JRIFST

www.rifst.ac.ir/jrifst.aspx
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۲، جلد ۲، شماره ۱، صفحات ۱۰۸-۹۳

بهبود ویژگی‌های کیفی سوریمی تهیه شده از ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با استفاده از ایزوله پروتئینی سویا

سید علی جعفرپور[1*]، حبیب اله حاجی دون[2]، مسعود رضائی[3]

۱- استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
* نویسنده مسئول (a.jafarpour@sanru.ac.ir)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

اثر مقادیر مختلف ایزوله پروتئین سویا بر روی ویژگی‌های کیفی (بافت، رنگ، ظرفیت نگه داری آب، گرانروی) و ارزیابی حسی سوریمی تهیه شده از ماهی کپور معمولی مورد مطالعه قرار گرفت. ایزوله پروتئین سویا در مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به سوریمی تهیه شده از ماهی کپور معمولی افزوده شد و بعد از روکش گذاری و به منظور تهیه ژل پروتئینی سوریمی یا کامابوکو، این ترکیب در دمای ۲ ± ۹۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. نتایج نشان داد افزودنی مورد استفاده تنها در سطح ۱۰ درصد از این افزودنی خواص کارکردی سوریمی ماهی کپور معمولی را در مقایسه با تیمار شاهد بهبود بخشید ($p < ۰/۰۵$). به عنوان مثال تیمار ۱۰ درصد بدون تاثیر منفی بر سفیدی رنگ ژل سوریمی، به ترتیب منجر به بهبود حدود ۶ درصد و ۳/۵ درصد قدرت ژل و ظرفیت نگهداری آب گردید اما در خصوص پارامترهای آزمون پروفیل بافت تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. افزایش مقدار ایزوله پروتئین سویا در سطوح ۲۰ درصد و ۳۰ درصد به ژل سوریمی سبب اثر منفی بر خواص مذکور گردید. بهترین امتیاز توسط ارزیاب ها به سوریمی با ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا تعلق گرفت. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه ایزوله پروتئینی سویا در سطح ۱۰ درصد به عنوان یک ماده‌ی باند دهنده قابلیت اضافه شدن به شبکه ژل سوریمی را دارد اما با توجه به عمکلرد آن، چنین توصیه ای نمی‌گردد.

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۱۰

واژه‌های کلیدی
ارزیابی حسی
ایزوله پروتئین سویا
سوریمی
کپور معمولی
ویژگی‌های کیفی

مقدمه

سوریمی واژه‌ی ژاپنی است که جهت توصیف مواد حاصل از گوشت ماهی که به صورت دستی یا مکانیکی استخوان گیری شده، چرخ شده و سپس با آب شستشو می‌گردد استفاده می‌شود. گوشت چرخ شده ماهی پس از چندین دور شستشو به وسیله آب (به منظور حذف چربی، خون، آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های سارکوپلاسمی) و آبگیری متعاقب آن، با مواد محافظت کننده در برابر سرما[1] مخلوط می‌شود تا از تغییر ماهیت پروتئین‌های ساختاری و عمدتاً میوفیبریلی در طی فرآیند نگهداری در حالت انجماد جلوگیری نمایند. در طی فرآیند شستشو، پروتئین‌های محلول در آب که عمدتاً مسئول بوی

1- Cryoprotectants

Archive of SID
www.SID.ir

ماهی هستند شسته می‌شوند (Yong & Park, 1988; Martin-Sanchez et al., 2009). از سوریمی می‌توان در تهیه دیگر فرآورده‌ها نظیر سوسیس، برگر و ژامبون ماهی استفاده کرد. گسترش شناخت از محصولات غذایی دریایی، به عنوان منبع مهمی از مواد مغذی، مصرف آنها را در دوران اخیر افزایش داده است. سوریمی به عنوان منبع ۹ از مواد مغذی شناخته شده است به طوری که بازارهای گسترده ای برای سوریمی بویژه در جنوب شرق آسیا و ایالت متحده وجود دارد (Francis, 1999). ویژگی های کیفی نظیر رنگ، بافت و تشکیل ژل از عوامل مهم برای پذیرش نهایی محصولات بر پایه سوریمی توسط مصرف کنندگان می‌باشد (Babosa-Canovas & Tabilo-Munizaga, 2004; Hsu & Chiang, 2002; Wu & Mao, 2009; Luo et al., 2002a,b; Nopianti et al., 2011).

محصولات شیلاتی با ارزش بالا از جمله سوریمی به طور فزاینده‌ای در حال کاهش هستند و در برخی از کشورهای در حال توسعه، بخاطر برداشت بی‌رویه‌ی بعضی گونه ها، تقریباً غیر قابل دسترس شده‌اند (Campo & Tavor, 2008). از منابع ماهیان پرورشی آب شیرین، که بخش مهمی از آبزیان را به خود اختصاص داده‌اند می‌توان به عنوان جایگزینی جهت تولید سوریمی بهره برد. تولیدات آبزی پروری ماهیان آب شیرین در سال های اخیر به سرعت افزایش یافته است (Lue et al., 2009) و از آنجا که ارزش تجاری این گونه ها نسبتاً پایین است و نیز به مقدار مورد نیاز در دسترس هستند، بنابراین از آنها می‌توان جهت تهیه سوریمی استفاده نمود (Martin-Sanchez et al., 2009). کپور معمولی یکی از گونه‌های اصلی ماهی پرورشی در ایران است. به علت رفتار تغذیه‌ای خاص کپور معمولی (تغذیه از موجودات کفزی موجود در لجن کف استخر) گوشت آن نسبتا دارای بوی نامطبوعی است (Elyasi et al., 2010) که این امر منجر به کاهش مقبولیت آن نزد مصرف کنندگان می‌گردد.

مصرف سرانه ماهی در ایران حدود ۷/۸ کیلوگرم است که این مقدار پایین تر از متوسط مصرف جهانی است که بر اساس گزارش‌های فائو در سال۲۰۱۰، متوسط سرانه مصرف آبزیان در دنیا حدود ۱۷ کیلوگرم می‌باشد. برخی از روش‌های دادن ارزش افزوده به کپور استفاده از گوشت چرخ شده‌ی آن جهت تولید سوریمی و محصولات بر پایه‌ی سوریمی، سوسیس و محصولات تخمیری است (Venugoplal & Shahidi, 1995) که می‌توانند گستره‌ای از غذاهای سالم را جهت افزایش میزان مصرف ماهی فراهم کنند.

از آنجایی که در استفاده از منابع ماهیان تیره گوشت جهت تهیه سوریمی در مقایسه‌ی با ماهیان سفید گوشت مشکلاتی از جمله محدودیت بازار آنها به دلیل طعم و بو، رنگ نامطلوب و تشکیل ژل ضعیف‌تر نسبت به گونه‌های دریایی وجود دارد (Shimizu et al., 1992) بنابراین می‌توان ویژگی‌های ژل بدست آمده از این ماهیان را به عنوان متغیری وابسته به انوع ترکیبات افزودنی استفاده شده مورد بررسی قرار داد (Ganesh et al., 2006). افزودنی‌ها موادی هستند که سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی بافت ژل سوریمی می‌شوند. با توجه به خواص کارکردی افزودنی‌های پروتئینی، روابط متقابل پروتئین-آب، پروتئین-پروتئین و پروتئین-چربی-آب برای تشکیل یک ساختار شبکه ژلی پایدار خیلی مهم هستند (Regenstein, 1984). افزودنی‌های پروتئینی برای ایجاد بافت با کیفیت بالا، در فرمولاسیون غذاهای دریایی مبتنی بر سوریمی استفاده می‌شوند (Park, 1994). علاوه بر این، پروتئین‌های گیاهی نسبتاً کم ارزش و ارزان، انگیزه‌ی لازم جهت استفاده از آنها را در محصولات غذایی بر پایه‌ی سوریمی فراهم می‌کند. اثرات تغذیه‌ای و بافتی افزودنی‌های پروتئینی نظیر ایزوله پروتئین سویا، کنسانتره پروتئین شیر خشک، پودر سفیده تخم مرغ و پودر سویا بر روی دیگر انواع محصولات ماهی گزارش شده است (Yoo & Lee, 1993; Rockower et al., 1982; Iso et al., 1985; Chang-Lee et al., 1990). پروتئین سویا ترکیب معمول بسیاری از غذاهای بر پایه سوریمی است (Luo et al., 2004 a,b).

با این وجود اطلاعات در زمینه کاربرد افزودنی‌های در خصوص بهبود ویژگی‌های کیفی ژل سوریمی تهیه شده از ماهیان آب شیرین و بخصوص گونه‌های گرمابی محدود بوده و منحصراً محدود به چندین مطالعه صورت گرفته توسط Luo و همکاران در

Archive of SID

www.SID.ir

سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ می‌باشد. در این تحقیق تاثیر سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد از پروتئین ایزوله سویا بر روی خواص کارکردی ژل سوریمی ماهی کپور معمولی و نیز ارزیابی حسی آن مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌های حاصل از این مطالعه می‌تواند در خصوص تصمیم‌گیری صحیح مدیران خط تولید کارخانجات فرآوری محصولات شیلاتی در خصوص لزوم یا عدم لزوم اضافه نمودن ایزوله پروتئین سویا[1] به فرمولاسیون محصولات مبتنی بر سوریمی کپور معمولی کمک شایانی نماید.

مواد و روش‌ها

ماهیان کپور معمولی که به صورت تازه از بازار ماهی در شهرستان نور تهیه شده بودند طی نگهداری در یخ به آزمایشگاه فرآوری شیلات دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی تربیت مدرس در شهرستان نور انتقال یافت. میانگین وزن ماهیان ۶۲ ± ۵۷۵ گرم و طول آنها ۳۸± ۲۱۵ میلی‌متر بود. فرآیند تهیه سوریمی مطابق روش Shimizu و همکاران (۱۹۹۲) در داخل آزمایشگاه و به صورت دستی انجام پذیرفت. ماهیان کپور معمولی پس از سرزنی وتخلیه‌ی شکمی، به صورت دستی فیله و شسته شده، سپس استخوان‌گیری شدند. فرآیند چرخ کردن گوشت توسط چرخ گوشت مجهز به صفحه با منافذ به قطر ۳ میلی‌متر انجام گرفت. پس از آن گوشت چرخ شده با آب سرد با دمای پایین تر از ۱۰ درجه ی سانتی‌گراد برای سه مرتبه با نسبت ۴ به ۱ آب به گوشت ماهی (دو مرتبه با آب مقطر و سپس یک مرتبه با محلول آب نمک ۰/۳ درصد و هر مرتبه برای ۱۵ دقیقه) شستشو داده شد. گوشت ماهی پس از هر بار شستشو، در یک پارچه تنظیف ریخته شده تا آب اضافی آن گرفته شود. پس از آن شکر به میزان ۴ درصد، سوربیتول به میزان ۴ درصد و سدیم تری پلی فسفات به میزان ۰/۳ درصد به سوریمی تهیه شده اضافه و در یک دستگاه همزن گوشت (Mulinex, 1000w, Made in France) با آن مخلوط شد. سپس سوریمی در کیسه‌های نایلونی زیپ دار به ابعاد ۲×۱۵×۲۰ سانتی‌متر و به مقدار ۲۵۰ گرم بسته بندی شد و به مدت یک ماه در دمای ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد منجمد و نگهداری شدند.

آماده سازی ژل

بعد از یک ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد، مرحله بعدی آزمایش یعنی تهیه کامابوکو یا ژل حرارت دیده شده‌ی سوریمی با افزودن ایزوله پروتئینی سویا انجام پذیرفت. برای آماده سازی ژل سوریمی، سوریمی منجمد به قطعات ۲×۲×۲ سانتی‌متر مکعب خرد شده و برای مدت یک ساعت در دمای اتاق (تقریبا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت تا یخگشایی گردد؛ سپس آن را با ۲ درصد نمک در یک همزن گوشت برای حدود ۱ دقیقه مخلوط و همگن گردیده و آب یخ نیز جهت تنظیم میزان رطوبت خمیر به میزان ۸۰ درصد محاسبه شده و اضافه گردید (Jafarpour & Gorczyca, 2009a). پس از آن در این مرحله ایزوله پروتئین سویا و بر اساس داده های Luo و همکاران (۲۰۰۸) به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به هر تیمار به صورت جداگانه اضافه شده و همگن سازی برای بیش از ۵ دقیقه در دمای ۱۰-۴ درجه‌ی سانتی‌گراد ادامه یافت (Luo et al., 2008) ایزوله پروتئینی سویا از شرکت Shandong wonderful industrial group Co., LTD کشور چین با شاخص نیتروژن محلول[2] بیش از ۹۰ درصد تهیه شد. نمونه‌ی شاهد فاقد هر گونه ایزوله پروتئین سویا بوده و تمامی تیمارها در سه تکرار انجام پذیرفت.

جهت مرحله پخت، خمیر سوریمی در پوشش‌های سوسیس با طول ۲۰ سانتی‌متر و قطر داخلی ۲۸ میلی‌متر پر شدند و هر دو طرف انتهایی پوشش‌های سوسیس بسته شد. برای بدست آوردن شرایط قوام یابی[3]، پوشش‌ها در دمای پایین در دمای ۶-۴ درجه سانتی‌گراد برای مدت یک شب (۱۸ ساعت) در یخچال قرار گرفتند. پوشش‌ها برای پختن سوریمی، به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۲±۹۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند تا دمای مرکز هندسی پوشش‌ها برای مدت ۱۵ دقیقه در حدود ۹۰ درجه

1- Soy protein isolate

2- Soluble nitrogen index
3- Setting

Archive of SID

www.SID.ir

قرار گرفته تا سوریمی پخته شود. پس از آن فوراً نمونه‌ها را جهت توقف تاثیر بیشتر گرما روی بافت سوریمی پخته شده (کامابوکو)، به مدت ۱۵ دقیقه در آب سرد (حدود ۴ درجه سانتی‌گراد) قرار داده تا دمای ژل سوریمی به حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد. پس از خنک شدن نمونه‌ها، ژل سوریمی خارج شده و سپس به یخچال منتقل شد تا جهت آنالیز خصوصیات بافتی (Jafarpour & Gorczyca, 2009a) و سنجش رنگ (Barbosa-canovas & Tabilo-Munizaga, 2004) به ابعاد لازم برش داده شده و خصوصیات مورد نظر بررسی شوند.

آنالیز خصوصیات بافتی

آزمون گرانروی[1]

در ابتدا ۱۴۳ گرم سوریمی انجماد زدایی شده از هر تیمار را که ایزوله پروتئین سویا نیز به آن اضافه شده بودند را با ۸۵۷ میلی‌لیتر محلول نمکی ۳/۵ درصد کلرید سدیم به مدت ۸ دقیقه داخل دستگاه همزن (Waring commercial, Model 32BL80 (8011), USA)) با دور بالا بصورت هموژن در آورده و سپس به مدت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد. در نهایت گرانروی با استفاده از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (Brookfield Viscometer, DV-II Programmable. China) در دمای ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و دور ۴ دور بر دقیقه محاسبه شد (Lanier, 1992).

آزمون تست نفوذ[2]

آزمایش تست نفوذ بر اساس روش استفاده شده توسط Jafarpour و Gorczyca (۲۰۰۹a) انجام شد. برای این منظور ۲۴ ساعت پس از نگهداری ژل‌های حرارت دیده یا کامابوکو در یخچال، آنها را از یخچال خارج کرده و به تکه‌هایی با طول ۲۵ میلی‌متر و قطر تقریبی ۲۸ میلی‌متر برش داده و به منظور هم دما سازی با دمای محیط برای مدت ۱ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. سپس ژل‌های برش داده شده توسط دستگاه آنالیز بافتی (TA-XT2, Microstable system, UK) مورد ارزیابی قرار گرفتند. دستگاه آنالیز بافت، توسط پیستونک یا پروب با سرکروی و قطر ۵ میلی‌متر از جنس فولاد ضد زنگ تجهیز شده و میزان بارگیری دستگاه[3] معادل ۵ کیلوگرم و نیروی وارده توسط پروب دستگاه، ۰/۱ نیوتن (N) یا ۱۰ گرم و سرعت نفوذ آن نیز یک میلی‌متر در ثانیه تنظیم شد. میزان نیروی شکست بر حسب گرم و فاصله‌ی شکست بر حسب میلی‌متر در این آزمون تعیین شده و پارامتر استحکام یا قدرت ژل بر مبنای این دو پارامتر محاسبه گردید. تمام محاسبات بر اساس میانگین ۳ تکرار در هر تیمار بود.

رابطه (۱)

قدرت ژل=نیروی شکست (g) × فاصله شکست (mm)

آزمون آنالیز پروفیل بافت[4]

آزمون آنالیز پروفیل بافت یا TPA به صورت گسترده برای برآورد تجربی تعدادی از خواص کیفی بافت غذاهای پروتئینی و ژل سوریمی استفاده می‌شود. این تست شامل فشردن تکراری نمونه بین دو صفحه موازی بوده و در این فرآیند مقادیر نیرو در برابر تغییر شکل ثبت می‌گردند. آزمایش آنالیز پروفیل بافت بر اساس روش توصیف شده توسط Jafarpour و Gorczyca (۲۰۰۹b) انجام پذیرفت. در این آزمون نمونه‌هایی از ژل سوریمی پخته شده با ارتفاع ۲۵ میلی‌متر و قطر ۲۸ میلی‌متر در دستگاه، توسط یک پروب آلومینیومی با قطر ۵۰ میلی‌متر و میزان بارگیری دستگاه معادل ۵ کیلوگرم و نیروی وارده به میزان ۰/۱ نیوتن یا ۱۰ گرم و سرعت یک میلی‌متر در ثانیه، به صورت رفت و برگشتی در دو مرحله فشرده شدند. زمان استراحت بین دو مرحله فشردگی معادل پنج ثانیه در نظر گرفته شد. سفتی، کشسانی، چسبندگی و بهم پیوستگی ژل سوریمی پخته شده از فاکتورهای مورد سنجش این آزمون بودند. تمام محاسبات بر اساس میانگین ۳ تکرار در هر تیمار بود.

1- Viscosity test
2- Puncture test
3- Load cell
4- Texture Profile Analysis (TPA)

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه گیری سفیدی[1] رنگ

برای این منظور نمونه‌ها به طول ۲۵ میلی‌متر و قطر ۲۸ میلی‌متر برش داده شدند و با دستگاه رنگ‌سنج هانتر RT450 مورد ارزیابی قرار گرفتند و فاکتورهای روشنایی *L، *b و *a اندازه گیری شد که *a فاکتور قرمزی رنگ نمونه می‌باشد و از سبز (۱۲۰-) تا قرمز (۱۲۰+) متغیر است، *b فاکتور زردی رنگ نمونه است و از آبی (۱۲۰-) تا زرد (۱۲۰+) متغیر بوده و * L فاکتور روشنایی رنگ نمونه می‌باشد و از صفر تا ۱۰۰ متغیر است. سفیدی رنگ بر اساس فرمول زیر (Park, 1994) محاسبه شد.

رابطه (۲)

$$\text{سفیدی} = L^* - 3b^*$$

ظرفیت نگهداری آب[2]

ظرفیت نگهداری آب با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال دار (Beckman, Model GS-15R, Germany) و بر اساس روش Himonides و همکاران (۱۹۹۹) انجام پذیرفت. بدین منظور، ابتدا ۵ گرم از نمونه ژل سوریمی را جدا نموده و توسط ترازوی دقیق به همراه دو عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک توزین شدند. سپس، ۵ گرم نمونه را در داخل ۲ عدد کاغذ صافی قرار داده و کاغذ صافی به دور نمونه پیچیده می‌شود. کاغذ صافی و نمونه داخل لوله‌ی پلاستیکی قرار گرفته و داخل سانترفیوژ گذاشته و دستگاه بر روی ۳۶۰۰ دور در دقیقه و مدت زمان ۳۰ دقیقه در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. در پایان، نمونه بیرون آورده شده و کاغذ را از دور آن باز کرده و با پنس نمونه را از کاغذ برداشته و سپس هم کاغذ و هم نمونه بطور جداگانه وزن شده و از طریق فرمول زیر WHC محاسبه گردید.

رابطه (۳)

$$\text{WHC g/kg} = [\,(1 - Mw/Ms)1000]$$

Ms = وزن ابتدایی نمونه به گرم

Mw = وزن آب خارج شده از نمونه به گرم بعد از سانترفیوژ کردن

آزمون ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی از روش هدانیک و بر اساس روش Runglerdkriangkrai و همکاران (۲۰۰۸) و با اندکی تغییر استفاده شد. برای این منظور از تعداد ۱۵ نفر افراد آموزش ندیده جهت آزمون حسی استفاده شد که شامل ۹ مرد و ۶ زن با میانگین سنی ۳±۲۵ سال بودند. افراد به ویژگی‌ها از عدد صفر تا ۹ امتیاز دهی می‌کردند که ویژگی‌های مورد اندازه گیری شامل رنگ، بو، طعم، بافت و محبوبیت کلی بود. فاصله بین هر ارزیابی ۱۰ دقیقه بود و در مورد طعم پس از هر بار ارزیابی دهان با یک لیوان آب شسته می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ صورت گرفت. برای این کار ابتدا از نرمال بودن یا نبودن داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنف اطمینان حاصل گردید. درصورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک one way ANOVA و LSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. برای داده‌های بدست آمده از ارزیابی حسی از آزمون غیرپارامتریک Mann-Withney U test استفاده شد.

نتایج

آنالیز خصوصیات بافتی

آزمون گرانروی

مقادیر حاصل از آزمون گرانروی در تیمارهای مختلف، در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس یکطرفه بیانگر این امر است که تنها در میزان ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد گرانروی افزایش یافته ولی این اثر معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) و در مقادیر ۲۰ درصد و ۳۰ درصد بطور معنی‌داری گرانروی کاهش یافت ($p<۰/۰۵$).

1- Whiteness
2- Water Holding Capacity (WHC)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- داده های مربوط به آزمون گرانروی سوریمی ماهی کپور معمولی بعد از اضافه نمودن ایزوله پروتئینی سویا در مقادیر مختلف

تیمار	گرانروی (Pa.s)
Con.	۲۵۸۰/۱۹±۱۷/۱۲ [a]
۱۰SPI درصد	۲۵۹۶/۲۷ ±۱۲/۲۸ [a]
۲۰SPI درصد	۲۳۰۷/۴۶ ±۱۴/۱۷ [b]
۳۰SPI درصد	۲۱۲۶/۸۲±۱۱/۶۳ [b]

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

Con = شاهد (Control)، SPI = ایزوله پروتئین سویا

حروف بالانویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

آزمون تست نفوذ

مقادیر حاصل از آزمون نفوذ در تیمارهای مختلف، در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس یکطرفه بیانگر این امر است که در تیمار ایزوله پروتئین سویا تنها افزودن ۱۰ درصد از پروتئین ایزوله سویا به خمیر سوریمی باعث افزایش معنی دار نیروی شکست و فاصله شکست و قدرت ژل بالاتری نسبت به تیمار شاهد گردید، اما افزودن مقادیر بالاتر (۲۰ درصد و ۳۰ درصد) ایزوله پروتئینی سویا باعث کاهش خصوصیات بافتی ژل سوریمی در مقایسه با نمونه‌ی شاهد شد.

جدول ۲- مقادیر مربوط به آزمون نفوذ بعد از اضافه نمودن ایزوله پروتئینی سویا در مقادیر مختلف

تیمار	قدرت ژل (g×mm)	فاصله شکست (mm)	نیروی شکست (g)
Con.	۱۱۶۸/۸۱±۲۲/۱۷ [b]	۶/۳۶ ±۰/۲۶ [b]	۱۸۲/۷۳±۱۴/۴۲ [b]
۱۰SPI درصد	۱۲۴۱/۵۲±۱۸/۴۰ [a]	۶/۴۵±۰/۷۰ [a]	۱۹۲/۱۷±۱۳/۲۲ [a]
۲۰SPI درصد	۹۶۹/۸۰±۱۷/۲۴ [c]	۵/۸۲±۰/۳۶ [c]	۱۶۴/۲۸±۱۷/۶۰ [a]
۳۰SPI درصد	۷۷۵/۲۷±۱۳/۹۲ [c]	۵/۴۳±۰/۵۲ [c]	۱۴۲/۳۰±۱۴/۱۹ [c]

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

Con = شاهد (Control)، SPI = ایزوله پروتئین سویا

حروف بالانویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

آزمون آنالیز پروفیل بافتی

مقادیر حاصل از آزمون آنالیز پروفیل بافتی در تیمارهای مختلف، در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس یکطرفه بیانگر این امر است که در تیمار ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا پارامتر سفتی نسبت به تیمار شاهد فاقد تفاوت معنی دار بود، در حالیکه سطوح بالاتر ایزوله پروتئینی سویا باعث کاهش معنی دار ($p<۰/۰۵$) پارامتر سفتی شد. اما در مورد پارامتر بهم پیوستگی، سطوح مختلف این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و نیز با همدیگر ایجاد نکرد ($p>۰/۰۵$). از سویی دیگر با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا، پارامتر چسبندگی کاهش یافته هر چند در غلظت ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا دارای بیشترین مقدار و بالاتر از تیمار شاهد بود اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). میزان کشسانی نیز با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا تغییری از خود نشان نداد و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر مربوط به آزمون آنالیز پروفیل بافتی بعد از اضافه نمودن ایزوله پروتئینی سویا در مقادیر مختلف

تیمار	کشسانی	چسبندگی(N/s)	بهم پیوستگی	سفتی (N)
Con.	۰/۹۶±۰/۰۱^{a}	-۰/۵۸±۰/۰۶^{a}	۰/۶۴±۰/۰۰^{a}	۲۷/۰۹±۰/۴۴^{a}
۱۰SPI درصد	۰/۹۶±۰/۰۱^{a}	-۰/۶۲±۰/۰۳^{a}	۰/۶۶±۰/۰۱^{a}	۲۶/۱۹±۰/۳۲^{a}
۲۰SPI درصد	۰/۹۶±۰/۰۱^{a}	-۰/۵۵±۰/۰۲^{a}	۰/۶۴±۰/۰۰^{a}	۲۲/۶۴±۰/۱۸^{b}
۳۰SPI درصد	۰/۹۶±۰/۰۱^{a}	-۰/۵۴±۰/۰۲^{a}	۰/۶۳±۰/۰۳^{a}	۲۰/۳۶±۰/۷۲^{b}

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

CON = شاهد (Control)، SPI = ایزوله پروتئین سویا

حروف بالانویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

آزمون اندازه گیری رنگ

مقادیر حاصل از آزمون رنگ سنجی در تیمارهای مختلف، در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس یکطرفه بیانگر این امر است که در تیمار ایزوله پروتئین سویا تیمار دارای ۱۰ درصد از این افزودنی فاقد تفاوت معنی‌دار در پارامتر روشنایی (L*) رنگ سوریمی تیمار شاهد بود. تیمارهای ۳۰ درصد و ۲۰ درصد ایزوله پروتئین سویا سبب کاهش روشنایی شدند که تنها در تیمار ۳۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا اثر این کاهش معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در مورد فاکتور زردی (b*) رنگ سوریمی، با افزایش میزان افزودنی میزان پارامتر b* افزایش یافت که در تیمارهای ۳۰ درصد و ۲۰ درصد این اختلاف ها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در مورد فاکتور سفیدی رنگ که حاصل تفریق مقدار روشنایی از سه برابر مقدار عددی زردی (3b*) می‌باشد با افزایش میزان افزودنی، سفیدی رنگ ژل سوریمی حاصل کاهش می‌یافت و در تیمارهای ۲۰ درصد و ۳۰ درصد میزان سفیدی رنگ بطور معنی‌داری (p<۰/۰۵) نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. تیمار ۱۰ درصد اگر چه رنگ سفیدتری از خود نشان داد اما این تفاوت معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

جدول ۴- مقادیر مربوط به آزمون اندازه گیری رنگ بعد از اضافه نمودن ایزوله پروتئینی سویا در مقادیر مختلف

تیمار	L*-3b*	b*	L*
Con.	۵۵/۲۱±۰/۳۸^{a}	۵/۵۸±۰/۲۵^{c}	۷۲/۰۸±۰/۶۳^{a}
۱۰SPI درصد	۵۵/۴۲±۰/۷۳^{a}	۵/۶۹±۰/۴۸^{c}	۷۲/۳۳±۰/۵۱^{a}
۲۰SPI درصد	۵۳/۲۲±۰/۴۲^{b}	۶/۱۴±۰/۲۶^{b}	۷۱/۶۴±۰/۲۸^{a}
۳۰SPI درصد	۴۸/۱۷±۰/۶۰^{c}	۷/۲۳±۰/۱۷^{a}	۶۹/۸۸±۰/۴۸^{b}

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

Con = شاهد (Control)، SPI = ایزوله پروتئین سویا

*L فاکتور روشنایی رنگ، *b فاکتور رنگ آبی و *L-3b* فاکتور سفیدی رنگ سوریمی

حروف بالانویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

آزمون ظرفیت نگهداری آب (WHC)

مقادیر حاصل از آزمون ظرفیت نگهداری آب در تیمارهای مختلف، در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تنها در میزان ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا، ژل سوریمی حاصل بطور معنی‌داری (p<۰/۰۵) دارای بیشترین ظرفیت نگهداری آب بود در حالیکه با افزایش غلظت افزودنی به ۲۰ درصد و ۳۰ درصد، تفاوت معنی‌داری در ظرفیت نگهداری آب نسبت به تیمار شاهد مشاهده نگردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقادیر مربوط به آزمون ظرفیت نگهداری آب بعد از اضافه نمودن ایزوله پروتئینی سویا در مقادیر مختلف

تیمار	ظرفیت نگهداری آب (درصد)
Con.	۷۵/۸۰±۰/۶۲[b]
۱۰SPI درصد	۷۸/۵۳±۰/۳۶[a]
۲۰SPI درصد	۷۶/۱۵±۰/۴۴[b]
۳۰SPI درصد	۷۳/۸۱±۰/۳۲[b]

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

Con = شاهد (Control)، SPI = ایزوله پروتئین سویا

حروف بالانویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

ارزیابی حسی بر اساس روش هدونیک[1]

مقادیر حاصل از ارزیابی حسی رنگ، بو، طعم، بافت و محبوبیت کلی) در تیمارهای مختلف در جدول ۶ نشان داده شده است. مقایسه بین تیمارها بیانگر این امر است که افزودنی‌ها بر ویژگی‌های حسی سوریمی تولید شده از ماهی کپور معمولی دارای اثرات معنی دار بودند (p<۰/۰۵).

نتایج سفیدی رنگ نشان داد که در تیمار ایزوله پروتئین سویا ارزیاب ها نمره بالاتری به سوریمی ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا دادند اما تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (p>۰/۰۵). از سویی دیگر تیمارهای حاوی ۲۰ درصد و ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا بطور معنی‌داری نمره‌ی پایین‌تری گرفتند (p<۰/۰۵). در خصوص پارامتر بو، تیمار ایزوله پروتئین سویا ۱۰ درصد بطور معنی‌دار (p<۰/۰۵) نمره‌ی بالاتری در مقایسه با سایر سطوح استفاده شده از ایزوله پروتئین سویا گرفت، بطوریکه تیمار ۲۰ درصد تفاوتی با شاهد نشان نداده (p>۰/۰۵) و تیمار ۳۰ درصد بطور معنی‌داری (p<۰/۰۵) سبب کاهش امتیاز بو توسط ارزیاب‌ها شد. همچنین نتایج طعم، روند مشابهی با نتایج بو توسط ارزیاب ها از خود نشان داد. بعلاوه، تنها تیمار ایزوله پروتئین سویا ۱۰ درصد دارای اثر معنی‌دار (p<۰/۰۵) بر ویژگی بافت سوریمی کپور معمولی از نظر ارزیاب ها بوده و بالاترین نمره را دریافت کرد. در مجموع تیمار ایزوله پروتئین سویا ۱۰ درصد بطور معنی داری (p<۰/۰۵) بالاترین نمره را در محبوبیت کلی کسب کرد، تیمار ایزوله پروتئین سویا ۲۰ درصد تفاوت معنی داری (p>۰/۰۵) از نظر ارزیاب‌ها با تیمار شاهد نشان نداده و تیمار ایزوله پروتئین سویا ۳۰ درصد بطور معنی داری (p<۰/۰۵) کمترین امتیاز را کسب کرد.

1- Sensory evaluation test (Hedonic method)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقادیر مربوط به آزمون ارزیابی حسی بعد از اضافه نمودن ایزوله پروتئینی سویا در مقادیر مختلف

تیمار	محبوبیت کلی	بافت	طعم	بو	سفیدی رنگ
Con.	۶/۸±۱/۰^{b}	۶/۸±۰/۸^{b}	۶/۷±۰/۹^{b}	۶/۵±۰/۷^{b}	۷/۴±۰/۸^{a}
۱۰SPI درصد	۷/۲±۰/۸^{a}	۷/۲±۱/۰^{a}	۷/۱±۰/۹^{a}	۶/۸±۰/۷^{a}	۷/۵±۰/۶^{a}
۲۰SPI درصد	۶/۷±۰/۹^{b}	۶/۸±۰/۸^{b}	۶/۹±۱/۰^{b}	۶/۵±۰/۹^{b}	۶/۶±۱/۰^{b}
۳۰SPI درصد	۶/۵±۰/۶^{c}	۶/۶±۰/۷^{b}	۶/۴±۰/۷^{c}	۶/۲±۰/۸^{c}	۶/۸±۰/۸^{b}

میانگین ± انحراف معیار (Mean ± Standard Deviation; n= ۳)

Con = شاهد (Control)، SPI = ایزوله پروتئین سویا

حروف بالانویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد است.

نتیجه گیری و بحث

آنالیز خصوصیات بافتی

آزمون گرانروی

گرانروی سوریمی ماهی به عوامل مختلفی نظیر رطوبت، نمک، نشاسته و افزودنی‌های پروتئینی بستگی دارد. میزان گرانروی پروتئین ماهی ارتباط نزدیکی با ماهیت پروتئین نیز دارد و خواص تولید ژل سوریمی تهیه شده از ماهی را متاثر می‌سازد. تحقیق حاضر بیانگر این امر است که افزودن ایزوله پروتئینی سویا بر میزان گرانروی تولید شده از ماهی کپور معمولی تقریباً روندی مشابه با نتایج آزمون‌های فیزیکی برآورد ویژگی‌های بافتی (آزمون نفوذ و آزمون TPA) ژل سوریمی حاوی افزودنی بروز دادند که نشان از هم‌خوانی نتایج آزمایش‌های مذکور دارد؛ بطوریکه ایزوله پروتئین سویا در میزان ۱۰ درصد گرانروی بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشت اما این تفاوت معنی دار نبود.

توجه به این نکته مهم است که ایزوله پروتئین سویا از لحاظ ماهیت کروی شکل بوده در حالیکه پروتئین‌های سوریمی رشته‌ای می‌باشند، بنابراین از لحاظ فیزیکی احتمال تداخل عملکرد بین این دو نوع پروتئین بخصوص در غلظت های بالا از ایزوله پروتئین سویا انتظار می‌رود که این امر با نتایج به دست آمده از این مطالعه منطبق می‌باشد. بطوریکه غلظت‌های ۲۰ درصد و ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا دارای اثر معنی‌دار منفی بر روی گرانروی ژل سوریمی بودند. به عبارتی با افزایش غلظت ایزوله پروتئین سویا در شبکه ژل سوریمی مانع از شکل‌گیری باندهای پروتئین-پروئین و پروتئین-آب-پروتئین گردیده و در نتیجه با کاهش تعداد پیوندهای میوفیبریلی باعث کاهش گرانروی محلول پروتئینی گردیدند.

آزمون نفوذ

تشکیل ژل توسط پروتئین‌های ماهی موجود در خمیر سوریمی، مهمترین گام در ایجاد یک بافت مورد پسند در بسیاری از محصولات غذاهای دریایی می‌باشد (Camo et al., 1989; Hamada & Inamasu, 1983; Harper et al., 1978) و این ژل از شبکه سه بعدی پروتئین که اساسا از اکتومیوزین تشکیل شده است ایجاد می‌گردد (Jiang, 2000). استحکام ژل سوریمی می‌تواند توسط افزودن ترکیبات مختلف افزایش یابد (Martin-Sanchez et al., 2009).

در تیمار ایزوله پروتئین سویا، از میان سه سطح افزودنی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد)، تنها سطح ۱۰درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد نیروی شکست و فاصله شکست ژل پروتئینی را افزایش داده و بالطبع استحکام ژل بالاتری ایجاد کرد و با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا (۲۰ درصد و۳۰ درصد) استحکام ژل نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. نقش عمده ایزوله پروتئینی سویا به عنوان یک باند دهنده می‌باشد که با اضافه شدن به ترکیب ژل سوریمی در یک سطح معین از طریق جذب ملکول‌های آب در شبکه‌ی خود منجر به تقویت قدرت ژلی فرآورده می‌گردد، اما با افزایش سطح آن در فرمولاسیون (۲۰ درصد و ۳۰ درصد) به دلیل جذب بیش از حد آب در رقابت با پروتئین‌های میوفیبریلی سوریمی، منجر به کاهش پیوندهای پروتئین-آب-پروتئین در شبکه سه بعدی ژل می‌گردد. البته در این بین عوامل دیگری

Archive of SID

www.SID.ir

همچون میزان نمک موجود در فرمولاسیون (Park, 2001)، شرایط قوام یابی ژل سوریمی قبل از پخت (Luo et al., 2004a) و همچنین میزان بارهای همسان دو نوع پروتئین در شبکه ژل که می‌تواند سبب دافعه بیشتر پروتئین‌ها گردد قابل بررسی می‌باشند. بنا به اظهار نظر Luo و همکاران (۲۰۰۴b) به نظر می‌رسد ایزوله پروتئین سویا در مقادیر بالاتر از ۱۰ درصد با تشکیل یک شبکه پیوسته و مداوم، سبب تاخیر در تشکیل پیوندهای عرضی یا متقاطع در پروتئین‌های میوفیبریلی می‌شود و نیز میزان تراکم پروتئین ماهی را، با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا کاهش دهد. Luo و همکاران (۲۰۰۴a) اثر ایزوله پروتئین سویا بر قدرت ژل ایجاد شده توسط ماهی آلاسکا پولاک و ماهی کپور نقره‌ای را به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۸ بررسی کردند. این پژوهشگران دریافتند که میزان ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به ۴۰ درصد از این افزودنی اثر مناسب تری بر روی استحکام ژل داشت و می‌تواند فرآیند از هم گسستگی شبکه‌ی ژل یا Modori که ناشی از فعال شدن آنزیم‌های پروتئاز قلیایی مقاوم به حرارت می‌باشد را کاهش دهد و بر قدرت ژل آنها بیافزاید. در مطالعه‌ی حاضر نتیجه‌ای مشابه با این دو تحقیق حاصل شد. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در ایجاد قدرت ژل توسط افزودن ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا و حرارت دهی آن در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه ایجاد می‌شود.

آزمون آنالیز پروفیل بافتی

نتایج این تحقیق نشان داد که در تیمار ایزوله پروتئین سویا افزودنی‌های ۲۰ درصد و ۳۰ درصد دارای اثر معنی‌دار منفی بر روی سختی ژل بودند به گونه‌ای که با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا میزان سفتی نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌یافت. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر توسط افزودن ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا نسبت به دیگر مقادیر در سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد؛ هر چند که این اثر معنی‌دار نبود. مقادیر به هم پیوستگی، چسبندگی و کشسانی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و نیز با همدیگر نداشتند.

ذکر این نکته لازم است که عمده ترین پروتئین موجود در ساختار ایزوله پروتئین سویا گلوبولین می‌باشد که دارای زیر واحدهای متعددی است. اما دو زیر واحدی که بیشترین نقش در بروز ویژگی‌های عملکردی ایزوله پروتئین سویا را دارا می‌باشند گلیسین و کنگلیسین می‌باشند و عملکرد اینها نیز در جهت بهبود ویژگی‌های بافتی متاثر از درجه حرارت و قدرت یونی فرمولاسیون می‌باشد. طبق گزارش Park (۲۰۰۱) پروتئین ایزوله سویا بسیار حساس در برابر نمک می‌باشد به طوریکه وجود ۲ درصد نمک در ژل سوریمی حاوی ایزوله پروتئین سویا و حرارت دادن آن منجر به افت مدول ذخیره (G') با رسیدن دما به مرز ۷۴ درجه سانتی‌گراد گردید، و این امر بیانگر عملکرد ضعیف ایزوله پروتئین سویا در حضور نمک می‌باشد. بنابراین در این مطالعه عدم کارآیی ایزوله پروتئین سویا در غلظت ۱۰ درصد و حتی کاهش ویژگی‌های بافتی از جمله کشسانی، بهم پیوستگی و سفتی ژل سوریمی در غلظت‌های ۲۰ درصد و ۳۰ درصد می‌تواند ناشی از حضور ۲ درصد نمک در فرمولاسیون ژل سوریمی باشد.

در خصوص مقدار عددی پارامتر چسبندگی ذکر این نکته لازم است که چون محاسبه‌ی این پارامتر بر مبنای سطح زیر منحنی ایجاد شده در فضای پایین محور X می‌باشد، لذا نمایه‌ی عددی آن منفی می‌باشد اما این بدین معنی نیست که اعداد بزرگتر با نمایه‌ی منفی از چسبندگی کمتری نسبت به اعداد نزدیک تر به عدد صفر برخوردارند بلکه کاملا بالعکس، و لذا چسبندگی سوریمی در غلظت ۱۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا دارای بیشترین مقدار (۰/۶۲-) نسبت به شاهد (۰/۵۸-) بود.

آزمون اندازه گیری رنگ

سفیدی رنگ سوریمی از عوامل موثر بر بازارپسندی و پذیرش و انتخاب محصول توسط مصرف کنندگان می‌باشد. سفیدی به نحوه‌ی شستشو، مدت زمان شستشو و ترکیبات اضافه شده به سوریمی بستگی دارد. علاوه بر این در صنعت فرآوری

Archive of SID

www.SID.ir

محصولات شیلاتی، ایزوله پروتئین سویا عمدتا به صورت لخته‌های امولسیونی در قالب ترکیبی از ایزوله پروتئین سویا، آب و روغن‌های گیاهی به ترتیب به نسبت ۲:۹:۱ به فرمول اضافه می‌گردد. اضافه کردن این فرم از ایزوله پروتئین سویا در مقایسه با فرم پودری آن علاوه بر بهبود ویژگی‌های بافتی مانند تنش برشی و کرنش برشی، رنگ بافت ژل سوریمی را نیز بهبود می‌بخشد.

در این مطالعه، در تیمار ایزوله پروتئین سویا با افزایش مقدار افزودنی تمایل رنگ سوریمی به سمت رنگ زرد (b*) افزایش نشان می‌داد و در اثر اضافه کردن هر سه سطح افزودنی بطور مجزا، پارامتر b*value، مقادیری بیشتری از تیمار شاهد بروز داد که فقط در تیمارهای ۲۰ درصد و ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا تفاوت معنی‌دار بود. تیمار دارای ۱۰ درصد از این افزودنی سبب افزایش روشنایی و تیمار ۲۰ درصد سبب کاهش روشنایی رنگ سوریمی شدند اما این میزان معنی دار نبود و تیمار ۳۰ درصد بطور معنی‌داری سبب کاهش روشنایی رنگ سوریمی شد. Luo و همکاران (۲۰۰۴a) تاثیر ایزوله پروتئین سویا (در مقادیر ۱۰، ۲۰، ۳۰و ۴۰ درصد) بر روی رنگ سوریمی ماهی پولاک آلاسکا و ماهی کپور معمولی را در شرایط قوام یابی مختلف ارزیابی کردند. آنها چنین بیان کردند که افزودن ایزوله پروتئین سویا در تمامی مقادیر فوق به دلیل افزایش رنگ زرد، اثر منفی بر روی سفیدی رنگ سوریمی ماهی پولاک آلاسکا و کپور معمولی داشته و تیمار شاهد رنگ بهتر و سفیدتری دارد در حالیکه نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ایزوله پروتئین سویا در مقدار ۱۰ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار در رنگ سوریمی حاصله با تیمار شاهد بود.

ظرفیت نگهداری آب (WHC)

ظرفیت نگهداری آب به حداکثر میزان آبی که مواد می‌توانند در فرمولاسیون غذایی جذب و نگهداری کنند گفته می‌شود (Quinn & Paton, 1979). در تیمار ایزوله پروتئین سویا، با افزایش غلظت افزودنی، ظرفیت نگهداری آب کاهش یافت. سوریمی در میزان ۱۰ درصد و ۲۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد دارای ظرفیت نگهداری آب بالاتری بود ولی این اثر تنها در سوریمی با ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا معنی‌دار بود. با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا (۳۰ درصد) ظرفیت نگهداری آب بطور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت که این نتیجه با نتایج تست‌های فیزیکی برآورد ویژگی‌های بافتی ژل سوریمی و تست گرانروی همبستگی و همخوانی دارد. Lee و همکاران (۱۹۹۲) ابراز داشتند که افزودن ترکیباتی نظیر سفیده تخم مرغ و ایزوله پروتئین سویا سبب بهبود جابجایی آب می‌شود که نتایج مشابه در مطالعه‌ی حاضر به دست آمد. در نهایت اینکه، مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در ظرفیت نگهداری آب توسط افزودن۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا به سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد.

ارزیابی حسی بر اساس روش هدانیک

در تیمار ایزوله پروتئین سویا، تیمار سوریمی دارای ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد رنگ سفیدتری از نظر ارزیاب‌ها داشت ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا (۲۰ درصد و ۳۰ درصد) سفیدی نمره داده شده توسط ارزیاب‌ها نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌یافت و دارای اختلاف معنی‌داری با آن بود اما این اثر یعنی کاهش سفیدی، در سوریمی حاوی ۲۰ درصد ایزوله پروتئین سویا نسبت به سوریمی دارای ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا بیشتر بود. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در ایجاد سفیدی رنگ سوریمی در طی ارزیابی حسی توسط افزودن ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا به سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد. . Chiang و Hsu (۲۰۰۲) بیان کردند که میزان تقاضا برای ژل‌های سوریمی با میزان سفیدی بیشتر، زیادتر است که نتایج ارزیابی حسی نیز بیانگر این امر است.

در تیمار ایزوله پروتئین سویا، تیمار دارای ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا بر بوی سوریمی کپور معمولی نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی دار داشت و بوی مطلوب تری از نظر ارزیاب ها داشت. پارامتر بو در سوریمی با میزان ۲۰ درصد ایزوله پروتئین سویا

Archive of SID

www.SID.ir

تفاوتی با تیمار شاهد نداشت و برابر با آن بود. در سوریمی با ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا نمره داده شده توسط ارزیاب ها به بوی سوریمی نسبت به تیمار شاهد کمتر بود و دارای اختلاف معنی داری با آن بود. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در ایجاد بوی سوریمی در طی ارزیابی حسی توسط ارزیاب ها بوسیله ی افزودن ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا به سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد.

در تیمار سوریمی کپور معمولی با ایزوله پروتئین سویا، طعم سوریمی دارای ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی دار داشت و طعم مطلوب تری از نظر ارزیاب ها نسبت به دیگر مقادیر این افزودنی داشت. امتیاز طعم سوریمی با ۲۰ درصد ایزوله پروتئین سویا هر چند نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود اما تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشت. در سوریمی با ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا نمره داده شده توسط ارزیاب ها به طعم سوریمی نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری کمتر بود. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در طعم سوریمی در طی ارزیابی حسی توسط ارزیاب ها بوسیله‌ی افزودن ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا به سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد.

در تیمار ایزوله پروتئین سویا، بافت سوریمی کپور معمولی دارای ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی دار داشت و بافت مطلوب‌تری از نظر ارزیاب ها داشت. بافت در سوریمی حاوی ۲۰ درصد ایزوله پروتئین سویا تفاوتی با تیمار شاهد نداشت و برابر با آن بود. در سوریمی با ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا نمره داده شده توسط ارزیاب ها به بافت سوریمی نسبت به تیمار شاهد کمتر بود ولی دارای اختلاف معنی داری با آن نبود. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در ایجاد بافت سوریمی در طی ارزیابی حسی توسط ارزیاب‌ها، بوسیله‌ی افزودن ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا به سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد. در پایان، محبوبیت کلی سوریمی کپور معمولی دارای ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار داشت و محبوبیت کلی بیشتری از نظر ارزیاب‌ها در بین این افزودنی داشت. نمره داده شده توسط ارزیاب ها به محبوبیت کلی در سوریمی با میزان ۲۰ درصد و ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا نسبت به تیمار شاهد کمتر بودند و در میزان ۳۰ درصد ایزوله پروتئین سویا دارای اختلاف معنی‌داری با آن نیز بود. مقایسه‌ی بین تیمارها نشان داد که بهترین اثر در ایجاد محبوبیت کلی سوریمی در طی ارزیابی حسی توسط ارزیاب ها بوسیله‌ی افزودن ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا به سوریمی ماهی کپور معمولی ایجاد می‌شد.

نتیجه گیری نهایی

نتایج تجزیه و تحلیل‌های تحقیق حاضر نشان داد که افزودنی استفاده شده (ایزوله پروتئین سویا) در سطوح مختلف، مخصوصا سطوح ۲۰ درصد و ۳۰ درصد از این افزودنی سبب کاهش خواص کیفی سوریمی تولید شده از ماهی کپور معمولی در اکثر موارد حتی پایین تر از تیمار شاهد گردید. در بحث بافت سوریمی که مرتبط با آزمون نفوذ و آزمون آنالیز پروفیل بافتی بود و همچنین گرانروی و ظرفیت نگهداری آب و رنگ سوریمی، تنها نرخ ۱۰ درصد از ایزوله پروتئین سویا تاثیرگذار بود و این اثرات در برخی موارد نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در بحث ارزیابی حسی بهترین امتیاز توسط ارزیاب ها به سوریمی با ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا تعلق گرفت. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، استفاده از پروتئین ایزوله سویا جهت تهیه سوریمی کپور معمولی، با ویژگی‌های بافتی مناسب و با بازارپسندی مطلوب، تنها در سطوح پایین تر از ۱۰ درصد قابل توصیه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- Campo L. & Tovar C. 2008. Influence of the starch content in the of surimi gels. Journal of Food Engineering, 84: 140-147.

2- Camou J.P., Sebranek J.G., & Olson D.G. 1989. Effect of heating rate and protein concentration on gel strength and water loss of muscle protein gels. Journal of Food Science. 54:850-854.

3- Chang-Lee M.V., Lampila L.E. & Crawfor D.L. 1990. Yield and composition of surimi from Pacific whiting (*Merluccius moductas*) and the effects of various protein additives on geI strength. Journal of Food Science, 55: 83-66.

4- Elyasi A., Zakipour Rahim Abadi E., Sahari M. A. & Zare P. 2010. Chemical and microbial changes of fish fingers made from mince and surimi of common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). International Food Research Journal, 17: 59-64.

5- Francis F. J. 1999. Wiley encyclopedia of food science and technology (2nd ed. Vol. 1-4): John Wiley & Sons.

6- Ganesh A., Dileep A.O., Shamasundar B.A. & Singh U. 2006. Gel-forming ability of common carp fish (*Cyprinus carpio*) meat: effect of freezing and frozen storage. Journal of Food Biochemistry, 30(3): 342–61.

7- Hamada M. & Inamasu Y. 1983. Influences of temperature and water content on the viscoelasticity of kamaboko. Nippon Suisan Gakkaishi, 49: 1897-1902.

8- Harper J.P., Suter D.A., Dill C.W. & Jones E.R. 1978. Effects of heat treatment and protein concentration on the rheology of bovine plasma protein suspensions. Journal of Food Science. 43:1204-1205.

9- Himonides A. T., Taylor K. A. & Knowles M. J., 1999. The improved whitening of cod and haddock flaps using hydrogen peroxide. Journal of Science of Food and Agriculture, 79: 845-850.

10- Hsu C.K. & Chiang B.H. 2002. Effects of water, oil, starch, calcium carbonate and titanium dioxide on the color and texture of threadfin and hair-tail surimi gels. International Journal of Food Science and Technology, 37: 387–393.

11- Iso N., Mizuno H., Saito T., Lin C.Y., Fujita T. & Nagahisa E., 1985. The effects of additives (egg white and soybean protein) on the rheological properties of Kamaboko. Bulletin of Japanese Society of Science and Fisheries, 51: 485-488.

12- Jafarpour A., & Gorczyca E. 2009a. Rheological Characteristics and Microstructure of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Surimi and Kamaboko Gel. Journal of Food Biophysics, 4:172-179.

13- Jafarpour A. & Gorczyca E., 2009b. Characteristics of sarcoplasmic proteins and their interaction with surimi and Kamaboko gel. Journal of Food Science, 74: 16-22.

14- Jiang S. T. 2000. Enzymes and their effects on seafood texture. In N. F. Haard, & B. K. Simpson (Eds.), Seafood enzyme: Utilization and influence on postharvest seafood quality (pp. 411–450). New York, USA: Marcel Dekker.

Archive of SID

www.SID.ir

15- Lanier T.C. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. pp.: 123-163. In: Surimi Technology. Eds., Lanier, T.C. and Lee, C.M., Marcel Dekker, Inc., New York.

16. Lee C. M., Wu M.-C. & Okada M.1992. Ingredient and formulation technology for surimi based products. In Surimi technology (pp. 273–302). New York: Marcel Dekker.

17- Luo Y., Shen H., Pan D. & Bu G.2008. Gel properties of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as affected by heat treatment and soy protein isolate. Food Hydrocolloids, 22: 1513-1519.

18- Luo Y., Shen H. & Pan D. 2006. Gel-forming ability of Surimi from grass carp (Ctenopharyngodon idellus): Influence of heat treatment and soy protein isolate. Journal of Science of Food and Agriculture, 86: 687–693.

19- Luo Y., Kuwahara R., Kaneniwa M., Murata Y., & Masahito Y. 2004a. Effect of soy protein isolate on gel properties of Alaska pollock and common carp surimi at different setting conditions. Journal of Science of Food and Agriculture, 84: 663–671.

20- Luo Y.K., Pan D.D. & Ji B.P. 2004b. Gel properties of surimi from bighead carp (*Aristichthys nobilis*): Influence of setting and soy protein isolate. Journal of Food Science, 69: 374-378.

21- Martin-Sanchez A.M., Navarro C., Perez-Alvarez J.A. & Kuri, V. 2009. Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 8: 359-374.

22- Nopianti R., Huda N. & Ismail N. 2011. A review on the loss of the functional properties of proteins during frozen storage and the improvement of gel-forming properties of surimi. American Journal of Food Technology, 6(1): 19-30.

23- Park J.W., 1994. Functional Protein Additives in Surimi Gels. Journal of Food Science. 59: 525-527.

24. Park J.W., 2001. Effect of salt on rheological properties of soy protein emulsions. Unpublished data. OSU Seafood Lab, Astoria, OR.

25- Quinn J.R. & Paton D. 1979. A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. Journal of Cereal Chemistry, 61: 53-59.

26. Regenstein J.M. 1984. Protein-water interactions in muscle foods. Recior & al Me & Conference Proceedings, 37: 44-51.

27- Rockower R.K., Dene J.C., Otwell W.S. & Cornell J.A. 1982. Evaluation of the textural of minced fish made from fish (turbot and Pollock). 7th Annual Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conferences of the Americas, p. 36-47. Univ. of Florida.

28- Runglerdkeriangkrai J., Banlue K. & Raksakulthai N. 2008. Quality of fish ball from surimi as affected by starch and sterilizing conditions. Kasetsart University. Fisheries Research Bulletin, 32(1): 39-47.

29- Shimizu Y. T., & Lanier T.C. 1992. Surimi production from fatty and dark-flesh fish species. pp.181-207. In: Surimi Technology. Eds., Lanier, T.C. and Lee, C.M., Marcel Dekker, Inc., New York.

Archive of SID

www.SID.ir

30- Tabilo-Munizaga G. & Barbosa-Cánovas, G.V. 2004. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. Food Research International, 37: 767-775.

31- Venugoplal V. & Shahidi F. 1995. Value-added products from underutilized fish species. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 35(5): 431-453.

32- Wu T. & Mao L. 2009. Application of chitosan to maintain the quality of kamaboko gels made from grass carp (*Ctenophryngodon idellus*) during storage. Journal of Food Processing and Preservation, 33: 218–230.

33- Yong H. & Park J.W.1998. Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi–starch gels. Lebensmittel Wissenschaft Technologie, 31: 344-353.

34- Yoo B. & Lee CM. 1993. Rheological relationships between surimi sol and gel as affected by ingredients. Journal of Food Science, 58: 880-883.

Archive of SID

www.SID.ir

Enhancement of quality properties of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi by addition of soy protein isolate

S. A. Jafarpour[1*], H. Hajidon[2], M. Rezaei[3]

1- Assistant professor, Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
* Corresponding author (a.jafarpour@sanru.ac.ir)
2- MSc. student, Department of Seafood Processing Science, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University
3- Associate professor, Department of Seafood Processing Science, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University

Abstract

The effect of soy protein isolate (SPI) at different levels, on quality properties (texture, color, water holding capacity and viscosity) and sensory evaluation of surimi prepared from common carp was investigated. Soy protein isolate was added at 10, 20 and 30 % levels to the common carp surimi paste and was heated at 90 ± 2^0C for 30 min to produce a firm protein gel known as kamaboko. The results indicated that only addition of 10 % SPI enhanced the quality properties of surimi prepared from common carp ($p<0.05$). For instance, 10 % treatment enhanced the gel strength and WHC of surimi gel by about 6 % and 3.5 %, respectively, without significant reduction of whiteness of resultant gel. However, no significant ($p>0.05$) effect was observed in terms of texture profile analysis parameters. On the other hand, addition of 20 % and 30 % SPI onto surimi gel matrix reduced its functional properties. The best score in terms of overall popularity of resultant surimi gel were found to be for surimi including 10 % soy protein isolate, by the panelists. Finally, it can be concluded that SPI at 10 % concentration could potentially being applied as a protein binder in surimi gel network; however, it is not recommended based on its performance.

Keywords: Common carp; Quality properties; Sensory analysis; Soy Protein Isolate; Surimi

Archive of SID

www.SID.ir