مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نهم، شماره 3، پاییز 1393، صفحات 109-101

بررسی خواص تولید ژل سوریمی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*) در دمای متوسط با افزایش زمان قوام‌یابی

شیما زمانی‌نژاد[1]، بهاره شعبان‌پور[2]، علی شعبانی[3]

1- نویسنده مسئول: دانش آموخته کارشناسی ارشد فراوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
پست الکترونیکی: s.zamaninejad@gmail.com

2- استاد گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

3- دانشیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: 92/9/25 تاریخ پذیرش: 93/1/20

چکیده

سابقه و هدف: گوشت چرخ و شسته‌شده ماهی (سوریمی)، برای تولید فراورده‌های آماده مصرف استفاده می‌گردد. از طریق روش‌های گوناگون قوام‌یابی مانند تغییر pH، دماها و زمان‌های مختلف حرارت‌دهی می‌توان محصولاتی با خواص بافتی مناسب‌تر تولید کرد. هدف این مطالعه تعیین اثر افزایش زمان حرارت‌دهی، در طی قوام‌یابی در دمای متوسط، بر خواص ژل‌های تولید شده از سوریمی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آزمایشات روی ژل‌های سووآری (سوریمی مخلوط شده با نمک و قوام‌یافته) و نیز ژل‌های کامابوکو (سووآری پخته شده) انجام گرفت. جهت قوام‌یابی، ژل‌ها در دمای 25 ºC در زمان‌های ۵،۳،۲،۱ و 8 ساعت حرارت‌دهی شدند. ژل‌های سووآری قوام‌یافته بلافاصله در آب و یخ یک ساعت سردسازی شدند اما ژل‌های کامابوکو پیش از سردسازی در 90 ºC برای 20 دقیقه پخته شدند. آزمایشات ظرفیت نگهداری آب، حلالیت پروتئین، پپتیدهای محلول، الکتروفورز ژل (SDS-PAGE)، تست پانکچر و رنگ‌سنجی انجام شد.

یافته‌ها: در ژل‌های سووآری و کامابوکو با افزایش زمان قوام‌یابی در 25 ºC میزان حلالیت پروتئین، شاخص L* و سفیدی کاهش و قدرت ژل افزایش یافت. ظرفیت نگهداری آب و نیز پپتیدهای محلول در TCA تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) نداشتند. الگوی الکتروفورز ژل کاهش وزن مولکولی پروتئین میوزین و اکتین را نشان داد.

نتیجه‌گیری: برای بهبود خواص تولید ژل سوریمی کپور پرورشی و افزایش کیفیت بافت فراورده‌های حاصل از آن، حرارت‌دهی ژل سوریمی طی دو مرحله و همچنین افزایش زمان قوام‌یابی تا 8 ساعت در دمای متوسط توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: کپور پرورشی، قوام‌یابی، سووآری، کامابوکو

• مقدمه

سوریمی فراورده‌ای حدواسط است که به عنوان ماده اولیه، برای تولید محصولات ارزش افزوده و آماده مصرف مانند سوسیس، برگر، کوفته و... استفاده می‌شود. برای تولید سوریمی، پوست و استخوان از گوشت ماهی جدا می‌شود و قطعات خرد شده گوشت طی چند مرحله با آب سرد شستشو می‌گردد تا خون، املاح غیر آلی و بعضی از چربی‌ها، جهت بهبود رنگ و کاهش بوی محصول، حذف شوند (2، 1). خواص کاربردی سوریمی از قبیل ظرفیت نگهداری آب و توانایی تولید ژل (3) تحت تاثیر عوامل مختلفی از قبیل گونه ماهی، غلظت پروتئین، قدرت یونی، دما و دوره حرارت‌دهی قرار می‌گیرد (7، 4). برای تشکیل ژل، ساختمان سوم پروتئین‌ها در اثر حرارت متوسط به صورت جزئی باز می‌شود و بدون شکستن پیوندهای کووالانسی، زنجیرهای بلند پروتئینی بوجود می‌آید سپس فرایند قوام‌یابی اتفاق می‌افتد بطوری که طی انبوهش مجدد، ساختار شبکه سه بعدی ژل شکل می‌گیرد (9، 8). فرایند انبوهش مجدد طی سه دوره حرارتی مختلف شامل حرارت پایین (صفر تا 4 درجه سانتی‌گراد)، متوسط (25 ºC) و بالا (35 ºC) رخ می‌دهد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

(10). قوامیابی باعث تولید ژل‌هایی با الاستیسیته و ظرفیت نگهداری آب بالاتر می‌شود (11). برای شکل‌گیری ژل طی قوامیابی، پیوندهای عرضی بین زنجیره‌های سنگین میوزین و همچنین پیوندهای دی سولفیدی و غیرکووالانت ایجاد می‌شود (5). Benjakul و همکاران در سال 2003 اثر قوامیابی در درجه حرارت متوسط را بر خواص تولید ژل سوریمی بعضی از گونه‌های ماهیان گرمسیری بررسی کردند و بیان نمودند افزایش زمان قوامیابی از صفر تا هشت ساعت باعث افزایش نیروی برش و کاهش زنجیره سنگین میوزین شد (10). در سال Hossain 2011 و همکاران با مطالعه‌ی اثر حرارت‌دهی اولیه، بر ساختار میکروسکوپی ژل سوریمی ماهی پولاک (*Walleye Pollack*) بیان کردند ژل‌های قوامیافته در 30°C وسپس پخته شده در 80°C ساختار یکنواخت و مناسبی داشتند (12). در تحقیقی که در سال 2010 توسط Chen و Xue انجام شد تأثیر شستشو و تیمار حرارتی بر خواص تولید ژل سوریمی ماهی لیزارد (*Trachinocephalus myops*) بررسی و اعلام شد ژل‌های شسته شده در $Cacl_2$ 0/5% و پخته شده در دمای 100 °C به مدت 20 دقیقه دارای بهترین کیفیت بودند (1). با توجه به این که سوریمی مهم‌ترین ماده اولیه در تولید محصولات آماده مصرف بوده و توانایی تشکیل ژل آن در تعیین اختصاصات بافتی فراورده‌های نهایی اهمیت ویژه‌ای دارد، مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است (13). امروزه با کاهش منابع خام لازم جهت تولید سوریمی به ویژه ماهیان سفید گوشت مانند آلاسکاپولاک، استفاده از ماهیان آب شیرین و ماهیان پلاژیک برای بالا بردن میزان تولید سوریمی در حال افزایش است (15، 14). تولید سوریمی و به دنبال آن محصولات ارزش افزوده و آماده مصرف، باعث تنوع بخشی به فراورده‌های غذایی حاصل از ماهی کپور پرورشی و وارد کردن هر چه بیشتر آن به سبد غذایی خانوار می‌گردد. از آنجا که در صنعت قوامیابی در حرارت پایین به دلیل نیاز به زمان فراوان معمول نیست، قوامیابی در حرارت بالا نیز با این که در زمان کمتری رخ می‌دهد اما خطر از هم‌پاشی ساختار ژل در طی حرارت‌دهی وجود دارد، بنابراین قوامیابی در حرارت متوسط می‌تواند پیشنهاد مناسبی برای تولید ژل با کیفیت مطلوب باشد (10). با توجه به مطالب ذکر شده و از آنجایی که تا کنون مطالعه‌ای روی اثر افزایش زمان قوامیابی در دمای متوسط روی ماهی کپور پرورشی صورت نگرفته است، هدف از این تحقیق تعیین اثر پخت دو مرحله‌ای و همچنین تعیین شرایط زمانی مناسب قوامیابی در حرارت متوسط، 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

آماده سازی سوریمی و ژل سوریمی: برای آماده‌سازی سوریمی، تعدادی ماهی کپور پرورشی به صورت زنده با وزن تقریبی 600 - 700 گرم و طول 4 ± 25 سانتی‌متر از بازار ماهی شهر گرگان به صورت تازه خریداری و با یخ‌پوشی مناسب (نسبت 3:1 ماهی به یخ) به آزمایشگاه فراوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ماهیان با آب تمیز شستشو شده و پوست کنی، تخلیه امعاء و احشاء و استخوان‌گیری با دست انجام گرفت. گوشت ماهی با استفاده از تیغه شماره 4 چرخ گوشت خانگی (Bosch, Germany) چرخ و گوشت چرخ‌شده با نسبت 3:1 با آب سرد (کمتر از 10°C) طی سه سیکل 10 دقیقه‌ای شسته شد. رطوبت سوریمی روی 80 درصد تنظیم و 2/5 درصد نمک به آن افزوده گردید. برای تهیه خمیر هموژن سول، گوشت چرخ‌شده و نمک درون غذاساز خانگی (Sunny, China) به مدت 5 دقیقه در دمای کمتر از 10 °C مخلوط شدند. سول با فشار در پوشش پلی ونیلیدین چند لایه با ضخامت 2/5 و طول 8 تا10 سانتی‌متر قرار گرفت و هر دو انتهایش محکم بسته شد. برای تهیه تیمار شاهد سووآری، پوشش حاوی سول در آب 4 °C به مدت یک ساعت سرد گردید. ژل‌های سووآری از طریق قرار گرفتن پوشش‌های حاوی سول در حمام آبی (Memmert, Germany) با دمای 25 °C و در زمان‌های مختلف (1، 2، 3، 5 و 8 ساعت) تولید شدند. پس از قوامیابی در زمان‌های تعیین شده ، به منظور جلوگیری از اثر تخریب درجه حرارت بر روی ژل پخته شده سوریمی، بلافاصله پوشش‌ها در آب 4 °C به مدت یک ساعت سرد گشتند (16). تیمار شاهد کامابوکو با قرار دادن پوشش حاوی سول در حمام آبی 90 °C به مدت 20 دقیقه (عملیات پخت) و سپس سرد سازی آن تولید شد. برای تولید ژل‌های کامابوکو ، قبل از سردسازی ژل‌های سووآری، ابتدا عملیات پخت انجام شد. تمامی ژل‌های تولید شده تا زمان انجام آزمایشات برای 24 ساعت در دمای 4 °C قرار داده شدند (10).

اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب (WHC): 5 گرم نمونه پس از توزین ، داخل کاغذ صافی واتمن پیچیده شد و با دور

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

g × 3000 و به مدت 15 دقیقه در دمای 4 ºC سانتریفوژ گشت. نمونه پس از باز کردن کاغذ مجددا توزین و میزان ظرفیت نگهداری آب با محاسبه رطوبت باقیمانده تعیین گردید (11).

مطالعات حلالیت پروتئین: طبق روش Chawla و همکاران در سال 1996، ابتدا 1 گرم نمونه به همراه 20 سی‌سی از محلولی که حاوی 9/6 گرم اوره، 0/048 گرم تری کلرو استیک اسید، 0/2 گرم SDS و 400 میکرولیتر بتامرکاپتواتانول بود به مدت 1 دقیقه به وسیله دستگاه هموژنایزر (IKA Ultra trux, Germany) هموژن و به مدت 2 دقیقه در آب جوش 100 ºC قرارگرفت، سپس در دمای اتاق به مدت 4 ساعت تکان داده شد. در مرحله بعد به مدت 30 دقیقه با دور g × 10000 سانتریفوژ و 10 میلی‌لیتر از محلول حاصل از سانتریفوژ جدا گشت و پروتئین آن با افزودن تری کلرو استیک اسید50% (w/v) ته نشین شد. مخلوط بدست آمده برای 18 ساعت در دمای 4 ºC نگهداری گشت و سپس به مدت 30 دقیقه با دور g × 10000 سانتریفوژ انجام گرفت و ماده ته نشین شده با تری کلرو استیک اسید 10% شسته و در NaOH 0/5 M حل گردید. غلظت پروتئین به روش Biuret تعیین گشت. حلالیت به عنوان درصدی از پروتئین کل بیان شد (17).

اندازه‌گیری پپتیدهای محلول با تری کلرو استیک اسید (TCA)**:** 3 گرم نمونه با 27 میلی لیتر TCA 5% (w/v) هموژن شد. هموژن برای یک ساعت در یخ نگهداری و سپس به مدت 5 دقیقه با دور g × 5000 سانتریفوژ شد و پپتیدهای محلول موجود در محلول حاصل اندازه‌گیری و بر اساس میلی مول تیروزین در10 گرم عضله بیان شد (18).

الکتروفورز ژل دو دسیل سولفات – پلی آکریلامید (SDS-PAGE): برای آماده‌سازی نمونه پروتئین، 27 میلی لیتر محلول SDS 5% (w/v) در 85 ºC گرم شد و به 3 گرم نمونه اضافه شده و به مدت 2 دقیقه هموژن گشت. هموژن پس از انکوباسیون در 85ºC به مدت 1 ساعت، با دور g x 3500 برای 20 دقیقه سانتریفوژ گردید. غلظت پروتئین به روش Lowry و همکاران (1951) با استفاده از سرم آلبومین به عنوان استاندارد اندازه‌گیری شد. الگوی پروتئین ژل‌ها روی SDS-PAGE با استفاده از روش Laemmli (1970) آنالیز گشت (20، 19).

تست پانکچر: ژل با طول 25 میلی‌متر تهیه گردید. نیروی شکنندگی و فاصله شکست با استفاده از بافت‌سنج مجهز به پروب استیل با انتهای کروی با قطر 5 میلی‌متر و سرعت 1 میلی‌متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد (8) و با استفاده از فرمول زیر قدرت ژل محاسبه شد:

قدرت ژل (گرم) = نیروی شکنندگی (گرم) x فاصله (میلی‌متر)

رنگ‌سنجی: مطالعات تغییرات رنگ توسط دستگاه رنگ-سنج (Lovibond, CAM-system 500) اندازه‌گیری شد. شاخص‌های a*, b*, L* برای هر تکرار، با میانگین گرفتن از سه نقطه ثبت شدند. شاخص L* نشان‌دهنده سیاهی (0) تا سفیدی (100)، شاخص a* بیانگر قرمزی (+) یا سبزی (-) و شاخص b* مشخص‌کننده زردی (+) و آبی (-) می‌باشد (12). شاخص سفیدی بر اساس فرمول محاسبه شد (5):

سفیدی = (L* − 3 b*)

تجزیه و تحلیل آماری: تمامی آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند و نتایج به صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش گردیدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از برنامه SPSS و آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) انجام شد. به منظور مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال α =0/05 استفاده گردید.

• یافته‌ها

ظرفیت نگهداری آب: طبق نتایج به دست‌آمده در جدول 1، در ژل‌های سووآری بیشترین میزان آب از دست‌رفته (کمترین ظرفیت نگهداری آب) در تیمار شاهد و ژل قوام‌یافته به مدت 8 ساعت مشاهده شد و با افزایش زمان قوام‌یابی در دمای 25 ºC میزان آب از دست رفته افزایش اندکی نشان داد اما تفاوت معنی‌دار ($p > 0/05$) نبود. در ژل‌های کامابوکو قوام‌یافته در زمان قوایابی برابر، مقادیر آب از دست‌رفته به طور قابل توجهی نسبت به ژل‌های سووآری کمتر بود

حلالیت پروتئین: میزان حلالیت پروتئین در ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در دمای متوسط، با افزایش زمان قوام‌یابی به طور معنی‌داری ($p > 0/05$) کاهش یافت. در زمان قوام‌یابی برابر ژل‌های کامابوکو حلالیت کمتری نسبت به ژل‌های سووآری نشان دادند (جدول1).

پپتیدهای محلول در تری کلرو استیک اسید (TCA): کمترین مقدار پپتیدهای محلول در ژل‌های سووآری و کامابوکو قوام یافته در 1 ساعت دیده شد. مشاهده روند افزایشی در مقادیر پپتیدهای محلول بین تیمارها با افزایش

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

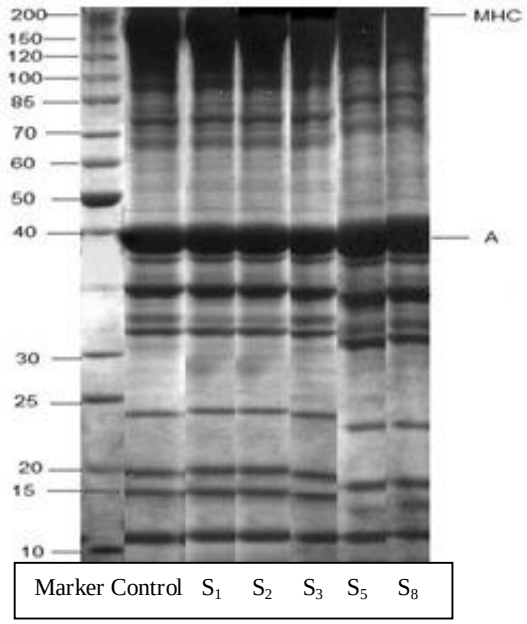
زمان حرارت‌دهی در ^{o}C 25، بیانگر این است که طی قوام-یابی از هم‌پاشی پروتئولتیک رخ داده است (جدول 1).

الگوی ژل الکتروفورز: میزان زنجیره سنگین میوزین (MHC) و اکتین، در ژل‌های سووآری قوام‌یافته برای یک ساعت بیشترین بود اما با افزایش زمان قوام‌یابی زنجیره سنگین میوزین (MHC) و اکتین کاهش یافتند (شکل 1). در ژل‌های کامابوکو نیز روند مشابهی مشاهده شد (شکل 2).

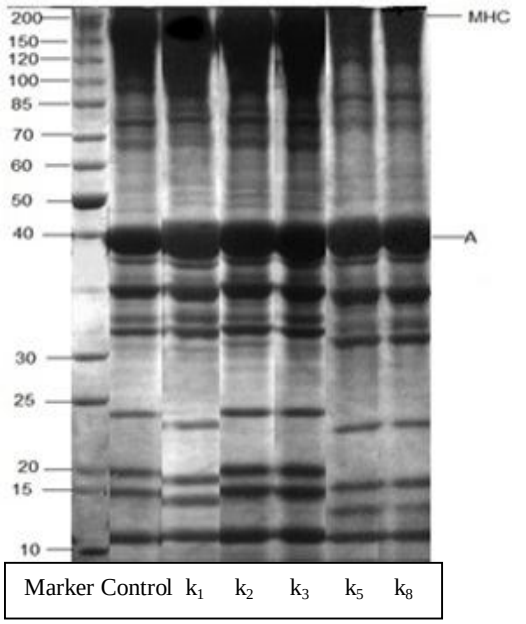
جدول 1. میزان ظرفیت نگهداری آب، حلالیت پروتئین و پپتیدهای محلول در TCA در ژل‌های سووآری و کامابوکوی قوام‌یافته در دمای ^{o}C 25 در زمان‌های مختلف

ژل	زمان قوام‌یابی (ساعت)	آب ازدست‌رفته (%)	حلالیت پروتئین (%)	پپتیدهای محلول (میلی‌مول تیروزین در 10 گرم نمونه)
سووآری	شاهد	23/28 ^{a} ± 4/12	21/79 ^{e} ± 0/03	2/43 ^{b} ± 0/01
	1	14/97 ^{b} ± 0/06	22/87 ^{a} ± 0/01	1/81 ^{e} ± 0/60
	2	19/23 ^{ab} ± 3/16	22/42 ^{b} ± 0/01	2/38 ^{bc} ± 0/30
	3	20/29 ^{ab} ± 3/20	22/33 ^{c} ± 0/01	1/95 ^{de} ± 0/04
	5	21/90 ^{ab} ± 4/52	22/25 ^{d} ± 0/01	2/20 ^{cd} ± 0/06
	8	22/93 ^{a} ± 4/15	21/75 ^{e} ± 0/01	2/58 ^{b} ± 0/06
کامابوکو	شاهد	9/47 ^{a} ± 1/71	20/24 ^{e} ± 0/02	2/30 ^{b} ±0/19
	1	5/88 ^{b} ± 0/83	22/89 ^{a} ± 0/02	1/89 ^{c} ± 0/24
	2	7/85 ^{ab} ± 1/70	22/ 4 ^{b} ± 0/01	2/36 ^{b} ± 0/02
	3	8/99 ^{a} ± 1/39	20/54 ^{d} ± 0/11	1/95 ^{de} ± 0/04
	5	10/20 ^{a} ± 1/27	21/08 ^{c} ± 0/01	2/50 ^{ab} ± 0/06
	8	10/45 ^{a} ± 1/59	19/67 ^{f} ± 0/01	2/62 ^{a} ± 0/03

میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک و غیر مشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ($p < 0/05$) و حروف مشابه نشان‌دهنده اختلاف غیر معنی‌دار در هر تیمار است



شکل 1. الگوی الکتروفورز ژل‌های سووآری قوام‌یافته در دمای ^{o}C 25
control : تیمار شاهد، S_1 : ژل سووآری قوام‌یافته در 1 ساعت، S_2 : ژل سووآری قوام‌یافته در2 ساعت، S_3 : ژل سووآری قوام‌یافته در 3 ساعت، S_5 : ژل سووآری قوام‌یافته در 5 ساعت، S_8 : ژل سووآری قوام‌یافته در 8 ساعت، MHC: زنجیره سنگین میوزین، A: اکتین



شکل 2. الگوی الکتروفورز ژل‌های کامابوکو قوام‌یافته در دمای ^{o}C 25
control : تیمار شاهد، k_1 : ژل کامابوکو قوام‌یافته در 1 ساعت، k_2 : ژل کامابوکو قوام‌یافته در2 ساعت، k_3 : ژل کامابوکو قوام‌یافته در 3 ساعت، k_5 : ژل کامابوکو قوام‌یافته در 5 ساعت، k_8 : ژل کامابوکو قوام‌یافته در 8 ساعت، MHC: زنجیره سنگین میوزین، A: اکتین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

شاخص‌های رنگی: در ژل های سووآری بیشترین میزان شاخص‌های *L و سفیدی به طور معنی‌داری (p>0/05) در زمان یک ساعت مشاهده شد. ژل‌های کامابوکو قوام‌یافته به مدت دو ساعت بیشترین مقدار این شاخص‌ها و تیمار شاهد کمترین میزان را نشان دادند. به طور کلی با افزایش زمان قوام‌یابی این دو شاخص کاهش یافتند اما شاخص *b افزایش یافت. شاخص *a میان تیمارها تفاوت معنی‌داری (p >0/05) نشان نداد. (جدول 2)

قدرت ژل: به دلیل نرم بودن بیش از حد ژل‌های سووآری ، تست پانکچر در این نمونه‌ها قابل اندازه‌گیری نبود. طبق جدول 3، در ژل‌های کامابوکو در دمای متوسط، با افزایش زمان قوام‌یابی، قدرت ژل افزایش یافت و تیمار شاهد کمترین میزان قدرت ژل را نشان داد.

جدول 2 . میزان شاخص های رنگی در ژل های سووآری و کامابوکوی قوام یافته در دمای 25 °C در زمان‌های مختلف

ژل	زمان قوام یابی(ساعت)	سفیدی	L*	a*	b*
سووآری	شاهد	64/70 ^{c} ± 0/70	65/90 ^{g} ± 0/35	5/13 ^{a} ± 0/11	0/40 ^{d} ± 0/11
	1	69/31 ^{a} ± 0/45	72/91 ^{a} ± 0/40	4/30 ^{ab} ± 0/22	1/20 ^{c} ± 0/52
	2	68/43 ^{b} ± 0/74	72/03 ^{a} ± 0/11	4/83 ^{a} ± 0/46	1/21 ^{c} ±0 /43
	3	64/94 ^{c} ± 0/69	71/00 ^{c} ± 0/55	4/50 ^{ab} ± 0/00	2/02 ^{b} ± 0/00
	5	64/05 ^{c} ± 0/01	70/20 ^{d} ± 0/10	4/56 ^{ab} ± 0/43	2/05 ^{b} ±0 /37
	8	61/48 ^{d} ±0 /45	68/86 ^{e} ± 0/72	4/30^{ab} ± 0/15	2/46 ^{a} ± 0/31
کامابوکو	شاهد	67/70 ^{d} ± 0/20	71/3 ^{d} ± 0/23	4/03 ^{a} ± 0/00	1/20 ^{c} ± 0/10
	1	74/3 ^{b} ± 0/34	80/3 ^{b} ± 0/60	3/50 ^{ab} ± 0/22	2/00 ^{b} ± 0/42
	2	76/6 ^{a} ± 0/75	82/6 ^{a} ± 0/35	3/50 ^{ab} ± 0/46	2/10 ^{b} ± 0/41
	3	73/20 ^{c} ± 0/75	81/3 ^{a} ± 0/77	3/50^{ab} ± 0/00	2/70^{a} ± 0/10
	5	69/70 ^{d} ± 0/74	77/86 ^{c} ± 2/30	2/06 ^{ab} ± 0/40	2/72 ^{a} ± 0/17
	8	70/18 ^{d} ±0 /01	78/40 ^{c} ± 0/40	3/63 ^{a} ±0 /18	2/74 ^{a} ±0 /21

میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک و غیر مشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (p <0/05) و حروف مشابه نشان‌دهنده اختلاف غیر معنی‌دار در هر تیمار است

جدول3. تغییرات قدرت ژل بین تیمارهای کامابوکو قوام یافته در25 °C در زمان‌های مختلف

ژل	زمان قوام‌یابی(ساعت)	نیروی شکست (g)	فاصله شکست (g.mm)	قدرت ژل (g.mm)
کامابوکو	شاهد	223	6/83	1524/19 ^{f} ± 0/99
	1	245	7/41	1818/46 ^{e} ± 1/05
	2	245	7/43	1888/51 ^{d} ± 0/94
	3	259	7/53	1956/20 ^{c} ± 1/45

میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک و غیر مشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (p <0/05) و حروف مشابه نشان‌دهنده اختلاف غیر معنی‌دار است

• بحث

فاکتورهایی چون pH، قدرت یونی، غلظت پروتئین، زمان و درجه حرارت بر ساختار میکروسکوپی ژل‌های حرارتی پروتئین مؤثرند (11). در سال 2006 شویک لو کیفیت ایزوله پروتئین ماهی را ارزیابی نمود و گزارش کرد حرارت‌دهی ژل به مدت طولانی باعث تخریب پروتئین‌ها وکاهش ظرفیت نگهداری آب می‌شود (21). نتایج مطالعه حاضر کاهش ظرفیت نگه‌داری آب، در اثر قوام‌یابی ژل در دمای متوسط به مدت طولانی را نشان داد. طبق گزارش Ohkuma (2008) خواص کاربردی پروتئین‌های میوفیبریل در سوریمی (مانند توانایی تولید ژل و ظرفیت نگه‌داری آب) به علت قرار گرفتن پروتئین‌ها تحت بازشدگی ساختار و انبوهش در طی انبارمانی و یا فرایند حرارتی طولانی مدت، کاهش می‌یابد (22).

آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث القاء تشکیل باندهای کووالانت غیردی سولفیدی به ویژه پیوند γ-)-£ glutamyl)lysine می‌شود (10). میزان فعالیت این آنزیم بستگی به گونه ماهی دارد (23). در تحقیقی که روی خواص

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

تولید ژل سوریمی ماهی *Selaroides leptolepis* توسط Arfatو Benjakul (2012) صورت گرفت بیان شد که کمترین میزان حلالیت پروتئین با بیشترین نیروی شکست و در نتیجه بیشترین قدرت ژل همراه است (24). در مطالعه‌ای دیگر مشاهده شد که افزایش میزان انبوهش پروتئین باعث کاهش حلالیت پروتئین می‌شود (25). در این تحقیق نیز با افزایش زمان قوام‌یابی کاهش حلالیت پروتئین و همچنین افزایش قدرت ژل مشاهده شد که نشان دهنده تشکیل باندهای غیر دی سولفیدی در گستره وسیع‌تری می‌باشد.

مشاهده پپتید در محلول TCA، بیانگر وجود پروتئازها می‌باشد، که میزان آن بستگی به تفاوت در نوع و درجه حرارت بهینه برای فعالیت آنزیم دارد (14). در مطالعه Panpipat و همکاران (2010)، به دلیل فعالیت پروتئازها طی حرارت‌دهی ژل سوریمی ماکرل، مقدار زیادی پپتیدهای محلول مشاهده شد و قدرت ژل کاهش یافت (9). فعالیت پروتئولتیک در عضله ماهی در حرارت 50 تا 60 درجه سانتی‌گراد تشدید پیدا می‌کند (10). طبق نتایج این مطالعه با این که دمای قوام‌یابی بسیار کمتر از دمای مناسب برای فعالیت حرارتی پروتئازهاست، ولی از هم‌پاشیدگی پروتئینی اندکی مشاهده شد که نشان می‌دهد آنزیم‌های پروتئولتیک ماهی کپور در این دما نیز فعالیت دارند، اما این فعالیت به اندازه‌ای نیست که باعث کاهش قدرت ژل شود.

پیوندهای نمک، باندهای هیدروژنی، باندهای دی سولفیدی و واکنش‌های هیدروفوبیک مهم‌ترین پیوندهای شرکت کننده در تشکیل ساختار شبکه سه بعدی ژل هستند (26، 16، 10). میوزین و اکتین مهم‌ترین پروتئین‌های مسئول در تشکیل ژل سوریمی می‌باشند (7، 2). Balune و همکاران (2010) با مطالعه‌ی اثر قوام‌یابی بر خواص تولید ژل ماهی *Walleye pollack* اعلام کردند با افزایش زمان قوام‌یابی میزان زنجیره سنگین میوزین کاهش یافت (27). طی حرارت‌دهی آرام، پروتئین‌ها زمان بیشتری پیدا کرده تا ساختار آن‌ها باز شده و با هم واکنش دهند، در نتیجه ماتریکس ژل قوی‌تری ایجاد می‌شود (28، 9). در مطالعه حاضر نیز با افزایش زمان قوام یابی، میزان زنجیره سنگین میوزین و اکتین کاهش یافتند که با افزایش قدرت ژل همراه بود. در پژوهشی گزارش شد در اثر حرارت، باقی‌مانده‌های لیزین دوباره فعال شده، کاهش می‌یابد و ترانس گلوتامیناز داخلی کپور به عنوان پذیرنده آسیل، قادر نیست مولکول‌های اکتین را پیوند دهد (29).

رنگ سوریمی به عنوان شاخص مهمی جهت میزان پذیرش توسط مصرف کننده اندازه‌گیری می‌شود، اگرچه روی طعم و خواص کاربردی آن اثری ندارد (30). کاهش سفیدی سوریمی در پخت دو مرحله‌ای ، می‌تواند در اثر قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی در حین حرارت‌دهی بیشتر باشد (24). در مطالعه Chen و Xue (2010) بر تاثیر حرارت‌دهی روی خواص تولید ژل ماهی *Trachinocephalus myops* مشاهده شد، حرارت دهی طولانی باعث تخریب ژل و کاهش سفیدی آن می‌شود (1). در نتایج حاصل از این تحقیق نیز، ژل‌های قوام‌یافته نسبت به تیمار شاهد میزان سفیدی و شاخص L* بیشتری نشان دادند، اما با افزایش زمان قوام‌یابی این دو شاخص کاهش یافتند، در حالی که شاخص b* افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهد قوام‌یابی باعث بهبود رنگ ژل می‌شود اما اگر مدت زمان حرارت‌دهی زیاد شود خواص رنگی ژل تنزل می‌یابد. همچنین در مطالعه حاضر، میزان شاخص a* بین تیمارها تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) نشان نداد. Shie و Park(1999) با مطالعه بر خواص فیزیکی سوریمی غذاهای دریایی تحت شرایط مختلف حرارت‌دهی بیان کردند، میزان شاخص a* در شرایط مختلف دمایی تغییری نشان نداد، درحالی که دمای بالا و زمان حرارت‌دهی طولانی به طور معنی‌داری ($p>0/05$) باعث افزایش شاخص b* شد (31).

بافت به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی گوشت ماهی، در صنایع فراوری آبزیان اهمیت زیادی دارد (32). اگر انبوهش نسبت به تخریب پروتئین‌ها آرام‌تر اتفاق بیفتد، پروتئین‌های تخریب شده در اثر حرارت، به صورت منظم برای تشکیل شبکه نهایی ژل در یک دسته قرار می‌گیرند و ژلی با الاستیسیته بالا را تولید می‌کنند (12). در مطالعه Nopianti و همکاران (2012) بر تاثیر انواع شکر روی خواص فیزیکی و شیمیایی ژل سوریمی ماهی *Nemipterus spp* بیان شد، قدرت ژل انعکاسی از کیفیت ماده اولیه است (25). در پژوهشی که توسط Morika و Banlue (2010) صورت گرفت مشاهده شد که طی دو مرحله حرارت‌هی و نیز با افزایش دمای حرارت‌دهی ژل، قدرت ژلی افزایش یافت (27). در مطالعه دیگری نیز گزارش شد در ژل‌های حرارت-دهی شده طی دو مرحله قدرت ژل بیشتر از حرارت‌دهی طی یک مرحله بود (24). در بررسی‌های مطالعه حاضر نیز مشاهده شد که در دمای متوسط با افزایش زمان قوام‌یابی، قدرت ژل افزایش یافت.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد با افزایش زمان قوامیابی در دمای 25 ºC از صفر تا 8 ساعت میزان فعالیت آنزیم ترانس گلوتامیناز و همچنین تشکیل باندهای غیر دی سولفیدی افزایش یافت، در نتیجه افزایش قدرت ژل، کاهش حلالیت پروتئین و نیز کاهش میزان زنجیره سنگین میوزین و اکتین مشاهده شد. در ماهی کپور دمای 25 ºC دمای بهینه برای فعالیت آنزیم‌های پروتئولتیک نبود، اگرچه در این دما نیز مقدار کمی فعالیت این آنزیم‌ها مشاهده شد. حرارت دهی طی دو مرحله جدا از تشکیل باندهای کووالانت غیر دی سولفیدی، بخاطر انبوهش حرارتی بیشتر پروتئین‌های میوفیبریل و همچنین تثبیت باندهای کووالانت و غیر کووالانت باعث افزایش کیفیت ژل می‌شود. 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 افزایش زمان قوامیابی در دمای متوسط تا 8 ساعت توصیه می‌گردد.

• References

1. Chen H, Xue C. Effects of washing media and thermal treatment on gel properties of painted lizardfish (*Trachinocephalus myops*) surimi food branchjournal. Food Bran J 2010; 31: 3-10.
2. Morales O, Demian I, Ramirez J. Surimi of fish species from the Gulf of Mexico: evaluation of the setting phenomenon. Food Chem 2001; 75: 43-48.
3. Sung HE, Jung AK, Byoung YS, Dong H, Jeong M, et al. Effects of Carrageenan on the Gelatinization of Salt-Based Surimi Gels. Fish Aquat Sci 2013; 16: 143-147.
4. Lou YK, Kuwahara, M, Murata Y, Yokoyama M. Comparison of gel properties of surimi from alaska pollock and three freshwater fish species: Effect of thermal processing and protein concentration. Food sci 2001; 66: 548-554.
5. Luo YK, Shen Y, Pan D. Gel forming ability of surimi from grass carp: Influence of treatment and soy protein isolate. Soc of Chem Ind 2006; 86: 687-693.
6. Lou YK, Shen Y, Pan D. Gel properties of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as affected by heat treatment and soy protein isolate. Food Hydrol 2008; 22: 1513-1519.
7. Phu N, Morioka K, Itoh Y. Microstructure of white croaker surimi protein gels set at low temperature under the inhibition of the polymerization and degradation of protein. biol Sci 2010; 52: 1727-3048.
8. Tabilo M, Barbosa C. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. Food Res Int 2004;.37: 767-775.
9. Panpipat W, Chaijan M, Benjakul S. Gel properties of croaker–mackerel surimi blend. Food Chem J 2010; 122; 1122–1128.
10. Benjakul S, Visessanguan W, Chantarasuwan C. Effect of medium temperature setting on gelling characteristic of surimi from some tropical fishes. Food Chem 2003; 82: 567–574.
11. Himonides A, Taylor KA, Knowles MJ. The improved whitening of cod and haddock flaps using hydrogen peroxide. Sci of Food and Agric 1999; 79**:** 845-850.
12. Hossain MI, Morioka K, Shikha FH, Itoh Y. Effect of preheating temperature on the microstructure of walleye pollack surimi gels under the inhibition of the polymerisation and degradation of myosin heavy chain. Sci Food Agric 2011; 91(2): 247-252.
13. Namulemma A, Muyonga J, Kaaya A. Quality deterioration in frozen nile perch (*Lates niloticus*) stored at- 13 and – 27 ºC . Food Res 1999; 32: 151-156.
14 Amiza MA, Kang WC. Effect of chitosan on gelling properties, lipid oxidation, and microbial load of surimi gel made from African catfish (*Clarias gariepinus*). Inter Food Res J 2013; 20: 1585-1594.
15. Tina N, Nurul H. Ruzita A. Review Article Surimi-like material: challenges and prospects. Int Food Res J 2010; 17: 509-517.
16. Pan J, Shen H, Luo Y. Cryoprotective effects of trehalose on grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) surimi during frozen storage. J of Food Pro Pres 2010; 34 (4): 715-727.
17. Chawla SP, Venugopol V, Nair PM. Gelation of proteins from washed muscle of threadfin bream *(Nemipterus japonicas)* under mild acidic conditions. Food Sci 1996; 54: 362–366.
18. Morrissey MT, Wu JW, Lin D, An H. Protease inhibitor effects on torsion measurements and autolysis of Pacific whiting surimi. Food Sci 1993; 58: 1054–1059.
19. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of head of bacteriophage Food Sci 1970; 227: 680–685.
20. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Fan, A. L., and Randall, R. J. 1951.Protein measurement with Folin phenol reagent. Biol Chem. 193: 256–275
21. Shaviklo GZ. Quality assessment of fish protein isolates using surimi standart methods. The United Nations University, fisheries training programme 2006. Ice land.
22. Ohkuma C, Kawai K, Viriyarattanasak, C, Mahawanich T, Tantratian S, Takai R. et al. Glass transition properties of frozen and freeze-dried surimi products: Affect of sugar and moisture on the glass transition temperature. Food Hydrol 2008;.22: 255-262.
23. Nowsad AA, Kanoh S, Niwa E. Measurement of elastic properties of kamaboko and other food gels by a new simplified rheometer. Asi Fish Sci 2000; 13 (1): 65-74.
24. Arfat YA, Benjakul S. Gelling characteristics of surimi from yellow stripe trevally (Selaroides leptolepis). Int Aqua Res J 2012; 45: 12-25.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

25. Nopianti R, Huda N, Fazilah A, Ismail N. Effect of different types of low sweetness sugar on physicochemical properties of threadfin bream surimi (*Nemipterus* spp.) during frozen storage. Int Food Res J 2012; 19: 1011-1012.

26. Mohan M, Ramachandran D, Sankar T, Anandan R. Physicochemical characterization of muscle proteins from different region of mackerel. Food Chem 2008; 106: 451-457.

27. Banlue K, MoriokaY. Effect of $KBrO_3$ on gel properties of walleye pollack surimi through setting with or without transglutaminase inhibitor. biol sci 2010; 13: 1-8.

28. Yongsawatdigul J, Park J. Liner heating rate affects gelation of alaska pollock and pacific whiting surimi. Food Sci 1996; 61: 149-153.

29. Numakura T, Seki N, Kimura I, Toyoda K, Fujita T, Takama K, et al. Cross-linking reaction of myosin in the fish paste during setting (suwari). Nip Sui Gak J 1999; 53: 633-639.

30. Nopianti R, Huda N, Ismail N. Loss of functional properties of proteins during frozen storage and improvement of gel-forming properties of surimi. Food and Agric Ind 2010; 3; 535-547.

31. Shie, JS, Park JW. Physical characteristics of surimi seafood as affected by thermal processing conditions. Food Sci 1999; 64: 287-290.

32. Jain D, Pathare P, Manikanta M. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (Labeo rohita) during iced storage. Food Eng 2007; 81: 336-340.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]

Characterization of Farmed Carp *(Cyprinus carpio)* Surimi Gel in Medium Temperature by Increasing the Setting Time

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

1. **Corresponding author: M.Sc of Seafood Processing, Faculty of Fisheries and Enviroment,Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: s.zamaninejad@gmail.com*
2. *Prof, Dept. of Fishery, Faculty of Fisheries and Enviroment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.*
3. *Associate prof, Dept. of Fishery, Faculty of Fisheries and Enviroment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.*

Received 9 Apr, 2014 **Accepted 16 Dec, 2013**

Background and Objective: Chopped and washed fish meat (surimi) is used to produce ready-to-eat products. We can make products with better textural properties through various setting methods such as changing pH, and applying different heating time and temperature. In the present research, farmed carp surimi was heated in medium temperature at different setting times. The purpose is determining the effect of increasing the heating time during setting in medium temperature on the properties of surimi gels.

Materials and Methods: Experiments were conducted on suwari gels (salty set surimi) and also kamaboko gels (cooked suwari). The gels were heated at 25ͦC for 1, 2, 3, 5 and 8 hours for setting. The set suwari gels were immediately cooled down for one hour in ice and water, while kamaboko gals were cooked at 90ͦC for 20 minutes before cooling. The Experiments carried out included water holding capacity, protein solubility, soluble peptides, gel electrophorasis, puncture test, and colorimetriy.

Results: The rate of protein solubility, L* and whiteness values decreased in both the suwari and kamaboko gels by increasing of the setting time to 25ºC. The rate of water holding capacity and soluble peptides in TCA revealed no significant difference. Electrophoresis gel pattern showed that the increase of setting time led to the decrease of the molecule weight of myosin and actin.

Conclusion: Two-step heating of surimi gel and increasing of the setting time to 8 hours in medium temperature are recommended to improve the gelling characteristics of farmed carp surimi, and increase the texture quality of its products.

Keywords: Farmed carp, Setting, Suwari, Kamaboko

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-31]