



مروری بر خصوصیات آنتی اکسیدانی انواع گوشت ماهی و روش های افزایش آن

عباس هاشمی^۱، عطا کبودری^{۱*}

۱- گروه میکروبیولوژی و بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان

* ایمیل نویسنده مسئول: Kaboudari.a@lu.ac.ir

چکیده

امروزه مصرف کنندگان به دنبال مواد غذایی باکیفیت، سالم و ایمن هستند که این نیاز محققان را به توسعه روش های نوین نگهداری مواد غذایی سوق داده است. در مورد محصولات دریایی، انجماد اگرچه رشد میکروبی و فعالیت آنزیم ها را مهار می کند، اما مشکل اکسیداسیون چربی ها و پروتئین ها به قوت خود باقی است. ماهی به دلیل دارا بودن مقادیر بالای اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) به شدت مستعد اکسیداسیون است که این فرآیند منجر به تولید رادیکال های آزاد و کاهش کیفیت محصول می شود. تحقیقات نشان داده اند که هیدرولیزات استخوان ماهی کپور سرگنده با پروتامکس در 10% DH بالاترین توانایی را در حذف رادیکال های آزاد دارد و همچنین تأثیر مثبتی بر بافت و ظرفیت نگهداری آب فیله های ماهی منجمد دارد. در بررسی نقش ادویه ها مشخص شد که زردچوبه و پیاز به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی مؤثر عمل می کنند، هرچند درباره سیر نیاز به مطالعات بیشتری وجود دارد. مطالعات روی ماهیان رودخانه ارس نشان داد که نمونه های زمستانی از نظر اسیدهای چرب مفید غنی تر بوده اند، در حالی که نمونه های تابستانی آنتی اکسیدان های بیشتری داشتند. همچنین استفاده از پوشش خوراکی کیتوسان توانست ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی را حفظ کند، فعالیت آنتی اکسیدانی را افزایش دهد و شاخص های فساد را بهبود بخشد. به طور کلی، ترکیب روش هایی مانند استفاده از هیدرولیزات پروتئینی، ادویه های طبیعی و پوشش دهی می تواند کیفیت و ماندگاری محصولات دریایی منجمد را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. این یافته ها نشان می دهد که با به کارگیری راهکارهای مناسب می توان به خواسته مصرف کنندگان برای دستیابی به محصولات دریایی باکیفیت پاسخ داد.

واژه های کلیدی: اکسیداسیون، آنتی اکسیدان های طبیعی، محصولات دریایی، مواد غذایی سالم

۱- مقدمه

مصرف کنندگان امروزی خواستار مواد غذایی سالم، طبیعی، باکیفیت و ایمن هستند. این انتظارات فزاینده، محققان و صنایع غذایی را به سمت توسعه استراتژی های جدید نگهداری مواد غذایی سوق داده است. اگرچه سرد کردن و انجماد از روش های متداول نگهداری ماهی محسوب می شوند، اما انجماد می تواند بر کیفیت حسی محصول در طول مدت نگهداری تأثیر منفی بگذارد. (۴) این چالش بزرگی برای صنعت ماهی است که بتواند محصولات خوشمزه، کاربردی و باکیفیت بالا را با استفاده از نگهدارنده های طبیعی تولید کند. توسعه چنین محصولاتی نیازمند به کارگیری فناوری های نوین و مواد طبیعی است که همزمان با حفظ کیفیت و ایمنی محصول، خواسته های مصرف کنندگان را نیز برآورده سازد. این امر مستلزم تحقیقات گسترده تر و همکاری نزدیک بین محققان و صنعتگران است [۱].

نگهداری محصولات دریایی به صورت منجمد یک روش معمول برای حفظ بلندمدت این محصولات است. رشد میکروبی و فعالیت آنزیم های درون زاد در دمای پایین به طور مؤثر مهار می شود، اما اکسیداسیون پروتئین ها و چربی ها همچنان ادامه دارد که باعث فساد کیفیت غذا، تغییر رنگ و دنا توره شدن پروتئین ها می شود [۲]. اکسیداسیون لیپیدها یکی از مهم ترین تغییرات



پس از مرگ در فیله ماهی محسوب می‌شود. مقادیر بالای اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) موجود در لیپیدهای ماهی، آنها را به شدت مستعد اکسیداسیون می‌کند. تصور می‌شود اثرات مضر این فرآیند ناشی از رادیکال‌های آزاد تولید شده در طول تشکیل پراکسید از اسیدهای چرب حاوی پیوندهای دوگانه متناوب متیلن در ساختار اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) باشد. رادیکال لیپید به سرعت با اکسیژن جو واکنش داده و در نهایت منجر به تشکیل هیدروپراکسید لیپید و یک رادیکال لیپید جدید می‌شود. اکسیداسیون لیپیدها یک واکنش زنجیره‌ای است که به طور مداوم رادیکال‌های آزاد تولید کرده و موجب تشدید اکسیداسیون می‌شود. اکسیداسیون لیپیدها در ماهی نه تنها باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب می‌شود، بلکه ارزش غذایی آن را نیز کاهش می‌دهد. هیدروپراکسیدهای تولید شده در مقادیر زیاد در طول فرآیند اکسیداسیون بی‌طعم هستند. علاوه بر این، این ترکیبات به راحتی تجزیه شده و طیف وسیعی از بوهای نامطبوع و در برخی موارد تغییر رنگ به زرد را ایجاد می‌کنند. چنین تخریبی اغلب محصول نهایی را برای مصرف نامطلوب می‌سازد. این فرآیندهای اکسیداتیو نه تنها بر کیفیت حسی ماهی تأثیر منفی می‌گذارند، بلکه می‌توانند باعث کاهش ارزش غذایی و حتی ایجاد ترکیبات بالقوه مضر برای سلامت مصرف کننده شوند. در مواردی می‌تواند موجب آسیب بافتی در موجود زنده نیز شده و منجر به سرطان، میوپاتی (بیماری‌های عضلانی)، بیماری‌های التهابی، تصلب شرایین (آترواسکلروز)، پیری و سایر عوارض سلامت بشود [۲].

تحقیقات متعددی با هدف افزایش ماندگاری، بهبود پایداری محصولات حاوی لیپید و ارتقای کیفیت مواد غذایی انجام شده است. آنتی‌اکسیدان‌ها با عملکرد به عنوان مهارکننده رادیکال‌های آزاد، از پراکسیداسیون لیپیدها و سایر فرآیندهای وابسته به رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کنند. در نتیجه، این ترکیبات قادرند بدن انسان را در برابر بسیاری از بیماری‌های ناشی از واکنش‌های رادیکالی محافظت نمایند. هرچند استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی برای پیشگیری از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد گزارش شده است، اما این ترکیبات می‌توانند عوارض جانبی سمی به همراه داشته باشند. این موضوع باعث شده است که جستجو برای یافتن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شود. در سال‌های اخیر علاقه فزاینده‌ای به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در گیاهان دارویی و ادویه‌جات شکل گرفته است، چرا که این ترکیبات نه تنها موجب کند شدن روند اکسیداسیون چربی‌ها می‌شوند، بلکه در بهبود عطر و طعم مواد غذایی نیز مؤثر هستند. ترکیبات فنولی موجود در این گیاهان دارای طیف گسترده‌ای از خواص فیزیولوژیکی می‌باشند که شامل اثرات ضد حساسیت، ضد تصلب شرایین، ضد التهاب، ضد باکتری، ضد ترومبوز، محافظت از قلب و گشادکنندگی عروق می‌شود [۲].

در این مقاله مروری بر عوامل فزاینده و القا کننده خاصیت آنتی‌اکسیدانی گوشت ماهی خواهیم داشت.

۲- استفاده از هیدرولیزات‌های استخوانی

یکی از تحقیقات که با عنوان اثرات آنتی‌اکسیدانی و محافظت در برابر انجماد-ذوب هیدرولیزات‌های استخوان از کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) در فیله ماهیهای منجمد-ذوب شده بررسی شد [۳].

کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) یک ماهی آب شیرین با اهمیت تجاری در چین محسوب میشود؛ به طوری که در سال ۲۰۱۹ میزان تولید آن به ۳,۱۰۱,۶۳۷ تن رسید. در فرآیند تولید سر ماهی یا فیله های کپور سرگنده، مقادیر زیادی محصولات جانبی ماهی تولید میشود. استخوانهای ماهی به عنوان بخش مهمی از محصولات جانبی فیله گیری، منبع خوبی از پروتئین با ارزش بالا، کلسیم زیستی و سایر مواد مغذی هستند. در مقایسه با روش های دفع یا تولید پودر ماهی و کودهای شیمیایی، تهیه پتیدهای عملکردی از طریق هیدرولیز آنزیمی کنترل شده، انتخاب بهتری برای افزایش ارزش این محصولات جانبی میباشد. اخیراً چندین هیدرولیزات پروتئینی با فعالیت آنتی اکسیدانی بالقوه از محصولات جانبی ماهی برای استفاده در محصولات آبرزی تولید شده است. پوششهای خوراکی مبتنی بر افزودنی های آنتی اکسیدان طبیعی، گزینه مناسبی برای به تأخیر انداختن فساد کیفیت فیله های ماهی در طول نگهداری هستند. در این تحقیق از روش اشباع تحت خلأ (VI) یک تکنیک امیدوارکننده با کارایی پوشش دهی بالا است که ترکیبی از فرآیندهای اشباع سنتی همراه با تیمار خلأ میباشد استفاده شد از



این فرآیند برای وارد کردن ترکیبات عملکردی مانند آنتی اکسیدانها، مواد محافظت کننده در برابر انجماد و مواد نگهدارنده بیولوژیکی به مواد غذایی فسادپذیر به منظور بهبود کیفیت آنها استفاده میشود [۳].

هیدرولیزات استخوانی از ماهی کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) با استفاده از پروتامکس و آلکالاز در درجات هیدرولیز 5 (DH)٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ تهیه شدند. فعالیت آنتی اکسیدانی هیدرولیزات استخوانی به طور *in vitro* (در شرایط آزمایشگاهی) ارزیابی شد و سپس هیدرولیزات هایی که فعالیت آنتی اکسیدانی بهتری داشتند، برای غوطه ور کردن فیله های ماهی کپور سرگنده از طریق فرآیند جذب و کیومی در غلظت های ۱٪ و ۲٪ استفاده شدند [۳].

از میان شش هیدرولیزات، هیدرولیز استخوان ماهی با پروتامکس در 10 DH٪ بالاترین توانایی را در حذف رادیکال های آزاد ((88.79% DPPH, ABTS (0.57, 0.76)٪ و رادیکال های هیدروکسیل 0.62, 0.72)٪ و همچنین توانایی بالاتری در اتصال یون های آهنی (0.91, 0.46)٪ داشت. هیدرولیزات ها به طور مؤثر اکسیداسیون پروتئین / چربی ناشی از انجماد و ذوب شدن را به تأخیر انداختند. مقایسه با فیله های بدون درمان نشان داد که فیله های آغشته شده دارای محتوای بیشتر سولفیدریل، فعالیت بیشتر Ca^{2+} ATPase، کربونیل های کمتری و میزان کمتری از مواد واکنش پذیر با اسید تیوباربیتوریک (TBARS) هستند. هیدرولیزات های استخوانی همچنین تأثیر مثبتی بر بافت و ظرفیت نگهداری آب فیله های ماهی منجمد و ذوب شده دارند. هیدرولیزات های استخوان ماهی پروتامکس می توانند به عنوان آنتی اکسیدان های بالقوه برای حفظ فیله های ماهی عمل کنند [۳].

۳- استفاده از ادویه ها در فیله های پخته و خام

همان طور که بیان شد به دلایل مشخص در سال های اخیر علاقه فزاینده ای به ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در گیاهان دارویی و ادویه جات شکل گرفته است، بر این اساس، افزودن فنول های گیاهی با خاصیت آنتی اکسیدانی به محصولات غذایی می تواند نقش مهمی در پیشگیری از انواع بیماری ها ایفا نماید [۲].

از بیست ادویه برای حفظ و نگهداری فیله خام و پخته ای ماهی های *Puntius ticto* و *Puntius sarana* (Hamilton) استفاده شد. مقادیر IC50 بر اساس فعالیت رادیکال های آزاد (DPPH 2,2) از 0.1123، میکروگرم بر میلی لیتر در زردچوبه تا 13.035 میکروگرم بر میلی لیتر در گشنیز رومی متغیر بود. محتوای فنول نیز از 0.365 میکروگرم بر گرم در پیاز تا 5.67 میکروگرم بر گرم در میخک متفاوت بود. در فیله های خام و پخته ای *P. sarana* و فیله ای پخته ای *P. ticto* که با سیر تیمار شده بودند، بالاترین میزان واکنش تیوباربیتوریک اسید (TBA) مشاهده شد ($P < 0.05$). در مورد فیله ای خام *P. ticto*، هم نمونه ای کنترل و هم فیله های تیمار شده با سیر، نرخ بالاتری از واکنش TBA را نشان دادند ($P < 0.05$). فیله های هر دو گونه ماهی در حالت خام، واکنش TBA بالاتری نسبت به حالت پخته داشتند باید در نظر داشت که مقدار این واکنش هر چه بیشتر باشد خاصیت آنتی اکسیدانی آن گوشت کمتر است. این الگو در مورد فیله های تیمار شده با ادویه ها نیز مشابه بود، با این استثنایها:

برای *P. sarana* سیر، هل سبز و سیاه، گشنیز رومی و پیاز برای *P. ticto* سیر، زیره، خردل وحشی، فلفل سیاه و تخم خشخاش که در این موارد، واکنش TBA در حالت پخته بیشتر بود. توصیه می شود از ادویه های حاوی آنتی اکسیدان های فنولی فعال برای مهار اکسیداسیون چربی در *P. sarana* و *P. ticto* استفاده شود. با این حال بر خلاف عادت غذایی بسیاری از مردم، به کارگیری عصاره سیر برای حفظ فیله ها تا زمان انجام مطالعات بیشتر توصیه نمی شود [۲].

۴- تأثیر فصل و گونه

در یک مطالعه حاضر تأثیر فصل و گونه ماهی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی، پروفیل اسیدهای چرب و محتوای ویتامین E فیله ماهی های رودخانه ارس بود. پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره های آبدوست و چرب دوست فیله ماهی ها ارزیابی شد. عصاره های فیله ماهی زندر و بریم در تابستان و ماهی کپور معمولی در زمستان بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را داشتند. اسید پالمیتیک و اسید اولئیک به ترتیب اصلی ترین اسیدهای چرب اشباع (SFA) و تک غیراشباع (MUFA) بودند [۱].



پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره های آبدوست و چرب دوست فیله ماهی ها ارزیابی شد. عصاره های فیله ماهی زندر و بریم در تابستان و ماهی کپور معمولی در زمستان بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را داشتند. اسید پالمیتیک و اسید اولئیک به ترتیب اصلی ترین اسیدهای چرب اشباع (SFA) و تک غیراشباع (MUFA) بودند. اسیدهای چرب C20:5n3 و C22:6n3 فراوان ترین اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) در تمام ماهی ها بودند. در تابستان، بالاترین سطوح SFA (۴۴,۰۹)، کل PUFA (25.97)، n3 PUFA (۲۰,۷۱) و نسبت n3/n6 (۴) در زندر یافت شد. در زمستان، بیشترین مقادیر کل PUFA و n3 PUFA در کپور نقره‌ای مشاهده شد و پس از آن زندر قرار داشت. بالاترین نسبت n3/n6 نیز در کپور نقره‌ای یافت شد. نسبت PUFA/SFA در زمستان برای تمام ماهی ها بیشتر از تابستان بود. محتوای ویتامین E ماهی ها به طور قابل توجهی متفاوت بود. در نتیجه، تغییرات فصلی باعث تغییر پتانسیل آنتی اکسیدانی و ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی ها شد. ماهی های رودخانه ارس، به ویژه زندر، دارای فعالیت آنتی اکسیدانی عالی و کیفیت تغذیه ای بالا هستند. در آخر به زبان ساده میتوان گفت زمستان برای دریافت اسیدهای چرب مفید بهتر است، درحالی که تابستان برای آنتی اکسیدان ها مناسب تر است. این یافته ها نشان می دهد که مصرف این ماهی ها می تواند برای سلامت انسان به ویژه برای پیشگیری از بیماری های قلبی و تقویت سیستم ایمنی مفید باشد [۱].

۵- استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان

در یک تحقیق که به علت بررسی اثر استفاده از پوشش خوراکی کیتوسان طی نگهداری منجمد در بهبود کیفیت میکروبی، فعالیت آنتی اکسیدانی، محتوای فنولی و فلاونوئیدها و ماندگاری ماهی شور شده انجام شد. بهبود کیفیت و پایداری چربی ماهی هرینگ دودی با استفاده از پوشش کیتوزان بررسی گشت [۱].

ماهی شور و دودی (هرینگ دودی) یک محصول ماهی سنتی بسیار محبوب است که به طور گسترده در مصر مصرف می شود. با این حال، رشد سریع کپک و اکسیداسیون چربی که منجر به ماندگاری کوتاه و از دست دادن ویژگی های ضروری از جمله رنگ و طعم دودی می شود. فرآیند دود دادن یک روش سنتی و طبیعی برای حفظ ماهی هرینگ محسوب می شود که نتیجه اثرات ترکیبی کاهش رطوبت، فعالیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی ترکیبات دود است. علاوه بر این، فرآیند دود دادن باعث ایجاد عطر و طعم دودی و رنگ ماهونیا می شود که برای مصرف کنندگان بسیار جذاب است [۱].

در این بررسی نمونه های ماهی هرینگ دودی از تولیدکنندگان محلی جمع آوری شد و به ۵ گروه تقسیم شدند: دو گروه کنترل (نمونه های آغشته به آب و نمونه های آغشته به اسید لاکتیک ۰.۵٪) و سه گروه تیمار شده (نمونه های پوشش دهی شده با کیتوزان ۰.۲٪، ۰.۳٪ و ۰.۴٪) که به مدت ۳ ماه در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در طول این دوره، تجزیه و تحلیل های میکروبیولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی، همراه با تعیین ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها و فعالیت آنتی اکسیدانی انجام شد [۱].

پس از انجام بررسی ها مشخص شد که کیتوزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی را حفظ و فعالیت آنتی اکسیدانی را افزایش داد، پوشش های کیتوزان (به ویژه ۰.۳٪ و ۰.۴٪) رشد میکروبی را تا $4 \log_{10} \text{CFU/g}$ کاهش دادند و شمارش مخمر/کپک را به زیر حد تشخیص رساندند و همچنین بهبود معنادار در شاخص های فساد TBA، TMA، TVBN و ویژگی های حسی مشاهده شد [۱].

۶- نتیجه گیری

اثرات مختلفی بر خاصیت آنتی اکسیدانی گوشت ماهی بررسی شد. که از جمله نقش هیدرولیزات های استخوانی، ادویه ها، فصل و گونه، اثر کیتوسان بودند. که هر کدام از این موارد اثرات مثبت قابل توجهی داشت. در مواردی در ادویه ها مثل سیر پیشنهاد شده به تحقیقات بیشتر با توجه به اینکه در بسیاری از غذاها چاشنی و ادویه ماهی و محصولات دریایی است. پیشنهاد می شود از اثر سیر بر گونه های مختلف و همچنین اثر سیر های مختلف و یا گیاهان و چاشنی هایی با طعم مشابه سیر برای احترام به ذائقه و عادات غذایی مصرف کنندگان و در عین حال داشتن توانایی القا خاصیت آنتی اکسیدانی بالا تحقیقات انجام شود.



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

همچنین از یافته های تحقیقات و همچنین ۴ مورد افزاینده ای که بررسی شد روش های ترکیبی نگهداری و فرآوری مواد غذایی طراحی شده تا بتوان محصولات دریایی با خاصیت آنتی اکسیدانی بالا تولید کرد و طعم خوش و باکیفیت مواد غذایی را به مصرف کنندگان هدیه کرد.

مراجع

- [1] Kheiri A, Aliakbarlu J, Tahmasebi R (2022). Antioxidant potential and fatty acid profile of fish fillet: effects of season and fish species. Veterinary Research Forum 13: 91.
- [2] Goswami P, Mandal P, Jha P, Misra T, Barat S (2013). Antioxidant activities of different spices on the lipid oxidation of cooked and uncooked fillet of two fish species belonging to the genus Puntius. Journal of Agricultural Science and Technology 15: 737-746
- [3] Zhang Y, Dong Y, Dai Z (2021). Antioxidant and cryoprotective effects of bone hydrolysates from bighead carp (*Aristichthys nobilis*) in freeze-thawed fish fillets. Foods 10(6): 1409.