بررسی برخی از خصوصیات فیزیکو شیمیایی ژلاتین حاصل از پوست کوتر ماهی(Sphyraena jello)

علی طاهری[1*]

[1]دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

چکیده

در تحقیق حاضر ژلاتین نوع A از پوست کوتر ماهی (*Sphyraenajello*)استخراج گردید. بر این اساس سه پیش تیمار مختلف برای استخراج ژلاتین استفاده شد: در تیماراول پوست حاصله در محلول سود ۰/۱٪, اسید سولفوریک ۰/۱٪ و محلول ۰/۵٪ اسید سیتریک مغروق گشت (ژلاتین ۱). در تیمار دوم از محلول سود ۰/۲٪, اسید سولفوریک ۰/۲٪ و محلول ۱٪ اسید سیتریک (ژلاتین ۲) و در تیمار سوم محلول سود ۰/۴٪, اسید سولفوریک ۰/۴٪ و محلول ۲٪ اسید سیتریک استفاده شد (ژلاتین ۳).آنالیز تقریبی، بازیافت ژلاتین، دمای شروع تشکیل ژل و دمای ذوب ژلاتین های استحصالی به شیوه استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. بر این اساس ژلاتین نوع ۲ بهترین کارایی را با اختلاف معنی داری نسبت به ۲ ژلاتین دیگر نشان داد ($p<0/05$). این نوع ژلاتین بالاترین میزان پروتئین (۰/۱۷±۸۶/۲۳٪) و دمای تشکیل ژل (۱۴°C) و ذوب ژل (۱۷°C) را نشان داد. از این نوع ژلاتین می‌توان در برخی صنایع غذایی و دارویی استفاده نمود.

کلمات کلیدی: ژلاتین، کوتر ماهی، *Sphyraenajello*، پروتئین، ژل

* Corresponding author

E-mail address: taheri@cmu.ac.ir

مقدمه

ژلاتین پلی پپتیدی است که از هیدرولیز کلاژن بدست می‌آید و یکی از پرمصرف ترین مواد پروتئینیکلوئیدی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی و نظامی است (Martine *et al*., ۲۰۰۰). درصنایع غذایی از ژلاتین در تهیه مارمالادها، ژله ها، شیرینیجات، بستنی ها و غیره استفاده می‌شود که به آسانی در بدن جذب شده و به هضم سایر مواد غذایی از طریق تشکیل امولسیون با چربی ها و پروتئین ها کمک می‌نماید. همچنین ژلاتین به عنوان یک عامل شفاف کننده در نوشیدنی ها و آبمیوه جات و نیز در صنایع داروسازی برای تهیه کپسول های دارویی و قرص ها بکارمی‌رود (Gime´nez *et al*., ۲۰۰۵).

ژلاتین را می‌توان از منابع گوناگون کلاژن تولید کرد. استخوان گاو، پوست گاو و خوک منابع اصلی تجارتی هستند. عمده ژلاتین تجاری (٪۹۵) از پوست خوک، گاو و ماهیان عمق‌زی آب های سرد و ٪۵ باقیمانده از استخوان خوک و گاو منشأ می‌گیرد (chew *et al*., ۲۰۰۵). بر اساس مطالعات ژلاتین حاصل از پوست ماهی می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای جایگزینی پوست پستانداران در تولید ژلاتین باشد. اگر چه امروزه ژلاتین حاصل از بعضی ماهیان به صورت تجاری موجود می‌باشد اما کاربرد آن به خوبی گسترش نیافته است. پوست و استخوان ماهی به دلیل داشتن کلاژن می‌تواند منبعی برای تولید ژلاتین باشد. امروزه به دلیل بیماری قارچی گاوی (BSE) و حرام بودن خوک در کشور های مسلمان تحقیق برای یافتن منبعی جایگزین برای تولید ژلاتین مورد توجه قرار گرفته است و در دهه‌ی اخیر تمایل به استفاده از پوست و استخوان ماهی برای تولید ژلاتین بیشتر شده است.

اخیراً مطالعات گوناگونی بر روی ژلاتین پوست و استخوان ماهیان مختلف صورت گرفته است و مطالعات متعددی نیز در بررسی خواص عملکردی و فرآوری ژلاتین ماهی انجام شده و در آن نشان داده شده است که در شرایط مختلف پیش‌تیمار و استخراج، ژلاتین‌های مختلفی از ماهی با ویژگی‌های کیفی متفاوتی ایجاد می‌شود(Gudmundsson, ۲۰۰۲; Haug *et al*., ۲۰۰۴; Kolodziejska *et al*., ۲۰۰۴; Muyonga *et al*., ۲۰۰۴; Sadowska *et al*., ۲۰۰۳; Simon *et al*., ۲۰۰۲; Terao *et al*., ۲۰۰۳; Taheri et al., ۲۰۰۹). (آبرومند، ۱۳۶۸؛ علوی طلب و همکاران، ۱۳۸۵، شکوه صارمی،۱۳۸۵؛ شهیری و همکاران، ۱۳۸۷؛ طاهری و همکاران ، ۱۳۸۸). کیفیت ژلاتین وابسته به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن است که خود تحت تأثیر گونه ماهی و بافت مورد استفاده و همچنین شیوه استخراج قرار دارد(Johnston- Banks, ۱۹۹۰). تولید ژلاتین از هر گونه ماهی شرایط متفاوتی دارد و ژلاتین حاصله دارای خصوصیات رئولوژیکی و فیزیکو شیمیایی متفاوتی خواهد بود که برای هر کدام کاربرد متفاوتی بر اساس تقسیم بندی کاربردی ژلاتین متصور است(طاهری و همکاران،۱۳۸۸). لذا تحقیق بر روی تولید ژلاتین از هر گونه ماهی اقتصادی توجیه پذیر می‌نماید. کیفیت ژلاتین برای یک کاربرد خاص بستگی زیادی به خواص ژئولوژیکی و فیزیکی شیمیایی آن دارد(Gime´nez *et al*., ۲۰۰۵). برای بسیاری کاربردها ژلاتین باید دارای خصوصیات روان

سیالی خوبی باشد و از آنجا که گونه ماهی در این مهم نقش دارد خصوصیات ژلاتین از هر گونه ماهی باید مورد بررسی قرار گیرد(Taheri *etal*., ۲۰۰۹).

کوتر ماهی (*Sphyraenajello*) یا باراکودا از گونه های اقتصادی ایران می‌باشد که توانایی بالایی برای استفاده در صنایع فیله کنی را داراست و پوست و استخوان آن در این فرآوری جدا می‌گردد و میزان قابل توجهی ضایعات بر جا خواهد ماند. این پوست می‌تواند جهت تولید محصولات با ارزش افزوده چون ژلاتین به کار رود. بر این اساس در مطالعه حاضر به بررسی برخی از خصوصیات فیزیکو شیمیایی ژلاتین حاصل از پوست کوتر ماهی (*Sphyraenajello*) پرداخته شده است.

مواد و روش ها

مواد خام

کوتر ماهی (*Sphyraenajello*) به صورت صید تازه از بازار روز بندر عباس خریداری گردید و پوست کنی و فلس‌گیری شد و تا زمان مصرف در ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. متوسط طول ماهیان مورد استفاده ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر بود.

استخراج ژلاتین

ژلاتین پوست بر اساس روش Gudmundsson and Hafsteinsson, ۱۹۹۷ و (Gime´nez *et al*., ۲۰۰۵) استخراج شد. پوست منجمد یک شب در یخچال ۴ درجه سانتیگراد یخ زدایی و با آب شسته و آبگیری شد. مواد حاصله در محلول نمک۰/۸ نرمال در دمای ۴ درجه سانتیگراد تیمار و شستشو گردید. از سه پیش تیمار مختلف برای استخراج ژلاتین استفاده شد: در تیمار اول پوست حاصله در محلول سود ۰/۱٪ به مدت ۴۰ دقیقه، اسید سولفوریک ۰/۱٪ به مدت ۴۰ دقیقه و محلول ۰/۵٪ اسید سیتریک به مدت ۴۰ دقیقه مغروق گشت (ژلاتین ۱). در تیمار دوم از محلول سود ۰/۲٪ به مدت ۴۰ دقیقه, اسید سولفوریک ۰/۲٪ به مدت ۴۰ دقیقه و محلول ۱٪ اسید سیتریک به مدت ۴۰ دقیقه (ژلاتین ۲) و در تیمار سوم محلول سود ۰/۴٪ به مدت ۴۰ دقیقه, اسید سولفوریک ۰/۴٪ به مدت ۴۰ دقیقه و محلول ۲٪ اسید سیتریک به مدت ۴۰ دقیقه استفاده شد(ژلاتین ۳). بعد از هر بار مغروق سازی پوست ها با آب جاری شسته شد تا زمانی که pH به ۷ برسد. هر مغروق سازی و شستشو ۳ بار تکرار گردید که برای هر کدام مجموعاً ۲ ساعت به طول انجامید. نسبت پوست به محلول شستشو (بر اساس وزن تر) ۱ به ۷ بود. در انتها پوست ها با آب مقطر شستشو شدند تا مواد باقی مانده برطرف گردد. استخراج نهایی در آب مقطر و دمای کنترل شده بین ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد برای ۱۲ ساعت انجام شد. نسبت وزن پوست به آب مقطر ۱ به ۳ بود. محلول شفاف استخراج شده توسط قیف بوخنر و کاغذ صافی MN شماره ۱ فیلترگردید. محلول حاصله در یک روتاری

اواپوراتور تغلیظ شد و در نهایت توسط فریز درایر خشک گردید. ماده جامد حاصله پودر و در کیسه های پلی اتیلنی خشک زیپ دار نگه داری شد.

آنالیز تقریبی ژلاتین و مواد اولیه

آنالیز تقریبی بر اساس روش استاندارد انجام گردید (AOAC ، ۱۹۹۵). آنالیز چربی به روش Bligh و Dyer (۱۹۵۹) انجام گردید. جهت آنالیز محتوی پروتئین از روش برادفورد (۱۹۷۶) برای پروتئین محلول و روش ماکروکلدال برای مواد جامد استفاده شد و بر این اساس میزان بازیابی پروتئین سنجش شد.

تعیین دمای شروع تشکیل ژل

دمای شروع تشکیل ژل بدین صورت تعیین شد که محلول ۱۰٪ ژلاتین در یک لوله آزمایش با دیواره نازک (۱۲ میلی متر * ۷۵ میلی متر) تهیه گردید. جهت تهیه محلول، ۱۰ گرم پودر ژلاتین در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته و پس از هم زدن به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق ثابت نگه داشته شد تا ژلاتین آب جذب کند. محلول سپس به حمام آبی ۴۲ درجه سانتی گراد منتقل گردید و ۳۰ دقیقه آرام به هم زده شد. نمونه مجدد به حمام آبی ۴۰ درجه منتقل گردید و با افزودن آب سرد ۲ درجه سانتیگراد به حمام در فواصل ۱۵ ثانیه‌ای سرد شد. یک دماسنج حساس درون نمونه گذارده و در فواصل ۱۵ ثانیه‌ای بیرون کشیده شد. دمایی که در آن محلول ژلاتین از نوک دماسنج نمی‌چکید به عنوان دمای شروع تشکیل ژل ثبت گردید.

تعیین نقطه ذوب ژلاتین

محلول ۶/۶۷ ٪ ژلاتین به شیوه توضیحی برای تعیین دمای شروع تشکیل ژل تهیه و در لوله های آزمایش درب دار (۱۲ میلی متر * ۷۵ میلی متر) ریخته شد؛ به صورتی که لوله تا نزدیک انتها پر گردید و یک فضای اندک در انتهای لوله خالی باقی ماند. درب لوله ها بسته و برای ۱۶ تا ۱۸ ساعت در دمای ۷ درجه سانتیگراد نگهداری شد. سپس به یک حمام آبی ۱۰ درجه سانتی گراد منتقل شد و به صورت وارونه قرار گرفت تا محفظه خالی در سمت کف حمام قرار گیرد. حمام با فواصل یک دقیقه ای به میزان ۱ درجه در هر دقیقه با اضافه کردن آب ۴۵ درجه سانتیگراد گرم شد. دمایی که در آن ژل ذوب گردید به صورتی که حباب هوای کف لوله آزمایش شروع به بالا آمدن کرد به عنوان دمای ذوب ژلاتین ثبت شد (JSA, ۱۹۹۶).

آنالیز آماری داده ها

جهت آنالیز آماری از نرم افزار SPSS استفاده گردید. بررسی نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف انجام شد. جهت بررسی داده ها از آنالیز واریانس یک طرفه one way ANOVA و جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

آنچنان که از جدول ۱ بر می‌آید میزان چربی در پوست کوتر ماهی (*Sphyraena jello*) اختلاف معنی داری با سه نوع ژلاتین استخراجی از این پوست را داراست ($p<۰/۰۵$). بر این اساس می‌توان گفت روند استخراج ژلاتین توانایی بالایی در کاهش چربی و چربی زدایی از پوست داشته است که میزان چربی در ژلاتین استخراج شده نهایی بسیار کم شده اما ژلاتین ۱ میزان چربی بیشتری نسبت به دو نوع ژلاتین دیگر نشان داد که شاید به این دلیل باشد که میزان غلظت مواد مورد استفاده در پیش تیمار استخراج در کمترین حد بوده و قلیا و اسید به کار رفته کمتر از حد بهینه برای چربی زدایی بیشتر بوده است. میزان پروتئین در ژلاتین ۲ و ۳ بیشترین مقدار بود و اختلاف معنی داری با ژلاتین ۱ و پوست خام داشت ($p<۰/۰۵$). بر این اساس می‌توان عنوان نمود که میزان بالاتر اسید و قلیای مورد استفاده در پیش تیمار استخراج کارایی بالاتری از استخراج را ایجاد نموده است. این مسئله در مورد رطوبت نیز صادق بود که ژلاتین های با بالاترین میزان پروتئین کمترین میزان رطوبت را نشان دادند ($p<۰/۰۵$). می‌توان عنوان نمود که میزان بالاتر چربی در ژلاتین ۱ که اختلاف معنی داری با ژلاتین ۲ و ۳ دارد در خشک کردن محلول ژلاتین اختلال ایجاد می‌نماید و میزان رطوبت در این محصول بالاتر خواهد بود اما خاکستر در ژلاتین های استحصالی اختلاف معنی داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$) که نشان می‌دهد پیش تیمار اولیه با حذف رطوبت و چربی غلظت خاکستر را در محتوای کل بالا برده است. در نهایت از جدول ۱ به دست می-آید که بازیافت پروتئین در هر سه ژلاتین استحصالی قابل قبول بوده و در ژلاتین ۲ بالاترین میزان بازیافت پروتئین را شاهد هستیم که نشان از بهینه بودن شرایط پیش تیمار مورد استفاده در تولید این نوع ژلاتین را می‌دهد. بر اساس تحقیق Arnesen و Gildberg در سال ۲۰۰۷ و طاهری و همکاران در سال ۱۳۸۸، گزارش بازده استحصال ژلاتین بر اساس وزن تر مواد اولیه اگر چه معمول است اما قابل تأکید نیست زیرا محتوای آب مواد اولیه به علت تیمار های مختلف اعمال شده بر روی مواد اولیه ممکن است متفاوت باشد. بنابراین بازده ژلاتین باید بر اساس نسبت میزان ژلاتین خشک استحصالی به وزن ماده خشک اولیه گزارش شود. در نتیجه می توان به دیدی بهتر و قابل تاکید در مورد ژلاتین حاصله از مواد کلاژنه ماهیان رسید. در این تحقیق بازده ژلاتین بر اساس وزن خشک محاسبه گردید.

جدول۱- آنالیز تقریبی مواد اولیه و ژلاتین حاصل از آن

	چربی	پروتئین	رطوبت	خاکستر	بازیافت پروتئین
پوست کوتر ماهی	[a]۲/۹±۰/۵۶	[d]۲۰/۱۵±۲/۱	[a]۶۶/۳۴±۳/۲	[b]۲/۱±۰/۲۳	----------
ژلاتین ۱	[b]۰/۰۶±۰/۰۲	[c]۷۹/۴۳±۰/۲۳	[b]۱۱/۱±۰/۹	[a]۲/۹±۰/۲۳	[c]۳۹/۶۷±۱/۱۹
ژلاتین ۲	[c]۰/۰۴±۰/۰۲	[a]۸۶/۲۳±۰/۱۷	[c]۸/۴±۱/۲	[a]۲/۷±۰/۱۲	[a]۴۵/۱۲±۲/۱
ژلاتین۳	[c]۰/۰۳±۰/۰۱	[ab]۸۴/۱۲±۰/۱۲	[c]۹/۴±۰/۶	[a]۲/۸±۰/۳۳	[b]۴۳/۲۳±۱/۸

جدول ۲ دمای شروع تشکیل ژل و نقطه ذوب سه ژلاتین استحصالی در این مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که از جدول بر می‌آید ژلاتین های استحصالی دمای شروع تشکیل ژل و نقطه ذوب پایینی را دارا هستند. خصوصیات کاربردی ژلاتین بر اساس محتوای آمینو اسیدهای ژلاتین و بالاخص ایمینو اسیدها (اسید های آمینه پرولین و هیدروکسی پرولین), نوع گونه ماهی، شرایط استخراج و نوع استخراج متفاوت است(Montero &Goméz-Guillén, ۲۰۰۰ ; Sarabia *et al*., ۲۰۰۰). پایداری ساختار مارپیچی در ساختمان ژل ژلاتین وابسته به محتوی کل ایمینو اسیدهای پیرولیدین است که در واقع نواحی غنی از پیرولین و هیدروکسی پیرولین است که هسته های اولیه تشکیل ژل هستند(Ledward, ۱۹۸۶). عقیده بر این است که هیدروکسی پرولین به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی از طریق گروه های هیدروکسیل نقش اساسی را در پایداری مارپیچ سه گانه کلاژن ایفا می‌کند(Burjandze, ۱۹۷۹; Ledward, ۱۹۸۶). در سال ۱۹۹۰، Johnston-Banks گزارش نمود که ایمینو اسید ها عامل اصلی سفتی کلاژن است و محدودیت محتوی ایمینو اسید ها از قدرت و پایداری ساختار مارپیچ سه تایی کم می‌کند و ممکن است بر خصوصیات کاربردی ژلاتین تأثیر داشته باشد. مهمترین تفاوت بین ژلاتین پستانداران و ماهی دمای پایین تر ذوب و تشکیل ژل در ژلاتین ماهی است. اما ویسکوزیته ژلاتین ماهی از ژلاتین پستانداران بالاتر است (Leuenberger, ۱۹۹۱). برای بسیاری از کاربردها ژلاتین با خصوصیات رئولوژیکی خوب مورد نیاز است و ژلاتین ماهی به دلیل داشتن محتوای کمتر ایمینو اسیدها (پرولین و هیدروکسی پرولین) که مسئول تشکیل پیوندهای هیدروژنی با مولکول های آب است از خصوصیات ژئولوژیکی ضعیف تری برخوردار است. اما باید گفت که ژلاتین نوع ۲ در این تحقیق کیفیت بالاتری نسبت به دو ژلاتین دیگر از خود نشان می‌دهد که نشان از کارایی بالاتر پیش تیمار آن داد.

جدول۲- دمای تشکیل ژل و نقطه ذوب ژلاتین (درجه سانتی گراد)

	دمای شروع تشکیل ژل	نقطه ذوب ژلاتین
ژلاتین ۱	۱۳	۱۶
ژلاتین ۲	۱۴	۱۷
ژلاتین۳	۱۳	۱۶

در مقایسه ژلاتین های پوست کوتر ماهی (*Sphyraena jello*) با جدول استاندارد GMIA برای ژلاتین های خوراکی قلیایی جهت استفاده در صنایع دارویی و تولید کپسول های ژلاتین قلیایی مشاهده گردید که ژلاتین۲ و ۳ دارای خصوصیات منطبق بر استاندارد چنین کپسول هایی است اما ژلاتین ۱ به دلیل دارا بودن میزان پروتئین کمتر از ۸۴٪ از این قابلیت برخوردار نیست. همچنین از این ژلاتین ها می توان در تولید فرآورده های غذایی که باید در یخچال نگهداری شود، استفاده نمود چرا که در دمای یخچال حالت منجمد دارد. نویسنده این مقاله انجام تحقیقی بر روی بهینه سازی شرایط تولید ژلاتین پوست کوتر ماهی (*Sphyraenajello*) با استفاده از روش پاسخ سطحی را ضروری می‌داند.

منابع

آبرومند، ع، (۱۳۶۸)، تهیه ژلاتین از ضایعات شیلات،پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس،۲۵۰صفحه.

شکوه صارمی، ا. مرتضوی، ع. اسماعیل زاده کناری, ر. معتمدزادگان, ع، (۱۳۸۵)، بررسی راندمان استخراج و قدرت ژل ژلاتین پوست ماهی فیتوفاک، سومین سمینار امنیت غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سواد کوه.

شهیری طبرستانی، ه. مقصودلو، ع . معتمد زادگان، ع. صادقی ماهونک , ع، (۱۳۸۷)، بهینه سازی شرایط پیش فرآوری تولید ژلاتین از پوست ماهی قزل آلای رنگین کمان، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

طاهری، ع. عابدیان،ع. بهنام، ش، (۱۳۸۸)، شناسایی اجزای تشکیل دهنده ژلاتین حاصل از پوست و استخوان کاریچون ماهی(Saurida tumbil)، مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۸، شماره۴، صفحات ۱۲۵-۱۳۷.

علوی طلب, ه. توکلی پور, ح. غرقی, ا، (۱۳۸۵)، بررسی و مقایسه کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی پوست و باله کپور فیتوفاگ با منابع دیگر، مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۲ صفحات ۵۰ -۵۷.

Biomaterials Science,Polymer Edn, Vol. ۱۴, PP. ۱۱۹۷-۱۲۰۸.

AOAC, (۲۰۰۴) Official Methods of Analysis of AOAC International, ۱۸th ed. Arlington,
VA, USA.

Burjandze, T.V. (۱۹۷۹) Hydroxy-proline Content and Location in Relation to Collagen Thermal Stability. *Biopolymers*. Vol. ۱۸, pp.۹۳۱-۹۳۶.

Bradford, M.M. (۱۹۷۶)A Rapid and Sensitive Method for Quantification of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*. Vol. ۷۲, pp.۲۴۸–۲۵۴.

Bligh, E.G., and Dyer, W.J. (۱۹۵۹) A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, Vol. *۳۷*, No. *۸*, pp. ۹۱۱–۹۱۷.

Gudmundsson, M. (۲۰۰۲) Rheological Properties of Fish Gelatines. *Journal of Food Science*. Vol.۶۷, PP. ۲۱۷۲-۲۱۷۶.

Goméz-Guillén, M.C.; Turnay, T.F. ; Fernandez-Diaz, M.D. ; Ulmo, N. ; Lizarbe, M. A. and Montero, P. (۲۰۰۲)Structural and Physical Properties of Gelatine Extracted from Different Marine Species: A Comparative Study. *Food Hydrocolloids*. Vol.۱۶, pp.۲۵-۳۴.

Gudmundsson, M. and Hafsteinsson, H. (۱۹۹۷) Gelatine from Cod Skins as Affected by Chemical Treatments. *Journal of Food Science*. Vol. ۵۲, pp.۳۷-۳۹.

Giménez, B. ; Goméz-Guillén, M.C. and Montero, P. (۲۰۰۵)Storage of Dried Fish Skins on Quality Characteristics of Extracted Gelatine. *Food Hydrocolloids*. Vol. ۱۹, PP. ۹۵۸-۹۶۳.

Haug, I.J. ; Draget, K.I. and Smidsrød, O. (۲۰۰۴)Physical and Rheological Properties of Fish Gelatine Compared to Mammalian Gelatine. *Food Hydrocolloids*. Vol. ۱۸, pp. ۲۰۳-۲۱۳.

Johnston-Banks, F.A. (۱۹۹۰)*Gelatine. In: Harris, P. (Ed.), Food Gels*. Elsevier Applied Science, London. pp.۲۳۳-۲۸۹.

JSA (Japanese Standard Association). (۱۹۹۶). Japanese Industrial Standard Animal Glues and Gelatins. JIS K ۶۵۰۳, Japan.

Kolodziejska, I. ; Kaczorowski, K. ; Piotrowska, B. and Sadowska, M. (۲۰۰۴) Modification of the Properties of Gelatine from Skins of Baltic Cod (*Gadus morhua*) with Transglutaminase. *Food Chemistry*. Vol. ۸۶, pp.۲۰۳-۲۰۹.

Ledward, D.A. (۱۹۸۶) Gelation of Gelatine. In J. R. Mitchell, D A. Ledward (Eds.), Functional Properties of Food Macromolecules. Elsevier Applied Science, London, pp: ۱۷۱-۲۰۱.

Leuenberger, B.H. (۱۹۹۱) Investigation of Viscosity and Gelation Properties of Different Mammalian and Fish Gelatins, *Food Hydrocolloids*, Vol. ۵, pp. ۳۵۳-۳۶۱.

Montero, P., and Goméz-Guillén, M. C. (۲۰۰۰) Extraction Condition for Megrim (*Lepidorhombus boscii*) Skin Collagen Affect Functional Properties of the Resulting Collagen, *Journal of Food Science*, Vol. ۶۵(۲), PP. ۱-۵.

Muyonga, J.H. ; Cole, C.G.B. and Duodu, K.G. (۲۰۰۴) Extraction and Physico-Chemical Characterisation of Nile Perch (*Lates niloticus*) Skin and Bone Gelatine, *Food Hydrocolloids*, Vol. ۱۸, PP. ۵۸۱-۵۹۲.

Sadowska, M. ; Kolodziejska, I. and Niecikowska, C. (۲۰۰۳) Isolation of Collagen from the Skins of Baltic Cod (*Gadus morhua*). *Food Chemistry*, Vol. ۸۱, PP. ۲۵۷-۲۶۲.

Sarabia, A. I., Gómez-Guillén,M.C. and Montero,P.(۲۰۰۰) The Effect of Added Salts on the Viscoelastic Properties of Fish Skin Gelatin, *Food chemistry*, Vol. ۷۰, pp. ۷۱-۷۶.

Simon, A. ; Vandanjon, L. ; Levesque, G. and Bourseau, P. (۲۰۰۲)Concentration and Desalination of Fish Gelatine by Ultrafiltration and Continuous Diafiltration Processes, *Desalination*, Vol. ۱۴۴, PP. ۳۱۳-۳۱۸.

Taheri A., Abedian Kenari A.M., Gildberg A., and Behnam S. (۲۰۰۹) Extraction and Physico-Chemical Characterisation of Greater Lizard Fish (*Saurida tumbil*) Skin and Bone Gelatin, *Journal of Food Science*, Vol. ۷۴(۳), pp. ۱۶۰-۱۶۵.

Terao, K. ; Nagasawa, N. ; Nishida, H.; Furusawa, K.; Mori, Y. ; Yoshii, F. and Dobashi, T. (۲۰۰۳) Reagent-Free Cross Linking of Aqueous Gelatine: Manufacture and Characteristics of Gelatine Irradiated with Gamma Ray and Electron Beam, *Journal of Biomaterials Science*, Polymer Edn, Vol. ۱٤, PP. ۱۱۹۷-۱۲۰۸.