ماه در ۱۸ oC – نگهداری گردیدند. در نمونه‌ها سالمونلا، سودوموناس، کلی‌فرم، اشریشیاکلی و کپک و مخمر مشاهده نشدند. در گوشت چرخ کرده و کوفته TVB-N (۱۴/۲۵–۱۳/۵۳ mg/100g)، pH (۶/۹۲ – ۶/۸۹)، پراکسید (۱/۳۹ –۱/۲۹ meq/kg lipid)، TBARS(۱/۸۹ – ۱/۶۷ mg MDA/kg) و تعداد کلی باکتری‌ها (۱/۷۵ –۱/۵۳ logCFU/g) در پایان زمان نگهداری قابل پذیرش بودند. در این تیمارها استافیلوکوکوس بعد از دو ماه نگهداری مشاهده نشد. در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده ویژگی‌های حسی شامل بافت (۳/۷۲ – ۳/۲۴)، بو (۴/۱۰ – ۳/۵۲)، رنگ (۳/۶۸ – ۳/۱۵)، طعم و مزه (۳/۸۰ – ۳/۴۲) و پذیرش کلی (۳/۹۰ – ۳/۳۹) از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده رطوبت (۷۳/۲۶ – ۶۹/۱۲ درصد)، پروتئین (۱۹/۱۲ – ۱۷ /۲۴ درصد)، چربی (۴/۸۵ –۴/۷۱ درصد) و خاکستر (۱/۵۲ – ۱/۰۱ درصد) بودند. با توجه به این‌که ارزش غذایی در تیمارهای مورد بررسی از میزان بالایی برخوردار بودند، و در پایان زمان نگهداری ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی قابل پذیرش تعیین گردیدند، بنابراین تهیه کوفته و گوشت چرخ کرده از ماهی سیم به صنعت غذایی پیشنهاد می‌شود.

۱-مقدمه

ماهی و محصولات ماهی به عنوان منبع خوبی از پروتئین و ریزمغذی‌ها مانند اسیدهای چرب، مواد معدنی، اسیدهای آمینه و ویتامین شناخته می‌شوند. فرآوری ماهی در ایران از تنوع برخوردار نبوده و رایج‌ترین شکل صنعت فرآوری در کشور تولید کنسرو، برگر، فینگر، سوسیس و فیله پاک شده در بسته‌بندی‌های وکیوم و معمولی است. اما با توجه به ذخایر آبزیان، قیمت پایین و ارزش غذایی بالا تولید محصولات با ارزش افزوده از آن‌ها مانند فیش بال از جایگاه مناسبی برخوردار می‌باشد [۱]. فیش‌بال‌ها محصولات خمیری هستند که از گوشت چرخ‌کرده، خمیر یا سوریمی ماهی به همراه آرد و ادویه‌ها تهیه می‌گردند، که پس از تولید به روش‌های مختلف مانند آب‌پز یا سرخ کردن پخته می‌شوند. مطالعات متعددی در مورد تولید و ثبات کیفیت محصولات خمیری فست فود شیلاتی از جمله کیک، کراکر ، کوفته و برگر از گونه‌های ماهی دریایی انجام شد، اما در این مورد اطلاعات کمی مربوط به گونه‌های آب شیرین گرم آبی در دسترس است. ماهیان آب شیرین منابع بسیار مطلوبی از پروتئین با کیفیت بالا هستند زیرا از نظر اسیدهای آمینه ضروری متعادل هستند و قابلیت هضم بالایی دارند [۲]. پتانسیل زیادی در ماهیان آب شیرین وجود دارد که می‌تواند با موفقیت در صنعت محصولات خمیری و فرآورده‌های مبتنی بر آن شامل کوفته، برگر، فیش فینگر، استیک و سایر محصولات استفاده شود. به طور سنتی، گونه‌های ماهیان آب شیرین و دریایی برای ساخت کوفته ماهی استفاده می‌شوند. کوفته ماهی ماده غذایی بسیار محبوب و خوشمزه در صنعت فست فود شیلاتی است. توپک ماهی محصولات محبوب بر پایه گوشت چرخ کرده ماهی در منطقه جنوب شرقی آسیا به ویژه در تایلند، سنگاپور شرق و جنوب شرق آسیا، اروپا (به ویژه شمال اروپا) و برخی از کشورهای ساحلی غرب آفریقا است. کوفته‌های ماهی با کیفیت خوب به رنگ سفید، بدون بو و بافت نرم اما الاستیک می‌باشند. در آسیا آن‌ها را به عنوان میان وعده مصرف کرده یا به سوپ‌ها و غذاهای گرم اضافه می‌کنند. آن‌ها معمولاً به غذاهای چینی نسبت داده می‌شوند [۳].

در سال‌های اخیر، از آن‌جایی که افزایش شهرنشینی و جمعیت زنان شاغل رخ داده است، ترجیح مصرف‌کنندگان به طور قابل توجهی به سمت غذاهای آماده مصرف از جمله کوفته ماهی معطوف شده است. افراد شاغل به همراه نسل جدید دانشجویان و جوانان اکنون بیشتر به غذاهای راحت وابسته هستند. در نتیجه طی سال‌های اخیر مراکز متعددی برای عرضه غذاهای آماده مصرف در مناطق مختلفی افتتاح شده است، که با توجه به سادگی و راحتی تکنولوژی تولید کوفته ماهی و این که به ماشین‌آلات پیچیده نیاز ندارد، می‌توان این محصول را در مراکز عرضه فست فود و غذاهای آماده مصرف ارائه کرد [٤].

خال‌مخالی(*Scomber scombrus*)، تیلاپیا (*Tilapia mariae*)، (*Lutjanus griseus*) snapper، grouper (*Epinephelus*) و ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) ماهیانی هستند، که برای تهیه کوفته استفاده می‌شوند [۵]. ماهی سیم از خانواده کپور ماهیان *Cyprinidae* و جنس *Abramis* می‌باشد. این ماهی در تالاب انزلی و رودخانه‌های منتهی به آن، رودخانه سفیدرود، مصب رودخانه ولگا، اورال، کورا و دریاچه سد ارس زندگی می‌کند [٦]. ماهی سیم در وزن بالای ۱ کیلوگرم ارزش اقتصادی داشته و توسط مصرف‌کنندگان مورد استقبال قرار می‌گیرد. ماهی سیم ارس به دلیل بوی گوشت آن که ناشی از محیط زیست و تغذیه می‌باشد و همچنین دارا بودن استخوان‌های زیاد در بازار مورد استقبال واقع نشده و نرخ بسیار پائینی به آن اختصاص یافته است. اما با توجه به رشد خوبی که دارد، یکی از ماهیان با ارزش اقتصادی پائین به شمار می‌رود. این ماهی به دلیل گوشت نرم و استفاده گسترده در آبزی‌پروری، ماده اولیه برای تهیه محصولات خمیری مانند کوفته است. تا کنون تولید فرآورده‌هایی مانند برگر، فینگر، سوریمی و پودر پروتئینی از ماهی سیم مورد بررسی قرار گرفته است [۷ و ۸]. در حال حاضر فرآورده‌های شور و دودی محصولات این ماهی را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این اندازه‌های ریز این ماهی برای تولید

پودر ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین مطالعه حاضر با اهداف تهیه گوشت چرخ کرده و کوفته از ماهی سیم سد ارس، ارزیابی و مقایسه کیفیت میکروبی، شیمیایی و حسی و تعیین زمان ماندگاری آن‌ها انجام پذیرفت.

۲ – روش کار

ماهی سیم در وزن ۸۰۰ –۵۰۰ گرم صید شده و به صورت تازه با استفاده از یخ به نسبت ۲ برابر ورن ماهی پوشانده شده و به خط تولید کارخانه فر آوری آبزیان انتقال یافت. سپس شستشو شده و پس از زدون سر و دم و فیله کردن و شستشوی دوباره با استفاده از دستگاه Deboner گوشت–گیری گردید. سپس گوشت ماهی وارد دستگاه هم‌زن شده و به آن مواد افزودنی شامل پلی فسفات ۰/۳ درصد، سوربیتول ۱ درصد، آنتی‌اکسیدان بوتیلن هیدروکسی تولوئن (BHT) ۰/۲ درصد و نمک ۰/۳ درصد اضافه گردید. گوشت با استفاده از پلاستیک‌های پلی اتیلن در مقادیر ۲۵۰ گرمی بسته‌بندی گردید [۹ و ۱۰].

مراحل عمل‌آوری برای تهیه کوفته ماهی شامل شستشو، گوشت‌گیری، آبکشی، آبگیری، قالب گیری، بسته‌بندی و انجماد است. برای تهیه کوفته ماهی ۵۰ کیلوگرم گوشت چرخ کرده در نظر گرفته شد. سپس مواد پر کننده مانند نشاسته سیب زمینی ۱۰ درصد، نمک ۲ – ۱/۵ درصد، روغن مایع ۱ درصد، مخلوط ادویه‌جات (به نسبت برابر از دارچین، فلفل، میخک، خردل) ۲ – ۱ درصد، پودر سیر ۱ درصد، پودر پیاز ۵ درصد، یخ ۱۰ درصد، مونوسدیم گلوتامات ۱ درصد و سوربیتول ۱ درصد به آن افزوده شد. گوشت و سایر مواد در دستگاه میکسر به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط گردیدند، به–طوری‌که دمای مخلوط آماده شده در کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس حفظ گردید. کوفته‌ها به وزن ۲۵ – ۲۰ گرمی تهیه شدند. کوفته‌ها با استفاده از آب گرم ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ – ۸ دقیقه پخته شده و پس از خنک شدن با استفاده از پلاستیک‌های پلی اتیلن بسته‌بندی شدند. کوفته‌های بسته‌بندی شده در دمای ۳۵ – درجه سلسیوس منجمد شدند [۲ و ۱۰].

تیمارهای کوفته ماهی و گوشت چرخ کرده ماهی در دمای ۱۸ – درجه سلسیوس نگهداری شدند. کیفیت آن‌ها با استفاده از آزمایشات میکروبی، شیمیایی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفت و زمان ماندگاری آن‌ها تعیین شد. نمونه‌برداری برای کوفته ماهی و گوشت چرخ کرده ماهی بعد از عمل‌آوری و سپس هر ماه یک بار به مدت ٦ ماه انجام گرفت.

از عوامل شیمیائی پراکسید به روش تیتراسیون یدومتریک، تیوباربیتوریک اسید به روش رنگ‌سنجی و مجموع بازه‌ای آلی فرار به روش تیتراسیون تعیین شدند [۱۱]. از آزمایشات فیزیکی pH با استفاده از pH متر مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های حسی از جمله بو، رنگ، بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای ارزیابی شدند [۱۲]. ارزیابی حسی توسط ۳۰ نفر ارزیاب آموزش دیده زن و مرد با میانگین سنی ٤٠ – ۳۰ سال انجام شد. برای تعیین درجه مقبولیت و ارزیابی هر یک از ویژگی‌های حسی امتیاز ۵ – ۱ در نظر گرفته شد. امتیازهای ٥.٤، ۳.۲ و ۱ به ترتیب نشانگر خیلی خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد هستند. عوامل میکروبی مانند تعداد کلی باکتری‌ها [۱۳ و ١٤]، سالمونلا [۱۵]، استافیلوکوکوس [١٦]، کلی¬فرم [۱۷]، اشریشیاکلی [۱۷]، سودوموناس [۱۸] و کپک و مخمر [۱۹] به روش کشت بررسی شدند. همچنین ارزش غذائی گوشت چرخ کرده و کوفته با استفاده از رطوبت به روش آون خشک، پروتئین به روش هضم اسیدی، چربی به روش تقطیر (سوکسله) و خاکستر به روش تعیین گراویمتریک نیز تعیین گردیدند [۲۰]. نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام گرفت.

نتایج به دست آمده از آزمایشات تیمارهای گوشت چرخ کرده و کوفته ماهی در هنگام نگهداری برای بررسی تأثیر زمان

نگهداری روی تغییرات ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی تیمارهای آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۵ مورد مقایسه قرار گرفتند. برای بررسی تغییرات تیمارهای آزمایشی طی زمان نگهداری آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه به کار رفت.

۳- نتایج

جدول ۱ – ارزیابی ارزش غذایی تیمارهای گوشت چرخ کرده و کوفته ماهی سیم سد ارس هنگام نگهداری به مدت شش ماه در سردخانه (درصد)

Index	Ash		Protein		Fat		Moisture	
Treatment Sampling time (Month)	Minced fish	Fish ball	Minced fish	Fish ball	Minced fish	Fish ball	Minced fish	Fish ball
Zero time	1.27±0.23 a	1.98±1.33 a	19.54±1.42 a	18.57±1.14 a	5.32±1.15 a	5.18±1.26 a	74.84±1.17 a	73.30±1.34 a
First	1.27±0.33 a	1.98±1.14 a	19.49±1.25 a	18.19±1.11 ab	5.32±1.21 a	5.18±1.17 a	74.64±1.16 a	73.15±1.96 a
Secound	1.14±0.19 a	1.93±1.17 a	19.37±1.23 a	17.97±1.12 bc	5.21±1.12 a	5.13±1.11 a	74.53±1.18 ab	72.23±1.85 b
Third	1.11±0.24 a	1.80±1.16 a	19.31±1.24 a	17.61±1.14 c	5.19±1.15 a	4.96±1.16 a	74.13±1.19 bc	71.81±1.41 b
Fourth	1.05±0.25 a	1.72±1.27 a	19.26±1.27 a	17.53±1.34 cd	5.12±1.23 a	4.90±1.37 a	73.89±1.21 cd	71.16±1.39 c
Fifth	1.05±0.32 a	1.58±1.23 a	19.23±1.63 a	17.42±1.38 d	4.94±1.38 a	4.82±1.51 a	73.50±1.35 de	70.35±1.76 d
Sixth	1.01±0.42 a	1.52±1.26 a	19.12±1.73 a	17.24±1.56 d	4.85±1.56 a	4.71±1.73 a	73.36±1.39 e	69.12±1.34 e

Dissimilar letters in a row indicate a significant difference at the 5% level ($p<0.05$).

به‌طوری‌که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بر خلاف رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر هنگام نگهداری تیمارهای آزمایشی در سردخانه تغییرات معنی‌دار نشان ندادند (p> ۰/۰۵).

جدول ۲ – ارزیابی ویژگی های شیمیایی تیمارهای گوشت چرخ کرده و کوفته ماهی سیم سد ارس هنگام نگهداری به مدت شش ماه در سردخانه

Index	PV value(meq/kg lipid)		pH		TBARS (mg MDA/kg)		TVB-N (mg/100g)	
Treatment Sampling time (Month)	Fish ball	Minced fish	Fish ball	Minced fish	Fish ball	Minced fish	Fish ball	Minced fish
Zero time	0.53±0.12 c	0.35±0.18 c	6.12±1.17 c	6.14±1.57 b	0.19±0.05e	0.21±0.12f	9.83±1.56e	9.87±1.12f
First	0.87±0.36 bc	0.68±0.44 c	6.19±1.22 bc	6.22±1.21 b	0.42±0.23d e	0.62±0.14ed	10.70±1.89 d	10.90±1.95 e
Second	1.75±0.54 a	1.97±0.73 a	6.27±1.11 b	6.26±1.13 b	0.67±0.32d	0.84±0.24d e	11.26±1.39 c	1.99e±11.21
Third	1.65±0.35 a	1.85±0.38 a	6.41±1.14 b	6.39±1.43 b	0.83±0.35cd	0.97±0.32cd	11.98±1.48 b	1.03d±11.75
Fourth	1.59±0.49 a	1.74±0.41 a	6.56±1.28 ab	6.54±1.23a b	1.14±0.21bc	1.36±0.25bc	12.36±1.37 ab	12.56±1.23 c
Fifth	1.47±0.56 a	1.53±0.52 ab	6.75±1.33 a	6.73±1.21a	1.34±0.59ab	1.54±0.38ab	12.78±1.56 a	13.47±1.38 b

Sixth	1.29±0.59 ab	1.39±0.76 b	6.92±1.39 a	6.89±1.17[a]	1.67±0.49[a]	1.89±0.52[a]	13.53±1.68 a	14.25±1.43 a

Dissimilar letters in a row indicate a significant difference at the 5% level ($p<0.05$).

بر اساس جدول ۲ pH ، پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمارهای آزمایشی تا پایان زمان نگهداری در سردخانه تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<۰/۰۵$). این شاخص‌ها در تیمارهای آزمایشی در محدوده مجاز بودند.

جدول ۳ – ارزیابی ویژگی های حسی تیمارهای گوشت چرخ کرده و کوفته ماهی سیم سد ارس هنگام نگهداری به مدت شش ماه در سردخانه

Treatment	Fish ball					Minced fish				
Index Sampling time (Month)	Overall acceptance	Taste	Texture	Color	Odor	Overall acceptance	Taste	Texture	Color	Odor
Zero time	4.26±1.62[a]	4.19±1.60[a]	4.15±1.43[a]	4.03±1.27[a]	4.34±1.34[a]	3.71±1.39[a]	3.76±1.36[a]	3.52±1.41[a]	3.52±1.13[a]	3.93±1.38[a]
First	4.21±1.28[a]	4.11±1.21[a]	4.12±1.49[a]	3.99±1.67[a]	4.30±1.57[a]	3.70±1.25[a]	3.75±1.28[a]	3.52±1.47[a]	3.41±1.42[a]	3.89±1.42[a]
Second	4.14±1.39[a]	4.04±1.32[a]	4.07±1.75[a]	3.96±1.59[a]	4.24±1.59[a]	3.62±1.27[a]	3.66±1.22[a]	3.46±1.68[a]	3.37±1.28[a]	3.78±1.56[a]
Third	4.12±1.97[a]	3.92±1.94[a]	3.95±1.73[a]	3.85±1.82[a]	4.23±1.65[a]	3.53±1.56[a]	3.57±1.53[a]	3.37±1.79[a]	3.31±1.34[a]	3.72±1.68[a]
Fourth	3.95±1.80[a]	3.90±1.88[a]	3.86±1.49[a]	3.83±1.97[a]	4.15±1.73[a]	3.47±1.52[a]	3.52±1.58[a]	3.32±1.49[a]	3.29±1.18[a]	3.67±1.64[a]
Fifth	3.94±1.71[a]	3.84±1.75[a]	3.84±1.28[a]	3.74±1.89[a]	4.12±1.68[a]	3.40±1.62[a]	3.45±1.69[a]	3.30±1.27[a]	3.21±1.24[a]	3.60±1.48[a]
Sixth	3.90±1.78[a]	3.80±1.70[a]	3.72±1.44[a]	3.68±1.93[a]	4.10±1.57[a]	3.39±1.76[a]	3.42±1.72[a]	3.24±1.29[a]	3.15±1.35[a]	3.52±1.57[a]

Dissimilar letters in a row indicate a significant difference at the 5% level ($p<0.05$).

ویژگی‌های حسی شامل بو، رنگ، بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده طی زمان نگهداری در سردخانه تفاوت معنی‌دار نداشتند ($p>$ ۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول٤ – ارزیابی ویژگی های میکروبی تیمارهای گوشت چرخ کرده و کوفته ماهی سیم سد ارس هنگام نگهداری به مدت شش ماه در سردخانه (log CFU/g)

Treatment	Fish ball					Minced fish				
Bacteria Sampling time (Month)	*Staphylococcus* bacteria	*Salmonella*	Coliform and *Escherichia coli*	Yeast and mold	Total bacterial counts	*Salmonella*	Coliform and *Escherichia coli*	Yeast and mold	*Staphylococcus* bacteria	Total bacterial counts
Zero time	1.90±0.98^{a}	<10	<10	<10	2.72±0.36^{a}	<10	<10	<10	2.11±0.63^{a}	3.11±0.83^{a}
First	1.49±0.87^{ab}	<10	<10	<10	2.59±0.43^{ab}	<10	<10	<10	1.59±0.76^{b}	2.89±0.18^{a}
Second	1.05±0.75^{b}	<10	<10	<10	2.31±0.53^{bc}	<10	<10	<10	1.26±0.59^{b}	2.71±0.19^{a}
Third	<10	<10	<10	<10	2.18±0.35^{cd}	<10	<10	<10	<10	2.58±0.57^{b}
Fourth	<10	<10	<10	<10	1.95±0.24^{de}	<10	<10	<10	<10	2.37±0.43^{c}
Fifth	<10	<10	<10	<10	1.72±0.48^{e}	<10	<10	<10	<10	2.18±0.29^{cd}
Sixth	<10	<10	<10	<10	1.53±0.52^{e}	<10	<10	<10	<10	1.75±0.43^{d}

Dissimilar letters in a row indicate a significant difference at the 5% level ($p<0.05$).

همان طوری‌که در جدول ٤ مشاهده می‌شود، آلودگی به باکتری‌های سرمادوست، سالمونلا، کلی فرم و اشریشیا کلی و کپک و مخمر در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. باکتری‌های استافیلوکوکوس و تعداد کلی باکتری‌ها در تیمارهای آزمایشی در محدوده مجاز اعلام شده بر اساس استاندارد ملی ایران بودند. باکتری‌های استافیلوکوکوس تا ماه دوم در نمونه‌های آزمایشی کوفته و گوشت چرخ کرده وجود داشتند، و طی این مدت تفاوت معنی‌دار را به نمایش گذاشتند (p<۰/۰۵). این باکتری‌ها از ماه دوم تا پایان زمان نگهداری در سردخانه مشاهده نشدند. تعداد کلی باکتری‌ها طی زمان نگهداری در سردخانه در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار ارائه کردند (p<۰/۰۵).

٤ - بحث

محصولات غذاهای دریایی از جمله کوفته ماهی به دلیل پروتئین بالا و کلسترول پایین به طور گسترده‌ای مصرف می‌شوند [۲۱]. پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در کوفته (۱/۲۵، ٦۹/۱۲، ٤/۷۱ و ۱۷/۲٤ درصد) و گوشت چرخ کرده (۱/۰۱، ۷۲/۳٦، ٤/۸۵ و ۱۹/۱۲ درصد) ماهی مقادیر بالایی را به نمایش گذاشتند (جدول ۱). میزان رطوبت درصد آب موجود در فرآورده است. محتوای رطوبت می‌تواند بر کیفیت محصول و ماندگاری آن تأثیر بگذارد. استفاده از یخ در ترکیبات کوفته ممکن است که بر افزایش محتوای آب آن اثرگذار باشد. پژوهشگران فعالیت اصلی پلی فسفات‌های به کار رفته برای عمل‌آوری گوشت چرخ کرده را بهبود کارآیی پروتئین ماهی برای اتصال با آب می‌دانند. مکانیسم این عمل به اثبات نرسیده است، اما به طور عمده آن‌ها روی سطح ماهی اثر می‌گذارند [۲۲]. خاکستر ماده معدنی است که از احتراق مواد آلی در دمای بالا باقی می‌ماند. در گوشت چرخ کرده پلی فسفات‌ها برای افزایش ارزش غذایی فرآورده نقش مهمی دارند، زیرا توانایی آن‌ها در کلات کردن و تثبیت مواد معدنی به خوبی شناخته شده است [۲۲]. همچنین افزودنی‌های به کار رفته در عمل‌آوری گوشت چرخ کرده و کوفته نیز خود عامل دیگری برای بهبود خاکستر در این فرآورده‌ها هستند. Yusuf و همکاران (۲۰۲۳) مقادیر رطوبت، خاکستر و پروتئین را در کوفته‌های منجمد گربه ماهی (*Pangasianodon hypophthalmus*) طی ۳۰ روز نگهداری به ترتیب ۷۲/۲٦، ۱/۲۲ و ۸/۸٦ درصد تعیین کردند [۳]. Lilatul و همکاران (۲۰۲٤) پروتئین را در کوفته‌های ماهی پانگا تهیه‌شده با ۱ درصد پودر برگ مورینگا طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس مورد ارزیابی قرار دادند. کوفته ماهی حاوی مقدار زیادی پروتئین (۳۰/۲۰ – ۲۰/۸۱ درصد) بود [۵]. Kunyaboon و همکاران (۲۰۲۱) تغییرات اکسیداسیون لیپید گوشت چرخ کرده شسته شده ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) را مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران بیان کردند که چربی کل در گوشت شسته نشده از ۱۱/٤۵ به ۹ درصد تغییر کرد [۲۳]. در مطالعه حاضر مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در کوفته ۱۷/۲٤، ٤/۷۱، ٦۹/۱۲ و ۱/۲۵ درصد و در گوشت چرخ کرده ۱۹/۱۲، ٤/۸۵، ۷۲/۳٦ و ۱/۰۱ درصد تعیین شد که در مقایسه با مطالعات اخیر تفاوت داشت. تفاوت در این مطالعات در مقایسه با مطالعه حاضر را می‌توان به گونه ماهی، کاربرد آنتی‌اکسیدان، نوع عضله، وضعیت واکنش اکسیداتیو، حلالیت پروتئین‌ها، دمای انجماد، تکنیک‌های انجماد و فرآیندهای ذوب ناقص مرتبط دانست.

پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در کوفته و گوشت چرخ کرده تا پایان زمان نگهداری در سردخانه از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. با توجه به این که پراکسید و تیوباربیتوریک اسید به ترتیب در محدوده ۱۰ – ۵ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم چربی و ۲ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم قابل پذیرش هستند، این شاخص‌ها در تیمارهای کوفته (۱/۲۹ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم چربی و ۱/٦۷ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم) و گوشت چرخ کرده (۱/۳۹ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم چربی و ۱/۸۹ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم) قابل قبول بودند (جدول ۲). به دلیل وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه، این محصولات مستعد فساد در اثر اکسیداسیون لیپید هستند که سبب کاهش کیفیت آن‌ها می‌شود. با توجه به این که نرخ اکسیداسیون لیپید و پروتئین و مقدار محصولات تشکیل شده در اثر اکسیداسیون به نوع آنتی‌اکسیدان مورد استفاده بستگی دارد، بنابراین می‌توان گفت که BHT در به تعویق انداختن واکنش‌های اکسیداتیو موثر بود [۲٤]. تعیین پراکسید در محصولات چرب قابل اعتماد نیست زیرا پراکسیدهایی که در ابتدا تشکیل می‌شوند تغییر پذیر هستند و به سرعت واکنش می‌دهند تا محصولات ثانویه اکسیداسیون لیپید را ایجاد کنند. مقدار تیو باربیتوریک اسید

نشان دهنده پیشرفت اکسیداسیون و تشکیل محصولات ثانویه اکسیداسیون است. مقدار کمتر TBARS در کوفته ممکن است به دلیل فرآیند شستشو و به دنبال آن کاهش ترکیبات کربونیل در مرحله اکسیداسیون ثانویه چربی باشد. همچنین این مرحله شستشوی پروتئین‌های سارکوپلاسمی، رنگدانه‌ها، آنزیم‌ها، خون، چربی‌ها، اجزای طعم دهنده و مواد معدنی را به دنبال دارد، بنابراین دلیلی برای کاهش اکسیداسیون چربی در کوفته به شمار می‌رود [۲۵]. تولید گوشت چرخ کرده از ماهی سبب می‌شود که اکسیداسیون لیپیدها تسریع گردد، اما به دلیل این که در فرآیند عمل‌آوری گوشت چرخ کرده از آنتی‌اکسیدان استفاده شد، از پیشرفت اکسیداسیون چربی ممانعت به عمل آمد. Kunyaboon و همکاران (۲۰۲۱) تغییرات اکسیداسیون لیپید گوشت چرخ کرده ماهی کپور نقره‌ای را مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران بیان کردند که تیوباربیتوریک اسید از ۰/۵۹ به ۰/۸۶ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم رسید، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده (۱/۶۷ و ۱/۸۹ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم) کمتر است [۲۳]. Özalp Özen و Soye (۲۰۱۸) هنگام بررسی گوشت چرخ گرده ماهی ماکرل (*Scomber scombrus*) عمل‌آوری شده با ۰/۰۱ درصد BHT طی شش ماه ذخیره در انجماد یافتند که پراکسید از ۱/۸۰ به ۵ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم چربی و تیوباربیتوریک اسید از ۲/۸۸ به ۵/۳۳ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم رسید [۹]. در مطالعه حاضر این شاخص‌ها در تیمارهای کوفته (۱/۲۹ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم چربی و ۱/۶۷ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم) و گوشت چرخ کرده (۱/۳۹ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم چربی و ۱/۸۹ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم) تعیین شدند، که در مقایسه با نتایج مطالعات اخیر بیشتر است. گونه ماهی، فعالیت آبی، مقدار نمک، آنتی‌اکسیدان، تعداد باکتری‌ها و دمای نگهداری از عوامل اثرگذار بر تفاوت در نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر به شمار می‌روند.

همچنین اندازه‌گیری ترکیبات فرار مانند مجموع بازهای نیتروژنی فرار شاخص قابل قبولی برای تعیین فساد گوشت ماهی به شمار می‌رود، و نشان دهنده میزان تجزیه پروتئین‌ها به ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی به دلیل فعالیت باکتریایی و آنزیمی است، و منجر به تولید آمین می‌شود [۲۶]. با توجه به این‌که ۲۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم TVB-N در محصولات شیلاتی پذیرفته است، در مطالعه حاضر این شاخص تا پایان زمان نگهداری در تیمارهای کوفته (۱۳/۵۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و گوشت چرخ کرده (۱۴/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) از کیفیت مطلوبی برخوردار بود (جدول ۲). مقدار پایین TVB-Nدر کوفته ممکن است به دلیل حذف جزئی اسیدهای آمینه آزاد، پروتئین سارکوپلاسمی یا ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی توسط شستشو و آبگیری باشد. قابل توجه است که نیتروژن غیر پروتئینی محلول در آب هستند و ۹ تا ۱۸ درصد از کل نیتروژن ماهیچه ماهی را شامل می‌شود. اما در گوشت چرخ کرده آنزیم پروتئاز بافت تجزیه ترکیبات پروتئینی را فراهم کرده و افزایش مجموع بازهای نیتروژنی فرار را فراهم می‌آورد. Kaba و همکاران (۲۰۱۴) محتوای اولیه TVB-N کوفته ماهی آنکووی (*Engraulis encrasicolus*) پس از سرخ کردن تعیین کردند. این مقدار در پایان دوره نگهداری ۵ ماهه به ۱۳/۶۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم رسید [۲۷]، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Duman و Peksezer(۲۰۱۶b) بیان کردند که مجموع بازهای نیتروژنی فرار در کوفته ماهی *Alburnus mossulensis* طی شش ماه نگهداری در انجماد به ۲۶/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم رسید [۲۸]. در مطالعه حاضر میزان این شاخص در کوفته ۱۳/۵۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و در گوشت چرخ کرده ۱۴/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم تعیین گردید، که با نتایج مطالعه اخیر هم سو نیست. تفاوت مشاهده شده را می‌توان به تعداد باکتری‌ها، آنزیم‌های پروتئاز، دمای نگهداری و گونه ماهی ارتباط داد.

pH ویژگی مهمی برای ارزیابی تازگی غذاهای دریایی و محصولات آن ها به شمار می‌رود، که بر رنگ و خواص

بافتی گوشت محصول تأثیر می‌گذارد. با توجه به این که pH در محدوده ۷ برای محصولات دریایی قابل قبول می‌باشد، و این شاخص در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده ٦/٩٢ و ٦/٨٩ تعیین شد (جدول ۲)، بنابراین در مطالعه حاضر این شاخص در تیمارهای مورد بررسی تا پایان زمان نگهداری در سردخانه از کیفیت مطلوبی برخوردار بود. pH عاملی است که از بار باکتریایی، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، پروتئین و آنزیم‌های پروتئاز تاثیر می‌پذیرد، که در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده در حد قابل قبول بودند. علاوه بر این در کوفته وجود مرحله شستشو سبب گردید که پروتئین ها و آنزیم‌های محلول در آب حذف شده که خود دلیلی بر جلوگیری از افزایش pH است. در گوشت چرخ کرده آنزیم پروتئاز بافت در انجماد فعال باقی‌مانده و سبب پیشرفت اکسیداسیون پروتئین و تجزیه آن شده که در نتیجه افزایش یون‌های هیدروژن و pH را به دنبال دارد [۲۹]. Lilatul و همکاران (۲۰۲٤) pH را در کوفته‌های ماهی پانگا تهیه‌شده با ۱ درصد پودر برگ مورینگا طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس مورد ارزیابی قرار دادند. این پژوهشگران مقادیر pH کوفته ماهی را بین ٦/٦١ – ٦/٥٦ گزارش کردند [٥]، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر هم سو است.

در مطالعه ویژگی‌های حسی شامل بافت (۳/۷۲-۳/۲٤)، بو، رنگ و طعم و مزه در تیمارهای گوشت چرخ کرده و کوفته تا پایان زمان نگهداری در سردخانه از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند (جدول ۳). زیرا اکسیداسیون ترکیبات لیپیدی در حد قابل توجهی رخ نداد، که منجر به کاهش ویژگی‌های حسی و تغییر رنگ کوفته و گوشت چرخ کرده هنگام نگهداری گردد. زیرا دمای ذخیره‌سازی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده فرآیندهای هیدرولیز و اکسیداسیون لیپید است، و نرخ لیپولیتیک در دماهای پائین به دلیل مهار فعالیت آنزیمی بافت و آنزیم‌های آزاد شده از باکتری‌ها کاهش می‌یابد [۳۰]. همچنین به دلیل حذف پروتئین‌ها و آنزیم‌های محلول درآب، رنگ کوفته روشن‌تر شده و بوی آن با کاهش مواجه می‌گردد. علاوه بر حفظ رنگ کاهش اکسیداسیون عاملی است که از پیامدهای بعدی آن مانند تندی حاصل از تشکیل رادیکال‌های آزاد و اثرات آن‌ها بر تغییر طعم و مزه در فرآورده‌های آزمایشی جلوگیری کرد [۳۱]. سیر، پیاز و ادویه‌جات (دارچین، فلفل، میخک، خردل) به کار رفته برای تولید گوشت چرخ کرده و کوفته به عنوان طعم دهنده عمل می‌کنند. به دلیل این که سوربیتول قند نسبتا شیرینی است، طعم و مزه شیرین در تیمار کوفته مشاهده نشد. علاوه بر این منوسدیم گلوتامات به کار رفته در تولید کوفته نیز طعم دهنده بوده و در بهبود طعم کوفته تاثیرگذار است. همچنین بو و طعم ماهی تازه در حین چرخ کردن کمی از بین می‌رود. همچنین مرحله شستشوی به کار رفته برای تولید کوفته و این که عمل‌آوری حرارتی پیش نیاز تولید کوفته است که به بروز تغییرات مطلوب در بافت، رنگ، طعم و بو کمک می‌کند [۲]. بافت یکی از ویژگی‌های حائز اهمیت برای غذاهای دریایی به شمار می‌رود. کوفته و گوشت چرخ کرده ماهی از پرکننده‌هایی مانند روغن و آب تشکیل شده‌اند، که به آب‌دار شدن بافت آن‌ها کمک می‌کنند. پس از جوشاندن در آب کوفته ماهی به بافتی الاستیک و دهان خوشایند می‌رسد که می‌تواند بوی ماهی را پنهان کند [۲۱]. یکی از ترکیبات به کار رفته برای تولید کوفته نشاسته اصلاح شده است. این ترکیب دارای کاربردهای متعددی بوده، که در بین مصرف‌کنندگان سراسر جهان محبوبیت پیدا کرده است. نشاسته اصلاح شده عاملی است که می‌تواند علاوه بر این که بافت کوفته ماهی را بهبود بخشد، کوفته را در برابر تشکیل کریستال‌های یخ مقاوم سازد، زیرا کریستال‌های یخ سازه‌ای هستند که سبب آسیب به بافت فرآورده در هنگام انجماد می‌شوند [۳۲]. به این ترتیب نشاسته می‌تواند کیفیت بافت کوفته را افزایش داده و زمان ماندگاری کوفته را نیز گسترش دهد. همچنین این ترکیب توانایی گوشت ماهی را برای حفظ آب افزایش می‌دهد و برای ایجاد خمیر یک دست و صاف به آب کمتری نیاز می‌شود. همچنین می‌تواند به چسبندگی ترکیبات فرآورده، پایداری فرآورده در هنگام انجماد، ذوب، پخت و حفظ رطوبت و طعم بیشتر در هنگام پخت یا گرم

کردن دوباره کمک کند. علاوه بر این نشاسته خاصیت ارتجاعی خمیر کوفته ماهی را افزایش داده و منجر می‌شود که در حین پخت، کشیده و منبسط شود، که برای بهبود بافت کوفته اثرگذار است. همچنین به محصول نهایی ظاهری صاف و براق می‌دهد. از آن‌جایی که نشاسته بدون گلوتن است، به عنوان گزینه مناسب برای افراد حساس به گلوتن نیز عمل می‌کند [۳۳]. در گوشت چرخ کرده پلی فسفات با متورم کردن پروتئین و خواص اتصال به آب آن بافت خوبی در محصول ایجاد می‌کند. علاوه بر این سطوح پایین پلی فسفات در ترکیب با نمک برای آب‌دار بودن و لطافت بافت اثرگذار بوده و پایداری را افزایش می‌دهد [۲۲]. Yusuf و همکاران (۲۰۲۳) امتیاز شاخص‌های ظاهر، طعم و مزه و بافت را در کوفته‌های گربه ماهی هنگام ۳۰ روز نگهداری در انجماد به ترتیب ۷، ٦/٧ و ٦/٣ تعیین کردند [۳]. Lilatul و همکاران (۲۰۲٤) خواص حسی را در کوفته‌های ماهی پانگا تهیه‌شده با ۱ درصد پودر برگ مورینگا طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس مورد ارزیابی قرار دادند. پذیرش کلی ۷/۵ بود [۵]. در مطالعه حاضر امتیاز این شاخص ۳/۹۰ – ۳/۳۹ ارزیابی گردید. Budiadnyani و همکاران (۲۰۲۲) کوفته ستاره‌ای شکل را از سوریمی ماهی Swangi (*Priacanthus tayenus*) تهیه کرده و امتیازهای ظاهر (۷)، بو (۷)، طعم و مزه (۷) و بافت (۸) را قابل پذیرش بیان کردند [۱]. در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده مطالعه حاضر ویژگی‌های بافت (۳/۷۲ – ۳/۲٤)، طعم و مزه (۳/۸۰ – ۳/٤۲)، بو (٤/۱۰ – ۳/۵۲) تعیین شد. نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر هم سو است. Feng و همکاران (۲۰۱۷) آنزیم (۰/٤ درصد) را برای تولید کوفته دارای بافت نرم از golden pomfret (*Trachinotus blochii*) با استفاده از محلول بروملین بررسی کردند. تیمار با بروملین سختی را به طور قابل توجهی کاهش داد، زیرا بروملین زنجیره سبک میوزین و تروپونین را تخریب کرده، اندازه قطعات پروتئینی را کاهش داده و در نتیجه نرمی گوشت را بهبود بخشید. [۳٤] در مطالعه حاضر نیز بافت کوفته از کیفیت خوبی برخوردار بود، زیرا در ترکیبات کوفته روغن و نشاسته به کار رفته بودند، که سبب نرمی و بهبود بافت گردیدند.

یکی از معیارهای بررسی کیفیت محصولات غذایی، کمیت باکتری‌های بیماری‌زا و عامل فساد است. در تیمارهای آزمایشی ویژگی‌های میکروبی تا پایان زمان نگهداری در سردخانه از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. با توجه به این‌که حداکثر تعداد مجاز برای تعداد کلی باکتری‌ها و باکتری‌های استافیلوکوکوس در محصولات دریایی ۷ و ۳ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر هر گرم تعیین شده است، و در تیمارهای کوفته و گوشت چرخ کرده تعداد کلی باکتری‌ها (۱/۷۵ – ۱/۵۳ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر هر گرم) و استافیلوکوکوس (۱/۲٦ – ۱/۰۵ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر هر گرم) تعیین گردیدند، بنابراین این تیمارها از نظر میکروبی قابل پذیرش بودند (جدول ٤). محتوای بالای پروتئین و رطوبت موجود در گوشت ماهی، گوشت چرخ کرده و کوفته‌های تهیه شده از آن را مستعد رشد میکروارگانیسم ها می‌کند.. بنابراین این فرآورده‌ها فاسد شدنی هستند و بر اساس میزان عمل‌آوری و گنجاندن مواد افزودنی مانند ادویه‌های مختلف، سیر و پیاز ماندگاری متفاوتی دارند. اثر برخی از ادویه‌ها مانند دارچین، میخک و خردل بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها بسیار قابل توجه توجه و اثر بازدارندگی آن‌ها بر این موجودات ذره بینی به خوبی شناخته شده است. اثر ضد میکروبی ادویه‌ها به وجود ترکیبات استری، آلدئیدی، ترپنی و کتونی وابسته می‌باشد. در جوانه میخک تقریبا ۱۷ درصد اسانس وجود دارد، که ۹۵ – ۹۳ درصد آن را اوژنون تشکیل می‌دهد، که سبب می‌گردد اثر بازدارندگی و خاصیت باکتریواستاتسک بیشتری نسبت به سایر ادویه‌ها داشته باشد. اثر بازدارندگی میخک روی کپک ها و مخمرها نیز به اثبات رسیده است. پیاز و سیر نیز اثر ضد میکروبی خوبی روی فعالیت میکروارگانیسم‌ها به نمایش می‌گذارند [۳۵]. باکتری استافیلوکوکوس توانایی فعالیت در دمای ۱۸ – درجه سلسیوس را دارد، البته این توانایی نسبی بوده و همان طورکه در نتایج مشاهده می‌شود (جدول ٤)،

این باکتری‌ها پس از گذشت ۳ ماه از بین می‌روند. با توجه به استریل بودن گوشت ماهی قبل از عمل‌آوری و این که تیمار حرارتی به کار رفته برای تهیه کوفته و با در نظر گرفتن این‌که باکتری‌های مقاوم در برابر حرارت می‌توانند در این فرآیند زنده بمانند، می‌توان گفت که باکتری‌های مشاهده شده در تیمارها هنگام عمل‌آوری و به ویژه بسته‌بندی به محصول راه یافته‌اند [۳۶]. اما نگهداری تیمارها در دمای ۱۸ – درجه سلسیوس سبب ممانعت از رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌گردد. از طرفی به دلیل پائین رفتن درجه حرارت و انجماد تغییراتی در ماده غذایی از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند فعالیت آبی، pH، فشار اسمزی و تولید بلورهای یخ در سلول به وجود می‌آید که اثر تخریبی مهمی روی فعالیت میکروارگانیسم‌ها دارد. علاوه بر این به دلیل تبدیل مولکول‌های آب به ذرات یخ ویسکوزیته محیط تغییر می‌کند، که سبب ایجاد تغییراتی در پر.وتئین‌های سلولی و جدا شدن لیپو پروتئین‌ها و در نتیجه از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها می‌گردد [۳۷ و ۳۸]. در گوشت چرخ کرده پلی فسفات‌ها فلزات ضروری ساختاری از جمله یون-های کلسیم و مگنزیم دیواره سلولی را کلات می‌کنند که منجر به اثرات باکتری‌کش و باکتریولیتیک می‌شود. این فلزات احتمالاً پل‌های متقاطع را بین زنجیره‌های اسید تیکوئیک در دیواره سلولی باکتری‌های گرم مثبت تشکیل می‌دهند. علاوه بر این خاصیت ضد باکتریایی پلی فسفات بر علیه استافیلوکوکوس، اشریشیاکلی و سودوموناس به اثبات رسیده است. همچنین پلی‌فسفات ممکن است که تشکیل بیوفیلم باکتریایی را مهار کند [۳۹]. Yusuf و همکاران (۲۰۲۳) تعداد کلی باکتری‌ها را در کوفته‌های منجمد گربه ماهی $۱۰^{٤} \times ۱/۰۹$ – $۱۰^{۷} \times ۳/۳۲$ واحد تشکیل دهنده کلنی بر هر گرم طی ۳۰ روز نگهداری تعیین کردند [۳]، که درمقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر است. این محققین استافیلوکوکوس را در کوفته‌ها تعیین نکردند، و اشریشیا کلی را ۱٤/۷ لگاریتم تعداد واحد تشکیل دهنده کلنی بر هر گرم تعیین کردند، اما در تیمارهای آزمایشی استافیلوکوکوس (۱/۲٦ – ۱/۰۵ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر هر گرم) مشاهده شد، ولی کلی فرم و اشریشیاکلی مشاهده نشدند. تفاوت در نتایج این مطالعه با مطالعه اخیر ممکن است که به دلیل شرایط عمل‌آوری مانند تجهیزات و آب، ترکیبات به کار رفته برای عمل آوری، انتقال ماهی و زیستگاه باشد.

۵-نتیجه گیری

گوشت چرخ کرده و کوفته ماهی سیم طی زمان نگهداری به مدت شش ماه در سردخانه از ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی، حسی و فیزیکی مطلوبی برخوردار بودند. بنابراین تهیه گوشت چرخ کرده و کوفته از ماهی سیم به صنعت غذایی پیشنهاد می‌شود.

٦-منابع

[1] Budiadnyani, I. G. A., Azaria, P. A. B., Soni, H and Lego, S. 2022. Consumer acceptance and quality of star- shaped fish balls of Swangi fish. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 8(128): 195 -200.

[2] You, S., Tian, Y., Zhang, W., Zheng, B., Zhang, Y., Zeng, H. 2024. Quality properties of fish ball with abalone and its relationship with sensory properties. Food Chemistry: 21: 101146,https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101146.

[3] Yusuf., Y., Pato, U., Fitriani, S and Sabilianim W. 2023. Evaluation of the quality of fishballs using several types of preservatives during early frozen storage. Advances in Animal and Veterinary Sciences. 11(4): 614-623. DOI: 10.17582/journal.aavs/2023/11.4.614.623

[4] Luo, H., Sheng, Z., Guo, C., Jia, R and Yang, W. 2021. Quality attributes enhancement of ready-to-eat hairtail fish balls by high-pressure processing, LWT. 147: 111658, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111658.

]5] Lilatul, I., Sadek, A., Umme, S., Anisur, R and Monjurul, H. 2024. Physical, nutritional, and sensory characterization of pangas fish ball incorporated with moringa leaves powder. Food Chemistry Advances. 4: 100715, https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100715

]6] Kottelat, M. and Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp. (Ref. 59043)

]7] Asadpour, Y´. and Sadeghi, M. H and Ganji, S. 2015. Production of surimi from Aras dam Abramis brama fish and determination of its quality factors. Food Industry Research. 26 (2): 208 – 301 https://civilica.com/doc/1568811

]8] Parvizkorandeh, M and Rahmani Farah, K., Shafipour, H and Bayat, J. 2016. Production of protein powder from Aras dam fish. The Second National Conference of New Technologies and Sciences in Aquaculture, Malayer. https://civilica.com/doc/1326331.

]9] Özalp Özen, B and Soyer, A. 2018. Effect of plant extracts on lipid and protein oxidation of mackerel (Scomber scombrus) mince during frozen storage. Journal Food Science Technology. 55(1):120-127. doi: 10.1007/s13197-017-2847-6.

]10] Koochian Sabour, A., Zare Geshti, Q., Seifzadeh, M. and Yousefi, A. 2010. Investigation, preparation and packaging of ground fish meat in shell frozen from Aras dam farmed fish. Iranian Fisheries Science Research Institute.

]11] AOAC. 2005. Official methods analysis, 18th (Ed.), Association of official analytical chemists, AOAC International, Washington, D.C., USA.

]12] Gilbert, S. W. 2013. Applying the hedonic method (Technical Note 1811) (First Edition). Washington, D.C: Natural Institute Standard Technology. September 2013. 32 P. Doi.org/10.6028/NIST.TN.1811.

]13] Andrews, W. H and Hammack, T. S. 2003. Food sampling and preparation of sample homogenate. FDA.

]14] Maturin, L, J and Peeler, J, T. 2001. Aerobic plate counts. FDA.

]15] Andrews (ret.), W. H., Wang, H., Jacobson (ret.), A., Ge, B., Zhang, G and Hammack, T. 2003. Bacteriological Analytical Manual (BAM) Chapter 5: Salmonella. FDA.

]16] Lancette, G. A and Bennett, R.W. 2001. Staphylococcus aureus and Staphylococcal Enterotoxins. In: Downes, F.P. and Ito, K., Eds., Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4 Edition, APHA, Washington DC, 387-403.

]17] Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., Burkhardt, W., Shellfish, M and Water, B. 2002. BAM Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. Bacteriological analytical manual. 13(9): 1-13.

]18] Iranian National Standard No. 3140. 2003. Identification method of Pseudomonas aeruginosa in food. Iranian Standard and Industrial Research Institute.

]19] Tournas, V., Stack, M. E., Mislivec, P. B., Koch, H. A and Rbandler, R. 2001. Yeasts, Molds and Mycotoxin. FDA.

]20] FAO. 1986. Food and nutrition paper manuals of food quality control food analysis: Quality, adulteration, and tests of identity. Rome: Food and Agriculture Organization. 326 P. https://www.fao.org/3/W6530E/W6530E.

]21] Gao, R., Wijaya, G. Y.,Yu, J.,Jin, W., Bai, F and Wang, J. 2020. Assessing gel properties of Amur sturgeon (Acipenser schrenckii) surimi prepared by high-temperature setting (40 °C) for different durations. Journal of the Science of Food and Agriculture. 100 (7): 3147-3156, 10.1002/jsfa.10349

]22] Lemos Junior, W. J. F., Santinello, D., Mohammadzadeh, S., Treu, L., Sant'Ana, A. S and Campanaro, S. 2024. Polyphosphate in food systems: Their roles and applications in foods and contribution to sustainable processing practices. Trends in Food Science and Technology. 152: 104696 https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104696.

]23] Kunyaboon, S., Thumanu, K., Park, J. W., Khongla, C and Yongsawatdigul, J. 2021. Evaluation of Lipid Oxidation, Volatile Compounds and Vibrational Spectroscopy of Silver Carp during Ice Storage as Related to the Quality of Its Washed Mince. Foods. 10: 495.

]24] Simbine, E. O., Rodrigues, L. C and Mfc, B. 2022. Cinnamomum zeylanicum extracts reduce lipid oxidation in broadband anchovy (Anchoviella lepidentostole) minced fish. Food Sci. Technol (Campinas) 42 (2): 1 -10. https://doi.org/10.1590/fst.46420

]25] Pan, J. F., Jia, H., Shang, M. J., Xu, C., Lian,H. L and Li, H. W. 2018. Physiochemical properties and tastes of gels from Japanese Spanish mackerel (Scomberomorus niphonius) surimi by different washing processes. Journal of Texture Studies. 49 (6): 578-585, 10.1111/jtxs.12357

]26] Nakazawa, N and Okazaki, E. 2020. Recent research on factors influencing the quality of frozen seafood. Fisheries Science. 86 (2): 231-244, 10.1007/s12562-020-01402-8

]27] Kaba, N., Corapci, B., Eryasar, K., Yücel, S and Yesilayer, N. 2014. Determination of shelf life of fish ball marinated after frying process. Italian Journal of Food Science: 26 (2): 162-168.

]28] Duman, M and Peksezer, B. 2016b. Quality changes of fish balls prepared from of mosul bleak (Alburnus mossulensis) stored at -18 ºC under air or vacuum. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 33(3):285 DOI: 10.12714/egejfas.2016.33.3.14

]29] Duman, M and Peksezer, B. 2016a. Chemical and sensory quality changes in fish balls prepared from Alburnus mossulensis Heckel, 1843 during frozen storage. Journal Of Applied Ichthyology. https://doi.org/10.1111/jai.13039

]30] Suárez-Medina MD, Sáez-Casado MI, Martínez-Moya T, Rincón-Cervera MÁ. 2024. The effect of low temperature storage on the lipid quality of fish, either alone or combined with alternative Preservation Technologies. Foods. 13 (7):1097. doi: 10.3390/foods13071097.

]31] Lu, H., Zhang, L., Li, Q and Luo, Y. 2017. Comparison of gel properties and biochemical characteristics of myofibrillar protein from bighead carp affected by frozen storage and a hydroxyl radical-generation oxidizing system. Food Chemistry. 223 (2017): 96-103, 10.1016/j.foodchem.2016.11.143

]32] Yang, F., Jing, D. T., Yu, D. W., Xia, W. S., Jiang, Q. X and Xu, Y. S. 2019. Differential roles of ice crystal, endogenous proteolytic activities and oxidation in softening of obscure pufferfish fillets during frozen storage. Food Chemistry. 278 (2019): 452-459, 10.1016/j.foodchem.2018.11.084

]33] Wu, M. G., Wang, J. H., Hu, J., Li, Z. K., Liu, R and Liu, Y. 2020. Effect of typical starch on the rheological properties and NMR characterization of myofibrillar protein gel. Journal of the Science of Food and Agriculture. 100 (1): 258-267, 10.1002/jsfa.10033

]34] Feng, X., Zhu, Y., Liu, Q., Lai, S and Yang, H. 2017. Effects of Bromelain Tenderisation on Myofibrillar Proteins, Texture and Flavour of Fish Balls Prepared from Golden Pomfret. Food and Bioprocess Technology. 10: 1918-1930 DOI: 10.1007/s11947-017-1963-7

]35] Dang, H. T. T., Gudjónsdóttir, M., Tómasson, T., Nguyen, M. W., Karlsdóttir, M. G and Arason, S. 2018. Influence of processing additives, packaging and storage conditions on the physicochemical stability of frozen Tra catfish (Pangasius hypophthalmus) fillets. Journal of Food Engineering. 238 (2018): 148-155, 10.1016/j.jfoodeng.2018.06.021

]36] Akter, A., Islami, S. N., Reza, M. S., Shikha, D. H and Kama, M. 2013. Quality evaluation of fish ball prepared from frozen stored striped catfish. Journal Agroforesty Environment. 7 (1): 7-10.

]37] Jia, R.,Jiang, Q., Kanda, M., Tokiwa, J., Nakazawa, N and Osako, K. 2019. Effects of heating processes on changes in ice crystal formation, water holding capacity, and physical properties of surimi gels during frozen storage.

Food Hydrocolloids. 90 (2019): 254-265, 10.1016/j.foodhyd.2018.12.029

]38] Du, X., Chang, P., Tian, J., Kong, B. H., Sun, F. D and Xia, X. F. 2020. Effect of ice structuring protein on the quality, thermal stability and oxidation of mirror carp (Cyprinus carpio L.) induced by freeze-thaw cycles. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie-Food Science and Technology. 124 (2020): 109140, DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109140

]39] Kozak, M., Stasiuk, A., Vlizlo, V., Ostapiv, D., Bodnar, Y., Kuz'mina, N., Figurka, N., Nosova, N., Ostapiv, R and Kotsumbas, I. 2023. Polyphosphate Ester-Type Transporters Improve Antimicrobial Properties of Oxytetracycline. Antibiotics. 12: 616. https://doi.org/10.3390/antibiotics12030616

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Preparing fishballs and ground meat from Aras dam *Abramis barama* and evaluating their quality and shelf life in freezing

Mina Seifzadeh[1]*, Koochakian Sabour, A[1] and Morady, Y[2]

1 - National Fish Processing Research Center, Inland Water Aquaculture Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Anzali, Iran.

2 - Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/10/30

Accepted:2024/2/25

Keywords:

Antioxidant,
Cheap fish,
Paste products,
Sensory characteristics,
Value-added products.

DOI: 10.22034/FSCT.22.161.166.

*Corresponding Author E-

m_seifzadeh_ld@yahoo.com

ABSTRACT

Abramis brama of Aras Dam is not consumed fresh for reasons such as small size, unpleasant smell, and many bones. *Abramis brama* accounts for more than 1000 tons of the annual catch in Aras Dam. Due to the high volume of catch in a short time and inappropriate storage and transportation, about 90% of these fish are used for fish meal processing. Therefore, the present study was conducted to produce ground meat and fishballs from these fish, evaluating their chemical, microbial, and sensory quality and shelf life at freezing temperatures. The treatments included ground meat and fishballs (2 treatments). 0.2% BHT antioxidant was used to ground meat production. The treatments were kept at -18 °C for six months. *Salmonella*, *Pseudomonas*, coliform, *Escherichia coli*, mold, and yeast were not observed in the samples. In minced fish and fishballs TVB-N (13.53-14.25 mg/100g), pH (6.89-6.92), peroxide (1.29-1.39 meq/kg lipid), TBARS (1.67-1.89 mg MDA/kg) and the total bacterial counts (1.53-1.75 logCFU/g) were acceptable at the end of storage time. Staphylococcus was not observed in these treatments after two months of storage. Sensory properties including texture (3.24 - 3.72), odor (3.52 – 4.10), color (3.15 - 3.68), taste (3.42-3.80), and overall acceptance (3.39-3.90) were of good quality in fishball and minced fish treatments. Moisture, protein, fat, and ash were 69.12 - 73.26%, 17.24- 19.12%, 4.71 - 4.85%, and 1.01 - 1.52%, respectively in fishball and minced fish treatments. Because the nutritional value of the examined treatments was high, and chemical, microbial, and sensory characteristics were determined acceptable at the end of the storage time, the food industry is advised to prepare fishballs and ground meat from Abramis brama.