شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

صفحات ۱۱۱-۱۰۳

تاثیر غلظت‌های مختلف آب نمک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فیله‌ی ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی دوره رفع انجماد

مائده حیدری[۱]، کبری ضیایی[۱]، سید ولی حسینی[۲]*

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۶/۱۵

چکیده

تحقیقات نشان داده است که شیوه‌ی انجمادزدایی ماهیان بر کیفیت نهایی آنها تاثیر دارد. پژوهش حاضر در نظر دارد شیوه‌ی انجمادزدایی با آب نمک (غلظت‌های ۰، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد) را بر ویژگی‌های فیزیکی (ظرفیت نگهداری آب WHC، آب‌چک DL، میزان سفتی بافت) و شیمیایی (TVB-N، TBA)، فیله ماهی کپور نقره‌ای مورد بررسی قرار دهد. به این منظور پس از آماده‌سازی، فیله‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸- درجه‌سانتی‌گراد منجمد و سپس جهت انجمادزدایی به مدت ۹۰ دقیقه در غلظت‌های مختلف ۰، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد آب‌نمک قرار داده شدند. نتایج نشان داد که میزان WHC در بین تیمارها آزمایشی دارای اختلاف معنی‌داری با همدیگر می‌باشند ($P<۰/۰۵$) به گونه‌ای که کمترین و بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب به ترتیب برای تیمارهای شاهد (۸۰ درصد) و ۳ درصد (۸۸ درصد) آب نمک گزارش گردید. نتایج میزان آب‌چک نیز بیانگر تاثیر غلظت‌های بالاتر آب نمک بر میزان آب‌چک می‌باشد و کمترین میزان آن در تیمار ۱/۵ درصد مشاهده گردید که با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد ($P<۰/۰۵$) در حالی که میزان سفتی اندازگیری شده، بیانگر عدم تفاوت معنی دار در بین تیمارها می‌باشد. نتایج حاصل از آزمایشات شیمیایی نیز نشان داد که کمترین میزان TVB-N برای تیمار ۳ درصد (۱۳/۸۶میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم فیله) گزارش گردید. همچنین نتایج TBA نیز، بیانگر سیر صعودی میزان TBA در غلظت‌های مختلف آب نمک می‌باشد به‌طوری که کمترین میزان TBA برای تیمار شاهد (۰/۶۲میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم فیله) گزارش گردید که با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت فرآیند انجمادزدایی در کیفیت نهایی فیله، و همچنین با توجه به اینکه بهترین نتایج حاصل از آزمایشات فوق در تیمار ۳ درصد مشاهده گردید، استفاده از آب نمک با غلظت ۳ درصد را می‌توان جهت انجمادزدایی فیله ماهی نقره‌ای در صنعت، مورد استفاده قرار داد.

واژگان کلیدی: انجمادزدایی، آب نمک، کیفیت لاشه ماهی، دوره‌ی نگهداری.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۹۸۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴+ ایمیل: hosseinisv@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

انتقال و ذخیره‌سازی موادغذایی از یک مکان به مکان دیگر نیازمند حفظ ارزش غذایی، حفظ بافت و طعم محصول است. همه ساله تغییرات شیمیایی و فساد میکروبی موجب هدر رفت درصد قابل توجهی از محصولات دریایی و شیلاتی می‌گردد و حجم قابل توجهی از آن‌ها به این دلیل غیرقابل مصرف می‌گردد (Ghaly *et al.*, 2010). غذاهای دریایی به‌واسطه ماهیت شیمیایی خود، در مقایسه با سایر مواد غذایی فسادپذیرتر می‌باشند. بروز فساد میکروبی و اکسیداسیون چربی‌ها دو عامل شایع در زمینه افت کیفی این محصولات در زمان نگهداری به شمار می‌روند (Aubourg *et al.*, 2002). اتولیز و اکسیداسیون از جمله فساد شیمیایی موجود در آبزیان می‌باشد که موجب تغییرات نامطلوب در این محصولات می‌گردد و مکانیسم‌های بازدارندگی آن نیز بر اساس کنترل این فرآیندها می‌باشد (Zare-Joneghani, and Hosseini, 2017). از همین رو کیفیت و ایمنی از جمله مسائل مهم برای محصولات شیلاتی می‌باشد که از روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای حفظ آن استفاده می‌کنند و شامل استفاده از حرارت، خشک کردن (Pan *et al.*, 2017)، دود دادن، فشار هیدرواستاتیک بالا، اسیدی کردن (Hassanzadeh *et al.*, 2011). بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، پرتودهی (Lv *et al.*, 2011) و استفاده از سرما و انجماد می‌باشد (Pan *et al.*, 2017).

در این میان نگهداری محصولات به‌صورت منجمد یکی از متداولترین روش‌های نگهداری ماهیان و فرآورده‌های حاصل از آن بوده که کمترین تغییرات بافتی را در محصول ایجاد می‌کند (Bremner, 2000). انجماد یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی دریایی می‌باشد که با جلوگیری از دهیدراسیون داخلی یا بی‌حرکتی آب، کاهش درجه حرارت و جلوگیری از رشد میکروبی باعث افزایش زمان ماندگاری محصول می‌گردد. محصولات دریایی منجمد شده قبل از هر گونه فراوری انجمادزدایی می‌شوند (Hui *et al.*, 2004). منظور از انجمادزدایی نیز، افزایش درجه حرارت محصول به بالاتر از نقطه انجماد است که در نتیجه آن محصول به حالت قبل از انجماد برمی‌گردد. در ماهی به‌طور کلی زمانی انجمادزدایی پایان یافته تلقی می‌شود که یخی در آن باقی نمانده باشد، و این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که درجه حرارت در کلیه قسمت‌های بدن ماهی به ۱- درجه سیلسیوس برسد. هرگاه بخواهیم فراورده‌ی دریایی در حد مطلوب حفظ گردد ضروری است که انجمادزدایی با دقت کافی صورت گیرد (Razavy Shirazy, 2007). در صنعت معمولاً ماهی را در هوا، آب و انجمادزدایی می‌کنند. البته روش‌های مدرن انجمادزدایی شامل انجمادزدایی با فشار بالا، میکروموج اهمی و صوتی می‌باشد. اما از آن‌جایی که در انجمادزدایی باید از گرم کردن بیش از حد، آب‌چک زیاد و رشد باکتریایی محصول جلوگیری گردد، بنابراین استفاده از روش‌هایی مانند استفاده از آب بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. بسیاری از تحقیقات صورت گرفته نیز این روش را تائید می‌کنند از جمله Javadian و همکاران (۲۰۱۱) که شیوه‌های مختلف انجمادزدایی (آب، میکروموج، یخچال و هوا) را بر ویژگی‌های کیفی ماهی سفید دریای خزر مورد بررسی قرار دادند و سپس استفاده از آب را به‌عنوان بهترین روش رفع انجماد گزارش کردند. همچنین Zare–Joneghani و Hosseini (۲۰۱۷) نیز در پژوهش خود به نتیجه‌ای مشابه دست یافتند. با این وجود مطالعات کمی در رابطه با استفاده از آب نمک جهت رفع انجماد وجود دارد.

آب نمک به طور گسترده در صنعت فیله‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Qiancheng *et al.*, 2008). امروزه نمک‌گذاری به‌عنوان روشی است که ویژگی‌های حسی خاصی را به محصول نهایی می‌دهد همچنین نمک آنزیم‌های اتولتیک را غیر فعال می‌کند و عمر مفید ماهی تازه را نیز افزایش می‌دهد و تغییرات حسی مطلوبی را در محصول ایجاد می‌کند (Faralizadeh *et al.*, 2014). بنابراین از این روش هم می‌توان جهت رفع انجماد و هم تولید یک محصول نهایی با طعم و ویژگی‌های کیفی مطلوب بهره جست.

ماهی نقره‌ای ازجمله مهم‌ترین ماهیان پرورشی کشور می‌باشد که در بین ماهیان گرمابی پرورشی بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است از همین‌رو مازاد مصرف آن به صورت منجمد در سردخانه‌ها تا زمان مصرف نگهداری می‌شود. از آن جهت که قبل از مصرف و انجام هرگونه عمل‌آوری روی

Archive of SID

www.SID.ir

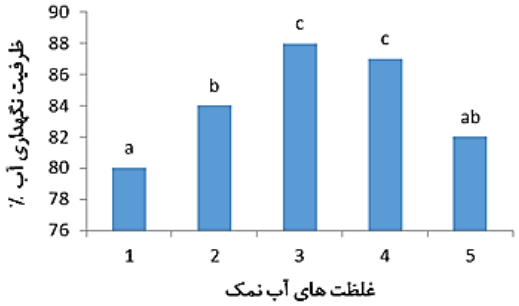
این محصولات، رفع انجماد در آن‌ها ضروری می‌باشد و از جهتی نیز با توجه به اهمیت نمک در ایجاد طعم، خواص حسی مطلوب و کیفیت نهایی محصول، این پژوهش در نظر دارد که اثر غلظت‌های مختلف آب نمک، به‌عنوان یک روش رفع انجماد در آبزیان را، بر بعضی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی فیله ماهی نقره‌ای مورد بررسی قرار دهد.

۲. مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰ عدد ماهی نقره‌ای با وزن تقریبی ۱۰۰±۱۰۰۰ گرم از بازار ماهی‌فروشان کرج خریداری گردید و به آزمایشگاه فرآوری آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل گردیدند. ماهیان پس از انتقال، شستشو و تخلیه‌ی شکمی شدند و سپس از آن‌ها فیله تهیه گردید. فیله‌های حاصل، شستشو و سپس به دو قسمت تقسیم شدند و به‌طور مجزا با دستگاه وکیوم (گواتر کنترل، ساخت ایران) بسته‌بندی گردیدند. در نهایت نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸- درجه‌سانتی‌گراد منجمد شدند و پس از طی این دوره انجمادزدایی شدند.

جهت انجمادزدایی فیله‌های منجمد، غلظت‌های مختلف ۰، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد آب نمک تهیه گردید. پس از تهیه‌ی غلظت‌های مورد نظر، فیله‌ها به مدت ۴۰ دقیقه در آن غوطه‌ور شدند. به منظور بررسی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی تیمارها، آزمایش تعیین میزان درصد ظرفیت نگهداری آب WHC (Water holding capacity) (Park, 2005)، آب چک DL (Drip loss) (Javadeian *et al.*, 2014)، میزان بازهای ازته فرار TVB-N (Total volatile base nitrogen) (Rawdkuen *et al.*, 2010) و میزان اسید تیوباربیوتیک TBA (Thiobarbituric acid) (Chatzikyriakidou and Katsanidis, 2012)، انجام گرفت. همچنین آنالیز پروفیل بافت به منظور تعیین میزان سفتی نمونه‌ها با دستگاه (Brook field ساخت کشور آمریکا) انجام شد. میزان نفوذ انجام شده ۵ میلی‌متر، قطر پروب ۹ میلی‌متر و سرعت پروب ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه بود و همچنین ابعاد نمونه‌های گوشت مورد آنالیز ۱۵*۲۰*۲۰ میلی‌متر بود.

کلیه داده‌ها توسط آزمون کولمگرف-اسمیرنوف



شکل ۱ – مقدار ظرفیت نگهداری آب اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف مورد آزمون (۱: تیمار شاهد، ۲: تیمار ۱/۵ درصد آب نمک، ۳: تیمار ۳ درصدآب نمک، ۴: تیمار ۴/۵ درصد آب نمک، ۵: تیمار ۶ درصد آب نمک - حروف انگلیسی مشابه، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد است).

نرمال‌سنجی شد. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون-های پارامتریک تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها) از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA Way One) برای مقایسه واریانس بین تیمارها، و آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (در سطح احتمال ۵ درصد) با کمک نرم‌افزار آماری تحت ویندوز SPSS استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳. نتایج آنالیزهای فیزیکی

۱.۱.۳. ظرفیت نگهداری آب (WHC)

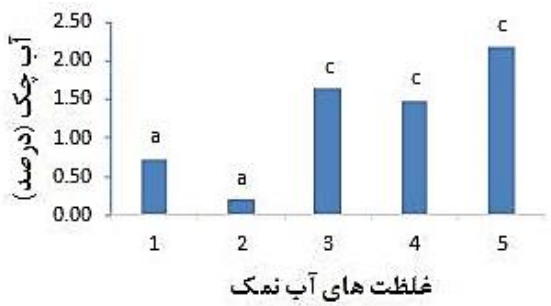
میزان ظرفیت نگهداری آب فیله‌های ماهی با غلظت‌های مختلف آب نمک در شکل ۱ ارائه شده است. با توجه به نمودار، کمترین میزان این مقدار در نمونه شاهد برابر با ۸۰ درصد بوده است در حالی‌که این میزان در غلظت‌های ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد به ترتیب برابر ۸۴، ۸۸، ۸۷ و ۸۲ درصد گزارش گردید. بر اساس نتایج تحلیل آماری داده‌ها ظرفیت نگهداری آب، تیمار ۳ درصد دارای بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب می‌باشد که با تیمار ۴/۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد درحالی که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

۲.۱.۳. آب چک (Drip loss)

شکل ۲ نمایانگر میزان آبچک اندازه‌گیری شده

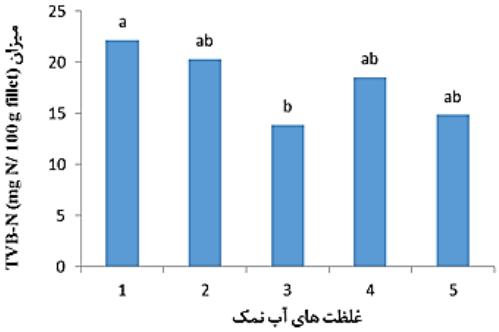
Archive of SID

www.SID.ir



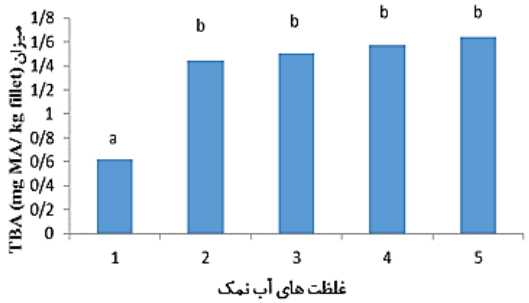
شکل ۲- مقدار آب چک اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف مورد آزمون (حروف انگلیسی مشابه، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد است - توضیحات مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

شکل ۳- مقدار سختی اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف مورد آزمون (حروف انگلیسی مشابه، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد است - توضیحات مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).



شکل ۴ – مقدار TVB-N اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف مورد آزمون (حروف انگلیسی مشابه، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد است - توضیحات مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

در تیمارهای مختلف آب نمک می‌باشد. مقدار آن در تیمارهای شاهد، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد به ترتیب برابر با ۰/۷۱، ۰/۱۸، ۱/۲۶، ۱/۴۷ و ۲/۱۶ درصد گزارش گردید. بدین ترتیب میزان آب‌چک در تیمار ۱/۵ درصد کمترین مقدار را دارد و با افزایش میزان نمک در تیمارها میزان آب چک نیز به طور معنی‌داری



شکل ۵ – مقدار TBA اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف مورد آزمون (حروف انگلیسی مشابه، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد است - توضیحات مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

($P<۰/۰۵$) افزایش می‌یابد.

۳.۱.۳. بافت‌سنجی

میزان سختی بافت فیله‌های ماهی انجمادزدایی شده در غلظت‌های مختلف آب نمک در شکل ۳ گزارش شده است. میزان سختی نمونه شاهد با کمترین مقدار برابر با ۱/۳۴نیوتون و نمونه‌های ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد به ترتیب برابر با ۱/۹۲، ۱/۵۲، ۱/۹۲ و ۱/۶۶ نیوتون اندازه گیری گردید. بر اساس نتایج تحلیل آماری داده‌ها اختلاف معنی داری بین داده‌ها مشاهده نگردید.

۲.۳. نتایج آنالیزهای شیمیایی

۱.۲.۳. ظرفیت نگهداری آب (WHC)

میزان مجموع ترکیبات ازته فرار تیمارهای مورد بررسی در شکل ۴ گزارش گردیدکه براساس آن نمونه شاهد دارای بیشترین مقدار و برابر ۲۲/۲۰ میلی‌گرم ازت فرار در ۱۰۰ گرم فیله اندازه گیری شد وتیمارهای ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد نیز به ترتیب برابر با ۲۰/۳۳، ۱۳/۸۶، ۱۸/۵۱ و ۱۴/۸۵ (میلی‌گرم ازت فرار در ۱۰۰ گرم فیله) گزارش گردید. براساس تحلیل آماری داده-ها، بین تیمارهای شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

۱.۲.۳. میزان تیوباربیوتیک اسید TBA

مقدار TBA تیمارها در شکل ۵ ارائه شده است. میزان TBA در نمونه شاهد برابر با ۰/۶۲ و در نمونه-های ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد به ترتیب برابر ۱/۴۴،

Archive of SID

www.SID.ir

۱/۵۰، ۱/۵۷ و ۱/۶۴ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت می‌باشد. براساس نتایج و تحلیل آماری داده‌ها اختلاف موجود بین ۴ تیمار دارای غلظت‌های آب نمک با نمونه شاهد معنی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

امروزه نمک‌گذاری به‌عنوان روشی که ویژگی‌های خاصی را به محصول نهایی می‌دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هنگام استفاده از آب نمک یا پودر نمک معمولا دو فرآیند جذب نمک و از دست دادن آب به دلیل تفاوت غلظت و فشار اسمتیک، در عضله رخ می‌دهد. نمک جذب شده، تغییراتی را در پروتئین عضله ایجاد می‌کند که منجر به تغییر در بافت و ظرفیت اتصال آب می‌گردد (Faralizadeh *et al.*, 2014). اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب به‌عنوان یکی از روش‌های مناسب جهت بررسی کیفیت ماهی در طول دوره‌ی انجماد و انجمادزدایی می‌باشد (Morkore and Lillehort, 2007). در طول نمک‌گذاری، نمک در فیبرهای ماهیچه‌ای پخش می‌شود و به دلیل دافعه‌ی الکترواستاتیک و دپلی‌مریزه شدن رشته‌های ضخیم و نازک ساختار ماهیچه‌ای، تورم اتفاق می‌افتد (Faralizadeh *et al.*, 2014). محققان بیان دارند که میزان کم غلظت آب نمک در مقایسه با غلظت‌های بالای آب نمک (٪۱۲-۱۰>) باعث کمتر دناتوره شدن پروتئین‌ها و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که سطوح نسبتاً کم نمک اثر بهتری نسبت به سطوح بالاتر نمک در حفظ کیفیت محصولات نهایی فیله‌ی ماهی دارد (Qiancheng *et al.*, 2008). طبق نتایج حاصل از پژوهش، بالاترین میزان ظرفیت نگهداری آب برای تیمارهای ۳ و ۴/۵ درصد آب نمک گزارش گردید. تغییرات ظرفیت نگهداری آب پس از فرآیند انجمادزدایی در ارتباط با تغییر ماهیت و انبوهش پروتئین‌ها خصوصا میوزین می‌باشد (Morkore and Lillehort, 2007). بنابراین می‌توان بیان کرد که افزایش در میزان ظرفیت نگهداری آب در این تیمارها به دلیل تغییر ماهیت کمتر پروتئین‌ها (میوفیبریل) می‌باشد. Berenthal و همکاران (۱۹۸۹) نیز در پژوهشی، بعد از آب نمک‌گذاری گوشت گاو در غلظت‌های مختلف (۰/۵، ۱، ۲ و۴ درصد)، قبل و بعد از جمود، به این نتیجه رسیدند که غلظت‌های ۲ و ۴ درصد دارای بالاترین میزان WHC می‌باشد و سپس استفاده از غلظت‌های کم آب نمک در قبل از جمود را جهت آب نمک‌گذاری پیشنهاد کردند.

میزان آب چک (Drip loss) نیز از جمله شاخص‌های میزان خروج آب از عضله می‌باشد (Zare-Joneghani, and Hosseini, 2017). میزان مایع خارج شده از بافت تحت تاثیر عوامل مختلفی، از جمله: جمود، زمان و دمای نگهداری، pH و میزان نمک اضافه شده به محصول دارد. آب نمک به‌طور گسترده در صنعت فیله‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نمک موجود در آن به دلیل فشار اسمزی به‌درون عضله انتشار می‌یابد و باعث دپلی‌مریزه شدن ساختار پروتئینی و در نتیجه تورم می‌گردد. دپلی‌مریزه شدن پروتئین‌های میوفیبریل منجر به تشکیل ماتریکس همگنی از پروتئین‌ها می‌شود که شکاف‌ها و منافذی نیز در آن نیز ایجاد می‌گردد که درنهایت باعث افزایش مایع خروجی از بافت می‌شوند. همچنین بالا بودن غلظت یونی در آب نمک، باعث انقباض میوفیبریل‌ها و کم آب شدن بیشتر در پروتئین‌ها می‌گردد (Qiancheng *et al.*, 2008; Ünlüsayın *et al.*, 2010). نتایج میزان آب چک در نمونه‌های مورد مطالعه نیز بیانگر این موضوع می‌باشد. طبق نتایج، با افزایش میزان نمک در تیمارها میزان آب چک نیز افزایش می‌یابد به گونه‌ای که تیمار ۶ درصد دارای بالاترین مقدار آب چک می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش Larsen و همکاران (۲۰۰۸) نیز گویای این می‌باشد که میزان DL به میزان غلظت آب نمک مورد استفاده بستگی دارد و افزایش میزان آب نمک منجر به افزایش آب‌چک می‌گردد به گونه‌ای که طبق گزارش‌ها، آن‌ها بین غلظت‌های ۲۰ و ۱۵ درصد NaCl تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید در حالی که با گروه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

آب نمک بر پیوندهای بین ملکولی پروتئین‌ها و درنهایت بر ساختار آن‌ها تاثیر خواهد گذاشت و باعث دناتوره شدن آن می‌گردد. Thorarinsdottir و همکاران (۲۰۰۴) بیان دارند که استفاده از غلظت‌های کم نمک، منجر به تورم ماهیچه می‌گردد در حالی‌که غلظت‌های بالای نمک (۱۰-۹ درصد) پروتئین‌ها ممکن است که پیوندهای پروتئین-پروتئین تشکیل

Archive of SID

www.SID.ir

دهند که با انقباض عضله و کم آب شدن آن همراه است. در واقع با دناتوره شدن پروتئین ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد و در نتیجه عضله سفت‌تر می‌شود (Leygonie *et al.*, 2012). در این پژوهش نیز تیمار ۳ درصد دارای کمترین سختی (بالاترین میزان ظرفیت نگهداری آب) در بین تیمارها می‌باشد. Jittinandana و همکاران (۲۰۰۲) نیز اثر غلظت‌ها و مدت زمان‌های مختلف آب نمک را بر روی خصوصیات کیفی ماهی قزل‌آلای دودی شده مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج آن‌ها، بالاترین میزان نیروی برشی بافت برای تیمارهایی با بالاترین غلظت آب نمک گزارش گردید که دلیل آن را کاهش میزان محتوای رطوبت بیان کردند.

TVB-N به‌عنوان شاخصی از فساد شناخته می‌شود که افزایش در میزان آن به‌دلیل فعالیت باکتری‌های فساد و آنزیم‌های درونی می‌باشد (Özyurt *et al.*, 2009) و در گونه‌های مختلف آبزیان با توجه به سن، جنس و فصل صید متفاوت می‌باشد. به طور کلی مصرف محصولی که مجموع بازهای ازته فرار در آن ۲۵ تا ۳۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت باشد توصیه نمی‌گردد (Al-Busaidi *et al.*, 2011). نتایج حاصل از پژوهش حاضر بیانگر تاثیر غلظت‌های مختلف آب نمک بر میزان TVB-N نمونه‌ها می‌باشد. به گونه‌ای که تیمارهای مورد بررسی میزان TVB-N کمتری نسبت به تیمار شاهد دارند و کمترین میزان TVB-N برای تیمار ۳ درصد گزارش گردید. نتایج حاصل از پژوهش Yanar و همکاران (۲۰۰۶) نیز گویای افزایش میزان TVB-N در نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف آب نمک می‌باشد. طبق نتایج آنها با افزایش میزان نمک از ۵ به ۱۵ درصد در طی روزهای مختلف میزان TVB-N نیز افزایش می‌یابد. آن‌ها پس از انجام پژوهش تیمار ۵ درصد را به عنوان غلظت بهینه جهت آب نمک گذاری در محصولات دودی معرفی کردند.

آبزیان با توجه به ارزش غذایی بالا در برابر فساد اکسیداتیو بسیار حساس می‌باشند اکسیداسیون لیپید در ماهی منجر به تشکیل هیدروپراکسیدها می‌گردد که در نهایت به آلدهید و کتون تجزیه‌ی می‌شود و همراه با ایجاد طعم و بوی نامطبوع در ماهی می‌باشد و از طریق اندازه‌گیری تیوباربیوتیک اسید (TBA) مشخص می‌گردد (Razavy Shirazy, 2007). این شاخص به طور گسترده جهت اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون چربی استفاده می‌شود و بیانگر محصول ثانویه‌ی اکسیداسیون چربی (Nirmal and Benjakul, 2009) به ویژه آلدهیدها می‌باشد روند افزایش این شاخص در مدت نگهداری به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان‌ها در بافت می‌باشد (Etemadi *et al.*, 2008). با توجه به نتایج حاصل از پژوهش با افزایش نمک در تیمارها میزان TBA نیز افزایش می‌یابد به گونه‌ای که بالاترین میزان TBA برای تیمار ۶ درصد گزارش گردید. نمک سدیم (NaCl) به علت فعالیت پراکسیدانی، کاتالیزور اکسیداسیون چربی در بافت‌های ماهیچه‌ای از جمله ماهی می‌باشد. فعالیت پراکسیدانی کلرید سدیم به دلیل توانایی آزادسازی آهن از رنگدانه‌های هم و سپس جایگزینی Na^+ از طریق واکنش‌های جایگزینی می‌باشد. آهن جدا شده ممکن است که به‌عنوان پراکسیدان در اکسیداسیون لیپید شرکت نماید (Osinchak *et al.*, 1992; Faralizadeh *et al.*, 2014). یون کلراید (Cl^-) نیز به رادیکال آزاد تبدیل می‌شود و سپس به طور مستقیم به یک پیوند دوگانه یا یک هیدروژن آزاد متصل می‌گردد (Kanner and Kinsella, 1983). Lakshmanan (۲۰۰۰) محدوده‌ی ۲-۱ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم بافت را به عنوان حد قابل قبول برای ماهیان گزارش کرد. در این پژوهش نیز همه‌ی مقادیر این شاخص در نمونه‌های مورد مطالعه از حد قابل قبول پیشنهادی کمتر بود و بین تیمارهای مختلف آب نمک تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج حاصل از پژوهش Hedayati fard و Meyri (۲۰۱۷) نیز بیانگر میزان TBA در ماهیان نمک سود شده نسبت به ماهیان فاقد نمک می‌باشد طبق گزارشات آنها با فرآیند نمک سود کردن گرچه میزان TBA افزایش یافت اما در محدوده‌ی تازه باقی ماند.

محصولات دریایی منجمد قبل از هرگونه فراوری، انجمادزدایی می‌شوند به‌طوری که انجمادزدایی نامناسب می‌تواند باعث کاهش کیفیت در محصول نهایی گردد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که، انجمادزدایی فیله‌های ماهی نقره‌ای در غلظت ۳ درصد آب نمک، منجر به افزایش میزان ظرفیت نگهداری آب (WHC) و در نتیجه سفتی کمتر نسبت

Archive of SID

www.SID.ir

به سایر تیمارها می‌گردد. همچنین با افزایش میزان نمک در تیمارها، مقادیر آب چک نیز به طور معنی-داری افزایش می‌یابد به گونه‌ای که بین تیمار ۱/۵ و ۳ درصد میزان آب چک دارای تفاوت معنی‌داری می-باشد. نتایج حاصل از شاخص‌های شیمیایی نیز، بیانگر کمتر بودن میزان TVB-N و TBA در تیمار ۳ درصد می‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت فرآیند انجمادزدایی در کیفیت نهایی فیله، استفاده از غلظت-های مختلف آب نمک، که بتواند اکسیداسیون لیپید و پروتئین و در نتیجه فساد را در محصولات دریایی کاهش و یا به تاخیر اندازد، از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر، آب نمک با غلظت ۳ درصد را می‌توان جهت انجمادزدایی این نوع محصولات در صنعت، مورد استفاده قرار داد.

References

Al-Busaidi, M.A., Yesudhason, P., Al-Falahi, K.S., Al-Nakhaili, A.K., Al-Mazrooei, N.A., Al-Habsi, S.H., 2011. Changes in scomberotoxin (Histamine) and volatile amine (TVB-N) formation in Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) stored at different temperatures. *Journal of Agricultural and Marine Sciences* 16, 13-22.

Aubourg, P.S., Lehman, I., Gallardo, M.J., 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Journal Science Food Agriculture* 82, 1764-1771.

Bremner, H.A., 2000. Safety and quality issues in fish processing. CRC Press, Boca Raton FL 33431, 507 p.

Berenthal, P.H., Booren, A.M., Gray, J.I., 1989. Effect of sodium chloride concentration of pH, water holding capacity and extractable protein of pre-rigor and post-rigor ground beef. *Meat Science* 25, 143-154.

Chatzikyriakidou, K., Katsanidis, E., 2012. Effect of liquid smoke dipping and packaging method on the keeping quality of raw and cooked Chub mackerel (*Scomber japonicus*) fillets. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 21, 445-454.

Etemadi, H., Rezaei, M., Abedian Kenary, A.M., 2008. Evaluation of antibacterial and antioxidant properties of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on shelf life of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Food Science and Thecnology* 5, 67-77. (In Persian)

Faralizadeh, S., Zakipour Rahimabadi, E., Khanipour, A.A., 2014. The influence of sodium chloride replacement with potassium chloride on quality changes of hot smoked Kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) during storage at 4°C. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 15, 662-676.

Ghaly, A.E., Dave, D., Budge, S., Brooks, M.S., 2010. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *American Journal of Applied Sciences* 7, 859-877.

Hassanzadeh, P., Tajik, H., Razavi Rohani2, M., Ehsani, A., Aliakbarlu, J., Moradi, M. 2011. Effects of gamma irradiation and chitosan coating on the bacterial, chemical and sensory properties of chicken meat. *Journal of Food Industry Research* 3, 359-369. (In Persian)

Hui, Y.H., Cornillon, P, Legarreta, I.G., Lim, H.M., Murrell, K.D., Nie, W.K., 2004. Handbook of frozen food. Marcel Dekker, Inc.

Javadian, S.R., Rezaei, M., Soltani, M., Kazemian, M., Pourgholam, R., 2014. Effects of thawing methods on chemical, biochemical, and microbial quality of frozen whole Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquatic Food Product Technology* 22, 168-177.

Jittinandana, S., Kenney, S.P.B., Slider, S.D., Kiser, R.A., 2002. Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked Rainbow trout fillets. *Journal of Food Science* 67, 2095-2099.

Kanner, J., Kinsella, J.E., 1983**.** Lipid deterioration initiated by phagocytic cells in muscle foods: Caroene destruction by a myeloperoxidase - hydrogenperoxidehalide system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31, 370-376.

Lakshmanan, P.T., 2000**.** Fish spoilage and quality assessment. In: T. S. G. Iyer, M.K. Kandoran, Mary Thomas, & P. T. Mathew (Eds.), Quality assurance in seafood processing. Cochin: Society Fisher Techno (India). pp. 26-40

Larsen, R., Olsen, S.H., Kristoffersen, S., Elvevoll, E.O., 2008. Low salt brining of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua*) and the effects on different quality parameters. *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1167-1172.

Leygonie, C., Britz, T.J., Hoffman, C., 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Journal of Meat Science* 91, 93-98.

Lv. L., Ma, J.G., Cao, Y.R., Zhang, J.C., Zhang, W., Li, L., Xu, S.R., Ma, X.H., Ren, X.T., Hao, D.Y., 2011. Study of proton irradiation effects on AlGaN/GaN high electron mobility transistors. *Microelectronics Reliability* 51, 2168-2172.

Archive of SID

www.SID.ir

Morkore, T., Lillehoit, R., 2007. Impact of freezing temperature on quality of formed Atlantic cod (*Gadus murhua L.*). *Journal of Texture Studies* 38, 457-472.

Nirmal, N.P., Benjakul, S., 2009. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp *(Litopenaeus vannamei)* during iced storage. *Journal of Food Chemistry* 116, 323-331.

Osinchak, J.O., Hultin, H.O., Zajicek, O.T., 1992. Effect of NaCl catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of fish muscle. *Free Radical Biology and Medicine* 12, 35-41.

Özyurt, G., Kuley, E., Özkütük, S., Özogul, K., 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis)* during storage in ice. *Food Chemistry* 114, 505-510.

Pan, Y., Sun D.W., Han, Z., 2017. Applications of electromagnetic fields for nonthermal inactivation of microorganisms in foods: An overview. *Trends in Food Science & Technology* 64, 13-22.

Park, J.W., 2005. Surimi and surimi seafood. CRC Press**,** Boca Raton, Taylor and Francis, 961 p.

Qiancheng, Z., 2008. Effect of salt and protein injection on yield and quality changes during storage of chilled and frozen saithe fillets. Fisheries training program. United Nation University, Iecland, 56 p.

Rawdkuen, S., Jongjareonrak, A., Phatcharat, S., Benjakul, S., 2010. Assessment of protein changes in farmed giant catfish *(Pangasianodon gigas)* muscles during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology* 45, 985-994.

Razavy Shirazy, H., 2007. Seafood technology, Pars Negar Publication, Second Edition, Vol. I, 325 p. (In Persian)

Thorarinsdottir, K.A., Arason, S., Bogason, S.G., Kristbergsson, K., 2004. The effects of various salt concentrations during brine curing of cod (*Gadus morhua*). *International Journal of Food Science and Technology* 39, 79–89.

Tavakoli, H.R., Hosseini, H., Khaksar, R., 2009. Bacteriological characteristics of salted fish from north of Iran. *Journal of Food Science and Technology* 6, 105-111. (In Persian)

Ünlüsayın1, M., Erdilal1, R., Gümüş, B., Gülyavuz, H., 2010. The effects of salt-boiling on protein loss of *Penaeus semisulcatus. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10, 75-79.

Yanar, Y., Celik, M., Akamca, E., 2006. Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked Tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4°C. *Food Chemistry*, 97, 244–247.

Zare joneghani, S., Hosseini, S.V., 2017. Evaluation different thawing methods on Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillet. *Journal of Fisheries* 70, 221-229. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir