Archive of SID

مقایسه اثر روش‌های خشک کردن در خلاء و آون بر ویژگی‌های شیمیایی و زمان ماندگاری سوریمی تهیه شده از فیله ماهی کپورنقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

- **سعیده مرادی‌نژاد:** گروه شیلات، واحدتالش، دانشگاه آزاداسلامی، تالش، ایران، صندوق‌پستی: ٦٥١٤٣-٤٣٧١١
- **سیدجواد ابوالقاسمی*:** گروه شیلات، واحدتالش، دانشگاه آزاداسلامی، تالش، ایران، صندوق‌پستی: ٦٥١٤٣-٤٣٧١١
- **علی اصغرخانی‌پور:** پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

چکیده

پودر تهیه شده از سوریمی، به‌طور معمول به‌صورت خشک آماده شده و به‌عنوان یک ماده خام برای تهیه محصولات فرآوری شده دریایی کاربرد دارد. هدف ازاین مطالعه، تولید و مقایسه ارزش غذایی و زمان ماندگاری پودر تهیه شده از سوریمی خام به‌دست آمده از کپورنقره‌ای بود که در دوتیمار تحت شرایط خلا با دمای۵/۰±۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت۵ ساعت و تیمار هوای داغ (آون) با دمای۵/۰±۷۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت خشک شدند. پودر سوریمی در بسته‌بندی‌های معمولی به‌مدت ٦٠ روز در دمای محیط نگه‌داری شدند. نمونه‌برداری و آزمایشات ارزش غذایی (شامل اندازه‌گیری پروتیین، چربی، رطوبت، TBA و TVB-N) در ۳ تکرار با فواصل ۲۰ روز انجام پذیرفت. آنالیز آماری SPSS از نتایج نشان داد که تیمار خشک شده با خلا، حداکثرحاوی ٨٦/٣٣ درصد پروتیین بوده که این میزان بیش از تیمار خشک شده با آون (٧٧/٧٦ درصد) بود (p<۰/۰۵) ارزیابی TVB-N درطول دوره نگه‌داری بیانگر آن بود که تیمار ۱ آون پس از ۰روز (۰/۹۸±۲۰/۳ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) و تیمار خلا پس از ٤٠ روز (٤/٨٤±٢٠/٠ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) از حد استاندارد (١٩/٦ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) عبور کردند. نتایج نشان داد که پودر سوریمی تهیه شده به‌کمک خلا نسبت به‌روش آون از کیفیت بالاتری برخوردار بوده و دارای زمان ماندگاری بالاتر (تا ٤٠ روز) در دمای محیط می‌باشد.

کلمات کلیدی: پودر سوریمی، خشک کردن، روش خلاء، روش آون، کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abolghasemisj@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه صنعت آبزی‌پروری به‌عنوان منبع مهمی برای تهیه پروتئین‌هایی باکیفیت بالابرای عصر حاضر و نیز نسل آینده وهم‌چنین فرصتی برای تولید، درآمدزایی و فن‌آوری پیشرفته جهت توسعه محصولات فرآوری شده از ماهیان درنظر گرفته می‌شود (Bombardeh، ۲۰۰۵؛ Silva، ۲۰۰۹). ازجمله محصولات فرآوری‌شده مهم دردنیا که می‌توان از ماهیان تهیه نمود سوریمی است. سوریمی (Surimi) یک واژه ژاپنی بوده و در ژاپن و در اکثر کشورهای جهان به‌عنوان یک غذای مشهور دریایی حاصل از گوشت ماهی محسوب می‌گردد که از ماهیان ریز یا از آن‌چه که به‌عنوان محصولات فرعی از صید است، تهیه می‌گردد. سوریمی به گوشت چرخ‌کرده ماهی اطلاق می‌شود که قسمت اعظم ترکیبات محلول در آب آن توسط فرایند شستشو خارج شده و پروتئین میوفیبریل باقی‌مانده قبل از انجماد با مواد نگه‌دارنده مخلوط گردد (Santana، ۲۰۱۲). پودر سوریمی، به‌طور معمول به‌صورت خشک آماده شده و به‌طورکلی به‌عنوان یک ماده خام برای تهیه محصولات دریایی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. پودر سوریمی مزایای بسیاری در کاربردهای صنعتی، مانند حمل و نقل آسان، هزینه توزیع کم و خصوصیات فیزیکی مناسبی دربرابر خشک‌کردن و مخلوط شدن دارد. به‌منظور جلوگیری از دناتوره شدن پروتئین در طی خشک کردن، می‌توان موادی مانند ساکارز و پلیول به آن اضافه کرد. پودر سوریمی به‌دلیل محتوای پروتئین بیش از ۶۵ درصد، به‌عنوان کنسانتره پروتئین ماهی نوع A طبقه بندی شده است (Santana، ۲۰۱۲). جهت تولید پودر سوریمی از انواع روش‌های خشک کردن استفاده می‌گردد که از این جمله می‌توان به‌روش استفاده از انجماد و خلا (The freeze-drying method)، روش استفاده از اسپری هوای خشک (The spry-drying method)، روش استفاده از آون (The oven-drying method) و استفاده از خشک‌کن‌های (The solar-drying) اشاره نمود (Santana، ۲۰۱۲). تحقیقات اندکی بر روی استفاده از خلا جهت خشک نمودن پروتئین ماهی و تولید پودر سوریمی انجام شده‌است. از این جمله می‌توان به تحقیقی که توسط Matsuda (۱۹۸۱) انجام شد اشاره نمود، وی جهت خشک نمودن میوفیبریل‌های کپور ماهی از دمای انجماد ۴۰- درجه سانتی‌گراد به‌همراه خلا استفاده نمود و توانست در مدت ۵ ساعت میزان رطوبت پروتئین ماهی را به ۱٪ برساند. سوریمی در دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد یاکم‌تر در طول نگه‌داری و حمل و نقل ذخیره می‌شود (Toyoda و همکاران، ۱۹۹۲). انجمن تبرید ژاپن دمای ۲۳- تا ۲۵- درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲- ۶ ماه را برای ذخیره‌سازی سوریمی منجمد توصیه می‌کند (Matsumoto و Noguchi، ۱۹۹۲). از آن‌جاکه هزینه‌های ذخیره‌سازی انجماد بالا است، فرم خشک شده سوریمی (به‌عنوان مثال پودر سوریمی) می‌تواند راهی برای کاهش هزینه‌ها در صنعت تولید سوریمی باشد. پودر سوریمی را می‌توان به‌وسیله جذب مجدد آب با افزودن آب به میزان چهار برابر وزن پودر به‌سوریمی مرطوب تبدیل کرد، به‌طوری‌که این پودر سوریمی مرطوب به اندازه یک قالب سوریمی منجمد، آب داشته باشد. تفاوت مهمی که بین سوریمی منجمد و پودر سوریمی می‌باشد این است که پودر سوریمی را می‌توان در دمای محیط بدون ذخیره‌سازی در یخ، نگه‌داری کرد، بنابراین، پودر سوریمی هزینه توزیع پایین‌تری نسبت به سوریمی منجمد دارد. از دیگر مزایای استفاده از پودر سوریمی شامل سهولت نگه‌داری، ذخیره‌سازی راحت‌تر و مفید بودن مخلوط خشک می‌باشد (Green و Lanier، ۱۹۸۲). نگه‌داری آسان در طول تولید بسیار مهم است. در شکل پودر، به‌دلیل حذف آب، وزن سوریمی کاهش می‌یابد. بنابراین، در صنعت، در محوطه‌های کوچک، در مقایسه با سوریمی منجمد، پودر سوریمی بیش‌تری می‌توان ذخیره نمود. هم‌چنین مخلوط خشک منجر به تغییر فرمولاسیون محصولات مشتق از سوریمی، پیدایش ترکیبات یکنواخت بیش‌تر و سنجش آسان‌تر پروتئین می‌گردد (Santana، ۲۰۱۲).

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به‌روش تجربی و با استفاده از تکنیک آزمایش در مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان بندر انزلی انجام گرفت. برای این منظور ماهی کپور نقره‌ای با دامنه وزنی ۷۰۰-۶۰۰ گرم به‌میزان تقریبی ۲۰ کیلوگرم و به تعداد ۳۰ قطعه به‌صورت زنده از استخرهای پرورش ماهی در استان گیلان شهرستان رشت تهیه و توسط مخازن حمل ماهی به مرکز منتقل شدند. ابتدا از نمونه‌های ماهیان، زیست سنجی (طول و وزن) به‌عمل آمد، سپس ماهیان با آب تمیز شست‌شو شده و پس از آن، مورد سرزنی و تخلیه امعاء و احشاء قرار گرفتند. پس از آن با آب تمیز شست‌شو داده شده و لیزابه، خون و بقایای احشاء ماهی به‌وسیله برس زدن حذف گردیدند. هدف از این مرحله آماده‌نمودن ماهی جهت انتقال به‌دستگاه‌استخوان‌گیر (Deboner) بود. فیله‌های کپور نقره‌ای مستقیماً پس از شست‌شوی سطحی وارد دستگاه چرخ گوشت (با قطر چشمه ۴ میلی‌متر) گردیدند.

تهیه سوریمی و تیمارهای مورد بررسی: پس از تهیه گوشت چرخ شده ماهی، محصول سه مرتبه با آب سرد (دمای آب زیر ۱۰ درجه) شست‌شو داده شد که در هر بار حجم آب مصرفی ۴ برابر وزن گوشت چرخ شده ماهی بود. در شست‌شوی مرحله سوم، ۰/۲ درصد کلرید سدیم برای خروج بهتر آب اضافه گردید. هر مرحله شست‌شو ۵ دقیقه طول کشید که طی این مدت، به‌طور دائم مخلوط گوشت چرخ شده ماهی و آب توسط هم‌زن بهم زده شد و بعد از هر بار

www.SID.ir

Archive of SID

شست‌شو، مرحله آبگیری انجام گردید. بدین‌صورت که مخلوط تهیه شده را در پارچه صافی ریخته و بعد از عبور آب از پارچه، مورد پرس (فشار) قرار گرفته تا عمده آب آن خارج گردد. در آبگیری مرحله آخر، بعد از فشردن گوشت چرخ‌شده ماهی با نبروی‌دست، یک وزنه سنگین به‌مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه روی گوشت چرخ شده گذاشته شد تا آب آزاد آن به‌طور کامل خارج شود. سوریمی تولید شده سپس به صورت بلوک‌های ۱ کیلوگرمی بسته‌بندی گردیدند(آزادیان و همکاران، ۱۳۹۰). برای تولید پودر پروتئینی سوربمی خشک‌شدن به‌روش خلاء به دستگاه خشک‌کن (مدل Heraeus ساخت کشور آلمان) که تحت شرایط خلاء کار می‌کرد انتقال داده شد و با دمای ۰/۵±۶۰ درجه سانتی‌گراد تحت فشار ۲/۱ پاسکال در مدت ۵ ساعت خشک گردید. هر ۱ ساعت محصول را از نظر خشکی و رطوبت مورد بررسی قرار داده و بعد از خشک شدن آسیاب نموده و از غربال ۱۰۰میکرون عبور داده شد. رطوبت محصول نهایی کم‌تر از ۸ درصد بود (Khoshko، ۲۰۱۲). برای خشک کردن در آون نیز نمونه‌های خام سوریمی در سینی‌های آلومینیومی با ابعاد ۳۰ × ۵۰ سانتی‌متر قرار داده و با استفاده از هوای گرم در آون معمولی و در دمایی برابر ۰/۵±۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. در طول فرایند خشک شدن، نمونه‌ها برگردانده شده و هر یک ساعت یک بار به‌منظور اطمینان از این‌که حرارت در سراسر نمونه توزیع شده است، مخلوط می‌گردیدند. این فرایند خشک شدن ۲۴ ساعت طول کشید. نمونه‌های سوریمی تا زمانی‌که میزان رطوبت آن‌ها به تقریباً ۷ درصد رسید، خشک گردیدند. سپس نمونه‌های خشک شده با استفاده از یک خردکن تجاری به‌صورت پودر درآمده و با الک دارای اندازه چشمهٔ ۳۰ میلی‌متر الک شدند(Huda و همکاران، ۲۰۰۱). دو تیمار که عبارت‌از: تیمار ۱: پودر سوریمی تهیه شده به‌روش خشک شده در خلاء و تیمار ۲: پور سوریمی به‌روش خشک شده درآون، در بسته‌بندی معمولی (کیسه پلی‌اتیلنی) قرار داده شده و در دمای محیط به‌مدت ۶۰ روز نگه‌داری و برای آزمایشات (شیمیایی و عمر ماندگاری) با فواصل ۲۰ روز یک‌بار نمونه‌برداری و آزمایشات مربوطه با ۳ بار تکرار انجام شد.

روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای شیمیایی: در این تحقیق جهت اندازه‌گیری پروتئین از دستگاه ماکروکجلدال اتوماتیک (مدل S4-Behr ساخت کشور آلمان) با روش استاندارد (AOAC، ۲۰۰۵). استفاده شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری چربی از روش سوکسله توسط دستگاه اتوماتیک سوکسله (مدل Behr ساخت کشور آلمان) (پروانه، ۱۳۷۷). اندازه‌گیری pH نمونه‌ها توسط دستگاه pH متر (مدل Kitro-lin ساخت کشور فرانسه). اندازه‌گیری کل مواد ازته فرار (TVB_N) به‌روش تقطیر [استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸-(۱۳۸۳)]، با کمک دستگاه ماکروکجلدال (مدل S4-Behr ساخت کشور آلمان)و نیز جهت اندازه‌گیری مواد واکنش‌گر با تیوباربیتوریک اسید (TBA) به‌روش رنگ‌سنجی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۶۴۱۵-Jenway ساخت کشور انگلستان) و محاسبه بر حسب میلی گرم مالون‌دی‌آلدیید در کیلوگرم نمونه استفاده گردید[استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴-(۱۳۸۳)].

تجزیه و تحلیل آماری: پس از انجام آزمایشات، جهت تجزیه و تحلیل آماری ابتدا بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و سپس همگنی واریانس داده‌ها با آزمون Levene انجام‌شد،داده‌های به‌دست آمده پس از همگن‌سازی تیمارهای منتخب آنالیز شده و با توجه به داشتن میانگین داده‌ها در ۲ تیمار از روش آماری پارامتریک T-test استفاده گردید. هم‌چنین برای آنالیز آماری و رسم نمودار از SPSS۱۷ و نرم‌افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده شد.

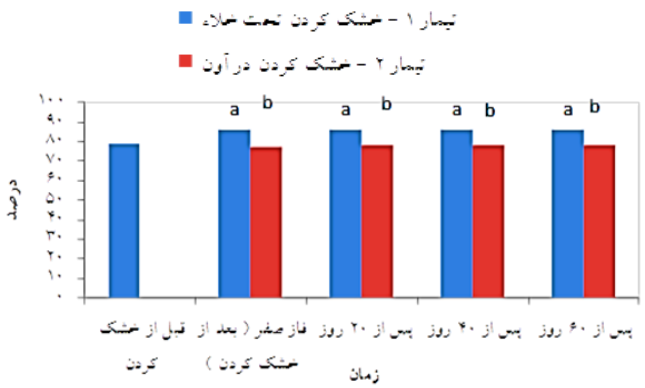
نتایج

نتایج اندازه‌گیری پروتئین: میانگین ±انحراف معیار میزان پروتئین پس‌از آماده‌سازی سوریمی(قبل از فرآیند خشک کردن) ۱۴/۰±۷۹/۲۹ درصد بود. بررسی روند تغییرات درصد پروتئین در سوریمی خشک شده به دو روش مختلف خشک شده در خلا و در آون در مدت زمان نگه‌داری نشان داد که میزان آن از فاز صفر (پس از خشک کردن) تا فاز سوم (بعد از ۶۰ روز) بین دو تیمار، روند افزایشی داشته و این روند در بین تیمارها، دارای اختلاف معنی‌دار آماری بوده است ($p<0/05$). در تیمار۱، درصد پروتیین محصول پس از خشک شدن در فاز صفر نیز دارای میانگین ± انحراف معیار، ۰/۰۳±۸۵/۱۹ درصد و در تیمار۲ ۰/۲۵±۷۷/۵درصدبود.درفازهای ۲۰، ۴۰و ۶۰ روز نیزوضعیت مشابه‌ای در درصد پروتئین تیمارهای هر فاز مشاهده شد. بالاترین میزان درصد در فاز سوم (پس از ۶۰ روز) دیده شد که به‌ترتیب در تیمار ۱ و ۲ به ترتیب ۰/۰۳±۸۶/۳۳و ۰/۰۳±۷۷/۰۱ بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری داشتند (شکل ۱).

نتایج اندازه‌گیری چربی: بررسی روند تغییرات درصد چربی در مدت زمان نگه‌داری در شکل ۲ نشان داده‌شده است. میانگین ± انحراف معیار میزان درصدچربی در ابتدا(قبل از فرآیند خشک کردن) ۸/۰±۳۹/۳۱ بود. پس از فرآیند خشک کردن میزان آن از فاز صفر تا فاز ۳(بعداز ۶۰ روز) در تیمار ۲ بیش‌تر بوده و بین مقادیر به‌دست آمده در تیمارهای ۱ و ۲ هر فاز اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($p<0/05$)، بدین‌گونه که در تیمار یک از فاز صفر، میانگین ± انحراف معیار درصد چربی ۰/۰۴±۷/۶۱ و در تیمار ۲ میزان آن ۰/۰۲±۱۰/۱۹ بود. این میزان در فازهای بعدی در هر تیمار به اندازه اندکی افزایش یافت به‌طوری‌که بالاترین میزان آن در فاز ۳(۶۰روز) دیده‌شد که در تیمار یک ۰/۰۱±۷/۶۷ و در تیمار ۲، ۰/۰۱±۱۰/۳ درصد اندازه‌گیری شدند.

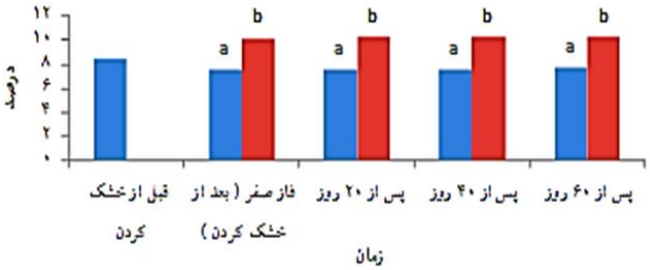
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: نمودار مقایسه اندازه‌گیری درصد پروتئین پودر سوریمی در تیمار۱ (خشک شده تحت خلاء) و تیمار ۲ (خشک شده با آون)

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر فاز می‌باشد ($p<0/05$).



شکل ۲: مقایسه اندازه‌گیری درصد چربی پودر سوریمی در تیمارهای ۱ (خشک شده تحت خلاء) و تیمار ۲ (خشک شده با آون)

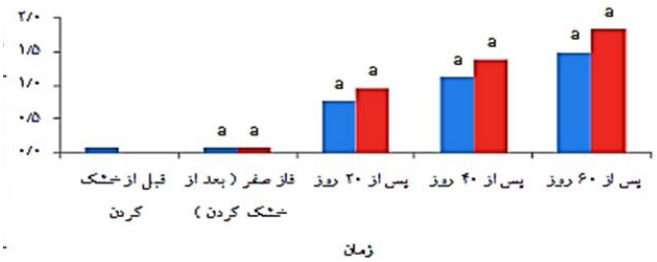
حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر فاز می‌باشد ($p<0/05$).

نتایج اندازه‌گیری رطوبت: درصدرطوبت درمدت‌زمان نگه‌داری درطی تحقیق مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در ابتدا میانگین ± انحراف معیار میزان رطوبت محصول سوریمی، ۷۲/۵±۰/۲۱ درصد بود. نتایج نشان داد که پس از فرآیند خشک کردن، میزان آن از فاز صفر تا فاز ۳ (بعد از ۶۰ روز)، روند کاهشی داشته و بین تیمارهای ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار آماری بوده‌است($p<0/05$)،به‌طوری‌که درفازصفردر تیمارهای ۱ و ۲، میانگین ± انحراف معیار، به‌ترتیب ۵/۳۵±۰/۰۲ و ۱۰/۵±۰/۰۱ درصدبود و کم‌ترین درصد در فاز۳ (پس از ۶۰ روز) به‌ترتیب تا میزان ۵/۲۲±۰/۰۱ و ۱۰/۵۴±۰/۰۱ درصد مشاهده شد (شکل ۳).

نتایج اندازه‌گیری شاخص TBA: در شکل ۴ نتایج حاصل از اندازه‌گیری مواد واکنش‌گر با تیو باربیتوریک اسید یا شاخص TBA درطول دوره نگه‌داری نشان داده شده است. بررسی روند تغییرات، در هر دو تیمار در طول‌زمان نگه‌داری نشان دادکه میزان آن ازفازصفر تا فاز نهایی(۶۰ روز) دارای روند افزایشی بوده ولی مقدار آن در هیچ‌کدام از تیمارها از حداکثر مرز قابل پذیرش (۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید/ ۱۰۰۰ گرم محصول) [استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴-(۱۳۸۳)] خارج‌نشده است.با این وجود میزان افزایش در تیمار ۱ (شرایط خشک شده‌درخلا) کم‌تر از تیمار ۲ (خشک شده در آون) بود و مقادیر به‌دست آمده در دوتیمار نیز نسبت به‌هم تفاوت معنی‌دار آماری نشان ندادند ($p>0/05$). میزان شاخص TBA قبل از فرآیند خشک کردن محصول سوریمی میانگین±انحراف معیار، ۰/۰۱±۰/۰۷میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدیید /۱۰۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. این میزان به‌تدریج در فازهای تحت بررسی افزایش یافت به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان آن در فاز ۳ (پس از ۶۰ روز نگه‌داری)، یعنی در تیمار ۱و ۲ به‌ترتیب ۰/۰۴±۱/۵ و ۰/۰۳±۱/۸۵ میلی‌گرم مالون دی‌آلدیید/۱۰۰۰ گرم به‌دست آمد.

شکل ۳: نمودار مقایسه اندازه‌گیری درصد رطوبت پودر سوریمی در تیمارهای ۱ (خشک شده تحت خلاء) و تیمار ۲ (خشک شده با آون)

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر فاز می‌باشد ($p<0/05$).



شکل ۴: نمودار مقایسه اندازه‌گیری TBA پودر سوریمی در تیمارهای ۱ (خشک شده تحت خلاء) و تیمار ۲ (خشک شده با آون)

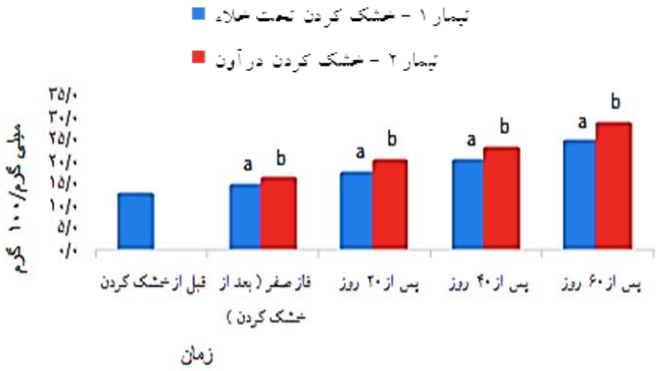
حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر فاز می‌باشد ($p<0/05$).

نتایج اندازه‌گیری شاخص TVB-N: بررسی روند تغییرات میزان ازت آزاد در طی ۶۰ روز نگه‌داری محصول پودر سوریمی در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان میانگین ± انحراف معیار TVB-N قبل از فرآیند خشک‌کردن پودر سوریمی ۱۲/۶±۰/۸۵ (میلی‌گرم/ ۱۰۰ گرم) بود. پس از فرآیندخشک کردن، میزان تغییرات TVB-N رو به افزایش گذاشت و در هر دو تیمار در طول زمان نگه‌داری نشان داد که میزان آن از فاز صفر تا فاز نهایی (۶۰ روز) افزایش یافته اما این افزایش در تیمار ۱ کم‌تر از تیمار ۲ بوده و مقادیر به‌دست آمده در

www.SID.ir

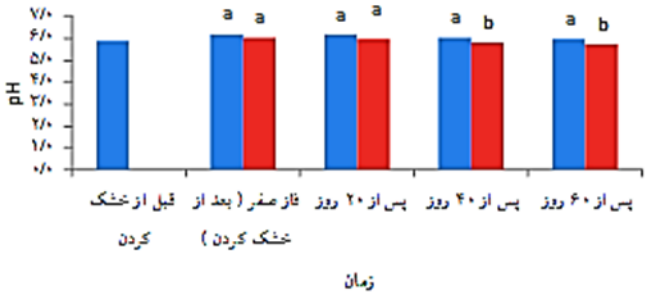
Archive of SID

دوتیمار نسبت به‌هم تفاوت معنی‌دار آماری داشته‌اند($p<۰/۰۵$).به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان آن در فاز سوم (پس از ۶۰ روز) به‌ترتیب در تیمار ۱ و ۲ به ترتیب به‌میزان ۲۴/۵±۰/۹۶ و ۲۸/۷±۰/۹۸ اندازه‌گیری شد. هم‌چنین این نتایج بیانگر آن است‌که میزان این‌شاخص درتیمار ۲ (خشک شده در آون) بعد از ۲۰ روز نگه‌داری از محدوده استاندارد ۱۹/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محصول، [استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸-(۱۳۸۳)] و در تیمار ۱ (خشک شده در شرایط خلا) پس از ۴۰ روز خارج شده است.



شکل ۵: نمودار مقایسه اندازه‌گیری TVB-N پودر سوریمی در تیمارهای ۱ (خشک شده تحت خلاء) و تیمار ۲ (خشک شده با آون)

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر فاز می‌باشد ($p<۰/۰۵$).



شکل ۶: نمودار مقایسه اندازه‌گیری pH پودر سوریمی در تیمارهای ۱ (خشک شده تحت خلاء) و تیمار ۲ (خشک شده با آون)

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها در هر فاز می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

نتایج اندازه‌گیری pH: میزان درصد pH قبل از فرآیند خشک کردن سوریمی،دارای میانگین ±انحراف‌معیار، ۵/۹۲±۰/۰۱بود. بررسی روند تغییرات pH در طول زمان نگه‌داری نشان‌داد که میزان آن از فاز صفر تا فاز ۳ (۶۰ روز) پس از فرآیند خشک شدن سوریمی، به‌تدریج کاهش نشان داده و در تمام طول مدت نگه‌داری در تیمار ۱ بالاتر از تیمار ۲ بود (شکل ۶). هم‌چنین نتایج آزمایش در هر دو تیمار در فازهای صفر و پس از ۲۰ روز نسبت به‌هم تفاوت معنی‌داری آماری نداشته ($p>۰/۰۵$) ولی در فازهای۲و۳ (پس از ۴۰ و ۶۰ روز) نسبت به‌هم دارای تفاوت معنی‌دار آماری بودند ($p<۰/۰۵$). میزان pH در فاز صفر پس از فرآیند خشک کردن در بالاترین حد خود بود به‌طوری‌که در تیمار ۱ و ۲ به‌ترتیب مقادیر ۶/۲۱±۰/۰۲ و ۶/۰۵±۰/۰۷ را نشان می‌داد. هم‌چنین میزان pH در فاز آخر نیز به کم‌ترین مقدار آن در طی نگه‌داری، یعنی به‌میزان ۵/۹۸±۰/۰۲ و ۵/۷۱±۰/۰۲ (به‌ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲) کاهش یافت.

بحث

در تحقیق حاضر مقایسه دو روش خشک کردن سوریمی در شرایط خلا و هوای داغ (آون)، جهت میزان حفظ کیفیت محصول و نیز تعیین‌مدت زمان‌نگه‌داری در دمای‌محیط موردبررسی قرار گرفت. گرچه سوریمی را می‌توان بسته به گونه‌ماهی تهیه شده از آن تا ماه‌ها در سردخانه (شرایط انجماد) نگه‌داری کرد (Macdonald، ۱۹۹۱). ولی این وضعیت هم‌چنین باعث افت کیفیت مواد آلی موجود در سوریمی‌ازجمله‌خصوصیات‌عملکردی‌پروتئین‌خواهدشد (Matsumo، ۱۹۸۰). بدین جهت استفاده از تکنیک خشک کردن و پودر نمودن این محصول می‌تواند در صنعت فرآوری مورد توجه قرار گیرد. در صنعت فرآوری، انواع محصولات پروتئینی بسته به نوع دامنه دمایی به‌کار گرفته شده برطبق دو روش عمده خشک می‌گردند که عبارتند از استفاده از سیستم دمای بالا و سیستم دمای پایین (Perumal، ۲۰۰۷). در این راستا از منبع خورشیدی (Solar dryer) و یا سوخت فسیلی (تولید الکتریسیته و یا حرارت مستقیم) بهره گرفته می‌شود (El-Sebaii، ۲۰۰۲). هدف اصلی استفاده از تکنیک خلا جهت خشک کردن سوریمی به‌کارگیری قابلیت رطوبت‌گیری دردمای پایین (کم‌تر از نقطه جوش) در شرایط محیط است. به‌طور مثال چنان‌چه میزان فشار تحت خلا ۴۰ میلی‌بار باشد، دمای به جوش آمدن آب به ۲۹ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد که این امر موجب حفظ بهتر مواد غذایی‌فرآوری‌شده نسبت به حرارت بالا می‌گردد (Perumal، ۲۰۰۷). برای خشک‌کردن مواد حساس به حرارت مانند پروتئین دمای خشک کردن باید تاحد امکان پایین آورده شود. در مطالعه‌ای که Sawant (۲۰۰۶) بر روی کیفیت اسیدهای آمینه و حفظ کیفیت پروتئین در محصولات پروتئینی انجام داد از دو روش خشک کردن با استفاده از خلا و خشک کردن با هوای داغ (آون) استفاده نمود و نتیجه گرفت که حفظ اسیدهای آمینه و کیفیت پروتئین در شرایط خلا بهتر حاصل می‌گردد. هم‌چنین در تحقیق دیگری جهت خشک کردن پودر سوریمی ماهی که در آن از خلا استفاده شد حفظ پروتئین محصول از دیگر روش‌ها از جمله خشک کردن در آون بهتر بود

www.SID.ir

Archive of SID

(Santana، ۲۰۱۲). مطالعات یاد شده با تحقیق حاضر که در آن درصد پروتئین در سوریمی خشک‌شده در فاز سوم، تحت شرایط خلا (۸۶/۳۳ درصد) بیش از آون (۷۷/۷۶) بود مطابقت دارد. هم‌چنین آن‌چه که در نتایج مشاهده می‌گردد جهش ناگهانی درصد پروتئین پس از خشک نمودن سوریمی است. به‌طوری‌که پیش از آن میزان پروتئین ۱۴/۷۹ درصد بود که دلیل آن از دست دادن رطوبت و در نتیجه افزایش درصد میزان مواد آلی ازجمله پروتئین نسبت به کل محصول می‌باشد. ولی آن‌چه که مشخص است اختلاف معنی‌دار دو تیمار مورد بررسی پس از فرآیند خشک نمودن است. به‌طوری‌که همواره میزان درصد پروتئین در تیمار ۱ به‌طور معنی‌داری بیش‌از تیمار دوم است. ازجمله دلایل افزایش درصد پروتیین محصول در تیمار یک را می‌توان به استفاده از دمای کم جهت رطوبت‌گیری در شرایط خلا نسبت به آون مربوط دانست که علاوه بر ایجاد شرایط کاهش رطوبت و تغلیظ پروتئین موجب حفظ بهتر اسیدهای آمینه پروتیین در پودر سوریمی می‌گردد(Kompany و همکاران، ۱۹۹۳؛ Abdullah، ۲۰۱۲). Santana (۲۰۱۲) ترکیبات ارزش غذایی پودر سوریمی تهیه شده از ۴ گونه ماهی سیم، کفشک، تیلاپیا و اسلیپر چرب را با استفاده از روش‌های آون درایر و اسپری درایر برای خشک کرده مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که درصد پروتئین در پودر سوریمی خشک شده به‌روش آون درایر ۷۲/۶ و در اسپری درایر ۷۴/۵ درصد بوده که درنتیجه روش خشک کردن با آون نسبت به دیگر روش ارزش کم‌تری از لحاظ حفظ میزان پروتئین را نشان می‌دهد علاوه بر این‌که بنابر دلایل گفته شده روش خشک کردن با آون نسبت به خلا نیز باعث افت درصد پروتئین می‌گردد. هم‌چنین میزان درصد چربی محصول نیز همانند پروتئین افزایشی را پس از فرآیند خشک کردن محصول اولیه نشان داد.زیرا همواره نسبت‌عکس بین میزان‌رطوبت با چربی و نیز میزان‌رطوبت‌با پروتئین وجود دارد (Minozzo، ۲۰۰۴؛ Minozzo، ۲۰۰۸). از طرفی در تحقیق حاضر میزان درصد چربی در محصول سوریمی‌خشک‌شده به‌روش آون‌به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار خشک شده با خلا بود که دلیل آن را می‌توان به حفظ نسبت کل مواد آلی هر تیمار نسبت داد یعنی هنگامی‌که میزان درصد پروتئین تیمار خلا زیاد می‌شود به‌همان نسبت درصد دیگر مواد آلی ازجمله درصد چربی کاهش می‌یابد. اگرچه چربی محصول، از مواد آلی تغذیه‌ای محسوب می‌گردد ولی یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر طول عمر محصول نیز می‌باشد و دلیل آن، اکسیداسیون چربی در طول مدت نگه‌داری است. یکی‌ازمتداول‌ترین‌روش‌های‌بررسی‌تولیدات‌ناشی‌از‌اکسیداسیون چربی تعیین میزان مواد واکنش‌گر با تیوباربیتوریک اسید بوده (Decker، ۲۰۰۵؛ Guillen، ۱۹۹۸) و میزان غلظت TBA شاخصی برای تعیین درجه‌اکسیداسیون چربی‌محسوب می‌گردد (Halamickora، ۲۰۱۰). در تحقیق حاضر میزان TBA در طول زمان نگه‌داری افزایش یافته به‌طوری‌که در فاز آخر نگه‌داری، در تیمار خشک شده به‌روش آون ۱/۸۵ و در روش خشک شده تحت شرایط خلاء ۱/۵ میلی‌گرم مالون‌دی الدئید بر ۱۰۰۰ گرم بود. علت افزایش این ماده در طول زمان‌مربوط به اکسیداسیون‌چربی باقی‌مانده‌در‌پودر‌محصول سوریمی می‌باشد. بدیهی است هرچقدر میزان درصد چربی بالاتر باشد احتمال اکسیداسیون آن نیز بیش‌تر است به‌همین دلیل سعی بر آن است تا طی فرآیند تهیه محصول، میزان چربی به حداقل برسد. (Sheviklo، ۲۰۱۲). Kaba (۲۰۰۶)، تاثیر طول زمان نگه‌داری را بر مقادیر TBA در پودر پروتئین تولید شده از سوریمی ماهی کیلکا پس از ۵ ماه نگه‌داری مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که مقدار این شاخص در فاز صفر و بلافاصله پس از تولید ۱/۰۹ و پس از ۵ ماه نگه‌داری ۲/۰۱۳ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید /۱۰۰۰ گرم بوده که بیانگر میزان افزایش آن در طول زمان است. در تحقیقی دیگر Ozden (۲۰۰۶) مشخص نمود که ماریناد تهیه شده از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که در دو تیمار شامل ماریناد بسته‌بندی شده در خلا و بسته‌بندی شده در روغن مورد آزمایش قرار گرفته بودند. پس از طی ۹۰ روز اختلاف مشخصی را در میزان شاخص TBA نشان می‌دهند به‌طوری‌که میزان این شاخص در تیمار بسته‌بندی در خلا کم‌تر (۹/۵ میلی‌گرم مالون دی آلدیید در کیلوگرم) از میزان آن در بسته‌بندی در روغن (۱۰/۲۶) اندازه‌گیری شد. Dallabona (۲۰۱۳) در تحقیقی که بر روی فیله‌های ماهی تیلاپیا در شرایط بسته‌بندی تحت خلا و بسته‌بندی معمولی انجام داد. همواره کاهشی در میزان شاخص TBA در تیمارهای بسته‌بندی خلا نسبت به تیمار بسته‌بندی معمولی مشاهده نمود که این امر را ناشی از کاهش اکسیداسیون چربی به‌دلیل شرایط خاص استفاده از خلا که در آن میزان اکسیژن خیلی کم‌تر از بسته‌بندی معمولی بوده دانست. تحقیق حاضر نیز همواره کاهشی را در میزان شاخص TBA در شرایط خلا نسبت به تیمار دیگر نشان می‌دهد. شاخص دیگر در تعیین میزان تازگی محصولات پروتئینی، میزان بازهای ازت‌دار آزاد می‌باشد. در تمامی ماهیان تازه صید شده همواره مقداری بازهای نیتروژن‌دار آزاد (TVB-N) وجود دارد که در طول مدت نگه‌داری پس ازصید میزان آن افزایش می‌یابد (جلیلی، ۱۳۹۰). هم‌چنین روند مراحل آماده‌سازی جهت تولید محصول سوریمی نیز می‌تواند موجب افزایش TVB-N گردد زیرا در طی فرآیند چرخ کردن گوشت، ساختار میوفیبریل‌های عضلانی تخریب گردیده و پس از خروج محتویات آن‌ها، آنزیم‌ها راحت‌تر می‌توانند در مجاورت مواد آلی موجود قرار گرفته و درنتیجه فعالیت‌های آنزیمی تسریع می‌گردد که نتیجه آن افزایش بازهای ازته آزاد درطی زمان در سوریمی می‌باشد (Rehbein، ۲۰۰۲). افزایش و یا کاهش ازت فرار در پودر

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین ماهی خشک شده بستگی به‌میزان تجزیه ساختار اسیدهای-آمینه در اثر هیدرولیز و اتولیز پروتئین دارد. ازجمله دیگر عوامل آن، گونه ماهی، زمان و دمای انبار نگه‌داری و نیز شرایط بسته‌بندی و فرآوری محصول است(Parkو همکاران، ۱۹۸۱؛جلیلی، ۱۳۹۰). Kaba (۲۰۰۶) مقادیر TVB-N پودر پروتئین تولید شده از سوریمی ماهی کیلکا را پس از ۵ ماه نگه‌داری مورد بررسی قرارداد و مقدار آن در فاز صفر و بلافاصله پس از تولید ۴/۲ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم و پس از ۵ ماه نگه‌داری ۶/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و در نتیجه افزایش آن در طی زمان را گزارش داد.Khoshkho (۲۰۱۲) نیز تغییرات شیمیایی پروتئین ماهی تولیدشده از ماهی کیلکا دریای خزر را بررسی کرده و در تحقیق خود پس از تولید پروتئین ماهی در ۲ نوع بسته‌بندی معمولی و اتمسفر اصلاح شده، به‌مدت ۶ ماه در ۳ دمای مختلف ۲۰ ، ۳۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد آزمایش انجام‌دادو نتیجه گرفت که میزان TVB-N در حد ۱۰ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم حفظ گردیده بود که بیانگر اثر نوع بسته‌بندی و تاثیر زمان نگه‌داری می‌باشد. در تحقیق حاضر، مقدار TVB-N در پودر سوریمی خشک شده در فاز صفر به-روش استفاده از خلاء ۱۴/۷ میلی‌گرم/۱۰۰گرم و در روش آون ۱۶/۱ بود. علت افزایش این شاخص در روش آون به‌کارگیری حرارت مستقیم و در نتیجه تخریب بیش‌تر پروتئین در مقایسه با روش غیرمستقیم (خلا) جهت خشک کردن می‌باشد. مقادیر به‌دست آمده از TVB-N در دو تیمار نشان داد که در تیمار ۲ از روز ۲۰ و در تیمار ۱ بعد از ۴۰ روز از حد استاندارد (بیش‌تر از ۱۹/۶ میلی‌گرم/ ۱۰۰ گرم) خارج شده است. دیگر شاخص مورد بررسی در این تحقیق pHمحصول بود. براساس نتایج به‌دست آمده از ارزیابی مقادیر pH در طول دوره نگه‌داری پودر سوریمی در شرایط محیط، کاهش تدریجی در میزان آن مشاهده شد و این کاهش در دو فاز آخر تحقیق دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود. Sheviklo (۲۰۱۲) در پژوهشی اندازه-گیری خصوصیات پروتئین ایزوله شده با استفاده از تغییر pH که از ماهی کفشک تهیه شده بود را پس از خشک کردن به‌روش فریز درایر انجام داد و در اندازه‌گیری pH نتیجه گرفت که مقدار آن به‌تدریج گذشت زمان در محصول نهایی کاهش یافته و بین ۶/۱-۵/۵ رسیده است. میزانpH علاوه بر بافت عضلانی در استحکام بافت پیوندی که عضله را متصل نگه می‌دارد نیز تاثیر زیادی دارد به‌طوری‌که بافت پیوندی در دامنه pH خنثی کاملاً محکم است ولی هنگامی‌که به طرف pH اسیدی میل می‌کند این استحکام را از دست‌داده و کیفیت آن کاهش می‌یابد(رضوی‌شیرازی، ۱۳۸۰). Chin (۲۰۱۲) تحقیقی را درباره پودر سوریمی ماهی و به‌کارگیری آن در تولید آرد ماکارونی انجام داد در طی این تحقیق تیمار شاهد (بدون افزودن پودر پروتئین ماهی) pH پایین‌تری نسبت به تیمارهای دارای پودر پروتئین داشتند که علت این کاهش در طول زمان، تجزیه آمین‌های‌حاصل از تخریب پروتئینی در طی فرآیند تولید بیان گردید. در تحقیق حاضر نیز میزان pH در فازهای مورد بررسی بتدریج کاهش نشان دادند ولی این کاهش معنی‌دار نبود ($p<0/05$). کم‌ترین میزان pH در فاز آخر تحقیق در پودر پروتئین خشک شده به‌روش آون ۵/۷۱ و در روش خشک شده تحت خلاء ۵/۹۸ اندازه‌گیری شد. همان گونه که‌در نتایج آورده شده است میزان درصد پروتئین پودر سوریمی خشک شده با خلا بیش از روش آون بود ولی با این وجود میزان کاهش pH کم‌تر از تیمار سوریمی خشک شده با هوای داغ است، که دلیل آن حفظ بهتر میوفیبریل‌های پروتئینی در برابر تخریب و در پی آن کاهش کم‌تر تجزیه آمینی در هنگامی است که از تکنولوژی خلا به‌جای هوای داغ استفاده شده است. نتیجه تحقیق حاضر بیانگر این نکته است که علاوه بر این‌که پودر سوریمی به‌عنوان یک محصول غنی از پروتئین می‌باشد می‌تواند به‌راحتی موردحمل‌ونقل و نگه‌داری قرار گرفته و در تولید محصولات مختلف به‌کار گرفته شود. محصول پودر سوریمی تهیه شده با روش تحت خلا از نظر ارزش پروتئینی و دیگر فاکتورهای شیمیایی بیان‌شده، مرغوب‌تر از محصول‌خشک شده با استفاده از هوای داغ (آون) بوده و روش تحت خلا می‌تواند محصول را دست کم تا ۴۰ روز در دمای محیط قابل مصرف نگه‌داری نماید.

تقدیر وتشکر

از همکاری صمیمانه ریاست و معاونین محترم مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان بندرانزلی و نیز کارشناسان گرامی آزمایشگاه آن مرکز که در طی اجرای این تحقیق، کمال همکاری را داشتند، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱. **آزادیان،م.؛ موسوی‌نسب، م.، یوسفی، ع.، ۱۳۹۰.** تولیدسوریمی و پروتئین ایزوله‌از ماهی کپورنقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و بررسی تغییرات مؤلفه‌های رنگی و شیمیایی نمونه‌های ژل و پودر تولیدی از آن‌ها. مجله علمی شیلات. سال ۲۰، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۰.

۲. **استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴. ۱۳۸۳.** گوشت و فرآورده‌های آن،اندازه‌گیری میزان اسیدتیوباربیوتیک. موسسه‌استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۸ صفحه.

۳. **استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸. ۱۳۸۳.** گوشت و فرآورده‌های آن، اندازه‌گیری میزان مواد ازته فرار. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۲۴ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

۴. **پروانه، و.، ۱۳۷۷.** کنترل کیفی و آزمایشگاهی شیمی مواد غذایی. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۲۵ صفحه.

۵. **جلیلی، س.ح. و همرنگ‌امشی، ع.، ۱۳۹۰.** تغییرات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت حسی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای تحت دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد. مجله علمی شیلات. سال ۲۰، شماره ۳، صفحات ۳۳ تا ۴۴.

۶. **رضوی‌شیرازی، ح.، ۱۳۸۰.** تکنولوژی فرآورده‌های دریایی. علم فرآوری. جلد دوم، انتشارات نقش مهر. ۲۹۲ صفحه.

۷. **Abdullah, R., 2012**. Functional properties of threadfin bream surimi powder added with different dryoprotectants. UMT 11th International annual symposium on sustainability science and management. 6 p.

۸. **AOAC. 2005**. Official Method of Analysis. Washington, DC Association of Official Analytical chemists. 771 p.

۹. **Bombardelli, R.A.; Syperreck, M.A. and Sanches, E.A., 2005.** Situação atual e perspectivas para oconsumo, processamento eagregação de valor ao pescado. Arquivos de Ciências Veteri e Zoologia da UNIPAR. Vol. 8, pp: 181-195.

۱۰. **Chin, C., 2012**. Incorporation of surimi powder in wet yellow noodles and its effects on the physicochemical and sensory properties. International food resear J. Vol. 19, pp: 701-707.

۱۱. **Dallabona, B.R.; Karam, L.B. and Wagner, R., 2013.** Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 42, pp: 835-843.

۱۲. **Decker, E.A.; Warner, K.; Richards, M.P. and Shahidi, F., 2005.** Measuring antioxidant effectiveness in food. J Agr Food Chem. Vol. 53, pp: 4303-4310.

۱۳. **El-Sebaii, A.; Aboul-Enein, S.; Ramadan, M.R.I. and El Gohary, H.G., 2002.** Empirical correlations for drying kinetics of some fruits and vegetables. Energy. Vol. 27, pp: 845-859.

۱۴. **Green, D. and Lanier, T.C., 1985.** Fish as the `soybean of the sea'. In Martin, R.E. and Collete, R.L., (Eds). Proceedings of the International Symposium on Engineered Seafood Including Surimi, Washington: National Fisheries Institute. pp: 42-52.

۱۵. **Guillén-Sans, R. and Guzmán-Chozas, M., 1998.** The thiobarbituric acid (TBA) reaction in foods: A review. Crit Rev Food Sci Nutr. Vol. 38, pp: 315-330.

۱۶. **Halamíčková, A. and Malota, L., 2010.** Muscle Thiobarbituric Acid Reactive Substance of the Atlantic Herring (*Clupea harengus*) in Marinades Collected in the Market Network. ACTA VET. BRNO. Vol. 79, pp: 329-333.

۱۷. **Huda, N., 2001**. Functional properties of surimi powder from three Malaysian marine fish. Internationa journal food science and technology. Vol. 36, pp: 5-12.

۱۸. **Kaba, N., 2006**. The Determination of Technology & Storage Period of Surimi Production from Anchovy. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.Vol. 6, pp: 29-35.

۱۹. **Khoshkho, Zh., 2012**. Protein and lipid changes of FPC produced from Caspian Sea Kilkas in VP and MAP during storage at different temperatures. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 11, pp: 9-18.

۲۰. **Kompany, E.; Benchimol, J.; Allaf, K., Ainseba, B. and Bouvier, J.M., 1993**. Carrot dehydration for instant rehydration: dehydration kinetics and modeling. Drying Tech. Vol. 11, pp: 451-470.

۲۱. **MacDonald, G.A. and Lanier, T.C., 1991.** The roleof carbohydrates as cryoprotectant in meats. Food Technology. Vol. 45, pp: 150-159.

۲۲. **Matsuda, Y., 1981.** Protein denaturation during freeze drying of carp myofibrils. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries. Vol. 47, pp: 813-815.

۲۳. **Matsumoto, J. and Noguchi, S.F., 1992**. Cryostabilization of protein in surimi. In Lanier, T.C. & Lee, C.M., (Eds). Surimi technology, New York. Marcel Dekker Inc. pp: 357-388.

۲۴. **Minozzo, M.G.; Waszczynskyj, N. and Beirao, L.H., 2004.** Características fisico-quimicas do patê de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) comparado a produtos similares comerciais. Alimentos & Nutrição. Vol. 15, pp: 101-105.

۲۵. **Minozzo, M.G.; Waszczynskyj, N. and Boscolo, W.R., 2008.** Utilização de carne mecanicamente separada de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para a produção de patês cremoso e pastoso. Alimentos e Nutrição. Vol. 19, pp: 315-319.

۲۶. **Özden, Ö. and Erkan, N., 2006.** Effect of different packing methods on the shelf life of marinated rainbow trout. Archiv für Lebensmottelhygiene. Vol. 57, pp: 69-75.

۲۷. **Park, Y.H.; Chai, S.A.; Ahn, C.W. and Yang, Y.K., 1981.** Changes in contents of amines in the dark fleshed fish meat during processing and storage 2: Formation of DMA and TMA in salted & dried mackerel, pike and Spanish mackerel. Bulletin of Korean Fisheries Society. Vol. 14, pp: 7-14.

۲۸. **Perumal, R., 2007.** Comparative Performance of Solar Cabinet Vacuum Assisted Solar and Open Sun Drying Methods. Department of Bioresource Engineering McGill University, Montreal, Canada. 89 p.

۲۹. **Rehbein, H., 2002.** Measuring the shelf-life offrozen fish. In: (Bremner, H.A. ed.), Safety & quality issues in fish processing. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LIC. 18 p.

۳۰. **Santana, A., 2012**. Technology for production of surimi powder and potential of applications. International Food Research Journal. Vol. 19, pp: 1313-1323.

۳۱. **Sawant, P.L. and Magar, N.G., 2006.** Studies on Frozen Fish, Denaturation of Proteins. J of food science. Vol. 26, pp: 253-257.

۳۲. **Sheviklo, G., 2012**. Characteristics of freeze-dried fish protein isolated from saithe (*Pollachius virens*). J Food Sci Technol. Vol. 49, pp: 309-318.

۳۳. **Silva, F.V.; Sarmento, N.L.A.F. and Vieira, J.S., 2009.** Características morfométricas, rendimentosde carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nilo em diferentes faixas depeso. Revista Brasileira de Zootecni. Vol. 38, pp: 1407-1412.

۳۴. **Toyoda, K.; Kimura, I.; Fujita, T.; Noguchi, S.F. and Lee, C.M., 1992**. Surimi manufacturing process. In Lanier, T.C. and Lee, C.M., (Eds). Surimi Technology, New York. Marcel Dekker Inc. pp: 79-166.

www.SID.ir