

مطالعه مقایسه‌ای شاخص‌های حسی، شیمیایی، میکروبی و ترکیب اسیدهای چرب ماریناد پخته و سرخ شده تهیه شده از ماهی کپور نقره‌ای در زمان نگهداری در دمای ۴°C

مسعود هدایتی فرد^{۱*}، سیده عاطفه کاوسی^۲، مریم خاورپور^۳

۱) گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد قائم‌شهر دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

۲) دانش آموخته تکنولوژی مواد غذایی، واحد آیت الله آملی دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

۳) گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، واحد آیت الله آملی دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

(دریافت مقاله: ۵ مرداد ماه ۱۳۹۵، پذیرش نهایی: ۲۶ مهر ماه ۱۳۹۵)

چکیده

زمینه مطالعه: اصطلاح "ماریناد ماهی" به محصولات نیمه حفاظت شده‌ای اطلاق می‌شود که با غوطه‌وری در محلول سرکه یا اسیدهای آلی و نمک تهیه شده‌اند. **هدف:** این مطالعه با هدف بررسی مقایسه‌ای ارزش غذایی (pH، چربی، پروتئین، رطوبت، خاکستر)، شاخص‌های شیمیایی (TVB-N، TBA، PV، FFA)، جمعیت میکروبی (TC، Mold)، پروفایل و ترکیب اسیدهای چرب و نیز ویژگی‌های ارگانولیتیک ماریناد پخته و سرخ شده تهیه شده از ماهی کپور نقره‌ای طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ۴°C انجام گرفت. **روش کار:** برای این منظور از ماهیان تازه، با استفاده از فرمولاسیون، انواع محصول ماریناد تولید شد. سپس محصولات در دمای ۴°C نگهداری و در فواصل ۱۰ روزه نمونه‌گیری و شاخص‌های کیفی اندازه‌گیری گردید. **نتایج:** نتایج نشان داد که میزان رطوبت، پروتئین و چربی در ماریناد پخته و سرخ شده تفاوت معنی‌داری ندارد ($p > 0/05$). مقادیر TBA، PV و FFA بین نمونه‌های ماریناد نیز معنی‌دار نبود ($p > 0/05$)، لیکن مقادیر TVB-N (به ترتیب با ۱۰۰g/ ۱۶/۴۶ mg و ۱۸/۹۱) بین ماریناد پخته و سرخ شده دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p < 0/05$). تفاوت بین شمارش کلی باکتری‌ها در روز آخر نگهداری (بترتیب با Log cfu/g ۴/۱۹ و ۴/۸۹) و هم‌چنین بین مجموع کپک و مخمر (بترتیب با Log cfu/g ۲/۴۷ و ۲/۶۰) در ماریناد پخته و سرخ شده در تمام طول نگهداری دیده شد ($p < 0/05$). در ارزیابی ارگانولیتیک، مقبولیت ماریناد سرخ شده در شاخص‌های ظاهر، رنگ، بافت و طعم بیشتر بود ($p < 0/05$) اما ماریناد پخته طعم بهتری داشت ($p < 0/05$). با این حال در پذیرش کلی تفاوتی دیده نشد. مقادیر بالاتری از اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ و EPA+DHA در ماریناد سرخ شده حضور داشتند ($p < 0/05$). برخلاف سرخ کردن، پختن موجب کاهش میزان UFA شد. **نتیجه‌گیری نهایی:** کیفیت هر دونوع ماریناد طی نگهداری ۳۰ روزه در دمای یخچال قابل قبول بود ولی شاخص‌های حسی حاکی از برتری کلی ماریناد سرخ شده بود.

واژه‌های کلیدی: ارگانولیتیک، اسید چرب، کنترل کیفی، عمر ماندگاری، ماریناد

مقدمه

و نیازی به سرمایه‌گذاری کلان ندارد (۳۶).

تولید ماریناد غالباً به عنوان محلول غوطه‌وری محصولات گوشتی به منظور خواص آنتی‌باکتریایی آن مورد تحقیق قرار گرفته است (۳۸). اما همانگونه که از نام آن بر می‌آید، ماریناد یک فرآورده دریایی محسوب می‌شود؛ فرآیند ماریناد سازی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری فرآورده‌های شیلاتی در اروپا است (۶). محصولات دریایی ماریناد شده، با اسیدهای استیک و سیتریک، نمک، شکر و روغن تهیه می‌شوند (۲۶). به طور کلی، دلیل اصلی افزایش عمر ماندگاری و ایمنی محصول ماریناد، بسته به نوع اسید آلی، غلظت نمک NaCl و میزان نهایی pH محصول است (۱۴، ۱۳). نفوذ مناسب نمک و اسید استیک و سایر مواد محلول ماریناد موجب بهبود طعم و مزه محصول می‌گردند (۴۸). ماریناد ماهی در قرن ۱۷ نقش مهمی در اقتصاد غذایی مردم اروپای شمالی داشته است. امروزه ۲۰۰ نوع ماریناد در جهان تولید می‌شود و بیشترین توسعه آن در بین کشورهای غربی و خصوصاً مربوط به کشور آلمان می‌باشد (۴۷). میزان نفوذ نمک و اسید استیک به فاکتورهایی مثل گونه ماهی، نوع

در حال حاضر سرانه مصرف ماهی در دنیا ۱۹kg است (۱۲) اما سرانه مصرف آذربایجان در ایران همچنان پایین و مطابق آمار رسمی، در حدود ۱۰/۲kg برای هر نفر در سال می‌باشد (۳۳). به منظور افزایش مصرف سرانه آذربایجان بطوریکه به آمارهای متوسط مصرف جهانی نزدیک شود، تنوع و تعدد محصولات شیلاتی اهمیت پیدا می‌کند.

ماریناد (Marinade) یک فرآورده نیمه حفاظت شده (Semi-Conserved) از ماهی است که به کمک اسیدهای خوراکی مثل اسید استیک، نمک و برخی افزودنی‌ها تهیه می‌شود و طی آن علاوه بر ایجاد طعم و مزه مطلوب و نگهداری فرآورده در محیطی سرد، از رشد و نمو میکروارگانیزم‌های عامل فساد و فعالیت آنزیم‌ها جلوگیری به عمل می‌آید (۳۷). فرآیند تولید انواع ماریناد بخوبی معرفی شده است (۴۳). از ماریناد به عنوان غذای اصلی، پیش غذا و گاهی به عنوان چاشنی غذا نیز استفاده می‌شود. از طرفی Hecer در سال ۲۰۱۱ از ماریناد برای تهیه سالاد از محصولات دریایی تهیه نمود (۱۹). خط تولید این فرآورده بسیار ساده بوده



داده می‌شوند (۳۶).

یکی از مهمترین ماهیان پرورشی گرمابی در ایران ماهی کپور نقره‌ای یا فیتوفاگ ۱ می‌باشد که متعلق به رده ماهیان استخوانی و از خانواده بزرگ کپور ماهیان است (۴۶). این ماهی به دلیل استفاده از سطح اول هرم غذایی (فیتوپلانکتون‌ها)، رشد سریع، زندگی گله‌پذیری، امکان تکثیر مصنوعی، هزینه تولید پایین و ضریب تبدیل غذایی بالا، کیفیت مطلوب گوشت و ارزش غذایی مناسب، به عنوان یکی از فراوان ترین ماهیان پرورشی در تمام جهان شناخته می‌شود.

ارزش غذایی ماهی به دلیل وجود اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ و ضرورت وجود آن در جیره غذایی انسان بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. ترکیب اسیدهای چرب ماهی از ویژگی‌های منحصر به فردی برخوردار است (۲۱). حضور چند پیوند دوگانه در زنجیره کربن اسیدهای چرب غیر اشباع، از ویژگی‌های شاخص این دسته از اسیدها می‌باشد. تعداد این پیوندها در بافت ماهیان بین یک تا شش متغیر است و هر چه طول زنجیره بیشتر و تعداد پیوند دوگانه افزایش یابد از لحاظ ارزش غذایی اهمیت فرآورده فزونی می‌یابد (۲۲، ۲۱). اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ جزء همین گروه بوده، نقش بسیار مهمی در رشد و نمو و فعالیت عروق کرونر و سیستم‌های ایمنولوژی بر عهده دارند (۲۳). گزارش‌های ارائه شده نشان داده است که اسیدهای چرب موجود در محصولات دریایی از توسعه آرتروز جلوگیری می‌کنند و فقدان این گروه می‌تواند باعث ورقه ورقه شدن پوست، آماس پوستی و کاهش هوش گردد (۲، ۱). سری اسیدهای چرب امگا-۳ ماهی‌ها، سطح تری گلیسرید سرم خون و کلسترول را کاهش داده در نتیجه احتمال خطر ترومبوزیس که از دلایل اصلی حملات ناگهانی قلبی است را کاهش می‌دهد (۲۲). گروه امگا-۶ خالص نیز موجب کاهش فشار خون و ویسکوزیته و گرانروی آن می‌گردد که خود باعث تغییر شکل سلول‌های خون و در نهایت آسان‌تر شدن عبور آن‌ها در داخل مویرگ‌ها می‌شود (۴۵). در پژوهش حاضر با استفاده از گوشت ماهی کپور نقره‌ای، اقدام به تهیه دو نوع ماریناد سرخ شده و پخته گردید و ضمن مقایسه ارزش غذایی، شاخص‌های کیفی، حسی و بار میکروبی هر دو محصول، عمر ماندگاری آن‌ها در زمان نگهداری در دمای ۴°C مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت و در ادامه ترکیب اسیدهای چرب ماهی تازه و اثرات فرآوری به صورت ماریناد روی آن نیز بررسی شد.

مواد و روش کار

تهیه نمونه‌ها: در بهار ۱۳۹۲ تعداد ۲۰ کپور نقره‌ای (مجموعاً ۱۰kg) پس از تهیه مزرعه آبی‌پروری کهنه‌گوراب (فومن، گیلان)، در کمتر از چهار ساعت و با رعایت شرایط صحیح انتقال همراه با یخ به نسبت ۱:۱ و در ظروف حمل و نقل پلی اتیلن به آزمایشگاه تخصصی کنترل کیفیت مواد غذایی مازندران انتقال یافتند. ماهی‌ها به سه گروه تقسیم شدند که گروه

عضله، اندازه ماهی، ضخامت فیله، وزن، ترکیب شیمیایی (خصوصاً تراکم و توزیع چربی)، وضعیت فیزیولوژیک ماهی، روش نمک سود کردن، غلظت آب نمک، درجه حرارت عمل آوری، انجماد و یخ‌گشایی ماهی بستگی دارد.

Cabrer و همکاران در سال ۲۰۰۲ (۹) گزارش کردند در pH پایین با ماریناد کردن ماهی در اسید استیک، می‌توان فعالیت اغلب آنزیم‌ها را کاهش داد. Aksu و همکاران در سال ۱۹۹۷ (۵) برخی تغییرات ماریناد آنچووی را در طول فرآیند و در غلظت‌های متفاوت نمک-اسید بررسی کردند و Bjorkoth در سال ۲۰۰۵ تغییرات اکولوژی میکروبی ماریناد محصولات گوشتی را مورد مطالعه قرار داد (۷). Cabrer و همکاران در سال ۲۰۰۲ (۹) تغییرات فیزیکی و شیمیایی ماهی آنچووی (*Engraulis anchoita*) را طی فرآیند مارینادسازی (*Marination*) و Sallam و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۴۲) همین روند را روی ماهی ساری (*Cololabis saira*) اقیانوس آرام و Cakli و Kilinc در سال ۲۰۰۵ (۳۰) پیرامون ماریناد ساردین (*Sardina pilchardus*) در سس گوجه فرنگی بررسی کردند و Giuffrida و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۱۴) با تقابل باکتری لیستریا (*Listeria*) و ماریناد باس دریایی، شرایط بهداشتی آن را ارزیابی کردند.

بهبود ویژگی‌های عملکردی نمک می‌تواند منجر به افزایش عمر ماندگاری محصولات ماریناد گردد (۱۳). و حتی محصول از آلودگی‌های ثانویه خارجی نیز محافظت می‌شود (۲۹).

تولید ماریناد در ایران از سال ۱۳۱۸ توسط کارشناسان شوروی سابق در شرکت مختلط ماهی ایران و شوروی (از سال ۱۳۳۱ به شرکت سهامی شیلات ایران تغییر یافت) صورت می‌گرفت و فرآورده تولید شده به کشور شوروی صادر می‌شد (۴۷). باتوجه به اینکه روش‌های قدیمی و سنتی فرآوری، خطر ابتلا به بیماری‌ها و مسمومیت‌ها، هزینه بالا، آلودگی میکروبی و کاهش کیفیت را به همراه دارد، ماریناد محصول مناسبی برای فرآوری ماهی است که هیچکدام از مشکلات فوق را نداشته، با ذائقه ایرانیان نیز تطابق دارد، با امکانات کم قابل تهیه و نگهداری بوده و در حرارت ۱۰°C به مدت ۶ ماه قابل نگهداری است و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد (۱۱). از طرفی استخوان ماهی هنگام خوردن آن مشکلاتی را برای مصرف کننده به همراه دارد ولی ماریناد فاقد هرگونه استخوان هنگام مصرف است که به خاطر حل شدن استخوان در اسید استیک به هنگام فرآوری می‌باشد (۱۱).

مارینادها بر اساس نحوه عمل آوری به ۳ گروه سرد یا خام، سرخ شده و پخته طبقه بندی می‌شوند (۴۴). ماریناد سرد همانطور که از نامش پیداست دسته‌ای از مارینادها هستند که اجزاء آن در معرض حرارت قرار نمی‌گیرند (۳۷). در ماریناد سرخ شده، ماهی پس از آماده سازی معمولاً با آرد سوخاری در روغن سرخ شده و با اسید استیک پوشانده می‌شود و در ماریناد پخته ماهی، محتویات ماهی با اسید و نمک خوراکی عمل آوری شده و حرارت



پروتئین محصول و به روش Hasegawa در سال ۱۹۸۷ (۱۷) اندازه گیری گردید.

شناسایی پروفایل و ترکیب اسیدهای چرب بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC-7890 A, Agilent Technol) با دکتور یونش شعله‌ای (FID) با لوله موئینه و ستون ۵۰mm x ۰/۲۵ mm صورت گرفت (۲۴،۴۵). بطوریکه پس از استخراج چربی، متیل استرهای اسیدچرب توسط استری شدن و آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌ها توسط GC انجام شده، هلیوم به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. طی یک برنامه حرارتی درجه حرارت تزریق ۲۴۰°C، ردیاب ۲۸۰°C، ستون ۱۶۰°C، حجم تزریق ۱ml، دمای ستون ابتدا به مدت ۵ دقیقه در ۱۶۰°C ثابت بود و سپس طی ۵ دقیقه دمای ستون به ۱۸۰°C رسید، ۱۰ دقیقه در این دما ثابت ماند و طی ۵ دقیقه دما به ۲۰۰°C رسید و پس از یک دقیقه به دمای ۲۲۰°C رسید و ۵ دقیقه نیز در این دما نگه داشته شد تا تمام ترکیبات خارج گردند. سرعت گاز حامل ۰/۵، مقدار تزریق ۱ μm و نرخ شکافت (Split ratio) ۱:۱۰ بود. متیل استرهای اسید چرب با استفاده از استانداردهای معرف (Merk) Germany) و برحسب ۱۰۰g/۱ تعیین شدند.

ارزیابی حسی: ارزیابی حسی و ارگانولپتیکی مورد نظر با ارزیابی پارامترهای ظاهر، رنگ، بافت، طعم، بو و پذیرش کلی و مطابق روش پیشنهادی (۳۵) و با ۱۵ پانلیست نیمه آموزش دیده انجام گرفت. بطوریکه برای ارزیابی پارامترهای حسی به نمونه‌های دارای درجه کیفی ۱ نمره ۱۶-۱۵/۰، درجه کیفی ۲ نمره ۱۴/۹۰-۱۳/۰، درجه کیفی ۳ نمره ۱۲/۹۰-۱۱/۰، درجه کیفی ۴ با امتیاز ۱۰/۹۰-۶/۰ و نمونه‌های غیر قابل مصرف، امتیاز کمتر از ۶/۰ داده شد؛ امتیازات اعضاء پانل مورد محاسبه قرار گرفت. **تجزیه و تحلیل آماری:** شاخص‌های شیمیایی و میکروبی از زمان صفر و هر ۱۰ روز یکبار تا روز سی ام، ترکیب اسیدهای چرب و ارزیابی حسی در زمان‌های صفر و ۳۰ صورت پذیرفت. نتایج تمامی آزمون‌ها از میانگین سه تکرار بدست آمد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با آنالیز واریانس یکطرفه و با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS for Windows، ۱۱/۰۵ انجام و جهت تعیین اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها، از آزمون جداساز توکی در سطح اطمینان ۹۵٪ ($p < 0/05$) استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها بین دو نمونه از آزمون T-Test و همچنین به منظور آنالیز آماری داده‌های حاصل از ارزیابی حسی از آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) استفاده گردید. تست همگن بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام شده و نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نمودارها با استفاده از برنامه نرم افزاری Excel (نسخه ۲۰۱۰) ترسیم شد.

نتایج

تغییرات ارزش غذایی ماهی تازه، ماریناد پخته و ماریناد سرخ شده

نخست به عنوان نمونه خام جهت آزمایش‌های مربوطه جدا و دو گروه مابقی برای تهیه ماریناد سرخ و پخته مورد فرآیند قرار گرفتند.

فرآیند تولید ماریناد: برای تهیه ماریناد پخته، ماهی‌ها بعد از تخلیه اعما و احشاء، استخوان گیری و پوست گیری شده و به صورت فیله در آمدند و در آب نمک ۵٪ به مدت ۲۰ دقیقه شستشو شدند، سپس گوشت‌های تهیه شده در اسید استیک ۱۰٪ به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۸۵°C حرارت داده شدند (۳۷). بعد از سرد شدن، مواد ترکیب محلول ماریناد به ازای ۱٪ وزنی فیله ماهی اضافه شدند. مواد افزودنی مورد استفاده شامل: رازیانه، میخک، فلفل سیاه، فلفل سفید، جوز هندی، دارچین، زنجبیل، خردل، سیر و زیره سیاه بود. شکر مورد استفاده به ازای نیم گرم وزنی کل ماهی استخوان گیری شده و نمک به میزان ۱۰٪ در اسید استیک خوراکی و نمک طعام استفاده شد.

برای تهیه ماریناد سرخ شده ماهی تازه کپور نقره‌ای را بعد از پوست گیری، تخلیه شکمی نموده و فیله‌های به دست آمده با آب نمک ۵٪ شسته شدند. سپس به پودر سوخاری آغشته شده و در روغن مایع سرخ کردنی آفتابگردان در دمای ۶۰°C تا ۷۰°C سرخ (۳۶) و روغن گیری شدند. بعد از سرد شدن به ازای ۱٪ وزنی کل ماهی استخوان گیری شده، مواد افزودنی مورد نظر اضافه شدند که عبارت بودند از: دارچین، پونه، گشنیز، فلفل سیاه، زنجبیل، جوز هندی، زردچوبه، شکر، اسید استیک خوراکی ۱۰٪ و نمک طعام.

هر دو محصول نهایی همراه با محلول ماریناد در ظروف شیشه ای در بندی شده، در دمای ۴ ± ۰°C و به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند.

آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی: آزمون‌های شیمیایی شامل تعیین و اندازه گیری پروتئین به روش کج‌لدال، خاکستر و رطوبت با کوره الکتریکی (۳) و چربی به روش سرد (۸) و بر مبنای استفاده از حلال و بازیابی مجدد آن انجام پذیرفت. شمارش کپک و مخمر با محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار (dextrose agar Potato) با انکوباسیون ۴ روزه در دمای ۲۵°C و شمارش کلی باکتری‌ها (TC, Total Count) با محیط کشت نوترینت آگار (Nutrient agar) و کشت ۰/۱ ml نمونه به مدت ۴۸ ساعت انکوباسیون (با انکوباتور Nuve-Germany) در درجه حرارت ۳۵°C طبق دستورالعمل ارائه شده توسط Jay در سال ۲۰۰۰ (۲۷) انجام شد. مقادیر pH با قرار دادن الکترود پی ایچ متر (Metrohm, Swiss) در نمونه بافت ماهی، پس از رقیق شدن با آب مقطر (نسبت ۱ به ۲) صورت پذیرفت (۳۴). ارزش پراکساید (PV) برحسب meqO₂/Kfat، اسیدهای چرب آزاد (FFA) برحسب درصد اولئیک اسید (% OLA) و تیو باریتوریک اسید (TBA) برحسب mgMDA/Kgt (میلی گرم مالون دهالدهید در کیلوگرم) به عنوان شاخص‌های فساد چربی به روش Kirk and Sawyer در سال ۱۹۹۱ (۳۲) و مجموع ازت‌های فرار (TVB-N, Total Volatile Bases-Nitrogen) برحسب mg/۱۰۰g نیز به عنوان شاخص تخریب



حسی بین ماریناد پخته و سرخ شده ارائه شده است. علیرغم وجود تفاوت در شاخص‌های ظاهر، رنگ، بافت و طعم ($p < 0.05$)، تفاوتی در پارامترهای بو و به خصوص پذیرش عام دیده نشد ($p > 0.05$).

شاخص‌های فساد چربی انواع ماریناد گرم در جدول ۳ نشان داده شده است. ارزش پراکساید (PV) از ۰/۸۲ و ۰/۸۵ در ماریناد پخته و سرخ، به ترتیب به ۱/۲۰ meq/kg و ۱/۳۰ رسید ($p < 0.05$). علاوه بر این، مقادیر TBA و FFA نیز به عنوان شاخص‌های ثانوی فساد چربی بررسی شد و میزان آن‌ها در ماریناد پخته، به ترتیب از ۰/۵۰ mgMDA/K و ۰/۵۰٪، به ۰/۷۵ mgMDA/K و ۰/۶۲٪ رسیدند؛ درحالیکه در ماریناد سرخ شده، از مقادیر مشابه روز نخست (روز صفر)، به ترتیب از ۰/۵۲ mgMDA/K و ۰/۵۲٪، به ۰/۷۸ mgMDA/K و ۰/۶۴٪ رسیدند. مطابق جدول ۴، مجموع ازت‌های فرار (TVB-N) نیز از ۱۰/۷۶ و ۱۰/۹۲ در ماریناد پخته و سرخ شده در روز اول تولید ($p < 0.05$)، به ۱۶/۴۶ mg/۱۰۰g و ۱۸/۹۱ رسیدند ($p < 0.05$) که بیانگر تفاوت در روز سی ام بود. شاخص pH نیز مطابق جدول ۵ طی دوره نگهداری در سردخانه ۴°C رو به فزونی رفت و از محدوده ۳/۹۲ و ۴/۰۱ در ماریناد پخته و سرخ شده، به حداکثر ۴/۳۶ و ۴/۴۷ در آخرین روز رسید ($p < 0.05$).

در جدول ۶، تغییرات جمعیت کلی باکتری‌ها (TC) و مجموع کپک ارائه شده است. اختلاف بین باکتری‌ها در تمام طول فرآیند تا آخرین روز نگهداری، معنی‌دار بود بطوریکه در ماریناد پخته و سرخ شده به ترتیب به ۴/۱۹ Log cfu/g و ۴/۸۹ رسید ($p < 0.05$) در حالیکه مجموع کپک و مخمر علیرغم روند افزایشی، به جز با نمونه تازه تولید شده، تغییرات معنی‌داری نشان ندادند، بطوریکه از کمتر از ۱ در زمان تولید، به ترتیب مقادیر آن‌ها به ۲/۴۷ Log cfu/g و ۲/۶۰ در روز ۳۰ رسید ($p < 0.05$). این توضیح ضروری است که کلیه شاخص‌های شیمیایی و میکروبی کیفیت، در هر نمونه محصول به تنهایی، در طول یک‌ماهه نگهداری تغییرات معنی‌داری را نشان دادند که در نتایج با حروف بزرگ نشان داده شده است.

جدول ۷ پروفایل اسیدهای چرب و جدول ۸ ترکیب گروه‌های اسیدهای چرب را ماریناد پخته و سرخ شده کپور نقره‌ای در روز ۳۰ نگهداری در ۴°C نشان می‌دهد. مطابق نتایج اسید اولئیک در هر دو نوع ماریناد بالاترین میزان را داشت. اختلاف در اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک، استئاریک ($p < 0.05$) و غیراشباع لینولئیک، آلفا-لینولئیک و دو کوزاهگزانوئیک (DHA) دیده شده است ($p < 0.05$). در ترکیب گروه‌ها نیز بین مجموع SFA، ۶-ω و نسبت ۳-ω/۶-ω بین دو نوع ماریناد تولید شده دیده شد ($p < 0.05$).

بحث

اگرچه تغییراتی در پارامترهای رطوبت، چربی و پروتئین بافت انواع ماریناد دیده شد، لیکن تفاوت معنی‌داری با بافت ماهی تازه نشان نداد

جدول ۱. ترکیب شیمیایی ماهی تازه کپور نقره‌ای و انواع ماریناد گرم آن طی نگهداری در ۴°C. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشد ($p < 0.05$).

نمونه	ترکیبات شیمیایی (%)		
	رطوبت	چربی	پروتئین
ماهی تازه کپور نقره‌ای	۷۵/۵۱±۰/۶۸ ^a	۲/۹۲±۰/۳۶ ^a	۱۸/۲±۰/۴۳ ^a
ماریناد پخته روز ۰	۷۶/۴۸±۰/۳۰ ^a	۲/۰۶±۰/۰۵ ^a	۱۸/۱۲±۰/۰۲ ^a
روز ۳۰	۷۶/۲۲±۰/۴۶ ^a	۲/۱۵±۰/۰۲ ^a	۱۸/۲۷±۰/۰۵ ^a
ماریناد سرخ شده روز ۰	۷۶/۶۸±۰/۰۵ ^a	۲/۰۲±۰/۰۱ ^a	۱۸/۱۵±۰/۰۳ ^a
روز ۳۰	۷۴/۸۹±۰/۰۲ ^a	۲/۴۱±۰/۰۴ ^a	۱۸/۱۳±۰/۰۲ ^a

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های حسی ماریناد سرخ و پخته تهیه شده از گوشت ماهی کپور نقره‌ای. حروف نامشابه بین فاکتورهای دو نمونه بیانگر اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

شاخص حسی	نوع ماریناد گرم	
	پخته	سرخ شده
ظاهر	۱۱/۷۳ ^b	۱۳/۱۵ ^a
رنگ	۱۱/۷۴ ^b	۱۳/۱۶ ^a
قوام بافت	۱۱/۳۷ ^b	۱۴/۲۲ ^a
طعم و مزه	۱۴/۵۷ ^b	۱۲/۸۰ ^a
بو	۱۰/۶۶ ^a	۱۷/۰۲ ^a
پذیرش عام	۱۲/۸۰ ^a	۱۳/۸۶ ^a

جدول ۳. تغییرات شاخص‌های فساد شیمیایی چربی انواع ماریناد گرم کپور نقره‌ای طی نگهداری در ۴°C. حروف کوچک نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین نمونه‌ها می‌باشد ($p < 0.05$). حروف بزرگ نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین روزهای مختلف یک نمونه است ($p < 0.05$).

فاکتورها	روز	ماریناد پخته	ماریناد سرخ شده
پراکساید PV (meqO ₂ /kg)	۰	۰/۸۲±۰/۰۱ ^{Aa}	۰/۸۵±۰/۰۱ ^{Aa}
	۱۰	۰/۹۳±۰/۰۲ ^{Aa}	۰/۰۷±۰/۰۸ ^{Ba}
	۲۰	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ba}	۰/۱۴±۰/۰۴ ^{Ca}
تیوباریتوریک اسید TBA (mgMAD/Kg)	۰	۰/۵۰±۰/۰۰۷ ^{Aa}	۰/۵۲±۰/۰۱۰ ^{Aa}
	۱۰	۰/۵۸±۰/۰۱۰ ^{Bb}	۰/۶۳±۰/۰۰۹ ^{Ac}
	۲۰	۰/۶۳±۰/۰۰۳ ^{Cd}	۰/۶۸±۰/۰۰۹ ^{Be}
اسیدهای چرب آزاد FFA (% OLA)	۰	۰/۵۲±۰/۰۲ ^{Aa}	۰/۵۲±۰/۰۱ ^{Aa}
	۱۰	۰/۵۴±۰/۰۲ ^{Aa}	۰/۶±۰/۰۰ ^{Ba}
	۲۰	۰/۵۹±۰/۰۱ ^{Ba}	۰/۶۳±۰/۰۰ ^{Ca}
	۳۰	۰/۶۲±۰/۰۰ ^{Ca}	۰/۶۴±۰/۰۰ ^{Da}

کپور نقره‌ای طی زمان نگهداری در جدول ۱ نشان داده شده است و مطابق آن تغییری در مقادیر ارزش غذایی محصولات تولیدی با ماهی خام دیده نشده است ($p > 0.05$). با این حال از لحاظ کمی بیشترین مقادیر رطوبت و چربی در گوشت ماهی تازه و بیشترین میزان پروتئین در ماریناد پخته مشاهده شد. درحالیکه کمترین چربی در ماریناد پخته و کمترین پروتئین نیز در ماریناد سرخ شده به دست آمد. در جدول ۲ نیز مقایسه تغییرات



(جدول ۲) در پارامترهای ظاهر، رنگ، قوام و طعم بین دو نمونه ماریناد گرم تفاوت وجود داشت ($p < 0.05$) و حاکی از ترجیح ماریناد سرخ شده بود. کلیه شاخص‌ها نیز در محدوده قابلیت مصرف بودند. اگرچه تحقیقات نشان داده اند که تغییرات اندک غلظت اسید استیک تأثیری روی شاخص‌های حسی ندارد (۴۲)، لیکن نشان داده شده است که تفاوت روش عمل آوری ماریناد روی برخی پارامترهای حسی موثر است و طی نگهداری نیز درجه کیفی آن‌ها کاهش می‌یابد. همانند پژوهش کنونی، در ماریناد ساردین (۳۰) نیز بین ظاهر، طعم و بافت تفاوت دیده شد و پذیرش کلی بدون تفاوت بود. تحقیقات نشان داده که تغییرات اندک غلظت اسید استیک تأثیری روی شاخص‌های حسی ندارد (۴۳).

چربی غیراشباع بافت ماهیان چرب به آسانی توسط واکنش‌های اکسیداسیون دچار تخریب و تندی (Rancidity) در بو و طعم و تغییر در بافت و رنگ و ارزش غذایی می‌شود (۳۹). علیرغم اینکه هیچیک از شاخص‌های فساد چربی مارینادهای تولیدی از میزان قابل مصرف تجاوز نکردند، ولی در هر محصول به تنهایی و در طول دوره نگهداری در 4°C افزایش یافتند ($p < 0.05$) و در مقایسه بین دو نمونه ماریناد پخته و سرخ تولید شده نیز بین شاخص پراکساید (PV) و اسیدهای آزاد چرب (FFA) اختلافی دیده نشد ($p < 0.05$) اما در پارامتر TBA بین دو نمونه در روزهای دهم و بیستم نگهداری اختلاف وجود داشت ($p < 0.05$) که می‌تواند ناشی از حضور مقادیر بالاتر چربی و نیز تأثیر نوع فرآیند حرارتی جهت تولید محصول باشد؛ با این حال، این شاخص نیز در روز آخر در دو نمونه بدون اختلاف بود. حداکثر PV در دو محصول به ترتیب $1/30$ و $1/20$ meqO₂/kfat بوده است و برای TBA، 0.78 و 0.75 mgMDA/K و برای FFA نیز 0.62 و 0.64 % بوده است (جدول ۳). حد مجاز مصارف انسانی برای TBA، PV و FFA به ترتیب 10 meqO₂/kfat (۳۲)، 5 mgMDA/K (۴۲) و 5 % (۲۰) پیشنهاد شده‌اند. نمک موجود در محصول می‌تواند موجب فعال شدن یون آهن در اکسیداسیون چربی‌ها گردد. در ماریناد سرخ شده کلمه (۳۶) میزان PV در بهترین نمونه و در روز ۳۰ از $1/77$ به $1/77$ meqO₂/kfat $3/70$ رسیده بود و ماریناد سرخ شده ماهیان سفید و آمو به ترتیب $4/94$ و $6/26$ meqO₂/kfat در زمان تولید بود (۱۱). اما PV در ماریناد سرخ کپور معمولی (۴) از $0/18$ به $0/32$ بعد از یک ماه رسید.

Sallam و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۴۲) همانند Kilinc و Cakli در سال ۲۰۰۵ (۳۰) متفق بودند که TBA شاخص مناسبی برای ارزیابی فساد چربی است. در ماریناد ماهی ساری با 7 % اسید استیک (۴۲) شاخص TBA بعد از روز ۳۰ نگهداری به $1/20$ mgMDA/K رسیده بود، در حالیکه در ماریناد 3 % اسید استیک ساردین در همان زمان به $5/01$ mgMDA/K رسیده بود (۳۰). با توجه به نتایج حاصله، نقش اسید استیک و غلظت آن در کاهش اثر پراکسیداسیونی NaCl تأیید شده است (۲۸). پارامتر TVB-N شاخص کلی اندازه‌گیری انواع ترکیبات از ته و

جدول ۴. تغییرات مجموع ازت‌های فرار انواع ماریناد گرم کپور نقره‌ای طی نگهداری در 4°C . حروف کوچک نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین نمونه‌ها می‌باشد ($p < 0.05$). حروف بزرگ نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین روزهای مختلف یک نمونه است ($p < 0.05$).

فاکتورها	روز	ماریناد پخته	ماریناد سرخ شده
مجموع ازت‌های فرار TVB-N (mg/100g)	۰	10/76±/20. Aa	10/92±/09. Aa
	10	11/46±/10. Aa	12/20±/20. Aa
	20	15/06±/20. Bb	17/69±/06. Bc
	30	16/46±/10. Cd	18/91±/04. Cc

جدول ۵. تغییرات فاکتور pH انواع ماریناد گرم کپور نقره‌ای طی نگهداری در 4°C . حروف کوچک نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین نمونه‌ها می‌باشد ($p < 0.05$). حروف بزرگ نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین روزهای مختلف یک نمونه است ($p < 0.05$).

فاکتورها	روز	ماریناد پخته	ماریناد سرخ شده
pH	۰	3/92±/04. Aa	4/01±/01. Aa
	10	4/05±/07. Aa	4/21±/05. Aa
	20	4/25±/02. Ba	4/37±/09. Ba
	30	4/36±/04. Ca	4/47±/02. Ca

جدول ۶. تغییرات جمعیت‌های میکروبی انواع ماریناد گرم کپور نقره‌ای طی نگهداری در 4°C . حروف کوچک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین نمونه‌ها می‌باشد ($p < 0.05$). حروف بزرگ در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین روزهای مختلف یک نمونه است ($p < 0.05$).

فاکتورها	روز	ماریناد پخته	ماریناد سرخ شده
شمارش کلی باکتری‌ها (Log cfu/g)	۰	3/13±/09. Ab	4/03±/04. Ac
	10	3/54±/21. Aa	3/89±/08. Aa
	20	3/85±/05. Bb	4/47±/12. Ac
	30	4/19±/17. Cd	4/89±/02. Be
شمارش کپک و مخمر (Log cfu/g)	۰	> 7/00±/00. Aa	> 7/00±/00. Aa
	10	> 7/00±/00. Aa	> 7/00±/00. Aa
	20	2/15±/04. Ba	2/30±/03. Ba
	30	2/47±/06. Ba	2/60±/05. Ba

($p > 0.05$)، در حالیکه در برخی محصولات ماریناد، رطوبت ابتدا کاهش، ولی در همان دوره یک ماهه نگهداری افزایش می‌یابد (۶) و در ۴۸ ساعت اولیه تولید افزایش تدریجی دارد. از طرفی Sallam و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۴۲) اعلان نموده که طی ماریناد سازی، رطوبت کاهش ولی پروتئین و چربی بدون تغییر می‌مانند و Kilinc and Cakli در ۲۰۰۵ در ماریناد ماهی ساردین در سس گوجه رطوبت (از $79/47$ به $76/27$ %) و چربی (از $3/60$ به $1/35$ %) کاهش و پروتئین (از $13/20$ به $18/13$ %) افزایش یافت (۳۰). تغییرات ماده خشک محصول، تحت تأثیر تغییرات رطوبت است که خود می‌تواند ناشی از تبادل مواد محلول ماریناد و آب موجود در بافت محصول باشد.

ارزیابی شاخص‌های حسی، ساده، سریع و براحتی قابل مشاهده توسط مصرف کننده است و می‌تواند بر مبنای رضایت آنان تعریف شود (۴۰). شاخص‌های حسی ظاهر، رنگ، قوام، طعم، بو و پذیرش عام مطابق روش Meyer و Ludorff در سال ۱۹۷۳ (۳۵) ارزیابی شد و مطابق نتایج



جدول ۷. پروفایل اسیدهای چرب ماهی تازه کپور نقره‌ای و انواع ماریناد گرم نگهداری شده در ۴°C (g/۱۰۰g). حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها می‌باشد (p<۰/۰۵).

نام اسید چرب	فرمول کربنی	سری امگا	نوع اسید چرب	ماهی تازه	ماریناد پخته	تیمار
				کیپور نقره‌ای	۳۰روز	۳۰روز
اسید میریستیک	C۱۴:۰	-	اشباع	۳/۱۱±/۱۴ ^a	۳/۱۰±/۱۴ ^a	۳/۷±/۲۸ ^a
اسید پالمیتیک	C۱۶:۰	-	اشباع	۱۵/۳۵±/۲۱ ^a	۱۴/۳۵±/۲۱ ^b	۱۶/۹±/۱۴ ^c
اسید استئاریک	C۱۸:۰	-	اشباع	۳/۱۰±/۱۴ ^a	۴/۲۵±/۱۴ ^a	۳/۹۵±/۰۷ ^b
اسید اولئیک	C۱۸:۱	-	غیر اشباع مونوئن	۲۴/۶±/۱۴ ^a	۲۳/۹۵±/۰۷ ^a	۲۶/۳±/۲۸ ^a
اسید لینولئیک	C۱۸:۲	۰-۶	غیر اشباع دی‌ئن	۴/۱۵±/۲۱ ^a	۳/۹±/۱۴ ^a	۵/۸۵±/۲۱ ^b
آلفا لینولئیک اسید	C۱۸:۳	۰-۳	غیر اشباع پلی‌ئن	۰/۴±/۰۰ ^a	۰/۳۹±/۰۱ ^a	۰/۵۲±/۰۳ ^b
اسید آراشیدیک	C۲۰:۰	-	اشباع	۰/۱۵±/۰۰ ^a	۰/۱۴±/۰۰ ^a	۰/۱۶±/۰۱ ^a
اسید گادولئیک	C۲۰:۱	-	غیر اشباع مونوئن	۲/۶±/۲۸ ^a	۲/۳۵±/۲۱ ^a	۲/۹±/۱۴ ^a
ایکوزا دی انویک اسید	C۲۰:۲	-	غیر اشباع دی‌ئن	۰/۴۹±/۰۱ ^a	۰/۴۵±/۰۷ ^a	۰/۶۵±/۰۷ ^a
ایکوزا تری انویک اسید	C۲۰:۳	-	غیر اشباع پلی‌ئن	۰/۶±/۱۴ ^a	۰/۳۲±/۰۳ ^a	۰/۵۵±/۰۷ ^a
ایکوزاپنتانویک	C۲۰:۵	۰-۳	غیر اشباع پلی‌ئن	۶/۵۵±/۰۷ ^a	۶/۳۵±/۰۲۱ ^a	۶/۹±/۰۲ ^a
اسید اروسیک	C۲۲:۱	-	غیر اشباع مونوئن	۳/۰۵±/۲۱ ^a	۲/۸۵±/۲۱ ^a	۳/۳۵±/۲۱ ^a
دوکوزاپنتانویک	C۲۲:۵	۰-۳	غیر اشباع پلی‌ئن	۲/۲۵±/۳۵ ^a	۱/۹±/۱۴ ^a	۲/۳۵±/۲۱ ^a
دوکوزاهگزانویک	C۲۲:۶	۰-۳	غیر اشباع پلی‌ئن	۶/۵۵±/۲۱ ^{ab}	۵/۸۵±/۲۱ ^a	۶/۹±/۱۴ ^b

جدول ۸. ترکیب گروه‌های اسید چرب ماهی تازه کپور نقره‌ای و انواع ماریناد گرم نگهداری شده در ۴°C (g/۱۰۰g). حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها می‌باشد (p<۰/۰۵). PUFAs شامل گروه‌های دارای ۳ پیوند دوگانه و بالاتر می‌باشد.

گروه اسید چرب	تیمار	ماهی تازه	ماریناد پخته	ماریناد سرخ شده
		کیپور نقره‌ای	۳۰روز	۳۰روز
مجموع اشباع (SFA)	۲۷۷۱ ^b	۲۷۸۴ ^b	۲۴/۷۱ ^a	۲۴/۷۱ ^a
مجموع تک غیر اشباع (MUFA)	۳۰/۲۵ ^a	۲۹/۱۵ ^a	۳۲/۵۵ ^a	۳۲/۵۵ ^a
مجموع غیر اشباع (UFA)	۵۷/۲۴ ^a	۴۸/۳۱ ^a	۵۶/۲۷ ^a	۵۶/۲۷ ^a
مجموع چند غیر اشباع (PUFA)	۱۶/۳۵ ^a	۱۴/۸۱ ^a	۱۷/۲۲ ^a	۱۷/۲۲ ^a
مجموع دو غیر اشباع (DUFA)	۴/۶۴ ^a	۴/۳۵ ^a	۶/۵۰ ^b	۶/۵۰ ^b
نسبت غیر اشباع به اشباع (UFA/SFA)	۲/۳۶ ^a	۲/۲۱ ^a	۲/۲۷ ^a	۲/۲۷ ^a
مجموع امگا-۳ (۰-۳)	۱۵/۷۵ ^a	۱۴/۴۹ ^a	۱۶/۶۷ ^a	۱۶/۶۷ ^a
مجموع امگا-۶ (۰-۶)	۴/۱۵ ^b	۳/۹۰ ^b	۵/۸۵ ^a	۵/۸۵ ^a
مجموع EPA+DHA	۸/۸۰ ^a	۷/۷۵ ^a	۹/۲۵ ^a	۹/۲۵ ^a
نسبت امگا-۳ به امگا-۶ (۰-۳/۰-۶)	۳/۷۹ ^a	۳/۷۱ ^a	۲/۸۵ ^b	۲/۸۵ ^b
شاخص پلی‌ان: DHA+EPA / C۱۶	۰/۵۷ ^a	۰/۵۴ ^a	۰/۵۴ ^a	۰/۵۴ ^a
مجموع شناسایی شده	۲۲/۹۵	۲۰/۱۵	۸۰/۹۸	۸۰/۹۸

آمونیاک فرار است (۲۵). گزارش شده است که در ۴ ساعت نخست بعد از تولید ماریناد، آمین‌های بیوژن تدریجاً تولید می‌شوند (۱۵). شاخص TVB-N در هر دو ماریناد گرم مورد آزمایش از حداقل ۱۰/۷۶ در زمان تولید، به ۱۶/۴۶ در نمونه پخته و ۱۸/۹۱ mg/۱۰۰g رسید (p<۰/۰۵) و علاوه بر این، اختلاف بین دو نمونه محصول از روز بیستم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). این شاخص در ماریناد ماهی ساری طی نگهداری یکماهه

بدون تغییر بود (۴۲)، ولی در زمان مشابه ماریناد ساردین از ۷/۰۰ به ۸/۸۷ رسید (۳۰). هر دوی این محققین مدعی شدند که زمان نگهداری طولانی‌تر موجب افزایش TVB-N می‌گردد. شروع آرام و کند افزایش TVB-N در ابتدای دوره، بدلیل آغاز تجزیه اتولیتیک اسیدهای نوکلئیک می‌باشد؛ در حالیکه، سرعت افزایش آن در ادامه دوره نگهداری، اغلب به دلیل همزمانی فعالیت‌های میکروبی و فرآیند اتولیز می‌باشد. حد مجاز TVB-N برای مصرف ماهی نگهداری شده در سرما ۳۵ mg/۱۰۰g است (۳۵،۴۳). گرچه همین میزان برای محصولات عمل‌آوری شده (Cured Maine Products) دریایی همانند ماهیان دودی، شور و خشک (۲۰) نیز پیشنهاد شده است. در حالیکه Connell در ۱۹۹۰ (۱۰) و Hasegawa در ۱۹۸۷ (۱۷) سطح مجاز TVB-N را برای ماهی تازه و محصولات آن ۲۰ mg/۱۰۰g می‌دانند. این شاخص بعد از ۳۰ روز در ماریناد سرخ کلمه به ۷/۳۰ (۳۶) و در ماریناد پخته کپور معمولی به ۷/۷۰ mg/۱۰۰g (۴) رسید و برای ماریناد سرخ شده ماهیان سفید (Rutilus frisii kutum) و آمور (Ctenopharyngodon idella) تا ماه هشتم نگهداری نیز قابل مصرف بود (۱۱). بر خلاف این، Pons-Sanchez-Cascado و همکارانش در سال ۲۰۰۵ (۴۰) گزارش کردند که در ماریناد آنچووی تهیه شده با سرکه که در دو هفته فرآیند عمل‌آوری و شرایط خلاء، سطح TVB-N در کمتر از ۱۰ mg/۱۰۰g ثابت می‌ماند.

شاخص pH به تنهایی معیار کاملی برای توضیح روند فساد نیست و همراه با سایر فاکتورهای حسی و شیمیایی بررسی می‌گردد. اگرچه pH هر نمونه ماریناد گرم تولیدی، به تنهایی در طول دوره نگهداری تغییرات معنی‌داری نشان داد (جدول ۵) و در ماریناد پخته از ۳/۹۲ به ۴/۳۶ و در



کمک نموده و نیز ریسک ابتلا به سرطان را کاهش می‌دهند (۳۱). همچنین نسبت ۳-۶-۵-۱ شاخص مناسبی برای مقایسه ارزش تغذیه‌ای روغن ماهی است (۲). این نسبت در بافت فیله ماهیان آب شیرین در محدوده ۰/۵۵ تا ۵/۶ گزارش شده است (۱۸،۲۱) و این نسبت در ماریناد پخته و سرخ کپور نقره‌ای به ترتیب $g/100$ ۳/۷۱ و ۲/۸۵ برآورد شده است. علت بالاتر بودن مقادیر ۳-۶-۵ در ماریناد سرخ شده کپور نقره‌ای می‌تواند به دلیل استفاده از روغن مایع گیاهی جهت فرآیند سرخ کردن باشد که معمولاً سری منوفن و امگا-۶ در این نوع روغن‌ها بیشتر حضور دارد (۴۵).

شاخص غیراشباعیت (DHA+EPA/C۱۶) در هر دو نمونه ماریناد ۰/۵۴ است که بیش از ۰/۵۰ و بیانگر آغاز روند اکسیداسیون چربی غیراشباع ماریناد در روز ۳۰ نگهداری می‌باشد. نتایج نشان داد که ماریناد حرارت دیده ماهی کپور نقره‌ای از ارزش غذایی بالایی به لحاظ ترکیب اسیدهای چرب برخوردار بود و این ترکیب در مدت نگهداری در $4^{\circ}C$ حفظ گردید.

نتیجه گیری کلی: براساس ارزیابی شیمیایی و میکروبی هر دو نوع ماریناد پخته و سرخ شده کپور نقره‌ای کیفیت مطلوبی را از زمان تولید تا روز سی‌ام نگهداری داشتند. در طول دوره نگهداری شاخص‌های حسی، شیمیایی و میکروبی افزایش یافتند لیکن این افزایش در محدوده مجاز و محصولات دارای کیفیت مطلوبی بودند. از لحاظ ارجحیت، ماریناد سرخ شده در اکثر شاخص‌های حسی امتیاز بالاتری داشت، لیکن با بهبود شاخص‌های بو و طعم می‌توان به ارتقاء پسند محصول کمک کرد. پروفایل و ترکیب اسیدهای چرب در ماریناد تولید شده از کیفیت مطلوبی برخوردار بود و گروه‌های PUFA، UFA، ۳-۶-۵ و نسبت‌های UFA/SFA و ۳-۶-۵ دارای مقادیر مناسبی بودند. نتایج نشان داد که نگهداری ماریناد پخته و سرخ شده از فیله ماهی کپور نقره‌ای در $4^{\circ}C$ تا ۳۰ روز قابلیت مصرف مطلوب را داراست.

تشکر و قدردانی

مولفان از جناب آقای سید علی اصغر کاوسی مدیریت محترم مزرعه پرورش ماهی کهنه‌گوراب (فومن، گیلان) به جهت تهیه ماهیان تازه و همچنین از همکاری صمیمانه آقایان مهندس محمود حیدری و دکتر رضا صفری در آزمایشگاه تخصصی مواد غذایی مازندران (ساری) تقدیر می‌نمایند.

References

1. Abd Rahman, S., Osman, H., Daud, N.M. (1995) Fatty acid composition of some Malaysian fresh water fish. J Food Chem. 90: 45-49.
2. Ackman, R.G. (1995) Composition and Nutritive Value of Fish and shellfish Lipids. In: Fish and Fishery Products. Ruitter, A. (ed.). (1st ed.). CABI Publication. NY. USA. p. 117-156.

ماریناد سرخ کپور نقره‌ای از ۴/۰۱ به ۴/۴۷ رسید ($p < 0/05$) ولی در هر دوره زمانی بین دو نمونه محصول تفاوتی دیده نشد ($p > 0/05$). در تولید ماریناد pH ابتدا به دلیل حضور اسید افت می‌کند و سپس در طول نگهداری افزایش می‌یابد. نتایج کنونی مشابه نتایج سایر محققین همانند مارینادهای باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) (۱۴، ۶)، ماهی ساری (۴۲) و ساردین ۳۰ بود. در عین حال Goli و همکاران در سال ۲۰۱۲ (۱۵) گزارش کردند که هنگام تولید و نگهداری ماریناد از گوشت قرمز، غوطه‌وری در اسید می‌تواند نوسان pH را کنترل کند. در پژوهش حاضر افزایش تدریجی pH می‌تواند به دلیل افزایش تجزیه ترکیبات از ته باشد.

جمعیت باکتریایی مارینادهای پخته و سرخ کپور نقره‌ای در روز آخر نگهداری به $Log\ cfu/g$ ۴/۱۹ و ۴/۸۹ رسید ($p < 0/05$) که در محدوده مجاز مصرف قرار داشت که Huss در سال ۱۹۹۵ (۲۵) آنرا $Log\ cfu/g$ ۶ معرفی نموده بود. در زمان مشابه این شمارش برای ماریناد ساردین ۲/۰۰ و برای ماریناد ساری $Log\ cfu/g$ ۴/۵ می‌باشد که در محدوده پژوهش حاضر بود ولی جمعیت باکتریایی در ماریناد سرخ ماهی کلمه (۳۶) و ماریناد پخته کپور معمولی (۴) به مراتب کمتر برآورد گردید. افت شدید pH هنگام تولید محصول از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند (۲۷) و با افزایش غلظت اسید استیک، بار میکروبی نیز کاهش می‌یابد (۴۲).

مقادیر مجموع کپک و مخمر نیز در پژوهش کنونی از کمتر از ۱ به حداکثر $Log\ cfu/g$ ۲/۴۵ و ۲/۶۰ به ترتیب در ماریناد پخته و سرخ کپور نقره‌ای رسید که بین دو نمونه تفاوتی دیده نشد ولی در هر نمونه طی مدت نگهداری اختلاف دیده شد. در ماریناد ماهی ساردین میزان کپک و مخمر از ابتدا تا شش ماهه نخست نگهداری کمتر از $Log\ cfu/g$ ۱۰ بود (۳۰).

هم ماهی تازه کپور نقره‌ای و هم ماریناد پخته و سرخ شده آن از ترکیب با ارزشی از اسیدهای چرب غیراشباع برخوردارند (جدول‌های ۷، ۸). مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (UFA) به ترتیب $g/100$ ۵۱/۲۴، ۴۸/۳۱ و ۵۶/۲۷ بود ($p < 0/05$). این مقادیر برای اسیدهای چرب چند غیراشباع برابر با $g/100$ ۱۶/۳۵، ۱۴/۸۱ و ۱۷/۲۲ بود ($p < 0/05$). میزان امگا-۳ در این ماهی و ماریناد آن بسیار درخور توجه و به ترتیب برابر با $g/100$ ۱۵/۷۵، ۱۴/۴۹ و ۱۶/۶۷ بود ($p < 0/05$). شاخص‌های فوق برای محصولات دریایی در محدوده مطلوب ارزیابی می‌شوند (۲۱، ۲۲) و مقادیر آن بستگی به فصل، جنس، نوع و شدت تغذیه و سایر شرایط ماهی دارد (۲۳) اما اینکه در فرآیند حرارتی تغییرات نامطلوب زیادی در محصول رخ ندهد، بیانگر ارزشمند بودن فرآورده است. در ماریناد پخته و سرخ شده کپور نقره‌ای، مجموع اسیدهای چرب EPA+DHA به ترتیب برابر با $g/100$ ۷/۷۵ و ۹/۲۵ بود ($p < 0/05$)؛ ولی در مجموع اسیدهای چرب گروه ۶-۵ و نیز به طبع آن نسبت ۳-۶-۵ بین دو نمونه ماریناد اختلاف وجود دارد. نسبت ۳-۶-۵ در ماریناد پخته بالاتر بود. افزایش نسبت ۳-۶-۵ در رژیم غذایی انسان با کاهش لیپیدهای پلازما به پیشگیری از بیماری‌های قلبی



3. AOAC. (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International, (18th ed.), Current through Revision, AOAC International Suite 500481, Maryland. USA. p. 20877-2417.
4. Akbarzadeh, P., Moini, S. (2009) Production of marinade from Common Carp *Cyprinus carpio* and determination of its shelf life. *Iran J Nat Res.* 62: 11-19.
5. Aksu, H., Erkan, N., Colak, H., Varlik, C., Gokoglu, N., Ugur, M. (1997) Some changes in anchovy marinades during production in different acid-salt concentrations and determination of shelf life. *J Fac Vet Med.* 8: 86-90.
6. Baygar, T., Alparslan, Y., Guler, M., Okumus, M. (2010) Effect of pickling solution on maturing and storage time of marinated sea bass fillets. *Asian J Anim Vet Adv.* 5: 575-583.
7. Bjorkoth, J. (2005) Microbiological ecology of marinated meat products. *Meat Sci.* 70: 477-480.
8. Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol.* 37: 913-917.
9. Cabrer, A.I., Casales, M.R., Yeannes, M.I. (2002) Physical and chemical changes in anchovy (*Engraulis anchoita*) flesh during marination. *J Aquat Food Prod Technol.* 11: 19-30.
10. Connell, J.J. (1990) Control of Fish Quality. Fishing News Books. London, UK. 226p.
11. Esmaeizadeh Kenari, R., Sahari, M.A., Hamidi Esfahani, Z. (2004) Comparative study on nutritional composition of kutum and grass carp and their marinade qualities. *Iran Sci Fish J.* 12: 13-28.
12. FAO (2014) The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. 243p.
13. Gallart-Jornet, J.M., Barat, T., Rustad, U., Erikson, I., Escriche Fito, P. (2007) A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J Food Eng.* 79: 261-270.
14. Giuffrida, A.G., Ziino, G., Orlando Panebianco, A. (2007) Hygienic evaluation of marinated sea bass and challenge test for *Listeria monocytogenes*. *Vet Res Commun.* 31: 369-371.
15. Gokoglu, N. (2003) Changes in biogenic amines during maturing of sardine (*Sardine pilchardus*) marinade. *Fish Sci.* 69: 823-829.
16. Goli, T., Bohuon, P., Ricci, J., Collignan, A. (2012) Evolution of pH during immersion of meat protein matrices in acidic marinades. *Meat Sci.* 90: 618-623.
17. Hasegawa, H. (1987) Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products. (1st ed.) Marine Fisheries Research Department, Southeast Asian Fisheries Development Center in collaboration with Japan International Cooperation Agency, Singapore City, Singapore. 226 p.
18. Hearn, T.L., Sgoutas, S.A., Hearn, J.A., Sqoutas, D.S. (1987) Polyunsaturated fatty acid and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. *J Food Sci.* 52: 1209-1211.
19. Hecer, C. (2011) Changes in chemical, microbiological and sensory properties of marinated seafood salad during storage period. *Afr J Agric Res.* 6: 5087-5090.
20. Hedayatifard, M. (2003) Fish and Shrimp Processing Technology. (1st ed.). Persia Fishing Industries Company. Tehran, Iran. 120 p.
21. Hedayatifard, M., Pourmolaei, N. (2016) Study of quality indices, microbial load and fatty acid composition of smoked kutum and golden mullet in the northern Iranian markets. *J Food Sci. Technol.* 13: 145-158.
22. Hedayatifard, M., Yousefian, M. (2007) Investigation of the changes of lipid and fatty acid composition of Sturgeon *Acipenser stellatus* under cold storing condition. *Fish Technol.* 44: 193-198.
23. Hedayatifard, M., Jamali, Z. (2008) Evaluation of omega-3 fatty acids composition in Caspian Sea Pike Perch (*Sander lucioperca*). *Int J Agri Bio.* 10: 235-237.
24. Hunt, A.O., Tekelioglu, N. (2008) Effect of dietary lipid sources on the growth and body fatty acid composition of Seabass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *J Anim Vet Adv.* 7: 915-23.
25. Huss, H.H. (1995) Quality and quality change in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, No.



- 348, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
26. Hwang, C.A., Tamplin, M.L. (2005) The influence of mayonnaise pH and storage temperature on the growth of *Listeria monocytogenes* in seafood salad. *Int J Food Microbiol.* 102: 277-285.
 27. Jay, J.M. (2000) *Modern food microbiology* (6th ed.). Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, MD, USA. 810p.
 28. Kanner, J., Harel, S., Jaffe, R. (1991) Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *J Agri Food Chem.* 39: 1017-1021.
 29. Karl, H., Roepstorff, A., Huss, H.H., Bloemsma, B. (1994) Survival of *Anisakis* larvae in marinated herring fillets. *Int J Food Sci Technol.* 29: 661-670.
 30. Kilinc, B., Calki, S. (2005) Determination of the shelf life of sardine (*Sardina pilchardus*) marinades in tomato sauce stored at 4°C. *Food Control.* 16: 639-644.
 31. Kinsella, E., Lokesh, B., Stone, R.A. (1990) Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *Am J Clinical Nutr.* 52: 1-28.
 32. Kirk, R.S., Sawyer, R. (1991) *Pearson's Chemical Analysis of Foods.* (9th ed.) Longman Scientific and Technical. Harlow, Essex, UK.
 33. Iranian Fisheries Organization (2012) *Manual Iranian Fisheries Statistics.* (1st ed.). Iranian Fisheries Organization. Tehran, Iran. 64p.
 34. ISO (1999) *Meat and Meat Products, Measurement of pH, Ref. Meth. No: ISO 2917.* (1st ed.) Geneva. Switzerland.
 35. Ludorff, W., Meyer, V. (1973) *Fische Und Fischeerzeugnisse.* (1st ed.) Paul Parey Verlag. Hamburg-Berlin, Germany.
 36. Moini, S., Moini, S., Jr., Sobhanipour, N.F. (2005) Production of fried marinade from roach (*Rutilus rutilus caspius*). *Iran Sci Fish J.* 14: 133-146.
 37. Moeini, S., Danesh Nuran, B. (2001) Production of cold marinade from roach (*Rutilus rutilus*). *Iran J Nat Res.* 54: 63-73.
 38. Nisiotou, A., Chorianopoulos, N.G., Gounadakis, A., Panagou, E.Z., Nychas, G.J.E. (2013) Effect of wine-based marinades on the behavior of *Salmonella typhimurium* and background flora in beef fillets. *Int J Food Microbiol.* 164: 119-127.
 39. Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I. (1997) Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends Food Sci Technol.* 8: 258-265.
 40. Pons-Sa'nchez-Cascado, S., Vidal-Carou, M.C., Marine'-Font, A., Veciana-Nogue's, M.T. (2005). Influence of the freshness grade of raw fish on the formation of volatile and biogenic amines during the manufacture and storage of vinegar-marinated anchovies. *J Agri Food Chem.* 53: 8586-8592.
 41. Reineccius, G. (1990) Off-flavors in foods. *Critical Reviews. Food Sci Nutr.* 29: 381-402.
 42. Sallam, K.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M., Eldaly, E.A. (2007) Chemical quality and sensory attributes of marinated pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. *Food Chem.* 102: 1061-1070.
 43. Schormuller, J. (1968) *Handbuch der Lebensmittelchemie (Band III/2, 1st ed.).* Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, New York, Germany.
 44. Shenderyurk, V.I., Bykowski, P.J. (1990) Salting and Marinating Fish. In: *Seafood Resources, Nutritional Composition and Preservation.* Sikorski, Z.E. (ed.). (1st ed.). CRC Press, New York, USA. p. 147-162.
 45. Stansby, M. E. (1990) *Fish Oils in Nutrition.* (1st ed.) AVI. Van Nostrand Reinhold, NY. USA.
 46. Vossoughi, Gh., Mostajir, B. (1992) *Fresh Water Fishes of Iran,* (1st ed.). University of Tehran Publication. Tehran, Iran.
 47. Yahyaei, M. (1996) Surveying of Method of Cold and Warm Marinade from Kilka Fish and Its Effect on Shelf Time on Product. In: *Fish Processing, Iranian Fisheries Company.* Tehran. Iran. p. 55-76.
 48. Yashoda, K.P., Rao, R.J., Mahendrakar, N.S., Rao, D.N. (2005) Marination of sheep muscles under pressure and its effect on meat texture quality. *J Muscle Foods.* 16: 184-191.



Comparative study of chemical, sensory and microbial attributes of fried and cooked marinades of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage at 4°C

Hedayatifard, M.^{1*}, Kavousi, S.A.², Khavarpour, M.³

¹Department of Fisheries, College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Qaemshahr Branch, Qaemshahr, Iran

²Graduated from the Food Science and Technology, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran

³Department of Chemistry Engineering, College of Engineering and Technology, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran

(Received 26 July 2016, Accepted 17 October 2016)

Abstract:

BACKGROUND: The term “marinated fish” is used to define semi-preserved fish made by immersion in a solution of organic acids or vinegar and salt. **OBJECTIVES:** This study was conducted to compare nutritional value (Lipid, Protein, Moisture, Ash, pH), chemical (TVB-N, PV, TBA, FFA) and sensory attributes, microbial communities (TC, Mold) and fatty acids profile of cooked and fried marinades and 30 days storage at 4°C. **METHODS:** The marinades were produced using formulas from Silver carp fresh fillets. Then the products were stored at 4°C and sampling was done to determine of quality indexes during storage, every 10 days. **RESULTS:** The results showed that there were no differences in moisture, protein and lipid contents between two products ($p>0.05$). Also, there were no differences with regard to PV, TBA and FFA between two marinades ($p>0.05$), but TVB-N in cooked and fried products (with 16.46 and 18.91 mg/100g) showed significant changes ($p<0.05$). In addition, total bacteria count was 4.19 and 4.89 and total mold-yeast was 2.47 and 2.60 Logcfu/g at day 30 in cooked and fried marinades, respectively ($p<0.05$). As sensory aspect, appearance, color, texture and odour attributes showed better points in fried marinade, cooked product had more acceptable taste ($p<0.05$). However, there was no difference in overall acceptance. Omega-3, omega-6 and EPA+DHA fatty acids had higher amounts in fried marinade ($p<0.05$). Cooking reduced the UFA amount, but conversely, frying increased it. **CONCLUSIONS:** Quality of both marinades was acceptable during 30 days storage refrigerator, but fried marinade showed a preferred quality as sensory attribute.

Keyword: fatty acid, marinade, quality, organoleptic, shelf life

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Biochemical Composition of Fresh Silver-Carp and its Warm Marinades during Storage in 4°C.

Table 2. Changes of Sensory attributes on Fried and Cooked Marinades from Silver-Carp.

Table 3. Changes in Chemical Spoilage Indices of Warm Marinade's Lipids from Silver-Carp during Storage in 4°C.

Table 4. Changes of TVB-N (mg/100g) in Warm Marinades from Silver-Carp during Storage in 4°C.

Table 5. Changes of pH in Warm Marinades from Silver-Carp during Storage in 4°C.

Table 6. Changes of Microbial Communities of Warm Marinades from Silver-Carp during Storage in 4°C.

Table 7. Fatty acids profiles (g/100g) of Warm Marinades from Silver-Carp during Storage in 4°C.

Table 8. Fatty acids Series Composition (g/100g) of Warm Marinades from Silver-Carp during Storage in 4°C.

*Corresponding author's email: hedayati.m@qaemiau.ac.ir, Tel: 011-42155160, Fax: 011-42155116

