بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده شیلات و محیط زیست

پایان‌نامه جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته فرآوری محصولات شیلاتی

اثرات دما و زمان انعقاد بر خواص تولید ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی

(*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)

پژوهش و نگارش:

شیما زمانی‌نژاد

استاد راهنما:

بهاره شعبانپور

استاد مشاور:

علی شعبانی

شهریور ۱۳۹۱

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **شیما زمانی‌نژاد** دانشجوی رشته **فرآوری محصولات شیلاتی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به سه وجود مقدس

آنکه ناتوان شد تا به توانایی برسم

آنکه مویش سپید شد تا رو سفید شوم

و آنکه عاشقانه سوخت تا گرمابخش وجودم و روشنگر راهم باشد

پدر

مادر

و

همسرم

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران یگانه خالقم که مرا به رفیع ترین روشنایی ها هدایت نمود و راهم را به نور همیشه فروزان دانش، روشن ساخت. از استاد راهنمای عزیزم سرکار خانم دکتر شعبان پور که در طول انجام این پژوهش با راهنمایی های ارزشمندشان همراهیم کردند بی نهایت سپاسگذارم و توفیق روز افزون ایشان را از خداوند متعال خواستارم. از یاری و بزرگواری جناب آقای دکتر شعبانی مشاور بزرگوارم به خاطر مساعدت های بی دریغشان تشکر می نمایم. از اساتید محترم جناب آقایان دکتر اجاق و دکتر عالیشاهی که داوری این پایان نامه را تقبل نموده و نیز جناب آقای دکتر شیخ نماینده محترم تحصیلات تکمیلی کمال تشکر و سپاس را دارم. همچنین از راهنمایی های دکتر مهران اعلمی سپاسگزارم. از مساعدت جناب آقای مهندس نعیمی کارشناس آزمایشگاه شیمی نهایت تشکر را دارم. سپاس دوستانی را که بدون همراهی و کمک آن ها اتمام پایان نامه میسر نبود: خانم ها گوک اعتمادیان، قدسی و جمشیدی

پاس ویژه خود را تقدیم می نمایم به خانواده ارجمندم و همسر بزرگوارم که همواره حامی من بوده اند.

چکیده

ماهی کپور معمولی *(Cyprinus carpio)* می‌تواند یکی از منابع تهیه ماده خام اولیه محصولات شیلاتی نظیر سوریمی جهت تولید محصولات آماده مصرف باشد. با توجه به اینکه اختصاصات بافتی محصولات تولید شده از سوریمی، بستگی به توانایی تولید ژل آن دارد و از طریق آمادگی اولیه خمیر ماهی برای پخت نهایی (قوام‌یابی) می‌توان ژل مقاوم‌تر تولید کرد، در این تحقیق اثر دما و زمان انعقاد (قوام‌یابی) بر خواص تولید ژل سوریمی کپور پرورشی بررسی شد . برای این کار تیمارهای سووآری شامل تیمار شاهد (سول سوریمی مخلوط با نمک) و ژل‌های سووآری قوام یافته در حرارت های ^{c}۳۵ (۱ ساعت)، ^{c}۲۵ (۱، ۲، ۳، ۵ و۸ ساعت) و ^{c}٤ (۱۲ ساعت) و تیمارهای کامابوکو شامل تیمار شاهد (سول پخته‌شده در ^{c}۹۰ برای ۲۰ دقیقه) و ژل‌های کامابوکوی قوام یافته (در شرایط ذکر شده برای ژل های سووآری) و پخته شده در نظر گرفته شد. در ژل‌های سووآری و کامابوکو با افزایش زمان در ^{c}۲۵ میزان حلالیت پروتئین کاهش یافت؛ کمترین میزان آن در ژل های قوام‌یافته در ^{c}۳۵ مشاهده شد. میزان ظرفیت نگهداری آب و پپتیدهای محلول در TCA تفاوت معنی داری ($P<۰/۰۵$) بین تیمارها نشان ندادند. الگوی الکتروفورز ژل کاهش وزن مولکولی پروتئین میوزین و اکتین ر ا در ژل‌های سووآری و کامابوکو با افزایش زمان در ^{c}۲۵ نشان داد؛ شاخص L* و سفیدی با افزایش زمان در ^{c}۲۵ کاهش اندکی یافت. بیشترین قدرت ژل در ژل‌های کامابوکوی قوام‌یافته در ^{c}۳۵ مشاهده شد. در دمای ^{c}۲۵ با افزایش زمان قدرت ژل افزایش یافت . نتایج این تحقیق نشان د اد که در دمای متوسط با افزایش زمان قوام‌یابی کیفیت ژل تولید شده بهبود یافت . بهترین خواص فیزیکوشیمیایی در ژل های تولیدشده در دمای متوسط برای ۸ ساعت و ژل‌های تولیدشده در دمای بالا مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: کپور معمولی (Cyprinus carpio) ، قوام‌یابی، ژل، سووآوری، کامابوکوی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ کلیات ۳

۱-۳ هدف تحقیق ۷

۱-٤ فرضیه‌های تحقیق ۷

فصل دوم بررسی منابع

۲-۱ مطالعات انجام‌شده پیرامون سوریمی و تولید ژل ۱۰

۲-۲ مطالعات انجام‌شده پیرامون بافت ۱۳

۲-۳ مطالعات انجام‌شده پیرامون ظرفیت نگهداری آب (WHC) و رنگ ۱۵

۲-٤ مطالعات انجام‌شده پیرامون الگوی الکتروفورز پروتئین‌ها ۱٦

۲-۵ مطالعات انجام‌شده پیرامون حلالیت پروتئین و پپتید ۱۷

فصل سوم مواد و روش‌ها

۳-۱ مواد و وسایل مورد استفاده ۲۰

۳-۱-۱ مواد مصرفی ۲۰

۳-۱-۲ وسایل غیرمصرفی ۲۰

۳-۲ روش کار ۲۱

۳-۲-۱ تهیه، آماده‌سازی و نگهداری ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی ۲۱

۳-۲-۲ تیمارهای سووآری ۲۲

۳-۳ تیمارهای کامابوکو ۲۳

۳-٤ آنالیز تعیین درصد ترکیبات بدن ماهی ۲۳

۳-۲-٤ آزمایشات فیزیکوشیمیایی ۲۳

۳-٤-۱ اندازه‌گیری رطوبت ۲٤

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-٤-۲ ظرفیت نگهداری آب (WHC)..... ۲٤
۳-٤-۳-۱ مطالعات حلالیت پروتئین..... ۲٤
۳-٤-۳-۲ اندازه‌گیری پروتئین به روش بیورت..... ۲٤
۳-٤-۳-۲-۱ تهیه معرف بیورت..... ۲٤
۳-٤-۳-۲-۲ تهیه منحنی استاندارد..... ۲٤
۳-٤-۳-۲-۳ اندازه‌گیری پروتئین..... ۲٥
۳-٤-٤-۱ اندازه‌گیری پپتیدهای محلول با تری کلرو استیک اسید (TCA)..... ۲٦
۳-٤-٤-۲ تهیه محلول A..... ۲٦
۳-٤-٤-۳ تهیه منحنی استاندارد..... ۲۷
۳-٤-٥-۱ الکتروفورز ژل دو دسیل سولفات – پلی آکریلامید (SDS-PAGE)..... ۲۸
۳-٤-٥-۲ آماده‌سازی نمونه برای الکتروفورز ژل..... ۲۹
۳-٤-٥-۳ تهیه ژل پایین (۱۰ درصد)..... ۲۹
۳-٤-٥-٤ تهیه ژل بالا (٥ درصد)..... ۲۹
۳-٤-٥-٥ فرآیند انجام آزمایش..... ۲۹
۳-٤-٦-۱ اندازه‌گیری پروفیل بافت (TPA)..... ۳۰
۳-٤-٦-۲ رنگ سنجی..... ۳۰
۳-٤-۷ روش تجزیه و تحلیل آماری..... ۳۱
۳-٤-۸ تست پانکچر..... ۳۱

فصل چهارم نتایج

٤-۱ آنالیز تقریبی گوشت چرخ‌شده و سوریمی کپور پرورشی ۳٤
٤-۲ نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی بر روی ژل‌های سواری قوام‌یافته در حرارت‌های بالا، متوسط و پایین..... ۳٤
٤-۲-۱ ظرفیت نگهداری آب، حلالیت پروتئین و پپتیدهای محلول..... ۳٤
٤-۲-۲ الگوی ژل الکتروفورز..... ۳٥
٤-۲-۳ شاخص‌های رنگ..... ۳۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

٤-٣ نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی بر روی ژل کامابوکو قوام یافته در حرارت‌های بالا، متوسط و پایین.....٣٨
٤-٣-١ ظرفیت نگهداری آب، حلالیت پروتئین و پپتیدهای محلول.....٣٨
٤-٣-٢ الگوی ژل الکتروفورز.....٣٩
٤-٣-٣ شاخص‌های رنگ.....٤١
٤-٣-٤ قدرت ژل.....٤١
٤-٢-٤ فاکتورهای بافت.....٤٣

فصل پنجم بحث و نتیجه‌گیری

٥-١ بحث.....٤٦
٥-٢ نتیجه‌گیری کلی.....٥٨
٥-٣ آزمون فرضیه‌ها.....٥٩
.....
٥-٤ پیشنهادات.....٦٠
٥-٤-١ پیشنهادات پژوهشی.....٦٠
٥-٤-١ پیشنهادات اجرایی.....٦٠
منابع.....٦١

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

۱-۱ ماهی کپور پرورشی(*Cyprinus carpio*)..... ٤

۱-۳ نمودار جریانی اثر دما و زمان قوام‌یابی بر خواص تولید ژل سوریمی کپور پرورشی..... ۳۲

٤-۱ الگوی SDS-PAGE پروتئین‌های سووآری ماهی کپور پرورشی قوام یافته در حرارت‌های بالا، متوسط و پایین..... ۳٦

٤-۲ الگوی SDS-PAGE پروتئین‌های کامابوکوی ماهی کپور پرورشی قوام‌یافته در حرارت‌های بالا، متوسط و پایین..... ٤۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

ماهی کپور معمولی *(Cyprinus carpio, Linnaeus, 1758)* از خانواده کپور ماهیان، به علت مقاومت بالا نسبت به تغییرات درجه حرارت آب، میزان اکسیژن محلول، حمل و نقل، دستکاری و نیز قدرت تولید مثل بالا چهارمین گونه مهم پرورشی آبزیان از نظر تولید در جهان می باشد. میزان پرورش این ماهی در ایران نیز نسبتا بالاست و به صورت توام با کپور ماهیان چینی پرورش داده می شود. رشد مناسب، مقاومت در برابر بیماری ها و شرایط محیطی نامطلوب و دارا بودن نسبت مناسب حجم عضله یا گوشت به استخوان و احشاء از مزایای این ماهی است.

یکی از راه های تولید فراورده‌های غذایی متنوع از این ماهی تولید سوریمی [۱] است. خمیر ماهی یا سوریمی قطعات کوچک گوشت ماهی بدون پوست و استخوان است که جهت جداسازی خون، املاح غیرآلی، بعضی از چربی‌ها، بهبود رنگ و کاهش بوی محصول، طی چند مرحله با آب سرد شسته شده است. سوریمی یک فراورده بینا بینی است و خود آن مصرف نمی شود بلکه از آن برای تهیه فراورده‌های دیگر مانند سوسیس ، کالباس، کیک، کوفته و ... استفاده می‌شود.

مهمترین خاصیت کاربردی سوریمی، توانایی تولید ژل [۲] است. قابلیت تولید ژل که در گونه های مختلف ماهی یکسان نیست و عامل تعیین کننده اختصاصا ت بافتی محصول نهایی تولید شده از سوریمی است. برای تشکیل ژل، پروتئین ها از طریق حرارت متوسط به صورت جزئی دناتوره [۳] می شوند که در نتیجه آن ساختمان سوم پروتئین ها باز شده و بدون شکستن پیوندهای کووالانسی زنجیرهای بلند بوجود می آید سپس در طی انبوهش [٤] مجدد، ساختار شبکه سه بعدی شکل می گیرد و پدیده قوام‌یابی [٥] (انعقاد) ژل رخ می دهد (ونوگوپال[٦]، ۲۰۰۹). از طریق آمادگی اولیه خمیر ماهی برای پخت نهایی می توان ژل مقاوم‌تر تولید کرد، این مرحله قوام یابی نامیده می‌شود (لینر[۷]، ۱۹۸۲ و چن[۸] و همکاران،۱۹۹۷) که از طریق پخت اولیه سور یمی در دمای بالا یا متوسط و یا قرار دادن آن در دمای پایین قبل از پخت نهایی ایجاد می شود (بنجاکول[۹] و همکاران، ۲۰۰۳).

---

1 - Surimi
2 - Gelation
3 - Denaturate
4 - Aggregation
5 - setting
6 - Venugopal
7 - Lanier
8 - Chen
9 - Benjakul

در رابطه با توانایی تولید ژل سوریمی ماهیان آب شیرین و پارامترهای فیزیکی موثر بر ژل آنها تحت تاثیر دوره‌های حرارتی مختلف مطالعات کمی صورت گرفته است (لو[10] و همکاران ، ۲۰۰۱ و ۲۰۰٤) در این تحقیق اثر دما و زمان قوام یابی بر خواص تولید ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی در حرارت‌های بالا، متوسط و پایین بررسی گردید.

۱-۲- کلیات

ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)

متعلق به خانواده کپور ماهیان است که به طور طبیعی در حوضه دریای خزر، سیاه، آرال و حوضه‌های کم عمق رودخانه ولگا زندگی می کند . این ماهی دارای ارزش اقتصادی بالایی می باشد و در سواحل جنوبی دریای خزر، در اغلب استخرهای پرورش ماهیان گرمابی، تالاب ها، آبگیرهای طبیعی و رودخانه‌های شرق، مرکزی و غرب ایران پراکنش دارد. بیشترین فراوانی این گونه در جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان و تالاب های گمیشان) می‌باشد. از مشخصات این ماهی داشتن ۲ جفت سبیلک، دندان حلقی سه ردیفی با فرمول ۱.۱.۳ – ۳.۱.۱، یک شعاع سخت مضرس در باله های پشتی و مخرجی، حداکثر طول استاندارد ۱۵۰ سانتی‌متر و میانگین طول ۳۸ سانتی‌متر، فلس‌های بزرگ و رنگ زرد تیره است. بین شکل پرورشی و وحشی این ماهی از نظر تولید مثل، رشد، شکل ظاهری و مصرف غذا تفاوت هایی وجود دارد (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۱)؛ مشخصه اصلی نژاد پرورشی کپور، ارتفاع زیاد بدن و در مقایسه با آن ارتفاع کم سر است . در سال های اخیر پرورش ماهیان گرمابی و ماهی کپور افزایش یافته است؛ میزان پرورش این ماهی در سال ۲۰۰۸ در جهان برابر ۲۹۸۷٤۳۳ تن بود (عمادی، ۱۳۸٦؛ سال نامه آماری شیلات ایران، ۱۳۸۹؛ FAO, 2010). میزان پرورش ماهیان گرمابی در استان گلستان در سال ۱۳۸۷، ۱۰۰۰۰ تن بوده که در سال ۱۳۹۱ به ۱۲۰۰۰ تن رسیده است که از این مقدار کپور معمولی ٦۰۰ تن را به خود اختصاص داده است (آمار منتشر نشده اداره کل شیلات استان گلستان، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱).

به منظور تنوع بخشی به فراورده های غذایی حاصل از این ماهی و وارد کردن هر چه بیشتر آن به سبد غذایی خانوار می‌توان آن را تبدیل به محصولات ارزش افزوده و آماده‌مصرف کرد.

---

[10] - Lou

شکل۱-۱- ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*)

سوریمی

سوریمی عبارتست از کنسانتره پروتئین های میوفیبریل که ترکیبات محلول در آب و مولد بو (آنزیم‌ها، پروتئین‌های سارکوپلاسم، خون، املاح غیرآلی و بعضی لیپیدها) طی چند مرحله شستشو از خرده گوشت‌های ماهی جدا شده‌اند. فرایند شستشو با آب سرد و به نسبت (w/v) ۱:۳ انجام می شود و سپس آب اضافی به کمک فشار یا سانتریفیوژ گرفته می شود (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). این محصول را می توان در صورت نیاز تا ٦ ماه در ^{c}۲۰- نگهداری کرد البته برای جلوگیری از تغییرات پروتئین ها در طول نگهداری معمولا قبل از انجماد به آن محافظ های سرمایی شامل ٤٪ شکر، ٤٪ سوربیتول و ۰/۳٪ پلی فسفات اضافه می شود (لی[11] و همکاران، ۱۹۹۸). سوریمی در پایان مرحله تولید، محصولی بدون طعم و بو با ظرفیت نگهداری آب و قدرت امولسیون کنندگی بالا و حدود ٪۷۵ آب، ٪۱٦ پروتئین و ٪۱ چربی می‌باشد که از آن می توان برای تهیه فراورده های ژل‌مانند استفاده کرد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). فراورده‌های ژل مانند فراورده‌هایی هستند که از حرارت‌دهی سوریمی ماهی با ۲ تا ۳ درصد نمک تولید می‌شوند (رضوی شیرازی، ۱۳۷۳). این فراورده‌ها گذشته از طعم از نظر شکل و نوع فرایند حرارتی که تحت آن قرار می گیرند تفاوت اساسی با هم دارند. از نظر شکل به پنج دسته فرآورده‌های گرد، میله ای شکل، تقلیدی، رشته ای و مالیدنی های خوراکی ماهی تقسیم می‌شوند و از نظر فرایند حرارتی، تحت چهار فرایند حرارتی عمده شامل بخاردهی، کباب کردن، سرخ کردن و جوشاندن قرار می گیرند که محصولات نهایی آنها به ترتیب عبارتند از کامابوکو[12]، چیکووا[13]، ساتو ستومیج[14] و همپن[15] در گذشته تولید سوریمی تنها از ماهیان سفید گوشت مانند آلا سکاپولاک[16] که از

---

[11] - Lee
[12] - Kamaboko
[13] - Chikuwa
[14] - Sastumaage
[15] - Hampen
[16]- *Chalcogramma theragra*

خود توانایی تولید ژل خوب، بافت انعطاف پذیر، مزه مناسب و ظاهر سفید نشان می دادند معمول بود (لینر[17]، ۱۹۸٦). با افزایش جمعیت جهان و محدود بودن ذخایر برخی ماهیان سفید گوشت مورد استفاده در صنعت سوریمی (چن[18] و همکاران، ۱۹۹۷) و قیمت بالای سوریمی (کیم[19] و همکاران، ۱۹۹٦) و از آنجایی که بر اساس تئوری های داده شده از هر نوع ماهی جدای از نوع گونه، شکل، اندازه و حتی در برخی موارد تازگی آن می توان برای تولید سوریمی استفاده کرد (شیمیزو[20] و همکاران، ۱۹۸۱) فرصت ورود سایر ماهیان به دایره تولید سوریمی فراهم شد . گوشت ماهیان آب شیرین به علت داشتن طعم مناسب در صورت تازگی، بوی ملایم، میزان چربی و سفیدی مناسب در تهیه سوریمی استفاده شد. کپور، کفال و تیلاپیا گونه هایی از ماهیان آب شیرین هستند که تهیه گوشت چرخ‌شده از آنها با موفقیت انجام گرفته است (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). از آنجایی که ماهیان پرورشی ارزان‌تر از ماهیان دریایی هستند استفاده از این ماهیان برای تهیه سوریمی مقرون به صرفه است (شویک لو، ۱۳۷۸).

توانایی تولید ژل:

مهمترین پارامتر سوریمی توانایی تشکیل ژل است . ژل حالتی واسطه‌ای بین جامد و مایع است که در ساختمان آن رشته های پروتئینی از طریق ارتباط متقاطع، یک شبکه پیوسته ایجاد می کنند. مهمترین پروتئین در ساختمان ژل میوزین است . برای تشکیل ژل لازم است پروتئین ها بصورت نسبی دناتوره شده و ضمن از دست دادن ساختار مارپیچ بین رشته‌های آنها ارتباط بین مولکولی برقرار شود. پایداری این ساختار که در نتیجه تغییرات فوق شکل گرفته است بوسیله برهم کنش های هیدروفوبیک[21] و کووالانت[22] تامین می‌گردد. البته در طول مراحل مختلف شکل گیری شبکه ژل آب، روغن و ترکیبات طعم‌دهنده نیز درون ژل محفوظ می گردند. تولید ژل از پروتئین ماهی مهمترین مرحله تشکیل بافت مناسب برای تولید بسیاری از غذاهای دریایی است . خواص کاربردی، بخصوص استحکام ژل و

---

17 - Lanier
18 - Chen
19 - kim
20 - Shimizu
21 - Hydrophobic
22 - Covalente

ظرفیت نگهداری آب، بوسیله شرایط فیزیکی مانند غلظت پروتئین، قدرت یونی، دما و دوره حرارت‌دهی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (لو[۲۳] و همکاران ۲۰۰۱، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ .، لی[۲۴] و همکاران ۱۹۹۸ و چن[۲۵] و هم‌کاران ۱۹۹۷). تشکیل شبکه ژلی تحت حرارت که به شدت تحت تاثیر دما و زمان حرارت‌دهی می‌باشد روی خواص بافتی پروتئین های غذایی و رنگ ژل سوریمی اثر دارد (شی[۲۶] و پارک[۲۷]، ۱۹۹۹؛ یونگ ساواتدیگول [۲۸] و پارک ، ۱۹۹۶). پروتئین‌های عضله ماهی در مقایسه با پروتئین‌های سفیده تخم مرغ، آب پنیر و گوشت نسبت به حرارت تولید ژل حساس ترند (لینر[۲۹] و همکاران، ۱۹۸۲).

قوام‌یابی

فرایند تشکیل شبکه سه بعدی اکتومیوزین را در طی انبوهش مجدد پروتئین ها قوام‌یابی می‌نامند. در شکل‌گیری این شبکه باندهای هیدروفوبیک، پیوند های s-s و نیز پیوند های کووالان (گلوتامیل–لیزین که با کمک آنزیم ترانس گلوتامیناز شکل می گیرد) نقش اساسی دارند (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). قوام‌یابی ژل می تواند نتایج کاربردی در تولید فراورده های حاصل از سوریمی داشته باشد و به عنوان روشی برای افزایش قدرت بافتی و حالت ارتجاعی محصول نهایی مورد استفاده قرار گیرد که این مساله در محصولات کامابوکو تجربه شده است (لینر،۱۹۸۲). قوام‌یابی ژل می تواند در سه دوره حرارتی مختلف شامل (۱) حرارت پایین (۱ تا ٤ درجه سانتی گراد)، (۲) حرارت متوسط (۲۵ درجه‌سانتی گراد) و حرارت بالا (۳۵ تا ٤۵ درجه سانتی‌گراد) رخ دهد (بنجاکول و همکاران، ۲۰۰۳). متغیرهای حرارت و زمان در پدیده قوام یابی تاثیر زیادی دارند (مورالیز و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین گونه ماهی، دمای زیستگاه و شرایط قوام‌یابی نیز می‌توانند موثر باشند (بنجاکول و همکاران، ۲۰۰۳).

---

[23] - Lou
[24] - Lee
[25] - Chen
[26] - Shie
[27] - Park
[28] - Yongsawatdigul
[29] - Lanier

سووآری و کامابوکو و کامابوکوی قوام‌یافته

اگر گوشت ماهی همراه با نمک چرخ شود تبدیل به یک سول[30] گوشتی چسبناک می‌گردد. دلیل این تغییر انحلال میوفیبریل‌ها و سپس پلیمریزاسیون[31] مجدد آنها و تشکیل کمپلکس[32] اکتومیوزین است. اگر سول مدت طولانی بدون حرکت باقی بماند به تدریج حالت چسبندگی خود را از دست داده ودر دمای محیط به یک ژل الاستیک تبدیل می‌گردد این تبدیل را پدیده سووآری گویند(رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). در واقع ژل سووآری، سوریمی مخلوط شده با نمک است که تحت قوام‌یابی قرار گرفته است.اگر قوام‌یابی در حرارت‌های بالا یا متوسط انجام گرفت باید بلافاصله به منظور جلوگیری از اثر تخریب درجه حرارت بر روی ژل سووآری حرارت دیده، به مدت یک ساعت در مخلوط آب و یخ ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شود. کامابوکو فراورده‌ای ژل‌مانند حاصل از بخاردهی مینس یا سوریمی ماهی مخلوط شده با ۲ تا ۳ درصد نمک می‌باشد. ژل کامابوکو تحت حرارت پخت ژل با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد برای ۲۰ دقیقه قرار می‌گیرد و سپس مانند ژل سووآری در آب و یخ سردسازی می‌شود. ژل کامابوکوی قوام‌یافته طی دو مرحله حرارت‌دهی تولید می‌شود در مرحله اول مانند ژل سووآری در یکی از حرارت‌های بالا، متوسط یا پایین قوام می‌یابد سپس بلافاصله تحت حرارت پخت قرار می‌گیرد و پس از آن سردسازی می‌شود.

بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده فرضیه‌ها و هدف زیر در نظر گرفته شدند

۱-۳- هدف تحقیق

۱- تعیین شرایط مناسب حرارت‌دهی از نظر زمان و درجه حرارت برای بهینه‌سازی خواص تولید ژل ماهی کپور پرورشی

۱-٤- فرضیه‌های تحقیق:

۱- افزایش زمان حرارت‌دهی در دمای متوسط باعث بهبود خواص تولید ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی می‌شود.

۲- پخت دو مرحله‌ای خواص تولید ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی را بهبود می‌بخشد.

---

[30] - Sol
[31] - Polymerization
[32] - Complex

۳- درجه حرارت‌های متفاوت به کار گرفته شده جهت قوام یابی ژل سوریمی ماهی کپور پرورشی بر اختصاصات ژل تولیدی اثر می‌گذارد.

فصل دوم

بررسی منابع

مطالعه در خصوص تولید غذاهای آماده مصرف شیلاتی در جهان توسعه یافته است و تا کنون مطالعات زیادی بر روی نحوه تولید و بررسی کیفی محصولات غذایی تولیدی شامل کیک ماهی، کوفته ماهی و برگر ماهی صورت گرفته است (نامولما[۳۳] و همکاران، ۱۹۹۹).

به علت افزایش نیاز به محصولات آماده مصرف، مطالعه در مورد سوریمی ماهی به عنوان مهمترین ماده اولیه این محصولات و توانایی تشکیل ژل سوریمی به عنوان عامل تعیین کننده اختصاصات بافتی محصولات نهایی در حال افزایش می‌باشد.

۲-۱- مطالعات انجام‌شده پیرامون سوریمی و تولید ژل

سوریمی اصلی‌ترین ماده اولیه برای تولید فراورده های خمیری است و در کلیه مراحل تولید نقش اساسی ایفا می‌کند. بین کیفیت سوریمی ماهی و کیفیت محصول نهایی رابطه مستقیمی وجود دارد . هر چقدر کیفیت سوریمی بهتر باشد بو، طعم و بافت محصول نهایی از ویژگی بهتری برخوردار خواهد بود (شویک لو، ۱۳۸۷).

در سال ۱۹۸۲ لینر[۳٤] و همکاران خواص تولید ژل حرارتی اکتومیوزین را روی سوریمی کراکر اتلانتیک[۳۵] بررسی کردند و بیان کردند که در حرارت پایین خاصیت قوام یابی پروتئین‌های ماهی باعث تشکیل ژل سریع یا بیرون انداختن ترکیباتی که از تشکیل شبکه سه بعدی جلوگیری می کنند می‌شود و یک ژل محکم محصول نهایی خواهد بود.

اگاوا و همکاران (۱۹۹٤) پایداری حرارتی میوزین سه گونه ماهی مختلف را که در دماهای محیطی متفاوت آداپته شده بودند، مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند آشکار شدن میوزین در ۲ یا ۳ مرحله عبور حرارتی مختلف رخ می دهد. برای هر سه گونه مورد مطالعه کمترین تغییر حرارتی میوزین با تغییر مرومیوزین همراه بود.

---

[33] - Namulema
[34] - Lanier
[35] - *Micropogon undulatus*