مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر / ISSN: 2008-0026 سال هشتم، شماره سوم، پاییز ۹۳ / صفحات: ۱۲۴-۱۱۳

اثر دو روش پخت بخارپز و کباب‌پز کردن بر ترکیب شیمیایی، بافت و رنگ فیله ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801)

*محمدحسین ابراهیمی[1] و بهاره شعبان‌پور[2]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

[2]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۹

چکیده

ماهی گورامی عظیم‌الجثه از جمله گونه‌های دارای قابلیت بالقوه برای پرورش در ایران است. با این وجود اطلاعاتی در مورد تغییرات ویژگی‌های کیفی و ترکیب شیمیایی فیله این ماهی قبل و پس از فرآیند پخت در دسترس نیست، وجود این اطلاعات می‌تواند در فرآیند عمل‌آوری این گونه مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه، اثر حرارت‌دهی (با استفاده از دو شیوه بخارپز و کباب‌پز کردن) بر ترکیب شیمیایی، بافت و رنگ فیله این ماهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) درصد پروتئین و کاهش درصد وزن در اثر پخت، رطوبت و چربی در فیله در اثر بخارپز کردن و کاهش درصد رطوبت، وزن در اثر پخت و افزایش درصد چربی، پروتئین و خاکستر در فیله کباب شده بود. همچنین از نظر ویژگی‌های بافتی، هر دو روش پخت باعث افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) در ویژگی‌های پیوستگی، چسبندگی و فنریت و کاهش در میزان سختی نسبت به فیله خام گردید. ضمن آن‌که کباب کردن باعث کاهش در مقدار فاکتور روشنایی (L^*) و تمایل ته‌رنگ به‌سمت نارنجی و زرد و افزایش معنی‌دار در فاکتور ECI شده ($P<۰/۰۵$)، در حالی‌که بخارپز کردن تنها باعث تمایل ته‌رنگ به‌سمت کاهش قرمزی گردید ($P<۰/۰۵$). در نهایت نتایج این مطالعه نشان‌دهنده افزایش ارزش تغذیه‌ای فیله این ماهی پس از فرآیند پخت بوده و اطلاعاتی را در مورد ویژگی‌های کیفی گوشت این ماهی و تغییرات آن طی فرآیند پخت، در اختیار قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بافت، ترکیب شیمیایی، رنگ، گورامی عظیم‌الجثه

مقدمه

مصرف ماهی و سایر آبزیان در جهان با هدف تامین غذا و همچنین برتری‌های آن در حفظ سلامت انسان در حال افزایش است (Tidwell و Allan، ۲۰۰۱). گوشت ماهی از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار بوده و مصرف آن بسیار توصیه شده است (Zmijewski و همکاران، ۲۰۰۶)، که این مسأله به‌دلیل وجود اسیدهای چرب چند غیراشباعی بلندزنجیره، ترکیب مطلوبی از اسیدهای آمینه و همچنین انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی سودمند برای انسان می‌باشد (Garcia، ۱۹۹۸؛ Kinsella، ۱۹۸۶؛ Brown، ۱۹۸۶؛ Zmijewski، ۲۰۰۶). اما علاوه‌بر ارزش غذایی، ویژگی‌های کیفی گوشت قبل و پس از پخت نیز از نظر مراکز فرآوری و مصرف‌کننده مهم می‌باشند. سه ویژگی اصلی کیفی مؤثر در میزان پذیرش یک ماده غذایی شامل؛ رنگ، طعم و بافت آن است. از این میان فاکتور رنگ، مهم‌ترین ویژگی است،

*مسئول مکاتبه: eh.ebrahimi64@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

زیرا در صورتی‌که رنگ یک فرآورده مناسب به‌نظر نرسد، مصرف‌کننده احتمالاً دیگر تمایلی برای بررسی دو ویژگی دیگر نخواهد داشت (Francis، ۱۹۹۸). رنگ گوشت تازه، اصولاً براساس نسبت میان میوگلوبین (قرمز مایل به ارغوانی)، اکسی میوگلوبین (قرمز) و مت‌میوگلوبین (قهوه‌ای) ایجاد می‌گردد (Belitz و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه‌بر هموپروتئین‌ها، گزارش شده که رنگ صورتی تا قرمز گوشت در ماهیان آزاد و بسیاری دیگر از گونه‌ها به‌دلیل وجود کاروتنوئیدها می‌باشد، ضمن آن‌که سایر رنگدانه‌ها مانند ملانین‌ها، ملانوپروتئین‌ها و ایندیگوئین‌ها نیز می‌توانند در ایجاد رنگ در گوشت حیوانات دریایی نقش داشته باشند (Sikorski و Haard، ۲۰۰۷). بافت نیز از نظر تولیدکننده، مراکز فرآوری و مصرف‌کننده یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی ماهی محسوب می‌شود. بافتی از نظر مراکز فرآوری مطلوب است که عمل‌آوری ماهی را آسان کرده و محصولی با کیفیت و بازده بالا تولید کند. بسیاری از گونه‌های ماهی، بو و طعم قوی نداشته و بنابراین ویژگی‌های بافتی برای پذیرش مصرف‌کننده، بسیار مهم می‌شوند (Hyldig و Nielsen، ۲۰۰۱). ویژگی‌های بافتی شامل سختی[1]، تردی[2]، چسبندگی[3]، فنریت[4]، پیوستگی[5]، گامینس[6]، جویدنی بودن[7] و حالت ارتجاعی[8] می‌گردد (Bourne، ۱۹۷۸)، که از این میان سختی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در گوشت ماهی است.

علاوه‌بر این، پختن گوشت ماهی باعث بهبود طعم و بوی آن شده (Bognar، ۱۹۹۸)، قابلیت هضم، ارزش تغذیه‌ای و مقبولیت آن را افزایش داده و با کشتن باکتری‌های مضر، سایر میکروارگانیسم‌ها و همچنین انگل‌ها باعث تامین غذایی سالم می‌گردد. به‌صورت سنتی پختن ماهی به روش‌های بسیاری صورت می‌گیرد که این روش‌ها در بین کشورهای متفاوت و همچنین در یک کشور نیز با توجه به گونه ماهی، متنوع است (Tokur، ۲۰۰۷). مطالعات گذشته نشان داده‌اند که روش‌های پخت متفاوت، می‌توانند ارزش غذایی (Mai و همکاران، ۱۹۷۸؛ Gall و همکاران، ۱۹۸۳؛ Wu و Lillard، ۱۹۹۸؛ Garcia-Arias و همکاران، ۲۰۰۳؛ Gokoglu و همکاران، ۲۰۰٤)، ساختار (Leander و همکاران، ۱۹۸۰)، نرمی[9]، آبداری[10] (بافت) (Diamant و همکاران، ۱۹۷٦) و همچنین طعم و بو (Heymann و همکاران، ۱۹۹۰) و به‌طورکلی کیفیت گوشت را تغییر دهند (Ayala و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین حرارت‌دهی به گوشت باعث دناتوره شدن گلوبین متصل به آهن و یا اکسید شدن آهن به فرم فریک می‌شود که نتیجه آن تشکیل رنگدانه‌های هم متفاوتی است که همی‌کروم نامیده می‌شوند (Wilska-Jeszka، ۲۰۰۷) و همین مسأله باعث تغییر رنگ گوشت به قهوه‌ای می‌گردد (Belitz و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به این تغییرات، مطالعه ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های کیفی هم‌چون رنگ و بافت هر ماده غذایی قبل و پس از پخت، برای ارزیابی کلی قابلیت پذیرش آن و به‌خصوص تلاش برای ایجاد ویژگی‌های مطلوب، بسیار دارای اهمیت است.

از طرف دیگر، توسعه آبزی‌پروری، حفظ و افزایش زی‌توده ماهیان معمول پرورشی و همچنین معرفی گونه‌های جدید را ممکن ساخته است (Kujawa و همکاران، ۱۹۹۸؛ Mamcarz و همکاران، ۲۰۰۱؛ Witkowski، ۱۹۹٦). ماهی گورامی عظیم‌الجثه[11] (*Osphronemus goramy* (Lacepede, 1801))

1- Hardness (Firmness)
2- Fracturability
3- Adhesiveness
4- Springiness
5- Cohesiveness
6- Gumminess
7- Chewiness
8- Resilience
9- Tenderness
10- Juiciness
11- Giant Gourami

www.SID.ir

می‌تواند از جمله این گونه‌های جدید باشد. اخیراً مطالعاتی در زمینه شرایط بهینه پرورش این گونه در ایران صورت گرفته که از جمله آن‌ها تعیین دمای مناسب برای پرورش (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ تراکم‌مناسب ذخیره‌سازی (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹) و میزان شوری مناسب آب پرورش (عدلو و همکاران، ۱۳۸۹) است. ضمن آن‌که مقایسه‌های انجام گرفته در مورد ترکیب شیمیایی، پارامترهای حسی و همچنین بعضی برتری‌های تکنولوژیکی برای فرآوری این ماهی در مقابل ماهیان معمول پرورشی از جمله قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور معمولی نشان‌دهنده قابلیت رقابت این گونه با ماهیان مورد بررسی بوده است (شعبان‌پور و ابراهیمی، ۱۳۹۰). با این وجود به‌عنوان یک گونه جدید پرورشی، تغییرات آن پس از پخت، تاکنون بررسی نگردیده است. ضمن آن‌که با توجه به اهمیت ویژگی‌های رئولوژیکی و ترکیب شیمیایی در مقبولیت یک فرآورده برای مصرف‌کننده، هدف این مطالعه بررسی تغییرات رنگ، بافت و همچنین ترکیب شیمیایی فیله این ماهی طی فرآیند کباب شدن و بخارپز شدن تعیین گردید. انتخاب این دو روش پخت، به‌دلیل مقبولیت آن‌ها و همچنین اضافه نکردن مواد دیگر در فرآیند پخت مانند روغن در فرآیند سرخ کردن و در نتیجه امکان بررسی ویژگی‌های خود فیله بوده است.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها: ماهیان گورامی عظیم‌الجثه مرواریدی برای اجرای این مطالعه از بین بچه‌ماهیان وارد شده از تایلند خریداری شده و به‌مدت یک‌سال از مردادماه ۱۳۸۷ تا شهریورماه ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در تانک‌های ۳۵۰ لیتری مورد پرورش قرار گرفت. در مدت زمان پرورش، هدایت الکتریکی آب ۰/۰۳± ۰/۴۳؛ اسیدیته ۰/۱۰±۷/۴۶؛ شوری ۰/۰۷±۰/۰۳ قسمت در هزار و دما ۰/۸۷±۲۹/۱۷ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین تغذیه این ماهیان با استفاده از غذای بیومار (ساخت کشور فرانسه) متناسب با اندازه دهان ماهیان تا میزان اشباعیت صورت گرفت و در یک ماه و نیم انتهای دوره با استفاده از غذای بیومار اندازه ۴/۵ میلی‌متر انجام شد (ترکیب تقریبی غذا شامل: رطوبت ۱۰/۱۲ درصد، چربی ۱۷/۹۸ درصد، پروتئین ۳۴/۱۳ درصد، خاکستر ۷/۱۸ درصد، فیبر ۳۰/۵۹ درصد). برای اجرای این آزمون ۱۰ عدد از ماهیان پرورش‌یافته که در حدود اندازه بازاری بودند (وزن ۳۱/۵۴±۲۴۳ گرم و طول استاندارد ۰/۷۹±۱۹ سانتی‌متر)، انتخاب گردید. صید تمامی ماهیان مورد استفاده در یک روز انجام شده، ماهیان زنده به روش هیپوترمی با آب یخ، کشته و به سرعت با یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد. پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا وزن شده، طول استاندارد آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس امعا و احشا آن‌ها تخلیه، سر آن‌ها جدا گشته، فیله از آن‌ها تهیه شده و فلس آن‌ها جدا گردید. پس از این مرحله فیله ۵ عدد از ماهیان گورامی، برای اندازه‌گیری فاکتورهای مربوطه در حالت خام و فیله، ۵ ماهی باقی‌مانده نیز برای اجرای روش‌های پخت مورد استفاده قرار گرفت. به ین منظور، فیله راست به‌وسیله دستگاه کباب‌پز برقی (Delongi, Bq100, Germany) در مدت ۳۰ دقیقه و در طبقه زیرین و فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز و فیله‌چپ به‌وسیله بخارپز (Molinex exotic aroma diffusion, so5, China) در مدت ۲۷ دقیقه و در طبقه چسبیده به مخزن پخته شد.

اندازه‌گیری ترکیب تقریبی: تعیین رطوبت به روش خشک کردن در آون، در دمای ۱۰۲-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۸-۱۶ ساعت (AOAC، ۲۰۰۵) و سنجش چربی کل به روش سوکسله با حلال اتر

Archive of SID

www.SID.ir

(James، ۱۹۹۵) انجام گرفت. به این منظور، از دستگاه Soxtec مدل SE 416 ساخت شرکت Gerhardt آلمان استفاده شد. سنجش پروتئین به روش کلدال (James، ۱۹۹۵) با استفاده از دستگاه Kjeldtherm مدل vap 40 ساخت شرکت Gerhardt آلمان صورت پذیرفت. برای تبدیل میزان نیتروژن به‌دست آمده به پروتئین از ضریب تبدیل ٦/٢٥ استفاده شد. برای سنجش خاکستر از کوره با دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد، تا به‌دست آمدن خاکستر به رنگ روشن، استفاده گردید (AOAC، ۲۰۰۵).

سنجش رنگ: در این مطالعه، رنگ‌سنجی براساس روش ارایه شده توسط ابراهیمی و عباسی (۱۳۸۹) صورت گرفت. رنگ فیله در دو ناحیه (ناحیه تنه: منطبق بر خط جانبی بدن و زیر قسمت ابتدایی باله پشتی؛ ناحیه ساقه دمی: در قسمت ابتدایی ساقه دمی) سنجیده شد. برای سنجش میزان رنگ از دستگاه رنگ‌سنج Color and Appearance Measurement System، ساخت انگلستان با دوربین (Camera system CAM-System 500) استفاده شد که براساس سیستم پیشنهادی [CIE] سه مؤلفه اصلی L^*، a^* و b^* سنجش می‌گردید که به‌ترتیب از ۰ تا ۱۰۰+ یعنی از سیاه تا سفید خالص؛ ۱۰۰- تا ۱۰۰+ برای میزان سبزی تا قرمزی که صفر هم نشانه خاکستری است و ۱۰۰- تا ۱۰۰+ برای رنگ‌های آبی تا زردی و صفر نیز نشانه خاکستری بود. قبل از اندازه‌گیری، دستگاه به کمک کاشی ٢٤ خانه‌ای که برای کالیبره شدن دستگاه طراحی شده بود، به‌صورت اتوماتیک کالیبره گردید. برای اندازه‌گیری کروما[1] از رابطه ۱ استفاده شده، همچنین میزان تهرنگ[2] و ECI نیز از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه گردید (Pavlidis و همکاران، ۲۰۰٦):

$$Chroma = (a^{2} + b^{2})^{0.5} \quad (1)$$

$$H^{\circ} = \arctan (b^{*}/a^{*}) \quad (2)$$

$$ECI_i = C_i^{*} \cos (H_i - H_{mean}) \quad (3)$$

که در آن، H_{mean}: میانگین تهرنگ و C_i و H_i: کروما و تهرنگ مربوط به هر اندازه‌گیری می‌باشد.

سنجش بافت: برای بافت‌سنجی قطعه‌ای با ابعاد ۲/۵×۲/۵×۲/۵ سانتی‌متر از ناحیه پشتی (در بخش جلوی باله پشتی) فیله‌ها در حالت‌های مختلف پخت جدا گردید. این نمونه‌ها تا زمان سنجش بافت، در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و در هنگام بافت‌سنجی نیز پس از خارج کردن از فریزر، به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفت تا انجمادزدایی در آن‌ها صورت گیرد. بافت‌سنج مورد استفاده در این آزمون LFRA Texture analyzer مدل LFRA 4500 (Brookfield engineering laboratories, USA) بود. در این مطالعه، آزمون TPA[3]، با پروب قطر ۵۰/۸ میلی‌متر و ۲۰ میلی‌متر ضخامت و از جنس پرسپکس مورد استفاده قرار گرفت. این آزمون متشکل از دو بار فشرده‌سازی بود که سرعت حرکت پروب، ۱/۱ میلی‌متر در ثانیه؛ زمان بین دو مرحله، ۵ ثانیه و میزان فشرده‌سازی، ۲۰ درصد بود. به‌دلیل استفاده از فیله در حالت‌های مختلف پخت و تفاوت ویژگی‌های بافتی در آن‌ها، از آزمون غیرمخرب (دسته‌ای از آزمون‌های بافت‌سنجی که در آن‌ها درصد فشرده‌سازی به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که بافت ماده غذایی تخریب نگردد) استفاده شد تا بتوان درصد فشردگی را در آن‌ها یکسان در نظر گرفت. ضمن آن‌که در این آزمون ٦ مؤلفه گوناگون: سختی، جویدنی بودن، فنریت، چسبندگی، پیوستگی و گامینس طبق مطالعه Gines و همکاران (۲۰۰٤) مورد سنجش قرار گرفت.

1- Chroma
2- Hue
3- Texture Profile Analysis

Archive of SID
www.SID.ir

آنالیز آماری: برای آنالیز داده‌های زاویه‌ای (ته‌رنگ) از توزیع دایره‌ای استفاده شد (Zar، ۱۹۹۶؛ Pavlidis و همکاران، ۲۰۰۶). به این صورت که تست ریلاق[1] برای بررسی نرمال بودن داده‌های دایره‌ای مورد استفاده قرار گرفت. تفاوت در مقادیر ته‌رنگ در بین نقاط اندازه‌گیری و همچنین روش‌های پخت مورد سنجش، با استفاده از روش واتسون- ویلیامز[2] و در صورتی‌که حداقل یکی از گروه‌های مورد سنجش غیرنرمال بود، از تست ناپارامتری واتسون استفاده شد. تفاوت‌های آماری بین مقادیر روشنایی و ECI در مقایسه روش‌های مختلف پخت در ناحیه تنه با یکدیگر و ساقه دمی با هم و هر دو ناحیه در یک روش پخت با هم و همچنین برای مقایسه شاخص‌های بافتی، مقادیر ترکیب تقریبی و درصد کاهش وزن، روش آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد استفاده قرار گرفته و در صورت معنی‌دار بودن، میانگین‌ها با آزمون دانکن دسته‌بندی شد. آمار کلاسیک به‌وسیله نرم‌افزارهای Excel و SPSS 15.0 و مقایسه مقادیر زاویه‌ای به‌وسیله نرم‌افزار Oriana version 3.00، انجام گرفت.

نتایج

مطابق با جدول ۱، بیش‌ترین درصد خاکستر، چربی و پروتئین و همچنین کم‌ترین درصد رطوبت، در فیله کبابی قابل مشاهده بوده و همچنین فاکتور درصد کاهش وزن در اثر پخت، در فیله کبابی بیش از فیله بخارپز است. ضمن آن‌که در حالت بخارپز، درصد رطوبت و چربی نسبت به فیله خام کاهش یافته است.

براساس جدول ۲، فرآیند پخت (بخارپز و کباب‌پز) باعث تغییر معنی‌دار در مقادیر شاخص‌های بافتی از جمله چسبندگی، پیوستگی، سختی، گامینس و فنریت گردیده، حال آن‌که از نظر جویدنی بودن و سختی، اختلاف معنی‌داری بین فیله در حالت‌های مختلف مشاهده نمی‌شود ($P>0/05$).

جدول ۱- اندازه‌گیری ترکیب تقریبی (درصد) و کاهش وزن در اثر پخت در سه روش پخت در گورامی عظیم‌الجثه.

روش پخت	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	درصد کاهش وزن در اثر پخت
براساس وزن تر					
خام	۷۳/۰٤±۰/۳٦^{a}	۱٦/۵۳±۰/۱۸^{c}	٦/۲۹±۰/۱٦^{b}	۱/۵۹±۰/۳۹^{b}	-
بخارپز	٦۸/۸۱±۰/۳۲^{b}	۲۱/٦۱±۰/۳۲^{b}	۵/٤۱±۰/۵۸^{c}	۱/۷۸±۰/۳۵^{b}	۲۳/۲۰±۳/۷۷^{b}
کبابی	٤۸/٦۸±۰/۳۱^{c}	۳٤/٤۳±۰/۱۲^{a}	۹/۰۷±۰/۱۳^{a}	٤/۳۱±۰/۱۳^{a}	٤۵/۹۹±۳/۲۷^{a}
براساس وزن خشک					
خام	-	٦۱/۳۱±۰/۵۳^{c}	۲۳/۳۳±۰/۳۸^{a}	۵/۸۹±۱/۳۸^{b}	-
بخارپز	-	٦۹/۳±۰/۳^{a}	۱۷/۳۳±۱/۸٤^{b}	۵/۷۲±۱/۱٤^{b}	-
کبابی	-	٦۷/۹۸±۰/۲۷^{b}	۱۷/٦۷±۰/۱٤^{b}	۸/٤±۰/۲۳^{a}	-

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) بین تیمارهاست.

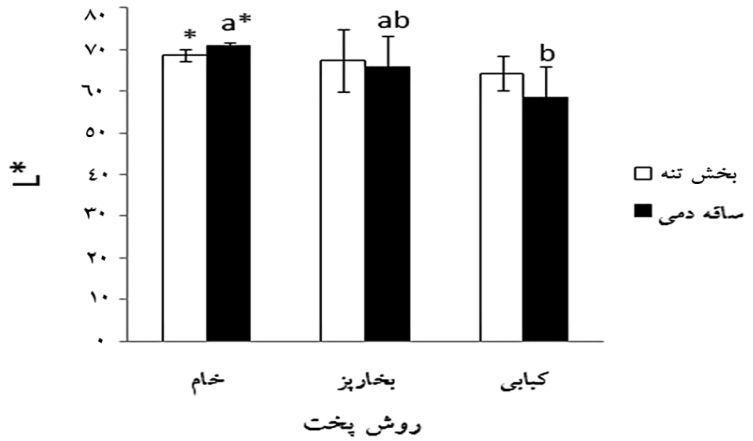
1- Rayleigh
2- Watson-Williams

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه مقادیر شاخص‌های مختلف بافتی بین روش‌های مختلف پخت.

ویژگی مورد سنجش	خام	بخارپز	کبابی	سطح معنی‌داری
پیوستگی (Ns)	۰/۵۱±۰/۰۵^{b}	۰/۶۷±۰/۰۶^{a}	۰/۶۷±۰/۰۱^{a}	۰/۰۰۱
جویدنی بودن (N_{mm})	۱/۷۴±۰/۶۷^{a}	۱/۳۷±۰/۲۲^{a}	۱/۵۵±۰/۲۸^{a}	۰/۶۱
چسبندگی	-۰/۰۲±۰/۰۱^{b}	-۰/۰۱±۰/۰^{a}	-۰/۰۱±۰/۰^{a}	۰/۰۱
سختی (N)	۲/۷۶±۱/۰۶^{a}	۱/۰±۰/۲۵^{b}	۱/۱۸±۰/۲۳^{b}	۰/۰۲
سختی ۲ (N)	۱/۹۶±۰/۹۹^{a}	۰/۹۰±۰/۲۴^{a}	۱/۰۹±۰/۲۳^{a}	۰/۱۴
گامینس (N)	۱/۳۶±۰/۴۵^{a}	۰/۶۵±۰/۱۲^{b}	۰/۷۹±۰/۱۶^{ab}	۰/۰۴
فنریت (میلی‌متر)	۱/۲۸±۰/۱۵^{b}	۲/۱۱±۰/۳۸^{a}	۱/۹۸±۰/۲۰^{a}	۰/۰۰۲

شکل ۱، نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار بین میزان فاکتور روشنایی بین روش‌های مختلف پخت در ناحیه تنه فیله‌ها است. بر خلاف آن، بین میزان روشنایی در ناحیه ساقه دمی فیله‌ها در روش کبابی و فیله خام اختلاف معنی‌دار دیده شده و برای فیله بخارپز نیز مقادیر حد واسط ثبت گردیده است. همچنین بین دو ناحیه مورد سنجش در فیله خام اختلاف معنی‌داری از نظر روشنایی قابل مشاهده است که با انجام فرآیند پخت این اختلاف از بین رفته است.



شکل ۱- مقایسه میزان روشنایی در دو ناحیه رنگی تنه و ساقه دمی بین روش‌های مختلف پخت مورد بررسی- علامت ستاره نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین بخش ساقه دمی و تنه در هر نوع فیله و حروف متفاوت انگلیسی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین روش‌های مختلف پخت در هر بخش دم یا تنه (P<۰/۰۵) است.

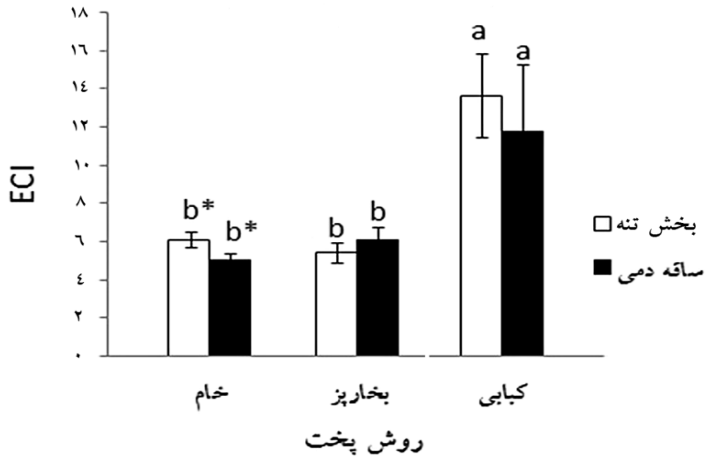
در جدول ۳، مقادیر ته‌رنگ بین دو ناحیه مورد سنجش (تنه و ساقه دمی) در یک فیله و همچنین ناحیه تنه و ساقه دمی در روش‌های مختلف پخت مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به این جدول، بین مقادیر ته‌رنگ در دو ناحیه تنه و ساقه دمی در هیچ‌یک از فیله‌ها (خام، بخارپز و کبابی) اختلاف معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵)، حال آن‌که پخت فیله‌ها باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در مقادیر ته‌رنگ در دو ناحیه تنه و ساقه دمی فیله‌های پخته شده (در مقایسه با فیله خام) گردیده است (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که در فیله خام ته‌رنگ به‌سمت قرمز و در فیله‌های بخارپز و به‌خصوص کبابی به‌سمت قرمز کم‌رنگ و ته‌رنگ زرد (نارنجی) است. این تمایل به ته‌رنگ نارنجی، در فیله‌های کبابی در هر دو ناحیه رنگی تنه و ساقه دمی در مقایسه با فیله بخارپز، بیش‌تر می‌باشد (P<۰/۰۵).

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه مقادیر مختلف ته‌رنگ بین روش‌های مختلف پخت و بخش‌های مورد سنجش فیله.

روش پخت	بخش از بدن	ته‌رنگ
خام	تنه	۳۵۳/۳٤±۳/٤۳[a]
	ساقه دمی	۳۵۱/۸۵±٤/۱۷[a]
بخارپز	تنه	۳۰/۱۸±۱۳/۰٤[c]
	ساقه دمی	۲۸/۰۷±۱۲/۲۸[c]
کبابی	تنه	۵۲/۳۰±۲/۲[b]
	ساقه دمی	٤۱/۷۳±۲۱/۱۳[b]

مطابق با شکل ۲، میزان ECI در فیله کبابی در هر دو ناحیه مورد بررسی، بیش‌ترین مقدار را داشته و پس از آن، فیله خام و بخارپز قرار دارد ضمن آن‌که بین مقادیر این شاخص در دو ناحیه تنه و ساقه دمی در فیله خام اختلاف معنی‌دار وجود داشته که با پخت فیله، این اختلاف از بین رفته است.



شکل ۲- مقایسه شاخص ECI در دو ناحیه رنگی تنه و ساقه دمی بین روش‌های مختلف پخت مورد بررسی- علامت ستاره نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین بخش ساقه دمی و تنه در هر نوع فیله و حروف متفاوت انگلیسی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین روش‌های مختلف پخت در هر بخش دم یا تنه (P<۰/۰۵) است.

بحث

ماهیان تجاری شامل طیف وسیعی از گونه‌های پرورشی و وحشی می‌باشد که به‌صورت معنی‌داری از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژی، عادات تغذیه‌ای و چرخه زندگی متفاوت هستند. مطالعه و تعیین پارامترهای کیفی گوشت هر یک از این گونه‌ها، خود به تنهایی از اهمیت و کارآیی زیادی برخوردار است (Ayala و همکاران، ۲۰۰۵). مقادیر ترکیب تقریبی به‌دست آمده برای فیله خام ماهی گورامی عظیم‌الجثه در این مطالعه بسیار نزدیک به مقادیر گزارش شده توسط عدلو و همکاران (۱۳۹۰)، در مورد ماهیان گورامی عظیم‌الجثه با وزن ۳/۳٤ گرم بود و در این میان تنها مقادیر درصد چربی اختلاف را نشان می‌داد که این مسأله می‌تواند نتیجه تفاوت در شرایط تغذیه‌ای، اندازه، شرایط اکولوژیکی و فیزیولوژیکی ماهیان باشد (Love، ۱۹۵۷؛ Steiner-Asiedu، ۱۹۹۱). از طرف دیگر با توجه به طبقه‌بندی Venugopal (۲۰۰٦) ماهیان با چربی کم‌تر از

www.SID.ir

۳ درصد، ماهیان کم‌چرب؛ ۷-۳ درصد ماهیان با چربی متوسط و بیش از ۷ درصد، جزو ماهیان پرچرب طبقه‌بندی می‌گردند. به این ترتیب و با توجه به داده‌های ترکیب شیمیایی، گورامی عظیم‌الجثه در دسته ماهیان با چربی متوسط قرار می‌گیرد. فرآیندهای پخت مورد استفاده در این مطالعه، در بیش‌تر موارد تأثیر معنی‌داری در ترکیب شیمیایی فیله ایجاد کرده‌اند.

براساس جدول ۱، بیش‌ترین درصد کاهش وزن در اثر پخت در فیله کبابی مشاهده می‌شود و این در حالی است که کم‌ترین درصد رطوبت نیز در این روش پخت ثبت گردیده است. بنابراین بیش‌ترین میزان کاهش وزن در هنگام پخت، در اثر از دست دادن رطوبت ایجاد گردیده است. این مسأله در مورد بخارپز کردن نیز صادق است زیرا کاهش وزن با کاهش معنی‌دار میزان رطوبت در فیله‌های بخارپز همراه بوده است. مطالعات بسیاری نیز کاهش محتوای رطوبت بعد از فرآیند پخت را نتیجه از دست دادن آب طی این فرآیند می‌دانند (Steiner-Asiedu و همکاران، ۱۹۹۱؛ Hoffman و همکاران، ۱۹۹٤؛ Puwastien و همکاران، ۱۹۹۹؛ Gokoglu و همکاران، ۲۰۰٤). با این وجود، میزان کاهش درصد رطوبت در روش بخارپز کم‌تر است. حرارت‌دهی به همراه تامین رطوبت در روش بخارپز احتمالاً دلیل کم‌تر کاهش یافتن رطوبت نسبت به روش کباب کردن بوده است. به‌علاوه، این کاهش در میزان رطوبت در طول پخت، می‌تواند باعث افزایش درصد پروتئین و یا دیگر ترکیبات شیمیایی گردد (Ersoy و Ozeren، ۲۰۰۹). چنان‌که کاهش درصد رطوبت باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین در فیله کبابی و بخارپز (نمونه تر) شده است. چنین نتیجه‌ای در بسیاری از مطالعات گزارش گردیده است (Gall و همکاران، ۱۹۸۳؛ Mustafa و Medeiros، ۱۹۸۵؛ Nettleton و Exler، ۱۹۹۲؛ Garcia-Arias و همکاران، ۲۰۰۳؛ Gokoglu و همکاران، ۲۰۰٤). همچنین Mustafa و Medeiros (۱۹۸۵) و Hoffman و همکاران (۱۹۹٤) افزایش یا کاهش در محتوای پروتئین براساس وزن تر در ماهیان پخته شده را نتیجه از دست دادن رطوبت و نه افزایش یا کاهش در مقادیر مطلق پروتئین دانستند. افزایش معنی‌دار در درصد سهم پروتئین فیله براساس وزن خشک طی فرآیند پخت نیز احتمالاً به‌دلیل تغییر سهم سایر ترکیبات شیمیایی (از جمله کاهش درصد چربی) طی فرآیند پخت می‌باشد و به‌دلیل افزایش مطلق در مقدار پروتئین فیله نمی‌باشد.

همچنین در حالی‌که میزان چربی براساس وزن خشک در فیله کبابی و بخارپز بدون اختلاف معنی‌دار است، تفاوت در مقدار کاهش رطوبت در فیله کبابی و بخارپز باعث شده درصد چربی براساس وزن تر اختلاف داشته باشد. به این معنی که در نمونه‌های کباب شده با درصد کاهش رطوبت بیش‌تر طی فرآیند پخت، سهم درصد چربی در نمونه تر نسبت به فیله بخارپز بیش‌تر است. در واقع این مسأله باعث شده که با وجود کاهش معنی‌دار در میزان چربی براساس وزن خشک در نمونه‌کبابی نسبت به خام، میزان درصد چربی براساس وزن تر در نمونه کبابی (نسبت به خام) افزایش را نشان دهد. از طرف دیگر کاهش درصد چربی براساس وزن خشک در هر دو نمونه کبابی و بخارپز نیز نسبت به فیله خام می‌تواند نشان‌دهنده از دست دادن چربی و خروج چربی از بافت گوشت ماهی گورامی طی فرآیند پخت باشد.

از طرف دیگر، نمونه‌های فیله کبابی بیش‌ترین مقدار خاکستر را براساس وزن تر و وزن خشک نشان می‌دهند که چنین رابطه‌ای در مورد ماهیان کباب شده در مطالعه Tokur (۲۰۰۷) نیز مشاهده گردید.

کاهش شدید رطوبت طی روش‌های پخت در این مطالعه، خود گویای تغییرات شدید در خواص بافتی در فیله ماهی گورامی عظیم‌الجثه است. چنان‌که از میان فاکتورهای بافتی مورد سنجش در این مطالعه، بخارپز کردن باعث افزایش معنی‌دار به‌میزان ۳۱/۳۷، ۵۰ و ٦٤/٨٤ درصد به‌ترتیب برای فاکتورهای

Archive of SID
www.SID.ir

پیوستگی، چسبندگی، فنریت و کاهش در مقادیر سختی و گامینس به‌ترتیب به مقدار ۹۶/۳۸ و ۵۲/۲۱ درصد در فیله‌ها گردید. چنین روندی در مورد روش پخت کباب کردن نیز دیده شد یعنی این روش نیز باعث افزایش معنی‌دار در مقادیر فاکتورهای پیوستگی (۳۱/۳۷ درصد)، چسبندگی (۵۰ درصد)، فنریت (٥٤/٦٩ درصد) و کاهش در مقادیر سختی (۵۷/۲۵ درصد) و گامینس (٤١/٩١) فیله‌ها گردید، هر چند این کاهش در مورد فاکتور گامینس در فیله‌های کباب شده نسبت به خام معنی‌دار نبود. علاوه‌بر این، نبود اختلاف معنی‌دار در فاکتور سختی ۲ که به‌دست آمده از دومین مرحله فشرده‌سازی فیله‌ها است، نشان می‌دهد که تفاوت موجود بین فیله‌ها از نظر میزان سختی، در اثر یک مرحله فشرده‌سازی، از بین رفته است. نتایج Lin و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان‌دهنده کاهش تمامی ویژگی‌های بافتی (سختی، فنریت، جویدنی بودن، حالت ارتجاعی، پیوستگی و تردی) در کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idellus*) پس از حرارت‌دهی به‌مدت ۱۰ دقیقه و در آب جوش بود. نتیجه مشابهی نیز به‌وسیله Kong و همکاران (۲۰۰۸) گرفته شد. با این وجود این میزان حرارت‌دهی (به‌مدت ۱۰ دقیقه و در آب جوش) باعث افزایش در مقادیر سختی، تردی، فنریت و جویدنی بودن و کاهش در حالت ارتجاعی و پیوستگی در ماهیان همین گونه اما تغذیه شده با غذایی متفاوت گردید (Lin و همکاران، ۲۰۰۹). آن‌ها تفاوت در ویژگی‌های بافتی نمونه‌های پخته شده را بیش‌تر به‌میزان دناتوره و لخته شدن پروتئین‌های میوفیبریل و سارکوپلاسمی، میزان چروکیدگی در بافت پیوندی درون‌ماهیچه‌ای[1]، مقدار مواد درون‌شبکه‌ای[2] و میزان جداشدگی بین فیبر- فیبر و میوفیبر- میوکوماتا نسبت دادند. همچنین ویژگی‌های ساختاری و از جمله اندازه فیبرهای ماهیچه‌ای بعد از پخت و ژل ایجاد شده به‌وسیله کلاژن و لیپیدها که به فیبرها و میومرها اجازه لغزیدن می‌دهد نیز در مطالعات دیگر از جمله عوامل تأثیرگذار ذکر گردیده است (Hyldig و Nielsen، ۲۰۰۱). در مطالعه حاضر نیز تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های بافتی می‌تواند به دلایل ذکر شده باشد.

مقایسه فاکتورهای رنگی در دو ناحیه مورد سنجش از فیله‌ها (تنه و ساقه دمی) و همچنین بین فیله‌ها در حالات مختلف پخت نشان داد که کباب کردن باعث کاهش در روشنایی به‌خصوص در ناحیه ساقه دمی، افزایش معنی‌دار در ECI و تمایل ته‌رنگ به‌سمت نارنجی (کاهش قرمزی و افزایش زردی) گردیده است. این مسأله با توجه به تغییرات رنگی رنگدانه‌های هم و ایجاد رنگ قهوه‌ای به‌وسیله آن‌ها در اثر حرارت قابل توجیه است. این نتیجه با یافته‌های Martens و همکاران (۱۹۸۲) و Wilska-Jeszka (۲۰۰۷) مطابق است. همچنین تغییرات رنگی ایجاد شده بر اثر بخارپز کردن احتمالاً به‌دلیل نفوذ بخارآب به درون بافت گوشت، میعان آن به‌دلیل کاهش دما و انحلال و خروج رنگدانه‌های هم همراه با این آب، از گوشت می‌باشد و این مسأله باعث تمایل رنگ فیله به‌سمت ته‌رنگ قرمز کم‌رنگ (کاهش قرمزی) و در واقع میزان کم‌تر تمایل به ته‌رنگ نارنجی و قهوه‌ای شده است، حال آن‌که از نظر میزان روشنایی اختلاف معنی‌داری را با فیله خام نشان نمی‌دهد. همچنین نکته جالب در مورد رنگ فیله خام در این ماهی، وجود گرادیان روشنایی و شاخص ECI (شکل‌های ۱ و ۲) بین دو ناحیه رنگی مورد بررسی یعنی تنه و ساقه دمی است و این در حالی است که از نظر میزان ته‌رنگ، این گرادیان و اختلاف معنی‌دار بین این دو ناحیه دیده نمی‌شود (جدول ۳). این مسأله خود از طرفی نشان‌دهنده کارآیی شاخص ECI در نشان دادن اختلاف‌های رنگی است و از طرف دیگر نشان‌دهنده آن است که این گرادیان رنگی، از نظر طول موج غالب نبوده بلکه بیش‌تر از نظر میزان اشباعیت (کروما) آن طول موج می‌باشد.

1- Inter-Muscular Connective Tissue
2- Interstitial Material

Archive of SID
www.SID.ir

وجود چنین گرادیان رنگی در قسمت پوست ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان و فیله ماهیان گورامی و کپور، در مطالعه شعبان‌پور و ابراهیمی (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است. مسأله قابل توجه دیگر آن‌که این گرادیان رنگی و روشنایی، با پخت ماهی در هر دو روش پخت، از بین رفته است، یعنی تا حدی یکنواختی رنگی در نواحی مختلف فیله حاصل گردیده است. همچنین توجه به فاکتورهای رنگی نشان می‌دهد، در جایی که کم‌ترین میزان فاکتور روشنایی دیده می‌شود (فیله کبابی به‌خصوص در ساقه دمی)، بیش‌ترین میزان شاخص ECI وجود دارد و به‌صورت معکوسی در جایی‌که میزان روشنایی مقادیر بالا را نشان می‌دهد (فیله خام به‌خصوص در ناحیه ساقه دمی) میزان ECI، کم می‌باشد. وجود این رابطه در مطالعه شعبان‌پور و ابراهیمی (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است. ضمن آن‌که Pavlidis و همکاران (۲۰۰۶) نیز کاهش مقادیر روشنایی را با مقادیر بالاتر ملانین و درصدهای بالاتر کاروتنوئید در پوست ماهیان مورد بررسی خود از خانواده Sparidae مرتبط دانستند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که حرارت‌دهی به روش کبابی منجر به افزایش محتوای پروتئین، چربی و خاکستر و در روش بخارپز کردن، باعث افزایش محتوای پروتئین هر واحد وزن فیله ماهی گورامی عظیم‌الجثه می‌گردد. ضمن آن‌که با توجه به اهمیت ویژگی‌های تغذیه‌ای و جذابیت مواد غذایی جدید، نتایج به‌دست آمده از این مطالعه می‌تواند پرورش‌دهنده، مصرف‌کننده و مراکز فرآوری را از تغییرات کیفی و ترکیب شیمیایی ایجاد شده در گوشت این ماهی هنگام فرآیند پخت بیش‌تر آگاه کرده و به آن‌ها در جهت افزایش کیفیت گوشت و از جمله بهبود بافت و رنگ این ماهی یاری رساند. هر چند مطالعات گسترده‌تر برای بررسی ریزساختار گوشت این ماهی و تغییرات آن هنگام پخت و همچنین شناسایی رنگدانه‌های گوشت این ماهی به تکمیل این بحث کمک خواهد نمود. همچنین به‌نظر می‌رسد که روش کباب‌پز کردن به‌دلیل محتوای رطوبت پایین‌تر و پروتئین، چربی، خاکستر و همچنین مجموع ویژگی‌های کیفی مناسب‌تر، احتمالاً در فرآوری و مصرف این ماهی بیش‌تر مورد توجه خواهد بود، هر چند مطالعات جانبی در آینده در مورد ارزیابی ذائقه مصرف‌کننده، در نتیجه‌گیری قطعی در این زمینه کمک خواهد کرد.

منابع

۱- ابراهیمی، م.ح.، و عباسی، ف.، ۱۳۸۹. معرفی روشی جدید برای مقایسه فاکتورهای رنگی و استفاده از آن برای بررسی تأثیر هورمون متیل تستوسترون بر الگوی رنگی در ماهی نر گوپی (*Poecilia reticulate*). مجله زیست‌شناسی کاربردی، ۲۳. صفحات ۱-۱۳.

۲- ابراهیمی، م.ح.، ایمانپور، م.ر.، و عدلو، م.ن.، ۱۳۸۹. اثر تراکم ذخیره‌سازی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و پارامترهای خون و عضله در ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801). مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ٤ (۲). صفحات ۹۷-۱۰٦.

۳- ابراهیمی، م.ح.، ایمانپور، م.ر.، و عدلو، م.ن.، ۱۳۹۰. اثرات دما بر رشد، بازماندگی و بعضی فاکتورهای خونی در ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801). مجله زیست‌شناسی ایران ۲٤ (۵). صفحات ٦٤٨-٦٥٤.

٤- شعبان‌پور، ب.، و ابراهیمی، م.ح.، ۱۳۹۰. مقایسه ترکیب شیمیایی و پارامترهای ارزیابی حسی بین ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و کپور معمولی پرورشی (*Cyprinus carpio*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ٦٤ (۳). صفحات ۲۰۱-۲۱٦.

Archive of SID
www.SID.ir

۵- عدلو، م.ن.، ابراهیمی، م.ح.، و ایمانپور، م.ر.، ۱۳۸۹. اثر شوری بر رشد، بازماندگی و فاکتورهای استرسی خون در ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801). مجموعه مقالات نخستین همایش ماهیان زینتی ایران. صفحه ۸٤.

٦- عدلو، م.ن.، ابراهیمی، م.ح.، و ایمانپور، م.ر.، ۱۳۹۰. بررسی میزان ترکیبات بیوشیمیایی خون و ترکیبات لاشه در ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801) پرورش‌یافته در شوری‌های مختلف. دومین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران، لاهیجان. صفحات ۵۰-۵۸.

7.AOAC, 2005. Official method of analysis of AOAC international. (18th Ed.) AOAC international, Virginia, USA.
8.Ayala, M.D., Lopez Albors, O., Blanco, A., Garcia Alcazar, A., Albellan, E., Ramirez Zarzosa, G., and Gil, F., 2005. Structural and ultrastructural changes on muscle tissue of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., after cooking and freezing. Aquaculture, 250, 215-231.
9.Belitz, H.D., Grosch, W., and Schieberle, P., 2009. Food chemistry. 4th edition, Springer-Verlag, Germany. 989p.
10.Bognar, A., 1998. Comparative study of frying to the other cooking techniques. Influence on the nutritive value. Grasas y Aceites, 49, 250-260.
11.Bourne, M.C., 1978. Texture profile analysis. J. Food Tech. 32, 62-66.
12.Brown, W.D., 1986. Fish muscle as food. In: Bechtel, P.J. (Ed.), Muscle as Food. Academic Press INC, Orlando. pp. 406-445.
13.Diamant, R., Watts, B.M., and Cliplef, R.L., 1976. Consumer criteria for pork related to sensory, physical and descriptive attributes. Can. I. Food Sci. Tech. J. 9, 151-154.
14.Ersoy, B., and Ozeren, A., 2009. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. Food Chem. 115, 419-422.
15.Francis, F.J., 1998. Color analysis. In: Food analysis, second edition, pp. 599-613. eds. S.S. Nielsen, Aspen Publishers, Inc., Maryland, USA.
16.Gall, K.L., Otwell, W.S., Koburger, J.A., and Appledorf, H., 1983. Effects of four cooking methods on the proximate mineral and fatty acid composition of fish fillets. J. Food Sci. 48, 1068-1074.
17.Garcia, D.J., 1998. Omega-3 long-chain PUFA nutraceuticals. J. Food Tech. 52, 44-49.
18.Garcia-Arias, M.T., Pontes, E.A., Garcia-Linares, M.C., Garcia-Ferna´ndez, M.C., and Sa´nchez-Muniz, F.J., 2003. Grilling of sardine fillets. Effects of frozen and thawed modality on their protein quality. Lebensm. Wiss. Technol. 36, 763-769.
19.Gines, R., Valdimarsdottir, T., Sveinsdottir, K., and Thorarensen, H., 2004. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, color and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Food Qual. Prefer. 15, 177-185.
20.Gokoglu, N., Yerlikaya, P., and Cengiz, E., 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Food Chem. 84, 19-22.
21.Heymann, H., Hedrick, H.B., Karrasch, M.A., Eggeman, M.K., and Ellersieck, M.R., 1990. Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasted cooked to different endpoint temperatures. J. Food Sci. 55 (3), 613-617.
22.Hoffman, L.C., Prinsloo, J.F., Casey, N.H., and Theron, J., 1994. Effects of five cooking methods on the proximate, fatty acid and mineral composition of fillets of the African Sharptooth Catfish (*Clarias garipinus*). Die SA Tydskrif vir Voedselwetenskap en Voeding. 6, 146-152.
23.Hyldig, G., and Nielsen, D., 2001. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. J. Texture Stud. 32, 219-242.
24.James, C.S., 1995. Analitical chemistry of foods. Blackie academic and professional press, pp. 90-92.
25.Kinsella, J.E., 1986. Food components with potential therapeutic benefits: the n-3 poly-unsaturated fatty acids of fish oils. J. Food Tech. 40, 89-97.
26.Kong, F.B., Tang, J.M., Lin, M.S., and Rasco, B., 2008. Thermal effects on chicken and salmon muscles: Tenderness, cook loss, area shrinkage, collagen solubility and microstructure. Lebensm. Wiss. Technol. 41, 1210-1222.

Archive of SID
www.SID.ir

27.Kujawa, R., Mamcarz, A., and Kucharczyk, A., 1998. Bio-technology of reproduction and breeding of asp (*Aspius aspius* L.). Czech. J. Anim. Sci. 43, 396-401.
28.Leander, R.C., Hedrick, H.B., Brown, M.F., and White, J.A., 1980. Comparison of structural changes in bovine long and semitendinosus muscles during cooking. J. Food Sci. 45 (1), 1-6.
29.Lin, W.L., Zeng, O.X., and Zhu, Z.W., 2009. Different changes in mastication between crisp grass carp (*Ctenopharyngodon idellus* C. et V) and grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) after heating: The relationship between texture and ultrastructure in muscle tissue. Food Res. Int. 42, 271-278.
30.Love, R.M., 1957. The biochemical composition of fish. In The Physiology of Fishes. Vol. 1. New York, Academic Press, pp. 401-418.
31.Mai, J., Shimp, J., Weihrauch, J., and Kinsella, J.E., 1978. Lipids of fish fillets: changes following cooking by different methods. J. Food Sci. 43, 1669-1674.
32.Mamcarz, A., Kujawa, R., Furga"a-Selezniow, G., and Kucharczyk, D., 2001. Preliminary results of larval and asp (*Aspius aspius* L.) rearing in the illuminated cages. European Aquaculture Society, Special Publication. 30, 328-331.
33.Martens, H., Stabursvik, E., and Martens, M., 1982. Texture and color changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. J. Texture. Stud. 13, 291-309.
34.Mustafa, F.A., and Medeiros, D.M., 1985. Proximate composition, mineral content and fatty acids of catfish (*Ictularus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. J. Food Sci. 50, 585-588.
35.Nettleton, J.A., and Exler, J., 1992. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. J. Food Sci. 57, 257-260.
36.Pavlidis, M., Papandroulakis, N., and Divanach, P., 2006. A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. Aquaculture. 258, 211-219.
37.Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., and Bhattacharjee, L., 1999. Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. J. Food Comp. Anal. 12, 9-16.
38.Sikorski, Z.E., and Haard, N.F., 2007. Interactions of food components. In: Chemical and functional properties of food components, Third edition, pp: 329-356, eds Z.E. Sikorski, CRC Press.
39.Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K., and Lie, Ø., 1991. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I: proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. Food Chem. 40, 309-321.
40.Tidwell, J.H., and Allan, G.L., 2001. Fish as food: Aquaculture's contribution, ecological and economic impacts and contributions of the farming and capture fisheries. European Molecular Biology Organization. 2 (11), 958-963.
41.Tokur, B., 2007. The effect of different cooking methods on proximate composition and lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Int. J. Food Sci. Tech. 42, 874-879.
42.Venugopal, V., 2006. Sea food processing, Adding value through quick freezing, retortable packaging cook-chilling. Taylor Francis Group Press, 485p.
43.Wilska-Jeszka, J., 2007. Food colorants. In: Chemical and functional properties of food components, Third edition, pp. 245-274, eds Z.E. Sikorski, CRC Press.
44.Witkowski, A., 1996. Introduced fish species in Poland: pros and cons. Archives of Polish Fisheries 4, 101-112.
45.Wu, W., and Lillard, D.A., 1998. Cholesterol and proximate composition of channel catfish (*Ictularus punctatus*) fillets-changes following cooking by microwave heating, deep-fat frying, and oven baking. J. Food Qual. 21, 41-51.
46.Zar, J.H., 1996. Circular distributions, biostatistical analysis, 3rd edition. Prentice-Hall International, INC, pp. 591-652.
47.Zmijewski, T., Kujawa, R., Jankowska, B., Kwiatkowska, A., and Mamcarz, A., 2006. Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory properties of rapfen (*Aspius aspius* L.) with tissue of bream (*Abramis brama* L.) and pike (*Esox lucius* L.). J. Food Comp. Anal. 19, 176-181.

Archive of SID
www.SID.ir

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 8, No. 3, November 2014

Effects of steaming and grilling on chemical composition, texture and color of Giant gourami (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801) fillet

***M.H. Ebrahimi[1] and B. Shabanpour[2]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[2]Associate Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Giant gourami could be proposed potentially as a suitable species for rearing in Iran. But there is no information about chemical composition and fillet quality of this animal before and after cooking procedure, while this information is so useful to process it. In this study, effects of different cooking methods (steaming and grilling) on chemical composition, texture and fillet color of Giant gourami were investigated. Results showed an increase in protein content and a decrease in weight after cooking, moisture and lipid content was observed after steaming method, while grilling caused the decreasing of moisture and weight after cooking and increasing of lipid, protein and ash content ($P<0.05$). Also two cooking methods histologically caused the increasing of cohesiveness, adhesiveness and springiness and decreasing of hardness in comparison to the raw fillet ($P<0.05$). A decreasing of lightness and tendency to the orange and yellowness hue and significant increasing in ECI value was found in grilled samples, while steaming caused the lower redness hue. Finally the results of this experiment confirmed that cooking could improve the nutritional value of the foods and also represent information about rheological properties of Giant gourami flesh before and after cooking process.

Keywords: Chemical composition; Color; Giant gourami; Texture

Archive of SID

* Corresponding Authors; Email: eh.ebrahimi64@gmail.com

www.SID.ir