مقایسه و بررسی وجود باکتریهای سرمادوست در فیله فیل ماهی پرورشی بسته‌بندی شده به روش Sous Vide در یخچال و انجماد

مینا سیف زاده[۱]*، ابوالفتح شجاعی آرانی[۲]، نورامیر مظفری [۳]

۱- کارشناس ارشد، مرکز ملی فرآوری آبزیان، انزلی
۲- استادیار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دپارتمان تغذیه، تهران
۳- دانشیار، گروه میکروب‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران

چکیده

فیله فیل ماهی پرورشی به روش Sous Vide بسته‌بندی و در شرایط یخچال و انجماد (دمای ۲ و ۱۸°C-) نگهداری گردید. تعداد ۵۵ بسته از نظر خصوصیات فیزیکی وشیمیایی و کیفیت به مدت دوازده هفته ارزیابی شد. برای بررسی کیفیت فرآورده از آزمایشهای میکروبی، شیمیایی و حسی استفاده شد. سنجش میکروبی با شمارش کلی باکتریها و شمارش باکتریهای سرمادوست شامل سودوموناس، آئروموناس و سراشیا صورت گرفت. با استفاده از آزمایشهای شیمیایی، pH و درصد جذب نمک اندازه‌گیری شد. مقدار جذب نمک و pH در نمونه‌های عمل آوری شده به روش LTLT (low temperature long time) در مقایسه با روش HTST (high temperature short time) بیشتر بود. براساس آنالیز آماری T -test در میزان باکتریهای سرمادوست در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST و LTLT در دمای انجماد و یخچال اختلاف معناداری مشاهده گردید (p<۰/۰۵).

آلودگی به باکتری آئروموناس در نمونه‌ها تا پایان مدت زمان نگهداری منفی بود. در شمارش کلی باکتریها، باکتری سودوموناس در تمام نمونه‌های آزمایشی مشاهده شد. باکتری سراشیا صرفاً در نمونه عمل‌آوری شده با روش HTST مشاهده شد. شمارش کلی باکتریها و باکتری سودوموناس در نمونه عمل‌آوری شده به روش HTST در مقایسه با روش LTLT بیشتر بود.

از نظر حسی نمونه‌های عمل‌آوری شده با این روش از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند. نمونه‌های عمل آوری شده به روش HTST و LTLT به مدت شش و ده هفته در یخچال دارای کیفیت خوبی بودند. در دمای ۱۸°C- کیفیت تمام نمونه‌های آزمایشی تا پایان مدت زمان نگهداری مطلوب بود.

کلید واژگان: بسته بندی غذاهای دریایی، بسته‌بندی Sous Vide ، عمل آوری ماهی خاویاری.

۱- مقدمه

فرآورده‌های شیلاتی یکی از با ارزشترین محصولات غذایی شناخته شده‌اند. آبزیان در گروه‌ها و انواع مختلف با روشهای متنوعی در سراسر جهان تهیه، عمل‌آوری و مصرف می‌گردند؛ به صورتی که امروزه یکی از مهمترین منابع تأمین پروتئین مورد نیاز بسیاری از جوامع محسوب می‌شوند [۱]. کشور ما با دسترسی به مجموعه آبی و امکانات وسیع پرورش مصنوعی ماهی می‌تواند به صورت مطلوبی خلاء کمبود پروتئین را برطرف کند [۲، ۳]. بنابراین همانند گونه‌های وحشی این ماهیان می‌توان از آنها فرآورده‌های مختلفی مانند

* نویسنده مسؤول مقاله: تلفن: ۰۱۸۲۲۳۵۲۰۹۱، صندوق پستی ۱۶۵۵-۴۳۱۴۵، E-mail: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

Sous Vide را تهیه کرد، اما درحال حاضر عمده‌ترین فرآورده‌های تولیدی ماهیان خاویاری در استان گیلان عبارتند از: خاویار، مارینا‌د، فیله خام، دودی و غیره [٤، ٥].

واژه Sous Vide یک کلمه فرانسوی به معنی تحت خلاء می‌باشد. پروسه پخت Sous Vide در اوایل سال ۱۹۷۰ به وسیله یک فرانسوی و دانشگاه علوم غذایی برای بهبود پخت یک نوع فرآورده غذایی استفاده شد. فرآورده‌های بسته‌بندی شده به وسیله این روش نسل جدید غذاهای یخچالی شده نامیده شده‌اند [۶، ۷]. این روش یک شیوهٔ منحصر به فرد و ملایم برای پخت غذاست که سبب حفظ ساختمان سلولی، رطوبت طبیعی، آب، طعم و مزه، بو و مواد مغذی فرآورده مانند پروتئین، افزایش طعم طبیعی و حل شدن فیبرها می‌شود. در پروسه Sous Vide برای عمل‌آوری فرآورده، ماهی بعد از بسته‌بندی وکیوم شده سپس پاستوریزه می‌گردد. فرآورده بعد از پاستوریزاسیون سریعاً سرد شده و قبل از مصرف به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده می‌شود. بنابراین این فن را می‌توان به عنوان یک مرحله پاستوریزاسیون که پروسهٔ حرارتی روش تجاری برای تضمین امنیت فرآورده می‌باشد و سبب کاهش استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی در صنعت غذایی می‌گردد، به کار برد [۶-۸]. در این روش ماهی داخل کیسه‌های پلاستیکی از جنس لامینت بسته‌بندی می‌شود. پلاستیک لامینت دارای پوشش پلی‌اتیلن بوده، ۵ لایه، مقاوم به حرارت، نفوذناپذیر به آب و اکسیژن و ضخامت ۹۰ میکرون برای بسته‌بندی فرآورده‌های شیلاتی استفاده می‌شود [۱، ۹-۱۱].

پروسه پخت Sous Vide را می‌توان برای نگهداری فرآورده‌های شیلاتی در حدود شش هفته یا بیشتر به وسیله نگهداری در درجه حرارت یخچال به کار برد[۷]. بنابراین، این شیوه در مقایسه با روش پخت صنعتی سبب کاهش ضایعات مواد غذایی در حدود۱۰٪ یا کمتر، افزایش مدت زمان ماندگاری در یخچال و به دست آمدن کیفیت بهتر فرآورده می‌شود[۶].

روش بسته‌بندی Sous Vide تاکنون برای فرآورده‌هایی مانند فیله خام ماهی، تخمها، فرآورده‌های پنیر، پودینگ، سبزیجات، سوسیس، گوشت، گوشت چرخ کرده، خاویار، صدفداران، حلزونها، آبگوشت، جوجه و ماهی دودی استفاده شده است [۱۲، ۱۳].

کاربرد این روش روی ماهیهای مختلفی مانند ماهی آزاد، کاد، تون سفید گوشت، آبی ماهی کوچک، ماهیان نوزاد پرور دریایی، هالیبوت، ماهی پرتقالی رنگ با کیفیت پایین و ماهی بینی گرد و باله نرم اعماق دریا استفاده شده است[۱۳]. در این زمینه تحقیقاتی توسط وانگ[1] و همکاران در سال ۲۰۰٤، گورملی و فاگون[2] در سال ۲۰۰٤، ماهااو[3] و همکاران در سال ۱۹۹۹، ایجا[4] در سال ۲۰۰۰، بولتون[5] در سال ۲۰۰۰ و قزالا[6] در سال ۱۹۹٤ انجام شده است، اما تاکنون تحقیقاتی در ایران صورت نگرفته است.

در این طرح وجود و تغییرات وجود باکتریهای سرمادوست در فیله فیل ماهی پرورشی بسته‌بندی شده به روش Sous Vide در دمای انجماد و یخچال بررسی و مقایسه شد با این روش در مدت زمان ماندگاری فرآورده در دمای ۲ و ۱۸- درجه سلسیوس، به مقایسه باکتریهای سرمادوست در این دو دما، مقایسه مدت زمان ماندگاری فیله در این دو دما، ارائه روش جدید برای عمل‌آوری ماهیان خاویاری، تولید محصولات جدید از این ماهیان و تهیه فرآورده‌ای با مدت زمان ماندگاری بالا در دمای یخچال، پرداخته شد.

۲- مواد و روش کار

مواد مورد نیاز برای انجام این طرح شامل نمک، پلاستیک بسته‌بندی لامینت، سس و فیل ماهی بود که به مقدار ۱۰kg از

1. Wang
2. Gormley & Fagon
3. Mcmahou
4. Eija
5. Bolton
6. Ghazala

Archive of SID
www.SID.ir

بخش تکثیر و پرورش مؤسسه تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری و مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی تأمین شد.

دستگاههای مورد نیاز برای عمل‌آوری فیله در این طرح شامل دستگاه دوخت وکیوم و پاستوریزاتور بود. فیله‌ها در دو تیمار و از هر تیمار به تعداد دو تکرار عمل‌آوری شدند. نمونه‌های عمل‌آوری شده در دمای ۲ و ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شده و تغییرات میکروبی آنها در دمای یخچال به مدت دوازده هفته و در شرایط انجماد به مدت ٦ ماه به وسیله روشهای میکروبی مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۱- روشهای میکروبی

برای بررسی کیفیت این فرآورده طی مدت زمان نگهداری با توجه به شرایط عمل‌آوری و بسته‌بندی، باکتریهای آئروموناس [۱۴]، سراشیا [۱۵-۱۷] و سودوموناس [۱۵، ۱۷، ۱۸] (از هر تیمار و هر تکرار ۵۵ نمونه در دمای ۲ درجه سلسیوس و ۳۰ تکرار در دمای ۱۸- درجه سلسیوس) با روش رقتهای متوالی روی محیط کشت اختصاصی جداسازی و با استفاده از روشهای رنگ‌آمیزی و آزمایشهای بیوشیمیایی بررسی شدند. برای تعیین گونه باکتریهای مشاهده شده، خصوصیات بیوشیمیایی شامل آزمایشهای تعیین کاتالاز، اکسیداز، حرکت، تخمیر ساکارز، لاکتوز، هیدرولیز نشاسته، آرژنین، مانیتول، مالتوز، گزیلوز، گاز از گلوکز، اندول، آرابینوز، سوربیتول، سیترات، تولید SH_2، TSI و رشد در دمای ٤۰ درجه سلسیوس با استفاده از روش باکتری‌شناسی برگی انجام شد.

۲-۲- روشهای شیمیایی

برای بررسی کیفیت این فرآورده طی مدت زمان نگهداری عوامل شیمیایی مانند pH (از هر تیمار ۵۵ تکرار در دمای ۲ درجه سلسیوس و ۳۰ تکرار در دمای ۱۸- درجه سلسیوس) و درصد جذب نمک (از هر تیمار و هر تکرار ۵ نمونه) آزمایش شد [۱۹].

۲-۳- آزمایشهای حسی

برای بررسی کیفیت این فرآورده عوامل طعم، مزه، بو، رنگ، میزان شوری، خصوصیات ظاهری و بافت با استفاده از روش Torry مورد بررسی قرار گرفت (از هر تیمار و هر تکرار ۲۲ نمونه در دمای ۲ درجه سلسیوس و ۱۲ تکرار در دمای ۱۸- درجه سلسیوس) [۲۰]. با توجه به توزیع داده‌ها و همچنین مقایسه آنها با یکدیگر از نرم‌افزار spss و روش آنالیز آماری T-test استفاده گردید.

۲-٤- عمل‌آوری فیله ماهی

ماهی بعد از دریافت ابتدا شستشو داده شد و سپس پوست‌گیری شد. بعد از این مرحله امعا و احشا خارج شده و ماهی فیله شد. بعد از فیله‌شدن ماهی در سس قرار داده شد. ماهی بعد از خارج شدن از سس در پلاستیکهای لامینت با استفاده از ماشینهای دوخت وکیوم بسته‌بندی گردید. سپس تعدادی از این بسته‌ها به روش HTST (دمای طولانی زمان کم $90^{\circ}C$ به مدت ۱۰ دقیقه) و تعدادی به روش LTLT (دمای کم و زمان طولانی $68^{\circ}C$ به مدت ۳۰ دقیقه) پاستوریزه شدند. بسته‌های پاستوریزه شده سریعاً سرد شده و در یخچال به مدت دوازده هفته نگهداری شدند. کنترل کیفیت نمونه‌ها طی این مدت با استفاده از آزمایشهای میکروبی، شیمیایی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای انجام آزمایشهای میکروبیولوژی در دوازده مرحله از فرآورده نمونه‌برداری شد؛ مرحله اول بعد از دریافت ماهی و قبل از انجام هر پروسه‌ای روی آن، مرحله دوم یک روز بعد از آماده شدن محصول و سایر مراحل نمونه برداری از هفته سوم بعد از عمل‌آوری هفته‌ای یک‌بار تا پایان مدت زمان نگهداری در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲درجه

Archive of SID
www.SID.ir

سلسیوس و هر ماه یک بار در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس از فرآورده صورت گرفت. این نمونه‌ها از نظر شمارش کلی باکتریها و وجود انواع مختلف باکتریهای سرماگرا و سرمادوست مورد بررسی قرار گرفتند [۱۲، ۲۱-۲۳].

۲-۵- عمل‌آوری نمونه شاهد

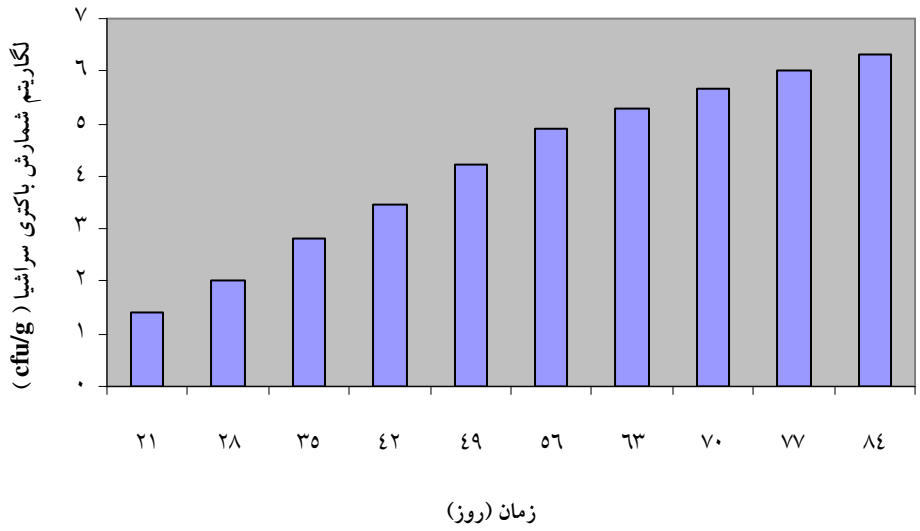
پس از تهیه ماهی ابتدا شستشو و پوست‌گیری شد. بعد از این مرحله امعا و احشا خارج شده و ماهی فیله شد. سپس فیله‌ها در کیسه‌های پلاستیکی از جنس سلوفان گذاشته شد و به روش هوازی بسته شدند. این نمونه‌ها در دمای ۲ و ۱۸- درجه سلسیوس قرار داده شدند و از نظر شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سرمادوست شامل سراشیا و سودوموناس به مدت ۵ روز و هر روز یک بار مورد بررسی قرار گرفتند [۱۳].

۳- نتایج

شمارش باکتریهای آئروموناس در نمونه‌های پاستوریزه شده به روشHTST وLTLT تا پایان مدت زمان نگهداری منفی بود. شمارش باکتری سراشیا در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش LTLT نیز منفی بود.

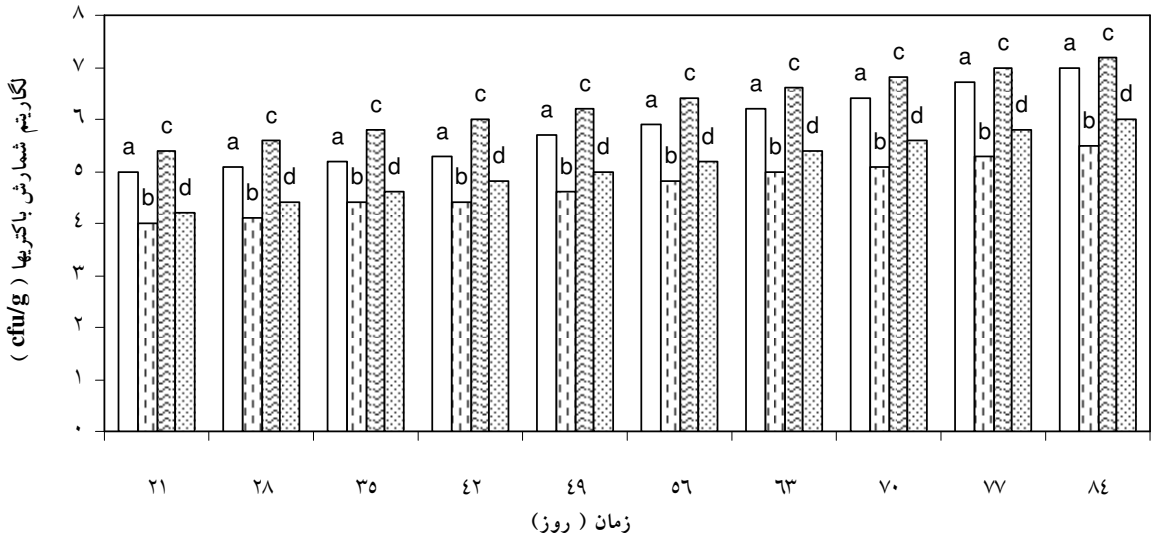
در دمای ۲ درجه سلسیوس میانگین شمارش کلی باکتریها، باکتری سراشیا و سودوموناس در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST از هفته سوم تا دوازدهم ۵/۸۵، ٤/۲ و log cfu/g ۲/۷۵ است (نمودار ۱ و۲). در همین دما میانگین شمارش کلی باکتریها و باکتری سودوموناس در نمونه پاستوریزه شده به روش LTLT ۴/۷ و cfu/g ۵/۱ است (نمودار۲).

در دمای ۱۸- درجه سلسیوس میانگین شمارش کلی باکتریها و باکتری سودوموناس در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST ۳/۲۳ و log cfu/g ۲/۷۵ است (نمودار ۳). در این دما میانگین شمارش کلی باکتریها و باکتری سودوموناس در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش LTLT ۲/۴ و log cfu/g ۱/۷۵ است (نمودار ۳).



نمودار۱ تغییرات باکتری سراشیا در نمونه پاستوریزه شده به روش HTST در یخچال

www.SID.ir



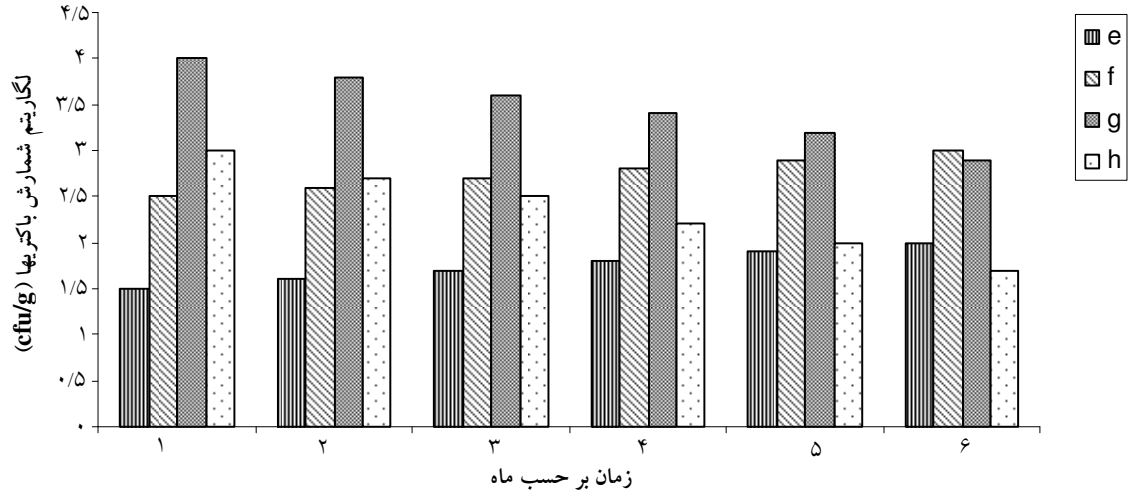
نمودار۲ مقایسه تغییرات شمارش کلی باکتریها و باکتریهای سرمادوست در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST و LTLT در انجماد (n=۵۵) بین a با c و b با d اختلاف معناداری وجود ندارد (p> ۰/۰۵)

a: شمارش کلی باکتریهای در نمونه پاستوریزه شده به روش LTLT

b: شمارش باکتریهای در نمونه پاستوریزه شده به روش LTLT

c: شمارش کلی باکتریها در نمونه پاستوریزه شده به روش HTST

d: شمارش باکتریهای سرمادوست در نمونه پاستوریزه شده به روش HTST



نمودار۳ مقایسه تغییرات شمارش کلی باکتریها و باکتریهای سرمادوست در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST و LTLT در انجماد (n=۵۵) بین e با f و g با h اختلاف معناداری وجود ندارد (p> ۰/۰۵) اما بین a-c و b-d از نمودار ۲ با e-f و g-h از این نمودار اختلاف معناداری وجود دارد (p<۰/۰۵).

e: شمارش باکتریهای سرمادوست در نمونه پاستوریزه شده به روش LTLT

f: شمارش باکتریهای سرمادوست در نمونه پاستوریزه شده به روش HTST

g: شمارش کلی باکتریها در نمونه پاستوریزه شده به روش HTST

h: شمارش کلی باکتریها در نمونه پاستوریزه شده به روش LTLT

www.SID.ir

نتایج شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سودوموناس و سراشیا یک روز بعد از عمل‌آوری در نمونه‌های بسته‌بندی شده به روش Sous Vide و نمونه شاهد در جدول ۱ آمده است.

نتایج آزمایشهای شیمیایی در نمونه‌های عمل‌آوری شده در جدول ۲ و نتایج آزمایشهای اورگانولپتیک در نمونه‌های عمل‌آوری شده در جدول ۳ آورده شده است.

در نمونه شاهد میانگین شمارش کلی باکتریها، باکتری سراشیا و سودوموناس۷/۲، ۳/۷ و۳/۶ در دمای ۲ درجه سلسیوس، ۳/۹ وlog cfu/g ۳/۶۵ در دمای ۱۸- درجه سلسیوس بود (جدول ۴ و ۵).

باکتری سودوموناس ایزوله شده از نمونه متعلق به گونه *pseudomalei* (جدول ٦) و باکتری سراشیا رشد کرده در نمونه متعلق به گونه *grimesii* است (جدول ۷).

نمونه‌های پاستوریزه شده به روشHTST به مدت ۴۵ روز و نمونه‌های پاستوریزه شده به روشLTLT به مدت ۷۰ روز در دمای $2^{\circ}C$ از کیفیت خوبی برخوردار بودند. این نمونه‌ها در دمای $18^{\circ}C$- تا پایان مدت زمان ماندگاری دارای کیفیت مطلوبی بودند. نمونه شاهد در دمای $2^{\circ}C$ به مدت ۵ روز دارای کیفیت خوبی بود.

داده‌های به دست آمده در آنالیز T test با درجه اطمینان ۹۵٪ و در سطح معنادار ۵٪ نشان داد که در نتایج شمارش کلی باکتریها (F =۱/۳ و P=۰/۲۶) و باکتریهای سرمادوست (F =۱/۳ و P=۰/۲۶) در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST و LTLT در یخچال اختلاف معناداری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). در نتایج شمارش کلی باکتریها (F=۰/۲۹ و P=۰/۶۰) و باکتریهای سرمادوست (F=۰ و P= ۱) در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST و LTLT در انجماد نیز اختلاف معناداری مشاهده نشد (p> ۰/۰۵). با توجه به همین روش آماری در نتایج شمارش کلی باکتریها در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST (F= ۳/۱۸ و P= ۰/۹۶) و در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش LTLT (F= ۰/۰۹ وP=۰/۷۶) در یخچال و انجماد نیز اختلاف معناداری مشاهده نگردید (p>۰/۰۵). اما در شمارش باکتری سودوموناس در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST (F= ۶، P=۰/۰۲، df=۱۴ و اختلاف میانگین =۳/۵۳-) و در نمونه‌های بسته‌بندی شده به روش LTLT (F= ۷/۶۵ و P=۰/۰۱، df=۱۴ و اختلاف میانگین= ۳/۳۵-) در دمای ۲ و ۱۸- درجه سلسیوس اختلاف معناداری مشاهده گردید (p<۰/۰۵).

جدول ۱ شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سودوموناس و سراشیا در ماهی فیله شده و نمونه‌های آزمایشی (یک روز بعد از عمل‌آوری)

نوع باکتری / نمونه	کل باکتریها (log cfu/g)	باکتری سودوموناس (log cfu/g)	باکتری سراشیا (log cfu/g)
نمونه عمل‌آوری شده با سس و روش پاستوریزاسیون HTST	٤	۲/۵	۱/٤
نمونه عمل‌آوری شده با سس و روش پاستوریزاسیون LTLT	۳	۱/۵	۰
ماهی فیله شده	۷	۳/٤	۵

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ مقادیر جذب نمک و pH در نمونه‌های عمل‌آوری شده به روش Sous Vide

نمونه / عوامل شیمیایی	نمونه عمل‌آوری شده به روش HTST (دمای ۲ و ۱۸- درجه سلسیوس)	نمونه عمل‌آوری شده به روش LTLT (دمای ۲ و ۱۸- درجه سلسیوس)
pH	٦/١٣ – ٦/١٤	٦/٢١ – ٦/٢١
جذب نمک (درصد)	٤	۷

جدول ۳ ارزیابی خواص اورگانولپتیک در نمونه‌های آزمایشی

نمونه	نمونه عمل‌آوری شده روش LTLT				نمونه عمل‌آوری شده به روش HTST			
ویژگی	خیلی خوب	خوب	متوسط	بد	خیلی خوب	خوب	متوسط	بد
شفافیت	×				×			
طعم و مزه	×					×		
رنگ	×				×			
بافت	×				×			
شوری	×				×			
بو	×				×			
کیفیت کلی	×				×			

جدول ٤ شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سودوموناس و سراشیا در نمونه شاهد در دمای ۲ درجه سلسیوس

باکتری / زمان بر حسب روز	کل باکتریها (log cfu/g)	باکتری سراشیا (log cfu/g)	باکتری سودوموناس (log cfu/g)
اول	۷	٣/٤	٣/٥
دوم	۷	٣/٥	٣/٦
سوم	۷/۱	٣/٦	٣/٧
چهارم	۷/۲	٣/٧	٣/٨
پنجم	۷/۳	٣/٨	٣/٩

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سودوموناس و سراشیا در نمونه شاهد در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

باکتری / زمان برحسب ماه	کل باکتریها (log cfu/g)	باکتری سراشیا (log cfu/g)	باکتری سودوموناس (log cfu/g)
اول	۷	-	۳/۵
دوم	٤/٤	-	۳/٦
سوم	۳	-	۳/۷
چهارم	۳	-	۳/۸
پنجم	۳	-	۳/۹
ششم	۳	-	٤

جدول ٦ آزمایشهای استفاده شده برای شناسایی باکتری *Pseudomonas psedomalei*

آزمایش / نوع باکتری	***Pseudomonas psedomalei***
اکسیداز	+
کاتالاز	+
حرکت	-
تخمیر ساکارز	+
تخمیر لاکتوز	+
هیدرولیز نشاسته	+
آرژنین	+
مانیتول	+
مالتوز	+
گزیلوز	-
رشد در ٤٠ درجه سانتی گراد	+

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷ آزمایشهای استفاده شده برای شناسایی باکتری *Serratia grimesii*

نوع باکتری / آزمایش	*Serratia grimesii*
اکسیداز	–
گاز از گلوکز	+
تخمیر ساکارز	+
اندول	–
حرکت	+
تخمیر آرابینوز	+
تخمیر سوربیتول	+
تخمیر گزیلوز	+
تخمیر لاکتوز	–
TSI	A/A
تولید SH_2	-
استفاده از سیترات	+

٤- بحث

در این طرح برای بررسی کیفیت میکروبی فرآورده Sous Vide باکتریهای سراشیا، آئروموناس، سودوموناس و شمارش کلی باکتریها درنظر گرفته شد [۲۴].

در این روش سس به دلیل دارا بودن نمک و سایر ترکیبات طعم دهنده مانند آویشن، فلفل و سیر سبب افزایش طعم و مزه می‌شود و به دلیل دارا بودن این مواد خاصیت ضدمیکروبی نیز دارد [۲۵]، اما سبب افزایش مقدار آب و فعالیت آبی در نمونه می‌شود [۷، ۱۳]. علاوه بر این نمک موجود در سس سبب خروج آب آزاد از بافت ماهی می‌گردد به طوری که مقدار آب آزاد آن برای رشد باکتریهای عامل مسمومیت غذایی کافی نیست. بنابراین نمک قادر است به عنوان نگهدارنده نیز در نمونه‌های عمل‌آوری شده با این روش عمل کند [۲۶].

براساس آزمایشها مقدار جذب نمک در نمونه عمل‌آوری شده به وسیله روشLTLT بیشتر از نمونه عمل‌آوری شده با روشHTST بود. افزایش مقدار جذب نمک در نمونه‌های پاستوریزه شده به روشLTLT در مقایسه با روش HTST را می‌توان به وسیله استفاده از یک پروسه پخت اضافی برای عمل‌آوری نمونه که در آب خالص انجام شد و براساس قانون انتشار سبب خروج نمک از بافت فیله و بالطبع از دست دادن مقداری از نمک نمونه می‌شود، توجیه کرد.

مقدار جذب نمک در نمونه پاستوریزه شده به روش HTST وLTLT برای رشد باکتری سودوموناس مناسب هستند اما برای رشد باکتری آئروموناس مناسب نمی‌باشد. مقدار جذب نمک در نمونه‌های پاستوریزه شده به روش HTST برای رشد باکتری سراشیا مناسب بوده، اما نمونه‌های پاستوریزه شده به روشLTLT برای رشد این باکتری مناسب نیست [۱۲، ۲۷].

مقدار pH در نمونه‌های عمل‌آوری شده به وسیله سس از نمونه شاهد کمتر است. این کاهش به دلیل تأثیر نمک موجود در سس بر هیدرولیز پروتئین و خاصیت اسیدی سس می‌باشد. این عامل در نمونه‌های پاستوریزه شده با روش HTST بیشتر از نمونه‌های پاستوریزه شده با روشLTLT اندازه‌گیری شد. بیشتر بودن مقدار pH در نمونه‌های اخیر در مقایسه با نمونه‌های پاستوریزه شده با روشLTLT را می‌توان تحت تأثیر جذب نمک کمتر این نمونه دانست. مقدار pH در این نمونه‌ها برای رشد باکتریهای مورد بررسی مناسب می‌باشد [۷، ۱۲، ۲۷].

باکتریهای آئروموناس، سودوموناس و گونه‌های سرمادوست باکتری سراشیا قادر به رشد در دمای ۲ درجه سلسیوس

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشند. از این باکتریها باکتری سودوموناس قادر به رشد در دمای ۱۸- درجه سلسیوس بوده، اما باکتریهای سراشیا و آئروموناس قادر به رشد در این دما نمی‌باشند [۲۸، ۲۹].

همانطور که مشاهده می‌شود باکتری سراشیا در نمونه عمل‌آوری شده با روش HTST در دمای ۲°C رشد کردند، اما در نمونه عمل‌آوری شده به روش LTLT قادر به رشد نبودند که دلیل آن را می‌توان متفاوت بودن مقدار جذب نمک در دو نمونه عمل‌آوری شده بیان کرد. این باکتری در نمونه‌های نگهداری شده در شرایط انجماد قادر به رشد نبوده که دلیل آن را می‌توان نامناسب بودن دما و عامل فعالیت آبی دانست.

رشد باکتری سودوموناس در تمام نمونه‌های بسته‌بندی شده به روش Sous Vide در دمای یخچال و انجماد مشاهده شد. اما در شرایط انجماد تحت تأثیر کاهش رشد و تکثیر باکتریها در دمای پایین تعداد این باکتریها با کاهش مواجه شد. رشد این باکتری در نمونه‌های آزمایشی به دلیل آلودگی ثانویه است که با توجه به مناسب بودن مقدار جذب نمک و سایر عوامل مورد نیاز برای تکثیر مانند دما و pH، رشد این باکتری امکان‌پذیر شده است.

شمارش کلی باکتریها در نمونه‌های عمل‌آوری شده به روشHTST در مقایسه با نمونه‌های عمل‌آوری شده به روشLTLT بیشتر است که به دلیل افزایش تصاعدی غیرفعال سازی حرارتی باکتریها با زمان متناسب با دما و زمان استفاده شده برای پاستوریزاسیون برای از بین رفتن میکروارگانیسمها می‌توان افزایش امکان رشد باکتریها در این نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های عمل‌آوری شده به روش LTLT را توجیه کرد [۱۳، ۲۸، ۲۹].

شمارش کلی باکتریها در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس در مقایسه با یخچال کاهش نشان داد که ناشی از کاهش بیشتر فعالیت آبی و کاهش رشد و تکثیر باکتریها در دمای زیر صفر است [۲۸، ۲۹].

در این طرح پاستوریزاسیون در کاهش یا تخریب این میکروارگانیسمها مؤثر بوده است، اما گاهی اوقات بعضی از سویه‌های مقاوم به حرارت میکروارگانیسمها قادرند در این شرایط زنده بمانند که به دلیل کاهش رشد و فعالیت میکروارگانیسمها در دمای پایین، این باکتریها در مدت زمان کوتاه نمی‌توانند سبب فساد محصول شوند، اما با افزایش مدت زمان نگهداری فرآورده این باکتریها رشد کرده و می‌توانند فرآورده را فاسد کنند [۸، ۲۹-۳۱].

براساس آزمایشهای انجام شده باکتری سراشیا رشد کرده در نمونه، متعلق به گونه *grimesii* و باکتری سودوموناس ایزوله شده از نمونه، متعلق به گونه *pseudomalei* است [۱۶]. به دلیل اینکه این گونه‌ها از نوع بیماری‌زا نیستند، نتوانستند کیفیت فرآورده را تحت تأثیر قرار دهند و سبب فساد محصول شوند [۲۷، ۲۸]. بنابراین با توجه به این نکته و همچنین خواص اورگانولپتیک و شیمیایی نمونه می‌توان کیفیت این نمونه‌ها را مطلوب فرض کرد [۷].

شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سرمادوست و سراشیا در نمونه‌های بسته‌بندی شده به روش Sous Vide در مقایسه با نمونه شاهد کمتر است که تحت تأثیر پاستوریزاسیون، کاهش فعالیت آبی و خواص ضد میکروبی نمک، فلفل، آویشن و سیر می‌باشد [۲۵، ۲۸، ۲۹].

به دلیل تأثیر رنگ، بو و ترکیبات موجود در سس مانند سیر و فلفل کیفیت نمونه‌های عمل‌آوری شده به وسیله سس از نظر طعم، مزه و بو در مقایسه با فیله خام از کیفیت مطلوبتری برخوردار بودند. بافت ماهی در نمونه‌های عمل‌آوری شده با سس در مقایسه با فیله خام نرمتر بود که تحت تأثیر خاصیت اسیدی سس و نفوذ آب سس در فیله می‌باشد. فیله‌های پاستوریزه شده به روش LTLT در مقایسه با روش HTST از طعم و مزه بهتری برخوردار بودند که تحت تأثیر پخت ملایم در درجه حرارت میانگین برای پاستوریزه کردن می‌باشد. در این فرآورده به دلیل جلوگیری از فعالیت آنزیم لیپاز در اثر پاستوریزاسیون، اکسیداسیون و تغییر رنگ محصول طی مدت نگهداری مشاهده نشد[۷، ۲۷، ۲۹، ۳۲].

بعد از پنج روز در نمونه‌های شاهد در مقایسه با نمونه‌های عمل‌آوری شده به روش Sous Vide تغییر رنگ مشاهده شد

Archive of SID
www.SID.ir

که ناشی از اکسیداسیون محصول تحت تأثیر آنزیم لیپاز بافت و فعالیت آنزیم لیپاز و پروتئاز مترشحه از فعالیت باکتریهای سودوموناس و سراشیا است [۴، ۳۳-۳۵]. اما در فیله فرآوری شده به روش Sous Vide به دلیل جلوگیری از فعالیت آنزیم لیپاز بافت در اثر پاستوریزاسیون، اکسیداسیون و تغییر رنگ محصول در نتیجه فعالیت آنزیمهای تولید شده در اثر فعالیت باکتریها بود که سرانجام سبب تغییر رنگ و کاهش کیفیت اورگانولپتیک نمونه‌ها بعد از مدت زمان ٤۵ و ۷۰ روز شد.

مدت زمان ماندگاری برای نمونه‌های آزمایشی نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس در مقایسه با نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲ درجه سلسیوس بیشتر بود. کیفیت نمونه‌های عمل‌آوری شده به مدت شش ماه در این دما مطلوب ماند. افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های بسته‌بندی شده به روش Sous Vide در این دما در مقایسه با دمای یخچال را می‌توان به دلیل تأثیر انجماد بر کاهش بیشتر فعالیت آبی و مناسب نبودن این عامل برای فعالیت آنزیمهای لیپاز و پروتئاز تولید شده به وسیله باکتریها و نیز کاهش رشد و تکثیر و تعداد میکرواورگانیسمها در دمای پایین توجیه کرد [۳۲،۴، ۳۳، ۳۶، ۳۷]. اما در نمونه شاهد به دلیل نرم شدن بافت، از دست دادن آب و ایجاد حالت سوختگی انجماد تحت تأثیر زمان ماندگاری بعد از شش ماه کیفیت بافت کاهش یافت [۴، ۱۷، ۲۱، ۳۳، ۳۵].

در تحقیقات انجام شده به وسیله وانگ، ایجا، گورملی و ماهااو نیز نتایج مشابهی با این تحقیق به دست آمده بود.

بنابراین با توجه به تأثیر عوامل دمای نگهداری، پخت ملایم، سردسازی سریع، بسته‌بندی وکیوم، کیسه‌های انعطاف‌پذیر غیرقابل نفوذ به هوا، غلظت نمک، pH، آویشن، سیر، فلفل، نوع پاستوریزاسیون و فعالیت آبی بر حفظ امنیت میکروبیولوژیکی محصولات Sous Vide می‌توان افزایش مدت زمان ماندگاری این فرآورده‌ها را در یخچال توجیه کرد [۷، ۱۲، ۲۱، ۲۷-۲۹].

۵- منابع

[۱] هدایتی فرد م.، یوسفی م.؛ بررسی اثرات فرایند کنسروکردن بر روی ارزش غذایی بافت کیلکا ماهیان دریای مازندران؛ روابط عمومی شرکت سهامی شیلات ایران؛ ۱۳۸۲؛ ص ۳۰.

[۲] امامی م.، جعفری ا.؛ ماهی و میگو، غذای سلامتی؛ روابط عمومی شیلات ایران؛ ۱۳۸۲؛ ص ۷.

[۳] سخائیان ن.؛ بررسی خصوصیات مفید تغذیه آبزیان در مقایسه با سایر گوشتها؛ روابط عمومی شرکت سهامی شیلات ایران؛۱۳۸۲؛ ص ۳۸.

[٤] جانستون وی. ایک.، نیکلسون اف. جی.، راجر ای.، استوارد جی. ری.؛ انجماد و نگهداری محصولات شیلاتی در سردخانه‌ها (جان فدا، ت، س)؛ انتشارات نقش مهر؛ ۱۳۸٤؛ صص ۱۱۱- ۱۱۵.

[5] Martin A. M.; Fisheries processing, Chapman and Hall; 1994; 99-110.

[6] Novak S. J., Sapers G. M., Juneja V. K.; Microbial safety of minimally processed foods, CRC press; 2003; 97-126.

[7] Stringer M., Dennis C.; Chilled foods, CRC press; 2000; 184-269.

[۸] پاتر ن.؛ علم مواد غذایی؛ مترجم: فلاحی م.؛ انتشارات بارثاوا؛ ۱۳۷۵.

[۹] جوانمرد، م.؛ بررسی وضعیت میکروبی و شیمیایی فراورده‌های ماهیان خاویاری ایران صادراتی به اتحادیه اروپا، روابط عمومی شرکت سهامی شیلات ایران؛ ۱۳۸۲؛ ص ٤۰.

[۱۰] صداقت ن.؛ تکنولوژی بسته‌بندی مواد غذایی؛ انتشارات بارثاوا؛۱۳۷۵؛ ۲٦۰ ص.

[۱۱] میرنظامی ضیابری ح.؛ اصول بسته‌بندی مواد غذایی؛ نشر علوم کشاورزی؛ ۱۳۷۸؛ ۲۸۰ ص.

[12] Bolton D. J., Mcmahou C. M., Doherty A. M., etal.; Thermal inactivation of Listeria monicytogenes and Yersinia enterocolitica in minced beef under laboratory conditions and in sous vide prepared minced and solid beef cooked in a commercial

Archive of SID
www.SID.ir

retort; *Journal ao applied microbiology*; 2000; 626-632.

[13] Fagon J. D., Gormely T R.; Sous Vide technology for underutilized fish species; 34 th wefta meeting; 2004; p. 6.

[۱۴] کریم گ.؛ آزمون‌های میکروبی مواد غذایی؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۸؛ ۵۱۷ ص.

[۱۵] «آماده‌کردن نمونه‌های مواد غذایی و شمارش میکروارگانیسمهای مختلف»؛ استاندارد شماره ۳۵٦، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ ۱۳۷٦؛۱۰ ص.

[۱٦] «روش شناسایی باکتریهای سرماگرا در مواد غذایی»؛ استاندارد شماره ۲٦۲۹، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ خرداد ماه ۱۳٦٦؛ ۷ ص.

[17] Holt J. G., Krieg R. N., Sneath P. H. A., Staley J. T., Williams S. T.; Bergeys manual of determinative bacteriology ninth edition, Williams & wilkins; 1994; p. 894.

[۱۸] «روش شناسایی سودوموناس ائروجینوزا در مواد غذایی»؛ استاندارد شماره ۳۱٤۰، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ مردادماه ۱۳۷۳؛ ۱۲ ص.

[۱۹] پروانه و.؛ کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی؛ انتشارات دانشگاه تهران؛۱۳۷٤؛ صص ۲، ۷، ۱۱، ۲۱۳، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۳.

[۲۰] ریگین اشتاین ج.، ریگن اشتاین ک. ئ.؛ مقدمه‌ای بر تکنولوژی ماهی (مترجم: سیدحسینی ع.)؛ انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران؛ ۱۳۷۵؛ صص ۸۰-۸۲.

[21] Farber J. M., Dodds K. L.; Principles of modified atmosphere and Sous vide product packaging, culinary and hospitality publication cervices; 2006; pp. 59, 464.

[22] Mcmahon C. M. M., Doherty A. M., Sheridan J. J.; synergitic effect of heat and sodium lactate on the thermal resistance of Yercinia enterocolitica and Listeria monocytogenes in minced beef, Applied microbiology; 1999; 340-344.

[23] Wang S. H., Chang M. H., Chen T. C.; Shelf life and microbiological prolifier of chicken wing products following sous vide treatment; *International journal of poultry science*; 2004; 326 -332.

[24] Food and drug administration; Food processing, FDA; 1996; p. 20.

[۲۵] سلطانی ز.؛ تعیین میزان آلودگی‌های میکروبی ادویه‌های مصرفی در فرآورده‌های گوشتی؛ انتشارات اندیشمند؛ ۱۳۸۳؛ ص ۷۲.

[26] Loesecke H. W.; Drying and dehydration of foods, Agrobios; 2001; pp.169,170.

[27] Jay J. M.; Modern food microbiology,CBS publication; 2003; pp. 257, 263, 264.

[28] Adams M. R., Moss M. O.; Food microbiology, RS.C; 2002; 37-44.

[29] Banwart G. J.; Basic food microbiology, CBS; 2004; 105-111.

[30] Manay A. S., Shadaksharaswamy; Foods. K. K. Guptafor New Age International LTD; 2001; p. 462.

[31] Smith J.; Technology of reduced additive foods, Blackwell science; 2000; 95-119.

[32] Connel J. J.; Control of fish quality, Fishing news books pub; 1995; p. 287.

[۳۳] ایماندل ک.، صادق‌زاده عراقی ع.؛ عوامل فساد و شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷٤؛ صص۱٤-۸٤.

[۳۴] لیندن ا.؛ بیوشیمی مواد غذایی؛ مترجم: آبرومند ع.؛ انتشارات رامند و علوم کشاورزی؛ ۱۳۷۸؛ ۲٦۰ ص.

[۳۵] کامل ج.؛ کنترل کیفیت ماهی (مترجم: راستگوی فهیم ح. ر.)؛ مؤسسه تحقیقات شیلات ایران؛ ۱۳۸۳؛ صص۵۳-۵۹.

[۳٦] دمان ج. ام.؛ شیمی مواد غذایی؛ مترجم: قنبرزاده ب.؛ انتشارات نعمتی؛ ۱۳۷۷؛ ص ۳۵- ۳۹.

[37] Jairus R. D. D., Graves R. H., Carlson V. R.; Aseptic processing and packaging of food, CRC press; 1996; p. 207.

Archive of SID

www.SID.ir