تاثیر قوام‌یابی با حرارت‌های مختلف بر خواص فیزیکوشیمیایی ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی (*Cyprinuscarpio*)

شیما زمانی‌نژاد*[۱]، بهاره شعبان‌پور[۲]، علی شعبانی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲- استاد فرآوری محصولات شیلاتی، گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳- دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
* نویسنده مسئول مکاتبات: s.zamaninejad@gmail.com
(دریافت مقاله: ۹۳/۳/۳۱ پذیرش نهایی: ۹٤/٤/۲٦)

Archive of SID

چکیده

در سال‌های اخیر پرورش ماهیان آب شیرین، به‌ویژه ماهیان گرمابی افزایش یافته است. در پرورش کپور ماهیان چینی، کپور معمولی (*CyprinusCarpio*) ۲۰-۱۵ درصد از ترکیب ماهیان پرورشی را تشکیل می‌دهد. برای تنوع بخشی به فرآورده‌های غذایی حاصل از کپور پرورشی می‌توان آن را تبدیل به محصولات با ارزش افزوده و آماده مصرف مانند سوسیس، کالباس، برگر و غیره نمود. یکی از فرآورده‌های حدواسط برای تولید غذاهای آماده مصرف، سوریمی می‌باشد. اختصاصات بافتی محصولات تولید شده از سوریمی، بستگی به توانایی تولید ژل آن دارد.از طریق پخت اولیه سوریمی (قوام‌یابی) می‌توان ژل مقاوم‌تر تولید نمود. در این تحقیق اثر قوام‌یابی در حرارتبالا و پایین بر خواص تولید ژل ماهی کپور پرورشی مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور تیمارهای شاهد، سووآری و کامابوکو در نظر گرفته شد. ژل‌های سووآری و کامابوکو جهت قوام‌یابی در ۳۵ درجه سلسیوس به مدت ۱ ساعت و در٤ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند. ژل‌های سوواری پس از قوام‌یابی سردسازی شدند اما ژل‌های کامابوکو ابتدا پخته و سپس سردسازی شدند. آزمایشات ظرفیت نگه‌داری آب، حلالیت پروتئین، پپتیدهای محلول، الکتروفورز ژل (SDS-PAGE)، تست پانکچر و رنگ‌سنجی انجام شد. طبق نتایج بدست آمده کمترین میزان شاخص‌های سفیدی و L* در تیمار شاهد مشاهده شد. ژل‌های قوام‌یافته در ۳۵ درجه سلسیوس بیشترین قدرت، ظرفیت نگه‌داری آب و پپتیدهای محلول در TCA را نشان دادند و دارای کمترین حلالیت پروتئین و وزن مولکولی میوزین بودند. نتایج نشان داد ژل‌های قوام‌یافته در حرارت بالا دارای خواص فیزیکوشیمیایی بهتری نسبت به ژل‌های قوام‌یافته در حرارت پایین بودند.

واژه‌های کلیدی: کپورپرورشی، قوام‌یابی، سوریمی، ماهی

www.SID.ir

مقدمه

با توسعه شهرنشینی، تقاضای جهانی برای سوریمی به‌عنوان فرآورده‌ای حدواسط جهت تولید محصولات آماده مصرف افزایش یافته است (Eymard *et al.*, 2005). خمیر ماهی یا سوریمی قطعات کوچک گوشت ماهی بدون پوست و استخوان است که جهت جداسازی خون، املاح غیرآلی، بعضی از چربی‌ها، بهبود رنگ و کاهش بوی محصول، طی چند مرحله با آب سرد شسته می‌شود. شستن گوشت پس از چرخ کردن سبب افزایش میزان پروتئین بیش از شستن گوشت قبل از چرخ‌کردن می‌شود (شعبان‌پور و همکاران، ۱۳۸۷).

افزایش مدت زمان و دفعات شستشوی گوشت چرخ شده توسط آب خالص بطور معنی داری موجب کاهش چربی سوریمی خام تولیدی میگردد (شعبان‌پور و همکاران، ۱۳۸۵). سوریمی در پایان مرحله تولید، محصولی بدون طعم و بو با ظرفیت نگه‌داری آب و قدرت امولسیون کنندگی زیاد، بافت منحصر به‌فرد و ارزش غذایی بالا می‌باشد که از آن می‌توان برای تهیه انواع مختلف غذاهای فرآوری شده مانند برگر، سوسیس و کالباس ماهی، کوفته ماهی و ... استفاده کرد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۵). کیفیت نهایی این محصولات، به کیفیت سوریمی مورد استفاده و توانایی تولید ژل آن بستگی دارد (Nopianti *et al.*, 2012). از طریق قوام‌یابی می‌توان ژل مقاوم‌تر از سوریمی تهیه کرد و خواص کاربردی، قدرت بافتی و حالت ارتجاعی محصول نهایی را افزایش داد (Lanier *et al.*, 1992). در طی قوام‌یابی پلیمریزه شدن زنجیره سنگین میوزین و تشکیل پیوندهای ε- (γ- گلوتامیل) لیزین بوسیله ترانس گلوتامیناز داخلی سبب تولید ژلی با کیفیت بالا می‌شود (Benjakul *et al.*, 2003; Banlue *et al.*, 2010). یکی دیگر از مهمترین باندهای کووالانتی شرکت کننده در واکنش‌های داخلی پروتئین برای توسعه شبکه ژلی در طی قوام‌یابی در حرارت بالا، پیوندهای دی‌سولفیدی می‌باشند (Lanier *et al.*, 2000) که در اثر فعالیت پروتئینازها ایجاد می‌شوند (Banlue *et al.*, 2010). روش‌های زیادی برای بهبود بافت محصولات تولید شده بر پایه سوریمی پیشنهاد شده است از جمله تعدیل pH، (Rawdkuen *et al.*, 2009; Karayannakidis *et al.*, 2007) استفاده از دماها و زمان‌های مختلف (Alvarez *et al.*, 1997) و استفاده از برخی افزودنی‌هایی (Julavittayanukul *et al.*, 2006). برای قوام‌یابی ژل سوریمی می‌توان از دمای بالا (۳۵ درجه سلسیوس)، متوسط (۲۵ درجه سلسیوس) و یا پایین (٤ درجه سلسیوس) استفاده کرد اما به طور کلی پاسخ به قوام‌یابی با توجه به نوع گونه ماهی و دمای زیستگاه آن متفاوت است (ArfatBenjakul, 2012., Moralez *et al.*, 2001). در گذشته تولید سوریمی تنها از ماهیان سفید گوشت مانند آلاسکاپولاک (*Chalcogrammatheragra*) معمول بود اما کاهش منابع ماهیان سفید گوشت باعث ایجاد گرایش جدیدی در صنعت تولید سوریمی شده‌است (Tina *et al.*, 2010) و امروزه از سایر گونه‌ها مانند ماهیان آب‌شیرین و پلاژیک برای افزایش مقدار تولید سوریمی استفاده می‌شود (Amiza *et al.*, 2013). از آنجایی که ماهیان پرورشی ارزان‌تر از ماهیان دریایی هستند، استفاده از این ماهیان برای تهیه سوریمی مقرون به صرفه است (Shoviklou, 2000) ماهی کپور معمولی (Cyprinus*carpio*) از خانواده کپورماهیان، به علت

www.SID.ir

مقاومت بالا نسبت به تغییرات درجه حرارت آب، کمبود اکسیژن محلول، حمل و نقل، دستکاری و نیز قدرت تولید مثل بالا چهارمین گونه مهم پرورشی آبزیان از نظر تولید در جهان می‌باشد. جهت تنوع بخشی به فراورده‌های غذایی حاصل از ماهی کپور پرورشی و وارد کردن هر چه بیشتر آن به سبد غذایی خانوار می‌توان از این ماهی به عنوان ماده خام اولیه جهت تولید سوریمی برای تهیه محصولات ارزش افزوده و آماده مصرف استفاده نمود.

با توجه به مطالب ذکر شده مطالعه حاضر به بررسی اثر قوام یابی در حرارت بالا (۳۵ درجه سلسیوس) در زمان یک ساعت و حرارت پایین (٤°C) به مدت یک شب، بر روی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی ژل سوریمی کپور پرورشی پرداخته است. هدف از این تحقیق تعیین اثر پخت دو مرحله‌ای و همچنین مقایسه اثر قوام‌یابی در دمای بالا و پایین و تعیین شرایط مناسب برای بهینه‌سازی خواص تولید ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی و در نتیجه تولید غذاهای آماده مصرف از آن با کیفیت بافتی مطلوب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه سوریمی و ژل‌های سووآری و کامابوکو

سوریمی طبق روش بنجاکولو ویس سان گوآن تهیه شد (Benjakul and Visessanguan, 2003). برای این منظور ماهی‌های کپور پرورشی با وزن تقریبی ٦۰۰ تا ۷۰۰ گرم که به صورت زنده از بازار ماهی گرگان خریداری شدند پس از انتقال در یخ به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شستشو با آب جاری و استخوان‌گیری با دست انجام گرفت. گوشت جداسازی شده برای هم شکل‌سازی با استفاده از چرخ گوشت خانگی چرخ (Bosch, Germany) و سپس طی سه سیکل ۱۰ دقیقه‌ای با آب سرد (۵-۱ درجه سلسیوس) با نسبت ۱:۳ (w/w) شسته شد. مخلوط آب و گوشت ۱۰ دقیقه هم‌زده شده و گوشت شسته شده با استفاده از پارچه تنظیف آبگیری گشت. در مرحله آخر شستشو جهت آبگیری بهتر از آب نمک ۰/۳ درصد استفاده شد. جهت آماده‌سازی ژل، رطوبت سوریمی با خشک کردن بخشی از نمونه در دمای ۲± ۱۰۳ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت مشخص و به صورت درصد بیان شد (پروانه، ۱۳۷۷) سپس روی ۸۰٪ تنظیم و ۲/۵٪ نمک به آن اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس درون مخلوط‌کن خرد گردید. سول هموژن بدست آمده درون پوشش پلی ونیلیدین چند لایه قرار گرفت. برای تهیه ژل‌های سووآری (Suwari) یا به عبارت دیگر ژل‌های قوام‌یافته در حرارت بالا، پوشش‌ها در حمام آبی با دمای ۳۵ درجه سلسیوس به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند. پس از طی این زمان بلافاصله به منظور جلوگیری از اثر تخریب درجه حرارت بر روی ژل پخته شده سوریمی، در آب و یخ ٤ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت سردسازی انجام گرفت. برای تهیه ژل‌های کامابوکو (Kamaboko) یا ژل‌های قوام‌یافته و پخته شده، در حرارت بالا نیز همین فرایند طی شد اما پیش از سردسازی، ژل‌های قوام‌یافته در حمام آبی ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند تا مرحله پخت انجام گیرد. برای قوام‌یابی ژل در حرارت پایین، پوشش‌های حاوی سول سوریمی مخلوط با نمک به مدت ۱۲ ساعت در یخچال با دمای ٤ درجه سلسیوس

Archive of SID
www.SID.ir

نگـه‌داری شـدند و جهـت تهیـه ژل‌هـای کامـابوکو در حرارت پایین، عملیـات پخـت روی ژل‌هـای سـووآری قوام‌یافته در حرارت پایین انجام گرفت و سـپس ژل‌هـا سردسـازی شـدند. محصـول بدسـت آمـده کامـابوکو overnight نـام گرفـت. تیمـار شـاهد سـووآری، سـول سردسازی شده بود و برای تهیه تیمـار شـاهد کامـابوکو تنها عملیات پخت و سرد سازی روی پوشش‌ها صورت گرفت. نمونه‌های تولید شده تا زمان انجام آزمایشات در یخچال قرار داده شدند.

رنگ‌سنجی: ارزیابی رنگ بوسـیله دسـتگاه رنـگ سـنج (CR-100 Minolta Corp., Ramsey, NJ) انجام گرفت ابتدا دستگاه بوسـیله صـفحه بازتابنـده سـفید اسـتاندارد کالیبره و سپس شاخص‌های L* برای بیـان روشـنایی از صفر (بعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بعد سفیدی)، a^* بـرای بیـان بعـد قرمـزی- سـبزی (a^*+ نشـان‌دهنـده قرمزتـر و a^*- نشان‌دهنده سبزتر) و b^* برای بیان بعـد زرد- آبـی (b^*+ نشان‌دهنده زردتر و b^*- نشان‌دهنده آبی‌تر) انـدازه‌گیـری شد. آزمایش بصورت تصادفی و در ۳ بار تکرار و بـرای هر نمونه ۵ قسمت مورد بررسی قرار گرفت و میـانگین محاسـبه شـد و از طریـق فرمـول زیـر میـزان شـاخص سفیدی تعیین گردید (Anne *et al*., 1996).

سفیدی = $(L^* - 3b^*)$

تست پانکچر: اندازه‌گیری نیـروی شـکنندگی و فاصـله شکست از طریق روش اسکونبرگو باکستر با اسـتفاده از پروب استیل کروی با قطـر ۵ میلـی‌متـر بـا سـرعت ۶۰ میلی‌متر در هر دقیقه روی یک انتهای نمونه، انجام شد. دستگاه مورد استفاده برای آنالیز بافـت (LFRA 4500, USA) بود (Skonberg and Baxter, 2006).

نمونه ژل به طول ۳۰ میلی‌متر تهیه گردیـد و قـدرت ژل با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

قـدرت ژل = **نیروی شکنندگی (گرم)** × **فاصله شکست (میلی‌متر)**

اندازه‌گیـری ظرفیـت نگـه‌داری آب(WHC): ۲ گـرم از نمونه ژل در کاغذ صافی واتمن پیچیده و بـه مـدت ۱۵ دقیقه در g ×۱۰۰۰سانتریفوژ شد سپس ماده بـاقی‌مانـده در کاغذ صـافی جمـع‌آوری و تـوزین انجـام گرفـت و ظرفیت نگه‌داری آب بر اسـاس درصـد آب بـاقی‌مانـده نسبت به آب موجود در ژل قبل از سـانتریفوژ محاسـبه شد (Alvarez and Tejada, 1997).

پپتیدهای محلول در TCA: به۲ گرم از نمونه خرد شده ژل، ml ۱۸محلول ۵٪ TCA افزوده و به مدت ۲ دقیقـه هموژن شد. هموژن در ٤ درجه سلسیوس به مدت یـک ساعت نگه‌داری و سپس در g× ۸۰۰۰ به مـدت ۵ دقیقـه سـانتریفوژ گردیـد. پپتیـدهای محلـول در TCA در سوپرناتانت با توجه به روش لـوری انـدازه‌گیـری و بـر اساس میکرومـول تیـروزین بـر گـرم نمونـه بیـان شـد (Lowry *et al*., 1951).

مطالعات حلالیت پروتئین: ۵ گرم نمونه بـا ml ۲۰ آب مقطر هموژن و برای ۲۰ دقیقه در g × ۱۰۰۰۰ سانتریفوژ شد. پس از جداسازی، ماده تـه‌نشـین شـده در ml۳۰ از محلـول Tris-HCl، pH=۷ مخلـوط و در g×۱۰۰۰۰ بـه مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ انجام گرفت. غلظت پـروتئین سوپرناتانت به عنوان پروتئین‌های میوفیبریل محلـول در نمک با استفاده از روش بیورت تعیین شد (Umemoto, 1996).

www.SID.ir

الکتروفورز ژل دو دسیل سولفات- پلی آکریلامید (SDS-PAGE): نمونه‌ها از طریق هموژن‌سازی ژل با بافر شامل ۵۰ mM سدیم فسفات، pH = ٦/٨، ١٪ SDS و ١٪ بتامرکاپتواتانول آماده شدند. سپس هموژن با بافر دیگری شامل ١٠٪ SDS، ١٠٪ بتا مرکاپتواتانول، ٢٠٪ سوربیتول و ١٪ برموفنول بلو مخلوط و به مدت ١٠ دقیقه در آب جوش قرار گرفت. روش مورد استفاده برای الکتروفورز دستگاه ژل عمودی لاملی بود (Lameli *et al.*, 1970). و برای انباشته و جداسازی ژل از غلظت آکریلامید به ترتیب ٣/٥ و ١٠٪ استفاده شد. الکتروفورز در ٧٠ ولت ١٢ ساعت به طول انجامید. رنگ‌آمیزی ژل تولید شده با ٠/١ درصد کوماسی بلو در ٤٠٪ متانول و ١٥٪ اسید استیک گلاسیال به مدت ٥ ساعت بود و محلول رنگ‌بری شامل ١٢/٥٪ ایزوپروپانول و ١٠٪ اسید استیک بود و ژل به مدتیک شب در این محلول قرار گرفت. چگالی هر باند در ژل بوسیله دستگاه مستندساز ژل (EDAS 290, Kodak, Japan) اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمایشات در سه تکرار انجام و نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار از میانگین گزارش شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از روش آماری آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چند رسانه‌ای دانکن در سطح احتمال ٠/٠٥ = ~ انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج بررسی شاخص‌های رنگی در جدول (١) ارایه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود کمترین میزان شاخص‌های سفیدی، L* و b* در تیمار شاهد مشاهده شد و در ژل‌های قوام‌یافته در حرارت بالا و پایین تفاوت معنی‌دار نبود. اما در شاخص a* روند برعکس بود و بیشترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد. ژل‌های سووآری نسبت به ژل‌های کامابوکو در حرارت‌های قوام‌یابی مشابه میزان شاخص سفیدی، L* و b* کمتری نشان دادند.

جدول (١) – میزان شاخص‌های رنگی در ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در دمای ٣٥ و ٤ درجه سلسیوس

ژل	زمان قوام‌یابی	سفیدی	L*	a*	b*
سووآری	شاهد	٣٤/٤٨^{b}±٠/٧	٦٥/٩٠^{b} ± ٠/٣٥	٤/٢٣ ^{a}± ٠/١١	٠/٤٠^{b} ± ٠/١١
	٣٥	٥٩/٦١^{a}±٠/٠٧	٦٧/٨٠^{a}±٠/٠٠	٤/٢٠^{a}±٠/٠١	٢/٧٣^{a}± ٠/٢٤
	٤	٥٥/٨٢ ^{a}± ٠/٠٠	٦٤/٧٨^{a}±٠/٠٠	٤/١٨ ^{a}± ٠/٠٥	٢/٩٦^{a}±٠/١٥
کامابوکو	شاهد	٦٨/٣٣^{b}±٠/٢٠	٧١/٣^{b}± ٠/٢٣	٢/٧٣ ^{a}± ٠/٠٠	١/٢٠^{b} ± ٠/١٠
	٣٥	٧٢/٠٠^{a}±٠/٢٢	٧٨/٢٦^{a}±٠/١٥	٢/٧٠ ^{a}±٠/٠١	٢/٠٠^{a}±٠/١٥
	٤	٧٢/٢٢^{a}±٠/٨٤	٧٨/٥٣ ^{a}±٠/٢١	٢/٧٦^{a}±٠/٠٥	٢/٠٠^{a}±٠/١٥

*L: شاخص روشنایی از ٠ (بعد سیاهی) تا ١٠٠ (بعد سفیدی)، *a: شاخص بعد قرمزی- سبزی (*a+ نشان‌دهنده قرمزتر و *a- نشان‌دهنده سبزتر)، *b شاخص بیان بعد زرد- آبی (*b+ نشان‌دهنده زردتر و *b- نشان‌دهنده آبی‌تر)

میانگین± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک لاتین (a,b,c,...) غیرمشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف است.

Archive of SID
www.SID.ir

در ژل‌های سووآری به دلیل ضعیف بودن و نرم بودن بیش از حد، قدرت ژل قابل اندازه‌گیری نبود. در ژل‌های کامابوکو بیشترین قدرت ژل در نمونه‌های قوام‌یافته در حرارت بالا و پس از آن با اختلاف معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) ژل‌های قوام‌یافته در حرارت پایین بود و تیمار شاهد با اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کمترین میزان را نشان داد (جدول ۲).

جدول (۲)- تغییرات قدرت ژل بین تیمارهای کامابوکو قوام‌یافته در ۳۵ و ٤ درجه سلسیوس

ژل	دمای قوام‌یابی (درجه سلسیوس)	نیروی شکست (g)	فاصله شکست (g.mm)	قدرت ژل (g.mm)
کامابوکو	شاهد	۲۲۳	٦/۸۳	۱۵۲۳/۰۹^{c}±۰/۹۹
	۳۵	۲۷۱	۷/۸۱	۲۱۱٦/۵۱^{a}± ۱/۰۲
	٤	۲٦۰	۷/۵٦	۱۹٦۵/۰٦^{b}±۰/۸۷

میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک لاتین (a,b,c,...) غیرمشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف است.

نتایج حاصل از بررسی ظرفیت نگه‌داری آب نشان داد در ژل‌های سووآری و کامابوکو کمترین ظرفیت نگه‌داری آب در تیمار شاهد و بیشترین میزان آن در ژل‌های قوام‌یافته در حرارت بالا بود (جدول ۳).

بر اساس نتایج این تحقیق میزان پپتیدهای محلول در TCA در ژل‌های سووآری اختلاف معنی‌داری نشان نداد اما در ژل‌های کامابوکو در تیمار قوام‌یافته در حرارت بالا به طور معنی‌داری بیشتر از دو تیمار دیگر بود (جدول ۳).

نتایج ارزیابی آماری داده‌های مربوط به حلالیت پروتئین در جدول (۳) گزارش شده است. در ژل‌های سووآری و کامابوکو ژل‌های قوام‌یافته در حرارت پایین کمترین میزان حلالیت پروتئین مشاهده شد.

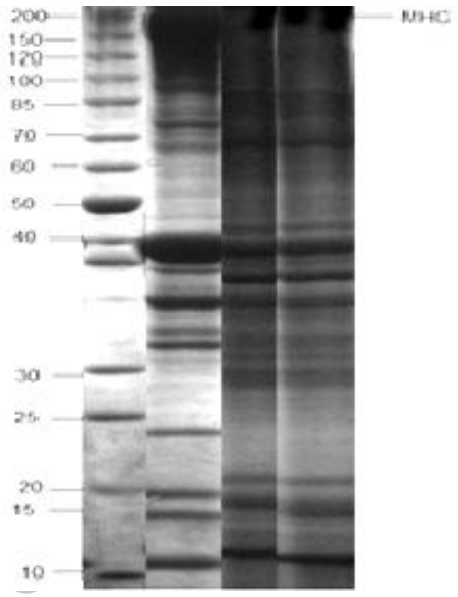
جدول (۳)- میزان ظرفیت نگه‌داری آب، حلالیت پروتئین و پپتیدهای محلول در TCA در ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در دمای۳۵ و٤ درجه سلسیوس

ژل	زمان قوام‌یابی (ساعت)	کاهش رطوبت (درصد)	حلالیت پروتئین (درصد)	پپتیدهای محلول (میلی‌مول تیروزین در ۱۰ گرم نمونه)
سووآری	شاهد	۲۳/۲۸ ^{a}±٤/۱۲	۲۱/۷۹^{a}±۰/۰۳	۲/۰۳^{b}± ۰/۰۱
	۳۵	۱٦/۷۸^{c}±۱/۱۲	۲۱/٤٦^{b}±۰/۰۱	۲/۸٤^{a}±۰/۰٤
	٤	۱۷/٦۷ ^{b}±۳/۰۰	۲۱/۸۷^{a}±۰/۰۱	۲/۰۱^{b}±۰/۱۳
کامابوکو	شاهد	۹/٤۷^{a}±۱/۷۱	۲۰/۳٤^{a}± ۰/۰۲	۲/۳۰^{b}±۰/۱۹
	۳۵	۷/۹۵^{c}±۱/۲۳	۱۹/۱۱^{b}±۰/۰۱	۳/۰۱^{a}±۰/۰۱
	٤	٦/٤٤ ^{b}± ۱/۳۵	۲۲/٤۲^{a}±۰/۰۸	۲/۳۳^{b}± ۰/۰۲

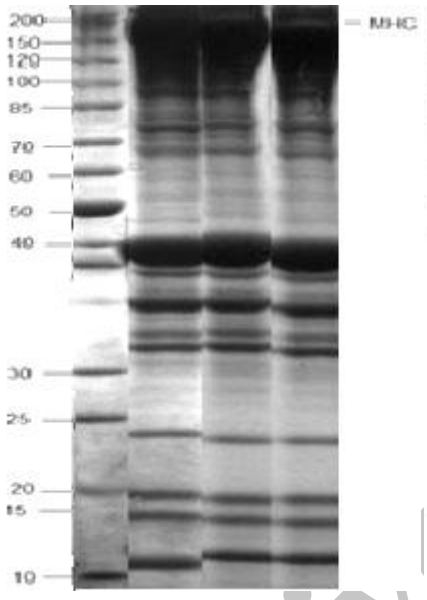
میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک لاتین (a,b,c,...) غیرمشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف است.

www.SID.ir

نتایج الگوی الکتروفورز بین تیمارهای مورد بررسی نشان داد زنجیره سنگین میوزین بیشترین وزن مولکولی را در ژل‌های سووآری قوام‌یافته در ٤ درجه سلسیوس و پس از آن در تیمار شاهد داشت و میزان اکتین میان تیمارهای سووآری در دمای بالا و پایین به صورت معنی‌داری (p< ۰/۰۵) از تیمار شاهد کمتر بود (شکل شماره ۱). ژل‌های کامابوکو نیز روند مشابه ژل‌های سووآری نشان دادند (شکل ۲).



شکل (۱)- الگوی الکتروفورز ژل‌های سووآری شاهد، قوام‌یافته در دمای۳۵ و ٤ درجه سلسیوس
MHC زنجیره سنگین میوزین



شکل (۲)- الگوی الکتروفورز ژل‌های کامابوکو شاهد، قوام یافته در دمای ۳۵ و ٤ درجه سلسیوس
MHC زنجیره سنگین میوزین

بحث و نتیجه‌گیری

رنگ یکی از مهمترین ویژگی‌هایی است که نشان‌دهنده کیفیت سوریمی می‌باشد (Amiza *et al.*, 2013). برتاک و کاراهادیان نشان دادند که زمان و روش حرارت‌دهی بر روی رنگ و بافت سوریمی غذاهای دریایی موثر است (Karahadian and Bertak, 1995) حسینی در سال ۱۳۹۲تاثیر آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی بر خواص ژل حاصل از گوشت چرخ‌شده میگوی خنجری (*Parapenaeopsisstylifera*) را بررسی و اعلام نمود در صورت افزودن ۱/٤ واحد در گرم از آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی، ژل‌های قوام‌یافته در ٤۰ درجه سلسیوس و ٦۰ دقیقه بیشترین روشنایی را نشان دادند در حالیکه قوام‌یابی این ژل‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت سبب کاهش معنی‌دار میزان روشنایی آن‌ها گشت. در مطالعه حاضر در ژل‌های

www.SID.ir

سووآری و کامابوکو میزان شاخص *L و سفیدی در تیمار شاهد به طور معنی‌داری کمتر از ژل‌های قوام‌یافته در دمای بالا و پایین بود که نشان می‌دهد قوام‌یابی باعث بهبود خواص رنگی ژل و سفیدی بیشتر آن می‌شود. در زمان قوام‌یابی برابر ژل‌های کامابوکو مقادیر بیشتری نسبت به ژل‌های سووآری به نمایش گذاشتند که نشان می‌دهد دو مرحله حرارت‌دهی خواص رنگی ژل‌های حاصل از سوریمی را بهبود می‌بخشد. میزان شاخص *b نیز روند مشابهی داشت اما شاخص*a اختلاف معنی‌داری نشان نداد. شی با مطالعه بر روی خواص فیزیکی سوریمی غذاهای دریایی تحت شرایط مختلف حرارت‌دهی اعلام کرد که در میزان شاخص*a در شرایط مختلف دمایی تغییری مشاهده نشد اما زمان و دمای حرارت‌دهی روی شاخص *b اثر گذاشتند و دمای زیاد و زمان حرارت‌دهی طولانی به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) باعث افزایش شاخص *b شد (Shie *et al*., 1999).

افزایش فعالیت ترانس‌گلوتامیناز سبب تسهیل تشکیل باندهای کووالانت بین پلی‌پپتیدها می‌شود. مکانیسم‌های مهم در تولید ژل شامل هماهنگی واکنش‌های پروتئین – پروتئین و نیز افزایش فعالیت ترانس‌گلوتامیناز می‌باشد (Joseph *et al*, 1994., Wu *et al*., 1991). طبق نتایج بدست‌آمده از مطالعه بررسی خواص تولید ژل سوریمی *Selaroideleptolepis* توسط ارفت و بنجاکول شرایط دمایی مختلف قوام‌یابی باعث تولید ژل‌هایی با خواص متفاوت شد و ژل‌های قوام‌یافته در دمای بالا بهترین خواص ژلی را نشان دادند و دو مرحله حرارت دهی در ژل‌های کامابوکو باعث افزایش نیروی شکست و تغییر شکل ژل و در نتیجه افزایش قدرت ژل شداین نتایج نشان داد واکنش‌های داخلی پروتئین- پروتئین باعث تثبیت ژل‌های کامابوکو شدند (and Arfat, 2012 Benjakul). بنجاکول و همکاران دریافت که فرایند قوام‌یابی در طی تولید ژل در واقع تشکیل پیوندهای عرضی پروتئین‌های میوزین و اکتین از طریق پیوندهای گلوتامیل_لیزین با واسطه ترانس‌گلوتامینازهای داخلی می‌باشد (Benjakul *et al*., 2000). این پیوندهای عرضی پروتئین در طی قوام‌یابی در حرارت بالا می‌توانند باعث تولید ژل‌هایی با الاستیسیته و مقاومت بیشتر شوند. ترانس‌گلوتامیناز آنزیمی در عضله ماهی است که واکنش انتقال آسیل بین گروه‌های γ- کربوکسامید از یک باقی‌مانده گلوتامین و گروه‌های آمین اولیه را کاتالیز می‌کند (Amiza *et al*., 2013). خواص ژل سوریمی بیگ هد (*Aristichthysnibilis*) تحت تأثیر حرارت بالا و متوسط توسط لو و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت و بیان شد قدرت ژل سوریمی بیگ هد قوام‌یافته در ۳۰ و ٤٥ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه به طور معنی‌داری بیشتر از ژل قوام‌نیافته بود (Lou *et al*., 2004). ارفت و بنجاکول خواص تولید ژل سوریمی ماهی *Selaroidesleptolepis* را درشرایط دمایی مختلف قوام‌یابی بررسی کردند و گزارش کردند ژل‌های قوام یافته در دمای بالا دارای بهترین کیفیت، بیشترین قدرت و الاستیسیته بودند (and Arfat, 2012 Benjakul). در سال ۲۰۱۳ مطالعه‌ای روی خواص تولید ژل سوریمی ماهی *Trachinocephalusmyops* انجام گرفت و اعلام شد ژل‌های قوام‌یافته در دمای بالا دچار از هم پاشیدگی شدند و کیفیت مناسبی نداشتند (Hai-hua and Chang-hu, 2010). طبق نتایج بدست آمده بیشترین میزان قدرت ژل به ترتیب در ژل‌های

www.SID.ir

کامابوکوی قوام‌یافته در دمای بالا و پس از آن در ژل‌های کامابوکوی قوام‌یافته در دمای پایین مشاهده شد. بنجاکول گزارش داد قوام‌یابی خمیر سوریمی باعث افزایش نیروی شکست، تغییر شکل و در نتیجه افزایش قدرت ژل شد و با افزایش دما و زمان قوام‌یابی این فاکتورها افزایش یافتند (Benjakul *et al*., 2003). حسینی در سال ۱۳۹۲ با مطالعه تاثیر آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی بر خواص ژل حاصل از گوشت چرخ‌شده میگوی خنجری (*Parapenaeopsisstylifera*) دریافتند با افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز به میزان ۱/۸ واحد در گرم، ژل‌های قوام‌یافته در دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ساعت بیشترین و ژل‌های قوام یافته در ٤٠ درجه سلسیوس به مدت ٦٠ دقیقه کمترین استحکام را نشان دادند. قوام‌یابی در حرارت بالا یا در حرارت پایین و سپس پخت در۹۰ درجه سلسیوس باعث تولید ژل قویتری نسبت به پخت تنها می‌شود (Hashimoto *et al*., 1986., Stone and Stanley, 1992) تفاوت در اندازه نمونه، حرارت و غلظت نمک روی میزان ظرفیت نگه‌داری آب اثر دارد (Zhang *et al*.,1995). اوکوهاما و همکاران اعلام کردند که ژل‌های سوریمی با قدرت ژل بیشتر معمولاً دارای ظرفیت نگه‌داری آب بالاتری هستند (Ohkuma *et al*., 2008). مطالعه اثر کیتوزان بر خواص تولید ژل سوریمی گربه ماهی آفریقایی *Clariasgariepinus* نیز روند مشابهی نشان داد (Amiza *et al*., 2013). میزان نگه‌داری آب درون ژل تحت تأثیر وزن، pH و ساختار میکروسکوپی پروتئین (Kinsella *et al*., 1982; Damadaran *et al*., 1996) و نیز شرایط تولید ژل (Shmidt *et al*., 1981) می‌باشد. طبق نتایج بدست آمده در این مطالعه در تیمارهای کامابوکو در زمان قوام‌یابی مشابه، مقادیر آب از دست‌رفته به طور قابل توجهی نسبت به ژل‌های سووآری کمتر بود اما روندی مشابه ژل‌های سووآری داشتند که نشان می‌دهد دو مرحله حرارت‌دهی باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب می‌شود. در ژل‌های قوام‌یافته در حرارت پایین میزان آب از دست رفته بیشتر بود. هرمانسونو نیوا بیان کردند حرارت‌دهی طولانی مدت باعث جدایی آب و کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در برخی از ژل‌های پروتئینی می‌شود که باعث ایجاد ساختاری زبر با حفره‌های بزرگ می‌شود (Hermanson *et al*., 1981; Niwa *et al*.,1992).

فعالیت پروتئولتیک در عضله ماهی در حرارت ۵۰ الی ٦٠ درجه سلسیوس شدید است و با توجه به نوع آنزیم پروتئولیتیک و نیز درجه حرارت مناسب برای فعالیت آن میزان پپتیدهای محلول متفاوت است (An *et al*., 1996) بر اساس مطالعه پین پی پاتروی خواص ژل سوریمی ماکرل، میزان پپتیدهای محلول در TCA در ژل قوام‌یافته در دمای بالا بیشترین میزان را نشان داد که بیانگر این است که پروتئولیز سوریمی در طی حرارت‌دهی به خاطر وجود پروتئازهای مقاوم به حرارت که در دمای بین ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس فعال می‌شوند، به صورت گسترده‌تری رخ می‌دهد و این نتایج با کمترین نیروی شکست و قدرت ژل همراه بود (Pinpipat *et al*., 2012). در تحقیقی که توسط حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۲ بر روی اثرات دما و زمان قوام یافتگی بر خواص ژل حاصل از گوشت چرخ‌شده میگوی خنجری (*Parapenaeopsisstylifera*) انجام گرفت، بیان شد که کمترین میزان پپتیدهای محلول در TCA عمدتا در ژل‌هایی وجود داشت که تحت تأثیر

Archive of SID
www.SID.ir

قوام‌یافتگی قرار نگرفته و یا به مدت ۱۲ یا ۲٤ ساعت تحت تأثیر قوام‌یافتگی در دمای ۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند و بیشترین میزان پپتیدهای محلول در TCA عمدتاً در ژل‌هایی اندازه‌گیری شد که به مدت ۳۰ یا ٦۰ دقیقه در دمای ٤۰ درجه سلسیوس قوام یافتند. در این مطالعه، ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در ۳۵ درجه سلسیوس به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) بیشترین میزان از هم‌پاشیدگی پروتئین را نشان دادند اما از آنجایی‌که در ژل‌های قوام‌یافته در ۳۵ درجه سلسیوس قدرت ژل بیشتری نیز مشاهده شد، می‌توان بیان کرد که تشکیل پیوندهای عرضی نسبت به فعالیت پروتئولتیک در مقیاس وسیعتری رخ داده است در نتیجه پروتئولیز جزیی مشاهده شده، اثر قابل توجهی بر روی توانایی تشکیل ژل نداشت.

کاهش حلالیت نشان‌دهنده تشکیل باندهای غیر دی‌سولفیدی در گستره وسیع‌تری می‌باشد (Benjakul *et al.*, 2003). ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در حرارت بالا کمترین میزان حلالیت پروتئین را نشان دادند. در حرارت‌های بالا ترانس‌گلوتامینازهای داخلی هنوز به عنوان ایجادکننده پیوندهای عرضی از طریق تشکیل باندهای غیر دی‌سولفیدی عمل می‌کنند و نیز به علت حرارت بالاتر پروتئین‌های بیشتری در معرض باز شدن ساختار سوم قرار می‌گیرند در نتیجه میزان گلوتامین و لیزین بیشتری در دسترس ترانس‌گلوتامیناز قرار می‌گیرد و درنتیجه پیوندهای £-(γ-glutamyl) lysine در گستره وسیع‌تری رخ می‌دهد. در حرارت پایین نیز تشکیل این پیوندها را ترانس‌گلوتامیناز القا می‌کند اما به علت حرارت پایین‌تر پروتئین‌های کمتری در معرض باز شدن ساختار سوم قرار می‌گیرند در نتیجه طبق نتایج بدست آمده ژل‌های سوواری و کامابوکوی قوام‌یافته در حرارت پایین میزان حلالیت پروتئین بیشتری نشان دادند. در زمان قوام‌یابی برابر ژل-های کامابوکو حلالیت کمتری نسبت به ژل‌های سووآری نشان دادند. در پخت دو مرحله‌ای در ژل‌های کامابوکو علاوه بر تشکیل بیشتر پیوندهای کووالانت غیر دی‌سولفیدی به علت افزایش حرارت در طی مرحله پخت، تشکیل بیشتر پیوندهای هیدروفوبیک و نیز پیوندهای پروتئین- پروتئین در طی افزایش زمان و حرارت در طی مرحله پخت سبب تثبیت ساختار سه بعدی ژل می‌شود در نتیجه حلالیت پروتئین کاهش می‌یابد که با افزایش قدرت ژل نیز همراه است.

میوزین مهمترین ترکیب مسئول در توانایی تشکیل ژل سوریمی می‌باشد (Niwa *et al.*, 1992., Mohan *et al.*, 2008). نتایج نشان داد در ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در دمای بالا وزن مولکولی زنجیره سنگین میوزین (MHC) از سایر تیمارها کمتر بود و در ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در دمای پایین وزن مولکولی بیشتری مشاهده شد. در مطالعه بالونه بر روی اثر برومات پتاسیم ($KBRO_3$) بر خواص تولید ژل سوریمی ماهی آلاسکاپولاک در ژل‌های سووآری و کامابوکو در اثر قوام‌یابی وزن مولکولی میوزین کاهش و قدرت ژل افزایش یافت. افزایش قدرت تولید ژل سوزیمی الاسکاپولاک در اثر قوام‌یابی به تشکیل پیوندهای عرضی بین زنجیره سنگین میوزین در اثر القای آنزیم ترانس‌گلوتامیناز بستگی دارد. در این تحقیق زنجیره سنگین میوزین پس از قوام‌یابی در ۳۵ درجه سلسیوس کاهش یافت (balune *et al.*, 2010). بنجاکول و همکاران بیان کردند که میزان پلیمریزاسیون

www.SID.ir

زنجیره سنگین میوزین در حرارت‌های مختلف بستگی به گونه ماهی دارد (Benjakul *et al*., 2003).

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد با قوام‌یابی ژل‌های سوریمی در دمای بالا، قدرت ژل افزایش، حلالیت پروتئین و وزن مولکولی زنجیره سنگین میوزین کاهش یافت که می‌توان با توجه به سایر مطالعات انجام گرفته در این زمینه این تغییرات را به افزایش میزان فعالیت آنزیم ترانس‌گلوتامیناز، میزان گلوتامیل و لیزین در دسترس بیشتر به خاطر باز شدن ساختار سوم پروتئین‌های بیشتر و همچنین تشکیل باندهای غیر دی‌سولفیدی افزایش یافته، نسبت داد. در ماهی کپور دمای ۳۵ درجه سلسیوس دمای بهینه برای فعالیت آنزیم‌های پروتئولتیک نبود، اگرچه در این دما نیز مقدار کمی فعالیت این آنزیم‌ها مشاهده شد. در دمای پایین فعالیت آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و تشکیل پیوندهای غیر دی‌سولفیدی به میزان کمتری نسبت به دمای بالا مشاهده شد.حرارت‌دهی طی دو مرحله جدا از تشکیل باندهای کووالانت غیر دی‌سولفیدی، بخاطر انبوهش حرارتی بیشتر پروتئین‌های میوفیبریل و همچنین تثبیت باندهای کووالانت و غیرکووالانت باعث افزایش کیفیت ژل شد. بنابراین برای بهبود خواص تولید ژل سوریمی کپور پرورشی و در نتیجه تولید محصولات ارزش افزوده و غذاهای آماده مصرف با کیفیت بافتی مطلوب، حرارت‌دهی ژل سوریمی طی دو مرحله و نیز در دمای بالا (۳۵ درجه سلسیوس) به مدت یک ساعت توصیه می‌گردد.

منابع

- پروانه، ویدا (۱۳۷۷). کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه: ۳۲۵.
- حسینی، نصرالله (۱۳۹۲). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- رضوی شیرازی، حسن (۱۳۸۰). تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، علم فرآوری (۲). انتشارات نقش مهر. صفحه: ۹۲۲.
- شعبان‌پور، بهاره؛ پورعاشوری، پرستو؛ خواجه، مهدیس؛ زنگویی‌فر، لیلا و شهروزفر، شادی (۱۳۸۷). اثر فرآیند شستشو، قبل و بعد از چرخ کردن بر کیفیت فراورده حاصل گوشت ماهی کپور معمولی. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۸۱، صفحات: ٦٦-۷۲.
- شعبان‌پور، بهاره؛ شعبانی، علی؛ معینی، سهراب؛ حامدی، منوچهر و پورکبیره، ملیحه (۱۳۸۵). اثر شرایط مختلف شستشو بر ترکیب شیمیایی وخواص تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی (*Clupeonellaengrauliformis*). مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۲، صفحات: ۸٤-۹۲.
- شویک لو، غلامرضا (۱۳۷۸). راهنمای تولید خمیر و فرآورده‌های خمیری ماهی. انتشارات نقش مهر، صفحه: ۸۲.
- Alvarez, C. and Tejada, M. (1997). Influence of texture of *suwari* gels on *kamabok* gels made from sardine (*Sardinapilchardus*) surimi, Journal of the Science of Food and Agriculture, 75: 472-480.

Archive of SID
www.SID.ir

- Alvarez, C., Couso, I. and Tejada, M. (1999). Thermal gel degradation (Modori) in sardine surimi gels, Journal of Food Science, 64: 633-637.
- Amiza, M.A. and Kang, W.C. (2013). Effect of chitosan on gelling properties, lipid oxidation, and microbial load of surimi gel made from African catfish (*Clariasgariepinus*), Journal of International Food Research, 20: 1585-1594.
- An, H., Peters, M.Y. and Seymour, T.A. (1996). Roles of endogenous enzymes in suirmi gelation, Journal of Food Science and Technology, 7: 321–326.
- Arfat, Y.A. and Benjakul, S. (2012). Gelling characteristics of surimi from yellow stripe trevally (Selaroidesleptolepis), Journal of International Aquatic Research, 45: 12-25
- Balune, K., Morioka, K. and Itoh, Y. (2010). Effect of KBrO3 on gel forming properties of Walleye Pollack surimi through setting with or without transglutaminase inhibitor, Journal of Biological Science, 13: 1-8.
- Benjakul, S., Visessangua, W., Tanaka, M., Ishizaki, S., Suthidham, R. and Sungpech, O. (2000). Effect of chitin and chitosan on gelling properties of surimi from barred garfish (*Hemiramphus far*), Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 102-108.
- Benjakul, S., Visessanguan, W. and Chantarasuwan, C. (2003). Effect of medium temperature setting on gelling characteristic of surimi from some tropical fishes, Journal of Food Chemistry, 82: 567–574.
- Bertak, J.A. and Karahadian, C. (1995). Surimi-Based Imitation Crab Characteristics Affected by Heating Method and End Point Temperature. Journal of Food Science, 60: 292-296.
- Damodaran, S. (1996). Amino acids, peptides and proteins. In: Fennema OR, editor. Food Chemistry. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, pp. 321–429.
- Eymard, S., Baron, C.P. and Jacobsen, C. (2009).Oxidation of lipid and protein in horse mackerel (*Trachurustrachurus*) mince and washed minces during processing and storage, Journal of Food Chemistry, 114: 57-65.
- Hai-hua, C. and Chang-hua, X. (2010). Effects of washing media and thermal treatment on gel properties of painted Lizardfish surimi, Journal of Food science and Industry, 31: 11-18.
- Hashimoto, A., Nishimoto, S. and Katoh, N. (1986). Quality control of gel-forming ability in the manufacturing of the ‘‘Kamaboko’’-3. Effect of temperature and length of incubation period of salted fish paste on the gel strength of kamaboko, made from 3 different species of fish, Journal of Bull. Fac. Fish Hokkaido University, 37: 85-94.
- Hermansson, A.M. (1986). Water and fat-holding. In: Mitchell JR, Ledward DA, editors. Functional properties of food macromolecules. London: Elsevier Applied Science Publishers, pp. 273–314.
- Joseph, D., Lanier, T.C. and Hamann, D.D. (1994). Temperature and pH affect transglutaminasecatalyzed “setting” of crude fish actomyosin, Journal of Food Science, 59: 1018-1023.
- Julavittayanukul, O., Benjakul, S. and Vissanguan, W. (2006). Effect of phosphate compounds on gel-forming ability of surimi from bigeye snapper (*Priacanthustayenus*), Journal of Food Hydrocolloids, 20: 1153-1163.
- Karayannakidis, P.D., Zotos, A., Petridis, D. and Taylor, K.D.A. (2007). The effect ofinitial wash at acidic and alkaline pHs on the properties of protein concentrate (kamaboko) products from sardine (*Sardinapilchardus*) samples, Journal of FoodEngineering,78: 775-783.
- Kinsella, J.E. (1982). Relationship between structure and functional properties of food proteins. In: Fox PF, Condon JJ, editors. Food proteins. New York: Applied Science Publishers, pp. 51–103.
- Laemmli, U.K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of head of bacteriophage T4, Journal of Food Science, 227: 680–685.
- Lanier, T.C. (1992). Measurement of surimi composition and functional properties, Journal of Surimi Technology, 98: 123–166.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Fan, A.L. and Randall, R.J. (1951).Protein measurement with Folin phenol reagent, Journal of Biological Chemistry, 193: 256–275.

Archive of SID
www.SID.ir

- Mahawanich, T. (2008). Preparations and properties of surimi gels from Tilapia and Red Tilapia, Naresuan University Journal, 16(2): 105-111.
- Mohan, M., Ramachandran, D., Sankar, T. and Anandan, R. (2008). Physicochemical characterization of muscle proteins from different region of mackerel, Journal of Food Chemistry, 106: 451-457.
- Morales, O., Demian I. and Ramirez, J. (2001). Surimi of fish species from the Gulf of Mexico: evaluation of the setting phenomenon, Journal of Food Chemistry, 75: 43-48.
- Niwa, E. and Lanier, C. (1992). Chemistry of surimi gelation, Journal of Surimi Technology, 78: 389–428.
- Nopianti, R., Huda, N., Fazilah, A. and Ismail, N. (2012). Effect of different types of low sweetness sugar on physicochemical properties of threadfin bream surimi (*Nemipterus*spp.) during frozen storage, Journal of International Food Research, 19: 1011-1012.
- Ohkuma, C., Kawai, K., Viriyarattanasak, C., Mahawanich, T., Tantratian, S. and Takai, R. (2008). Glass transition properties of frozen and freeze-dried surimi products: Affect of sugar and moisture on the glass transition temperature, Journal of Food Research, 22: 255-262.
- Pinapinat, W., Chaijan, M. and Benjakul, S. (2010). Gel properties of croaker–mackerel surimi blend, Journal of Food Chemistry, 122: 1122-1128.
- Rawdkuen, S. and Benjakul, S. (2008). Whey protein concentrate: Autolysis inhibition and effects on the gel properties of surimi prepared from tropical fish, Journal of Food Chemistry, 106: 1077–1084.
- Schmidt, R.H. (1981). Gelation and coagulation. In: Cherry JP, editor. Protein functionality in foods.Washington, D.C.: American Chemical Society, ACS Symposium Series 147, pp. 131–47.
- Shie, J.S. and Park, J.W. (1999). Physical characteristics of surimi seafood as affected by thermal processing conditions, Journal of Food Science, 64: 287-290.
- Skonberg, D.I. and Baxter, S.R. (2008). Gelation properties of previously cooked minced meat from Jonah crab (*Cancer borealis*) as affected by washing treatment and salt concentration, Journal of Food Chemistry, 109: 332-339.
- Stone, A.P. and Stanley, D.W. (1992). Mechanisms of fish muscle gelation, Journal of Food Research, 25: 381-388.
- Tina, N., Nurul, H. and Ruzita, A. (2010). Review Article Surimi-like material: challenges and prospects, Journal of International Food Research, 17: 509-517.
- Umemoto, S. (1966).A modified methods for estimation of fish muscle protein by Biuret method. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 32: 427–435.
- WU, M.C., Lanier, T.C. and Hamann, D.D. (1991). Rigidity and viscosity changes of croaker actomyosin during thermal gelation, Journal of Food Science, 50:14–19.
- Zhang, M., Mittal, G.S. and Barbut, S. (1995). Effects of test conditions on the water holding capacity of meat by a centrifugal method, Journal of LWT–Food Science and Technology, 28(1): 50-55.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of setting with various temperatures on gel forming properties of farmed carp *(Cyprinus carpio*) surimi

Zamaninejad, SH[1]*, Shabanpour, B[2], Shabani, A.[3]

1- M.Sc. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2- Professor, Department of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3- Associate professor, Department of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
*Corresponding author email: s.zamaninejad@gmail.com
(Received: 2014/6/21 Accepted: 2015/7/17)

Archive of SID

Abstract

Freshwater aquaculture especially hydrothermal fish is increased in recent years. In Chinese carp aquaculture, common carp (*CyprinusCarpio*)comprises the 15-20 percent of the aquaculture system. Foods obtained from farmed carps could be turn into value-added and ready to eat products such as sausages, salami, burgers and etc. Surimi is one of the intermediate products to make ready to eat foods. Texture properties of surimi products depend mainly on its gelation ability. Through basic preparation of fish paste (setting) for last cooking it would be possible to produce stronger gels. In this research the effect of high and low temperature setting on gelation characteristics of farmed common carp surimi wasinvestigated. For this end, control, kamaboko and suwari treatments were considered. Suwari and kamaboko gels were located at 35°C for 1 hour followed by storage at 4 °C for 12 hours. After setting the suwari gels were cooled,however kamaboko gels were cooked prior to cooling.All samples were examined for water holding capacity, protein solubility, soluble peptides, gel electrophoresis (SDS-PAGE), puncture test and color evaluation. According to the results the lowest rate of whiteness and L* indices were observed in control group. Set gels at 35 °C demonstrated the highest strength, water holding capacity and soluble peptides in TCA and also had the lowest protein solubility and molecule weight of myosin. The results showed that set gels in high temperature results in better physicochemical properties than the gels set at low temperature.

Key words: Farmed carp (*Cyprinuscarpio*), Setting, Suwari, Kamaboko

www.SID.ir