اثر شرایط مختلف شستشو بر ترکیب شیمیایی و خواص تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*)

• **بهاره شعبان‌پور** و • **علی شعبانی**، استادیاران گروه شیلات دانشکده شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
• **سهراب معینی و منوچهر حامدی**، دانشیاران گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
• **ملیحه پورکبیره**، دانشیار دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۱۳۸۴

Email: b_shabanpour@yahoo.com

چکیده

اثر دفعات (۱، ۲ و ۳ دفعه) و زمانهای متفاوت شستشـو (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) با آب خالص و شستشـوی قلیایی ـ نمکی حاوی ۰/۱۵٪ نمک طعام و ۰/۲٪ بی کربنات سـدیم بر ترکیب متشکله و خواص تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) برای تعیین بهترین روش تولید سـوریمی، ارزیابی شـد. شستشوی قلیایی ـ نمکی با صرف دفعات کمتر و زمان‌های کوتاه‌تر موجب افزایش بیشتر میزان پروتئین و کاهش چربی در وزن خشک و بهبود تنش برشی و قابلیت تا شدن ژل سوریمی گردید. ولی بهبود کرنش برشی ژل سوریمی‌های تولیدی توسط دو نوع شستشوی ذکر شده تفاوت معنی‌داری نداشت. در نظر گرفتن مجموع عوامل کیفی مشخص می‌کنند که ۲ بار شستشو با نسبت آب به گوشت ۱:۵ و مدت زمان ۱۵ دقیقه که مرحلهٔ اول آن توسط محلول قلیایی ـ نمکی حاوی ۰/۲٪ بی کربنات سـدیم و ۰/۱۵٪ نمک طعام انجام گیرد، موجب تولید سـوریمی با خواص کاری مطلوب‌تری از میان ۱۸ تیمار مختلف در نظر گرفته شده می‌گردد. مقایسهٔ بین گوشت چرخ شده و سوریمی تولیدی به روش منتخب نشان داد که فرآیند تولید سوریمی موجب ۹٪ افزایش در غلظت اسیدهای آمینه ضروری گردید.

کلمات کلیدی: کیلکا، سوریمی، شستشو، اسید آمینه، ایران

Pajouhesh & Sazandegi No 72 pp: 84-92

The effect of different washing methods on chemical and gel forming properties of Kilka surimi

By: Shabanpour, B. and Shabany ,A. Assi. Prof, Fisheries Faculty. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. Iran.
Moini, S. and Hamedi, M. Asso. Prof. Agriculture Faculty, Tehran University, Karaj, Iran.
Poorkabireh, M. Asso. Prof. of Tehran University.

The effect of washing cycles (1,2 and 3) and times (5,10 and 15) with child tap water and alkaline-saline solution contains 0.15% NaCl and 0.2% $NaHCO_3$ on chemical composition and rheological properties of *Clupeonella engrauliformis* raw surimi for evaluating the best method of surimi production was investigated. Alkaline- saline

washing with low cycle and time used, cause to increase in protein and decreased lipid in dry weight and increase in shear stress but improvement in surimi gel shear strain has no significant difference. By considering sum of quality factors seem that 30 minute washing in 2 cycle with water to meat ratio of 5:1 that first cycle of washing is with alkaline – saline solution contains 0.2% $NaHCO_3$ and 0.15% NaCl, cause surimi production that has better functional properties between 18 treatments used. Comparison between minced meat with surimi produced with selected method showed that surimi processing causes 9% increase in essential amino acid concentration.

Keywords: Kilka, Surimi, Washing, Amino acid, Iran.

مقدمه

ماهی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) از خانوادهٔ Clupeidae و از منابع تجدید شوندهٔ دریای خزر می‌باشد. مصرف انسانی گونه‌های مختلف این خانواده بسیار پائین و حدود ۴٪ ماهیان صید شده می‌باشد و بقیه برای تولید پودر ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱).

اما نیازهای روزافزون جامعه به منابع پروتئینی باعث شده تا استفاده از تمام منابع پروتئینی در دسترس مدنظر محققین قرار گیرد. امروزه یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌های مصرف انسانی ماهیان کم مصرف در دنیا تولید سوریمی[1] و فرآورده‌های ژله‌ای بر پایه آن[2] می‌باشد.

سوریمی یک واژه ژاپنی است و به گوشت چرخ شده ماهی اطلاق می‌گردد که به طریق مکانیکی استخوانگیری شده و قسمت اعظم ترکیب‌های محلول در آب آن توسط فرآیند شستشو خارج شده و پروتئین میوفیبریل باقی مانده قبل از انجماد با مواد نگهدارنده مخلوط گردد (۲۳، ۳۱). این فرآورده حد واسط معمولاً کمتر از ۱٪ چربی (۱۲) دارد و به شکل منجمد حاوی ۷۵٪ - ۷۹٪ رطوبت می‌باشد (۲۰).

به شکل سنتی تولید سوریمی تنها از ماهیان سفید گوشت معمول می‌باشد، توانایی تولید ژل خوب، بافت انعطاف‌پذیر، مزهٔ مناسب و ظاهر سفید از مشخصات سوریمی تولیدی از این دسته ماهیان می‌باشد (۱۹، ۲۷) ولی با افزایش جمعیت جهان و محدود بودن ذخایر برخی ماهیان سفید گوشت مورد استفاده در صنعت سوریمی (۱۰) و قیمت بالای آنها (۱۸) و از آنجائی که براساس تئوری‌های داده شده از هر نوع ماهی، جدای از نوع گونه، شکل، اندازه و حتی در برخی موارد تازگی آن می‌توان برای تولید سوریمی استفاده کرد (۲۹) فرصت ورود ماهیان تیره گوشت مانند کیلکا (۴) به دایره تولید سوریمی فراهم شده است.

فرایند شستشو یکی از حساس‌ترین گام‌های تولید سوریمی می‌باشد که نه تنها باعث خروج چربی و مواد ناخواسته مانند خون، رنگدانه‌ها و مواد بوزا می‌گردد بلکه با خارج ساختن پروتئین‌های سارکوپلاسمیک موجب تغلیظ پروتئین‌های میوفیبریل می‌گردد که در نتیجه موجب بهبود استحکام ژل و الاستیسیته فرآورده‌های حاصل از سوریمی می‌شود که از خواص لازم این دسته از فرآورده‌ها می‌باشد (۲۳). روش شستشویی که به طور متداول برای تولید سوریمی از ماهیان سفید گوشت استفاده می‌شود، در تولید سوریمی مرغوب از ماهیان تیره گوشت موفقیت کمی دارد (۲۵) چون پروتئین‌های سارکوپلاسمیک ماهیان تیره گوشت نسبت به ماهیان روشن گوشت حاوی مقادیر بیشتری از پروتئین‌ها با وزن ملکولی بالا هستند و علیرغم دسته‌بندی آنها در دستهٔ پروتئین‌های سارکوپلاسمیک، به آسانی توسط شستشو با آب خالص خارج نمی‌شوند و pH عمدهٔ این ماهیان پس از مرگ نسبت به ماهیان سفید گوشت پائین‌تر بوده و دارای مقادیر زیادتری چربی هستند (۲۹).

بنابراین در دنیا تلاش‌های زیادی برای تولید سوریمی با کیفیت مطلوب از ماهیان تیره گوشت مانند ساردین، ماکرل و هرینگ صورت گرفته است (۹) و روش‌های مختلفی برای بهبود خواص سوریمی تولیدی از جمله خواص تولید ژل و کاستن از میزان آب مصرفی در فرآیند تولید سوریمی از این ماهیان پیشنهاد شده است که برخی از آنها عبارتند از: استفاده از روش تولید کنسانتره پروتئینی با استفاده از خاصیت ترسیب پروتئین در نقطهٔ ایزوالکتریک[3] پروتئین‌ها (۱۲) که در مقایسه با روش معمول تولید سوریمی از ماهیان روغنی با صرف مقادیر کمتر آب موجب افزایش قدرت تولید ژل و میزان محصول گردید. استفاده از روش‌های تغییر pH به سمت pH های اسیدی و قلیایی در ماهی ساردین که نشانگر اثر بسیار مطلوب آن بر قدرت تولید ژل بوده است بطوریکه بیشترین قدرت تولید ژل در طی فرآیند شستشوی اسیدی بدست آمد (۲۶) اگرچه قبلاً محققین دیگری (۹، ۱۲) اعلام کردند که استفاده از محلول‌های قلیایی در طی شستشو، با تعدیل pH گوشت چرخ شدهٔ ماکرل و ساردین به pH خنثی یا قلیایی باعث بهبود قدرت تولید ژل می‌شود. استفاده از حجم‌های زیاد آب در تهیه سوریمی با استفاده از محلول قلیایی از ماهیان تیره گوشتی مانند ساردین که باعث بهبود خواص تولید ژل می‌شود (۲۷). استفاده از محلول فسفات بافر برای بالابردن قابلیت شستشوی عضلات تیره برای کاهش میزان آب مصرفی (۱۴) و یا استفاده مجدد از پس آب ناشی از مراحل آخری شستشوی گوشت چرخ شده برای مراحل اولیه تهیه سوریمی (۱۵). بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده به نظر می‌رسد که تغییر pH آب مورد استفاده برای شستشوی گوشت چرخ شدهٔ کیلکا به همراه افزایش دفعات و زمان‌های شستشو موجب تولید سوریمی با کیفیت مطلوب از این ماهی می‌گردد.

از سوی دیگر تلاش برای خروج پروتئین‌های سارکوپلاسمیک و حفظ پروتئین‌های میوفیبریل در طی فرآیند تولید سوریمی این سؤال را موجب می‌شود که آیا پروتئین موجود در فرآورده نهایی دارای کیفیت و ارزش غذایی پائینتری نسبت به پروتئین اوّلیه می‌باشد یا خیر؟

بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثرات تغییرات مؤلفه‌های شستشو (دفعات، زمان و نوع آب) بر خواص تولید ژل و ترکیب شیمیایی سوریمی ماهی کیلکای آنچوی می‌باشد. در این راه میزان تغییرات استحکام و چسبندگی ژل تولیدی به همراه برخی ترکیبات شیمیایی عضله علی‌الخصوص اسیدهای آمینه اندازه‌گیری شد.

مواد و روش کار

مواد

۱ - مواد مصرفی

ماهی کیلکای آنچوی، نمک طعام ، بیکربنات سدیم ، سولفات مس، سولفات دوپتاس، اکسید سلنیوم، اسید سولفوریک غلیظ، اسید بوریک، معرف متیل قرمز، برموکروزول سبز، اکسید منیزیم، اتردوپترول، تیوسولفات سدیم، اسید کلریدریک، آب مقطر، فیلتر ۰/۴۵ میکرون، آب یونیزه، اتانل، فنیل ایزوتیوسیانات، تریتیل آمین، محلول استاندارد اسید آمینه و پوشش سوسیس.

۲ - وسایل غیر مصرفی

دستگاه هضم کلدال (Kjeldatherm KB/KBL)، دستگاه تقطیر کلدال (Gerhardt Vapodest ۴۰)، دستگاه سوکسله، کارتوش استخراج چربی، دسیکاتور با ماده رطوبت‌گیر، ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۱ میلیگرم، بالن ته گرد ۱۵۰ میلی‌لیتری، ماشین سرزن اتوماتیک (Gothenburg, VMK)، دستگاه استخوانگیر (Sepamatic Deboner)، pHمتر (WTW ۸۱۲۰ Weilheim)، دستگاه سنجش بافت (H5 KS, Hounsfield Instron)، دستگاه سنجش اسیدهای آمینه (Pico – tag Amino Acid Analysis System, Waters Co. USA)، دستگاه خرد کن (Moulinex M. R.)، تنظیف، قیف، شیشه آلات آزمایشگاهی، ... .

روش کار

ماهیان کیلکای آنچوی صید شده از سواحل بندرانزلی بلافاصله پس از صید تا زمان انتقال به مرکز ملی فرآوری آبزیان شیلات ایران (UNIDO) با استفاده از آب دریای سرد شده (CSW) سرد و نگهداری شدند. سپس گونهٔ کیلکای آنچوی از سایر گونه‌ها جداسازی شد و با آب سرد و تمیز شستشو داده شد و با استفاده از ماشین سرزن اتوماتیک عمل سرزنی و تخلیه امعاء و احشاء با استفاده از مکنده و آب سرد صورت پذیرفت. سپس ماهیان سرزده و شکم خالی شستشو شده و به دستگاه استخوان‌گیر با قطر منفذ سوراخ‌های استوانه ۲ میلی‌متر انتقال داده شد و گوشت چرخ شده بدون استخوان و پوست فراهم گردید.

شرایط شستشو

مقادیر مناسبی از گوشت ماهی، با نسبت گوشت به آب ۱ به ۵ درون یک ظرف شستشو ریخته و فرآیند شستشو در دفعات[۴] مختلف (یکبار، دوبار و سه بار) و در زمانهای متفاوت (پنج، ده و پانزده دقیقه) به دو روش شستشو با آب خالص و شستشوی قلیایی – نمکی (۲۹) انجام شد. در تمام مدت شستشو دمای آب زیر ۱۰درجه سانتی‌گراد بوده و عمل هم زدن مخلوط بدون وقفه صورت پذیرفت. فقط در شستشوی آخر برای آبگیری بهتر از ۰/۲٪ نمک طعام (NaCl) استفاده گردید و عمل آبگیری از مخلوط با استفاده تنظیف به شکل دستی انجام شد.

آنالیز ترکیبات متشکله سوریمی خام

اندازه‌گیری pH: pH نمونه‌های تولیدی، به روش رقیق کردن ۵ گرم نمونه با ۴۵ میلی‌لیتر آب (۲۰) با استفاده از دستگاه pH متر با الکترود شیشه‌ای در دمای اتاق اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری چربی: میزان چربی نمونه‌ها با روش استخراج چربی با اتر دوپترول (۲) انجام شد.

اندازه‌گیری مواد ازته فرار[۵]: میزان مواد ازته فرار با استفاده از دستگاه تقطیر کلدال (۲) اندازه‌گیری شد و مقدار ازت فرار به شکل زیر محاسبه شد:

(عدد ثابت) ۱۴ × حجم اسید سولفوریک مصرفی = مقدار ازت فرار عضله(میلی گرم در ۱۰۰ گرم)

اندازه‌گیری پروتئین: مقدار پروتئین کل موجود در نمونه‌ها با استفاده از روش‌های هضم، تقطیر و تیتراسیون کلدال (۷) اندازه‌گیری شد و برای تبدیل درصد نیتروژنی به درصد پروتئین از ضریب ۶/۲۵ استفاده گردید. سپس درصد پروتئین استخراج شده با استفاده از هر روش شستشو از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\%\text{پروتئین استخراج شده} = \frac{\text{میزان پروتئین سوریمی} - \text{میزان پروتئین گوشت چرخ شده}}{\text{میزان پروتئین گوشت چرخ شده}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری اسید آمینه: تغییرات در مقدار و ترکیب اسیدهای آمینه گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی در اثر شستشو با اندازه‌گیری ۱۶ اسید آمینه گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی و سوریمی حاصل از بهترین روش شستشو به روش پیکوتگ (۶) تعیین گردید.

جدول ۱- الگوی مشخصات تیمارهای مختلف

شماره تیمار	فاکتورها		
	دفعات	زمان	نوع شستشو
۱	۱ دفعه	۵ دقیقه	آب خالص
۲	۲ دفعه		
۳	۳ دفعه		
۴	۱ دفعه	۱۰ قیقه	
۵	۲ دفعه		
۶	۳ دفعه		
۷	۱ دفعه	۱۵ دقیقه	
۸	۲ دفعه		
۹	۳ دفعه		
۱۰	۱ دفعه	۵ دقیقه	شستشوی دفعه اول با محلول قلیایی ـ نمکی حاوی ۰/۲٪ بیکربنات سدیم (NaHCO۳) و ۰/۱۵٪ نمک طعام (NaCl)
۱۱	۲ دفعه		
۱۲	۳ دفعه		
۱۳	۱ دفعه	۱۰ دقیقه	
۱۴	۲ دفعه		
۱۵	۳ دفعه		
۱۶	۱ دفعه	۱۵ دقیقه	
۱۷	۲ دفعه		
۱۸	۳ دفعه		

اندازه‌گیری خواص ژلی

آماده‌سازی ژل: ۱۰۰ گرم سوریمی تازه از هر تیمار تولیدی با ۳٪ وزنی نمک خرد گردید (۹) پس از هواگیری دستی به پوشش سوسیس با قطر ۳۰ میلی متر انتقال داده شد سپس نمونه‌های تولیدی، به مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد پخته شد و پس از اتمام پخت سریعاً با تعلیق در آب سرد، سرد شده و سپس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای انجام آزمایش‌های بعدی نگهداری شد (۲۰).

ارزیابی ژل‌ها: ارزیابی ژلها به روش لی (۱۷، ۲۰) انجام گرفت. ژلهای تولیدی، قبل از ارزیابی برای رسیدن به دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. نیروی فشاری[۶] و تغییر شکل فشاری[۷] در هنگام شکست نمونه در اثر فشار، با قراردادن یک قطعه ۲۵ میلی‌متری، بریده شده از ژل بین دو صفحهٔ موازی فک بالا و پائین دستگاه سنجش بافت با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه و سلول بار[۸] ۵۰۰ نیوتنی اندازه‌گیری شد و از هر ژل تولیدی ۳ قطعه مورد آزمون قرار گرفت.

میزان استحکام یا تنش برشی[۹] ژل با استفاده از فرمول ۱- محاسبه گردید:

$$Tf = 0.5\ Fc / [\pi R^2 / (1 - \Delta h/h)]$$ فرمول ۱-

میزان چسبندگی یا کرنش برشی[۱۰] ژل با استفاده از فرمول ۲- بدست آمد:

$$\gamma f = 1.5\ \{-\ln [1 - (\Delta h/h)\}$$ فرمول ۲-

Δh: تغییر ارتفاع نمونه در اثر فشار در زمان شکست
h: ارتفاع اوّلیه نمونه
Fc: نیروی فشاری یک محوری
R: شعاع اوّلیه نمونه

آزمایش قابلیت تاشدن برروی نمونه‌های ژل تولیدی، به روش استاندارد ژاپنی اندازه‌گیری کیفیت سوریمی انجام شد (۲۰). برای انجام آزمایش قابلیت تاشدن، شش قطعه ژل به ضخامت ۳ میلی‌متر تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت و نمونه‌ها در صورت دوبار تاشدن بدون هیچ‌گونه ترک یا شکستگی کیفیت AA با ۵ امتیاز در صورت یکبار تاشدن کیفیت A با ۴ امتیاز، شکسته شدن تدریجی نمونه پس از تاشدن کیفیت B با ۳ امتیاز، شکسته شدن نمونه به دو قسمت کیفیت C با ۲ امتیاز و خرد شدن نمونه با فشار انگشتان بدون تاکردن کیفیت D با ۱ امتیاز را به خود اختصاص دادند.

طرح آماری

تحقیق بر روی اثر شرایط مختلف شستشو بر ترکیب شیمیایی و خواص تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی بصورت آزمایش فاکتوریل ۲×۳×۳ با سه تکرار اجرا شد و برای مقایسهٔ میانگین صفات از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری EXCEL و SPSS انجام شد.

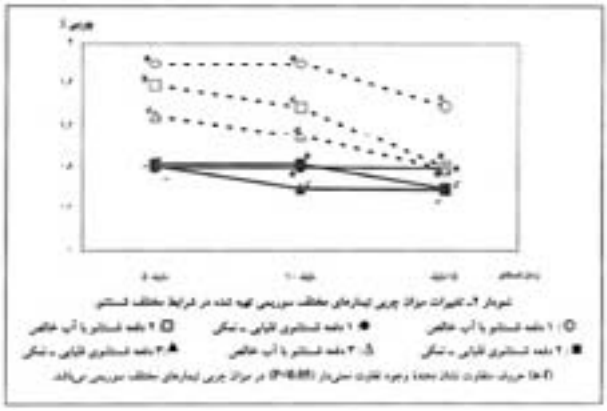
نتایج و بحث

۱ـ تغییر در ترکیب شیمیایی

تغییرات میزان پروتئین استخراج شده از گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی در شرایط مختلف شستشو مقایسه گردید (نمودار ۱) . با افزایش زمان و دفعات شستشو میزان استخراج پروتئین به طور معنی‌داری افزایش یافت و کلاً شستشوی قلیایی ـ نمکی نسبت به آب خالص موجب خروج هر چه بیشتر پروتئین موجود در عضله شد. افزایش مدت زمان شستشو به طور مستمر موجب خروج هر چه بیشتر پروتئین در دفعات مساوی شستشو گشت، این مسأله نشان می‌دهد که علاوه بر پروتئین‌های محلول در آب مقداری از پروتئین‌های میوفیبریل نیز استخراج شده‌اند، حلالیت پروتئین میوفیبریل در آب یا محلول‌های با قدرت یونی پائین محقق گشته است (۹، ۲۴).

روند کند افزایش استخراج پروتئین از گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی با افزایش زمان در طی ۱ دفعه شستشو ناشی از بالا رفتن غلظت پروتئین در آب شستشو می‌باشد (۲۴) استخراج هر چه بیشتر پروتئین توسط شستشویی قلیایی ـ نمکی نشان‌دهندهٔ بیشتر بودن کفایت این نوع شستشو با قدرت یونی کم نسبت به شستشو با آب خالص در شرایط یکسان می‌باشد (۹، ۲۹) قسمت بزرگی از پروتئین محلول در طی اوّلین دفعه شستشوی گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی خارج می‌شود و سپس مقدار اندکی پروتئین در طی دفعهٔ دوم شستشو استخراج می‌گردد ولی در دفعهٔ سوم شستشو مجدداً میزان خروج پروتئین افزایش می‌یابد، این مسأله ممکن است بدلیل شستشوی زیاد انجام شده باشد که با کاهش غلظت نمک موجود در بافت موجب محلول شدن هر چه بیشتر پروتئین‌ها می‌گردد (۲۴).

برای تولید سوریمی معمولاً از ماهیان کم چرب استفاده می‌شود به طوریکه میزان چربی سوریمی تولیدی از این ماهیان زیر ۱٪ می‌باشد (۱۲) مقایسهٔ میزان چربی تیمارهای مختلف سوریمی تولیدی از گوشت چرخ شدهٔ کیلکا نشان داد که محلول قلیایی ـ نمکی در مقایسه با استفاده از آب خالص برای استخراج چربی کارآیی بیشتری دارد (نمودار ۲) افزایش مدت زمان و دفعات شستشوی گوشت چرخ شده توسط آب خالص بطور معنی‌داری موجب کاهش چربی سوریمی خام تولیدی می‌گردد



با افزایش مدت زمان شستشـو به ۱۵ دقیقه بین دو و سـه دفعه شستشو اختـلاف معنی‌داری در کاهش میزان چربی گوشـت چرخ شـده کیلکای آنچوی وجود ندارد. ولی شستشـو با اسـتفاده از محلـول قلیایی ـ نمکی نسـبت به اسـتفاده از آب خالص به‌طور معنی‌داری باعـث کاهش میزان چربی می‌گردد. افزایش دفعات شستشـوی ۱۵ دقیقه‌ای اثر معنی‌داری در میزان چربی ندارد ولی بین سـه دفعه شستشـو با یک و دو دفعه شستشو ۱۰ دقیقـه‌ای تفاوت معنـی‌داری وجود دارد و کلاً حداکثر میزان چربی با اسـتفاده از سه دفعه شستشـوی ۱۰ دقیقه‌ای یا دو دفعه شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای قلیایی ـ نمکی ایجاد می‌شـود. کارآیی بیشتر شستشوی قلیایی ـ نمکی نسـبت به آب خالص قبلاً توسـط محققین دیگر نیز گزارش شده بود (۹، ۳۱) که احتمالاً عمل صابونی شـدن چربی در حضور مواد قلیایی مانند بیکربنات سـدیم موجب آن شـده است (۹). افزایش زمان و دفعات شستشـوی گوشت چرخ شـدهٔ کیلکای آنچوی توسط آب خالص، موجب کاهش هر چه بیشـتر میزان چربی سوریمی خام تولیدی، شده است ولی افزایش دفعات و زمان‌های شستشـوی قلیایی ـ نمکی اثر بسـیار کندتری در کاهش میزان چربی سـوریمی تولیدی داشـته است که این مسأله، به دلیل اسـتفاده از محلول قلیایی ـ نمکی به جای آب خالص می‌باشـد که در همان شستشـوی اوّلیه حداکثر میـزان کاهش چربی را ایجاد می‌کند. به طور کلی شستشـو موجب کاهش میزان چربی گوشـت ماهی، کیلکای آنچوی از ۲٪ به کمتر از ۱٪ گشت.

در هـر ماهی تازه مقـداری بازهای نیتروژنی فرار وجـود دارد (۱۱) و ایـن مقدار توسـط فرآیند شستشـو در تهیه سـوریمی کاهش می‌یابد، میـزان مجمـوع بازهـای نیتروژنی فرار گوشـت چرخ شـده ماهی کیلکا ۱۶/۸ میلی‌گـرم در صد گرم عضله می‌باشـد و بر خـلاف نتایج قبلی که بیان داشـت شستشـو اثری بر حـذف و کاهش مقدار بازهـای نیتروژنی فرار گوشـت چرخ شـدهٔ کیلکا ندارد(۵) شستشو با آب یا محلول قلیایی ـ نمکـی موجب کاهش میزان بازهای نیتروژنی فرار سـوریمی خام تولیدی از کیلـکا گردید (نمـودار ۳) بطوریکه اثر افزایش دفعات شستشـو با آب خالـص از ۲ به ۳ دفعه بجـز در مدت زمان ۵ دقیقه معنی‌دار نمی‌باشـد و افزایش مدت زمان شستشـو از ۵ به ۱۰ دقیقـه موجب کاهش مجموع بازهای نیتروژنی فرار نمی‌گردد. کارایی شستشـوی قلیایی ـ نمکی نسبت به شستشـو با آب خالص در اسـتخراج بازهای نیتروژنی فرار بیشتر است چون بر خلاف شستشـو با آب خالص در شستشـوی قلیایی ـ نمکی بین شستشـوی ۵ دقیقه‌ای با شستشـوی ۱۰ و ۱۵ دقیقه‌ای در دو و سـه بار شستشـو اختلاف معنی‌داری وجود ندارد بررسـی الگـوی کاهش بازهای نیتروژنی فرار نشـان دهنده موثر تر بودن افزایش زمان شستشو نسبت به افزایش دفعات شستشـو در هر دو نوع شستشـوی بکار رفته می‌باشد. این مسـأله نشانگر آن است که اکثر ملکول‌های کوچک محلول در طی دفعات اوّلیه شستشو خارج می‌گردند (۲۲).

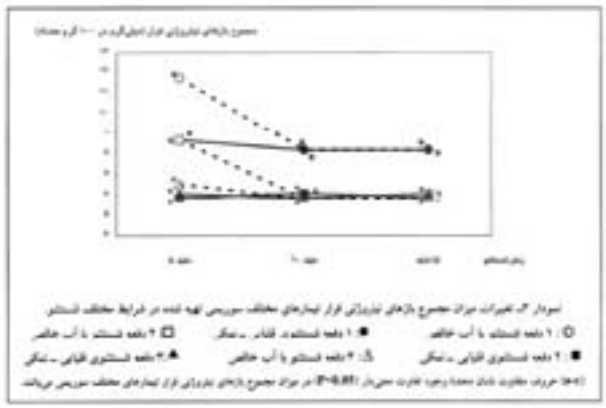
pH نهایی گوشـت چرخ شـده ماهیان تیره گوشـت پائین بوده و به حدود ۵/۸ می‌رسـد و pH ایزوالکتریک پروتئین ماهیان تیره گوشت حدود ۵/۵-۵ می‌باشـد. pH پائین گوشت این ماهیان پس از مرگ فاکتوری است که موجب کاهش قدرت تولید ژل گوشـت این ماهیـان می‌گردد. بنابراین بالا بردن pH گوشـت چرخ شـدهٔ این ماهیان الزامی اسـت تا بدین وسیله پروتئین آنها خارج از محدودهٔ pH ایزوالکتریک قرار گیرد (۲۹). مقایسهٔ اثر تیمارهای مختلف شستشو بر pH سوریمی کیلکای آنچوی (نمودار ۴) نشان می‌دهد که افزایش دفعات شستشـو با آب خالـص از ۱ به ۲ مرتبه موجب افزایش معنی‌دار میزان pH سـوریمی‌های تولیـدی می‌گردد ولی تغییرات pH بـا افزایش زمان و دفعات شستشـو از ۲ به ۳ دفعـه معنی‌دار نبود. در شستشـوی قلیایی ـ نمکـی نیز بین تیمارهای تولیـدی از زمانها و دفعات مختلف شستشـو تفاوت معنی‌داری دیده نشد که این مسأله بعلت افزایش pH گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی بعلت استفاده از محلول قلیایی مورد استفاده برای شستشو می‌باشد.

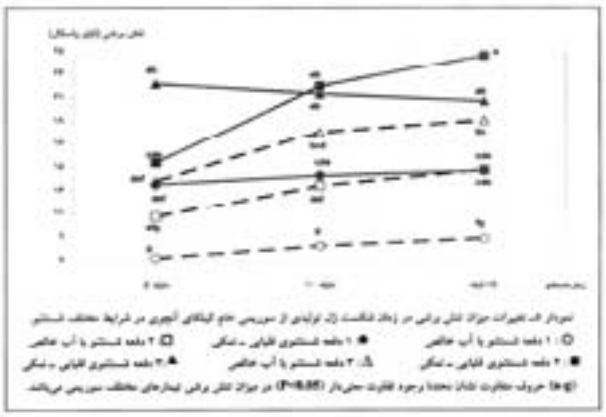
۲ـ خواص تولید ژل

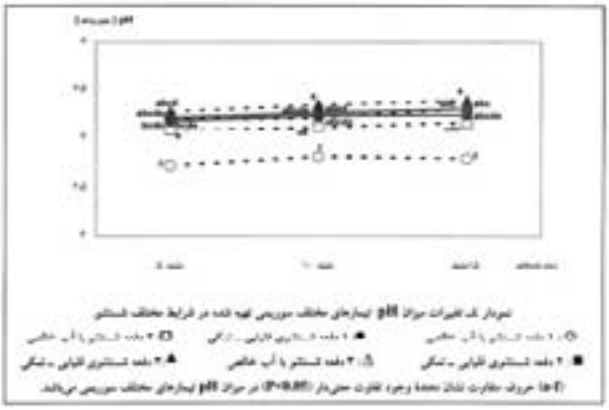
تنش برشـی یا میزان اسـتحکام ژل تولیدی از گوشـت چرخ شـده و نشستهٔ کیلکای آنچوی ۱۸/۵ KPa می‌باشد و شستشو حداکثر موجب ۴/۵ برابر شـدن اسـتحکام ژل می‌گردد. میزان کرنش برشی گوشت چرخ شده و نشسـتهٔ کیلکای آنچوی ۰/۲۸ می‌باشـد و با شستشـو حداکثر ۳/۲ برابر می‌گردد (نمودارهای ۵ و ۶).

تغییـرات میـزان تنش برشـی ژل سـوریمی تولیـدی از تیمارهای مختلف شستشـو (نمودار ۵) نشـان می‌دهد که افزایش زمان شستشـو با آب خالـص در ۱ و ۲ دفعه شستشـو اثر معنی‌داری بر افزایش اسـتحکام ژل تولیـدی نـدارد ولی افزایش مـدت زمان شستشـو از ۵ به ۱۵ دقیقه در سـه دفعه شستشـو با آب خالص موجب افزایش استحکام ژل تولیدی می‌گـردد. افزایش دفعات شستشـو با آب خالـص از ۱ به ۳ مرتبه موجب افزایش معنی‌دار استحکام ژل تولیدی می‌گردد. افزایش زمان در دو دفعه شستشـوی قلیایی نمکی موجب افزایش معنی‌داری در میزان تنش برشی ژل سـوریمی تولیدی از گوشـت شسته شـده کیلکای آنچوی می‌گردد. افزایش دفعات ۵ دقیقه شستشوی قلیایی ـ نمکی از ۲ به ۳ مرتبه موجب افزایش استحکام ژل می‌گردد.

از مقایسـه اثر تیمارهای مختلف شستشـو بر کرنش برشـی ژلهای تولیدی از تیمارهای مختلف شستشـو (نمودار ۶) مشـخص می‌گردد که افزایـش زمان در دفعات مختلف شستشـو بـا آب خالص موجب افزایش کرنش برشـی ژل‌هـای تولیـدی می‌گردد ولی ایـن افزایـش معنی‌دار نمی‌باشـد. افزایش دفعات شستشـو بـا آب خالص نیز موجـب افزایش معنـی‌دار میزان چسـبندگی ژل‌هـای تولیدی نمی‌گردد. بیـن ۱ دفعه







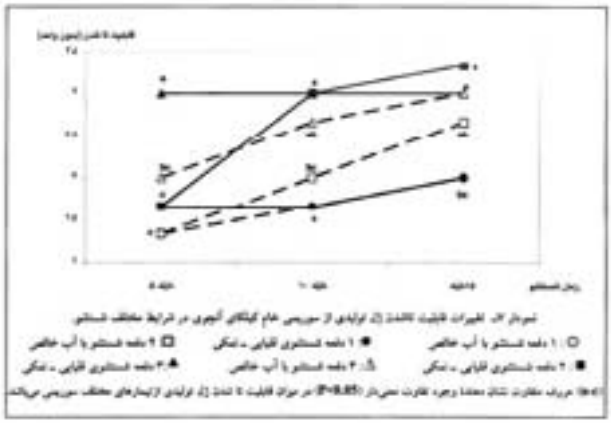
شستشـــوی ۵ دقیقه‌ای با ســـه دفعه شستشـــوی ۱۰ دقیقـــه‌ای و ۲ و ۳ دفعـــه شستشـــوی ۱۵ دقیقه‌ای بـــا آب خالص اختلاف معنـــی‌دار وجود دارد و بیانگـــر این اســـت که بـــرای افزایش میزان چســـبندگی ژل تحت تاثیـــر شستشـــو با آب خالص حدود ۳۰ دقیقه زمان لازم اســـت. افزایش زمان شستشـــوی قلیایـــی ـ نمکی در هر دفعه شستشـــو موجب افزایش معنی‌دار چســـبندگی ژل تولیدی نمی‌گردد ولی افزایش دفعات شستشو موجب افزایش معنی‌دار میزان کرنش برشـــی ژل می‌گردد بطور کلی دو مرتبـــه شستشـــوی ۱۵ دقیقـــه‌ای قلیایی ـ نمکی موجـــب ایجاد حداکثر اســـتحکام و چســـبندگی در ژل تولیدی از سوریمی می‌گردد و از آنجائی کـــه فاکتورهـــای مؤثر بر خـــواص تولید ژل ســـوریمی عبارتنـــد از: pH، پروتئین‌هـــای سارکوپلاســـمیک (۲۹) و چربـــی (۲۷) اثر هر یک از این فاکتورها در افزایش اســـتحکام و چســـبندگی ژلهای تولیدی تحت تاثیر تیمارهای مختلف شستشو به شرح زیر می‌باشد.

pH گوشت چرخ شده و شســـتهٔ کیلکای آنچوی حداقل ۶/۴ می‌باشد کـــه در طی این تیمار شستشـــو به ۷/۳۱ می‌رســـد. از آنجائی که pH آب شستشـــو، ظرفیت نگهداری آب پروتئین‌های ماهیچهٔ ماهی را تحت تأثیر قـــرار می‌دهد، pH آب شستشـــو، معادل pH لازم برای گوشـــت در هنگام عمل‌آوری تنظیـــم می‌گردد (۱۳) چون حداکثر قدرت و توانایی نگهداری آب پروتئیـــن ماهی در pH خنثـــی اعمال می‌گردد (۲۱) بنابراین افزایش میـــزان قـــدرت تولید ژل ســـوریمی را می‌تـــوان تا حدی بـــه افزایش pH گوشـــت شسته شـــده نســـبت داد. میزان پروتئین اســـتخراج شده توسط این تیمار معادل ۱۷/۱۶٪ می‌باشـــد. پروتئین‌های سارکوپلاسمیک حدود ۲۵-۲۰٪ کل پروتئین عضلات را شـــامل می‌شـــوند (۱۶) که ژل الاستیک تولید نمی‌کنند و اگر برطرف نشـــوند مانع تشـــکیل ژل الاســـتیک توسط پروتئین‌های میوفیبریل می‌گردند. مقدار پروتئین اســـتخراج شـــده توسط این تیمار شستشـــو نشـــان دهندهٔ کارایی این تیمار در استخراج پروتئین محلول از گوشت چرخ شدهٔ کیلکای آنچوی می‌باشد، ۲ بار شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای با آب خالص تنها موجب اســـتخراج ۱۱/۲۲٪ از کل پروتئین‌های گوشـــت چرخ شـــده گشـــت که نســـبت به تیمار هم ارز آن در شستشوی قلیایی ـ نمکی ۵/۷۴٪ کمتر می‌باشد.

افزایش زمان ۳ مرتبه شستشوی قلیایی ـ نمکی به طور مرتب باعث افزایش میزان استحکام و چسبندگی ژل نمی‌گردد به طوری که ۳ مرتبه شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای قلیایی ـ نمکی موجب کاهش میزان استحکام و چسبندگی ژل تولیدی می‌گردد. کاهش قدرت تولید ژل با افزایش مدت زمان شستشو نشان می‌دهد که علاوه بر پروتئین‌های محلول مقداری از پروتئین‌های نامحلول نیز خارج شده‌اند (۹).

امتیاز آزمایش قابلیت تاشدن که نشان‌دهندهٔ میزان چسبندگی ژل تولیدی نیز می‌باشد از امتیاز ۱ یا D برای گوشت نشسته به امتیاز ۴/۳۳ یا A برای ۲ بار شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای قلیایی ـ نمکی رسید. تغییرات قابلیت تاشدن ژل سوریمی تولیدی از تیمارهای مختلف شستشو (نمودار ۷) نشان می‌دهد که افزایش زمان ۱ دفعه شستشو با آب خالص اثر معنی‌داری بر قابلیت تا شدن ژل ندارد ولی افزایش مدت زمان ۲ و ۳ مرتبه شستشو با آب خالص به کندی موجب افزایش قدرت تا شدن ژل می‌گردد. افزایش مدت زمان یک بار شستشوی قلیایی ـ نمکی اثری در افزایش این فاکتور ندارد ولی با دوبار شستشوی قلیایی ـ نمکی این فاکتور افزایش معنی‌داری می‌یابد ولی افزایش مدت زمان ۳ مرتبه شستشوی قلیایی ـ نمکی اثر معنی‌داری بر افزایش این فاکتور ندارد. افزایش تعداد دفعات شستشو قلیایی ـ نمکی از ۱ به ۲ مرتبه موجب افزایش میزان قدرت تا شدن ژل می‌گردد ولی افزایش تعداد دفعات ۱۵ دقیقه‌ای شستشوی قلیایی ـ نمکی از ۲ به ۳ مرتبه موجب ایجاد تغییر معنی‌داری در قدرت تا شدن ژل نمی‌شود. مؤثر بودن شستشوی قلیایی ـ نمکی در مورد سایر ماهیان تیره گوشت نیز به اثبات رسیده است. به طوری که استفاده از شستشوی قلیایی در تولید سوریمی از ساردین(۲۷) ماکرل (۲۹) و خامه ماهی (۸) موجب بهبود خواص تولید ژل نسبت به استفاده از آب خالص در فرآیند شستشو گردید.

با توجه به نمودار ۸ مقایسهٔ مقادیر و ترکیب اسیدهای آمینه سوریمی تولید شده به روش ۲ بار شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای قلیایی ـ نمکی با ترکیب و مقدار اسیدهای آمینه گوشت چرخ شده ماهی نشان می‌دهد که شستشو باعث افزایش غلظت اسید گلوتامیک موجود در گوشت چرخ شده و نشسته از ۹/۷۴ به ۱۳/۵ درصد در گوشت چرخ شده و شسته شده گردید، این



اسید آمینه بالاترین غلظت را در ترکیب اسیدهای آمینهٔ تشکیل‌دهندهٔ پروتئین اکتین و تروپونین دارد (۳۰).

از سوی دیگر غلظت اسید آمینهٔ لیزین و پرولین در سوریمی خام تولیدی تقریباً به ۲ برابر میزان موجود در گوشت نشسته رسیده است، این اسید آمینه به همراه اسید آمینه آلانین بیشترین غلظت را در ترکیب اسیدهای آمینه تشکیل دهندهٔ پروتئین میوزین دارند(۳۰) افزایش غلظت اسیدهای آمینه تشکیل دهندهٔ اکتین و میوزین توسط این تعریف که سوریمی کنستانترها از پروتئین‌های میوفیبریل است تأیید می‌شود.

بنابراین با توجه به نتایج بنظر می‌رسد که دوبار شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای قلیایی ـ نمکی گوشت چرخ شدهٔ کیلکا روش شستشوی مناسبی برای تولید سوریمی از کیلکا می‌باشد. البته در نظر گرفتن میزان pH و چربی این تیمار و مقایسهٔ آن با تیمار هم ارز آن در شستشو با آب خالص نشان می‌دهد که ارجحیت شستشوی قلیایی ـ نمکی نسبت به آب خالص در استفاده از نمک نسبت به بیکربنات سدیم در آب شستشو می‌باشد.

اگر چه قدرت تولید ژل، رنگ، طعم و بوی (۳) سوریمی حاصل از این روش شستشو امکان تولید فرآورده‌های تقلیدی سخت پوستان را از سوریمی کیلکای آنچوی محدود ساخته است ولی امکان استفاده از آن در دستهٔ دیگری از فرآورده‌ها وجود دارد مانند: سوسیس ماهی، یا فرآورده‌های پوشیده با آرد سوخاری که حاوی انواع ادویه، سبزیجات معطر و ... می‌باشد این دسته از فرآورده‌ها در ژاپن از سوریمی ماهیانی تولید می‌شود که خواصی مشابه سوریمی ماهی کیلکا از خود نشان می‌دهند (۲۸).

نتیجه‌گیری نهایی

استفاده از محلول قلیایی ـ نمکی در فرآیند تولید سوریمی موجب بهبود خواص مربوط به ترکیبات متشکله و تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی گشت. همچنین با استفاده از این نوع شستشو بهبود خواص ذکر شده در مدت زمان کوتاهتر با صرف مقادیر کمتری آب بدست آمد. شستشو موجب افزایش pH، کاهش میزان چربی، افزایش پروتئین در وزن خشک و کاهش مجموع بازهای نیتروژنی قرار گردید. دو بار شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای قلیایی ـ نمکی موجب ۳ برابر شدن کرنش برشی

سوریمی تولیدی نسبت به گوشت چرخ شده و نشسته گردید بطوریکه قابلیت تاشدن از امتیاز D برای گوشت نشسته به A برای گوشت شسته شده به این روش رسید بنابراین بنظر می‌رسد که ۲ بار شستشوی ۱۵ دقیقه‌ای هر بار با ۵ حجم آب که مرحلهٔ اوّل آن توسط محلول قلیایی ـ نمکی حاوی ۰/۲٪ بیکربنات سدیم و ۰/۱۵٪ نمک طعام انجام گیرد موجب تولید سوریمی با خواص کاربردی مطلوبتری از بین ۱۸ تیمار در نظر گرفته شده می‌گردد. از سوی دیگر فرآیند تولید سوریمی موجب افزایش غلظت اسیدهای آمینهٔ ضروری و حفظ کیفیت پروتئین گوشت ماهی کیلکای آنچوی گردید.

تقدیر و تشکر

از آقای مهندس ارشد ریاست محترم مرکز ملی فرآوری آبزیان شیلات ایران (UNIDO) و همکاران محترمشان آقای مهندس رفیع‌پور و سرکار خانم مهندس مرتضوی و کلیه سرورانی که در مؤسسهٔ تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، مرکز فنی مهندسی کشاورزی کرج و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس با اینجانب در انجام این تحقیق همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

پاورقی‌ها

1- Surimi
2- Surimi based product
3- Isoelectric precipitation
4- Cycles
5-Total volatile nitrogen (TVN)
6- Compression force at failure
7-Compression deformation at failure
8-Load cell
9- Shear stress
10- Shear strain
11- Otoshimi

منابع مورد استفاده

۱ـ بی‌نام، ۱۳۸۰. گزارش داخلی ادارهٔ آمار و اقتصاد صید شرکت شیلات ایران.
۲ـ پروانه، و. ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی. تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۵ صفحه.
۳ـ شعبان‌پور، ب.، معینی، س.، حامدی، م.، پورکبیره، م. و سیف‌آبادی، س.ج. ۱۳۸۱. اثر شرایط مختلف شستشو برخواص حسی سوریمی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) مجلهٔ علوم دریایی ایران، شماره ۳، صفحات ۲۵-۱۷.
۴ - شویک لو، غ. ۱۳۷۸. راهنمای تولید خمیر و فرآورده‌های خمیری ماهی . تهران، انتشارات نقش مهر، ۸۲ صفحه.
۵ـ بی‌نام، ۱۳۷۶. فنآوری سوسیس کیلکا (تولید و کنترل کیفیت ـ جلد یک) گزارش داخلی معاونت صید و صنایع شیلاتی شیلات ایران، ۲۴۸ صفحه.
6- Anonymous, 1990; Pico. tag amino acid analysis system, Millipore Corporation Manual, No. 88140.
7-AOAC. 1984. Official Methods of Analysis , 14 Ed. Association of official Analytical Chemists, Washington , DC.
8- Chen, W.L. , Chow , C.J. and Ochiai , Y. 1996; Effects of washing media and storage condition on the color of milkfish meat paste. Fisheries Science, 62(6): 938-944.
9- Chen, H.H., Chiu, E.M. and Huang, J.R. 1997; Color and gel-forming properties of horse ackerel (*Trachurus japonicus*) as related to washing conditions Food Sci., 62(5):985-991.
10- Chen, H.H.and Lee, Y.Y. 1997; Effects of water content and chopping method on the physical properties of surimi and kamaboko. Fisheries Science, 63(5): 755-761.
11- Conell, J.J. 1980; Control of fish quality. Fishing news Books Ltd, p 222.
12-Cortes-Ruiz, J.A, Pacheco- Aguilar, R., Garcia- Sanchez, G., Lugo- Sanchez, M.E. 2001; Functional characterization of a protein concentrate from bristly sardine made under acidic conditions. J. Aquat. Food Prod. Technol., 10(4):5-23.
13- Funatsu, Y., Arai, K. I. 1992; Changes in gel forming ability and myosin heavy chain of salt-ground meat by acid treatment of surimi from walleye pollock. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(2): 349-357.
14- Green, D.P. 1989; Leaching of soluble nitrogenous components from Atlantic menhaden muscle in surimi manufacturing. Doctoral Dissertation, North Carolina State Univ. U.S.A.
15- Green, D.P., Lanier, T.C. 1999; Comparison of conventional and countercurrent leaching processes of surimi manufacture. J.Aquat. Food prod. Technol., 8(1):45-57.
16- Haard, N.F., Simpson, B.K., and Pan, B.S. 1994; Sarcoplasmic proteins and other nitrogenous compounds. , pp.13-40. In: Seafood Proteins.Eds., Sikorski, Z.E, Pan, B.S. and Shahidi, F. Chapman & Hall, New York.
17-Hamann, D.D. and MacDonald, G.A. 1992; Rheology and texture properties of surimi and surimi – based foods. pp. 429-500. In: Surimi Technology. Eds., Lanier, T.C. and Lee, C.M. Marcel Dekker, Inc., New York.
18- Kim, J.M., Liu, C.H., Eun, J.B., Park, J.W., Oshimi, R.,Hayashi, K.,Ott., B., Aramaki, T., Sekine, M., Horikita, Y., Fujimoto, K., Aikawa, T., Welch, L., and Long, R. 1996; Surimi from fillet frames of channel catfish . J. food Sci., 62: 428-431.
19- Lanier, T.C. 1986; Functional properties of surimi. Food Technol., 40:107– 114&124.

20-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.

21-Lee, C.M. 1986; Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. Food Technol., 40(3):115-124.

22-Lee, C.M. 1994; Surimi rocessing from lean fish, pp. 263-287. In: Sea foods: Chemistry, Processing Technology and Quality.Eds., Shahidi, F. and Botta, J.R. Chapman & Hall, New York.

23-Lee, C.M. 1999; Surimi: science and technology., pp. 2229-2239.In: Wiley ncyclopedia of Food Science and Technology. Ed., Francis, F.J., John Wiley & Sons, Inc., New York.

24- Lin, T.M. and Park, J.W. 1996; Extraction of proteins from Pacific whiting minces at various washing conditions. J. Food Sci., 61(2): 432 - 438.

25- Oshima, T., Suzuki, T. and Koizumi, C. 1993; New developments in surimi technology. Trends in Food Sci. & Tech. , 4(6):157-163.

26- Pacheco-Aguilar, R. , Ramirez – Suarez, J.C. and Mazorra-Manzano, M.A. 2001; Effect of alkaline and acidic wash treatments on functional properties and color of Monterey sardine (*Sardinops sagax caerulea*) minced flesh. J. Aquat. Food Prod. Technol. , 10(2):85-99.

27-Ramirez-Suarez, J.C., Pacheco –Aguilar, R. and Mazorra-Manzano, M.A. 2000; Washing effects on gelling properties and color of monterey sardine (*Sardinops sagax caerulea*) minced flesh. J. Aquat. Food Prod. Technol, 9(2): 55-67.

28- Reppond, K.D., Babbitt, J.K., Berntsen , S. , and Tsuruta , M. 1995; Gel properties of surimi from Pacific herring. J. Food Sci., 60(4): 707-710 &714.

29- Shimizu, Y. Toyohara, H. and Lanier, T.C. 1992; Surimi production frome fatty and dark- fleshed fish species. pp.181-207. In: Surimi Techology. Eds., Lanier, T.C. and Lee, C.M., Marcel Dekker , Inc., New York.

30- Sikorski, Z.E. 1994; The myofibrillar proteins in seafoods., pp. 40-57. In: Sea food Proteins.Eds. Sikorski , Z.E., Pan, B. S. and Shahidi, F., Chapman & Hall , New York.

31- Suzuki, T., 1981; Fish and Krill Protein: Processing and Technology. App Sci. Publ., LTD, London, UK.