علوم و فنون شیلات

فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ٦، شمارهٔ ٣، پاییز ١٣٩٦، صفحه ٨٧- ١٠٣

اثر جیره غذایی حاوی آستاگزانتین و اسید آسکوربیک بر فساد اکسیداسیونی و ویژگی‌های حسی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در یخچال

شهلا علیزاده[1]، سید مهدی اجاق*[2] ، علیرضا عالیشاهی[3]، سید حجت میرصادقی[3]

١- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
٢- دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
٣- دانشجوی دکتری شیلات، فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

دریافت: ٩٥/٠٥/١٣ پذیرش: ٩٦/٠٢/٠٣

نویسنده مسئول مقاله: Mahdi_ojagh@yahoo.com.

چکیده:

اثر دو جیره غذایی شامل اسید اسکوربیک در غلظت ١٠٠، ٤٠٠، ١٦٠٠ (mg/kg) و آستاگزانتین در غلظت‌های ٤٠، ٦٠، ١٠٠ (mg/kg) بر کیفیت ماندگاری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دریخچال در قالب ٧ گروه امطالعه شد. ماهی به مدت هشت هفته با جیره‌های مورد نظر تغذیه شدند. سپس فیله آنها در ظروف آلومینیومی به مدت ١٦ روز در یخچال (٣-٥ درجه) نگه‌داری شد. برای بررسی روند تغییرات و مقایسه کیفیت نمونه‌ها با شاخص‌های شیمیایی پراکسید (PV)، اسید تیوباربیتوریک (TBA)، اسید چرب آزاد (FFA) و pH و همچنین شاخص‌های حسی، در ٥ نوبت با فاصله زمانی ٤ روز یکبار (٠،٤،٨،١٦،١٢) نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج نشان داد که اثر آنتی‌اکسیدان و زمان بر مقادیر FFA، pH، PV و TBA معنادار بوده است ($p<0/05$). بهترین ماندگاری در طول دوره نگه‌داری مربوط به نمونه‌های حاوی آستاگزانتین ١٠٠ و اسیداسکوربیک ١٦٠٠ بود. همچنین براساس نتایج ارزیابی حسی می‌توان استفاده از بالاترین مقادیر آستاگزانتین و اسیدآسکوربیک را برای استفاده در جیره این ماهی پیشنهاد کرد.

کلید واژگان: آستاگزانتین، اسید اسکوربیک، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

مقدمه

تولیدات آبزی‌پروری در سطح جهانی از یک میلیون تن در سال ١٩٥٠ به ٦٦/٦ میلیون تن در سال ٢٠١٢ افزایش یافته است. در سال ٢٠١٢ آبزی‌پروری ٤٢/١٥ درصد از کل تولیدات ماهی را به خود اختصاص داد (Fao،2014)، به‌نحوی که میزان تولید ماهی قزل‌آلا (*Oncorhynchus*

علوم و فنون شیلات ـــــــ

آزاد دارند تا حدودی از اکسیداسیون چربی جلوگیری می‌کنند و زمان ماندگاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین Wang و همکاران (۲۰۰٦)، نشان دادند که رنگدانه کاروتنوئیدی باعث افزایش رنگدانه در پوست و گوشت ماهی و در نهایت افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسیداز و پراکسیداز) می‌شود. به‌طورکلی برای جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد ماهی و فراورده‌های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است (Lin و همکاران،۲۰۰٤). اثرهای نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از جمله جهش‌زایی، ایجاد مسمومیت و سرطان‌زایی و همچنین تأثیر یکسان با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی روی بازدارندگی اکسیداسیون بافت باعث شده است که امروزه، استفاده از آنتی‌اکسیدان طبیعی به‌عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان مصنوعی توصیه شود (Sakanaka و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعه حاضر با هدف افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عضله با افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدان اسیداسکوربیک و آستاگزانتین به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و مصرف جیره حاوی این ترکیبات و به‌دنبال آن افزایش این ترکیبات در بافت ماهی به منظور افزایش مدت زمان ماندگاری این ماهی طی نگهداری در یخچال طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

ویتامین استفاده شده در این تحقیق یکی از مشتقات پایدار به‌نام ال -اسکوربیک - ۲ -پلی فسفات -2L-ascorbic-۲-polyphosphate است که به‌صورت پودر سفید رنگ و با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده مؤثره (Calibex®, Unite Kingdom) تهیه گردید. برای انجام تحقیق حاضر ابتدا ۲۱۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۱۰۰± گرم از یک مزرعه پرورش ماهی در شهرستان بابل تهیه و با استفاده از تانکر مخصوص حمل ماهی به استخر نگهداری منتقل شدند. ماهیان بلافاصله با محلول آب نمک (۳ درصد) ضد عفونی و به‌مدت ۱۰ روز برای سازگاری با شرایط آزمایشگاهی قرنطینه شدند. پس از گذراندن دوره سازگاری ماهیان به‌طور کاملاً تصادفی در هفت گروه هر کدام با سه تکرار (هر تکرار ۱۰ عدد ماهی) تقسیم شدند. در گروه اول یا گروه شاهد از غذای بدون ویتامین C و رنگدانه استاگزانتین استفاده شد. گروه دوم (T2): تیمار اسید اسکوربیک ۱۰۰ mg/kg)، گروه سوم (T3): تیمار اسید اسکوربیک ٤۰۰ mg/kg، گروه چهارم (T4): تیمار اسید اسکوربیک ۱٦۰۰ mg/kg) (Falahatkar و همکاران،۱۳۸۵)، گروه پنجم (T5): تیمار آستاگزانتین ٤۰ mg/kg، گروه ششم (T6): تیمار آستاگزانتین ٦۰ mg/kg)، گروه هفتم (T7): تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ mg/kg) ماهیان گروه شاهد فقط با غذای کنسانتره عادی تغذیه شدند. معیار انتخاب مقادیر آستاگزانتین براساس مطالعات انجام شده و همچنین توصیه شرکت سازنده مبنی بر استفاده از سطوح ۱۰۰ – ٤۰ میلی‌گرم استاگزانتین در کیلوگرم غذای ماهیان است (Ansari و همکاران، ۱۳۹۲). ماهیان مورد مطالعه به‌مدت هشت هفته با غذاهای آماده شده تغذیه شدند. تغذیه ماهیان براساس وزن زنده، دمای آب و جدول استاندارد تغذیه انجام شد. پس از صید ماهیان، نمونه‌های تولید شده فیله گردید و در ۷ گروه، در ظروف آلومینیومی به یخچال با دمای ۵-۳ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. بررسی روند تغییرات و مقایسه کیفیت نمونه‌ها با استفاده از شاخص‌های شیمیایی و حسی، در ۵ نوبت با فاصله زمانی هر ٤ روز یک بار نمونه‌برداری انجام شد. در ادامه برای اندازه‌گیری شاخص‌های ارزیابی کیفیت، آزمایش‌های شیمیایی شامل اندازه‌گیری عدد پراکسید (PV)، اندازه‌گیری pH، اندازه‌گیری FFA و اندازه‌گیری شاخص

علوم و فنون شیلات ـــــــ

با توجه به جدول ۱ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان FFA افزایش یافته به‌طوری‌که در زمان ۱۶ روز پس از صید، میزان FFA به شکل معناداری نسبت به زمان‌های قبل افزایش یافته است. بیشترین میزان اسیدهای چرب آزاد در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۶ مربوط به تیمار شاهد (۲/۲۰۰ برحسب اسید اولئیک) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۱/۰۰ برحسب اسید اولئیک) بود. همچنین در تیمار اسیداسکوربیک بیشترین میزان FFA در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۶ مربوط به تیمار شاهد (۲/۲۰۰ بر حسب اسید اولئیک)و کمترین آن مربوط به تیمار اسیداسکوربیک ۱۶۰۰میلی‌گرم (۱/۱۰۶ برحسب اسید اولئیک) بود.

مقادیر پراکسید نمونه‌های روغن (PV)

نتایج مقادیر پراکسید نمونه‌های روغن گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان‌های ۰ ، ٤، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز پس از صید در تیمارهای مختلف انجام شد که نتایج در جدول ۲ نشان داده است.

جدول ۲ مقادیر عدد PV (بر حسب میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) برای تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدان نسبت به زمان

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	٤	۸	۱۲	۱۶
شاهد	۰/۸۱۰ ±۰/۰۱۰^{aD}	۱/٦۰۳ ±۰/۰۱۵^{bD}	٦/۱۱۰ ±۰/۰۳۰^{cD}	٥/۰٤٦ ±۰/۰۳٥^{dD}	٤/۲۳٦ ±۰/۰٤۰^{eD}
آستاگزانتین ٤۰	۰/۷۹۰ ±۰/۰۱۰^{aC}	۱/٥۹٦ ±۰/۰۱٥^{bC}	٥/۸۸٦ ±۰/۰۲٥^{cC}	٤/۹۲٦ ±۰/۰۲٥^{dC}	۳/۸٦۳ ±۰/۰۲۰^{eC}
آستاگزانتین ٦۰	۰/۸۰۰ ±۰/۰۱۰^{aB}	۱/٤۹۰ ±۰/۰۱۰^{bB}	۳/۱۷۳ ±۰/۰۲٥^{cB}	۳/۲۲۳ ±۰/٥۷۷^{dB}	۲/۹٦۰ ±۰/٥۷۱^{eB}
آستاگزانتین ۱۰۰	۰/۷۹٥ ±۰/۰۰٥^{aA}	۱/٤۷۳ ±۰/۰۱٥^{bA}	۳/۰٦۳ ±۰/۰۳۰^{cA}	۲/۸۲٦ ±۰/۰۲٥^{dA}	۲/٦۰٦ ±۰/۰۲۰^{eA}
اسید آسکوربیک ۱۰۰	۰/۸۰۳ ±۰/۰۱٥^{aC}	۱/٥۷۳ ±۰/۰۱٥^{bC}	٥/۹۲٦ ±۰/۰۲٥^{cC}	٤/۹٥۰ ±۰/۰۳۰^{dC}	۳/۸۹٦ ±۰/۰۱٥^{eC}
اسید آسکوربیک ٤۰۰	۰/۸۱۱ ±۰/۰۰۷^{aA}	۱/٤۹۰ ±۰/۰۱۰^{bA}	۳/۰۹٦ ±۰/۰۲٥^{cA}	۲/۹۲٦ ±۰/۰۲٥^{dA}	۲/٦۷٦ ±۰/۰۲٥^{eA}
اسید آسکوربیک ۱٦۰۰	۰/۷۸٥ ±۰/۰۰٥^{aA}	۱/٥۱۰ ±۰/۰۱۰^{bA}	۳/۰٦ ±۰/۰۳۰^{cA}	۲/۹۰۰ ±۰/۰۲۰^{dA}	۲/۱۹۰ ±۰/۹۲۰^{eA}

میانگین ± انحراف معیار

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف یا ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین آنتی‌اکسیدان و زمان مختلف، و حروف بزرگ در هر ردیف یا ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار در زمان مختلف است ($p<۰/۰٥$).

با توجه به جدول ۲ در تمامی تیمارها با گذشت زمان میزان PV افزایش یافته به‌طوری‌که در زمان ۸ روز پس از صید میزان PV به شکل معناداری نسبت به سایر زمان‌ها افزایش یافته است. براساس نتایج این تحقیق بیشترین میزان PV در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱٦، مربوط به تیمار شاهد (٤/۲۳ میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) و کمترین میزان آن مربوط به تیمارهای اسید آسکوربیک ۱٦۰۰ میلی‌گرم (۲/۱۹ میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) بود. نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان PV در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱٦، مربوط به تیمار شاهد (٤/۲۳ میلی اکی والان O2 درکیلوگرم چربی) و کمترین میزان آن مربوط به تیمارهای اسید آسکوربیک ۱٦۰۰ میلی‌گرم (۲/۱۹ میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) بود.

مقادیر عدد اسید تیوباربیتوریک (TBA) در نمونه‌های ماهی

علوم و فنون شیلات ـــــــ

اثر جیره غذایی حاوی آستاگزانتین ... ـــــــ

علوم و فنون شیلات ـــــــ

اسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم تشخیص داده شد. در روز ۱۶ همه نمونه‌ها از کیفیت بوی پایینی برخوردار بودند. از این‌رو می‌توان چنین استنباط کرد که استفاده از اسید اسکوربیک در جیره به میزان ۱۶۰۰ میلی‌گرم در بهبود وضعیت گوشت پس از صید و نگهداری تا روز ۸ تأثیرگذار است.

نتایج رنگ در ارزیابی حسی نشان داد که بین تیمارهای مختلف اسید آسکوربیک جیره غذایی در روز ۰، اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همچنین نتایج پژوهش نشان داد بین تیمارهای مختلف در روز ۸،۴ و ۱۲ نگهداری اختلاف معنادار آماری مشاهده شد (p<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بهترین کیفیت گوشت از لحاظ رنگ مربوط به تیمار اسید اسکوربیک ۱۶۰۰ میلی‌گرم و پایین‌ترین آن مربوط به شاهد است. در روز ۱۶ همه نمونه‌ها از کیفیت رنگ پایینی برخوردار بودند. از این‌رو استفاده از اسید اسکوربیک در جیره به میزان ۱۶۰۰ میلی‌گرم در بهبود رنگ گوشت ماهی در مراحل صید تا نگهداری (تا روز ۱۲) تأثیرگذار است.

نتایج بافت در ارزیابی حسی نشان داد که بین تیمارهای مختلف اسید آسکوربیک جیره غذایی در روز ۰، اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همچنین در روز ٤ و ۸ نگهداری بین تیمارهای مختلف اختلاف معنادار آماری مشاهده شد (p<۰/۰۵) به‌طوری‌که بهترین کیفیت گوشت ماهی مربوط به تیمار اسید اسکوربیک ۱۶۰۰ میلی‌گرم و پایین‌ترین کیفیت آن مربوط به تیمار شاهد است. در روز ۱۲ و ۱۶ همه تیمارها از کیفیت بافت پایینی برخوردار بودند از این‌رو استفاده از اسید اسکوربیک در جیره به میزان ۱۶۰۰ میلی‌گرم در بهبود وضعیت بافت گوشت ماهی در مراحل پس از صید و نگهداری (تا روز ۸) تأثیرگذار است.

جدول ٦ نتایج آزمون حسی تیمارهای اسید آسکوربیک طی زمان‌های مختلف نگهداری در یخچال

شاخص	روز	گروه‌ها: شاهد	اسید آسکوربیک ۱۰۰	اسید آسکوربیک ٤۰۰	اسید آسکوربیک ۱۶۰۰	N	آزمون آماری فریدمن (Friedman Test): مربع کای Chi-Square	درجه آزادی	مقدار تقریبی معناداری آزمون	P	محدوده پایین‌تر	محدوده بالاتر
		میانگین رتبه‌ها در زمان نگهداری (روز) با استفاده از آزمون فریدمن										
بو	۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۱۶	۰	۳	۰	۱/۰۰۰	–	–
	٤	۱/۲۵	۲/۵۵	۲/٦۵	۳/۵۵	۱۰	۱۹/۹۲٦	۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	۸	۱/٦۳	۲/۰۰	۲/٤٦	۳/۹۲	۱۲	۲٦/۱۳۰	۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	۱۲	۲/٤۲	۲/۷۵	۲/٤۲	۲/٤۲	٦	۳/۰۰۰	۳	۰/۳۹۲	۱/۰۰۰	–	–
	۱٦	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۳	۰	۳	۰	۱/۰۰۰	–	–
رنگ	۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۱۶	۰	۳	۰	۱/۰۰۰	–	–
	٤	۱/۰۰	۲/٤۵	۲/٦۵	۳/۹۰	۱۰	۲۸/۵۵۱	۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	۸	۱/۹٦	۱/۹۲	۲/٦۳	۳/۵۰	۱۲	۱٦/۹۲٦	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	۱۲	۲/۰۸	۲/۰۸	۲/٤۲	۳/٤۲	٦	۹/۹۲۳	۳	۰/۰۱۹	۰/۰۳۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵

	١٦	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٣	٠	٣	٠	١/٠٠٠	–	–
کیفیت	٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	١٦	٠	٣	٠	١/٠٠٠	–	–
بافت	٤	١/٣٥	٢/٠٠	٣/٢٠	٣/٤٥	١٠	٢١/١٧٩	٣	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠
	٨	١/٧٥	١/٩٦	٢/٩٦	٣/٣٣	١٢	١٨/٣٢٥	٣	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠
	١٢	٢/٣٣	٢/٣٣	٢/٦٧	٢/٦٧	٦	٣/٠٠٠	٣	٠/٣٩٢	١/٠٠٠	–	–
	١٦	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٣	٠	٠	١/٠٠٠	٠/٠٦٢	–	–
پذیرش	٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	١٦	٠	٣	٠	١/٠٠٠	–	–
کلی	٤	١/٣٠	٢/٢٥	٢/٦٠	٣/٨٥	١٠	٢٣/٨٢١	٣	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠
	٨	١/٤٦	٢/١٣	٢/٩٦	٣/٤٦	١٢	٢٤/٨٠٥	٣	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠	٠/٠٠٠
	١٢	٢/١٧	٢/١٧	٢/١٧	٣/٥٠	٦	١٢/٠٠٠	٣	٠/٠٠٧	٠/٠١٧	٠/٠١٤	٠/٠٢٠
	١٦	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٣	٠	٣	٠	١/٠٠٠	–	–

بحث و نتیجه‌گیری

هیدرولیز استر اسیدهای چرب گلیسرول تغییر مهمی است که پس از مرگ ماهی رخ می‌دهد که با آزاد کردن اسید چرب آزاد (FFA) همراه است. واکنش فوق به‌وسیله آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز کاتالیز می‌گردد (pachko و همکاران ۲۰۰۰). همان‌طور که می‌دانیم وجود FFA در روغن و چربی سبب بروز بوی نامطبوع و تغییرات در بافت می‌شود (Barther, 2008). اگرچه اسید چرب آزاد به‌تنهایی منجر به کاهش ارزش تغذیه‌ای نمی‌شود ولی به‌نظر می‌رسد ارزیابی آن در کاهش فساد مهم است (Logasia و همکاران 2007). اثر پراکسیدانی اسید چرب آزاد نیز روی مواد لیپیدی گزارش شده است و در واقع گروه اثرهای تجمع اسیدهای چرب آزاد در عضلات ماهی با توسعه طعم نامطلوب و آسیب‌های بافتی ناشی از ترکیب آنها با پروتئین عضله مشخص می‌شود (Mia and Kinsell1980). آنزیم‌های هیدرولیز کنندهٔ چربی با تأثیر بر چربی، تغییرات عمده‌ای را پس از مرگ ماهیان رقم زده و میزان اسیدهای چرب آزاد را در آنها افزایش می‌دهد. بنابراین شاخص خوبی برای بیان تأثیر آنزیم‌های لیپولیتیک بر چربی ماهی و فراورده‌های گوشتی دیگر است (Sheflt،1983). دلیل پایین‌تر بودن اسید چرب آزاد در نمونه‌های حاوی اسید اسکوربیک را احتمالاً بتوان به فعالیت ضدباکتریایی آن نسبت داد (Khezri-Ahmadabad, 2012). خواص ضدمیکروبی این آنتی‌اکسیدان‌ها از سوی محققان مختلف تأیید شده است (Zambuchini 2008،Torregrosa 2006). احتمالاً ویژگی جذب اکسیژن به‌وسیلهٔ این آنتی‌اکسیدان‌ها در محصولات و در نتیجه از دسترس خارج کردن اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیزم‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فعالیت ضدمیکروبی آن تلقی شود (Salo and Cliver،1974، Court ،1978) میزان FFA در روز صفر در تیمار شاهد ۰/۹٦۳ برحسب اسید اولئیک بود (شکل ۱). در روز ٤ تا ١٦ میزان اسید چرب آزاد در تیمار شاهد به‌طور معناداری افزایش داشت به‌طوری‌که در روز ١٦ بیشترین میزان اسید چرب آزاد مربوط به تیمار شاهد (۲/۲۰۰ برحسب اسید اولئیک) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار آستاگزانتین با غلظت ۱۰۰ (۱/۰۰۰ بر حسب اسید اولئیک) بود و تمامی تیمارها روند افزایشی در میزان FFA داشتند. بهترین عملکرد در تیمار آستاگزانتین با غلظت‌های (۱۰۰،٦۰،٤۰) میلی‌گرم مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بود. در تیمار اسید اسکوربیک بیشترین شاخص FFA در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ١٦ مربوط به

تیمار شاهد (۲/۲۰۰ برحسب اسید اولئیک)و کمترین آن مربوط به تیمار اسید اسکوربیک ۱۶۰۰ میلی‌گرم (۱/۰۰۰ بر حسب اسید اولئیک) بود که روند افزایشی در میزان FFA در تیمارهای اسید اسکوربیک بود. از این‌رو بهترین عملکرد در تیمارهای اسید اسکوربیک با غلظت (۱۶۰۰،۴۰۰،۱۰۰)میلی‌گرم مربوط به تیمار با غلظت ۱۶۰۰ میلی‌گرم است. طی دوره نگهداری در یخچال تیمارها با بالاترین غلظت اسید اسکوربیک ۱۶۰۰ میلی‌گرم و آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود وضعیت کیفی گوشت در حداکثر زمان نگهداری به‌دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات و کاهش تغییرات اسیدهای چرب آزاد شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های (Rezaei،1381)، (Ojagh و همکاران، ۱۳۸٤)، (BenGigirey و همکاران، ۲۰۰۰) دومین شاخص مورد بررسی عدد پراکسید (PV) می‌باشد. عامل محدودکننده خیلی مهم در نگهداری ماهیان به‌صورت منجمد، اکسیداسیون چربی‌های ذخیره شده در بافت‌های ماهیچه‌ای است (Pirson و همکاران، ۱۹۸۳). اندازه‌گیری عدد پراکسید به‌منظور تعیین محصولات اولیه اکسیداسیون چربی (هیدروپراکسیدها)به‌کار می‌رود (Perez and pozo ، 1990) و تولید آن تغییری در ویژگی حسی ماهی ایجاد نمی‌کند، اما ممکن است منجر به ایجاد خطرهایی برای مصرف کننده شود (Pacheco،2000). طبق تحقیقات انجام شده با گذشت زمان سرعت تشکیل هیدروپراکسیدها افزایش یافته و بیشتر از سرعت تجزیه آنها است بنابراین شاخص پراکسید افزایش می‌یابد (Armando،1998). همچنین اگر در سیستم این ترکیبات اسید چرب آزاد و اسید اسکوربیک وجود داشته باشد، ممکن است واکنش متقابل بین این ترکیبات و مولکول توکوفرول رخ دهد وکمپلکس‌هایی شکل گرفته که آنتی‌اکسیدان را به دام انداخته و سرعت اکسایش را افزایش دهد (Cho،1989). در تحقیق حاضر در تیمار آستاگزانتین، بیشترین میزان شاخص PV در طی زمان نگهداری گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱٦ پس از صید، مربوط به تیمار شاهد۴/۲۳ میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) و کمترین آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (۲/٦۰میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) می‌باشد. بررسی نمونه‌ها در روز نهایی نشان داد که تمامی آنها (گروه شاهد و آستاگزانتین) در مقادیر مجاز PV قرار داشتند. همچنین در تیمارهای حاوی اسید اسکوربیک در مقایسه با تیمار شاهد بیشترین میزان شاخص PV در روز ۱٦ مربوط به تیمار شاهد (٤/۲۳میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی) و کمترین آن مربوط به اسید اسکوربیک ٤۰۰ و۱٦۰۰ میلی‌گرم (۲/٦۷ و ۲/٦۹ میلی اکی والان O2 در کیلوگرم) چربی بوده است. به‌عبارتی دیگر، استفاده از بالاترین مقادیر آستاگزانتین و اسید اسکوربیک در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود وضعیت کیفی گوشت در طی زمان نگهداری به‌دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات و کاهش PV گردید. در ضمن حد مجاز پراکسید در فیله ماهی برای مصرف انسانی ۱۰ میلی اکی والان O2 در ۱۰۰۰ گرم چربی عنوان شده است (Lodasa و همکاران 2004). نتایج پژوهش بیانگر تأثیر آنتی‌اکسیدان‌های اسید اسکوربیک و استاگزانتین در کاهش فساد است. آنتی‌اکسیدان‌ها با اهدای هیدروژن با لیپیدهای اکسید نشده رقابت می‌کنند (Lin and Liang،2002)، بنابراین با اهدای یک اتم هیدروژن یا الکترون آزاد باعث تشکیل ترکیبات پایدار می‌شوند یا ممکن است از طریق شلاته کردن یون‌های فلزی (عوامل پرواکسیدان) (Mahdavi و همکاران ۱۹۹۱) یا فرونشاندن اکسیژن یگانه (Bellus 1995) یا حذف پراکسید، اثر مثبت خود را در

علوم و فنون شیلات ـــــــ

چربی و پیشرفت کاهش کیفیت و فساد است و مقادیر TBA از محدوده قابل پذیرش خیلی بیشتر بود درحالی‌که در بالاترین مقادیر استفاده از اسید اسکوربیک و آستاگزانتین پس از ۱۶ روز مقادیر (TBA) از حداکثر محدوده قابل پذیرش کمتر بوده است. نتایج این تحقیقات با یافته‌های (Rezaei،1381) و (Ben Gigirey و همکاران،۲۰۰۰) هم راستا است. چهارمین شاخص در تحقیق حاضر pH می‌باشد. pH نمونه ماهی می‌تواند به عوامل متعددی چون گونه، تغذیه، دمای ماهی و شرایط نگهداری و ظرفیت بافری گوشت مرتبط باشد. افزایش pH می‌تواند نشان‌دهندهٔ رشد باکتری –کاهش کیفیت و در نهایت فساد ماهی باشد (Gram and Huss 1996).pH عضله ماهی زنده نزدیک به ۷ است اما پس از مرگ براساس فصل و گونه و عوامل متعدد دیگر میزان pH به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند (Cakli،2006). در این مطالعه تغییرات فیله ماهی طی نگهداری در یخچال به‌مدت ۱۶ روز (جدول٤) نشان داد در تیمارهای استاگزانتین، بیشترین میزان شاخص pH در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۶ پس از صید، مربوط به تیمار شاهد (٦/٨٣) و کمترین آن مربوط به تیمار آستاگزانتین ۱۰۰ میلی‌گرم (٦/٧١) است. در تیمارهای اسید اسکوربیک، بیشترین میزان شاخص PH در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۱۶ پس از صید مربوط به تیمار شاهد (٦/٣٨)و کمترین آن مربوط به تیمار اسید اسکوربیک ۱٦۰۰ میلی‌گرم (٦/٧٦)می‌باشد؛ اگرچه در روز نهایی pH گوشت در مرز حد مجاز قرار داشت اما به مقدار بحرانی (pH= ۷) نزدیک بود. دلیل تغییر جزئی pH در طول دوره نگهداری ماهی را نتیجه تأثیر تجزیه اسیدکربنیک و وجود ترکیبات آمونیومی دانستند که در اثر فساد باکتریایی تولید می‌شود (Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین افزایش pH گوشت ماهی در برخی روزهای نگهداری ممکن است به‌دلیل تولید ترکیبات بازی مانند آمونیاک، تری متیل آمین‌ها و دیگر آمین‌های بیوژنی باشد که توسط باکتری‌های عامل فساد در ماهی تولید می‌شود (Gram and Huss ،1996). در تحقیق حاضر پایین‌تر بودن میزان pH تیمار اسید اسکوربیک ۱٦۰۰ و آستاگزانتین ۱۰۰ نسبت به گروه شاهد نشان داد که استفاده از بالاترین مقادیر اسید اسکوربیک و آستاگزانتین در جیره سبب بهبود وضعیت کیفی گوشت در حداکثر زمان نگهداری به‌دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات گردید (Yilmaz،2009). به‌طوری‌که استفاده از آنتی‌اکسیدان به‌دلیل ممانعت از فعالیت پروتئازهای داخلی در نهایت، مانع شکسته شدن پروتئین‌ها و تولید آمین‌ها شود(Baydar،2004) نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های Ali beygi و همکاران ۱۳۹۲) هم راستا بوده است.

بررسی‌های حسی (بو، رنگ، کیفیت بافت) و پذیرش کلی نشان داد که استفاده از رنگدانه آستاگزانتین در بهبود وضعیت بوی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیرگذار است. در تمامی روزهای ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ بهترین کیفیت گوشت از لحاظ رنگ مربوط به تیمارهای آستاگزانتین (به‌ویژه مقادیر ۱۰۰ میلی‌گرم) و پایین‌ترین کیفیت گوشت ماهی مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. همچنین براساس یافته‌های این پژوهش استفاده از رنگدانه آستاگزانتین به میزان ٦۰ میلی‌گرم در بهبود وضعیت بافت و میزان ٦۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در بهبود وضعیت پذیرش کلی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مراحل پس از صید تأثیرگذار است. همچنین نتایج بررسی‌های حسی در بارهٔ تیمارهای اسیداسکوربیک نشان داد استفاده از اسید اسکوربیک در جیره غذایی به میزان ۱٦۰۰ میلی‌گرم در بهبود وضعیت بوی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مراحل پس از

علوم و فنون شیلات ـــــــ

فائو (۲۰۱٤). آمارصید و آبزی‌پروری جهانی، مترجم: سولماز صدق‌پور و سلطان نظری، دفتر برنامه و بودجه سازمان شیلات ایران، صص ۲۰-۱.

Booth, M., Warner-Smith, R., Allan G. and Glencross, B., 2004. Effect of dietary astaxanthin source and light manipulation on the skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (BlochN and Schneider, 1801). Aquac Res 35:845–464

Gomes, H.A., Silva, E.N., Nascimento, M.R.L. and 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: 433–7.

Gram, L. and Huss, H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. Int. J. Food Microbiol. 33: 589-595.

Halver, J. E., Hardy, R. W. (2002). The vitamins, Fish Nutrition. Academic. Press, San Diego, CA, p 61–141.

Keefe, T. (2001). Ascorbic acid and stable ascorbate esters as sources of vitamin C in Aquaculture Feeds .ASA Technical Bulletin Vol .AQ48. 1-9.

Kop, A. and Durmaz, Y., 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum sp*). Aquaculture .122.17-18

Kostaki M, Giatrakou V, Savvaidis IN, Kontominas MG. (2009) Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. J Food Microbiology: 26: 475-482.

Kostaki M, Giatrakou V, Savvaidis IN, Kontominas MG. (2009). Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. J Food Microbiology 2009; 26: 475-482.

Lin CC, Lin CS. (2004). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea. Food Chem 2004; 16(2): 169-175.

Lin, C.C. and Liang, J.H. (2002). Effect of antioxidants on the oxidative stability of chicken breast meat in a dispersion system. Journal of Food Science, 67: 530- 533.

Mo HQ, Vandamme EJM, Peumans WJ, Goldstein IJ. (1993). Purification and characterization of a mannose-specific lectin from shallot (*Allium ascalonicum*) Bulbs. J Arch Biochem Biophys 1993; 306(2): 431-8.

Namulema A., Muyonga J. H., Kaaya A. N. (1999) Quality deterioration in frozen Nile perch (Lates niloticus) stored at –13 and –27ºC; Food Research International; 1999; 32: 151-156.

Ozyurt G., Polat A., Tokur B., (2007). Chemical and sensory changes in frozen (-18 ºC) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. Internatinal journal of food science and Technology, 42: 887-893.

Pacheco-Aguilar R, Lugo-Sanchez ME. (2000). Robles-Burgueno MR. Postmortem biochemical characteristic of Monterey *sardine* muscle stored at 0 ℃. Journal of Food Science; 65:40–47.

Sampels, Sabine. (2013). *Oxidation* and *Antioxidants* in Fish and Meat from Farm to Fork.

Shewfelt R.L. (1981). Fish muscle lipolysis-A review; J Food Biochem; 1981; 5: 79-100.

Sicuro B., Barbera S., Dapra F., Gai F., Gasco L., Paglialonga G., Palmegiano G. B., Vilella S. (2010). The olive oil by-product in '*rainbow trout Oncorhynchus mykiss* (*Walbaum*)' farming: productive results and quality of the product. Aquaculture Research, 41: 475-486

Muzzalupo, I. (Ed.), Food industry. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 115–144. ISBN 980-953-307-860-6. (Book chapter)

Sallam, Kh.I. And Samejima, K. (2004). Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. LWT-Food Science Technology. 37: 865-87

Sanker T. V., Raghunath M. R. (1995). Effect of prefreezing iced storage on the lipid fraction of *Ariomma indica* during frozen storage; Fishery Technology; 1995; 32 (2): 88-92.

Yasir, I. and Qin, J.G., 2010. Effect of dietary carotenoids on skin color and pigments of false clownfish, Amphiprion ocellaris ,*Cuvier*. Journal of the World Aquaculture Society.

Vidya S. R. G., Srikar L. N. (1996). Effect of preprocessice storage on the lipid changes of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen; Asian Fisheries Science; 1996; 9: 109-114.

Wang HX, Ng TB. (2002). Ascalin a new anti-fungal peptide with human immunodeficiency virus type 1 reverse transcriptase-inhibiting activity from shallot bulbs. J Peptides, 23: 1025-29.

Yilmaz, M., Ceylan, Z.G., Kocaman, M., Kaya, M. and Yilmaz, H. (2009). The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of Listeria in *rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)* fillets. Journal Muscle Foods, 20: 465–77.

Wang, Y.J., Huchien, Y. and Hugpan, Ch. (2006) Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation and antioxidantcapacity of characins, (*Hyphessobry callistus*) Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University Keelung, Taiwan.P .202.

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 6, No. 3, Autumn 2017

Effect of diets containing astaxanthin and ascorbic acid on rancidity and sensory assessment of rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* during refrigeration storage

Sahla alizade[1], Seyed Mahdi Ojagh *[2], Alireza Alishahi[2], Seyed Hojat Mirsadeghi[3]

1- M.Sc Student, Dept.of Fisheries Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.
2- Associated Prof., Dept. of Seafood Science and Technology, Faculty of Fisheries and Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3- Ph.D. Student, Dept. of Fisheries Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran

Received: 03.08.2016 Accepted: 23.04.2017
*Corresponding author: Mahdi_ojagh@yahoo.com.

Abstract:
The effect of feeding rainbow trout with diets containing ascorbic acid (100, 400, 1600 mg/ kg) and astaxanthin (40, 60 and 100 mg/ kg) on its fillet qualty during 16 days refrigeration (3-5°C) was studied. Fish were fed for 2 months with the designated diets, then killed and filleted. The fillets were kept in the refrigerator for 16 days. The process of quqlity changes in fillets was assessed using chemical indicators, such as peroxide value (PV), thiobarbituric acid (TBA) and free fatty acid (FFA) and PH as well as sensory indicators through sampling every four days (0, 4, 8, 12 and 16). The results showed that the antioxidant and refrigeration time had significant effects on FFA, PH, PV and TBA. The highest storage conditions and sensory properties were achieved in the sample containinng 1600 mg/kg ascorbic acid and 100 mg/kg astaxanthin.

Keywords: Ascorbic acid, Astaxanthin, Rainbow trout