نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۱ شماره ۴/ سال ۱۳۹۰

تغییرات ایجاد شده در عملکرد پروتئین فیله ماهی قره برون (*Acipenser persicus*) طی فرآیندهای عمل آوری

حکیمه جنت علیپور[۱*]، بهاره شعبانپور[۲] و علیرضا صادقی ماهونک[۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

۱- کارشناس ارشد شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
*مسئول مکاتبه: Email: hakime_alipour@yahoo.com

چکیده:
به منظور بررسی یکسری از شاخص‌های کیفی پروتئین فیله تاس ماهی ایرانی طی فرآیندهای عمل آوری تغییرات فاکتورهای پروتئین، حلالیت پروتئین و گروه سولفیدریل پس از پخت- انجمادزدائی و پخت مجدد سنجیده شد. میزان پروتئین فیله خام تاس ماهی ایرانی ٪ ۲۰/۶۹ بود که نشان دهنده اهمیت مصرف پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی افراد است. فرآیند کبابی کردن افزایش معنی داری در درصد پروتئین فیله‌ها ایجاد نمود ($P<0/05$). انجمادزدائی فیله‌ها در یخچال و همین طور کبابی کردن آنها پس از انجمادزدائی کاهش بیشتری در درصد پروتئین فیله‌ها نسبت به انجمادزدائی در مایکروویو به دنبال داشت. بیشترین تغییرات حلالیت پروتئین فیله ها پس از فرآیند پخت مشاهده شد بطوریکه میزان آن پس از کبابی کردن کاهش یافت ($P<0/05$) اما در هیچکدام از تیمارها (انجمادزدائی و سپس پخت)، جز در بعضی از پی اچ ها اثر محسوسی در میزان حلالیت پروتئین دیده نشد. تمام تیمارهای اعمال شده موجب کاهش در میزان گروه سولفیدریل گردیدند. نتایج این تحقیق نشان داد که انجمادزدائی و متعاقب آن کبابی کردن باعث کاهش در کیفیت پروتئین تاس ماهی ایرانی می گردد اما در اغلب موارد این تغییرات معنی دار نمی‌باشند و در این بین بیشترین تغییرات به واسطه فرآیند پخت به وقوع می پیوندد.

واژه های کلیدی: انجماد، انجمادزدائی، پروتئین، تاس ماهی ایرانی، کبابی کردن

Changes in protein function of Persian sturgeon *(Acipenser persicus)* fillet during processing

H Jannat Alipour[1*], B Shabanpoor[2] and A Sadeghi Mahoonak[3]

Received: August 24, 2010 Accepted: December 21,2011
[1]MSc of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2]Associate professor, Department of fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food science and technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*]Corresponding author: E-mail: hakime_alipour@yahoo.com

Abstract
In order to study some protein quality indicators of Persian sturgeon fillet during processing, changes in protein, protein solubility and sulfhydryl group (SH) were investigated after cooking-thawing and reheating treatments. Protein content in raw fillet of Persian sturgeon was 20.69% that shows the importance of animal proteins consumption in dietary. Grilling caused significant increase in protein percentage of fillets ($p<0.05$). Thawing in microwave and also grilling of fillets after thawing resulted in more decrease in protein content than refrigerator thawing. The most changes in protein solubility were observed after cooking as it decreased after grilling ($P<0.05$) but none of thawing methods and subsequent cooking had significant effect on protein solubility, except in several pHs. All processing methods decreased the –SH group. Results of this study showed that thawing and subsequent grilling result in decrease in Persian sturgeon protein quality but in many cases these changes are not significant and among these, most changes occur due to cooking process.

Key words: Freezing-thawing, Grilling, Persian sturgeon, Protein

مقدمه

قره برون یا تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) یکی از مهم ترین گونه های ماهیان خاویاری در ایران است که از دیرباز به عنوان منبعی ارزشمند از گوشت و خاویار شناخته شده است (برادران نویری ۱۳۸۰). با توجه به کاهش ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری، پرورش مصنوعی و عمل آوری ماهیان خاویاری در کشورهایی نظیر آلمان، فرانسه و روسیه و ... بسرعت در حال پیشرفت می باشد. در کشور ما نیز به دلایل اقلیمی و بخصوص در استانهای شمالی بستر مناسبی برای پرورش و عمل آوری ماهیان خاویاری فراهم است و پرورش این ماهیان با هدف تولید گوشت در کنار استحصال خاویار در حال انجام می باشد (زارع گشتی ۱۳۸٤).

اگرچه تأثیرات سودمند ماهی به ترکیبات اسید چرب آن نسبت داده می‌شود، مطالعات بسیاری نیز بیانگر نقش پروتئین ماهی در این زمینه است (گارسیا آریاس و همکاران ۲۰۰۳). در بسیاری از کشورها، غذاهای دریایی به عنوان منبع اصلی پروتئین حیوانی در جیره غذایی مردم در نظر گرفته می شوند و بخش اعظم اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز برای افزایش ارزش تغذیه ای را فراهم می نمایند. پروتئین ها چه از نظر کاربردی و چه از نظر تغذیه ای جزء ترکیبات اصلی غذایی می باشند و برای رشد و بقاء ضروری هستند. علاوه بر این بسیاری از جیره های پروتئینی خصوصیات بیولوژیکی

خاصی را فراهم می کنند که موجب می شود آنها بصورت ترکیبات بالقوه در افزایش سلامتی غذا عمل کنند (ونوگوپال ۲۰۰۹).

عمل آوری غذا شامل تیمارهای فیزیکوشیمیایی و حرارتی است که بر خصوصیات تغذیه ای و کاربردی پروتئینها اثرگذارند. اکثر پروتئین های طبیعی غذاهای تازه یکسری خصوصیات کاربردی را نشان می‌دهند که از اختصاصات غذا می‌باشد در حالی که فرآوری های شدید بر خاصیت کاربردی آنها اثر گذار هستند. از جمله فاکتورهای موثر بر این خصوصیات می‌توان سرما، خشک کردن، انجماد، حرارت، فشار بالا و اتمسفر اصلاح شده را نام برد (ونوگوپال ۲۰۰۹). حرارت دهی و انجماد مواد غذایی تاثیر عمیقی روی کیفیت و ارزش تغذیه ای محصول نهایی می‌گذارند. بسیاری از اثرات حرارتی در نتیجه دناتوره شدن پروتئین هاست. از طرفی تغییرات ایجاد شده توسط حرارت بر بسیاری از خواص کاربردی پروتئین ها نیز تأثیر گذار است (نیامنوی ۲۰۰۸). اکثر پروتئین ها به تغییرات کیفی و کمی ایجاد شده در طول عمل آوری حساس هستند به طوریکه کاهش در حلالیت پروتئین های حساس به گرما به عنوان شاخص زمان و درجه حرارت مورد استفاده در عمل آوری حرارتی غذاهای مختلف به کار می‌روند. ماهی معمولا قبل از عمل آوری نهایی و پخت، منجمد می شود. از آنجا که سیستم های انجماد- انجمادزدائی- پخت از روشهای معمول و متعارف در استفاده از اغلب فرآورده های منجمد می‌باشند و با توجه به جایگاه پروتئین ها در رژیم غذایی افراد در این تحقیق سعی شده است تغییرات کیفیت پروتئین ماهی قره برون که از مهمترین گونه های دریای خزر بوده و فیله های آن از بازار پسندی بسیار خوبی برخوردارند در طول این فرآیندها مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

ماهی قره برون با طول کل ۱۷۵ سانتی متر و وزن ۲۸ کیلوگرم بصورت شکم خالی (مدهوش نمودن ماهی و تخلیه خاویار و محتویات شکمی از آن) در آبان ماه سال ۱۳۸۷ از منطقه میان قلعه واقع در بخش جنوبی دریای خزر- استان گلستان توسط صیادان محلی با استفاده از صید پره صید گردید. ماهی سپس در یخ به نسبت ۲ به ۱ و در حالیکه جمود نعشی آن طی نشده بود سریعا در کمتر از ۱ ساعت به آزمایشگاه شیمی دانشگاه علوم کشاورزی و منبع طبیعی گرگان انتقال داده شد. سرزنی، تخلیه شکمی و شستشو شد و در آزمایشگاه و با رعایت شرایط بهداشتی فیله شد. فیله ها به طور تصادفی به ٦ گروه تقسیم بندی گردیدند.

یک گروه به صورت خام و به عنوان گروه شاهد نگهداری شد. گروه دیگر کباب گردید. ٤ گروه دیگر بسته بندی و به مدت ٤ ماه در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری گردیدند. پس از طی این زمان، ۲ گروه در دمای ٤ درجه سانتیگراد در یخچال در طول ۱۲ ساعت انجمادزدایی شدند: یکی از آنها به صورت خام آنالیز - گردید و دیگری کباب شد. ۲ گروه باقیمانده درون مایکروویو انجمادزدایی گردیدند که یکی از آنها به صورت خام و دیگری پس از کباب شدن مورد آنالیز قرار گرفت. نمونه ها پس از خرد کردن و همگن شدن در یک دستگاه مخلوط کن برقی به منظور مقایسه کیفیت مورد آزمایش قرار گرفتند.

فیله ها توسط یک دستگاه کباب پز برقی (Bq100، Delongi، آلمان) به مدت ۳۰ دقیقه در فرکانس ٦۰-٥۰ هرتز کباب گردیدند. انجمادزدائی فیله ها نیز با استفاده از یک دستگاه مایکروویو (NN-SN667W، Panasonic، آمریکا) مجهز به چرخه دیفراست طی ٥ دقیقه انجام پذیرفت.

اندازه‌گیری پروتئین

پروتئین به روش کجلدال و با استفاده از ضریب تبدیل ٦/۲٥ اندازه گیری شد (AOAC ۲۰۰٥).

حلالیت پروتئین و محاسبه نقطه ایزوالکتریک

میزان حلالیت پروتئین بـه روش لـی و همکـاران (۱۹۹۲) در پی اچ های ۱۲-۱ با استفاده از رابطه زیـر در هـر پـی اچ محاسبه گردید. نقطه ایزوالکتریک نیز بر اساس پـی اچ دارای کـم تـرین درصـد حلالیـت پـروتئین در هـر تیمـار مشخص گردید.

$$\text{درصد حلالیت پروتئین} = \frac{\text{پروتئین موجود در سوپرناتانت}}{\text{پروتئین کل}} \times ۱۰۰$$

تعیین گروه سولفیدریل

مقدار گروه سولفیدریل با استفاده از ۵ و '۵ دی تیو بیس ۲- نیترو بنزوئیک اسید و بر اساس روش المـان (۱۹۵۹) و با اندکی تغییرات توسـط بنجـاکول و همکـاران (۱۹۹۷) تعیین گردید.

آنالیز آماری

تجزیه وتحلیـل داده هـا بـا اسـتفاده از بسـته نـرم افـزار SAS و در قالب طرح کاملا تصـادفی بـا ۳ تکـرار انجـام شد. کنترل معنی داربودن توسط آنالیزواریـانس یکطرفـه و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. جهت انجـام مقایسـات میـانگین ازآزمـون LSD درسـطح(α=۰/۰۵) اسـتفاده گردید.

نتایج

پروتئین

درصد پروتئین فیله ماهی قره برون پس از فرآیند کبـابی کردن به میزان قابل توجهی افزایش یافت و اختلاف معنی داری را بـا پـروتئین مـاهی خـام نشـان داد ($P<۰/۰۵$) (جدول ۱). انجمـادزدایی نمونـه هـا در یخچـال و سـپس کبـابی کـردن آنهـا تغییـرات محسوسـی را در درصـد پروتئین نسبت به تیمار کباب شده قبـل از انجمـاد ایجـاد نکرد اما روند آن کاهشی بود. این در حالی بود کـه پـس از انجمادزدایی فیله ها در ماکروویو و سپس پخـت آنهـا (کبابی کردن)، درصد پروتئین بطور معنی داری افـزایش یافــت بطوریکــه اخــتلاف معنــی داری بــین دو روش انجمادزدایی در میزان پروتئین تیمار کباب شده مشـاهده شد (شکل ۱).

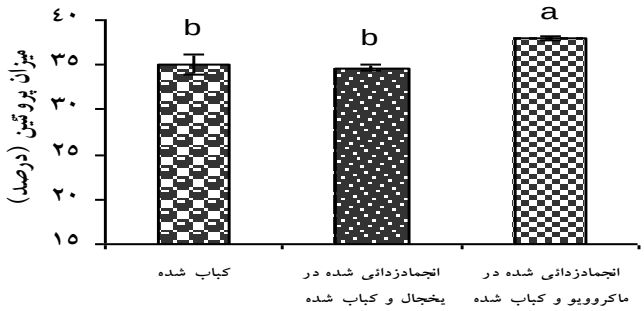
درصد پروتئین تیمار خام پس از روشـهای انجمـادزدایی تغییرات معنی داری را نشان داد و میزان آن پـس از هـر ، روش انجمـادزدایی کـاهش یافـت کـه ایـن کـاهش در ـیمار انجمـادزدایی شـده در یخچـال مشـهودتر بـود امـا اختلاف معنی داری بین دو روش انجمادزدایی در میـزان پروتئین مشاهده نگردید (شکل ۲).

جدول۱- اثرات انجماد، انجمادزدائی در یخچال یا مایکروویو و متعاقب آن کبابی کردن بر یکسری از شاخص‌های کیفی پروتئین فیله ماهی قره برون

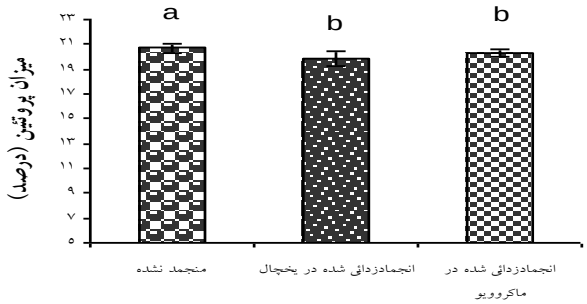
تیمار	پروتئین (٪)	گروه سولفیدریل (مول بر $۱۰^{۵}$ گرم پروتئین)
منجمد نشده	**خام**	**کباب شده**
	$۲۰/۶۹±۰/۳۸^{bA}$	$۶/۱۱±۰/۵۰^{aA}$
	$۳۵/۰۸±۱/۱۵^{aB}$	$۰/۸±۰/۱۰^{bA}$
منجمد و انجمادزدائی شده دریخچال	**خام**	**کباب شده**
	$۱۹/۸۰±۰/۶۰^{bB}$	$۴/۷۴±۰/۰۳^{aB}$
	$۳۴/۷۰±۰/۳۰^{aB}$	$۰/۶±۰/۱۴^{bA}$
منجمد و انجمادزدائی شده در مایکروویو	**خام**	**کباب شده**
	$۲۰/۳۱±۰/۲۴^{bB}$	$۵/۳۸±۰/۲۳^{aB}$
	$۳۸/۰۲±۰/۰۶^{aA}$	$۰/۴۲±۰/۰۴^{bA}$

(aوb) میانگین های دارای حروف کوچک در هر ستون نشان دهنده ی وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در روش‌های انجمادزدائی یکسان می‌باشند ($p<۰/۰۵$).

(AوB) میانگین‌های دارای حروف بزرگ در ستون‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین روش‌های انجمادزدائی در روش پخت یکسان می‌باشد ($p<۰/۰۵$).



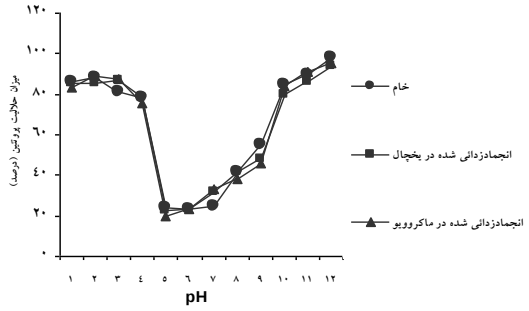
شکل۱- تغییرات میانگین درصد پروتئین تیمارهای کباب شده ماهی قره برون پس از انجمادزدائی.



شکل۲- تغییرات میانگین درصد پروتئین تیمارهای خام ماهی قره برون پس از انجمادزدائی.

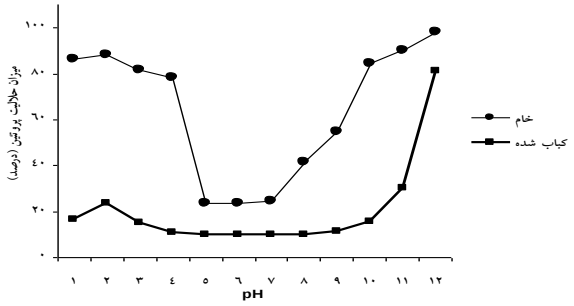
حلالیت پروتئین

نمونه های خام ماهی قره برون حلالیت پروتئین بالایی را نشان دادند و بیشترین میزان حلالیت در اطراف پی اچ های اسیدی و قلیایی مشاهده شد. مقایسه میزان حلالیت پروتئین تیمار خام پس از انجمادزدائی در یخچال و ماکروویو جز در پی اچ های ۳، ۷، ۵ و ٦ تفاوت معنی داری را نشان نداد (شکل۳).

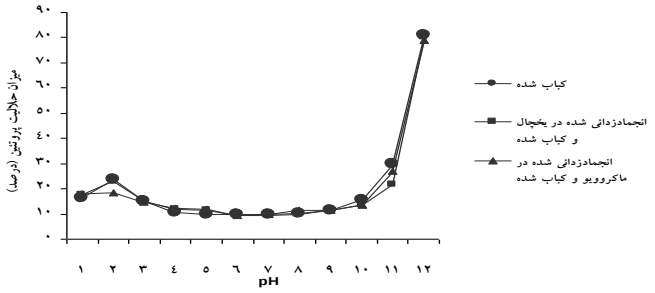


شکل۳- تغییرات میزان حلالیت پروتئین تیمارهای خام ماهی قره برون در پی اچ های مختلف تحت روش های مختلف انجمادزائی

فرآیند کبابی کردن منجر به کاهش قابل توجهی در میزان حلالیت پروتئین گردید ($P<0/05$) و تنها در پی اچ ۱۲ اختلاف معنی داری بین میزان حلالیت پروتئین تیمار خام با تیمار کباب شده مشاهده نگردید (شکل٤). در مقایسه بین حلالیت پروتئین تیمارهای کباب شده اختلاف معنی داری بین تیمارها قبل و بعد از انجماد و انجمادزدائی در اکثر پی اچ ها مشاهده نگردید. بیشترین میزان حلالیت در پی اچ های اسیدی و قلیایی مشاهده شد که در پی اچ قلیایی، این افزایش بسیار بیشتر بود (شکل۵).



شکل۴- تغییرات میزان حلالیت پروتئین تیمارهای خام و کباب شده ماهی قره برون در پی اچ های مختلف.

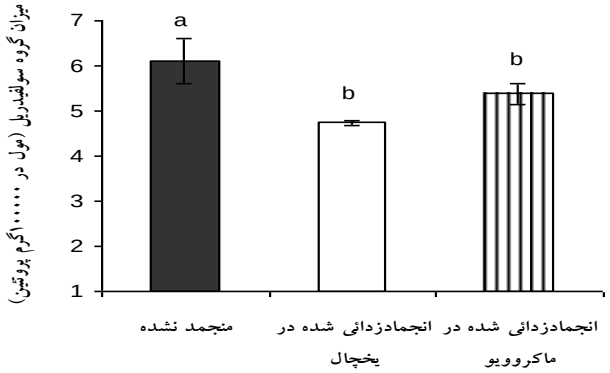


شکل۵- تغییرات میزان حلالیت پروتئین تیمارهای کباب شده ماهی قره برون در پی اچ های مختلف تحت روش های مختلف انجمادزائی.

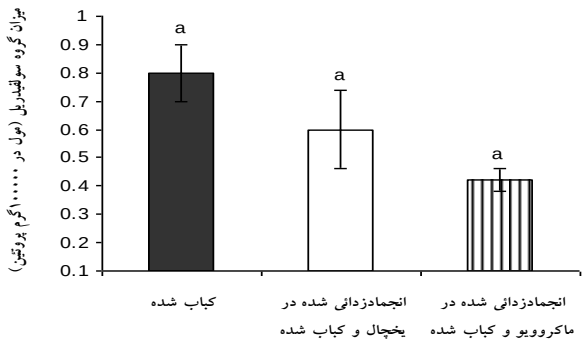
گروه سولفیدریل

حرارت دهی فیله های ماهی قره برون کاهش شدیدی در مقدار گروه سولفیدریل ایجاد نمود ($P<۰/۰۵$). پس از انجمادزدائی، میزان گروه سولفیدریل تقریبا به ۲ و ۱ مول بر $۱۰^{۵}$ گرم پروتئین به ترتیب در نمونه های انجمادزدائی شده در یخچال و ماکروویو کاهش یافت (شکل٦).

مقایسه میزان گروه سولفیدریل نمونه کباب شده قبل از انجماد و پس از انجمادزدائی به دو روش مختلف و سپس پخت نشان داد که پس از انجمادزدائی نمونه های کباب شده در یخچال و ماکروویو، مقدار گروه سولفیدریل کاهش می یابد اما بین دو روش انجمادزدائی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل۷).



شکل۶- تغییرات میانگین میزان گروه سولفیدریل تیمارهای خام ماهی قره برون پس از انجمادزدائی.



شکل۷- تغییرات میانگین میزان گروه سولفیدریل تیمارهای کباب شده ماهی قره برون پس از انجمادزدائی.

بحث

پروتئین

در طول پخت، ماده غذایی درصد زیادی از آب خود را از دست می‌دهد که این کاهش منجر به افزایش در مقدار پروتئین و سایر ترکیبات شیمیایی می‌گردد که البته مقدار این کاهش به نوع روش پخت به کار رفته بستگی دارد (پیرسون و داتسون۱۹۹۷). در مطالعه حاضر نیز میزان پروتئین پس از فرآیند پخت افزایش معنی داری را نسبت به نمونه خام نشان داد و از ۲۰/٦۹٪ به ۳۵/۰۸٪ در نمونه کباب شده رسید. گگگلو و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که افزایش در مقدار پروتئین نمونه های پخته شده بیانگر این مطلب است که نیتروژن پروتئین در طول پختن کاهش نمی یابد. یانار (۲۰۰۷) نیز به تاثیر مثبت حرارت در افزایش درصد پروتئین در طول فرآیندهای پخت اشاره نمود.

اختلاف معنی داری در میزان پروتئین نمونه ها پس از

انجمادزدائی در یخچال و ماکروویو مشاهده شد. افزایش در میزان پروتئین نمونه های انجمادزدائی در ماکروویو نسبت به نمونه های انجمادزدائی شده در یخچال و سپس کبابی کردن آنها در ارتباط با آبزدائی بیشتر این نمونه ها در ماکروویو می باشد (گارسیا آریاز و همکاران ۲۰۰۳). میزان پروتئین تیمارهای خام پس از ٤ ماه نگهداری بصورت منجمد و انجمادزدائی به هر دو روش در نتیجه خروج پروتئین های سارکوپلاسمیک همراه با آبچک، کاهش معنی داری را نشان داد و حداقل آن در نیز در تیمار انجمادزدائی شده در یخچال مشاهده شد. کنل (۱۹٦٤)، دناتوره شدن پروتئینها در اثر انجماد یا در طول نگهداری محصول به صورت منجمد را به دلیل تجمع پروتئینها و شکل گیری پیوندهای عرضی بین مولکولی دانست. در بین فاکتورهایی که بر دناتوره شدن سرمایی پروتئینها اثر می‌گذارند، اثرات کریستالهای یخی، یونها، پیوند اسیدهای چرب و محصولات اکسیداسیونی چربی، اکسیداسیون گروههای سولفیدریل و همچنین واکنش شیمیایی اسیدهای آمینه موجود در پروتئین ها با فرمالدهید و سایر ترکیبات فعال عضله را می توان نام برد (سوزوکی۱۹۸۱و هارد ۱۹۹۲).

حلالیت پروتئین

یکی از پارامترهای اصلی که بر خصوصیات کاربردی پروتئینها اثر گذار است، حلالیت آنها است که در ارتباط نزدیک با تغییرات ساختمان دوم و سوم پروتئینها می باشد. این فاکتور به ویژگی های پروتئین و حلال، پی اچ، غلظت نمک محیط و بار یون ها، نسبت وزن نمونه به حجم حلال، اندازه ذرات نمونه، طول مدت استخراج و درجه حرارت بستگی دارد (سیکورسکی ۲۰۰۷). استفاده از منحنی حلالیت در برابر پی اچ می تواند برای انتخاب پارامترهای استخراج پروتئین ها از منابع مختلف مورد استفاده قرار گیرد. حلالیت بر قابلیت تشکیل ژل و همچنین قدرت امولسیون کنندگی نیز اثر گذار است. بنابر این اندازه گیری این پارامتر به عنوان یکی از مهمترین خصوصیات کاربردی پروتئین ها مورد اهمیت می‌باشد.

در تحقیق حاضر، پروتئین تیمار ماهی قره برون خام میزان حلالیت پروتئین بالایی را نشان داد. حداقل حلالیت پروتئین در این تیمار ۲۳/۵۳٪ بود که در پی اچ ٦ مشاهده شد. در دو طرف این نقطه (نقطه ایزوالکتریک) میزان حلالیت افزایش یافت بطوریکه ۸۸/۳٦٪ پروتئین در پی اچ ۲ و حدود ۹۸٪ پروتئین در پی اچ ۱۲ محلول بودند. پس از فرآیند کبابی کردن میزان حلالیت در کل پی اچ ها کاهش یافت. در پی اچ ٦، حداقل میزان حلالیت در تیمار کباب شده ۹/۹۰٪ بود. در پی اچ ۲ نیز حلالیت ۲۳/٥٦٪ نسبت به ۹۸/۰۸٪ در تیمار خام مشاهده شد. در بررسی حلالیت پروتئین عضله ماهی با استفاده از بافر (ربین و کارل ۱۹۸۵) نیز میزان حلالیت پروتئین با افزایش دما کاهش یافت. از طرفی نتایج نشان داد که امکان افزایش حلالیت محصولات حرارت دیده با بکارگیری پی اچ های قلیایی وجود دارد.

فرآیندهای انجماد-انجمادزدائی و سپس پخت نمونه ها تغییرات قابل توجهی در میزان حلالیت پروتئین ها نسبت به تیمارهای قبل از فرآیند انجماد ایجاد ننمود و فقط در بعضی پی اچ ها تغییرات معنی دار بود. انجمادزدائی نمونه ها در یخچال و ماکروویو و سپس کبابی کردن آنها بجز در پی اچ های ۱، ٤ و ۹ موجب کاهش در میزان حلالیت شد اما این کاهش معنی دار نبود.

مکری (۲۰۰۹) در مطالعات خود روی خصوصیات بیوشیمیای ماهی سیم تغییرات بسیار اندک اما معنی داری را در میزان حلالیت پروتئین نمونه ها پس از ۳٤۰ روز انجماد در دمای ۲۲- درجه سانتیگراد مشاهده نمود ($P<0/05$). جیانگ و همکاران (۱۹۸۸) دلیل کاهش حلالیت پروتئین در طول انجماد را به علت تشکیل پیوندهای کوالانسی پایدار بیان کرده اند.

گروه سولفیدریل

خصوصیات بافتی و کاربردی پروتئینها عمدتا به پروتئینهای میوفیبریل آنها بستگی دارد. اکتومیوزین، پروتئین اصلی موجود در میوفیبریل بوده و غالبا در

ایجاد خصوصیات تشکیل ژل پروتئین ماهی نقش ایفا می کند. از آنجا که تغییر در ترکیب اکتومیوزین با ظهور گروه های کاربردی همانند گروه های سولفیدریل، گروه های هیدروفوبیک و خصوصیات فیزیکوشیمیایی همانند فعالیت ATPase همراه می‌باشد، بر اساس تغییراتی که در گروه های فعال سولفیدریل و کل گروههای سولفیدریل اتفاق می افتد، می توان به تشکیل پیوندهای دی سولفید که نشان دهنده همپوشانی بین پروتئینها و تاثیر بر خصوصیات کاربردی آنهاست پی برد (مونتشیا و همکاران ۱۹۹۷). در مطالعه حاضر میزان کل گروه سولفیدریل در تمام تیمارها روند کاهشی داشت و بیشترین مقدار کاهش آن پس از فرآیند پخت مشاهده شد (P<۰/۰۵). تاکاشی و همکاران (۱۹۹٤) نیز در بررسی مکانیسم دناتوره شدن حرارتی اکتومیوزین ماهی کپور دریافتند که مولکول اکتومیوزین در طی حرارت، تحت فرآیندهای فیزیکوشیمیایی و بیوشیمیایی دچار تغییراتی می گردد و عمده این تغییرات با تشکیل پیوندهای دی سولفید ایجاد می گردد.

فرآیند کبابی کردن که پس از انجمادزدائی به روش های مختلف بر روی نمونه های منجمد شده اعمال شد نیز تا حدی میزان گروه سولفیدریل را کاهش داد. هم و هفمان (۱۹٦٥)، این کاهش را در ارتباط با تشکیل ترکیبات سولفوردار ناپایدار بیان کردند. اسریکت و همکاران (۲۰۰۷) کاهش در مقدار گروه سولفیدریل در طی روند انجماد را به علت دناتوره شدن مولکول های میوزین، بخصوص تغییرات شیمیایی که در آن گروه های فعال سولفیدریل در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرند و پیوندهای دی سولفید تشکیل می شوند گزارش کردند.

اگرچه مطالعات بیشتری جهت بررسی اثر روشهای مختلف فرآوری بر ترکیبات پروتئینی و خصوصیات کاربردی پروتئینها نیاز است، اطلاعات به دست آمده از این تحقیق با استفاده از فاکتورهای اندازه گیری شده نشان داد که در بین فرآیندهای اعمال شده روی فیله تاس ماهی ایرانی برای ارزیابی کیفیت پروتئین آن، حرارت بیشترین تاثیر را بر فاکتورهای اندازه گیری شده داشته و اثرات انجماد-انجمادزدائی و پخت در رتبه بعدی قرار می گیرند.

تشکر و قدردانی

ازمسئولین محترم آزمایشگاه های مرکزی و عمل آوری دانشکده شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جهت فراهم نمودن امکانات تشکر و قدردانی می گردد.

منابع مورد استفاده

برادران نویری ش، ۱۳۸۰. پرورش تاس ماهیان (تالیف و ترجمه). نشر حق شناس.

زارع گشتی، ق. ۱۳۸٤. عمل آوری گوشت فیل ماهی و قره برون پرورشی و ارزیابی کیفیت صادراتی آن. استان گیلان- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان: موسسه تحقیقات شیلات ایران.

AOAC, 2005. Official methods of analysis (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists International.

Benjakul S, Seymour TA, Morrissey MT and An H. 1997. Physicochemical changes in Pacific Whiting muscle proteins during frozen storage. Journal of Food Science 4: 729-733.

Connell JJ. 1964. Fish muscle proteins and some effects on them of processing. pp. 255. In: Schultz HW and Anglemier AF (Eds). Proteins and the Reactions. AVI, Westport.

Ellman GL. 1959. Tissue sulfhydryl groups. Archives of Biochemistry and Biophysics 82: 70–77.

Garcia Arias MT, Alvarez-Pontes E, Garcia-Linares MC, Garsia-Fernandez MC and Sanchez FJ. 2003. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. Food Chemistry 83: 349-356.

Gokoglu N, Yerlikaya P and Cengiz E. 2004. Effect of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Journal of Food Chemistry 84: 19-22.

Haard NF. 1992. Biochemical reaction in fish muscle during frozen storage. pp. 176-209. In: Bligh G (Eds). Sea Food Science and Technology. Oxford.

Ham K and Hoffman K. 1965. Changes in sulphydryl and disulphyde groups in beef muscle protein during heating. Nature 18: 1269–1271.

Jiang ST, Hwang DC and Chen CS, 1988. Denaturation and change in –SH group of actomyosin from milk fish (*Chanos chanos*) during storage at -20ºC. Journal of Agricultural and Food Chemistry 36: 433–437.

Lee SY, Morr CV, Ha EYW. 1992. Structural and functional properties of caseinate and whey protein isolate as affected by temperature and pH. Journal of Food Science 57: 1210-1214.

Makri M. 2009. Biochemical and textural properties of frozen stored (-22°C) gilthead seabream (*Sparus aurata*) fillets. African Journal of Biotechnology 7: 1287-1299.

Montecchia CL, Roura SI, Roldan H, Perez-borla O and Crupkin M. 1997. Biochemical and physicochemical properties of actomyosin form frozen pre- and post-spawned hake. Journal of Food Science 62: 491–495.

Niamnuy C, Devahastin S and Soponronnarit S. 2008. Changes in protein compositions and their effects on physical changes of shrimp during boiling in salt solution. Food Chemistry 108:165-175.

Pearson AM and Dutson TR. 1997. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products: Advances in Meat Research. Chapman & Hall, London.

Rehbein H and Karl H. 1985. Solubilization of fish muscle proteins with buffers containing sodium dodecyl sulfate. Biological Sciences 5: 373-378.

Sikorski EZ. 2007. Chemical and functional properties of food component. Taylor and Francis - United States of America.

Sriket P, Benjakul S, Visessanguan W and Kijroongrojana K. 2007. Comparative studies on the effect of the freeze–thawing process on the physicochemical properties and microstructures of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) muscle. Food Chemistry 104: 113–121.

Suzuki T. 1981. Fish and krill Protein: processing technology. Applied Science, London.

Takeshi S, Tetsuji O, Hisako OF, Juichiro JM and Takahide T. 1994. Carp natural actomyosin: thermal denaturation mechanism. Journal of Food Science 59: 1002–1008.

Venugopal V. 2009. Marine products for healthcare: functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean. Taylor and Francis, United States of America.

Yanar Y, Kucukgulmez A, Ersoy B and Celik M. 2007. Cooking effects on fatty acid composition of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. Journal of Muscle Food 1: 88-94.