بررسی اثر باکتری *Lactobacillus plantarum* و دماهای مختلف فرآوری بر روی خصوصیات کارکردی سوسیس تخمیری تهیه شده از ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

سید علی جعفرپور[۱*]، سکینه یگانه [۱]، عاطفه علی نژاد[۲]، رضا صفری [۳]

۱- استادیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه علوم کشاورزی ساری
۳- کارشناس ارشد پژوهشکده اکولوژی دریای خزر- ساری

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۳)

چکیده

با توجه به ویژگی های کیفی سوسیس های تخمیری و به منظور دادن ارزش افزوده به فرآورده های شیلاتی،در این مطالعه برای اولین بار در ایران امکان تولید سوسیس تخمیری از ماهی کپور معمولی با بکارگیری باکتری *Lactobacillus plantarum* و تلقیح آنها در درجه حرارت‌های ۱۵، ۲۵، ۳۵ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تولید سوسیس تخمیری کپور معمولی، گوشت چرخ شده ماهی با نمک (۳٪)، گلوکز (۳٪) و ۵ log CFU/g گونه باکتریایی فوق الذکر ترکیب شده و به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور قرار گرفت تا تخمیر صورت گیرد. پارامترهای pH، رطوبت، پروتئین و TVB-N و بار باکتریایی به عنوان شاخص های تخمیر و کیفیت فرآورده ی مورد نظر اندازه گیری گردیدند. شمارش گروههای مختلف میکروبی (شمارش کلی میکروارگانیسم های هوازی، باکتری های اسید لاکتیک، سودوموناس ها، میکروکوکوس، انتروباکتریاسه)در طول مدت انکوباسیون (زمان صفر، ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت) انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده، درجه حرارت های بالاتر سبب رشد سریع باکتری های اسید لاکتیک می شوند. این امر باعث کاهش شدید در pH و پیامد آن محدود نمودن رشد Pseudomonas ,Micrococcacea ,Entrobacteriacea گردید. در نهایت، جدای از پارامتر TVB، تولید سوسیس تخمیری در درجه حرارت ۳۵ °C بهترین نتیجه را در خصوص پارامتر pH و فلور میکروبی داشت.

کلید واژگان: ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، سوسیس ماهی، تخمیر، باکتریهای اسیدلاکتیک

* مسئول مکاتبات: a.jafarpour@sanrua.ac.ir

۱- مقدمه

پیشینه تولید سوسیس تخمیری به حدود هزاران سال قبل می رسد و بنا به منابع تاریخی منشاء آن اروپای جنوبی بخصوص کشورهای حاشیه ی دریای مدیترانه در دوران حکومت روم و برخی از کشورهای آسیایی در همین زمان نسبت داده شده است. نکته ی حائز اهمیت این است که در تولید فرآورده های تخمیری از جمله سوسیس های تخمیری هیچگونه برنامه ریزی خاصی وجود نداشته و این فرآورده ها تنها بر اساس یک اتفاق در قالب تخمیر طبیعی تولید شده و با تکرار آن به صورت یک فرآورده پذیرفته شده در جوامع آن روزها مطرح گردیده اند. این گونه سوسیس ها بر مبنای میزان فعالیت آبی (a_w) ، pH و منبع گوشتی به انواع مختلف سوسیس مرطوب (aw>۰/۹۰) مانند مارتادلا، سوسیس نیمه خشک (aw=۰/۹۰-۰/۹۵) مانند سوسیس سرولات، و سوسیس خشک (aw<۰/۹۰) مانند سالامی و پپرونی تقسیم بندی می گردند [۱].

دراکثر کشورها تخمیر گوشت به صورت طبیعی در خانه یا در مقیاس جزئی انجام می‌شود که این روش زمان نسبتا طولانی نیاز دارد تا در درجه اول با توجه به شرایط محیطی بار باکتریایی باکتریهای نامطلوب کاهش یابد و سپس باکتری های مطلوب (باکتری های اسید لاکتیک) استقرار یافته تکثیر شده و طی فرآیند متابولیسمی خود روند تخمیر را به اتمام برسانند. استفاده از باکتری اسید لاکتیک در تخمیر غذا در سالهای اخیر مورد مطالعه قرار گرفته و نشان داده که یک شیوه تجاری در افزایش میزان تولید فرآورده های تخمیری است. با توجه به اینکه ماهی از فسادپذیری بالایی برخوردار است تخمیر گوشت ماهی با کمک باکتری های اسید لاکتیک که به تخمیر لاکتیکی معروف می باشد، روش مهمی جهت نگهداری تولیدات دریایی در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. سوسیس های تخمیری محصولاتی با خصوصیات کیفی ویژه بوده که این خصوصیات عمدتا ناشی از اثر متابولیت های باکتریایی است. باکتریهای اسید لاکتیک باکتری هایی هستند گرم مثبت و غیر اسپورزا که در طی تخمیر کربوهیدرات را به لاکتات به عنوان محصول اصلی تبدیل میکنند. مهمترین جنس های باکتری های اسید لاکتیک شامل لاکتوباسیلوس، پدیوکوکوس، استرپتوکوکوس، لوکونستیک هستند [۲].

نقش مهم باکتریهای اسید لاکتیک در سوسیس تخمیری، رقابت با باکتریهای نامطلوب است [۳]. باکتری های اسید لاکتیک می توانند سبب اسیدی شدن سریع مواد اولیه ی تخمیر و تولید اسیدهای ارگانیکی مهمی مانند اسید لاکتیک و اسید استیک وهم چنین یک سری از مواد ضد میکروبی شامل باکتریوسین، دی استیل، اتانول، پر اکسید هیدروژن شوند و در این صورت می توانند از رشد میکروارگانیسم های غذایی پرخطر جلوگیری کنند.. مواد ضد میکروبی تولید شده توسط این باکتریها، نقش اساسی در سلامت و افزایش نیمه عمر این فرآورده ها به عهده دارد [۴و۵] و سبب توسعه طعم و بو و بافت تولیدات تخمیری می‌شود [۶]. مهمترین باکتری های عامل مسمومیت غذایی مرتبط با خوراک های گوشتی از جمله گوشت ماهی، باکتری های لیستریا مونوسایتوژینزیز (*Listeria monocytogenes*) کلاستریدیوم بوتولینوم (*Clostridium botulinum*) و کلستریدیوم پرفرینژنس (*Clostridium perfringens*) واستافیلوکوکوس اورئوس (*Staphylococcus aureus*) هستند و پس از آن می توان سالمونلا و اشرشیا کلای را نام برد.

Hu و همکاران در سال ۲۰۰۷، اثرات ترکیبی سه گروه سه تایی از باکتری های اسید لاکتیک (گروه یک: *Lactobacillus plantarum*-15، *Staphylococcus xylosus*-12 و *Pediococcus pentasaceous*-

ATCC33316؛ گروه دو: *Lactobacillus plantarum*-15، *Staphylococcus xylosus*-12، *Lactobacillus casei* subs *casei-1.001*. گروه سه: *Lactobacillus casei* subs *casei*-1.001، *Staphylococcus xylosus*-12 و *Pediococcus pentasaceous*-(ATCC33316 برروی تشکیل آمین های بیوژنیک و پارامترهای کیفی ماهی کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند این ترکیب باکتریایی سبب کاهش pH و مانع رشد میکروارگانیزم های نامطلوب از قبیل انترو باکتریاسه آ، میکروکوکوس ها و سودوموناس ها می شود و از تشکیل غلظت های بالای آمینه های بیوژنیک مضر مانند هیستامین،کاداورین و پوترسین جلوگیری می‌کنند. در ادامه ی نتایج بدست آمده از مطالعه ی مذکور، Hu و همکاران در سال ۲۰۰۸ اعلام کردند که این امر سبب کاهش سریع pH و جلوگیری از رشد باکتری های مضر و پاتوژن ها و افزایش تیوبارتوریک اسید (TBARS) و مجموع بازهای فرار (TVB-N) می‌شود. هم چنین باکتری های اسید لاکتیک میتوانند سبب بهبود طعم و بو و قابلیت هضم و مقدار ارزش غذایی شود [۷].

Xu و همکاران در سال ۲۰۱۰، اثر تخمیر با باکتری اسید لاکتیک *pediococcus pentosaceus* در درجه حرارت های مختلف روی پارامترهای کیفی سوسیس حاصل از کپور نقره ای را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که درجه حرارت های بالاتر، رشد سریع باکتری را تحریک می کند و در نتیجه کاهش شدید در pH و رشد باکتری های نامطلوب متوقف می گردد، هر چند افزایش درجه حراررت به طور تصاعدی سبب افزایش آمینه های بیوژنیک و TVB-N می شود [۸].

با توجه به ذخایر غنی آبزیان، قیمت پایین و ارزش غذایی بالا، تولید محصولات غذایی و فرآورده های مختلف از ماهی ها و آبزیان در کشور از پتانسیل بالا و جایگاه مناسبی برخوردار می باشد. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) که در حال حاضر به عنوان یکی از چهارگونه ماهی پرورشی گرمابی در سیستم های پرورشی کشت توام پرورش داده می شود به دلیل نحوه تغذیه این گونه از بستر و سیفون کردن لارو حشرات و غذا از بین لجن های کف استخر، دارای گوشتی با طعم لجنی می باشد. بنابراین در این مطالعه هدف ایجاد ارزش افزوده به گوشت این گونه ماهی از طریق تولید سوسیس تخمیری با بکارگیری پروبیوتیک هایی از قبیل باکتری های اسید لاکتیک در دماهای مختلف تلقیح می باشد.

۲- مواد و روش کار

۲-۱- تهیه گوشت چرخ شده ی ماهی

ماهی کپور معمولی با وزن تقریبی۱۲± ۵۸۷ (انحراف معیار ± میانگین) به صورت کاملا تازه از بازار ماهی شهر ساری تهیه شد و بلافاصله توسط جعبه های یونولیتی حاوی یخ به آزمایشگاه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد. سپس جهت برطرف کردن آلودگی ها و موکوس سطح بدن ماهی، ماهیان با آب سرد شستشو داده شده و سپس سر زنی و خروج امعاء و احشاء صورت گرفت. در ادامه ماهی شسته شده و فیله گردیده و در نهایت فیله های تهیه شده توسط دستگاه چرخ گوشت با دیسک دارای قطر منافذ ۳ میلی متر چرخ شدند.

۲-۲- آماده سازی باکتری ها

باکتری مورد استفاده در این پژوهش گونه ی *Lactobacillus plantarum* بود که به صورت پودر لیوفیلیزه از مرکز پژوهش های علمی و صنعتی ایران (کلکسیون باکتری و قارچ) تهیه شد و مقداری از پودر در شرایط استریل به محیط کشت مایع اضافه گردید تا در طی ۱۸ ساعت انکوباسیون در ۳۰ درجه سانتی گراد به رشد لگاریتمی برسد. نمونه ها در دور g×۱۰۰۰۰ در ۴°C سانتریفیوژ شدند و سه مرتبه با سرم فیزیولوژی مورد شستشو قرار گرفته و مجددا سانتریفیوژ گردیده و جهت تعیین مقدار اولیه باکتری ها با استفاده از روش کدورت سنجی، میزان جذب نور توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه گیری شد و تعداد اولیه باکتری مشخص شد. در نهایت به منظور تلقیح گوشت ماهی از سوسپانسیون حاوی ۵ لوگ ($5\ Log_{10}\ CFU/g$) باکتریایی استفاده گردید.

۲-۳- تهیه سوسیس

پیرو روش استفاده شده توسط Hu و همکارانش (۲۰۰۷) و با اندکی تغییر، گوشت چرخ شده ماهی به طور یکنواخت با ۳٪ نمک طعام (NaCl) و ۳٪ گلوکز مخلوط شده و در نهایت با باکتری*Lactobacillus plantarum* که به سطح نهایی ۵ log CFU/g رسیده بود تلقیح گردیده و بعد از مخلوط کردن به صورت دستی و با استفاده از دستگاه چرخ گوشت، در روکش طبیعی تهیه شده از روده (قطر ۲۸ میلی متر) انباشته شد [۳]. سپس سوسیس هایی به طول ۱۲ سانتی متر جدا نموده و انتهای آنها به صورت دستی گره زنی شد. سوسیس های تهیه شده در درجه حرارت های ۱۵و ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور قرار داده شدند تا تخمیر صورت گیرد. نمونه برداری در زمان صفر، ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت تخمیر، جهت ارزیابی میکروبی و شیمیایی انجام گرفت.

۲-۴- آزمون میکروبی

مقدار ۵ گرم از سوسیس را در محلول رینگر رقیق نموده و مقدار یک دهم میلی لیتر از محلول رقیق شده در رقت های مختلف به صورت سطحی برروی محیط های کشت اختصاصی کشت داده شد و تحت انکوباسیون قرار داده شدند: باکتری های هوازی در محیط کشت (PCA) plate count agar در درجه حرارت °C ۳۵ به مدت ۴۸ ساعت, باکتری های اسید لاکتیک در (MRS) deman rogosa sharpe agar در °C ۳۰ به مدت ۴۸ ساعت ، Enterobacteriaceae در محیط کشت violet red bile dextrose agar (VRBGD) در °C ۳۷ به مدت ۴۸ ساعت وMicrococcacea در mannitol salt agar (MSA) و Pseudomonas در محیط کشت Cetrimid agar درC ° ۳۰ به مدت ۴۸ ساعت انکوباسیون شد و داده ها بر اساس لگاریتم طبیعی تعداد کلنی های شمارش شده (Colony forming unit) log_{10} CFU/g بیان گردید [۸].

۲-۵- آزمون شیمیایی

اندازه گیری درصد پروتئین با استفاده از روش کلدال [۹] انجام شد. مقدار رطوبت توسط خشک کردن نمونه های سوسیس در ۱۰۰-۱۰۲ درجه سانتی گراد صورت گرفت [۱۰]. مقدار pH از طریق روش Wang و همکاران (۲۰۰۰) [۱۱] و TVB-N با استفاده از روش پروانه، (۱۳۷۷) [۱۲] انجام گرفت.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار SPSS 12.0 انجام پذیرفت. طرح آماری مورد استفاده عبارت بود از طرح

کاملا تصادفی و آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد صورت گرفت. مقایسه ی معنی دار بودن تفاوت بین میانگین ها از طریق آزمون دانکن چند دامنه ایی انجام شد.

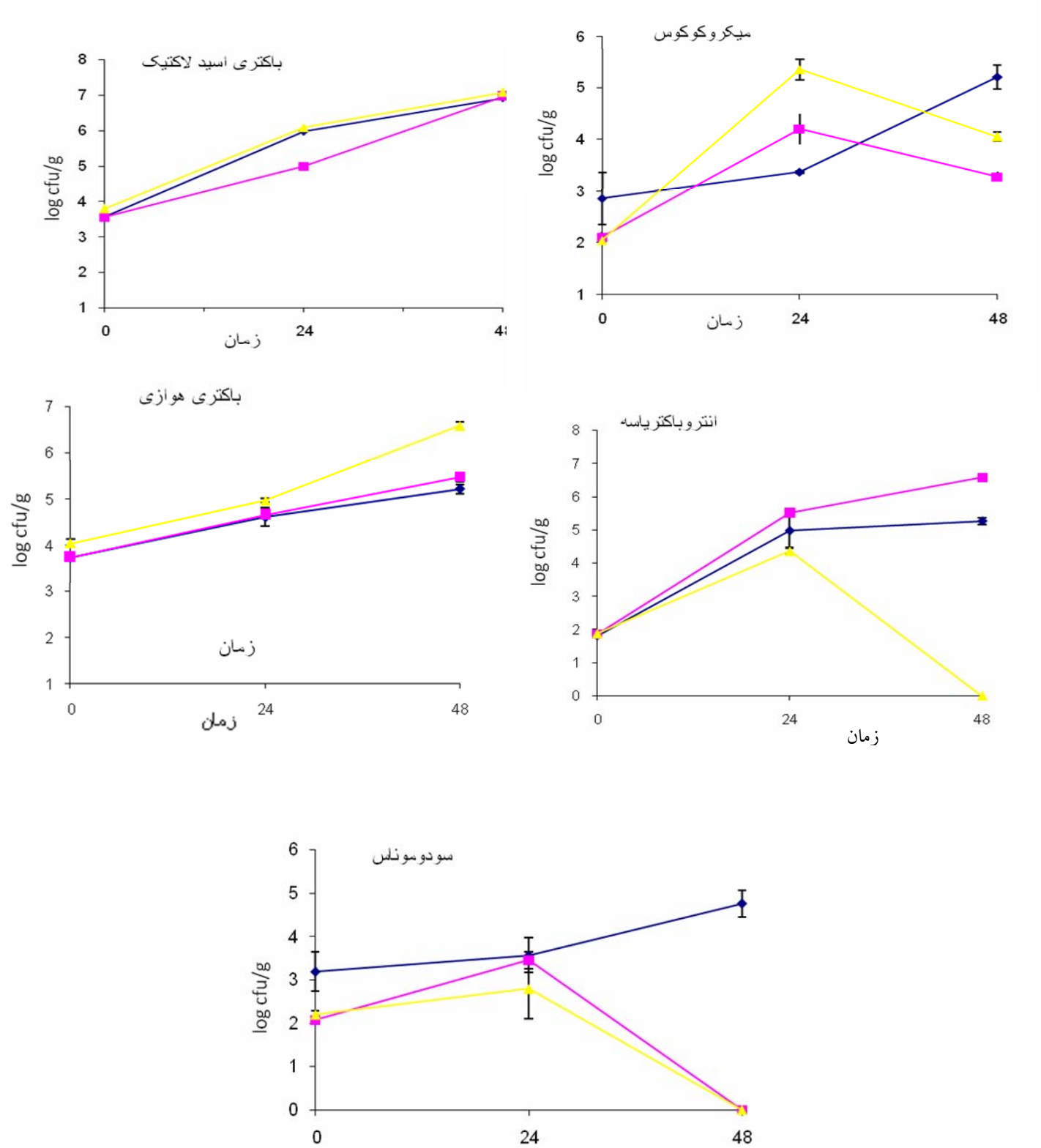
۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمایش های میکروبی

تغییرات در فلور میکروبی سوسیس تهیه شده از گوشت کپور معمولی در طول تخمیر در شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار اولیه باکتری اسید لاکتیک (LAB) در گوشت تلقیح شده حدود ۴ log CFU/g بوده است. در طول تخمیر، باکتری LAB رشد سریعی در درجه حرارت بالاتر داشته و در مدت ۴۸ ساعت به بالاتر از ۷ لوگ رسیدند که نشان داد سوسیس کپور معمولی یک محیط مناسب برای رشد این گونه باکتری ها می باشد، در مقابل این روند در دمای°C ۱۵ با کندی صورت گرفت. بر اساس نتایج باکتری های اسید لاکتیک در مقایسه با سایر گونه های باکتریایی در طول تخمیر به عنوان گونه ی غالب باکتریایی در درجه حرارت های مختلف بودند.

مقدار میکروکوکوس ها در ابتدا افزایشی حدود ۵ الی ۶ لوگ نشان داد اما متعاقبا بدلیل فعالیت های متابولیکی باکتری های LAB و تولید اسید لاکتیک و کاهش pH، کاهش چشمگیری در درجه حرارت های ۳۵ و۲۵ درجه سانتی گراد نشان دادند. در °C ۱۵ مقدار آن بعد از ۴۸ ساعت تخمیر به بالاتر از ۵ log CFU/g رسید و این دقیقا در شرایط محیطی می باشد که رشد باکتری های LAB به دلیل دامای پایین محدود می گردد و لذا شرایط برای غالب شدن سایر گونه های باکتریایی از قبیل میکروکوکوس ها مساعد تر می گردد. مقدار انتروباکتریاسه و سودوموناس روند مشابه ای با میکروکوکوس ها نشان دادند. مقدار انتروباکتریاسه و سودوموناس در دمای بالاتر در ابتدای تخمیر حدود log CFU/g ۱/۸۶ و ۲/۳ بوده است و بعد از ۴۸ ساعت تخمیر به طور معنی داری از رشد آنها جلوگیری شد. بر اساس مطالعه ی انجام شده بر روی سوسیس تخمیری ماهی که در سال ۲۰۰۷ توسط Hu و همکارانش انجام گرفته مقدار اولیه انتروباکتریاسه حدود log CFU/g ۴/۵ بوده و طی ۴۸ ساعت به میزان کمتر از log CFU/g ۳ کاهش یافته است.

درجه حرارت از تاثیر قابل ملاحظه و معنی داری بر رشد میکروارگانیزم ها در طول فرآیند تخمیر لاکتیکی برخوردار می باشد. در درجه حرارت های بالاتر ،باکتری LAB به سرعت رشد می کنند و pH را کاهش میدهد، بدین وسیله مانع رشد میکروارگانیزم های نامطلوب می گردند. Hu و همکارانش در سال ۲۰۰۷ [۳] و Xu و همکارانش در سال ۲۰۱۰ [۸] گزارش دادند که رشد اکثریت باکتری های مضر و حضور پاتوژن ها در سوسیس ماهی به طور موثری بوسیله کاهش سریع pH جلوگیری می‌شود که در بخش بعدی راجع به آن توضیح داده شده است. ممانعت از رشد باکتری های پاتوژن احتمالا ناشی از تجمع تولیدات اسید لاکتیک بوده که سبب اسیدی شدن سیتوپلاسم می‌شود، هر چند که این روند کاهشی در درجه حرارت های پایین تر کمتر بود. در خصوص میزان باکتری های LAB بعد از ۴۸ ساعت تخمیر در درجه حرارت های مختلف اختلاف کمی مشاهده شد و این با نتیجه منطبق با یافته های Adams و همکارانش (۱۹۷۸) می باشد [۱].



شکل ۱ تغییرات میکروبی در سوسیس تخمیری تهیه شده از گوشت چرخ شده کپور معمولی در درجه حرارت های مختلف انکوباسیون (♦۱۵)- (■۲۵)- (▲۳۵)

۳-۲- نتایج آزمایش های شیمیایی

نتایج سنجشpH در جدول ۱ مشخص شده است. با پیشرفت تخمیر کاهش در pH رخ داده که متناسب با افزایش دمای تخمیر از ۱۵ تا ۳۵ درجه ی سانتی گراد بود که این امر به خوبی بیانگر عملکرد درست باکتری های LAB در پیشبرد فرآیند تخمیر می باشند. به عبارتی با گذشت زمان، pH گوشت ماهی به طور سریعی در طول تخمیر از مقدار اولیه ی ۶/۷ در دمای°C ۱۵ به ۴/۶ در دمای ۳۵ °C کاهش یافت. طبق یافته های Hugas و Monfrort (۱۹۹۷) اسیدی شدن وایجاد شرایط بی هوازی مانع رشد میکروکوکوس ها در طول تخمیر سوسیس می شود [۱۳]. بر طبق نتایج Xu و همکارانش (۲۰۱۰) رشد سریع LAB طی ۴۸ ساعت تخمیر در درجه حرارت های بالا سبب کاهش pH در حدود ۴/۵ شد [۸]. بعد از گذشت ۲۴ ساعت از فرآیند تخمیر، نتایج سنجش pH سوسیس تخمیری اختلافات معنی داری بین تیمارهای مختلف سوسیس تولید شده در دماهای مختلف نشان داد ($p < ۰/۰۵$) و در این بین pH سوسیس تهیه شده در دمای °C ۳۵ بعد از گذشت ۴۸ ساعت به طور معنی داری کمتری از سایر نمونه ها بود. pH یک شاخص مهم و موثر در کیفیت فرآورده های گوشتی می باشد و از آنجا که کاهش pH در پروتئولیز پروتئین های میوفیبریل با وزن مولکولی بالا موثر است و سبب خصوصیات کیفی مطلوبی خواهد شد [۱۴]. دراین مطالعه سعی گردید تا این پارامتر به نحو مطلوب و دقیقی مورد پایش و سنجش قرار گیرد.

جدول ۱ تغییرات pH در سوسیس کپورمعمولی در دماهای مختلف

زمان تخمیر (ساعت)	درجه حرارت (درجه سانتی گراد)		
	۱۵	۲۵	۳۵
۰	۶/۷۴±۰/۰۵^{a}	۶/۷۳±۰/۰۷^{a}	۶/۴۶±۰/۰۳^{b}
۲۴	۶/۶±۰/۰۴^{a}	۶/۳۹±۰/۰۸^{b}	۵/۳۴±۰/۲۱^{c}
۴۸	۶/۳۲±۰/۰۷^{b}	۵/۳۲±۰/۰۷^{c}	۴/۶۲±۰/۰۷^{a}

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است

اعداد ارائه شده درجدول میانگین±انحراف معیار حاصل از ۳ تکرارمیباشد

مقدار TVB-N در طول تخمیر با بالا رفتن دما افزایش یافت و دارای الگویی مشابه تغییرات pH بود. بعد از ۴۸ ساعت تخمیر مقدار TVB-N به جز درجه حرارت °C ۳۵ کمتر از ۳۰mg/100g بود (جدول ۲). این نتایج مطابق بود با یافته هایXu و همکارانش (۲۰۱۰) بوده [۸] و نشان داد اگر چه رشد باکتری های 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 نکته ی منفی در فرآیند تولید سوسیس تخمیری در این مطالعه محسوب می گردد. پارامتر TVB-N که در برگیرنده ی ترکیبات آمینی از قبیل آمونیاک، دی متیل آمین و تری متیل آمین می باشد به عنوان یکی از شاخص های تازگی در ماهی در نظر گرفته شده و افزایش مقدار عددی که با تغییر نامطلوب طعم و بو به همراه است به منزله فساد می باشد. این در حالی است که Yin و همکارانش در سال ۲۰۰۲ [۱۵] گزارش کردند که در سوسیس تخمیری تهیه شده از گوشت چرخ شده ی ماهی ماکرل تلقیح شده با کشت آغازین ترکیبی از باکتری های لاکتیک اسید از قبیل: *Lactobacillus plantarum CCRC10069, Lactococcus lactis subsp. Lactis CCRC 12315, Lactobacillus helveticus CCRC 14092* مقدار افزایش در TVB-N معادل ۲۵ mg/100g بعد از گذشت ۳۶ ساعت از زمان تخمیر بود.

جدول ۲ تغییرات TVB-N در سوسیس کپور معمولی در طول تخمیر در درجه حرارت های مختلف

زمان تخمیر (ساعت)	درجه حرارت (درجه سانتی گراد)		
	۱۵	۲۵	۳۵
۰	۱۱/۹±۰/۷^{a}	۱۲/۳±۱/۴۷^{a}	۱۲/۲±۱/۵۳^{a}
۴۸	۱۶±۳/۰۹^{b}	۲۲/۴±۴/۸۲^{c}	۳۸/۹±۶/۵۰^{d}

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است

اعداد ارائه شده درجدول میانگین±انحراف معیار حاصل از ۳ تکرارمیباشد

بر اساس جدول ۳ مقدار رطوبت به طور معنی داری در طول تخمیر کاهش یافت. میزان کاهش رطوبت در درجه

حرارت های بالا در طول فرآیند تخمیر بیشتر بود و با توجه به شواهد موجود به احتمال زیاد سبب دهیدراته شدن سریع پروتئین های میوفیبریل شد زیرا با گذشت زمان و افزایش دما، پارامتر pH نیز کاهش یافته و به پیرامون pH ایزوالکتریک نزدیک می گردد و این امر به دلیل مساوی بودن مجموع بارهای مثبت و منفی در زنجیره ی پروتئینی در این نقطه، از قدرت اتصال به آب پروتئین های میوفیبریل کاسته و در نتیجه باعث دهیدراته شدن و کاهش رطوبت فرآورده ی تخمیری می گردد آنها می گردد. گواه دیگر بر این مدعا جمع شدن جزئی آب در داخل روکش سوسیس ها در پایان دوره ی آزمایشی بود. در خصوص مقدار پروتئین، در زمان صفر در دمای مختلف انکوباسیون اختلاف معنی داری در درصد پروتئین وجود نداشت($p>۰/۰۵$) اما با گذشت زمان و بعد از مدت ۴۸ ساعت مقدار پروتئین به طور معنی داری($p<۰/۰۵$) افزایش یافت. با آگاهی از این موضوع که فعالیت آنزیم های پروتئولیتیک در درجه حرارت بالا افزایش یافته و موجب شکسته شدن زنجیره های پلیمری پروتئینی یا پلی پپتیدها به پپتیدها به ویژه در pH پائین می گردد، اما افزایش درصد پروتئین ارتباطی با این امر ندارد زیرا با توجه به نحوه ی محاسبه ی درصد پروتئین بر مبنای وزن خشک و با توجه به از دست دادن آب در سوسیس های تخمیری بعد از گذشت ۴۸ ساعت، بخش عمده ای از این افزایش درصدی پروتئین را می توان تنها به تغییر حالت های فیزیکی رخ داده نسبت داد.

جدول۳ تغییرات درصدپروتئین و رطوبت در سوسیس کپور معمولی در طول تخمیر در درجه حرارت های مختلف

دماهای مختلف انکوباسیون (درجه سانتی گراد)	درصد رطوبت در زمانهای مختلف (ساعت)		درصد پروتئین در زمانهای مختلف (ساعت)	
	۰	۴۸	۰	۴۸
۱۵	۷۸±۰^{aA}	۷۴±۰/۶^{bA}	۷۵±۰/۹^{cA}	۷۵±۰/۷^{cA}
۲۵	۷۶±۱/۱^{aB}	۷۳±۲/۵^{bA}	۷۳±۱/۳۸^{bB}	۷۵±۰/۸^{aA}
۳۵	۷۶±۱/۵^{aB}	۶۹±۱^{cB}	۷۳±۰/۷۶^{bB}	۷۷±۱/۹^{aA}

حروف متفاوت در هر ردیف و ستون مربوط به هر پارامتر نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است.
اعداد ارائه شده درجدول میانگین±انحراف معیار حاصل از ۳ تکرارمیباشد.

۴- نتیجه گیری

سرعت تخمیر و رشد باکتری ها تحت تاثیر پارامتر محیطی درجه حرارت می باشد که مسبب تحریک فعالیت باکتری ها است. در این مطالعه باکتریهای LAB از رشد قابل ملاحظه ای در دمای انکوباسیون ۳۵ درجه سانتی گراد برخوردار بودند که این امر به نوبه ی خود باعث محدود کردن رشد سایر میکروارگانیسم هایی از قبیل میکروکوکوس ها، انتروباکتریاسه ها و سودوموناس ها گردید. دلیل این امر بی شک به فعالیت متابولیکی باکتری های LAB در خصوص تولید اسید لاکتیک و کاهش چشمگیر pH از حد نرمال ۷/۰-۶/۵ به pH معادل ۴/۵ مرتبط می باشد. در نتیجه درجه حرارت های بالاتر جهت تخمیر سریعتر و کوتاهتر توصیه می شود. البته باید به این نکته توجه داشت که تهیه سوسیس در درجه حرارت های بالا در طول دورهی انکوباسیون، سبب نقص های کیفی از قبیل مقدار بالای آمینه های بیوژنیک و TVB-N میشود. درک بهتر اثرات درجه حرارت روی پروسه تخمیر به بهبود کیفیت تولید، خصوصیات بافتی فرآورده و ایمنی آن کمک خواهدکرد.

۵- منابع

[1] 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.

[2] Toldrá, F., 2006. Biochemistry of Fermented Meat. In Y. H. Hui (Ed.), *Food Biochemistry and Food Processing*: Blackwell Publishing.

[3] Hu,Y., Xia, W and liu, X., 2007. Change in biogenic amines in fermented silver carp sausage inoculated with mixed starter cultures . food chemistry .104:188-19

[4] Klaenhammer T.R. 1988. Bacteriocins of lactic acid bacteria. Biochimie: 70: 337-349

[5] Glatman, L., Drabkin, V., and Gelman,A. 2000. Using lactic acid bacteria for developing novel fish food products. Journal

of the science of food and Agriculture, 80,375-380.

[6] Kopermsub,ph., Yunchalard, S. 2008. Safety control indices for plaa-som, a Thai fermented fish product. African Journal of microbiology research vol.pp18-25

[7] Hu, Y., Xia, W and Ge, Ch., 2008. Characterization of fermented sausages inoculated with mixed starter culture. LWT. 41:730-738.

[8] 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*. Food chemistry.118:512-518.

[9] ICMSF 1974. Micro-organisms in Foods, Sampling for Microbiological Analysis: Principles and specific applications, Toronto, Canada, Toronto Press.

[10] AOAC.2005. Official Methods OF Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

[11] Wang, X., Hirata, T., Fukuda, Y., Kinoshitaa, 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 .[12] Parvaneh, V., 1377. Quality Control and Food Chemical Tests University of Tehran, 325 p (In Persian).

[13] Hugas, M., and Monfort, J.M. 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. Food Chemistry, 59(4),547-554.

[14] Suvanich,V., Jahncke, M.L., Marshall, D.L., 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. Journal of Food Science, 65(1):24-29.

[15] 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.

Effect of *Lactobacillus plantarum* and processing temperature on functional properties of fermented common carp (*Cyprinus carpio*) sausage

Jafarpour, S. A. [1 *], Yeganeh, S. [1], Alinezhad, A. [2], Safari, R. [3]

1.Assistant Professor, Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari-Iran
2. M.Sc Student, Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari-Iran
3. Senior Researcher, Ecology Institute of Caspian Sea, Sari-Iran
(Received: 89/12/23 Accepted: 90/8/3)

Fermented sausage is a favorite kind of meat-product that has allocated great proportions meat consumption in the world to itself. For the first time in Iran in this study, production of Fermented sausage from muscle tissue of common carp (*Cyprinus carpio*) was assessed by means of lactic acid bacteria at different incubation temperatures as 15, 25, 35 ˚C To prepare the fish sausage, common carp mince was grounded and mixed with NaCl (3%), glucose (3%) and lactic acid bacteria (5 log CFU/g) and incubated for 48 h. During the incubation of fish sausage, pH, microbiological tests, moisture and protein content, and TVB-N were measured. According to the results, higher temperature 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. Finally, apart from the TVB-N parameter, the fish sausage in which was fermented at 35 °C showed better results in terms of pH and bacterial load compared to the other incubation temperatures.

Keywords*: Fish sausage, Common carp, Llactic acid bacteria, Fermentation*

* Corresponding Author E_Mail Address: a.jafarpour@sanrua.ac.ir