تاثیر یخ‌آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل در مهار تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

محمود ناصری[۱*]، مریم نصری[۲]، مجید علیپور اسکندانی[۳]

۱- استادیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد ، گروه شیلات، دانشگاه زابل
۳- استادیار بخش بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۱۹)

چکیده

در این تحقیق اثر یخ‌آب زیست فعال حاوی عصاره و اسانس زنجبیل بر بهبود کیفیت نگهداری کوتاه مدت ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت. ماهی‌ها به مدت ۱۶ روز در سه نوع یخ‌آب (حاوی عصاره و اسانس زنجبیل و نمونه کنترل) نگهداری شدند. طی فواصل چهار روزه آزمون‌های شیمیایی(پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب ازاد و مجموع بازهای ازته فرار)، میکروبی (میزان کل باکتری‌های قابل رویت و میزان باکتری های سرمادوست) و حسی(طعم، رایحه، بو ، بافت، ظاهر پوست و رنگ) انجام شد. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنادار کیفیت نمونه‌های نگهداری شده در یخ آب حاوی اسانس و عصاره زنجبیل با نمونه کنترل بود. وجود عصاره و اسانس زنجبیل اثرات مثبتی بر پذیرش طعم و کیفیت ظاهری نمونه‌ها داشت. فساد اکسیداتیو، میکروبی و حسی با وجود عصاره و اسانس زنجبیل کنترل شد. با استفاده از یخ آب زیست فعال، دوره نگهداری ماهی قزل آلای رنگین کمان چهار روز افزایش یافت.

کلید واژگان: یخ‌آب، عصاره زنجبیل، اسانس زنجبیل، قزل‌آلای رنگین کمان، مدت ماندگاری

* مسئول مکاتبات: irmnaseri@shirazu.ac

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

۱- مقدمه

مصرف غذاهای دریایی به ویژه ماهی به منظور پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها افزایش یافته است. یکی از مهمترین مزایای ماهی در مقایسه با سایر منابع پروتئینی، وجود اسیدهای چرب چند غیر اشباعی همچون ایکوزاپنتانوئیک اسید[1] (EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید[2] (DHA) می باشد [۱،۲] اگرچه اسیدهای چرب غیر اشباع مطلوب هستند اما حساسیت در برابر اکسیداسیون و هیدرولیز از معضلات این ترکیبات محسوب می شود [۳] برای تأخیر فساد اکسیداتیو و میکروبی ماهی راهکارهای متنوعی بکار گرفته شده که روش‌های مختلف نگهداری از جمله سرد سازی و یخ پوشی از ساده ترین و موثرترین روش های نگهداری کوتاه مدت محسوب می گردند. در سالیان اخیر استفاده از یخ آب[3] بواسطه انتقال بهتر حرارت، سرعت سردسازی، سادگی استفاده و حفظ بهتر کیفیت ماهی، توسط سیاستگذاران شیلاتی توصیه شده است. علیرغم تمام مزایا، در این روش نیز فعالیت آنزیم‌ها و باکتری ها بصورت کامل متوقف نمی گردد. با توجه به انحلال بیشتر اکسیژن در آب سرد، احتمال اکسایش چربی های غیر اشباع نیز افزایش می یابد [٦-۳]. یکی از راه‌های جلوگیری از اکسیداسیون چربی و محافظت در برابر آسیب‌های ناشی از اکسیژن و رادیکال‌های آزاد، استفاده از پاداکسنده‌های موجود در گیاهان دارویی است. ترکیبات موجود در این گیاهان به خصوص ترکیبات فنولی، باعث جذب رادیکال‌های آزاد، جلوگیری از اکسیداسیون و فساد چربی‌های حساس می‌شوند.

زنجبیل حاوی ترکیبات مختلفی چون جینجرول[4]، جینجردیول[5] و جینجرودیون[6] با خواص پاد اکسندگی و ضد التهابی قوی می‌باشد [۷]. این گیاه حاوی طیف وسیعی از ترکیبات زیست فعال چون کورکومین[7]، ٦-جینجرول، ٦-شاگئول[8]، زینجیبرن بیسابولن[9] است[۸] این ترکیبات عامل اصلی فعالیت‌های پاد اکسندگی و ضد میکروبی هستند[۹] . اسانس و عصاره زنجبیل (*Zingiber officinale*) با توجه به خواص بیولوژیکی و ضدمیکروبی، بعنوان جایگزینی برای نگهدارنده‌های شیمیایی معرفی شده‌اند [۱۰].

در مطالعات پیشین اثر روش‌های سردسازی و یا استفاده از پاداکسنده‌های طبیعی به شکل مجزا به منظور افزایش ماندگاری محصولات دریایی و جلوگیری از فساد ماهی بررسی شده است. در هیچ یک از پژوهش های پیشین اثر توام استفاده از ترکیبات ضد میکروب، پاداکسنده و یخ آب برای جلوگیری از فساد ماهی مطالعه نشده است. به نظر می رسد استفاده از یخ آب غنی شده با اسانس و عصاره زنجبیل (*Zingiber officinale*) کارائی قابل توجه ایی در افزایش دوره ماندگاری ماهی داشته باشد. هدف اصلی این تحقیق بررسی و مقایسه اثر ترکیب یخ آب با اسانس و عصاره گیاه زنجبیل در مهار تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- ترکیبات گیاهی و آماده سازی عصاره

زنجبیل خشک از فروشگاه گیاهان دارویی خریداری شد. پس از تأیید گونه توسط بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، نمونه ها با استفاده از آسیاب (HAAN 5657, Western, USA) پودر شدند. به منظور تهیه عصاره، پودر زنجبیل با نسبت ۱ به ٤ در اتانول ۷۰٪ به مدت ٤۸ ساعت خیسانده شد. با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۲ محلول فیلتر و با دستگاه روتاری اواپراتور (روتاری اواپراتور، فرا آزما- ایران) در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد حلال پرانی انجام شد [۱۱].

۲-۲- آماده سازی اسانس زنجبیل

اسانس زنجبیل با استفاده کلونجر و بهره‌برداری از سیستم تقطیر آبی طی مدت ٤ ساعت طبق روش مگزیس و همکاران[۱۲] استحصال گردید. اسانس به دست آمده توسط سدیم سولفات انیدر آبگیری و تا زمان استفاده در ویال‌های شیشه‌ای در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۲]

۲-۳- آماده سازی یخ‌آب

این مطالعه در دو فاز انجام گردید در فاز ابتدایی غلظت‌های مختلفی از عصاره (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی گرم/ لیتر) و اسانس (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم/ لیتر) تهیه شد. پیش آزمون های اولیه(آزمون های میکروبی شامل شمارش کلی

1. Eicosapentaenoic acid
2. Docosahexaenoic acid
3. ice slurry
4. Gingerols
5. Gingerdiol
6. Gingerdione
7. Curcumins
8. Shogaols
9. Zingerone bisabolenes

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

باکتری ها و باکتری های سرمادوست، آزمون های شیمیایی شامل پراکسید، آنیزیدین و اسیدهای چرب آزاد و رنگ) نشان داد که عصاره ۲۰۰ میلی‌گرم/ لیتر و اسانس ۱۵۰۰ میلی‌گرم/ لیتر بعنوان غلظت های بهینه جهت انجام فاز دوم تحقیق می باشند (داده های پیش آزمون در این تحقیق آورده نشده است). در فاز دوم تحقیق ، پس از تعیین غلظت های بهینه عصاره و اسانس زنجبیل در یخ‌آب، محلول۲۰۰ میلی‌گرم/ لیتر از عصاره زنجبیل و ۱۵۰۰ میلی‌گرم/ لیتر اسانس زنجبیل تهیه شد. عصاره خشک زنجبیل با آب مقطر بر اساس درصد وزنی مخلوط و محلول مد نظر بر اساس درصد وزنی- وزنی تهیه شد. محلول تهیه شده در فریزر قرار داده شد. طی مدت ۸ ساعت عصاره منجمد تولید گردید. با استفاده از دستگاه خرد کن(پارس خزر، مدل A50، ایران) یخ عصاره به پودر تبدیل شد. طبق روش آبرگ و همکاران[۱۳] یخ-آب با اختلاط ۴۰٪ یخ پودر شده و ۶۰٪ آب حاوی عصاره ۲۰۰ میلی‌گرم/ لیتر تهیه شد. همین روند در مورد تهیه یخ از اسانس انجام گردید. با توجه به ماهیت چرب و غیر محلول اسانس در آب از امولسیفایر توین ۸۰ به نسبت حجمی ۱:۱، برای تولید یخ حاوی اسانس زنجبیل استفاده شد [۱٤].

٤-۲- تهیه و آماده سازی ماهی خام

از مرکز پرورش ماهی بهشت کارخانه فرآوری ماهی لیوثا، شهرستان سپیدان (استان فارس)، ۱۵٤ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم تهیه شد. نمونه ها در یونولیت‌های پوشیده از یخ به نسبت ۲ به ۱ (ماهی به یخ)، به آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انتقال یافت. پس از انتقال، ماهی ها به سه دسته تقسیم و به صورت مجزا در ۳ یونولیت ٤۰ لیتری حاوی یخ‌آب، یخ‌آب عصاره و یخ‌آب اسانس با نسبت ۲ به ۱ پوشیده و به مدت ۱٦ روز نگهداری شدند. به منظور مقابله با عوارض ناشی از ذوب یخ آب و افزایش آب موجود در سیستم سرمازا، روزانه دو بار یخ آب بصورت کامل تعویض گردید. نمونه برداری از ماهیان جهت بررسی شاخص های متفاوت شیمیایی، میکروبی و حسی با فواصل چهار روزه در روزهای ۰، ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ نگهداری انجام گردید. در هر یک از زمان های یاد شده ماهیان هر تیمار بصورت کاملا تصادفی انتخاب می گردیدند. بهره برداری برای آزمون های شیمیایی، میکروبی و حسی بصورت مستقل از هم انجام می شد.

۵-۲- آزمایشات شیمیایی

استخراج چربی ماهی به روش بلای و دایر انجام شد[۱۵]. عدد پراکسید به روش AOAC [۱٦] تعیین شد. نتایج این شاخص بر حسب میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی بیان گردید. برای اندازه گیری شاخص تیوباربیتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد از روش AOAC [۱٦] استفاده شد. این روش بر اساس مقادیر اسپکتروفتومتری کمپلکس صورتی حاصل از واکنش بین یک مولکول مالون‌آلدهید (MDA) با دو مولکول تیوباربیتوریک اسید (TBA) صورت گرفت. نتایج این آزمون بر اساس میلی-گرم مالون آلدهید در کیلوگرم گوشت ماهی بیان شد. تعیین بازهای نیتروژنی فرار به روش تشریح شده توسط اجاق و همکاران[۱۷] انجام شد. مقدار TVB-N به صورت میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی محاسبه شد.

٦-۲- تعیین بار میکروبی

برای تعیین بار باکتریایی کل و باکتری های سرمادوست از روش تشریح شده توسط چیتیری و همکاران[۱۸] بهر ه برداری شد. شمارش باکتریایی بر اساس Log CFU/g انجام شد.

۷-۲- ارزیابی حسی

ارزیابی نمونه های نگهداری شده در یخ‌آب (معمولی، حاوی اسانس و عصاره) توسط ۱۲ فرد آموزش دیده (٦ نفر خانم، ٦ نفر آقا در محدوده سنی ۲۵ تا ۵۰ سال) انجام شد. نمونه ها به صورت کد بندی شده و تصادفی (از هر نمونه ۳ تکرار) در دسترس گروه قرار داده شد. طی دوره آزمایش به شکل تصادفی ترتیب نمونه ها تعویض گردید و به گروه توصیه شد حین ارزیابی از مشورت یا تحلیل جمعی خودداری شود. نمونه های خام قبل از پخت از نظر خصوصیات ذکر شده در جدول ارزیابی حسی توسط اعضای گروه مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۰،۱۹،۱] نحوه امتیاز به هر فاکتور بر طبق جدول و آموزش های قبلی به تیم ارزیاب ارائه شد. پس از انجام آزمون های حسی (رنگ، بو، ظاهر بافت، بو) نمونه ها در دستگاه بخارپز خانگی به کمک بخار آب طی مدت۲۰ دقیقه پخته شدند و طعم و رایحه نمونه ها نیز بر طبق جدول ۱ بررسی شد. رتبه بندی و امتیاز دهی نمونه ها بر اساس روش تشریح شده توسط عابدی و همکاران انجام شد [۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

۸-۲- آنالیز آماری

آنالیز آماری با نرم افزار SPSS انجام گرفت. با استفاده از آنـالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) معنی داری اختلاف هـا بررسـی شد. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی شرط نرمال بودن قبل از آزمون آنـالیز واریـانس بـا آزمـون کولمـوگروف-اسـمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسـی شـد. بـرای مقایسـه میانگین‌تیمارها از آزمون دانکن پس از بررسی همگنـی واریـانس ها استفاده شد. برای آنالیز آزمون حـسی از روش غیـر پـارامتری کراس کاروالیس و جهت مقایسه میانگین رتبه ها از آزمـون مـن ویتنی (Mann-Whitney U) بهره بـرداری گردیـد. در کلیـه مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز برای رد فرض صفر تـا ۵٪ در نظر گرفته شد.

Table 1 Scoring the sensory evaluation

Taste and Overall Estimate	Quality characteristics					
	Score	Flavor	Odor	Color	Texture	Skin Appearance
The use of essential oils improves fish taste intensively.	5	Fresh, crispiness, pleasant taste and aroma of fish commonly understood. While chewing meat with a little sense of elastic string texture was understandable	Mild flavor	White and transparent, but inside the fish flesh was slightly pink color	Tissue as well as fish flesh was integrated. The texture does not change by mechanical stress.	skin is brightness and transparent
The use of essential oils improves the fish taste which this method appears favorable.	4	Fish taste was understandable but crispiness and freshness of fish is reduced. While chewing partially is destroyed elastic tissue	The odor is the same of fresh salmon fish	Opaque white color but inside the meat was slightly pink color	Tissue as well as fish flesh was integrated. However there was Slight tear in tissue	Skin somewhat lost its brightness
The effect of essential oil uses cause to slight improvement of fish taste	3	Taste and flavor of fish disappeared. Crumbling oil aroma was detected.	Fishy odor, and so feel the rancidity odor	Waxy yellow color with non-transparent and opaque appearance. but inside the fish flesh was not pink color	Crushing and softening the tissue can be seen, the mechanical stress can change the tissue structure.	Brightness and color of the skin has changed
The effect of essential oil uses was intense and unbearable	2	The taste corruption of oil is dominant oil. Rancidity flavor is highly tangible in the mouth	Rancidity and unpleasant odor is quite sensible	Brownish-yellow	Tissue is severely crushed. However A small piece of tissue is seen.	Skin lacks brightness and color has disappeared
The effect of essential oil uses was predominant and the reduction of natural flavor fish was severe and undesirable	1	Rancidity could dramatically change taste, and it tend to bitter and fish tissue in the mouth is like porridge.	Severe stink and rancidity smell, smell	Dark brown	Pasty texture which is not seen integrated texture	

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آزمون‌های شیمیایی

۳-۱-۱- شاخص پراکسید(PV)

پراکسید به عنوان یکی از شاخص های مهم سنجش کیفیت، به بررسی تولید محصولات اولیه فساد چربی می پردازد. در مطالعه حاضر تغییرات پراکسید طی دوره نگهداری در هر سه تیمار شاهد، یخ‌آب حاوی اسانس و عصاره افزایش معنی‌دار داشت($p<۰/۰۵$). افزایش این شاخص در طول دوره با نتایج سایر مطالعات [۸،۲۱،۲۲،۲۳] مطابقت داشت. مقدار اولیه عدد پراکسید در مطالعه اوکرم و همکاران[۲٤]بر روی کپور و جیزیک و بوتچوا [۲۵] بر کپور معمولی و نقره ای منجمد به ترتیب ۱/۹۵ تا ۳/٦۵ و ۱/۷۳ تا ۲/۳۱ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی ماهی گزارش گردید. مقدار پراکسید در ابتدای مطالعه حاضر ۰/۸۱ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی ماهی بود(جدول ۱). افزایش مقادیر پراکسید در نمونه‌های شاهد طی دوره نگهداری بیانگر پیشرفت تندی و فساد می‌باشد. مقایسه روزانه میزان پراکسید حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها بود. نتایج نشان داد میزان پراکسید نمونه شاهد در انتهای دوره، بیش از سایر تیمارها می باشد. نمونه تیمار شده با یخ آب حاوی عصاره و اسانس روند افزایشی کندتری دنبال نمودند و بر اساس نتایج جدول۲، نمونه تیمار شده با یخ آب حاوی اسانس زنجبیل در زمینه مهار افزایش محصولات اولیه فساد چربی نتایج بهتری در بر داشت. نتایج مطالعات کاملاجانسون و همکاران [۲٦] حاکی از تاثیر مثبت روغن زنجبیل بر جلوگیری از روند افزایش پراکسید در ماکرل دودی می باشد. ماندگاری ماهی‌های چرب با اکسیداسیون چربی محدود می‌شود [۲۷] سطح بالای ۵ اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم چربی ماهی، حداکثر میزان قابل قبول برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است [۲۸]. حداکثر میزان قابل قبول پراکسید در تیمار شاهد و نمونه تیمار شده با عصاره زنجبیل در روز ۱۲نگهداری مشاهده شد و نمونه تیمار شده با اسانس زنجبیل حتی تا پایان دوره هم به این میزان نرسید. اگرچه نمونه تیمار شده با عصاره در روز ۱۲ به حداکثر میزان قابل قبول رسید اما تا پایان دوره میزان محصولات فساد اولیه چربی آن به شکل معنی داری کمتراز نمونه شاهد بود.

Table 2 Primary lipid oxidation product (Peroxide value: mEq O_2/kg lipid) changes during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Time (day)	Control	Extract	Essential oil
0	0.81±0.29D	0.81±0.29D	0.81±0.29D
4	2.82±0.94Ca	2.57±.75Ca	0.43±0.245Cb
8	3.3±0.15Ca	3.06±0.13Cb	1.7±0.85Bc
12	5.9±0.22Ba	5.63±0.08Ba	2.23±0.59Bb
16	8.54±0.05Aa	6.84±0.36Ab	4.00±0.895Ac

Data represent mean ± SD of three replications. Different capital letters in each column indicate significant differences during chilled storage. Different lowercase letters in each row showed significant differences between treatments.

در این تحقیق تیمار یخ آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل پراکسید کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت. در تحقیق رضایی و حسینی [۲۹] طی دوره نگهداری کوتاه مدت قزل‌آلای پرورشی (دریخ)، میزان پراکسید در روز هشتم نگهداری به ٦/۲۵ اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم چربی ماهی رسید و سپس روندی کاهشی پیدا کرد. طبق مطالعات اوزوگول و همکاران [۳۰] میزان این شاخص در کفشک ماهی وحشی، در انتهای دوره نگهداری به ۵/٦۰ اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم چربی رسید. در بررسی اوکرم و همکاران[۲٤] در روز ۹ نگهداری کپور معمولی، مقدار پراکسید به ۵۲/ ۹اکی والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم چربی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

رسید در پژوهش حاضر نمونه‌های تیمار شده با یخ‌آب حاوی عصاره زنجبیل در روز ۱۲ و نمونه تیمار شده با یخ‌آب حاوی اسانس حتی انتهای دوره نگهداری به این میزان نرسیدند.

۲-۱-۳- شاخص تیوباربیتوریک اسید(TBA)

آلدهیدها به عنوان اصلی ترین محصول ثانویه اکسیداسیون چربی از شکست هیدروپراکسیدها ایجاد می‌شوند [۳۱]. از همین رو برای ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی ها، از شاخص تیوباربیتوریک اسید استفاده می‌شود [۳۲]. همان طور که در جدول۳ مشاهده می‌شود شاخص تیوباربیتوریک اسید طی دوره نگهداری افزایش یافت. در روز دوازدهم نگهداری، افزایش این شاخص در نمونه‌های یخ‌آب حاوی عصاره و اسانس کمتر از نمونه شاهد بود.

Table 3 Secondary lipid oxidation product (TBA: mg MA/Kg) changes during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Time (day)	Control	Extract	Essential oil
0	0.11±0.03B	0.11±0.03Ca	0.11±0.03Ba
4	0.13±.03ABa	0.1±0.07Ca	0.11±0.01Ba
8	0.14±0.05ABa	0.1±0.03Ca	0.13±0.02ABa
12	0.21±0.02Aa	0.17±0.01Bb	0.15±0.015ABb
16	0.14±0.07ABa	0.21±0.02Aa	0.17±0.04Aa

Data represent mean ± SD of three replications. Different capital letters in each column indicate significant differences during chilled storage. Different lowercase letters in each row showed significant differences between treatments.

تغییرات نمونه کنترل نشان داد، تا روز ۱۲ این شاخص افزایش و در روز ۱٦ کاهش یافت. در برخی پژوهش‌های پیشین اثبات گردید که تیوباربیتوریک اسید طی دوره نگهداری ابتدا افزایش و پس از مدتی کاهش می‌یابد [۳۳]. این امر به دلیل واکنش بین مالون آلدهید و آمینواسیدهای گوشت ماهی است [۳٤]. بر اساس گزارش آبرگ [۳٦] پس از واکنش محصولات ثانویه فساد چربی با ترکیبات واجد عامل آمین آزاد، محصولات جدیدی با خواص فلورسانس ایجاد می گردند. تغییرات تیوباربیتوریک اسید در پژوهش حاضر با گزارش بکلویک و همکاران[۳۵] و آبورگ و همکاران[۳٦] همخوانی دارد. طی دوره نگهداری اختلاف معنی داری بین تیمارها در روزهای ٤ و ۸ وجود نداشت. در روز ۱۲ اختلاف معنی داری با نمونه شاهد مشاهده شد. بالا بودن میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه شاهد نشان از پیشرفت پدیده فساد در نمونه کنترل می باشد. واکنش آلدهیدها با گروه‌های آمین دار(پروتئین‌ها یا DNA) می‌تواند سبب آسیب‌های ساختاری شود. اتصال محصولات فساد چربی به پروتئین می‌تواند سبب تراکم و غیر محلول شدن پروتئین گردد. از سوی دیگر کیفیت حسی ماهی کاهش یافته و بوی ترشیدگی افزایش می‌یابد [۳۸]. بر اساس نتایج این تحقیق، پاداکسنده های اسانس و عصاره زنجبیل در ترکیب با یخ آب، موجب کاهش سرعت تشکیل پراکسید شد(جدول ۱)، اما در تیمار شاهد، واکنش‌های دو مولکولی موجب تولید محصولات ثانویه فساد چربی گردید(جدول ۲). طی دوره نگهداری افزایش TBA در کلیه تیمارها معنی دار بود که با نتایج سایر پژوهش ها [۲۰،۲۹،٤۰،٤۱] مطابقت داشت. محدوده ۲-۱ میلی گرم مالون آلدهید به عنوان حد قابل قبول تیوباربیتوریک اسید معرفی شده است[۲]. میزان TBA برای کلیه تیمارها در کل دوره نگهداری پایین‌تر از حد مجاز بود که با نتایج رضایی و حسینی [۲۹] همخوانی دارد.

۳-۱-۳- بازهای نیتروژنی فرار(TVB-N)

مجموع بازهای نیتروژنی فرار نشانگر میزان فساد، تجزیه و شکست پروتئین‌ها بوده و بواسطه فعالیت باکتریایی و آنزیم‌های درونی افزایش می‌یابد. سوخت و ساز باکتری‌ها، در ماهی منجر به تجمع آمونیوم، مونو اتیل آمین، دی اتیل آمین، تری اتیل آمین و سایر بازهای فرار می‌شود که در نهایت موجب بدطعمی ماهی می‌گردند [٤۲]. مقدار اولیه TVB-N در این تحقیق ۱۱/۸٦ میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم گوشت گزارش شد که با نتایج اجاق و همکاران [۳۹] مطابقت داشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

طبق جدول٤ مقدار TVB-N در همه تیمارها افزایش یافت. همانطور که بیان گردید افزایش مقادیر TVB-N در طول دوره نگهداری می تواند در ارتباط با افزایش واکنش‌های خودکافت و حضور باکتری ها در گوشت باشد که در نهایت منجر به هضم و تجزیه ترکیبات نیتروژن دار به ترکیباتی از جمله TMA، پپتیدها، آمینو اسیدها می شود [٤٣].

Table 4 TVB-N (mg/100 g) changes during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Time (day)	Control	Extract	Essential oil
0	11.86±1.2C	11.86±1.2C	11.86±1.2D
4	15.37±7.06Ca	16.85±4.47Ba	15.27±2.87Ca
8	32.21±6.01Ba	23.16±2.42Bb	23.41±1.30Bbc
12	40.3±16.47Ba	32.56±10.48ABa	31.62±6.57Ba
16	67.56±3.054Aa	40.47±11.30Ab	50.39±6.09Ab

Data represent mean ± SD of three replications. Different capital letters in each column indicate significant differences during chilled storage. Different lowercase letters in each row showed significant differences between treatments.

طبق گزارش گیمنز و همکاران [٤٤] بالاترین سطح مورد قبول برای TVB-N، ۳۰ میلی‌گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم گوشت ماهی می باشد. با توجه به عدد یاد شده، تیمار شاهد بین روز ٤ تا ۸ نگهداری و تیمارهای نگهداری شده در یخ‌آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل بین ۸ تا ۱۲ روز پس از شروع آزمایش قابلیت مصرف شان را از دست دادند. این نتیجه، تاثیر مثبت عصاره و اسانس زنجبیل در افزایش طول دوره نگهداری ماهی قزل آلا را تأیید می‌کند. بر اساس پژوهش های پیشین حضور ترکیبات زیست‌فعال مونوترپنی‌با خواص ضد میکروبی در عصاره و اسانس زنجبیل تایید شده است [٤٥] این ترکیبات با توجه به طبیعت آبگریزیشان در ساختار غشای یاخته‌و میتوکندری نفوذ می‌کنند و با اختلال در ساختار باکتری‌ها باعث از بین رفتن آن‌ها می شوند. از همین رو در کاهش بازهای نیتروژنی فرار و به تبع افزایش طول دوره نگهداری نقش دارند [٤٦]. در گزارش فرانک و همکاران [٤٧] زنجبیل توانست تا حدود زیادی نرخ رشد شاخص TVB-N را کاهش دهد.

۳-۱-٤- اسیدهای چرب آزاد (FFA)

افزایش اسیدهای چرب آزاد به علت هیدرولیز چربی است. پس از هیدرولیز بدلیل تسهیل امکان اکسیداسیون، چربی ها به اسیدها و مواد فرار و بودار تبدیل می شوند [٤٨]. تغییرات اسیدهای چرب آزاد طی نگهداری با یخ‌آب معمولی و عصاره و اسانس زنجبیل در جدول ۵ آورده شده است. مقدار اولیه اسیدهای چرب آزاد ۰/۰۱٪ بود که در روز شانزدهم نگهداری به ۵/۲۷ ٪ رسید. در مطالعات مختلف افزایش شاخص اسیدهای چرب آزاد طی دوره نگهداری سرد گزارش گردیده است[۱،٦،۹،۵۰،۵۱].

Table5. FFA (oleic acid percentage) changes during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Time (day)	Control	Extract	Essential oil
0	0.01±0.01C	0.01±0.01C	0.01±0.01C
4	0.07±0.07Ca	0.07±0Ca	0.063±0.01Ca
8	0.17±0.06Ca	0.087±0.06 Ca	0.14±0.08Ca
12	1.22±0.27Ba	1.12±0.26Ba	1.15±0.19Ba
16	5.27±0.9Aa	4.61±0.47Aa	4.7±0.36Aa

Data represent mean ± SD of three replications. Different capital letters in each column indicate significant differences during chilled storage. Different lowercase letters in each row showed significant differences between treatments.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

در هر سه تیمارهیدرولیز چربی طی دوره نگهداری افزایش داشت. اما بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. برپایه مطالعات آبورگ و همکاران [۱۳]، برناندز و همکاران [۵۲] و رفگارد و همکاران [۵۳] مشخص گردید که فعالیت هیدرولیتیک ارتباط مستقیمی با دمای سردسازی دارد. در مطالعه رضایی و حسینی [۲۹] میزان اسیدهای چرب آزاد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در روز دوازده نگهداری، ۲/۲۰ گزارش گردید، در مطالعه حاضر این مقدار در روز ۱۲، برای تیمار شاهد، تیمار یخ آب حاوی عصاره و اسانس به ترتیب، ۱/۲۲، ۱/۱۲ و ۱/۱۵ بود. در پژوهش آبرگ و همکاران [۱۳] نیز میزان پیشرفت هیدرولیز چربی پس از سردسازی با یخ‌آب به طور معنی‌داری کمتر از تیمار یخ پولکی بود.

۲-۳- شاخص های میکروبی

۳-۲-۱- مقادیر کل باکتری‌های قابل رویت (TVC^{10})

بار میکروبی ماهی تیمار شاهد از ۵/۶۳ logCFU/g در ابتدای دوره به۸/۳۱ logCFU/g در انتهای دوره افزایش یافت(جدول ٦). حداکثر مجاز باکتری کل در ماهی ۷ logCFU/g گزارش شده است (ICMSF, 1986). مقادیر کل باکتری‌های قابل رویت نمونه شاهد در روز ٤ به ٦/۷ log CFU/g رسید و در روز ۸ به بیش از حد مجاز بود. بر اساس گزارش چیتیری و همکاران[۱۸] بار باکتری قزل‌آلای رنگین کمان(تخلیه شکمی شده) پس از ۱۰ روز نگهداری به ۷/۰۰ logCFU/g رسید. شمارش باکتری کل در بررسی رضایی و حسینی[۲۹] در انتهای ۹ روز نگهداری ۷/۰٤ logCFU/g بود.

نمونه‌های تیمار شده با عصاره و اسانس به ترتیب در روزهای ۱۲ و ۱٦ از حداکثر مجاز(۷log CFU /g) عبور نمودند. عصاره و به مقدار بیشتر اسانس زنجبیل، رشد و افزایش ریزسازگان‌ها را کنترل نموده اند. نتایج این پژوهش با مشاهدات چیبر و همکاران[۹] و کوبو و همکاران [٥٦] مطابقت دارد. بیشترین ترکیبات ضد میکروبی زنجبیل ترکیبات فنولی است [۵۷]. این ترکیبات در غشاء دولایه فسفولیپیدی سلول اختلال ایجاد کرده و سبب افزایش نفوذپذیری سلول و از دست دادن برخی اجزاء سلولی می‌گردند. از سوی دیگر این ترکیبات باعث تخریب سیستم آنزیمی سلول میکروب می‌شوند. بر پایه برخی گزارش ها، ترکیبات زیست فعال ضد میکروب، سبب تخریب مواد ژنتیکی باکتری نیز می‌شوند [۵۸].

۳-۲-۲- مقادیر باکتری‌های سرما دوست (PTC^{11})

باکتری‌های سرمادوست ریزسازگان‌هایی با قابلیت رشد و تکثیر در دماهای پایین هستند. باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، اصلی ترین عوامل میکروبی مسئول فساد ماهی هستند [۵۹]. تغییرات مقدار کل باکتری سرمادوست طی نگهداری در یخ‌آب، در جدول۷ آورده شده است.

مقدار باکتری سرمادوست طی دوره نگهداری به شکل معنی داری افزایش یافت. تا روز هشتم نگهداری، میزان باکتری های سرمادوست تیمار شاهد بیش از نمونه های تیمار شده در یخ آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل بود.

افزایش باکتری ها در طول دوره و کمتر بودن باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های تیمار شده با نتایج مطالعه حسنی و حسنی [٦۰] در ماهی کپور مطابقت دارد. رشد کمتر بار باکتری‌یایی در نمونه‌های تیمار شده با عصاره و اسانس زنجبیل(تا روز هشتم) به دلیل حضور ترکیبات فنولی است. حداکثر مجاز باکتری‌های سرمادوست در فرآورده‌هایی چون فیله ماهی، log CFU/g ۷ است [٦۱]. مقدار باکتری سرمادوست در این مطالعه تا روز ۱٦ در این محدوده بود. نتایج این پژوهش با مطالعه آراشیسر و همکاران (۲۰۰٤) بر روی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مطابقت داشت.

1. Total Viable Count

1. Psychrophilic count

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

Table 6 Total Viable counts (log_{10} CFU/g) changes during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Time (day)	Control	Extract	Essential oil
0	5.63±0.41D	5.63±0.41D	5.63±0.41D
4	6.7±0.17Ca	6.4±0.2 Da	6.35±0.05Db
8	7.35±0.18Ba	6.7±0.3Cb	6.58±0.1Cb
12	7.66±0.04Ba	7.2±0.27Bb	6.86±0.05Bc
16	8.31±.08Aa	7.75±0.05Ab	7.31±0.07Ac

Data represent mean ± SD of three replications. Different capital letters in each column indicate significant differences during chilled storage. Different lowercase letters in each row showed significant differences between treatments.

Table 7 Psychrotrophic counts (log_{10} CFU/g) changes during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Time (day)	Control	Extract	Essential oil
0	5.4±0.19D	5.4±0.19C	5.4±0.19C
4	6.48±0.02Ca	5.52±0.11Cc	5.8±0.1Cb
8	6.61±0.07BCa	6.53±0.12Bab	6.4±0.1Bb
12	6.71±0.06ABa	6.73±0.1ABa	6.64±0.13Aa
16	6.87±0.1Aa	6.81±0.1Aa	6.75±0.09Aa

Data represent mean ± SD of three replications. Different capital letters in each column indicate significant differences during chilled storage. Different lowercase letters in each row showed significant differences between treatments.

۳-۳- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به عنوان سریع‌ترین وکارآمدترین شاخص‌سنجش کیفیت ماهی شناخته شده و از آن به عنوان روشی مناسب برای برآورد زمان ماندگاری یاد شده است [٦٣]. در این مطالعه ویژگی‌های حسی از جمله طعم، رایحه، ظاهر ، بافت، رنگ و بوی تیمارهای نگهداری شده در یخ‌آب شاهد و یخ آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل مورد بررسی قرار گرفت. بر پایه گزارش قبلی، در طول دوره نگهداری کوتاه مدت کیفیت طعم و مزه، رنگ و خصوصا قابلیت انعطاف پذیری بافت ماهی قزل آلا دستخوش تغییرات نامطلوب شده و از روز هشتم نگهداری غیر قابل مصرف می شود [۱]. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، طی دوره نگهداری خواص حسی به شکل معنی داری تنزل یافت. ترکیبات ازته فرار و محصولات نهایی اکسیداسیون و هیدرولیتیک چربی(هیدرو پراکسایدها، آلدهیدها، کتون‌ها، اسیدهای چرب و ...) بو، طعم، رنگ، بافت، ارزش و کیفیت غذایی را دستخوش تغییر می نماید و باعث عدم مطلوبیت ماهی می‌شوند [٦٤]. نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌های حسی در طول دوره نگهداری نشان داد، در آغاز دوره طعم مطلوب، بافت انعطاف پذیر، پوست شفاف و رنگ درخشان است اما همگام با پیشرفت فساد اکسیداتیو و میکروبی، ویژگی‌های طعم، بو، بافت و ظاهر محصول نیز تنزل یافت. میزان مورد استفاده اسانس و عصاره در ترکیب با یخ آب به حدی بود که تاثیر محسوسی در ویژگی های حسی ماهی قزل آلای رنگین کمان (از دیدگاه مصرف کننده)نداشت. نتایج مقایسه شاخص های مختلف نشان داد در هر دوره، اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. اما طی دوره نگهداری ١٦ روزه، کیفیت ماهیان تیمار شده با یخ آب حاوی عصاره و اسانس به شکل معنی داری در مقایسه با تیمار شاهد برتر بود.

عصاره و اسانس زنجبیل به ترتیب قهوه‌ای و زرد رنگ می باشند. بدلیل وجود ترکیبات رنگی در عصاره و اسانس، یخ آب تولید شده از آنها نیز تا حدودی رنگی است. نتایج حاصل از ارزیابی ظاهری و رنگ تیمارها نشان داد، نمونه های نگهداری شده در یخ‌آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل تا آخر دوره از نظر رنگ و ظاهر، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند.

با توجه به نتایج ارزیابی حسی ، طعم تیمار شاهد در روز هشتم نگهداری غیر قابل مصرف گزارش گردید در حالیکه تیمارهای نگهداری شده در یخ‌آب حاوی عصاره و اسانس زنجبیل در روز ۱۲ نگهداری غیر قابل مصرف گزارش گردید. بر اساس نتایج

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

حسی استفاده از عصاره و اسانس زنجبیل در ترکیب با یخ آب، موجب حفظ خواص ارگانولپتیک ماهی قزل آلای رنگین کمان طی دوره نگهداری در قیاس با تیمار شاهد گردید.

٤- نتیجه گیری

عصاره و اسانس زنجبیل به عنوان ترکیباتی طبیعی، ضد میکروب و پاد اکسنده در ترکیب با یخ‌آب، اثرات جالب توجهی در زمینه افزایش زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان داشتند. محصولات ثانویه فساد چربی، اسیدهای چرب آزاد، میزان باکتری سرمادوست در نمونه های یخ آب زیست فعال، تا روز ١٦ نگهداری به حداکثر میزان مجاز نرسید. میزان باکتری‌های کل، ترکیبات ازته فرار و پراکسید نشان داد حداکثر زمان ماندگاری نمونه شاهد هشت روز و نمونه‌های تیمار شده با یخ آب زیست فعال دوازده روز می باشد. بر پایه نتایج این تحقیق با استفاده از یخ آب زیست فعال زنجبیل، زمان ماندگاری ماهی قزل الای رنگین کمان ٤ روز افزایش می یابد. عصاره و اسانس زنجبیل در ترکیب یخ آب نه تنها تاثیر نامطلوبی بر شاخص های حسی ماهی قزل الای رنگین کمان نداشت بلکه به عنوان یک افزودنی طبیعی باعث حفظ ویژگی های حسی ماهی گردید.

Table 8 Sensory indices change during storage time in slurry Ice containing Ginger extracts and essential oil

Sensory index	Treatment	Storage time				
		0	4	8	12	16
Texture	Control	50Aa	44.17Aa	30.71Ba	13.54Cb	9.08Da
	Essential oil	49Aa	45.83ABa	30.38Ba	19.13Ca	8.17Ca
	Extract	49.08Aa	46.25Aa	31.17Ba	15.17Ca	10.83Ca
Taste and Overall estimate	Control	53.5Aa	40.5Ba	RJ	RJ	RJ
	Essential oil	49.5Aa	43.83Aa	33.58Ba	RJ	RJ
	Extract	51.00Aa	39.88ABa	34.96Ba	RJ	RJ
Color	Control	49.00Aa	43.33Aa	34.33Ba	14.00Ca	11.83Ca
	Essential oil	49.00Aa	47.5Aa	29.00Ba	17.00BCa	16.00Ca
	Extract	49.5Aa	46.67Aa	29.25Ba	16.25BCa	10.83Ca
Skin Appearance	Control	51.5Aa	42.42Ba	29.92Ca	17Da	11.67DEa
	Essential oil	50.5Aa	44.83Aa	29.63Ba	17.13Da	10.42Ea
	Extract	52.00Aa	42.08Aa	28.58Ba	18.42Ca	11.42Ca
Odor	Control	47.58Aa	44.75Aa	33.92Ba	18Ca	8.25Db
	Essential oil	48.08Aa	43.83Aa	32.75Ba	15.67Ca	12.17CDa
	Extract	48.13Aa	42.63Aa	35.88Ba	11.25Ca	14.63Ca
Flavor	Control	50Aa	43.83Aa	33.04Ba	16.75Ca	8.88Db
	Essential oil	46.5Aa	41.88Aa	37.71Aa	16.21Ba	10.21Ba
	Extract	52.5Aa	41.71Aa	22.71Ba	22.71Ba	12.88Ba

Mean rank comparison of each treatments during storage time is shown in capital letters. (p <0.05). A >B >C >D. Different lower case in each column indicate significant differences between traetments. RJ means Rejected; Extract means samples stored in slurry ice contain ginger extract, Essential oil means samples stored in slurry ice contain ginger essential oil.

٥- تشکر و قدردانی

نگارندگان مقاله بر خود لازم می دانند از زحمات بی شائبه ریاست و پرسنل محترم کارخانه فرآوری لیوتا و همچنین جناب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

اقای جوکار کارشناس آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه شیراز کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

٦- فهرست واژگان لاتین

Control, Essential oil, Extract, Eye, General acceptance, Gill, Gill smell, ice slurry, *Oncorhynchus mykiss*, Psychrophilic count, Sensory index, Storage time, Taste, Texture, Treatment, Total viable count, *Zingiber officinale*,

٦- منابع

[1] Abedi, E., Naseri, M., Ghanbarian, G. A., & Vazirzadeh, A. (2016). Coverage of Polyethylene Film with Essential Oils of Thyme (Thymus daenensis Celak) and Savory (Satureja bachtiarica Bunge) for Lipid Oxidation Control in Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Fillets during Short,Term Storage in the Refrigerator. Journal of Food Processing and Preservation, 40(3), 483-491.

[2] Naseri, M., Abedi, E., Mohammadzadeh, B., & Afsharnaderi, A. (2013). Effect of frying in different culinary fats on the fatty acid composition of silver carp. Food Science & Nutrition, 1(4), 292–297.

[3] Jeon, Y.-J., Kamil, J. Y. V. A., & Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(18), 5167–5178.

[4] Schirmer, B. C., Heiberg, R., Eie, T., Møretrø, T., Maugesten, T., Carlehøg, M., & Langsrud, S. (2009). A novel packaging method with a dissolving CO 2 headspace combined with organic acids prolongs the shelf life of fresh salmon. International Journal of Food Microbiology, 133(1), 154–160.

[5] Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J., & Prinyawiwatkul, W. (2007). The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha)* fillets during frozen storage. Journal of Food Engineering, 83(3), 366–373.

[6] Rodríguez, Ó., Barros-Velázquez, J., Piñeiro, C., Gallardo, J. M., & Aubourg, S. P. (2006). Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*). Food Chemistry, 95(2), 270–278.

[7] Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B., & Özogul, F. (2014). Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicholus*) during chilled storage. Food Chemistry, 145, 681–686.

[8] Iheagwara, M. C. (2013). Effect of Ginger Extract on Stability and Sensorial Quality of Smoked Mackerel (*Scomber scombrus*) Fish. Journal of Nutrition & Food Sciences, 03(3), 3–7. http://doi.org/10.4172/2155-9600.1000199

[9] Chhibber, S., Kumar, L., & Harjai, K. (2014a). Recent update on multiple pharmacological benefits of zingerone: a quick review. Advanced Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics, 2(6), 693–704.

[10] Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, F., Belletti, N., Guerzoni, M. E., & Gardini, F. (2004). Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. Trends in Food Science & Technology, 15(3), 201–208.

[11] Asgari, S., Ansari Samani, R., Deris, F., Shahinfard, N., Salimi, M., Mortazaei, S., Rafieian-kopaei, M. (2012). Antioxidant activity and the lowering effect of hydroalcoholic extract of allium hirtifolium Boisson some haemostatic factors in hypercholesterolemic rabbits. J Mazand Univ Med Sci, 22(91), 40–48.

[12] Mexis, S. F., Chouliara, E., & 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(6), 598–605.

[13] Aubourg S.P., Losada, V. and Barros-Velazquez, J. 2007. Rancidity development in frozen pelagic fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. *Journal of LWT* 40: 991-999. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.05.011.

[14] Khosravinia, H, Karimi, T.M.A, Alirezaei, M, Shahsavari, R. and Ghasemi, S. 2013. Effect of Satureja Khuzistanica Essential Oils in the Drinking Water on ω- 6 and ω-3 Fatty Acids Ratio, Cholestrol Content and Lipid Stability of Breast Muscle in Broiler Chiken.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

lipid oxidation during cold storage. Archives of Polish Fisheries, 23(2), 101–106. http://doi.org/10.1515/aopf-2015-0011

[25] JEŽEK, F., & BUCHTOVÁ, H. (2012). Shelf-life of freeze-thawed fillets of common carp (*Cyprinus carpio*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) packed under air. Acta Agric. Slov, 3, 275–279.

[26] Kumolu-Johnson, C. A., Ndimele, P. E., Ayorinde, O. A., & Ojikutu, T. I. (2015). Preliminary Study on the Antioxidative and Anti-Fungal Effects of Ginger Oil on the Shelf Life of Hot Smoked Fish. American Journal of Food Technology, 10(2), 78–84.

[27] Özogul, Y., Özyurt, G., Özogul, F., Kuley, E., & Polat, A. (2005b). Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chemistry, 92(4), 745–751.

[28] Yanar, Y., Çelik, M., & Akamca, E. (2006). Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4°C. Food Chemistry, 97, 244–247. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.043

[29] Rezaei, M., & Hosseini, S. F. (2008). Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. Journal of Food Science, 73(6), H93–H96.

[30] Özogul, Y., Özogul, F., Kuley, E., Özkutuk, A. S., Gökbulut, C., & Köse, S. (2006). Biochemical, sensory and microbiological attributes of wild turbot (*Scophthalmus maximus*), from the Black Sea, during chilled storage. Food Chemistry, 99(4), 752–758.

[31] de Azevedo Gomes, H., da Silva, E. N., do Nascimento, M. R. L., & Fukuma, H. T. (2003). Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. Food Chemistry, 80(3), 433–437.

[32] Nishimoto, J., Suwetja, I. K., & Miki, H. (1985). Estimation of keeping freshness period and practical storage life of mackerel muscle during storage at low temperatures. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ, 34(1), 89–96.

[33] Jeevanandam, K., Kakatkar, A., Doke, S. N., Bongirwar, D. R., & Venugopal, V. (2001). Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice. Food Research International, 34(8), 739–

I*ranian Journal of Animal Science*, 44(1), 71-81.

[15] Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). Extraction of Lipids in Solution by the Method of Bligh & Dyer. Can. J. Biochem. Physiol., 2(37), 911–917.

[16] AOAC. 2005. Official Method of Analysis Chemists. In W. Horwitz (Ed.)، Method 950.46 (18th ed.). Maryland، USA: Official Method of Analysis Chemists.

[17] Ojagh، S. M.، Rezaei، M.، Razavi، S. H.، & Hosseini، S. M. H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*، *120*(1)، 193-198.

[18] Chytiri، S.، Chouliara، I.، Savvaidis، I. N. Kontominas، M. G. 2004. Microbiological، chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiol*، 21:157–65.

[19] Lin, D., & Morrissey, M. T. (1994). Iced storage characteristics of Northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). Journal of Aquatic Food Product Technology, 3(2), 25–43.

[20] Manju, S., Jose, L., Gopal, T. K. S., Ravishankar, C. N., & Lalitha, K. V. (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 Chemistry, 102(1), 27–35.

[21] Naseri, M and Rezaei, M .2012 .Lipid Changes During Long-Term Storage of Canned Sprat. Journal of Aquatic Food product Technology. 21(1), 48-58.

[22] Özogul, Y., Özyurt, G., Özogul, F., Kuley, E., & Polat, A. (2005a). Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chemistry, 92(4), 745–751. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.035

[23] de Abreu, D. A. P., Losada, P. P., Maroto, J., & Cruz, J. M. (2010). Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants from(*barley husk*s) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). Food Research International, 43(5), 1277–1282.

[24] Ochrem, A. S., Żychliñska-Buczek, J., & Zapletal, P. (2015). Carp (Cyprinus carpio L.)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.01.001

[43] Huss, H. H., Dalgaard, P., & Gram, L. (1997). Microbiology of fish and fish products. In Seafood From Producer To Consumer, Integrated Approach To Quality. Proceedings of the International Seafood Conference on the Ocassion of the 25th Anniversary of the Wefta, Held in Noordwijkerhout, the Netherlands, 13-16 November, 1995. Elsevier.

[44] Gimenez, B., Roncales, P., & Beltran, J. A. (2002). Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(10), 1154–1159.

[45] Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils–a review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475.

[46] Ultee, A., & Smid, E. J. (2001). Influence of carvacrol on growth and toxin production by Bacillus cereus. International Journal of Food Microbiology, 64(3), 373–378.

[47] Frank, F., Xu, Y., & Xia, W. (2014). Protective effects of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) on physicochemical and microbial attributes of liquid smoked silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) wrapped in aluminium foil during chilled storage, 8(January), 1–8. http://doi.org/10.5897/AJFS2013.1030.

[48] Ucak، I.، Ozogul، Y. and Durmus، M. 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. Int. *J Food Sci. Technol*. *46*، 1157–1163.

[49] Quitral، V.، Donoso، M.L.، Ortiz، J.، Herrera، M.V.، Araya، H. and Aubourg، S.P. 2009. Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*): Effect of a plant-extract icing system. *Food Science Technology*. *42*: 1450–1454.

[50] Aubourg، S.، Rodriguez، A.، & Gallardo، J. 2005. Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*): Effect of catching season and commercial presentation. European Journal of Lipid Science and Technology، 107، 316–323.

[51] Pereira De Abreu, D., Losada, J., Maroto J. and et al. 2010. Evaluation of the effectiveness 746.

[34] Silva, J. L., & Ammerman, G. R. (1993). Composition, lipid changes, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. Journal of Applied Aquaculture, 2(2), 39–50.

[35] Beklevik, G, Polat, A and Özoğul, F. 2005. Nutritional value of Sea Bass (Dicentrarchus labrax) fillets during frozen (-18 C) storage. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 29(3), 891-895.

[36] Aubourg, S. P., Losada, V., & Barros-vela, J. (2007). Rancidity development in frozen pelagic fish : Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment, 40, 991–999. http://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.05.011

[37] Ben□gigirey, B., Sousa, J. M., Villa, T. G., & Barros□velazquez, J. (1999). Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. Journal of Food Science, 64(1), 20–24.

[38] He, Y., & Shahidi, F. (1997). Antioxidant activity of green tea and its catechins in a fish meat model system. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(11), 4262–4266.

[39] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120(1), 193–198. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.006

[40] Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Faustman, C. (2005). Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. Food Chemistry, 93(4), 607–617.

[41] Rostamzad, H., Shabanpour, B., Kashaninejad, M., & Shabani, A. (2010). Inhibitory impacts of natural antioxidants (ascorbic and citric acid) and vacuum packaging on lipid oxidation in frozen Persian sturgeon fillets. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9(2), 279–292.

[42] Jouki, M., Yazdia, F. T., Mortazavia, S. A., Koocheki, A., & Khazaei, N. (2014). Effect of quince seed mucilage edible films incorporated with oregano or thyme essential oil on shelf life extension of refrigerated rainbow trout fillets. International Journal of Food Microbiology, 174, 88–97.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar L*). *Food Research International*.Volume 43, 1277-1282.

[52] Bernardez، M.، Pastoriza، L.، Sampedro، G.، Herrera، J. J.، and Cabo، M. 2005. Modified method for the analysis of free fatty acids in fish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*، 53، 1903–1906.

[53] Refsgaard، H. F.، Brockhoff، M. B.، and Jensen، B. 2000. Free polyunsaturated fatty acids cause taste deterioration of salmon during frozen storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*، 48، 3280–3285.

[54] ICMSF (International Commission on Microbiology Specifications for foods). 1998. Microorganisms in foods: *Microbial ecology of food commodities*. London: Blackie Academic a Professional.

[55] Kumar، L.، Harjai، K.، and Chhibber، S. 2014. Recent Update on multiple pharmacological benefits of zingerone. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*. 2(6): 693-704.

[56] Kobo, P. I., Erin, P. J., Suleiman, M. M., Aliyu, H., Tauheed, M., Muftau, S., & Mamman, M. (2014). Antitrypanosomal effect of methanolic extract of *Zingiber officinale* (Ginger) on *Trypanosoma brucei brucei* -infected Wistar mice, 7, 70–75. http://doi.org/10.14202/vetworld.2014.7

[57] Shelef, L. A. (1984). ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SPICES1. Journal of Food Safety, 6(1), 29–44.

[58] Kim, J., Marshall, M. R., & Wei, C. (1995). Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43(11), 2839–2845.

[59] Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria–problems and solutions. Current Opinion in Biotechnology, 13(3), 262–266.

[60] Hasani, S., & Hasani, M. 2014. Antimicrobial properties of grape extract on Common carp (*Cyprinus carpio)* fillet during storage in 4 C. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 1(3), 130-136.

[61] ERKAN, N., & OZDEN, O. (2007). Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. Food Chemistry, 102(3), 721–725. http://doi.org/10.1016/j. foodchem. 2006.06.004.

[62] Arashisara، S.، Hisara، O.، Kayab، M.، & Yanik، T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*، 97، 209–214.

[63] EMİR ÇOBAN, Ö. (2013). Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. Journal of Food Processing and Preservation, 37(5), 759–765.

[64] Sakanaka, S., Tachibana, Y., & Okada, Y. (2005). Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (*kakinoha cha*). Food Chemistry, 89(4), 569–575.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]

Effect of Slurry Ice Containing Ginger Extracts and Essential Oils to Inhibit Chemical, Microbiological and Sensory Changes in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Naseri, M. [1*], Nasri, M. [2], Alipour Eskandani, M. [3]

1. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Shiraz University.
2. M.S.c Graduated, Department of Fishery Engineering, Faculty of Natural Resources, Zabol University.
3. Assistant professor, Department of Hygiene and Food Control, Faculty of Veterinary, Zabol University.

(Received: 2017/02/03 Accepted:2017/05/09)

In this study, the effect of bioactive ice slurry contains ginger extract and essential oils, was evaluated on maintenance quality improvement of rainbow trout during short-term storage. Fish were stored for 16 days in three ice slurry types (containing extracts and essential oils of ginger and control samples). During the four-day intervals chemical (Peroxide, Thiobarbituric acid, Free fatty acids and Total volatile nitrogen bases), Microbial (Total Viable Count and Psychrophilic count) and Sensory (Taste, Flavor, Color, Odor Texture and Skin appearance) tests were performed. The results revealed a significant difference in the quality of samples stored in ice slurry containing ginger essential oil and extract with the control sample. Ginger extract and essential oils had a positive effect on the taste and visual quality acceptance of samples. Oxidative and microbiological decay was controlled with ginger extracts and essential oil. Using bioactive ice slurry, rainbow trout storage period was increased four days.

Key words: Ice slurry, Ginger extracts, Ginger essential oil, Rainbow trout, Shelf life

*Corresponding Author E-Mail Address: mnaseri@shirazu.acir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-01]