Archive of SID

بررسی عملکرد شناساگر تازگی در بسته بندی هوشمند فیله قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی مدت نگهداری در یخچال

ذبیح اله بهمنی[۱]، علی اصغر خانی پور[۱*]، عبدالرسول ارومیه ای[۲]، عباسعلی مطلبی[۳]

* AAkhanipour@yahoo.com

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران
۲- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
۳- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۵

چکیده

بسته بندی هوشمند مواد غذایی، بسته بندی جدیدی است که در دهه های اخیر در کشور های توسعه یافته مورد استفاده قرار گرفته و هدف آن سلامت، کیفیت و امنیت محصول می باشد. با توجه به اهمیت محصولات شیلاتی در سبد غذایی خانوار و فسادپذیری سریع این محصولات، مطالعه بهره گیری از شناساگرهای رنگی در بسته بندی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان طی نگهداری در یخچال انجام گردید . در این پژوهش تیمار ها شامل بسته بندی معمولی با شناساگر فنل قرمز و بسته بندی معمولی با شناساگر برموکرزول سبز بوده که در ماتریکس فیلم پلی اتیلن سبک ساخته شده و در کیسه های از جنس پلی اتیلن سبک که در کشور تولید شده است، استفاده گردید. برای تعیین کیفیت، از آزمونهای میکروبی(شمارش کلی باکتری ها، سرماگرا) و شیمیایی(pH, TVN, TBRSA) در زمان تغییر رنگ معرف ها و همچنین در روزهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ نگه داری در دمای یخچال C°(۲±۴) استفاده گردید. بر اساس نتایج حاصل از تغییر رنگ معرف ها و ارتباط آن با آزمون های شیمیایی و میکروبی که توسط نرم افزار آماری SPSS 18 انجام شده است، مدت ماندگاری فیله قزل آلای رنگین کمان برای دو تیمار بسته بندی معمولی با شناساگر فنل قرمز و بسته بندی معمولی با شناساگر برموکرزول سبز در دمای یخچال ۱۳ تا ۱۴ روز تعیین شد.

واژه های کلیدی: بسته بندی هوشمند، شناساگر تازگی، قزل آلای رنگین کمان، معرف رنگی

*نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بسیاری از مواد غذایی فسادپذیر هستند و لازم است که از فساد آنها در طی فرآوری، آماده سازی، نگه داری و توزیع، پیشگیری نمود. از سویی تجارت مواد غذایی و انتقال این مواد به مناطق دور دست، اهمیت ایجاد یک شرایط مناسب برای پیشگیری از فساد آن ها را افزایش داده است (Ekhtiarzade *et al*., 2011). ماهیان علیرغم ارزش غذایی بالا، نسبت به سایر غذاهای گوشتی، سریعتر فاسد می شوند. فساد ماهی را می توان به طور کلی به دو دسته فساد باکتریایی و شیمیایی(اتولیتیک) طبقه بندی نمود. فساد میکروبی و شیمیایی باعث کاهش کیفی پروتئین ها و اسیدهای چرب غیر اشباع ماهیان می شوند (Hamzeh Rezaei and، 2010) دلیل اصلی این فساد پذیری و عدم ماندگاری دراز مدت، از یک سو مربوط به خواص ذاتی ماهی (فعالیت آنزیمی شدید در ماهی) و از سوی دیگر، عدم توجه به جابجایی و نگهداری آبزیان در مراحل بعد از صید است(رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). تازگی یکی از اصلی ترین ویژگیهای ماهی و گوشت فرآوری شده برای بازار و مصرف کننده می باشد. گوشت و ماهی در بسیاری از کشورهای پر مصرف پروتئین، مورد علاقه مردم است هر چند این محصولات قابل نگهداری طولانی مدت نیستند (Kinga *et al*., 2015).استفاده از نشانگرها در قالب یک بسته بندی هوشمند از موارد قابل تحقیق در صنایع نگهداشت گوشت و آبزیان می باشد. نشانگرهای مورد استفاده در فرآورده های گوشتی شامل یکپارچگی محصول[1]، تازگی و زمان–دما هستند که عملکرد هر کدام متفاوت می باشد. نشانگر یکپارچگی محصول به منظور مشخص نمودن خرابی یا بی عیب بودن بسته ها بکار می رود و اغلب به عنوان بخشی از بسته های تهیه شده تحت اتمسفر اصلاح شده[2] به کار می روند. نشانگرهای تازگی قادرند در مورد بروز تغییرات کیفی در محصول که حاصل از رشد میکروبی یا تغییرات شیمیایی است، اطلاعات مستقیمی را ارائه دهند و نشانگرهای زمان–دما، شناساگرهایی هستند که تغییرات دمایی غذای بسته بندی شده را در طول زمان نگه داری نشان می دهند و به عبارت دیگر قادرند تمام یا بخشی از سابقه دمایی مرتبط با یک محصول را بازتاب دهند(Butler and Kerry، 2008). اندیکاتورهای فساد گوشت که با رابطه زمان و دما فعالیت می کنند در واکنش به دما و زمان، از همان خصوصیات ارگانیسم های مسئول فساد میکروبی پیروی می کنند(Brockmann، 1958). استفاده از اندیکاتورهای لیتموس بلو به عنوان شاخص فساد ماهی، توسط (Isidor and Power، 1954) مورد بررسی قرارگرفته و به صورت یک اختراع ثبت شده است. همچنین(Pacquit *et al*., 2007) از معرف های رنگی برای ارزیابی فساد گوشت ماهی استفاده نمودند. تولید برچسب رنگی بر اساس فیلم پلی آنیلین برای تشخیص فساد ماهی، که یک روش رنگ سنجی جدید در جهت توسعه بسته‌بندی‌های هوشمنداست توسط (Kuswandi *et al*., 2012) انجام شده ست. همچنین از اندیکاتورهای رنگی به عنوان یک روش بسته بندی هوشمند برای ارزیابی تخمیر کیمچی توسط (and Hong Park، 2000) استفاده گردید. بسته بندی هوشمند مستلزم استفاده از حسگرها و اندیکاتورهای pH است. این نوع بسته بندی در واقع با مصرف کننده ارتباط بر قرار می کند و به او سالم یا ناسالم بودن محصول اطلاع می دهد.

1- integrity indicator
2-Modified Atmosphere Packaging

www.SID.ir

Archive of SID

وقتی ماهی فاسد می شود ترکیبات ازته فرار زیادی مانند، آمین های بیوژن، آمونیاک، تری متیل آمین و دی متیل آمین آزاد می شود که سبب تغییر میزان pH می شود یعنی pH ماهی به سمت قلیایی شدن پیش می رود که این تغییرات توسط معرف ها نشان داده می شود. جهت جلوگیری و یا به تعویق انداختن فساد ماهی و فرآورده های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است که از جمله آن می توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن،انواع بسته بندی ها مانند بسته بندی خلاء، بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده و بسته بندی با فیلم های نانوکامپوزیت اشاره نمود(Rezaei *et al.*, 2011).

استفاده از بسته بندی هوشمند با شناساگر تازگی در صنایع شیلاتی ایران برای اولین بار انجام شده است هدف این تحقیق استفاده از معرف های فنل رد و برموکرزول گرین در ماتریکس فیلم پلی اتیلن سبک جهت تعیین عمر ماندگاری فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان در دمای یخچال C° (۴±۲) می باشد که با برقراری ارتباط آماری بین تغییر رنگ معرف ها و نتایج آزمون های میکروبی و شیمیایی، عمر ماندگاری تعیین شده است.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این پروژه شامل، ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhychus mykiss*)، گرانول پلی اتیلن سبک درجه ۰۰۷۵ پتروشیمی بندر امام، معرف های فنل رد و برموکرزول گرین(پودر) ساخت شرکت مرک آلمان، pH متر از شرکت مرک، محیط کشت های PCA، MRS، VRBGA ساخت(Fluka)، اکسید منیزیم، اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، فرم آلدهید، متانول، اسیدبوریک، اسید هیدروکلریدریک و اسید استیک ساخت مرک آلمان، بوده است. برای آماده کردن شناساگر تازگی، معرف های رنگی فنل رد و برموکرزول گرین را با نسبت یک درصد وزنی با گرانول پلی اتیلن سبک(چگالی کم) گرید ۰۰۷۵ مخلوط کرده پس از این که خوب مخلوط شد توسط دستگاه اکسترودر دو مارپیچه با دای فیلم دمشی، تولید گردید سپس این فیلم ها که ضخامت آن حدود ۴۰ میکرون است در ابعاد دلخواه برش زده و توسط دوخت حرارتی به قسمت داخلی و فضای بالای(Head Space) کیسه پلی اتیلنی و نزدیک درب بسته دوخته شد به گونه ای که مستقیما با فیله در تماس نباشد. برای آماده سازی نمونه های ماهی میزان چهار کیلوگرم ماهی قزل آلای رنگین کمان را به صورت زنده از بازار خریداری نموده و توسط یونولیت حاوی یخ به نسبت ۲ به ۱ به بخش تحقیقات فرآوری آبزیان منتقل نموده و در آنجا پس از شستشو و ضدعفونی کردن میز و ابزار کار، ماهیان شسته سپس آنها را فیله نموده و هر فیله را داخل کیسه های پلی اتیلنی مجهز به شناساگر تازگی، قرار داده و در دمای یخچال C° (۴±۲) نگه داری شد. نمونه برداری بر اساس تغییر رنگ شناساگر و همچنین در فواصل زمانی روزهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ انجام شد. نمونه ها از لحاظ خصوصیات میکروبی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار داده شد.

آزمایشات شیمیایی

برای سنجش میزان pH و بازهای ازته فرار (TVB-N)mgN/100g از روش (پروانه، ۱۳۷۷) و جهت تعیین شاخص تیوباربیتوریک اسید mg MA/Kg Fish Flesh (TBARS) از روش(Egan *et al.*, 1981) استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشات میکروبی

برای شمارش کلی باکتری ها از محیط کشت پلیت کانت آگار به مدت ۴۸ ساعت در دمای $۳۰C^{\circ}$، شمارش باکتریهای سرمادوست و سرما گرا از محیط کشت پلیت کانت آگار به مدت ۱۰ روز در دمای $۱۰-۷C^{\circ}$ استفاده گردید(APHA, 2001).

تجزیه و تحلیل آماری

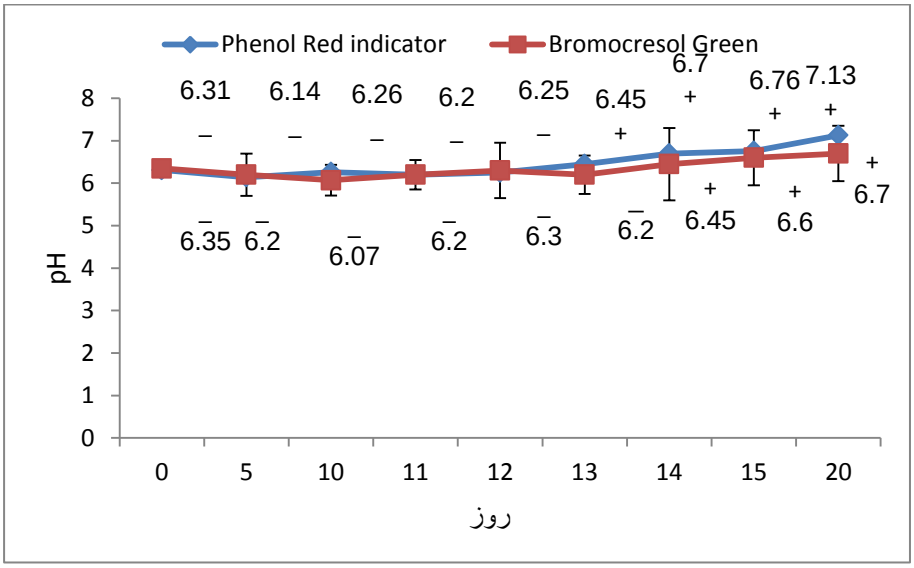
تحلیل داده های آماری با نرم افزار SPSS 18 انجام شده است که در آن جهت بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف (Kolomogorav-Smirnov) استفاده شد سپس از تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و همچنین جهت تعیین دقیق وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار بین روزهای مختلف نمونه برداری هر معرف از آزمون Duncan استفاده شده است جهت تعیین رابطه خطی بین تغییر رنگ معرف ها با آزمون های شیمیایی(pH, TVB-N, TBARS) و میکروبی(TVC, PTC) از ضریب همبستگی پیرسون Pearson Correlations انجام شده است هچنین جهت مشخص نمودن وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار در مورد هر آزمون بین معرف های فنل رد و برموکرزول گرین از آزمون تی غیر جفتی استفاده شده است. نمونه برداری ها و آزمایشات در سه تکرار انجام شد و سطح اطمینان ۹۵ درصد بوده است.

نتایج

در آزمون های شیمیایی برای تعیین مقادیر pH محاسبه شده طبق جدول شماره ۱، در روزهای مختلف نمونه برداری به صورت منظم در دوره نگه داری و همچنین نمونه برداری در مورد نمونه هایی که تغییر رنگ در معرف آنها مشاهده شده است در فیله قزل آلای رنگین کمان، ابتدا اندکی کاهش و سپس افزایش یافته است که متعاقب آن، تغییر رنگ در معرف های رنگی فنل رد(رنگ زرد به قرمز) و برموکرزول گرین (رنگ سبز به آبی) با افزایش pH، رخ می دهد.این نتایج با تغییر رنگ معرف ها رابطه معنی داری دارد و میزان ضریب همبستگی پیرسون درمورد معرف فنل رد در ماتریکس پلی اتیلن سبک، ۰.۹۲ می باشد و این ضریب در مورد معرف برموکرزول گرین، بین تغییر رنگ معرف و مقادیر pH، ۰.۹ می باشد در هر دو مورد رابطه خطی و مثبت بین تغییر رنگ معرف ها با مقادیر pH وجود دارد.

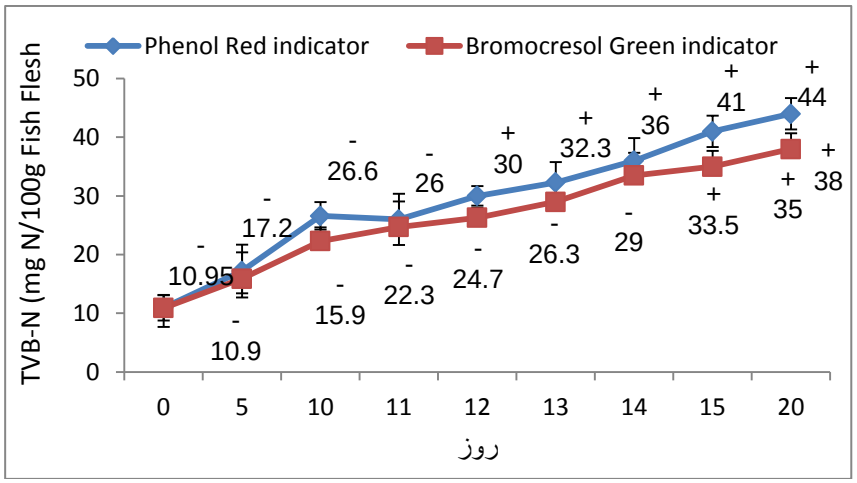
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱: ارتباط تغییر رنگ معرف های فنل رد و برموکرزول گرین با تغییرات pH طی روزهای نگه داری در یخچال (علامت مثبت روی نمودار بیانگر تغییر رنگ معرف می باشد)

مقادیر TVB-N طبق جدول شماره ۱، در روزهای مختلف نمونه برداری در فیله قزل الای رنگین کمان، به طور معنی داری افزایش یافته است و در روز ۱۵ نگه داری در هر دو تیمار بیش از حد مجاز (۳۵ تا ۴۰ میلی گرم نیتروژن در یکصد گرم گوشت ماهی) گزارش شده است. میزان ضریب همبستگی پیرسون درمورد معرف فنل رد در دو ماتریکس کاغذ واتمن و پلی اتیلن سبک، ۰.۷۷ می باشد و این ضریب در مورد معرف برموکرزول گرین، بین تغییر رنگ معرف و مقادیر TVB-N، ۰.۷۳ می باشد در هر دو مورد رابطه خطی و مثبت بین تغییر رنگ معرف ها با مقادیر TVB-N وجود دارد.

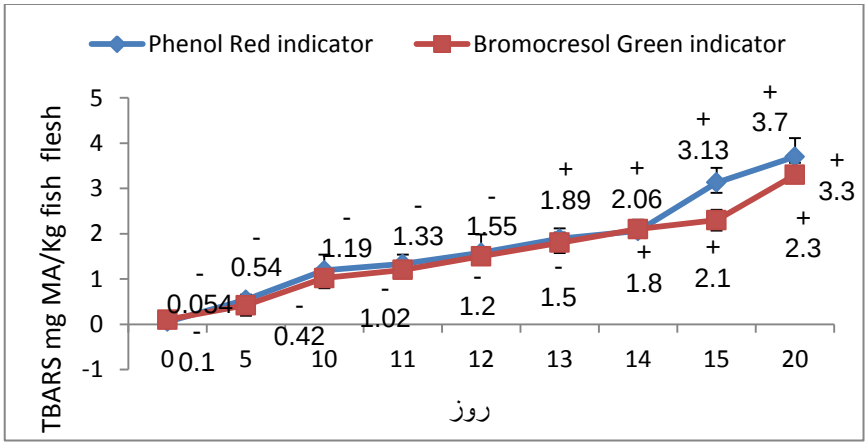


نمودار ۲: ارتباط تغییر رنگ معرف های فنل رد و برموکرزول گرین با تغییرات ترکیبات ازته فرار TVB-N طی روزهای نگه داری در یخچال (علامت مثبت روی نمودار بیانگر تغییر رنگ معرف می باشد)

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر اسید تیوباربیتوریک(TBARS) طبق جدول شماره۱، در روزهای مختلف نمونه برداری در فیله قزل الای رنگین کمان، رو به افزایش بوده است. این نتایج با تغییر رنگ معرف ها رابطه معنی داری دارد و میزان ضریب همبستگی پیرسون درمورد معرف فنل رد در دو ماتریکس کاغذ واتمن و پلی اتیلن سبک، ۰.۸۹ می باشد و این ضریب در مورد معرف برموکرزول گرین، بین تغییر رنگ معرف و مقادیراسید تیوباربیتوریک(TBARS)، ۰.۸۷ می باشد در هر دو مورد رابطه خطی و مثبت بین تغییر رنگ معرف ها با مقادیر اسید تیوباربیتوریک (TBARS)وجود دارد.



نمودار۳: ارتباط تغییر رنگ معرف های فنل رد و برموکرزول گرین با تغییرات اسید تیوباربیتوریک TBARS طی روزهای نگه داری در یخچال (علامت مثبت روی نمودار بیانگر تغییر رنگ معرف می باشد)

جدول ۱: بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار میزان pH، TVB-N و TBARS فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان در دو معرف فنل رد و برموکرزول گرین به طور مجزا و بین دو معرف طی روزهای مختلف نمونه برداری

روز	pH		TVB-N		TBARS	
	فنل رد	برموکرزول گرین	فنل رد	برموکرزول گرین	فنل رد	برموکرزول گرین
۰	۶.۳۱±۰.۱ Ac	۶.۳۵±۰.۲۱ Abcd	۱۰.۹۵±۱.۲ Aa	۱۰.۹±۱.۲ Aa	۰.۰۵۴±۰.۰۰۲ Aa	۰.۱±۰.۰۰۵ Aa
۵	۶.۱۴±۰.۲ Aa	۶.۲±۰.۱۲ Ab	۱۷.۲±۱.۱ Ab	۱۵.۹±۱.۲ Ab	۰.۵۴±۰.۰۰۵ Aa	۰.۴۲±۰.۰۰۳ Aa
۱۰	۶.۲۶±۰.۳ Abc	۶.۰۷±۰.۴ Aa	۲۶.۶±۱.۳ Acd	۲۲.۳±۲.۱ Ac	۱.۱۹±۰.۲۵ Ab	۱.۰۲±۰.۰۸ Ab
۱۱	۶.۲±۰.۳۱ Ab	۶.۲±۰.۲۶ Ab	۲۶±۱.۵ Acd	۲۴.۷±۲.۵ Ac	۱.۳۳±۰.۲ Abc	۱.۲±۰.۰۳ Ab
۱۲	۶.۲۵±۰.۲۴ Abc	۶.۳±۰.۵۱ Abc	۳۰±۱.۶۵ Ade	۲۶.۳±۳.۲ Ac	۱.۵۸±۰.۲۱ Acd	۱.۵±۰.۰۷ Abc
۱۳	۶.۴۵±۰.۹۴ Ad	۶.۲±۰.۳۹ Ab	۳۲.۳±۲.۳ Aef	۲۹±۳.۵ Acd	۱.۸۹±۰.۳۴ Ad	۱.۸±۰.۲۵ Acd
۱۴	۶.۷±۰.۶۸ Af	۶.۴۵±۰.۴۹ Ade	۳۶±۲.۵ Af	۳۳.۵±۳.۶ Ade	۲.۰۶±۰.۴۱ Aed	۲.۲±۰.۱۲ Ade

www.SID.ir

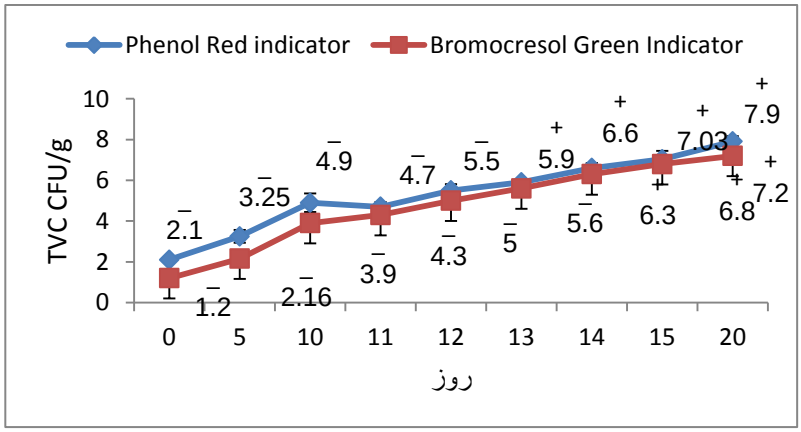
Archive of SID

ادامه جدول ۱:

۱۵	۶.۷۶±۰.۹۷ Afg	۶.۶±۰.۹۴ Aef	۴۱±۲.۷۵ Agh	۳۵±۲.۵ Ade	۳.۱۳±۰.۱۵ Ae	۲.۳±۰.۱۶ Ae
۲۰	۷.۳±۰.۹۹ Ag	۶.۷±۰.۹۵ Af	۴۴±۳.۲ Ah	۳۸±۲.۸ Ae	۳.۷±۰.۴ Af	۳.۳±۰.۲۷ Ag

* میانگین ± انحراف معیار، حروف انگلیسی کوچک نشان دهنده وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار درون هر تیمار در روزهای مختلف نمونه گیری می باشد و حروف انگلیسی بزرگ نشان دهنده وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها در هر روز نمونه برداری می باشد.

نتایج آزمون های میکروبی طبق جدول شماره ۲، تعداد باکتری های مزوفیل هوازی در روزهای صفر، پنج، ده، پانزده و بیست به تدریج افزایش یافته تا این که در روزهای ۱۵ و ۲۰ به ترتیب در تیمار شاهد و هدف به حداکثر میزان بار میکروبی مجاز یعنی 10^7 CFU/g رسیده است که نشان دهند فساد فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان می باشد لازم به ذکر است میزان بار میکروبی محاسبه شده بین روزهای مختلف نمونه برداری دارای اختلاف معنی دار ($p \leq ۰.۰۵$) می باشد و ضریب همبستگی بین شمارش کلی باکتریهای و تغییر رنگ معرف های رنگی فنل رد و برموکرزول گرین به ترتیب ۰.۸۷ و ۰.۸۴ می باشد.



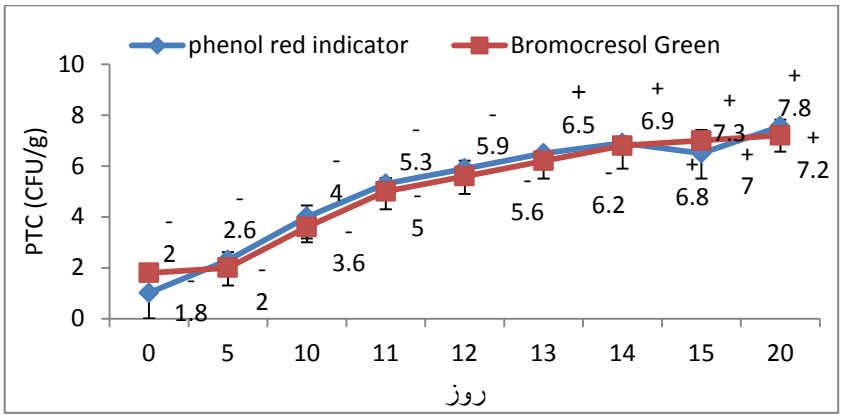
نمودار۴: ارتباط تغییر رنگ معرف های فنل رد و برموکرزول گرین با تغییرات میزان شمارش کلی باکتری ها طی روزهای نگه داری در یخچال (علامت مثبت روی نمودار بیانگر تغییر رنگ معرف می باشد)

نتایج بدست آمده طبق جدول شماره ۲، تعداد باکتری های سرمادوست در روزهای صفر، پنج، ده، پانزده و بیست به تدریج افزایش یافته تا این که در روزهای ۱۵ و ۲۰ به ترتیب در تیمار شاهد و هدف به حداکثر میزان بار میکروبی مجاز یعنی 10^7 CFU/g می باشد، رسیده است که نشان دهند فساد فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان می باشد لازم به ذکر است میزان بار میکروبی محاسبه شده بین روزهای مختلف نمونه برداری دارای اختلاف معنی دار ($p \leq ۰.۰۵$) می باشد ولی این مقادیر در یک روز بین دو تیمار بر اساس آزمون تی غیر جفتی، فاقد اختلاف معنی دار ($p > ۰.۰۵$) می باشند و ضریب همبستگی بین میزان باکتریهای سرمادوست و تغییر رنگ معرف های

www.SID.ir

Archive of SID

رنگی فنل رد و برموکرزول گرین به ترتیب ۰.۸۱ و ۰.۷۸ می باشد.



نمودار ۵: ارتباط تغییر رنگ معرف های فنل رد و برموکرزول گرین با تغییرات میزان شمارش کلی باکتری ها طی روزهای نگه داری در یخچال (علامت مثبت روی نمودار بیانگر تغییر رنگ معرف می باشد)

جدول ۲: بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار شمارش کلی باکتریها و باکتری های سرمادوست فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان در دو معرف فنل رد و برموکرزول گرین به طور مجزا و بین دو معرف طی روزهای مختلف نمونه برداری

روز	TVC		PTC	
	فنل رد	برموکرزول گرین	فنل رد	برموکرزول گرین
۰	۲.۱±۰.۰۲ Aa	۱.۲±۰.۰۱ Aa	۱.۰۱±۰.۰۳ Aa	۱.۸±۰.۰۵ Aa
۵	۳.۲۵±۰.۱ Ab	۲.۱۶±۰.۲ Aa	۲.۳±۰.۰۱ Bb	۲±۰.۵ Aa
۱۰	۴.۹±۰.۲۳ Ac	۳.۹±۰.۱۲ Bb	۴±۰.۲۱ Ac	۳.۶±۰.۲۴ Ab
۱۱	۴.۷±۰.۵ Ac	۴.۳±۰.۲۵ Ab	۵.۳±۰.۳۱ Ad	۵±۰.۳۶ Bc
۱۲	۵.۵±۰.۵۶ Bcd	۵±۰.۷۴ Abc	۵.۹±۰.۵۴ Bd	۵.۶±۰.۹۴ Acd
۱۳	۵.۹±۰.۶۵ Ad	۵.۶±۰.۸۴ Abcd	۶.۵±۰.۳۵ Ade	۶.۲±۰.۵۳ Acde
۱۴	۶.۶±۰.۸۱ Ade	۶.۳±۰.۵۴ Acde	۶.۹±۰.۶۴ Aef	۶.۸±**۰.۸۷** Ade
۱۵	۷.۰۳±۰.۳۲ Bef	۶.۸±۱.۰۴ Ade	۶.۵±۱.۰۳ Ade	۷±۱.۰۲ Bde
۲۰	۷.۹±۰.۸۳ Af	۷.۲±۱.۰۸ Ae	۷.۵±۱.۰۴ Ae	۷.۲±۱.۱ Ae

* میانگین ± انحراف معیار ، حروف انگلیسی کوچک نشان دهنده وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار درون هر تیمار در روزهای مختلف نمونه گیری می باشد و حروف انگلیسی بزرگ نشان دهنده وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها در هر روز نمونه برداری می باشد

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده می توان نتیجه گرفت که بر اثر فساد فیله قزل آلای رنگین کمان که موجب بالا رفتن مقدار pH و در نهایت تغییر رنگ در معرف ها می شود. کاهش اولیه pH ممکن است ناشی از عدم حلالیت CO_2 در نمونه‌های ماهی باشد(تجمع CO_2)که به موجب افزایش CO_2، pH کاهش می‌یابد(Fan *et al*., 2008). چنین نتایجی در مطالعات (Mills and Tiffney، 1982؛ Manju *et al*., 2007) مشاهده شده است.افزایش pH ممکن است ناشی از تولید ترکیبات پایه فرار از قبیل آمونیاک، آمونیوم، تری‌متیل‌آمین(TMA)در اثرعمل آنزیم‌های داخلی یا آنزیم‌های میکروبی باشد(Riebroy *et al*., 2007). نتایج این تحقیق مبنی بر وجودهمبستگی بین تغییر رنگ معرفها با تغییرات pH منطبق با نتایج بیان شده توسط(Kuswandi *et al*., 2015)، که از معرف کاغذی لیتموس جهت جداسازی زمان واقعی تازگی گوشت گاو استفاده نمودواین تحقیق به بررسی تغییرات تازگی گوشت گاو در دمای اتاق و شرایط سرد پرداخته است که باعث تغییر رنگ معرف کاغذی لیتموس از قرمز به آبی که دراثر تغییر pH از ۵.۶۱ به ۶.۲۴ در دمای اتاق و از ۵.۶۷ به ۶.۰۲ طی نگه داری در شرایط سرد که بر اثر فساد در گوشت رخ داده است، همچنین با مطالعات (Park and Hong, 2000; Zaragoza *et al*., 2012; Pacquit *et al*., 2007) مطابقت دارد. همچنین مقادیر TVB-N که در اثر فساد فیله قزل آلای رنگین کمان، افزایش یافته و در روز چهارده نگه داری در دو تیمار از حد مجاز تجاوز می کند. محتوی TVB-N شامل دامنه وسیعی از ترکیبات پایه‌ای فرار از جمله آمونیاک، متیل‌آمین، دی متیل‌آمین، تری-متیل‌آمین و دیگر ترکیبات مشابه می‌باشدکه در اثر فعالیت‌های میکروبی تولید می‌شوند(Rodriguez *et al*., 2008). TVB-N به طور گسترده‌ای به عنوان شاخصی جهت نشان دادن فساد گوشت مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولا سطحی معادل ۴۰-۳۵ میلی گرم TVB-N در ۱۰۰ گرم عضله ماهی به عنوان میزان نشان دهنده گوشت فاسد شده مورد توجه قرارگرفته است(Fan *et al*., 2008). در نهایت موجب تغییر رنگ در معرف ها می شود که با نتایج بیان شده توسط(Kinga *et al*., 2015) که در آن از یکسری از معرف های رنگی به عنوان شناساگر جهت تشخیص فساد در ماهی همچنین با مطالعات (Pacquit *et al*., 2006,2007; Zaragoza *et al*., 2012) و با نتایج گزارش شده توسط(Kuswandi *et al*., 2012) که درآن جهت تشخیص فساد ماهی از فیلم پلی انیلین حاوی اندیکاتورهای آمین فرار استفاده نمود، مطابقت دارد. بر اساس نتایج به دست آمده می توان استنباط کرد که بر اثر فساد فیله قزل آلای رنگین کمان که موجب بالا رفتن مقدار اسید تیوباربیتوریک(TBARS)و در نهایت تغییر رنگ در معرف ها می شود که منطبق با نتایج مطالعات(Pacquit *et al*., 2007) که از معرف برموکرزول گرین برای فساد گوشت ماهی و با نتایج گزارش شده توسط(Kuswandi *et al*., 20012)، منطبق می باشد و در روز چهارده نگه داری در یخچال مقدار تیوباربیتوریک اسید از دو میلی گرم مالون آلدهید تجاوز کرده است.از لحاظ رسیدن مقادیر این شاخص به حد مجاز که ۲ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی گزارش شده است(Connell، 1990). فساد ماهی اساساً در نتیجه فعالیت میکروبی ایجاد می شود که منجر

www.SID.ir

Archive of SID

به از دست رفتن کیفیت و سپس فساد می شود(Liston، 1980). طبیعت خونسرد ماهی به باکتری ها این اجازه را می دهد که در محدوده وسیعی از درجه حرارت ها رشد نمایند(Huss and Gram، 1996) از نتایج به دست آمده می توان نتیجه گرفت که با افزایش باکتری های مزوفیلیک هوازی(Total Viable Counts (TVC و باکتریهای سرمادوست گرم منفی، گروه اصلی میکروارگانیزم های مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده به صورت سرد هستند(Huss and Gram, 1996; Gill، 1992). در فیله به بیش از 10^7 CFU/g که حد مجاز می باشد موجب فساد فیله قزل الای رنگین کمان و در نهایت تغییر رنگ در معرف ها می شود که با نتایج مطالعات(Kinga *et al*., 2015 ;Pacquit *et al*., 2007)، همچنین با نتایج تحقیقات (Zaragoza *et al*., 2012) که به اندازه گیری فساد ماهی Sea bream توسط معرف های رنگی و تحقیقات، توسعه سنسورهای شناساگر در بسته بندی، جهت جداسازی زمان دقیق کیفی گوشت بوفالو که توسط(Shukla *et al*., 2015) انجام شده است، منطبق می باشد. نتایج موجود در این مقاله مبنی بر وجود رابطه مستقیم بین تغییر رنگ معرف ها با شاخص های شیمیایی و میکروبی فساد در ماهی، نشان داد که تشخیص دقیق و سریع فساد در ماهی می تواند توسط معرف های رنگی انجام شود بنابراین از شناساگرهای رنگی فنل رد و برموکرزول گرین می توان برای تعیین پیشرفت فساد در فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhychus mykiss*)استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

اینجانب برخود لازم می دانم تا از کلیه کارکنان بخش تحقیقات فرآوری آبزیان انزلی و همچنین از کارشناسان کارگاه پلاستیک پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران که کمال همکاری در انجام پروژه را داشته اند تشکر نماییم.

منابع

پروانه، و.، ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی . انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۵ صفحه.

رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۰. تکنولوژی فرآورده های دریایی. انتشارات نقش مهر. ۲۹۲ صفحه.

APHA "American Public Health Association"., 2001. In C. Frances Pouch Downes and Keith Ito (Eds.), Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th ed.). Washington, DC: APHA.

Brockmann, M., 1958. Refining. U. S. Patent 2, 950, 202. 23 Aug, 1960

Connell, J.J., 1990. Control of fish quality, 3rd edn, p. 226. London: Fishing News Book.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R., 1981. Pearson's chemical analysis of foods (8th ed.). London: Academic Press.

Ekhtiarzade, H., Akhondzadeh Basti, A., Misaghi, A., Ebrahimzadeh mousavi, H., Bokaee, S., Taherkhani, P., Abbaszadeh, S., Khanjarigh nemati, A. and Sadeghi, S., 2011. Effect of zataria multi flora bioss essential oil on the growth of *Listeria monocytogenes* in salt fish. J. Medical Plants. 10: 89-96.

Fan, W., Chi, Y. and Zhang, S., 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice**.** Food Chemistry, 108: 148–153.

www.SID.ir

Archive of SID

consumer goods. John Wiley & Sons, Ltd.

Kerry, J.P., 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products. Meat Science, 74, 113-130

kinga, Z., Morsy, M., Kostesha, N., Alstorm, T, S., Heiskanen, A., Larson, J., Khalaf, H., Jakobsen, M.H. and Emneus, J., 2015. Development and validation of a colorimetric sensor array for Fish Spoilage Monitoring. Journal of Food Control, 07, 038.

Kuswandi, B., Restyana, A., Abdullah, A., Heng, L. and Ahmad, M., 2012. A novel colorimetric food package label for fish spoilage based on polyaniline film. Food Control, 25, 184-189.

Kuswandi, B., Damayanti, F., Jayus., Abdullah, A. and Heng, L, 2015. Simple and low-cost on package sticker sensor based on litmus paper for real-time monitoring of beef freshness. J. *Math*. Fund. Sci., 47(3): 236-251.

Manju, S., Leema Jose., Srinivasa Gopal, T.K., Ravishankar, C.N. and Jose, L., 2007. Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of Pearlspot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. Food Chem, 102(1): 27-32.

Liston, J., 1980. Microbiology in fishery science. In: Connell, J.J. (Ed.), Advances in Fish Science and Technology. Fishing News Book Limited, Surrey, Farnham, pp. 138–157.

Pacquit, A., Frisby, J., Diamond, D., Lau, K., Farrell, A. and Quilty, B. 2007. Development of a smart packaging for

Gill, T.A., 1992. Chemical and biochemical indices in seafood quality. In: Huss, H.H., Jacobsen, M., Liston, J. (Eds.), Quality Assurance in the Fish Industry. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 377–387.

Gram, L. and Dalgaard, P., 2002. Fish spoilage bacteria – problems and solutions. Current Opinion in Biotechnology, 13: 262–266.

Gram, L. and Huss, H.H., 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. I. J. Food Microb, 33: 121–137.

Gram, L., Trolle, G. and Huss, H.H., 1987. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 C°) and high (20 C°) temperatures. I. J. Food Microb, 4: 65–72.

Hamzeh, A. and Rezaei, M., 2010. Antioxidant and antibacterial effects of sodium alginate coating enrich with thyme essential oil on Rainbow Trout fillets during refrigerator storage. J. Iranian Nutrition Science and Food Industry. 3: 11-20.

Hong, S. and Park, W., 2000. Development of color Indicators for Kimchi Packaging. Journal of Food Science. 64: 255-257.

Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish .FAO Fisheries Technical Paper No. 348, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.

Joseph, J., George, C. and Perigreen, P.A., 1989. Studies on minced fish storage and quality improvement. Journal of Marine Biological Association of India, 31, 247 – 251.

Kerry, J. and Butler, P., 2008. Smart packaging technology for fast moving

www.SID.ir

Archive of SID

farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5C˚). *LWT-Food Science and Technology*, 41: 1726-1732.

Shahidi, F. and Botta, J.R., 1994. Seafood, Chemistery, processing, technology and quality, chpman and All, London. UK.

Shukla, V., Kanthepan, G. and Vishnuraj, M,R., 2015. Development of on-package indicator sensor for real-time monitoring of Buffalo meat quality during refrigeration storage. Food Anal. Methods. 8, 1591-1597.

Tiffney, P. and Mills, A., 1982. Storage trials of controlled atmosphere packaged fish products. Tech. Rep. No. 191. Sea Fish Industry Authority.

Zaragoza, P., Ribes, S., Fuentes, A., Vivancos, J.L., Fernández-Segovia, I., Ros-Lis, J.V., Manuel Barat, J. and Martínez-Máñez, R., 2012. Fish freshness decay measurement with colorimetric array. Procedia Engineering, 47, 1362-1365.

the monitoring of fish spoilage. Food Chem, 466-470.

Pacquit, A., Lau, K., Mclaughlin, H., Frisby, J., Quilty, B. and Diamond, D. 2006. Development of a volatile amine sensor for the monitoring of fish spoilage. Talanta, 69, 515-520.

Power, B. and Isidor, C., 1954. Refining. U. S. Patent. 2, 823, 131. 11 Feb, 1958.

Rezaei, M., Pezeshk, S., Hosseini, H. and Eskandari, S., 2011. Effect of antioxidant activity of shallot extract (*Allium ascalonicum*), turmeric extract and their composition on changes of lipids in Rainbow Trout (*Oncorhychus mykiss*) vacuum packaged. J.F.S.T. 8: 47-56.

Riebroy, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M., 2007: Effect of ice storage of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) on the chemical composition, Properties and acceptability of Som – fug, a fermented Thai fish mince. Food Chemistry, 102: 270-280.

Rodriguez, A., Carriles, N. M., Cruz, J. and Aubourg, S.P., 2008. Changes in the of

www.SID.ir