مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۱۰، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۴۶ تا ۵۹

اثرجایگزینی کلریدسدیم با کلرید پتاسیم بر کیفیت تغذیه‌ای و ارزیابی حسی در سس ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*)

بهروز محمدزاده[1*]

۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

چکـــیده

با هدف کاهش سطح نمک و بررسی اثر جایگزین کردن کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر کیفیت تغذیه ای و ارزیابی حسی سس فرآورده نهایی، سس ماهی کیلکا در سه سطح جایگزینی ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد کلرید پتاسیم با کلرید سدیم طی ۴۵ روز تخمیر در دمای ۲±۳۷ درجه سانتی‌گراد تهیه گردید. ترکیب تقریبی، ترکیب اسیدهای آمینه آزاد، ترکیب، گروه ها و نسبت های اسید آمینه کل، شاخص‌های امتیاز اسیدآمینه، امتیاز شیمیایی، شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی، و کارایی پروتئین به همراه ارزیابی حسی در سه نمونه سس ماهی بررسی شدند. با افزایش سطح کلرید پتاسیم مجموع اسیدهای آمینه آزاد کاهش یافت. فراوانترین اسیدآمینه در نمونه ۱۰۰ درصد کلرید سدیم و ۲۵ درصد کلریدپتاسیم اسیدگلوتامیک و در نمونه ۵۰ درصد کلرید پتاسیم لیزین بود. بالاترین مجموع اسیدهای آمینه ضروری و نسبت اسیدهای آمینه ضروری به کل به ترتیب در سطح ۲۵ و ۵۰ درصد کلرید پتاسیم وجود داشت. اسیدهای آمینه فنیل آلانین و ترئونین به عنوان اسیدهای آمینه محدود کننده شناسایی شدند. نمونه حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم دارای مقادیر بالاتری از شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی و کارایی پروتئین نسبت به دو سطح دیگر بود. ارزیابی حسی نشان دهنده پذیرش سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم بود. در مجموع جایگزین کردن کلرید سدیم با ۲۵ درصد کلرید پتاسیم در تهیه سس ماهی کیلکا با توجه به بهبود نسبی کیفیت تغذیه ای و پذیرش از سوی مصرف کنندگان توصیه می گردد.

کـــلید واژه‌ها: اسیدآمینه، سس ماهی، کلرید پتاسیم، کیفیت تغذیه ای

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵

***نویسنده مسول:**

b.mohammadzadeh@gonbad.ac.ir

گلستان، گنبدکاووس، خیابان شهید فلاحی، دانشگاه گنبد کاووس

مقدمه

سس ماهی مایعی قهوه‌ای رنگ شفاف همراه با مزه شور و طعم ملایم ماهی بوده که نتیجه تغییرات فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی است که در غلظت بالای نمک و سطوح پائین اکسیژن رخ می دهد [۱]. پیشرفت تخمیر و افزایش درجه هیدرولیز منجربه افزایش میزان اسیدهای امینه آزاد در سس ماهی شده که متعاقبا سبب شدیدتر شدن رایحه سس ماهی می گردد [۲]. سس ماهی حاوی تمامی اسیدهای آمینه ضروری بویژه لیزین می باشد. اگرچه ترکیبات بیوشیمیایی در بین انواع سس ماهی بسیار متفاوت می باشد، لیکن اغلب سس های ماهی دارای میزان نمک بالا و غلظت بالایی از اسیدگلوتامیک آزاد می باشند [۳]. علیرغم اینکه سس ماهی حاوی طیف وسیعی از مواد مغذی می باشد، ارزش تغذیه ایش به دلیل غلظت بالای نمک موجود در آن (۲۵-۲۰٪) نادیده گرفته می شود [۴]. در ایران سس ماهی که مهیاوه نامیده می شود، غالبا از ماهیان خانواده شگ ماهیان از جمله جنس ساردین (*Sardinella* sp.) و جنس آنچوی (*Stelophorus* sp.) و در مناطق جنوبی ایران از جمله لارستان استان فارس و استان هرمزگان به صورت سنتی تهیه می گردد. گزارش شده است که نمونه های سس ماهی سنتی در این مناطق دارای میزان نمک در دامنه ۱۰/۹ تا ۱۲/۵ درصد کلرید سدیم می باشند [۵]. رژیم خوراکی حاوی سدیم بالا یکی از اصلی ترین پارامترهای خطرناک مسبب

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

سکته قلبی است و منبع مهم این یون دریافت رژیم خوراکی حاوی کلرید سدیم است که با خطر بیماری قلبی مرتبط است، و مستقل از دیگر پارامترهای خطرناک مسبب بیماریهای قلبی عروقی شامل فشار خون بوده، و می تواند منجربه افزایش مرگ و میر شود [۶]. جایگزین کردن سدیم با پتاسیم در فرآورده های غذایی که تحت عنوان نمک سود کردن هوشمندانه نامیده می شود، معمولی ترین روش کاهش مقدار ورودی سدیم در رژیم خوراکی انسان می باشد [۷] و به عنوان بهترین روش جایگزین جهت کاهش سدیم در فرآورده های حاوی نمک بالا از جمله فرآورده های دریایی حاوی نمک فراوان در مطالعات متعددی معرفی شده است [۸]. عملکرد مشابه کلرید سدیم از لحاظ ویژگی‌های تکنولوژیکی در فرآورده‌های غذایی، فعالیت ضدمیکروبی مشابه کلرید سدیم بویژه ایجاد ایمنی در برابر باکتری لیستریامونوسیتوژنز، وکاهش فشار خون در اثر افزایش دریافت پتاسیم و کاهش دریافت سدیم از مزایای استفاده از کلرید پتاسیم است که سبب می شود مزایای سلامتی فرآورده مدنظر افزایش یابد [۹]. جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم در چهار سطح ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد بر کیفیت ماهی کیلکا دودی گرم طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ روز نشان داد که جایگزینی در سطح ۷۵ درصد کلریدپتاسیم بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی و حسی ماهی کیلکای دودی شده طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد اثری نداشت [۱۰]. بررسی پذیرش سس ماهی ساردین تولید شده با جایگزینی نسبی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم در نسبت های مختلف نشان داد که جایگزنی در نسبت ۶۰٪ کلرید سدیم به ۴۰٪ به کلرید پتاسیم اثری بر روی بوی فرآورده نداشت اما بر طعم سس ماهی تاثیر گذاشت و منجر به عدم پذیرش از سوی مصرف کننده شد [۱۱]. مطالعه اثر جایگزینی نسبی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر ترکیب تقریبی، کیفیت فیزیکی و حسی ترشی ماهی آنچوی (*Engraulis encrasicolus*) بر اساس شاخص های کیفی نشان داد که بهترین سطح جایگزینی ۵۰٪ کلرید پتاسیم می باشد و کیفیت فیزیکی و حسی ترشی ماهی در این سطح همانند سطح ۱۰۰ کلرید سدیم حفظ شد [۱۲]. جایگزینی کلرید سدیم با بیش از ۵۰٪ کلرید پتاسیم می تواند مستقیما از شدت طعم کاسته و طعم تلخی را ایجاد نماید [۱۳]. با توجه به اینکه سس ماهی در نقاط مختلف دنیا غالبا از ماهیان خانواده شگ ماهیان تهیه می گردد، ماهی کیلکا نیز به عنوان یکی از فراوانترین شگ ماهیان دریای خزر، و همچنین با توجه به اندازه، و ترکیب شیمیایی بدن مستعد استفاده جهت تهیه سس ماهی می باشد. بر این اساس در مطالعه حاضر سس ماهی کیلکا به روش مشابه سس ماهی سنتی ایران (مهیاوه) تهیه گردید و در ادامه با هدف کاهش نمک، کلرید سدیم با کلریدپتاسیم در سطوح مختلف جایگزین و اثرات آن بر کیفیت تغذیه ای و حسی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

تهیه سس ماهی تخمیری

جهت تهیه سس ماهی از روش متداول تهیه سس ماهی در مناطق جنوبی کشور (مهیاوه) و با اندکی تغییرات جهت کنترل بهتر فرایند استفاده شد [۵]. بدین منظور ماهی کیلکای معمولی بدون سر و تخلیه شکمی شده، نمک (۲۰ درصد وزنی / وزنی)، و آب مقطر به نسبت ۱به ۱ درون ظروف شیشه ایی درب دار قرار داده شدند. در مطالعه حال حاضر ۳ سطح جایگزینی نمک شامل صفر درصد (۱۰۰ درصد کلرید سدیم)، ۲۵ درصد و ۵۰ درصد کلرید پتاسیم بکار برده شد. در ادامه ظروف به انکوباتور منتقل شدند و به مدت ۳۰ روز در دمای ۲±۳۵ درجه سانتی‌گراد تحت فرایند تخمیر قرار گرفتند. پس از گذشت ۳۰ روز نمونه‌های حاوی ماهی و نمک از صافی پارچه ای عبور داده می شوند و بخش مایع قهوه ای رنگ جداشده با مخلوط ادویه (خردل، اویشن، زیره، فلفل سیاه، رازیانه، تخم گشنیز) به میزان ۵ درصد وزنی / حجمی مخلوط شده و مجددا جهت کامل شدن تخمیر و تهیه سس ماهی به به مدت ۱۵ روز در انکوباتور با دمای ۲±۳۵ درجه سانتیگراد تحت تخمیر قرار گرفت. در انتهای دوره تخمیر ۴۵ روز، نمونه های سس ماهی جهت تعیین شاخص های کیفیت تغذیه ای و همچنین ارزیابی حسی مورد مطالعه قرار گرفتند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

تعیین ترکیبات تقریبی

مقدار رطوبت از طریق رابطه زیر و بر اساس اختلاف وزن حاصل از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به دست آمد [۱۴].

درصد رطوبت = (وزن اولیه/ وزن نهایی – وزن اولیه) × ۱۰۰

برای تعیین میزان خاکستر، ۰/۵ گرم از نمونه های خشک شده جهت سنجش رطوبت در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت سوزانده شد و مقدار خاکستر بدست آمد [۱۴].

درصد خاکستر = (وزن نمونه/ وزن بوته چینی – وزن بوته همراه با نمونه نهایی) × ۱۰۰

پروتئین نمونه‌ها به روش کلدال، با ضریب تبدیل ۶/۲۵ محاسبه شد [۱۵].

درصد پروتئین = (وزن اولیه/ ۶/۲۵×۰/۰۰۱۴× (حجم مصرفی اسید سولفوریک نمونه شاهد – حجم مصرفی اسید سولفوریک نمونه)) × ۱۰۰

چربی به روش استخراج توسط دستگاه سوکسله و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۵].

درصد چربی = (وزن نمونه بر حسب گرم/ وزن ظرف پیش از استخراج روغن – وزن ظرف همراه با روغن استخراجی پس از خشک شدن) × ۱۰۰

تعیین ترکیب اسیدآمینه کل و اسیدهای آمینه آزاد

تجزیه ترکیب اسیدآمینه کل و آزاد با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع باکارایی بالا (Young Lin, South Korea) و شناساگر فلوئورسنت (LC350, South Korea) در آزمایشگاه شرکت تحقیقاتی بیوفارماسی پارس تهران، مطابق روش [۱۶] و با انجام اندکی تغییرات انجام گرفت. بدین منظور، ابتدا فاز مایع و جامد نمونه سس ماهی که به صورت سوسپانسیون می باشد، توسط سانتریفیوژ جدا شدند، ۰/۵ گرم از فاز مایع که نتیجه هیدرولیز ماهی طی فرآیند تخمیر است، بدون انجام مرحله هیدرولیز، آماده سازی شد و جهت تعیین اسیدآمینه آزاد به دستگاه گازکروماتوگرافی با عملکرد بالا تزریق شد. به منظور تعیین اسیدآمینه در فاز جامد، ابتدا مقدار ۰/۵ گرم نمونه توسط اسیدکلریدریک هیدرولیز شدند، سپس نمونه ها با استفاده ازمحلول بورات، OPA و اسیدکلریدریک مشتق سازی شدند و نهایتا به دستگاه کروماتوگرافی با کارایی بالا (HPLC) تزریق گردیدند. سرعت جریان در دستگاه ۱/۳ میلی لیتر در دقیقه، دمای ۳۵ درجه سانتیگراد، و ستون مورد استفاده C18 با ابعاد ۰/۱۵ سانتی متر، ۵ میکرومتر، ۴۶ سانتی متر بود. در پایان مقدار اسیدهای آمینه آزاد (فاز مایع) و اسیدهای آمینه کل سس ماهی (مجموع اسیدهای آمینه آزاد فاز مایع و اسیدهای آمینه فاز جامد) به صورت گرم در ۱۰۰ گرم گزارش شدند.

محاسبه شاخص های کیفیت پروتئین بر پایه آنالیز اسیدآمینه

پارامترهای امتیاز اسیدآمینه، امتیاز شیمیایی، شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی و کارایی پروتئین به عنوان شاخص های تعیین کیفیت پروتئین بر مبنای ترکیب اسیدآمینه به شرح ذیل و با استفاده از روابطی که در ادامه می آیند، محاسبه شدند [۱۷].

امتیاز اسیدآمینه = (مقدار اسیدآمینه بر اساس استاندارد فائو و سازمان جهانی بهداشت/ غلظت اسیدآمینه در پروتئین سس ماهی)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

برای تخمین ارزش تغذیه ای و در دسترس بودن، مقدار اسیدآمینه در پروتئین سس ماهی از طریق ضرب نمودن مقدار اسیدهای آمینه در ضریب ۰/۶۲۵ بدست آمد.

۰/۶۲۵ × (مقدار اسیدآمینه ضروری) = غلظت اسیدآمینه در پروتئین سس ماهی

غلظت اسیدآمینه در پروتئین کامل تخم مرغ / غلظت اسیدآمینه در پروتئین سس ماهی = امتیاز شیمیایی

محاسبه شاخص اسید آمینه ضروری با استفاده از رابطه زیر صورت گرفت [۱۷، ۱۸، ۱۹].

$$\sqrt[n]{\left[\left(\frac{EAA_1\times100}{EAA_{1EG}}\right)\times\left(\frac{EAA_2\times100}{EAA_{2EG}}\right)\times\left(\frac{EAA_n}{EAA_{nEG}}\right)\right]}$$

در این رابطه، $EAA_1, EAA_2, \ldots EAA_n$ مقدار اسیدآمینه ضروری در پروتئین سس ماهی، EAA_{EG} مقدار اسیدآمینه ضروری در پروتئین کامل تخم مرغ، و n نیز تعداد اسیدآمینه ضروری شناسایی شده در پروتئین مورد آزمایش (سس ماهی) می باشد.

ارزش زیستی مطابق رابطه زیر محاسبه شد [۱۷، ۱۸].

۱۱/۷۳ – (۱/۰۹ × شاخص اسیدآمینه ضروری) = ارزش زیستی

کارایی پروتئین از رابطه زیر بدست آمد [۲۰].

(مقدار اسیدآمینه تیروزین) × ۰/۱۰۵– (مقدار اسیدآمینه لوسین)× ۰/۴۵۴+ ۰/۴۶۸ – =کارایی پروتئین

ارزیابی حسی

نمونه های مختلف سس ماهی کیلکا توسط ۱۴ نفر ارزیاب مرد و زن در محدوده سنی ۲۵ تا ۵۰ سال، مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. بدین منظور از روش مقیاس ۷ نقطه ای هدونیک استفاده شد، بطوریکه امتیاز ۱ معرف بی نهایت بد، ۲ بسیار بد، ۳ نسبتا بد، ۴ نه خوب نه بد، ۵ نسبتا خوب، ۶ بسیار خوب، و ۷ بی نهایت خوب (عالی) بود. صفات مورد بررسی نیز شامل رنگ، بو، طعم، و پذیرش کلی بودند [۲۱].

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده در غالب طرح کاملا تصادفی با نرم افزار نسخه SPSS 26 انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از ترکیب اسیدهای آمینه کل و آزاد، و ترکیبات تقریبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف – اسمیرنوف (Kolmogorov–Smirnov)، از آزمون پارامتری تجزیه‌ی واریانس یک طرفه استفاده گردید. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی دار شناخته شد از آزمون دانکن استفاده شد. سطح اطمینان در تمامی مراحل آنالیز ۵ درصد در نظر گرفته شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه های مختلف سس ماهی و پیدا نمودن اختلاف معنی‌دار در بین آنها از آزمون های غیر پارامتریک کوروسکال والیس (Kruskal–Wallis) و من ویتنی یو (Mann–Whitney U) برای استفاده شد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

نتایج

ترکیبات تقریبی و ترکیب اسیدآمینه های آزاد

مطابق نتایج جدول ۱، بیشترین مقدار پروتئین و خاکستر در سس ماهی حاوی ۱۰۰ کلرید سدیم، بیشترین مقدار چربی و رطوبت به ترتیب در نمونه های سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم و سسس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم ثبت شد. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، بیشترین اسیدهای آمینه آزاد در سس ماهی حاوی ۱۰۰ کلرید سدیم و در سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم اسیدگلوتامیک، لوسین و لیزین، و در سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم آلانین، لوسین و لیزین بودند. بالاترین مجموع اسیدهای آمینه موثر در طعم یومامی و تلخ در سس ماهی حاوی ۱۰۰ درصد کلرید سدیم و بالاترین مقدار مجموع اسیدآمینه های موثر در طعم شیرین در سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلریدپتاسیم بدست آمد.

جدول ۱. ترکیبات تقریبی، ترکیب و مقدار اسید آمینه های آزاد نمونه های سس ماهی کیلکا در سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک؛ داده ها به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند تفاوت حروف کوچک بالانویس در هر سطر نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین سطوح مختلف جایگزینی سطوح مختلف می باشد (P<0.05). اسیدهای آمینه موثر در طعم یومامی : اسیدگلوتامیک و اسیدآسپارتیک، اسیدهای آمینه موثر در طعم شیرین : ترئونین، سرین، گلایسین، آلانین، و لیزین. اسیدهای آمینه آزاد موثر در طعم تلخ : والین، ایزولوسین، لوسین، فنیل آلانین، هیستیدین.

ترکیبات تقریبی (درصد)	۱۰۰ درصد کلرید سدیم	۷۵ درصد کلرید سدیم + ۲۵درصد کلرید پتاسیم	۵۰ درصد کلرید سدیم + ۵۰ درصد کلرید پتاسیم
پروتئین خام	۵/۰±۴۸/۰۲^{b}	۵/۰±۴۷/۰۵^{b}	۶/۰±۲۶/۱۴^{a}
چربی کل	۵/۰±۳۲/۰۷^{a}	۰/۰±۸۵/۰۰^{b}	۰/۰±۸۳/۰۳^{b}
رطوبت	۹۰/۰±۰۲/۰۱^{c}	۹۱/۰±۰۴/۰۳^{a}	۹۰/۰±۱۵/۰۴^{b}
خاکستر	۹/۰±۹۶/۰۱^{a}	۸/۰±۹۷/۰۲^{c}	۹/۰±۸۴/۰۴^{b}
ترکیب و مقدار اسیدآمینه های آزاد در سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم			
اسیدآمینه/ سطح جایگزینی	۱۰۰ درصد کلرید سدیم	۷۵ درصد کلرید سدیم + ۲۵درصد کلرید پتاسیم	۵۰ درصد کلرید سدیم + ۵۰ درصد کلرید پتاسیم
هیستیدین	۱/۰±۱۶/۲۳^{a}	۰/۰±۳۶/۱۹^{b}	عدم شناسایی
ترئونین	۳/۰±۶۷/۶۸^{a}	۲/۰±۲۴/۳۳^{b}	عدم شناسایی
متیونین	۲/۰±۳۷/۶۴^{a}	۲/۰±۶۸/۴۶^{a}	۲/۰±۰۵/۵۲^{a}
والین	۵/۰±۰۷/۲۷^{a}	۴/۰±۷۷/۳۸^{a}	۵/۰±۲۸/۵۸^{a}
فنیل آلانین	۳/۰±۰۹/۳۱^{a}	۲/۰±۷۹۰/۶۱^{a}	۲/۰±۷۱/۴۱^{a}
ایزولوسین	۴/۰±۱۶/۲۶^{a}	۳/۰±۷۵/۸۳^{a}	۴/۰±۱۶/۲۶^{a}
لوسین	۷/۰±۳۱/۷۲^{a}	۶/۱±۸۲/۰۰^{a}	۷/۰±۸۲/۷۴^{a}
لیزین	۵/۰±۴۲/۶۰^{b}	۶/۰±۵۰/۹۴^{b}	۹/۰±۲۲/۹۴^{a}
اسیدآسپارتیک	۴/۰±۳۹/۵۵^{a}	۱/۰±۰۱/۲۷^{b}	۰/۰±۱۴/۰۸^{c}
اسیدگلوتامیک	۱۲/۰±۴۷/۶۲^{a}	۱۱/۱±۰۲/۳۹^{a}	۳/۰±۱۷/۲۴^{b}
سرین	۰/۰±۵۱/۱^{a}	۰/۰±۷۵/۳۸^{a}	عدم شناسایی
سیترولین	۰/۰±۲۶/۰۶^{a}	۰/۰±۳۷/۱۴^{a}	عدم شناسایی
گلایسین	۳/۰±۴۲/۶۴^{a}	۳/۰±۶۰/۶۹^{a}	۰/۰±۰۹/۰۲^{b}
آلانین	۱/۰±۸۷/۳۰^{b}	۲/۰±۳۸/۵۰^{b}	۷/۰±۹۲/۶۷^{a}
تیروزین	۰/۰±۳۰/۱۶^{a}	۰/۰±۰۴/۰۲^{b}	۰/۰±۲۳/۰۹^{ab}
اورنتین	۱/۰±۰۹/۳۰^{a}	۱/۰±۶۴/۳۶^{a}	۰/۰±۳۷/۲۳^{b}
اسیدهای آمینه ی موثر در طعم یومامی	۱۶/۰±۸۶/۰۶^{a}	۱۲/۱±۰۲/۱۲^{b}	۳/۰±۳۱/۱۵^{c}
اسیدهای آمینه موثر در طعم شیرین	۱۴/۰±۸۹/۸۴^{b}	۱۵/۰±۴۸/۰۴^{ab}	۱۷/۱±۲۳/۵۹^{a}

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

اسیدهای آمینه موثر در طعم تلخ	۲۰/۰±۸۴/۱۳^{a}	۱۸/۰±۴۹/۶۵^{a}	۱۹/۱±۹۸/۹۸^{a}
مجموع اسیدهای آمینه آزاد	۵۶/۰±۶۲۰/۶۶^{a}	۵۰/۰±۷۲/۸۳^{b}	۴۳/۴±۲۶/۳۸^{c}

ترکیب اسیدآمینه کل

بر اساس نتایج جدول ۲، کمترین و بیشترین مقدار اسیدآمینه ضروری در سس ماهی حاوی ۱۰۰ درصد کلرید سدیم به ترتیب هیستیدین و لوسین، در سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم هیستیدین و لیزین، و در سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم ترئونین و لیزین بود. همچنین کمترین و بیشترین مقدار اسیدآمینه غیر ضروری در سس ماهی حاوی ۱۰۰ کلرید سدیم و سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم به ترتیب سیترولین و اسیدگلوتامیک، و در سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم به ترتیب اورنتین و آلانین بود.

جدول ۲. ترکیب اسیدآمینه کل در نمونه های سس ماهی کیلکا در سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک؛ داده ها به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند تفاوت حروف کوچک بالانویس در هر سطر نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین سطوح مختلف جایگزینی سطوح مختلف می باشد (P<0.05).

اسیدآمینه/ سطح جایگزینی	۱۰۰ درصد کلرید سدیم	۷۵ درصد کلرید سدیم + ۲۵درصد کلرید پتاسیم	۵۰ درصد کلرید سدیم + ۵۰ درصد کلرید پتاسیم
هیستیدین	۱/۰±۷۸/۲۰^{a}	۲/۰±۰۵/۵۶^{a}	۰/۰±۵۱/۱۰^{b}
ترئونین	۴/۰±۵۱/۴۵^{a}	۴/۰±۰۱/۸۳^{a}	۰/۰±۴۰/۲۲^{b}
متیونین	۲/۰±۸۴/۳۰^{b}	۳/۰±۸۹/۵۶^{a}	۲/۰±۴۱/۴۱^{b}
والین	۵/۰±۹۶/۲۵^{a}	۷/۰±۱۵/۶۹^{a}	۶/۰±۱۴/۷۳^{a}
فنیل آلانین	۳/۰±۴۳/۳۰^{a}	۳/۰±۲۹/۶۷^{a}	۳/۰±۰۰/۴۸^{a}
ایزولوسین	۴/۰±۹۴/۲۶^{b}	۵/۰±۵۵/۲۹^{a}	۴/۰±۹۲/۳۰^{b}
لوسین	۸/۰±۷۲/۹۵^{a}	۱۰/۰±۳۸۰/۶۶^{a}	۹/۰±۲۱/۹۷^{a}
لیزین	۸/۰±۰۱/۴۰^{c}	۱۶/۰±۱۷/۹۳^{a}	۱۲/۰±۱۳/۷۰^{b}
اسیدآسپارتیک	۵/۰±۹۳/۴۶^{a}	۴/۰±۷۵/۵۹^{b}	۱/۰±۲۱/۴۱^{c}
اسیدگلوتامیک	۱۵/۱±۷۷/۰۱^{b}	۱۸/۰±۷۷/۹۵^{a}	۴/۰±۹۵/۸۲^{c}
سرین	۱/۰±۱۸/۲۹^{b}	۲/۰±۸۷/۴۲^{a}	۰/۰±۵۷/۱۳^{c}
آرژنین	۰/۰±۶۶/۲۰^{b}	۲/۰±۵۸/۵۹^{a}	۰/۰±۵۴/۲۴^{b}
سیترولین	۰/۰±۲۶/۱۲^{a}	۰/۰±۳۷/۲۲^{a}	عدم شناسایی
گلایسین	۴/۰±۵۱/۶۳^{b}	۶/۰±۷۱/۳۶^{a}	۰/۰±۵۲/۲۰^{c}
آلانین	۲/۰±۷۳/۴۵^{c}	۵/۰±۳۰/۶۶^{b}	۹/۰±۲۹/۷۸^{a}
تیروزین	۰/۰±۴۸/۱۰^{b}	۲/۰±۱۶/۴۱^{a}	۰/۰±۶۶/۲۴^{b}
اورنتین	۲/۰±۱۰/۳۹^{b}	۶/۰±۰۸/۷۸^{a}	۰/۰±۳۷/۰۸^{c}

گروه ها و نسبت های اسیدآمینه

نتایج جدول ۳ حاکی از آن است که مقادیر مجموع کل اسیدهای آمینه، اسیدهای آمینه ضروری، غیرضروری، اسیدهای آمینه بازی، خنثی، سولفور دار و عطرزا در سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم بطور معنی داری بیشتر از دو نمونه دیگر سس ماهی بود (P<0.05). نسبت اسید آمینه ضروری به کل، اسید آمینه خنثی به کل، اسید آمینه ضروری به غیرضروری در سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم بطور معنی داری بیشتر از دو نمونه دیگر سس ماهی بود (P<0.05). کمترین مقدار نسبت اسیدآمینه غیر ضروری به کل مربوط به نمونه حاوی ۵۰ کلرید پتاسیم بود. نسبت اسیدآمینه خنثی به ضروری در سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم بطور معنی داری کمتر از دو نمونه دیگر سس بود (P<0.05).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

جدول ۳. مقادیر و نسبت های اسیدآمینه در سس ماهی حاوی سطوح مختلف کلریدپتاسیم؛ داده ها به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند تفاوت حروف کوچک بالانویس در هر سطر نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین سطوح مختلف جایگزینی سطوح مختلف می باشد (P<0.05).

اسیدآمینه/ سطح جایگزینی	۱۰۰ درصد کلرید سدیم	۷۵ درصد کلرید سدیم + ۲۵درصد کلرید پتاسیم	۵۰ درصد کلرید سدیم + ۵۰ درصد کلرید پتاسیم
مقدار کل (گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک)			
مجموع کل اسیدهای آمینه	۷۹/۳±۷۵/۴۴^{b}	۱۰۶/۲±۸۴/۵۷^{a}	۵۸/۱±۰۵/۱۳^{c}
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	۴۰/۰±۱۹/۰۹^{b}	۵۲/۳±۴۹/۸۷^{a}	۳۸/۰±۷۳/۲۹^{b}
مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری	۳۹/۳±۵۶/۵۳^{b}	۵۴/۱±۳۵/۳۰^{a}	۱۹/۱±۳۲/۴۲^{c}
مجموع اسیدهای آمینه اسیدی	۲۱/۱±۷۰/۴۷^{a}	۲۳/۰±۵۲/۳۶^{a}	۶/۱±۱۶/۲۳^{b}
مجموع اسیدهای آمینه بازی	۱۰/۰±۴۵/۰۰^{c}	۲۰/۲±۸۰/۰۷^{a}	۱۳/۱±۱۸/۰۵^{b}
مجموع اسیدهای آمینه خنثی	۲۸/۰±۱۵۰/۰۴^{b}	۳۴/۱±۴۸/۷۰^{a}	۲۶/۰±۸۶/۹۷^{b}
مجموع اسیدهای آمینه سولفوردار	۲/۰±۸۴/۳۰^{b}	۳/۰±۸۹/۵۶^{a}	۲/۰±۴۱/۴۱^{b}
مجموع اسیدهای آمینه شاخه دار	۱۹/۰±۶۲/۹۵^{b}	۲۳/۰±۰۸/۳۲^{a}	۲۰/۱±۲۸/۳۹^{b}
مجموع اسیدهای آمینه عطرزا	۳/۰±۹۱/۴۰^{b}	۵/۰±۴۶/۲۶^{a}	۳/۰±۶۶/۷۲^{b}
نسبت ها (بر حسب درصد)			
نسبت اسیدآمینه ضروری به کل	۵۰/۲±۴۵/۲۹^{b}	۴۹/۲±۰۹/۴۵^{b}	۶۶/۱±۷۵/۷۹^{a}
نسبت اسیدآمینه غیرضروری به کل	۴۹/۲±۵۴/۲۹^{a}	۵۰/۲±۹۱/۴۵^{a}	۳۳/۱±۲۵/۷۹^{b}
نسبت اسیدآمینه خنثی به کل	۳۵/۱±۳۴/۵۷^{b}	۳۲/۰±۲۶/۸۲^{b}	۴۶/۲±۳۱/۵۸^{a}
نسبت اسیدآمینه ضروری به غیر ضروری	۱۰۲/۹±۱۳/۳۷^{b}	۹۶/۹±۷۲/۴۵^{b}	۲۰۱/۱۶±۳۰/۳۰^{a}
نسبت اسیدآمینه خنثی به ضروری	۷۰/۲±۰۵/۰۶^{a}	۶۵/۱±۷۷/۶۱^{b}	۶۹/۱±۳۴/۹۹^{a}
نسبت لوسین به ایزولوسین	۱۷۷/۲۸±۴۸/۶۷^{a}	۱۸۷/۲۱±۸۸/۷۳^{a}	۱۸۸/۳۱±۴۴/۴۰^{a}

شاخص های کیفیت پروتئین بر پایه آنالیز اسیدآمینه

تحلیل مقایسه ای مقادیر امتیاز اسیدآمینه، امتیاز شیمیایی، شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی و کارایی پروتئین بین سس های ماهی حاوی سطوح مختلف جایگزینی کلریدسدیم با کلریدپتاسیم در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق نتایج جدول ۴ سس ماهی کیلکا حاوی ۱۰۰ کلرید سدیم در مقایسه استاندارد فائو / سازمان جهانی بهداشت حاوی مقادیری بالاتری از اسیدهای آمینه ضروری لوسین و لیزین و در مقایسه با استاندارد پروتئین مرجع تخم مرغ نیز حاوی مقادیر بیشتری از اسیدهای آمینه ترئونین، والین، ایزولوسین، لوسین و لیزین بود. سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم نیز در مقایسه با استاندارد فائو/ سازمان جهانی بهداشت و استاندارد پروتئین مرجع تخم مرغ حاوی مقادیر زیادتری از والین، ایزولوسین، لوسین و لیزین بود. سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم در مقایسه با استاندارد فائو/ سازمان جهانی بهداشت مقادیر بیشتری لوسین و لیزین داشت و در مقایسه با استاندارد پروتئین مرجع تخم مرغ حاوی مقادیر زیادتری والین، لوسین و لیزین بود. بر اساس امتیاز اسیدآمینه، اولین اسیدآمینه ضروری محدود کننده در هر سه نمونه سس ماهی فنیل آلانین می باشد. علاوه بر این در تمامی نمونه ها، بالاترین امتیاز اسیدآمینه مربوط به لیزین بود. بر اساس امتیاز شیمیایی اولین اسیدآمینه محدود کننده در نمونه های حاوی ۱۰۰ درصد کلرید سدیم و ۲۵ کلرید پتاسیم فنیل آلانین و درنمونه های حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم ترئونین شناخته شد. مجموع اسیدهای آمینه ضروری هر سه نمونه سس ماهی از مجموع اسیدهای آمینه ضروری پروتئین مرجع تخم مرغ بیشتر بود و درسس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم این شاخص از میزان ارائه شده بر اساس استاندارد فائو / سازمان جهانی بهداشت نیز بیشتر بود. ضمن اینکه سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم محتوی کمتری در شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی در مقایسه با دو نمونه سس دیگر داشت.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

جدول ۴ : تحلیل مقایسه ای امتیاز اسیدآمینه، امتیاز شیمیایی، شاخص اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی و کارایی پروتئین بین سس ماهی حاوی سطوح مختلف کلریدپتاسیم؛ *تبدیل غلظت اسیدهای آمینه در پروتئین سس ماهی از طریق ضرب نمودن مقادیر اسیدآمینه ضروری ذکر شده در جدول ۲ در ضریب ۰/۶۲۵ انجام پذیرفته است.

گروه های مختلف/ اسیدآمینه	ترئونین	متیونین	والین	فنیل آلانین	ایزولوسین	لوسین	لیزین	مجموع اسیدهای آمینه ضروی	شاخص اسیدآمینه ضروری	ارزش زیستی	کارایی پروتئین
۱۰۰ درصد کلرید سدیم	۲/۸۲*	۱/۷۷	۳/۷۳	۲/۱۴	۳/۰۹	۵/۴۵	۵/۰۰	۲۴/۰۰	۱۲۳/۴۴	۱۲۲/۸۲	۳/۴۴
۲۵ درصد کلرید پتاسیم	۲/۵۰	۲/۴۳	۴/۴۷	۲/۰۶	۳/۴۷	۶/۴۹	۱۰/۱۰	۳۱/۵۲	۱۴۹/۲۲	۱۵۹/۹۲	۴/۰۲
۵۰ درصد کلرید پتاسیم	۰/۲۵۰	۱/۵۰	۳/۸۴	۱/۸۸	۳/۰۸	۵/۷۶	۷/۵۸	۲۳/۸۹	۸۸/۱۲	۸۴/۳۲	۳/۶۵
استاندارد فائو و سازمان جهانی بهداشت	۲/۹۲	۳/۸۶	۴/۱۰	۵/۶۵	۳/۳۱	۵/۳۴	۴/۴۱	۲۹/۵۹			
استاندارد پروتئین تخم مرغ	۲/۵۰	۲/۵۰	۳/۱۰	۳/۸۰	۲/۵۰	۴/۴۰	۳/۴۰	۲۲/۲۰			
امتیاز اسیدآمینه (۱۰۰ درصد کلرید سدیم)	۱/۱۳	۰/۸۱	۱/۲۰	۰/۵۶۰a	۱/۲۳	۱/۲۴	۱/۴۷				
امتیاز اسیدآمینه (۲۵ درصد کلرید پتاسیم)	۱/۰۰	۱/۱۰	۱/۴۴	۰/۵۴۲a	۱/۳۹	۱/۴۷	۲/۹۷				
امتیاز اسیدآمینه (۵۰ درصد کلرید پتاسیم)	۱/۰۰	۰/۶۸۴	۱/۲۴	۰/۴۹۴a	۱/۲۳	۱/۳۱	۲/۲۳				
امتیاز شیمیایی (۱۰۰ درصد کلرید سدیم)	۰/۹۶۵	۰/۴۵۹	۰/۹۱۰	۰/۳۷۹a	۰/۹۳۳	۱/۰۲	۱/۱۳				
امتیاز شیمیایی (۲۵ درصد کلرید پتاسیم)	۰/۸۵۸	۰/۶۳۰	۱/۰۹	۰/۳۶۴a	۱/۰۵	۱/۲۱	۲/۲۹				
امتیاز شیمیایی (۵۰ درصد کلرید پتاسیم)	۰/۰۸۵a	۰/۳۹۰	۰/۹۳۷	۰/۳۳۲	۰/۹۳۰	۱/۰۸	۱/۷۲				

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی سس ماهی کیلکا دارای سطوح مختلف جایگزینی کلریدسدیم با کلرید پتاسیم در جدول ۵ مشاهده می شود. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، اختلاف معنی داری بین امیتازات کسب شده در صفت رنگ بین سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم وجود نداشت ($P>0.05$). نمونه های حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم در هیچ صفتی اختلاف معنی داری با نمونه های حاوی ۱۰۰ کلرید سدیم نداشتند ($P>0.05$)، درحالیکه نمونه های حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم بطور معنی داری در صفات بو، مزه و پذیرش کلی امتیاز کمتری نسبت به نمونه های حاوی ۲۵ درصد کلریدپتاسیم و ۱۰۰ کلرید سدیم کسب کردند ($P<0.05$).

جدول ۵: ارزیابی حسی صفات مختلف نمونه های سس ماهی کیلکا در سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم؛ *تفاوت حروف کوچک بالانویس در هر سطر نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد ($P<0.05$).

صفات/ سطح جایگزینی	۱۰۰ درصد کلرید سدیم	۷۵ درصد کلرید سدیم + ۲۵درصد کلرید پتاسیم	۵۰ درصد کلرید سدیم + ۵۰ درصد کلرید پتاسیم
رنگ	۵/۰±۱۴/۹۵a	۴/۱±۷۸/۱۹a	۴/۱±۰۰/۱a
بو	۵/۱±۰۷/۳۸b	۴/۱±۸۶/۱b	۲/۱±۱۴/۴۱a
مزه	۴/۱±۷۸/۲۵b	۴/۰±۲۸/۹۱b	۲/۱±۲۱/۳۱a
پذیرش کلی	۴/۱±۸۶/۲۹b	۴/۰±۲۱/۸۹b	۲/۱±۳۶/۴۵a

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

بحث

ترکیبات تقریبی و ترکیب اسیدآمینه های آزاد

با افزایش کلرید پتاسیم در سس ماهی بطور معنی داری از میزان چربی کاسته شده است که می تواند به پائین بودن درجه هیدرولیز نمونه های سس ماهی حاوی کلرید پتاسیم مرتبط باشد، در سس ماهی بدون کلرید پتاسیم، افزایش هیدرولیز منجر به آزاد شدن چربی از سلول ها و رهایش درون بخش مایع پروتئینی سس ماهی شده است، چنانچه گزارش شده است که تخمیر ضایعات کپورماهیان هندی می تواند سبب افزایش بازده روغن استخراجی تا میزان ۸۵٪ شد [۲۲]. سس تهیه شده از ماهی گامبوزیا (*Affinis affinis*) با ۲۵ درصد نمک که به مدت ۵ ماه در دمای اطاق تحت تخمیر قرار گرفته بود حاوی ۶۵ درصد رطوبت، ۱۲ درصد پروتئین و ۱/۵ درصد چربی و ۱۹ درصد خاکستر و ۹ درصد نمک کلرید سدیم بود [۲۳]. سس ماهی یک ماده غذایی تخمیری است که از طریق هیدرولیز طبیعی بوسیله آنزیم ها و میکروارگانیسم ها بدست آمده و شاخص ترین تغییر این ماده پروتئینی طی تخمیر تبدیل شدن پروتئین ها به پپتیدهای کوچک و اسیدهای آمینه آزاد می باشد و غلظت بالای این اجزاء از مزیت های تغذیه ای این فرآورده محسوب می گردد [۴]. اسیدهای آمینه آزاد بر اساس خصوصیات مزه، به گروه های مختلف گروه بندی می شوند : گروهی که مزه یومامی را دارند شامل اسیدگلوتامیک و اسید آسپارتیک، مزه شیرین شامل آلانین، گلایسین، سرین، ترئونین، پرولین و لیزین، مزه تلخ شامل آرژنین، هیستیدین؛ ایزولوسین، لوسین، متیونین، فنیل آلانین، تریپتوفان، تیروزین و والین و اسیدآمینه بی تاثیر در مزه یا بی مزه هم سیستئین می باشد [۲۴]. مقدار کل اسیدهای آمینه آزاد در سس ماهی آنچوی (*Engraulis japonicus*) تخمیر شده با مخمر آسپرژیلوس اورایزه (*Aspergillus oryzae*) پس از ۳ روز تخمیر افزایش یافت و از مقدار ۱۵/۶۵ میلی گرم در میلی لیتر به ۱۸/۰۴ میلی گرم در میلی لیتر رسید که بطور قابل ملاحظه ای بیش از مقدار آن در قبل از تخمیر بود [۲۵]. در مطالعه حاضر فراوانترین اسیدهای آمینه آزاد در سس ماهی کیلکا شامل اسیدگلوتامیک، لیزین، لوسین، والین بودند، این اسیدهای آمینه آزاد جزء اسیدهای آمینه آزاد فراوان در ترکیب سس ماهی روم باستان یا گاروم [۲۶] و سس ماهی آنچوی(*Engraulis japonicus*) تهیه شده در دو غلظت ۲۰ و ۲۵ درصد نمک نیز بودند [۲۷]. افزایش اسیدهای آمینه آزاد طی تولید سس ماهی از انواع ماهیان و در شرایط مختلف تخمیر در مطالعات زیادی گزارش شده است که طی آن به دلیل هیدرولیز آنزیمی طی تخمیر، غلظت اسیدهای آمینه آزاد در پایان دوره تخمیر نسبت به ماهی تخمیر نشده افزایش یافته است [۲۸، ۲۹]. در مطالعه حاضر مقدار اسیدهای آمینه آزاد موثر بر مزه تلخ در تمامی سطوح جایگزینی بیش از اسیدهای آمینه آزاد موثر بر مزه شیرینی و یومامی بودند. افزون بر این با افزایش سطح کلرید پتاسیم مجموع اسیدهای آمینه آزاد در سس ماهی کیلکا کاهش یافت که می تواند به دلیل کاهش میزان هیدرولیز پروتئین ماهی کیلکا طی تخمیر باشد.

ترکیب اسیدآمینه کل

محتوی اسیدهای آمینه کل شاخصی از اسیدهای آمینه سس ماهی و متشکل از اسیدهای آمینه آزاد و پپتیدها بوده و یکی از شاخص های مهم در تعیین کیفیت سس ماهی می باشد [۳۰]. تفاوت های موجود در ترکیب اسیدآمینه انواع سس های ماهی احتمالا ناشی از تفاوت در ترکیب منبع پروتئین اولیه از جمله پوست، استخوان ها، سر و بافت های پیوندی و علاوه بر آن تفاوت در فرآیند اتولیز طی تولید سس ماهی می باشد [۳۱، ۳۲]. کیفیت هر پروتئین یا هیدرولیز پروتئینی عمدتا از میزان اسیدهای آمینه ضروری نشات می گیرد، بر این اساس بیشتر بودن مقدار اسیدهای آمینه ضروری نسبت به مقدار اسیدهای آمینه غیر ضروری حاکی از ارزشمند بودن پروتئین مورد بررسی می باشد [۳۳]. در سس ماهی ساردین (*Sardinops melanostictus*) با جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم در سطوح ۱۰، ۲۵ و ۴۰ درصد اختلاف معنی داری بین غلظت اسیدهای آمینه بین نمونه شاهد حاوی ۱۰۰ درصد کلرید سدیم و نمونه های دیگر مشاهده نشد و بیشترین غلظت مربوط به اسیدگلوتامیک، اسیدآسپارتیک و لیزین بود [۱۱] که منطبق بر نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر می باشد. مجموع کل اسیدهای آمینه در سس ماهی کیلکا در سطوح مختلف کلرید پتاسیم بین ۵۸/۰۵ تا ۱۰۶/۸۴ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک بود و بالاترین مقادیر اسیدآمینه ضروری در هر سه نمونه سس ماهی مربوط به لیزین، لوسین و والین بود.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

گروه ها و نسبت های اسیدآمینه

مقدار مورد نیاز اسیدهای آمینه سولفوردار عموما برای افراد بالغ ۱۳ میلی گرم در کیلوگرم در هر روز توصیه شده است [۳۴]. در سس ماهی کیلکا مجموع اسیدهای آمینه سولفور دار (سیستئین و متیونین) در دامنه ۲/۴۱ تا ۳/۸۹ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک بود که حداقل نیاز بالغین را تامین می کند. مقدار توصیه شده برای مجموع اسیدهای آمینه معطر ۱۴ میلی گرم در کیلوگرم در هر روز برای تغذیه افراد بالغ می باشد [۳۴]. در سس ماهی کیلکا مجموع اسیدهای آمینه عطرزا (فنیل آلانین و تیروزین) در دامنه ۳/۶۶ تا ۵/۴۶ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک بود که مقدار معقولی جهت رفع نیاز افراد بالغ است. مقدار توصیه شده برای مجموع اسیدهای آمینه شاخه دار (لوسین، ایزولوسین و والین) برای افراد بالغ ۳۴ میلی گرم در کیلوگرم در روز می باشد [۳۵]. در مطالعه حاضر، مجموع اسیدهای آمینه شاخه دار در دامنه ۱۹/۶۲ تا ۲۳/۰۸ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک بود که در مقایسه با مقدار توصیه شده مقدار معقولی را نشان داد. نسبت مناسب توصیه شده برای اسیدهای آمینه ضروری به کل ۴۰ درصد می باشد [۳۵]. در مطالعه حاضر و در تمامی نمونه ها، این نسبت بیشتر از مقادیر توصیه شده بود و در دامنه ۴۹/۰۹ تا ۶۶/۷۵ درصد بود. مقدار توصیه شده برای نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری بالاتر از ۶۰ درصد می باشد [۳۵]. در تمامی سطوح جایگزینی کلریدسدیم به کلریدپتاسیم این نسبت بالاتر از ۶۰ درصد و در دامنه ۹۶/۷۲ تا ۲۰۱/۳۰ درصد بود. در مواد پروتئینی، بخشی از اسیدآمینه لوسین خوراکی بوسیله جذب شدن از سوی ایزولوسین خنثی می شود، از اینرو نسبت لوسین به ایزولوسین اهمیت دارد و جهت جلوگیری یا کاهش این اثر بهتر است مقدار ایزولوسین در ماده غذایی مورد نظر کمتر از لوسین باشد [۳۶]. در مطالعه حاضر این نسبت در تمامی سطوح جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم مناسب بود و در دامنه ۱۷۷/۴۸ تا ۱۸۸/۴۴ بود که حاکی از عدم تاثیر ایزولوسین موجود در سس ماهی در روند جذب لوسین می باشد. در مجموع سس ماهی کیلکا حاوی سطوح مختلف کلرید پتاسیم دارای مقادیر مناسبی از انواع نسبت های اسیدهای آمینه با اهمیت در ارزیابی کیفیت تغذیه ای بر مبنای اسیدهای آمینه بود.

شاخص های کیفیت پروتئین بر پایه آنالیز اسیدآمینه

امتیاز شیمیایی پائین برای یک اسیدآمینه ضروری نشان دهنده این است که مقدار اسیدآمینه مدنظر کمتر از مقدار مورد نیاز می باشد [۱۸]. شاخص اسیدآمینه ضروری، ارائه دهنده کل طیف اسیدهای آمینه ضروری در یک پروتئین می باشد [۱۸]. در مطالعه حاضر با افزایش سطح جایگزینی کلریدپتاسیم شاخص های اسیدآمینه ضروری و ارزش زیستی تا سطح ۲۵ درصد افزایش و در سطح ۵۰ درصد کاهش یافت. بر اساس دو پارامتر شاخص اسیدآمینه ضروری و ارزش زیستی کیفیت تغذیه ای پروتئین در دو نمونه سس ماهی حاوی ۱۰۰ کلرید سدیم و ۲۵ درصد کلرید پتاسیم بالاتر از نمونه حاوی ۵۰ درصد کلریدپتاسیم بود. یکی از مهمترین امتیازات برای ارزیابی کیفیت تغذیه ای پروتئین ها نسبت کارایی پروتئین است [۳۷]. این نسبت به معنای میزان افزایش وزن بدن به گرم به ازای گرم پروتئین مصرفی می باشد. میزان کارایی پروتئین ماهی بطور میانگین برابر ۳/۵۵ بوده که بیش از نسبت کارایی پروتئین گوشت گاو (۲/۳۰)، پروتئین شیر (۲/۵۰) و نزدیک به تخم مرغ (۳/۹۲) است [۳۸]. در مطالعه حاضر میزان کارایی پروتئین در دامنه ۳/۴۴ الی ۴/۰۲ بود که مناسب بودن این نسبت در سس ماهی کیلکا در تمامی سطوح جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم را نشان می دهد. بهبود نسبت کارایی پروتئین طی فرآیند تخمیر به دسترسی زیستی بهتر اسیدهای آمینه و افزایش قابلیت هضم پروتئین ماده تخمیر شده نسبت داده می شود و علاوه بر این بیان شده است که تخمیر پروتئین های حیوانی ممکن است سبب بهبود کیفیت آنها شود [۳۹]. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، کمترین امتیاز کسب شده در صفات بو، مزه و پذیرش کلی متعلق به نمونه های حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم بود. طعم، مشخصه مهمی در کیفیت ماهی تخمیر شده می باشد و یکی از پارامترهای اساسی در تصمیم مصرف کننده برای خرید این محصولات محسوب می گردد [۴۰]. معمولا فرآورده های تخمیری ماهی دارای طعم یومامی بوده که ناشی از مقادیر بالای اسیدگلوتامیک و اسیدآسپارتیک است که مسوول این طعم می باشند [۴۰]. مزه و رایحه سس ماهی متاثر از اسیدهای آمینه، پپتیدها و اسیدهای آلی و ترکیبات فرار تولید شده می باشد [۱]. ارزیابی حسی سس ماهی ساردین(*Sardinops melanostictus*) دارای سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم نشان داد که نمونه های حاوی ۴۰ درصد کلرید پتاسیم از نظر بو و مزه غیرقابل پذیرش بودند و جایگزینی تا سطح ۲۵ درصد کلرید

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

پتاسیم از لحاظ ارزیابی حسی پذیرفته شد که حاکی از نقش مهم نوع نمک در تعیین کیفیت خوراکی فرآورده نهایی بود [۱۱]. در مطالعه حاضر پائین تر بودن مقدار مجموع اسیدآمینه های موثر در طعم یومامی در نمونه حاوی ۵۰ کلرید پتاسیم نسبت به دو نمونه دیگر در کاهش امتیاز صفت مزه تاثیر گذار بود. ضمن اینکه با توجه به ماهیت تلخ بودن نمک کلرید پتاسیم، افزایش این نمک در سطح ۵۰ درصد در تلخ شدن سس ماهی و کاهش امتیاز بو و پذیرش کلی نمونه ها تاثیر گذار بود. بر اساس شاخص های ارائه شده جهت ارزیابی کیفیت پروتئین بر مبنای اسیدهای آمینه، سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم، کیفیت پروتئینی بالاتری نسبت به دو سطح دیگر داشت.

نتیجه گیری کلی

سس ماهی کیلکا تهیه شده حاوی سطوح مختلف جایگزینی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم، در مجموع منبع خوبی از اسیدآمینه‌های ضروری بود و مجموع اسیدهای آمینه ضروری در سس ماهی حاوی ۱۰۰ درصد کلرید سدیم بطور قابل توجهی بیش از دو نمونه دیگر بود. فراونترین اسیدهای آمینه ضروری در هر سه نمونه سس ماهی لوسین، لیزین، و والین بود. مجموع اسیدهای آمینه ضروری در نمونه حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم بیش از دو نمونه دیگر و بیش از استاندارد فائو / سازمان جهانی بهداشت و پروتئین مرجع تخم مرغ بود. سس ماهی حاوی ۲۵ درصد کلرید پتاسیم از لحاظ شاخص های کیفیت تغذیه ای اسیدآمینه ضروری، ارزش زیستی و کارایی پروتئین دارای وضعیت مطلوبی بود. ارزیابی حسی حاکی از وضعیت مطلوب در سس ماهی ۱۰۰ درصد کلرید سدیم و ۲۵ درصد کلرید پتاسیم بود و سس ماهی حاوی ۵۰ درصد کلرید پتاسیم از سوی مصرف کنندگان در اغلب صفات مورد بررسی رد شد. در مجموع جایگزینی نمک کلرید پتاسیم با کلرید سدیم در تهیه سس ماهی کیلکا تا سطح ۲۵ درصد بدون اثر سوء بر ارزیابی حسی و از طرفی به دلیل اثر مثبت بر شاخص های کیفیت تغذیه ای بر پایه اسیدآمینه توصیه می گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دکتر جواد فیضی و سید اصغر حسینی که در انجام این تحقیق اینجانب را یاری نمودند، قدردانی می گردد.

تاییدیه های اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان در مقاله

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی /حمایت ها

این پژوهش با حمایت های مالی دانشگاه گنبدکاووس صورت پذیرفته است.

منابع

1. Gowda S.G.S, Narayan B, Gopal S. Bacteriological properties and health-related biochemical components of fermented fish sauce: An overview. Food Reviews International. 2016; 32(2): 203-229.
2. Klomklao S, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H, Simpson B.K. Effects of the addition of spleen of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (*Sardinella gibbosa*). Food Chemistry. 2006; 98 (3):440-452.
3. Yoshida Y. Umami taste and traditional seasonings. Food Reviews International. 1998; 14(2-3): 213-246.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

4. Lopetcharat K, Choi Y.J, Park J.W, Daeschel M.A. Fish sauce products and manufacturing: a review. Food Reviews International. 2001; 17(1): 65-88.
5. Zarei M, Najafzadeh H, Eskandari M.H, Pashmforoush M, Enayati A, Gharibi D, Fazlara A. Chemical and microbial properties of mahyaveh, a traditional Iranian fish sauce. Food Control. 2012; 23: 511-514.
6. He F.J, Burnier M, MacGregor GA. Nutrition in cardiovascular disease: salt in hypertension and heart failure. European Heart Journal. 2011; 32(24): 3073-3080.
7. Zakipour Rahimabadi E, Faralizadeh S, Khanipour A.A. Fatty acid composition of fresh and smoked Black and Caspian Sea sprat, *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) treated with different salt composition. Caspian Journal of Environmental Sciences. 2016; 14(2): 117-124.
8. Rizo A, Fuentes A, Barat JM, Fernandez-Segovia I. Development of a novel smoke-flavoured salmon product by sodium replacement using water vapour permeable bags. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2018; 98(7): 2721-2728.
9. Almli V.L, Hersleth M. Salt replacement and injection salting in smoked salmon evaluated from descriptive and hedonic sensory perspectives. Aquaculture International. 2013; 21(5): 1091-1108.
10. Faralizadeh S, Zakipour Rahimabadi E, Khanipour A.A. The influence of sodium chloride replacement with potassium chloride on quality changes of hot smoked Kilka (*Clupeonella cultriventris* caspia) during storage at±4 C. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2016; 15(2): 662-676.
11. Sanceda N, Kurata T. Quality and sensory acceptance of fish sauce partially substituting sodium chloride or natural salt with potassium chloride during the fermentation process. International Journal of Food Science & Technology. 2003; 38(4): 435-443.
12. Erol N.D, Erdem O.A, Cakli S, Yavuz A.B. Influence of partial sodium replacement on proximate composition, physical and sensory quality of marinated anchovy (*Engraulis encrasicolus*). LWT. 2021; 137, 110476.
13. Hand L, Terrell R.N, Smith G.C. Effects of complete or partial replacement of sodium chloride on processing and sensory properties of hams. Journal of Food Science. 1982; 47(6): 1776-1778.
14. AOAC. Official methods of analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical chemists.1990.
15. AOAC. Official methods of analysis. Washington, DC Association of Official Analytical chemists. 2000.
16. Moore S, Stein W.H. Chemical structures of pancreatic ribonuclease and deoxyribonuclease. Science. 1973; 180(4085): 458-464.
17. Oztekin A, Yigit M, Kizilkaya B, Ucyol N, Tan E, Yilmaz S, Bulut M, Ayaz A, Ergun S. Nutritional quality of amino acid in farmed, farm-aggregated and wild Axillary seabream (*Pagellus acarne*) with implications to Human Health. Aquaculture Research. 2020; 51(5): 1844-1853.
18. Olu M, Adediran A.E. Protein evaluation of foods. International Journal of Nutrition and Food Sciences. 2015; 4(6): 700-706.
19. Wang Y, Yu S, Ma G, Chen S, Shi Y, Yang Y. Comparative study of proximate composition and amino acid in farmed and wild *Pseudobagrus ussuriensis* muscles. International Journal of Food Science & Technology. 2014; 49(4): 983-989.
20. Alsmeyer R. H, Cunningham A.E, Hapich M.L. Equations to predict PER from amino acid analysis. Food Technology. 1974; 28: 34–38.
21. Yongsawatdigul J, Rodtong S, Raksakulthai N. Acceleration of Thai fish sauce fermentation using proteinases and bacterial starter cultures. Journal of Food Science. 2007; 72(9): 382-390.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

22. Rai A.K, Swapna H.C, Bhaskar N, Halami P.M, Sachindra N.M. Effect of fermentation ensilaging on recovery of oil from fresh water fish viscera. Enzyme and Microbial Technology. 2010; 46(1): 9-13.
23. Ibrahim S.M. Utilization of gambusia (*Affinis affinis*) for fish sauce production. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2010; 10(2):169-172.
24. Kato H, Rhue M.R, Nishimura T. Role of free amino acids and peptides in food taste. Flavor Chemistry. 1989; Chapter 13: 158-174 pp.
25. Sun J, Yu X, Fang B, Ma L, Xue C, Zhang Z, Mao X. Effect of fermentation by *Aspergillus oryzae* on the biochemical and sensory properties of anchovy (*Engraulis japonicus*) fish sauce. International Journal of Food Science & Technology. 2016; 51(1): 133-141.
26. Smriga M, Mizukoshi T, Iwahata D, Eto S, Miyano H, Kimura T, Curtis R.I. Amino acids and minerals in ancient remnants of fish sauce (garum) sampled in the "Garum Shop" of Pompeii, Italy. Journal of Food Composition and Analysis. 2010; 23(5): 442-446.
27. Joung B.C, Min, J.G. Changes in Post fermentation quality during the distribution process of anchovy (*Engraulis japonicus*) fish sauce. Journal of Food Protection. 2018; 81(6): 969-976.
28. Du F, Zhang X, Gu H, Song J, Gao X. Dynamic Changes in the Bacterial Community During the Fermentation of Traditional Chinese Fish Sauce (TCFS) and Their Correlation with TCFS Quality. Microorganisms. 2019; 7(9): 371.
29. Taoka Y, Nakamura M, Nagai S, Nagasaka N, Tanaka R, Uchida K. Production of Anserine-Rich Fish Sauce from Giant Masu Salmon, Oncorhynchus masou masou and γ-Aminobutyric Acid (GABA)-Enrichment by Lactobacillus plantarum Strain N10. Fermentation. 2019; 5(2): 45.
30. Udomsil N, Rodtong S, Tanasupawat S, Yongsawatdigul J. Improvement of Fish Sauce Quality by Strain CMC5-3-1: A Novel Species of *Staphylococcus* Sp. Journal of Food Science.2015; 80(9):M2015-M2022.
31. Tungkawachara S, Park J.W, Choi Y.J. Biochemical properties and consumer acceptance of Pacific whiting fish sauce. Journal of Food Science. 2003; 68(3): 855-860.
32. Xu W, Yu C, Xue Y, Ren Y. Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce. Food Chemistry. 2008; 107(4): 1597-1604.
33. Shih I.L Chen L.G, Yu T.S Chang W.T, Wang S.L. Microbial reclamation of fish processing wastes for the production of fish sauce. Enzyme and Microbial Technology. 2003; 33(2-3):154-162.
34. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. 2003; WHO Technical Report Series No. 724.Geneva, Switzerland: WHO. 1985.
35. FAO/WHO. Protein quality evaluation. Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 51. Rome, Italy.1991.
36. Belavady B, Rao U. Leucine & Isoleucine Content of Jowar & Its Pellagragenicity. Indian Journal of Experimental Biology. 1979; 17(7): 659-661.
37. Ovissipour M, Rasco B, Shiroodi S.G, Modanlow M, Gholami S, Nemati M. Antioxidant activity of protein hydrolysates from whole anchovy sprat (*Clupeonella engrauliformis*) prepared using endogenous enzymes and commercial proteases. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2013; 93(7): 1718-1726.
38. Sheeshka J, Murkin E. Nutritional aspects of fish compared with other protein sources. Comments on Toxicology. 2002; 8(4-6): 375-397.
39. Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. British Journal of Nutrition. 2012; 108(S2), S183-S211.
40. Zang J, Xu Y, Xia W, Regenstein J.M. Quality, functionality, and microbiology of fermented fish: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020; 60(7): 1228-1242.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume 10, Issue 1, Winter 2021
Pages: 46-59

Effect of Sodium Chloride Replacement by Potassium Chloride on the Nutrition Quality and Sensory Assessment of Fish Sauce from Common Kilka (*Clupeonella cultriventris*)

Behrooz Mohammadzadeh[1*]

1- Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

A B S T R A C T

To Aims salt reduction and investigation the effect of sodium chloride (NaCl) replacement by potassium chloride (KCl) on the nutrition quality and sensory assessment of fish sauce from Common Kilka (*Clupeonella cultriventris*) with substituting NaCl by KCl at 0%, 25% and 50% concentration was produced during 45 days of fermentation at 37±2 C°. The proximate composition, free amino acid profile, profile, groups, and rate of the total amino acid (TAA), indices including acid amine score, chemical score, essential amino acid (EAA) index, biological value (BV) and protein efficiency rate (PER) as well as sensory assessment, was investigated. The increase of KCl concentration led to a decrease in the sum of essential free amino acids. The most abundant of amino acid in the level of 100% NaCl and 25% KCl was glutamic acid as well in the level of 50% KCl was Lysine. The highest sum of EAA and rate of EAA to TAA respectively in the level of 25 and 50% KCl recorded. Phenylalanine, Methionine, and Threonine were identified as limiting amino acids in produced fish sauces. Fish sauce with 25% KCl concentration contained a higher amount of EAA index, BV, and PER than other samples. According to sensory assessment, levels of 100% NaCl and 24% KCl were accepted by the panelists. In Conclusion, due to partly improvement in nutrition quality as well as acceptable sensory, would suggest that NaCl replaces by KCl in 25% concentration in production of common Kilka fish sauce.

KEYWORDS: Amino acid, Fish sauce, Nutrition quality, Potassium chloride.

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 11 January 2021

Accepted: 14 March 2021

e-published: 15 march 2021

* Corresponding Author:
Email address: b.mohammadzadeh@gonbad.ac.ir
Tel: +98 1733591769
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.10.1.5.1]