

ویژگی های میکروبی و بیوشیمیایی سوسیس تخمیری تهیه شده از گوشت ماهی

کپور معمولی با تکنیک تلچیح باکتری *Pediococcus pentosaceus* در دماهای

مختلف انکوباسیون

عاطفه علی نژاد^(۱)؛ سید علی جعفرپور^{(۲)*}؛ سکینه یگانه^(۳) و رضا صفری^(۴)

a.jafarpour@sanru.ac.ir

۵۱۷- ۵- گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری صندوق پستی: ۱۲۰۱

۴- پژوهشکده اکولوژی دریایی خزر، ساری صندوق پستی: ۹۶۱

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۲

چکیده

سوسیس های تخمیری گروهی از فرآورده های گوشتی محسوب می شوند که در جهان سهم قابل توجهی را بخود اختصاص داده اند. در این مطالعه برای اولین بار در ایران امکان تولید سوسیس تخمیری از گوشت ماهی کپور معمولی با بکار گیری باکتری *Pediococcus pentosaceus* و تلچیح آنها در درجه حرارت های ۱۵، ۲۵، ۳۵ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تولید سوسیس تخمیری کپور معمولی از گوشت چرخ شده ماهی، نمک (۳ درصد)، گلوکز (۳ درصد) و log ۵ گونه باکتریایی فوق الذکر استفاده شد. پارامتر های pH، رطوبت، پروتئین و TVB-N و بازیابی CFU/g جمعیت باکتری های اسید لاتیک (LAB)، میکرو کوکوس ها، آنتروباکتریا سه، باکتری های سرمادوست (سودوموناس ها) و شمارش کلی باکتری های هوایی و بی هوایی به عنوان شاخص های تخمیر و کیفیت فرآورده مورد نظر اندازه گیری شدند. براساس نتایج به دست آمده، درجه حرارت های بالاتر سبب رشد سریع باکتری های اسید لاتیک می شوند. این امر باعث کاهش در pH و پیامد آن محدود نمودن رشد *Entrobacteriacea*, *Pseudomonas*, *Micrococcaceae* و *Pediococcus pentosaceus* گردید. در نهایت جدای از پارامتر TVB-N، تولید سوسیس تخمیری در درجه حرارت ۳۵ درجه سانتیگراد بهترین خصوصیات کافی را داشت.

کلمات کلیدی: سوسیس ماهی، ماهی کپور، باکتری های لاتیک اسید، تخمیر

*نویسنده مسئول

مقدمه

مطالعه‌ای توسط Hu و همکاران (۲۰۰۸) که بر روی خصوصیات سوسیس تخمیری کپور نقره‌ای جهت افزایش استفاده از گوشت ماهی و بهبود خصوصیات کارکردی آن انجام شد.

کپور معمولی یک ماهی شاخص پرورشی در سیستم‌های کشت توان در ایران است. تولید کل کپور معمولی در ایران بیش از بیست هزار تن در سال ۲۰۱۰ بوده است (Iranian Fisheries Organization Statistical Year Book, 2010) استفاده از گوشت چرخ شده کپور جهت تولید سوریمی و محصولات بر پایه‌ی سوریمی، سوسیس و محصولات تخمیری است (Venugoplal & Shahidi, 1995). می‌تواند اذرش افزوده به آن بدهد.

در این مطالعه هدف، دادن ارزش افزوده به گوشت ماهی کپور معمولی از طریق تولید سوسیس تخمیری با بکارگیری پروتوبیوتیک‌هایی از قبیل باکتری‌های اسید لاكتیک در دماهای مختلف انکوباسیون بود.

مواد و روش کار

ماهی کپور معمولی پرورشی با وزن متوسط ۶۰۰ گرم به صورت کاملاً تازه از مراکز عرضه ماهی شهرستان ساری خریداری شد و به آزمایشگاه انتقال یافت. ماهیان با آب سرد شستشو شده و سپس پوست کنی و سر زنی صورت گرفت و فیله‌سازی به صورت دستی انجام گرفت. فیله‌های تهیه شده توسط دستگاه چرخ گوشت با دیسک دارای قطر منافذ ۳ میلی متر چرخ شدند. باکتری *Pediococcus pentosaceus* (ATCC25745) به صورت پودر لیوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شده و مقداری از پودر در شرایط استریل به محیط کشت مایع اضافه شد تا طی ۱۸ ساعت انکوباسیون در ۳۰ درجه سانتیگراد به رشد لگاریتمی برسد. سپس با سرم فیزیولوژی شستشو داده و نمونه‌ها در دور ۱۰۰۰ g در ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند و سه مرتبه با سرم فیزیولوژی مورد شستشو قرار گرفته و مجدداً سانتریفیوژ گردید و با استفاده از روش کدورت سنجدی میزان جذب نور در طول موج ۶۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفوتومتر اندازه‌گیری شده و براین اساس تعداد اولیه باکتری مشخص شد. پس از تهیه سوسپانسیون و احتساب مقدار گوشت ماهی مورد استفاده مقدار لگاریتم $\log \text{CFU/g}$ به منظور تلقیح تعیین گشت (Hu et al., 2008).

نقش مهم باکتری‌های اسید لاكتیک در سوسیس تخمیری، رقابت با باکتری‌های نامطلوب است. باکتری‌های اسید لاكتیک سبب اسیدی شدن مواد خام و تولید اسیدهای ارگانیکی مانند اسید لاكتیک و اسید استیک و هم چنین یک واریته از مواد ضد میکروبی شده و در این صورت می‌توانند از رشد میکروارگانیسم‌های غذایی پرخطر جلوگیری کنند (Xu et al., 2010).

سرعت تخمیر و رشد باکتری‌ها تحت تاثیر پارامتر محیطی درجه حرارت می‌باشد و درک بهبود اثرات درجه حرارت روی پروسه تخمیر، به بهبود کیفیت تولید، خصوصیات بافتی فرآورده و اینمی آن کمک خواهد کرد (Xu et al., 2010). تغییرات ایجاد شده در سوسیس تخمیری، اثر قابل توجهی بر خصوصیات کیفی و حسی- چشایی (طعم، بو، بافت و رنگ) محصولات تخمیری گوشت دارد که فاکتورهای مهمی در پذیرش مصرف کننده و مدت ماندگاری محصول هستند.

Arsalan و همکاران (۲۰۰۱) تولید سوسیس تخمیری با استفاده از گوشت ماهی کپور معمولی را در طول ۳۰ روز مورد بررسی قرار دادند. Yin و همکاران (۲۰۰۲) از چندین باکتری *L.plantarum* CCRC10069, *Lactococcus* LAB شامل *lactis* subsp. CCRC 12315 *Lactobacillus helveticus* CCRC 14092, به عنوان استارتر کالچر برای تخمیر گوشت ماهی ماکرل در دماهی ۳۷ درجه سانتیگراد استفاده کردند و دریافتند که این باکتری‌ها از توسعه TVB-N جلوگیری کرده و مانع رشد باکتریهای مضر شده و خصوصیات ارگانولپتیکی و قابلیت پذیرش فرآورده را افزایش می‌دهند.

در تحقیقاتی توسط Glatman و همکاران (۲۰۰۲) مخلوط باکتری‌های *P.pentosaceus* ، *L.plantarum* و *Leuconostoc mesenteroides* در گوشت چرخ شده ماهی تن زرد باله تلقیح شدند و در دماهی ۸ درجه سانتی گراد تخمیر صورت گرفت و سبب تولید فرآورده‌ی تخمیری ماهی با طعم و بوی مطلوب شد و تخمیر توسط باکتری اسید لاكتیک سبب کاهش pH شده و از تجمع TVB-N جلوگیری کرد. در مطالعه‌ای توسط Bozkurt و Erkmen (۲۰۰۷) اثرات چندین افزاینده تجاری بر روی کیفیت سوسیس تخمیری بررسی شد.

log CFU/g (Colony forming unit) بیان

گردید (Adams et al., 1987)

مقدار ۱۰ گرم از نمونه هموژن شده را در بالن ویژه تقطیر ریخته و مقدار ۲ گرم پودر اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی لیتر آب مقتدر و چند قطره سیلیکون به آن اضافه نموده، منضمات تقطیر دستگاه را متصل نموده، در ظرف گیرنده زیر مبرد ۱۰ میلی لیتر اسید بوریک و چند قطره معرف متیل رد اضافه نموده و سرانجام محتوای بالن تقطیر را حرارت داده، زمان حرارت پس از شروع جوش ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد به طوریکه حجم تقطیر به ۱۵۰ میلی لیتر رسید، حاصل تقطیر با اسید ۱/۰ نرمال تا ظهور رنگ قرمز تیتر شد(A). با توجه به اینکه هر سانتی متر مکعب اسید ۱/۰ نرمال برابر با ۱/۴ میلی گرم ازت میباشد مقدار ازت آزاد از رابطه زیر بدست میآید:

$(A) = \frac{1}{4} * 100$ میلی گرم درصد ازت آزاد(TVN) مطالعه‌ی حاضر در قالب آزمایش فاکتوریل و به صورت طرح بلوکهای کاملاً تصادفی به اجرا درآمد و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS 12.0 انجام پذیرفت. آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد صورت گرفت. مقایسه معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن چند دامنه‌ایی انجام شد.

نتایج

نتایج سنجش pH سوسیس تخمیری تلقیح شده با باکتری *Pediococcus pentosaceus* در جدول ۱ مشخص شده است. جهت شمارش کلی باکتری‌های رشد کرده در محیط کشت، تعداد کلی‌های موجود در پلیت را مورد شمارش قرار داده و عدد به دست آمده در عکس رقت ضرب شد. شمارش باکتری‌ها براساس log cfu/g نمونه‌ها بیان گردید.

اندازه‌گیری درصد پروتئین از روش کلدار (AOAC, 2000)، مقدار رطوبت توسط خشک کردن نمونه‌های سوسیس در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد صورت گرفت. پارامتر pH از طریق روش Wang و همکاران (۲۰۰۰) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Wang et al., 2002).

طبق داده‌های جدول ۲ مقدار رطوبت در تیمارهای سوسیس‌های تخمیری تلقیح شده با باکتری *Pediococcus pentosaceus* در دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد به طور

مطابق روش Hu و همکاران (۲۰۰۸) گوشت چرخ شده ماهی به طور یکنواخت با ۳ درصد NaCl و ۳ درصد گلوکز محلول شد و در نهایت با باکتری *Pediococcus pentosaceus* که به سطح نهایی log CFU/g ۵ رسیده بودند تلقیح شد. سپس به صورت دستی خوب محلول گردید و با استفاده از دستگاه چرخ گوشت در روکش طبیعی تهیه شده از روده گوسفند (قطر ۲۸ میلی‌متر) انباسته شد. سپس سوسیس‌هایی به طول ۱۲ سانتی‌متر جدا شده و انتهای آنها گره زنی شد.

نمونه‌برداری از گوشت انجام شد تا اندازه گیری pH و آزمایشات میکروبی اولیه روى آنها انجام گيرد. سوسیس‌های آماده شده در درجه حرارت‌های ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار داده شدند تا ۴۸ ساعت زمان را سپری کنند و فرآيند تخمیر صورت گيرد. در طول تخمیر بعد از سپری کردن ۲۴ ساعت و در زمان انتهایی ۴۸ ساعت از سوسیس جهت آزمایشات میکروبیولوژی و pH نمونه‌برداری شد و در زمان صفر و ۴۸ ساعت تخمیر، مقادیر رطوبت، پروتئین، TVB-N اندازه گیری شدند.

مقدار ۵ گرم از سوسیس را در محلول رینگر (سرم فیزیولوژی) رقیق نموده و مقدار یک دهم میلی لیتر از محلول رقیق شده در رقت‌های مختلف به صورت سطحی روی محیط‌های کشت اختصاصی کشت داده شد و به صورت ذیل تحت انکوباسیون قرار داده شدند:

- باکتری‌های هوایی در محیط کشت (PCA) plate count agar در درجه حرارت ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت.
- باکتری‌های اسید لاکتیک در (MRS) de man rogosa sharpe agar در ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت.
- باکتری‌های انتروباکتریاسه در محیط کشت Violet red bile dextrose agar (VRBDA) سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت.
- میکروکوکوس‌ها در (MSA) mannitol salt agar در درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت.
- باکتری‌های سودوموناس در محیط کشت Cetrimid agar در ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت انکوباسیون شده و داده‌ها براساس لگاریتم طبیعی تعداد کلی‌های شمارش شده

براساس داده های جدول ۳ در سوسیس تخمیری تلچیح شده با باکتری *Pediococcus pentosaceus* در خصوص مقدار پروتئین، در دمای پایین اختلاف معنی داری بین زمانهای مختلف وجود نداشت ($P > 0.05$).

معنی داری بعد از ۴۸ ساعت کاهش یافت ($P < 0.05$). در سوسیس تخمیری تلچیح شده با باکتری *P. pediococcus* در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بعد از طی ۴۸ ساعت در میزان رطوبت کاهش معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). میزان کاهش رطوبت در درجه حرارت از ۳۵ درجه سانتیگراد بیشتر بود.

جدول ۱ : تغییرات pH در سوسیس تخمیری ماهی کپور تلچیح شده با باکتری *Pediococcus pentosaceus* در دماهای مختلف انکوباسیون

زمان تخمیر (ساعت)	۱۵	۲۵	۳۵	دماهی انکوباسیون (درجه سانتیگراد)
.	۶/۸۰±۰/۰۳ ^k	۶/۷۲±۰/۰۲ ^{jk}	۶/۶۷±۰/۰۷ ^{ijk}	۶/۶۹±۰/۰۱ ^d
۲۴	۶/۵۶±۰/۰۷ ^{ghi}	۶/۵±۰/۰۴ ^{ghi}	۶/۴۹±۰/۰۱ ^d	۶/۴۹±۰/۰۶ ^b
۴۸	۶/۶±۰/۰۲ ^{hij}	۵/۹±۰/۰۵ ^e	۶/۷۷±۰/۰۷ ^{ijk}	۶/۹۶±۰/۰۶ ^b

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است
اعداد ارائه شده در جدول میانگین \pm انحراف معيار حاصل از ۳ تکرار میباشد

جدول ۲ : تغییرات رطوبت در سوسیس تخمیری کپور معمولی تلچیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف انکوباسیون

زمان تخمیر (ساعت)	۱۵	۲۵	۳۵	درجه حرارت انکوباسیون (درجه سانتیگراد)
.	۷۸±۰ ^a	۷۸±۰ ^a	۷۶±۱/۷۳ ^a	۷۰±. ^b
۴۸	۷۶±۱/۱۵ ^a	۷۴±۱/۰۲ ^b	۷۰±. ^b	۷۶±۱/۷۳ ^a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است
اعداد ارائه شده در جدول میانگین \pm انحراف معيار حاصل از ۳ تکرار میباشد

جدول ۳ : تغییرات پروتئین در سوسیس تخمیری کپور معمولی تلچیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف انکوباسیون

زمان تخمیر (ساعت)	۱۵	۲۵	۳۵	درجة حرارة انکوباسیون (درج سانتی گراد)
.	۷۵±۰/۹۵ ^{bc}	۷۲±۲ ^a	۷۳±۰/۷۶ ^{ab}	۷۳±۰/۷۶ ^{ab}
۴۸	۷۵±۱/۳۸ ^{bc}	۷۵±۱/۶۶ ^{bc}	۷۷±۱/۹۲ ^{cd}	۷۵±۱/۹۲ ^{cd}

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است
اعداد ارائه شده در جدول میانگین \pm انحراف معيار حاصل از ۳ تکرار میباشد.

تغییرات در فلور میکروبی سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با باکتری‌های *Pediococcus pentosaceus* در طول تخمیر در نمودار ۱ نشان داده شده است. باکتری‌های اسید لاكتیک در طول تخمیر به عنوان گونه‌ی غالب باکتریایی بودند و مقدار باکتری‌های اسید لاكتیک افزایش معنی‌داری را نشان داد. مقدار اولیه باکتری‌های اسید لاكتیک در سوسیس تخمیری کپور معمولی حدود $4 \log \text{CFU/g}$ - $4 \log \text{CFU/g}$ بوده است. در طول تخمیر، رشد باکتری مذکور در درجه حرارت‌های بالاتر بیشتر شده و در مدت ۴۸ ساعت به حدود $7 \log \text{CFU/g}$ رسید. روند تخمیر در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد کنندی صورت گرفت و برای رسیدن به لوگ ۷ زمان زیادی لازم بود. مقدار باکتری‌های اسید لاكتیک در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بعد از ۴۸ ساعت معادل $25 \log \text{CFU/g}$ ، و در دمای $25 \log \text{CFU/g}$ درجه سانتیگراد $6/96 \log \text{CFU/g}$ بوده است.

مقدار اولیه میکروکوکوس‌ها در تحقیق حاضر $\log \text{CFU/g}$ ۲-۳ بود (نمودار ۲)، در سوسیس تخمیری تلقیح شده با باکتری *Pediococcus pentocaceus* بعد از ۲۴ ساعت در درجه حرارت ۲۵ و $35 \log \text{CFU/g}$ درجه سانتیگراد افزایشی حدود $4 \log \text{CFU/g}$ - $6 \log \text{CFU/g}$ یافت، اما متعاقباً کاهشی را نشان دادند و بعد از ۴۸ ساعت به ترتیب به میزان $3/28 \log \text{CFU/g}$ و $4/5 \log \text{CFU/g}$ رسیدند. در سوسیس تخمیری تهیه شده در ۱۵ درجه سانتیگراد مقدار آن بعد از ۴۸ ساعت تخمیر به بالاتر از $5 \log \text{CFU/g}$ رسید.

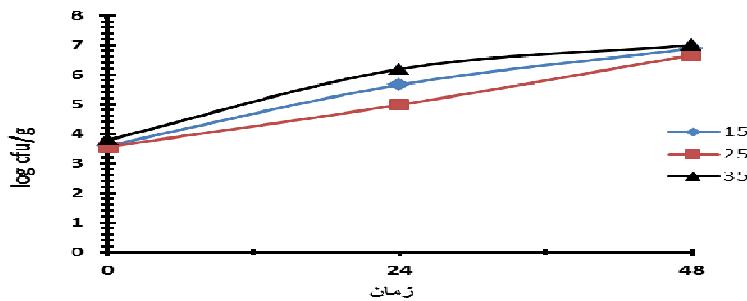
تغییرات مقدار مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) محاسبه شده در تیمارهای مختلف ماهی کپور معمولی در طی ۴۸ ساعت تخمیر در جدول ۴ آورده شده است.

TVB-N دامنه وسیعی از ترکیبات فرار بازی همانند متیل آمین، دی متیل آمین، تری متیل آمین و آمونیاک را در بر می‌گیرد. مقدار TVB-N در سوسیس تخمیری در طول تخمیر با بالا رفتن دما افزایش یافته و دارای الگویی مشابه تغییرات pH بود بعد از ۴۸ ساعت تخمیر مقدار TVB-N به جز درجه حرارت 35°C درجه سانتیگراد کمتر از $30 \text{ میلیگرم در } 100 \text{ گرم}$ بود. این نتایج مطابق بود با یافته‌های Xu و همکاران (۲۰۱۰) و نشان داد اگر چه رشد باکتری‌های نامطلوب به طور موثری بوسیله LAB در درجه حرارت بالاتر خنثی می‌شود اما فعالیت متابولیکی برای تولید TVB-N هنوز ادامه دارد که این امر یک نکته‌ی منفی در فرآیند تولید سوسیس تخمیری محسوب می‌گردد. در تحقیقات آقای Xu و همکاران (۲۰۱۰) مقدار TVB-N در همه تیمارها کمتر از $30 \text{ میلیگرم در } 100 \text{ گرم}$ بود به جزء دمای 37°C درجه سانتی گراد که مقدار آن به $31/24 \text{ میلیگرم در } 100 \text{ گرم}$ رسید. در مطالعه‌ای دیگر توسط Yin و همکاران (۲۰۰۲) برروی گوشت ماکرل تلقیح شده با چندین استارت در درجه حرارت 37°C درجه سانتیگراد مقدار ناچیزی افزایش در TVB-N مشاهده شد. حد مجاز TVB-N برای فرآورده‌های دریایی $30-35 \text{ میلیگرم در } 100 \text{ گرم}$ گزارش شده است (Connell, 1995).

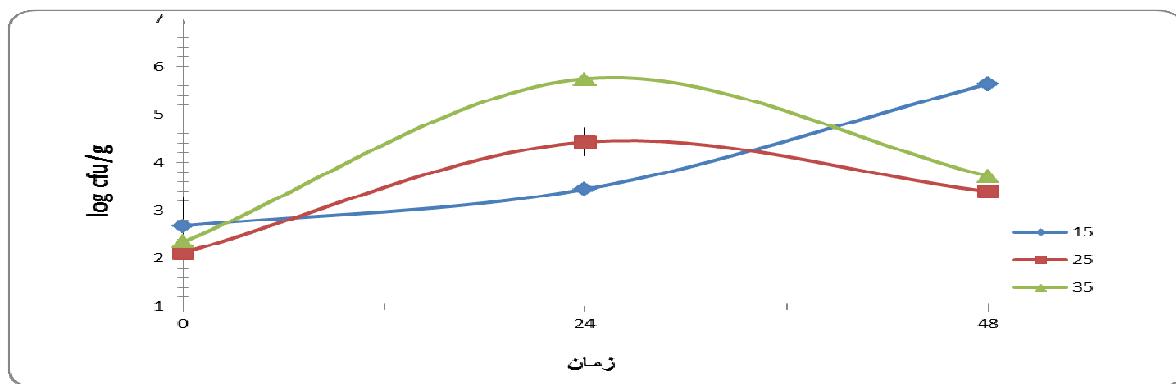
جدول ۴: تغییرات TVB-N در سوسیس تخمیری کپور معمولی تلقیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت‌های مختلف انکوباسیون

درجه حرارت انکوباسیون (درجه سانتی گراد)	زمان تخمیر (ساعت)		
	۳۵	۲۵	۱۵
$12/2 \pm 1/53^a$	$12/3 \pm 1/44^a$	$11/9 \pm 0/7^a$	-
$38/9 \pm 7/6^a$	$21/2 \pm 3/28^{bc}$	$16 \pm 3/04^{ad}$	۴۸

حرروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است.
اعداد ارائه شده در جدول میانگین \pm انحراف میار حاصل از ۳ تکرار می‌باشد



نمودار ۱: تغییرات باکتری اسید لاکتیک در سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف در طول تخمیر



نمودار ۲: تغییرات میکروبکوس در سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف در طول تخمیر

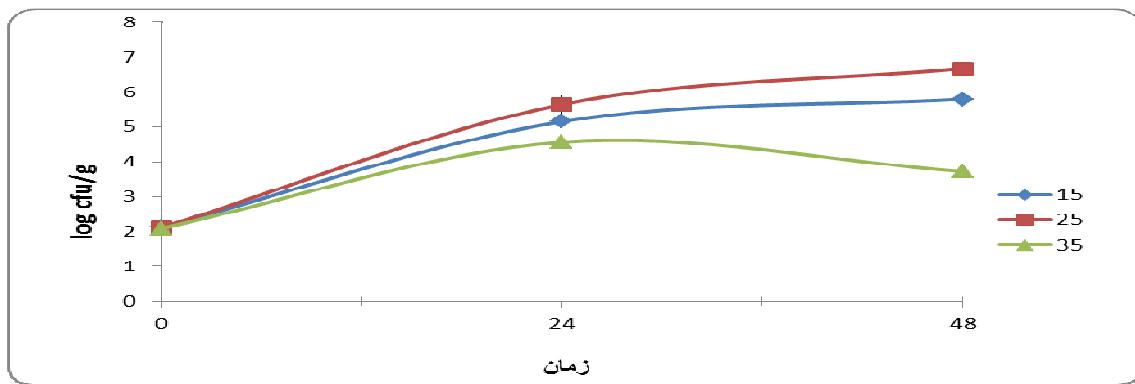
Mexis *et al.*, 2009). از ویژگی های مهم باکتریهای سرمادوست دارا بودن آنزیم پروٹئولیتیک و لیپولیتیک قوی و سرعت تکثیر آنها در زمان کوتاه می باشد (Sallam, 2007).

تغییرات در فلور میکروبی سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با باکتری *Pediococcus pentosaceus* در طول تخمیر در نمودار ۴ نشان داده شده است. مقدار سودوموناس ابتدایی در سوسیس تخمیری تلقیح شده با استارت خود حدود $\log \text{CFU/g}$ ۲-۳ بود. در دسته سوسیس تلقیح شده با باکتری *P. pentosaceus* در میزان سودوموناس در دمای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد کاهش مشاهده نگردید.

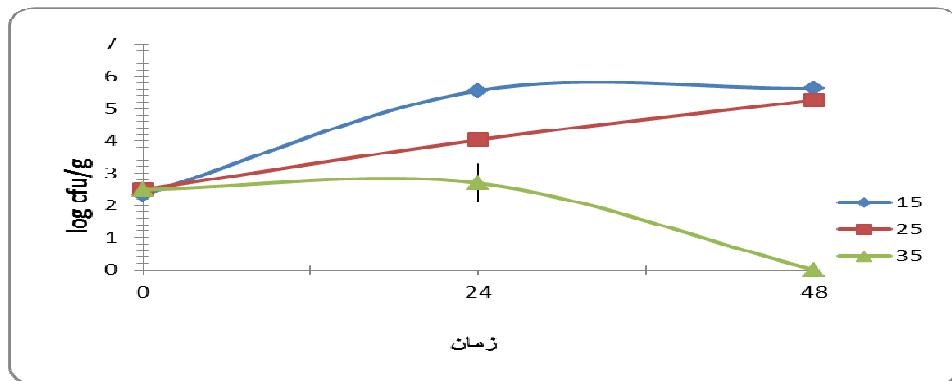
تغییرات باکتری های هوایی در نمودار ۵ آورده شده است. مقدار باکتری های هوایی در تیمارهای سوسیس تخمیری تلقیح شده با باکتری *P. pentosaceus* در درجه حرارت های ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی گراد از مقدار اولیه حدود $\log \text{CFU/g}$ ۴ به مقدار $\log \text{CFU/g}$ ۵-۶ افزایش داشته است.

در مطالعه حاضر میزان اولیه انtribacteriasه حدود $2 \log \text{CFU/g}$ بوده است (نمودار ۳). مقدار انtribacteriasه *Pediococcus pentocaceus* در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد بعد از طی ۴۸ ساعت تخمیر به طور معنی داری کاهش یافت اما در دمای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد کاهشی مشاهده نشد. براساس یافته های تحقیقی Xu و همکاران (۲۰۱۰) بر روی سوسیس تخمیری ماهی، مقدار اولیه انtribacteriasه در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد حدود $4/5 \log \text{CFU/g}$ بود و طی ۴۸ ساعت در دماهای ۳۰ و ۳۷ درجه سانتی گراد به طور معنی داری کاهش یافت و در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به میزان کمتر از $3 \log \text{CFU/g}$ رسید اما در دماهای ۱۵ و ۲۳ درجه سانتی گراد افزایشی را نشان داد.

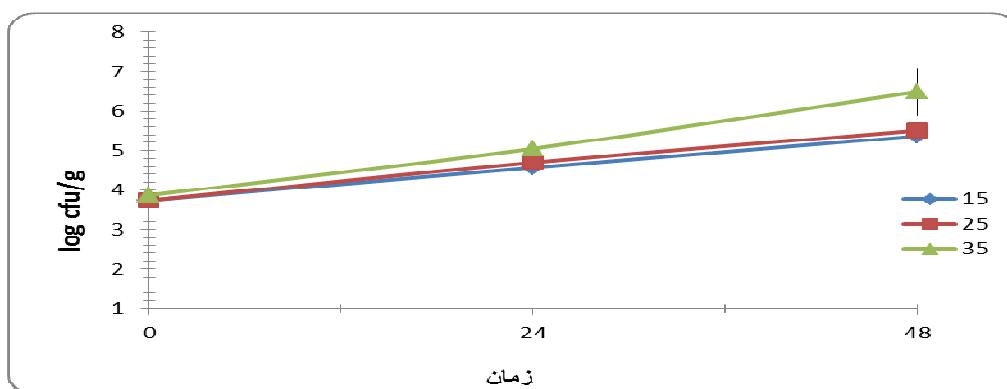
این باکتریها هوایی و گرم منفی هستند. قادرند در صفر درجه و بیشتر فعالیت نموده و پس از گذراندن مرحله سکون یا فاز تاخیری و در مطابقت با محیط به سرعت وارد لگاریتمی



نمودار ۳: تغییرات انتروباکتریاسه در سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف در طول تخمیر



نمودار ۴: تغییرات سودوموناس در سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف در طول تخمیر



نمودار ۵: تغییرات باکتری هوایی در سوسیس کپور معمولی تلقیح شده با *Pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف در طول تخمیر

بحث

کپور معمولی کاهش یافت. بر اساس تحقیقات Zanardi و همکاران (۲۰۰۲) کاهش رطوبت در سوسیس تخمیری گزارش شد.

کاهش رطوبت احتمالاً سبب دهیدراته شدن سریع پروتئین‌های میوفیبریل ماهی شد. دلیل عمدی این امر مربوط به کاهش سریع pH و رسیدن آن به نقطه ایزوالتکتریک می‌باشد که بوسیله رشد سریع باکتری‌ها در دمای بالاتر ایجاد می‌شود. پراواح است که در pH ایزوالتکتریک، به دلیل مساوی بودن مجموع بارهای مثبت و منفی در زنجیره‌ی پروتئینی، قدرت اتصال به آب توسط ملکولهای پروتئین کاهش یافته و این امر باعث کاهش ظرفیت نگهداری آب در فرآورده‌ی تخمیری می‌گردد. به دلیل اینکه سوسیس‌های تخمیری وارد اتاق خشک کن نمی‌شوند لذا کاهش رطوبت در مرحله تخمیر صورت می‌گیرد.

اما با افزایش دما مقدار پروتئین افزایش یافت ($P < 0.05$).

افزایش درصد پروتئین بر مبنای میزان وزن خشک بوده و بر اساس نتایج تغییرات رطوبت، علت این امر کاهش رطوبت فرآورده در طول تخمیر است نه به دلیل فعالیت‌های تخمیری که منجر به افزایش درصد پروتئین می‌گردد که این نیز با فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک در درجه حرارت بالا و شکسته شدن زنجیره‌های پلیمری پروتئینی یا پلی پپتیدها به پپتیدها به ویژه در pH پائین مرتبط است. مقدار پروتئین در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد از حدود ۷۳ به ۷۷ درصد افزایش نشان داد و دارای بیشترین میانگین درصد پروتئین در بین سایر تیمارها بود. در بررسی انجام شده توسط Arsalan و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شد مقدار پروتئین افزایش یافت و از حدود ۲۱ درصد به مقدار ۲۹ درصد رسید. Zanardi و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند در سوسیس‌های تهیه شده با گوشت خوک مقدار پروتئین در طول تخمیر افزایش یافت.

رونده تغییرات TVB-N در این پژوهش مطابق بود با یافته‌های Xu و همکاران (۲۰۱۰) بوده و نشان داد اگرچه رشد باکتری‌های نامطلوب به طور موثر بوسیله LAB در درجه حرارت بالاتر خنثی می‌شود اما فعالیت متابولیکی برای تولید TVB-N هنوز ادامه دارد که این امر یک نکته‌ی منفی در فرآیند تولید سوسیس تخمیری محسوب می‌گردد. در تحقیقات آقای Xu و همکاران (۲۰۱۰) مقدار TVB-N در همه تیمارها کمتر از ۳۰ میلیگرم در ۱۰۰ گرم بود به جزء دمای ۳۷ درجه سانتیگراد

با پیشرفت تخمیر، کاهش در pH متناسب با افزایش دمای تخمیر از ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد بود که این امر به خوبی بیانگر عملکرد درست باکتری‌های LAB در پیشبرد فرآیند تخمیر می‌باشد. Adams و همکاران (۱۹۸۷) گزارش دادند رشد سریع LAB طی ۴۸ ساعت تخمیر در درجه حرارت‌های بالا سبب کاهش pH در حدود ۴/۵ شد. نتایج سنجش pH سوسیس تخمیری در تحقیق حاضر بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای سوسیس تخمیری تولید شده در دمای‌های مختلف بود ($P < 0.05$). در این بین pH سوسیس تهیه شده در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد، به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود و با گذشت ۴۸ ساعت، pH گوشت ماهی به طور سریعی در طول تخمیر از مقدار اولیه‌ی ۴/۶ به ۴/۶ کاهش یافت ($P < 0.05$). علت این امر انجام واکنش تخمیر و تولید اسید لاکتیک به وسیله سوش آغازگر می‌باشد.

در مطالعه Xu و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثرات درجه حرارت‌های ۱۵، ۲۳، ۳۰ و ۳۷ درجه سانتی گراد بر روی سوسیس تخمیری ماهی کپور نقره‌ای مقدار pH بعد از طی ۴۸ ساعت در دمای بالاتر، از مقدار ۶/۷ به ۴/۵ کاهش یافته است. در صورتی که در دمای 15°C بعد از ۴۸ ساعت مقدار pH در حدود ۶ باقی ماند. pH یک شاخص مهم و موثر در کیفیت گوشت می‌باشد. کاهش pH در پروتئولیز پروتئین‌های میوفیبریلار با وزن مولکولی بالا موثر است و سبب خصوصیات بافتی مطلوبی خواهد شد (Suvanich et al., 2000) همکاران (۲۰۰۸) تغییرات pH تیمارهای سوسیس تخمیری ماهی کپور نقره‌ای تیمار شده با سه گروه استارت‌ر کالچر را کاهشی گزارش نمودند. Hu و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی انجام شده بر روی سوسیس تخمیری ماهی کپور نقره‌ای تلقیح شده با سه گروه استارت‌ر کالچر گزارش نمودند مقدار pH به سرعت از میزان اولیه ۶/۴۹ به ۴/۲ تا ۴/۴ کاهش یافت. گزارشات ذکر شده توسط محققین فوق مطابق با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد (Hu et al., 2008).

در تحقیقات Xu و همکاران (۲۰۱۰) مقدار رطوبت در طول تخمیر کاهش یافت و میزان کاهش در دمای‌های بالاتر، افزایش یافت و از میزان اولیه حدود ۷۵ درصد به مقدار حدود ۶۵ درصد رسید. Hu و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند مقدار رطوبت در طول ۴۸ ساعت تخمیر کاهش یافت. Arsalan و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند مقدار رطوبت در سوسیس تخمیری ماهی (۲۰۰۱) گزارش دادند مقدار رطوبت در سوسیس تخمیری ماهی

۴۸ ساعت کاهش یافت. در مطالعه Hu و همکاران (۲۰۰۷) مقدار اولیه میکروکوکوس نمونه‌های سوسیس تخمیری تهیه شده در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در دامنه‌ای از $\log \text{CFU/g}$ ۷-۸ بود و بعد از ۲۴ ساعت به سطح $\log \text{CFU/g}$ ۴-۷ رسید و سپس این مقدار به تدریج در همه تیمارهای تلقیح شده با مخلوط استارترا کاهش یافت. طبق نتیجه گزارشات محققین ذکر شده درجه حرارت عامل تحریک باکتری‌های اسید لاكتیک است و با کاهش pH، محیط را برای رشد باکتری‌های نامطلوب محدود می‌سازند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (Hu *et al.*, 2007).

Hu و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی بر روی سوسیس ماهی تلقیح شده با استارترا گزارش نمودند از رشد انتروباکتریا سه بعد از ۴۸ ساعت تخمیر جلوگیری شد. Hu و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند در سوسیس‌های تخمیری تلقیح شده با سه دسته استارترا کالچر در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد بعد از ۴۸ ساعت به طور معنی‌داری از رشد انتروباکتریا سه جلوگیری شد. نتایج مطالعه حاضر با گزارشات محققین فوق مطابقت دارد.

Hu و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند در سوسیس ماهی تلقیح شده با استارترا کالچر به طور معنی‌داری از رشد سودوموناس جلوگیری شد. در مطالعات Hu و همکاران (۲۰۰۸) بر روی سوسیس تخمیری در ۳۰ درجه سانتیگراد مقدار اولیه سودوموناس حدود $\log \text{CFU/g}$ ۳/۳۰ گزارش شد و در زمان ۲۴ ساعت تخمیر مقدار آن ۳/۴۵ و ۴۸ ساعت پس از تخمیر به مقدار ۱/۹۸ کاهش یافت. درجه حرارت تأثیر زیادی بر رشد میکروگانیسم‌ها در طول تخمیر لاكتیکی دارد. در دماهای بالاتر رشد باکتری‌های اسید لاكتیک با سرعت بیشتری است و این امر سبب کاهش pH و جلوگیری از رشد باکتری‌های نامطلوبی شود. نتایج گزارشات محققین فوق با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. در مطالعات Xu و همکاران (۲۰۱۰) مقدار سودوموناس سوسیس تخمیری ماهی کپور نقره‌ای در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بعد از طی ۴۸ ساعت افزایشی را نشان داد و در دمای ۲۳ رجه سانتیگراد به بالا از رشد این باکتری کاسته شد.

شمارش کلی باکتریها معیاری برای پی بردن به کیفیت بهداشتی یک محصول است که غیر قابل مصرف بودن محصول را بیان می‌کند. آودگی میکروبی ابتدایی، وضعیت نگهداری و بسته‌بندی (بسته‌بندی در هوا، خلا یا اتمسفر اصلاح شده) و

۴۳

که مقدار آن به ۳۱/۲۴ میلیگرم در ۱۰۰ گرم رسید. در مطالعه‌ای دیگر توسط Yin و همکاران (۲۰۰۲) برروی گوشت ماکرل تلقیح شده با چندین استارترا در درجه حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد مقدار ناچیزی افزایش در TVB-N مشاهده شد. حد مجاز TVB-N برای فرآورده‌های دریابی ۳۰-۳۵ میلیگرم در ۱۰۰ گرم گزارش شده است (Connell, 1995).

هر چند میزان کاهش pH در درجه حرارت‌های پایین کمتر بود اما اختلاف کمی در مقدار LAB بعد از ۴۸ ساعت تخمیر در دماهای مختلف مشاهده شد و این نتایج با یافته‌های Adams و همکاران (۱۹۸۷) و Xu و همکاران (۲۰۱۰) بر روی سوسیس تخمیری ماهی در درجه حرارت‌های مختلف منطبق است. براساس نتایج گزارش شده‌ی برخی از پژوهش‌ها رشد اکثر باکتری‌های مضر و حضور پاتogen‌ها در سوسیس ماهی بطور موثری بوسیله کاهش سریع pH جلوگیری می‌شود (Adams *et al.*, 1987; Hu *et al.*, 2007). ممانعت از رشد باکتری‌های پاتogen احتمالاً ناشی از تجمع تولیدات اسید لاكتیک بوده که سبب اسیدی شدن سیتوپلاسم می‌شود. هر چند این فرآیند با کاهش درجه حرارت از نرخ پایین‌تری برخوردار می‌باشد. Xu و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه بر روی سوسیس تخمیری ماهی کپور نقره‌ای گزارش دادند مقدار اولیه LAB در گوشت تلقیح شده با باکتری *Pediococcus pentosaceus* حدود \log CFU/g ۶/۵-۷ بوده است و بعد از ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۳۷ درجه حرارت‌های بالاتر به مقدار بیشتر از $\log \text{CFU/g}$ ۸ رسید. Bozkurt و Erkmen (۲۰۰۷) در تحقیقی بر روی سوسیس تخمیری نوع خشک افزایش در باکتری‌های اسید لاكتیک را گزارش دادند. در بررسی‌های انجام شده توسط Hu و همکاران (۲۰۰۸) مقدار LAB در سوسیس تخمیری ماهی از مقدار اولیه حدود $\log \text{CFU/g}$ ۵-۶ به میزان ۹/۳۰ $\log \text{CFU/g}$ افزایش یافت. در بررسی‌های انجام شده توسط Xu و همکاران (۲۰۱۰) بر روی سوسیس تخمیری در دماهای ۱۵، ۲۳، ۲۳ و ۳۷ درجه سانتیگراد میکروکوکوس در ابتداء افزایشی میزان $\log \text{CFU/g}$ در حالیکه در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد مقدار آن بعد از ۴۸ ساعت بالاتر از $\log \text{CFU/g}$ ۶/۳ رسید. در مطالعات Hu و همکاران (۲۰۰۸) مقدار میکروکوکوس در همه تیمارهای تلقیح شده با استارترا در ۱۲ ساعت تخمیر به طور معنی‌داری افزایش یافت و به میزان $\log \text{CFU/g}$ ۷-۸ رسید، سپس بعد از طی

- fermented sausage). *Food Chemistry*, 101: 1465-1473.
- Connell, J.J., 1995.** Quality deterioration and extrinsic quality defects in raw material. *Control of Fish Quality*, Surrey, England, Fishing News Books Ltd.
- Gelman, A., Glatman, L., Drabkin, V. and Harpaz, S., 2001.** Effects of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond raised freshwater fish, silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Journal of Food Protection*, 64:1584-1591.
- Glatman, L., Drabkin, V. and Gelman, A., 2000.** Using lactic acid bacteria for developing novel fish products. *Journal of the science of food and Agriculture*, 80P.
- Hu, Y., Xia, W. and Ge, C., 2008.** Characterization of fermented sausages inoculated with mixed starter culture. *LWT - Food Science and Technology*, 41:730-738.
- Hu, Y., Xia, W. and Liu, X., 2007.** Change in biogenic amines in fermented silver carp sausage inoculated with mixed starter cultures. *Journal of Food Chemistry*, 104:188-195.
- ICMSF, 1974.** Micro-organisms in Foods, Sampling for Microbiological Analysis: Principles and specific applications, Toronto, Canada, Toronto Press.
- Iranian Fisheries Organization Statistical Year Book , 2010.** Fisheries Statistics of Iran.
- Mexis, S.F., Chouliara, E. and Kontominas, M.G., 2009.** Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 °C. *Food Microbiology*, 26:598-605.
- Sallam, K.I., 2007.** Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and
- دمای نگهداری نقش مهمی را در تعیین عمر ماندگاری محصولات شیلاتی ایفا می‌کند. از آنجایی که باز میکروبی اولیه ماهیان آب شیرین بسته به وضعیت آب و دما تغییر می‌کند، محققین مقدار باکتری هوازی ابتدایی را $\log \text{CFU/g}$ ۲-۶ برای گونه‌های مختلف آب شیرین پیشنهاد دادند (Gelman *et al.*, 2001; Savvaidis *et al.*, 2002). محدوده حداقل پیشنهادی (MRL) برای Maximal Recommended Limit (MRL) برای ICMSF, ۷ CFU/g \log است (1974).
- رونده افزایشی در شمارش باکتری‌های هوازی در سوسیس تخمیری ماهی کپور معمولی در این پژوهشی با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد. Erkmen و Bozkurt (2007) در تحقیقاتی بر روی سوسیس تخمیری گزارش دادند مقدار باکتری هوازی بعد از ۱۰ روز رسیدگی افزایش یافت. Hu و همکاران (2008) گزارش دادند در سوسیس تخمیری ماهی بعد از ۴۸ ساعت باکتری‌های هوازی از مقدار اولیه حدود $4/5 \log \text{CFU/g}$ به میزان حدود $9/5 \log \text{CFU/g}$ افزایش داشت. Xu و همکاران (2010) گزارش کردند مقدار اولیه باکتری‌های هوازی از حدود $6 \log \text{CFU/g}$ به میزان $8-9 \log \text{CFU/g}$ رسید.

منابع

- Adams M. R., Cooke, R. D. and Twiddy, D.R., 1987.** Fermentation parameters involved in the production of lactic acid preserved fish-glucose substrates. *International Journal of Food Science and Technology*, 22: 105-114.
- AOAC, 2000.** Official Methods of Analysis, Washington, DC. USA, Association of Analytical Chemists.
- Arsalan, A., Dincoglu, A. and Gonulalan, Z., 2001,** Fermented *Cyprinus Carpio* Sausage. *Turkish Journal of Veterinary Animals Science*, 25:667-673.
- Bozkurt, H. and Erkman, O. , 2007.** Effects of commercial additives on quality (Turkish dry-

- sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18:566-575.
- Savvaidis I.N., Skandamis, P.N., RIganakos, K.A., Panagiotakis, N. and Kontominas, M.G., 2002.** Control of natural microbial flora and Listeriamonocytogenes in vacuum packaged trout at 4 and 10°C using irradiation. *Journal of Food Protection*, 65:515-522.
- Suvanich V., Jahncke, M.L. and Marshall, D.L., 2000.** Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Journal of Food Science*, 65:24-29.
- Venugopal V. and Shahidi, F., 1995.** Value-Added Products from Underutilized Fish Species. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35:431-453.
- Wang X., Hirata, T., Fukuda, Y., Kinoshita, M. and Sakaguchi, M., 2002.** Acceptability comparison of kamaboko gels derived from silver carp surimi and from walleye pollack surimi between the Chinese and Japanese . *Fisheries Science*, 68:165-169.
- Xu, Y., Xia, W., Yang, F., Kim, J. and Nie, X., 2010.** Effect of fermentation temperature on the microbial and physicochemical properties of silver carp sausages inoculated with *Pediococcus pentosaceus*. *Journal of Food Chemistry*, 118:512-518.
- Yin L.J., Pan, C.L. and Jiang, S.T., 2002.** Effect of lactic acid bacterial fermentation on the characteristics of minced mackerel. *Journal of food Science*, 67:786-792.
- Zanardi, E., Dorigoni, V., Badiani, A. and Chizzolini, R., 2002.** Lipid and colour stability of Milano-type sausages: effect of packing conditions. *Journal of Meat Science*, 61:7-11.

Microbial and biochemical characteristics of fermented Fish sausage from common carp (*Cyprinus carpio*) mince by application of *Pediococcus pentasaceus* at different incubation temperatures

Jafarpour A.^{(1)*}; Alinejad A.⁽²⁾; Yeganeh S.⁽³⁾and Safari R.⁽⁴⁾

a.jafarpour@sanru.ac.ir

1,2, 3⁻ Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O.Box: 517
Sari, Iran

4- Institute of Caspian Sea Ecology Research Center, P.O.Box:961 Sari, Iran

Received: August 2012 Accepted: September 2013

Keywords: fish sausage, common carp, lactic acid bacteria, fermentation

Abstract

Fermented sausage is a favorite kind of meat-product that has allocated great proportions of meat consumption in the world. For the first time in Iran in this study the production of Fermented sausage from minced meat of common carp was assessed by means of lactic acid bacteria at different incubating temperatures as 15, 25, and 35°C. To prepare the fish sausage, common carp mince was grounded and mixed with NaCl (3%), glucose (3%) and lactic acid bacteria at 5 log CFU/g and afterward were incubated for 48 h. During the incubation of fish sausage, microbiological tests, moisture and protein content, and TVB-N were measured. According to the results, the higher temperature of 35°C stimulated the rapid growth of lactic acid bacteria, resulting in a rapid decline in pH, and consequently suppressed the growth of *pseudomonas*, *Micrococcaceae* and *Enterobacteriacea*.

*Corresponding author