بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد نهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹
۸۸-۸۱
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2020.17538.1530

اثر کیتوزان بر شاخص‌های ترکیب تقریبی و pH در فیله فیل‌ماهی (*Huso huso*) نگه‌داری‌شده در فریزر

سیده مریم دانشور[۱]، *علیرضا عالیشاهی[۲]، سید مهدی اجاق[۲] و حجت میرصادقی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۲]دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۳]دانش‌آموخته دکتری گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱٤؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۳

چکیده

هدف از این پژوهش اثر یک افزودنی کاملاً طبیعی به‌نام کیتوزان بر تغییرات شاخص‌های ترکیب تقریبی (رطوبت، چربی و پروتئین) و pH در فیله فیل‌ماهی (*Huso huso*) طی نگهداری در فریزر بود. این پژوهش شامل ۲ تیمار بود: تیمار فاقد کیتوزان (تیمار شاهد) و تیمار حاوی ۱ درصد کیتوزان محلول در اسید. هر دو تیمار به‌مدت ٤ ماه در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. فیله‌ها در روز صفر (۱۰ ساعت بعد از نگه‌داری در فریزر) و ماه دوم و ماه چهارم انجمادزدایی‌شده و مورد بررسی قرار گرفتند. از نظر ترکیب تقریبی، استفاده از کیتوزان محلول در اسید ۱ درصد سبب کند شدن مؤثر کاهش میزان رطوبت، چربی و پروتئین در فیله ماهی نسبت به فیله‌های فاقد کیتوزان طی نگهداری در فریزر شد. استفاده از کیتوزان محلول در اسید ۱ درصد همچنین سبب پایین ماندن pH فیله ماهی طی دوره نگه‌داری در فریزر نسبت به گروه شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: ترکیب تقریبی، فیله فیل‌ماهی، کیتوزان، pH

* مسئول مکاتبه: alishahimoj@gmail.com

مقدمه

ماهیان خاویاری از جهات مختلف دارای اهمیت ویژه‌ای هستند و تاریخ تکاملی آن‌ها به ۱۰۰ میلیون سال پیش برمی‌گردد. ٦ گونه از ماهیان خاویاری ساکن دریای خزر هستند که فیل‌ماهی باارزش‌ترین گونه در معرض خطر دریای خزر در نظر گرفته شده است. فیل‌ماهی از نقطه‌نظر تولید کیفی خاویار رتبه اول را در بین ماهیان خاویاری به خود اختصاص داده است (مازندرانی و همکاران، ۲۰۱٤). همواره تغییر کیفیت ماهی تازه صیدشده دغدغه اصلی مصرف‌کنندگان و فروشندگان بوده است که این میزان تغییر به نوع حمل و نقل، شرایط نگه‌داری، گونه ماهی، فصل صید، روش صید و دیگر شرایط بستگی دارد (راهبین و اولنسچاگر، ۲۰۰۹). اجزای اصلی تشکیل‌دهنده گوشت ماهی شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر می‌باشند که میزان این ترکیبات بسته به عوامل متعددی در گونه‌های مختلف متغیر می‌باشد (اجاق و همکاران، ۲۰۱۰؛ آلمو و همکاران، ۲۰۱۳). چربی جزئی از ترکیب شیمیایی عضله می‌باشد که بیش‌ترین اختلاف را از نظر مقداری در بدن ماهی نشان می‌دهد. حتی در یک گونه خاص نیز ممکن است این اختلاف در فصول مختلف سال مشاهده شود که حداقل مقدار آن معمولاً هنگام تخم‌ریزی است. چربی‌ها منابع انرژی متابولیک می‌باشند (ملاردی و احمدی، ۱۳۸۵). مقادیر ترکیب شیمیایی در بدن آبزیان به نوع تغذیه، محیط زندگی، سن و جنس موجود زنده بستگی دارد. بدون شک میزان و نوع غذای دریافتی توسط موجود زنده مهم‌ترین دلیل تفاوت ترکیب شیمیایی است. هم‌چنین روش اندازه‌گیری این ترکیبات نیز تأثیرگذار می‌باشد (کوچکیان صبور و یاسمی، ۱۳۹۰؛ ولایت‌زاده، ۱۳۹۰). از طرفی دانستن میزان ترکیبات شیمیایی به انتخاب گونه مناسب برای تغذیه انسان و صنایع غذایی کمک می‌نماید (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۰). کیتوزان از استیل‌زدایی کیتین به‌دست می‌آید. کیتین در دیواره سلولی حشرات، قارچ‌ها و سخت‌پوستان وجود دارد (لاتو و همکاران، ۲۰۱٤). کیتوزان یک ماده غیرسمی، زیست‌تجزیه‌پذیر و زیست‌سازگار است (کوما و همکاران، ۲۰۰۲) که خاصیت ضداکسیداسیونی، ضدمیکروبی و ضدالتهابی دارد (شهیدی و همکاران، ۱۹۹۹؛ جایاکومار و همکاران، ۲۰۰۷). پوشش‌ها و فیلم‌های بسته‌بندی به‌طور تجاری مورد مصرف قرار می‌گیرند و سبب کاهش از دست رفتن رطوبت، ممانعت از آسیب فیزیکی، بهبود ظاهری محصول و حمل مواد سازنده غذا می‌شوند. کیتوزان به‌عنوان افزودنی در تولید فیلم‌های خوراکی و به‌عنوان نگه‌دارنده در آبزیان و فرآورده‌های آبزیان کارکرد مناسبی داشته است (فان و همکاران، ۲۰۰۹؛ اجاق و همکاران، ۲۰۱۰).

هدف از این پژوهش، بررسی عملکرد کیتوزان محلول در اسید ۱ درصد به‌عنوان یک افزودنی طبیعی در تغییرات میزان ترکیب تقریبی (رطوبت، چربی و پروتئین) و pH فیله فیل‌ماهی طی نگهداری در فریزر بود.

مواد و روش‌ها

۳ فیل‌ماهی نر با وزن ۳±۲۰ کیلوگرم از شرکت آبزی گستران ساعی در شهرستان ساری خریداری شدند. بعد از جداسازی سر و شکم، با آب بهداشتی شسته شده و ماهی‌ها در محیطی کاملاً بهداشتی و به روش دستی فیله شدند. نمونه‌ها به‌صورت تصادفی به ۲ تیمار تقسیم گردیدند. تیمار فیله بدون کیتوزان به‌عنوان تیمار شاهد شناخته شد، بقیه فیله‌ها به‌مدت ۵ دقیقه در محلول کیتوزان ۱ درصد غوطه‌ور شدند. بعد از آماده‌سازی در بسته‌های پلی‌اتیلنی توسط دستگاه بسته‌بندی در خلاء بسته‌بندی شده و در فریزر با دمای

۱۸- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. در این پژوهش نمونه‌ها از قسمت پشتی (حد فاصل باله شکمی و باله سینه‌ای) انتخاب گردید. فیله‌ها در ۳ زمان (روز صفر، ماه دوم و ماه چهارم) از فریزر بیرون آورده شده و انجمادزدایی شدند. روش انجمادزدایی، انجمادزدایی در هوای آزاد بود. لازم به ذکر است که آزمایش روز صفر بعد از ۱۰ ساعت از آماده‌سازی اولیه طی نگه‌داری در فریزر انجام شد. تعیین ترکیب تقریبی (چربی، پروتئین و رطوبت) و pH فیله‌های خام در هر ۳ زمان بعد از انجمادزدایی سنجیده شد.

تعیین ترکیب تقریبی

رطوبت: ۵ گرم نمونه خرد شده از هر تیمار درون پتری‌دیش که از قبل خشک و توزین شده بود قرار داده شد و پتری‌دیش‌ها در داخل آون با دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت و عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن محسوسی در نمونه مشاهده نشد سپس پتری‌دیش‌ها به درون دسیکاتور منتقل شده و پس از سرد شدن مجدداً توزین گردید و میزان رطوبت با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (AOAC، ۲۰۰۵).

(۱) وزن اولیه نمونه/ [۱۰۰ × (وزن ثانویه نمونه- وزن اولیه نمونه)] = میزان رطوبت (درصد)

چربی: چربی کل به روش سوکسله (Soxhelt method) اندازه‌گیری شد. نمونه‌هایی که قبلاً خشک شده بودند با دقت در کاغذ صافی واتمن شماره ٤ ریخته و کاغذ به دقت تا شد و در بالن مخصوص دستگاه سوکسله قرار گرفت. بالن دستگاه به‌وسیله پترولیوم اتر تا جایی که سطح نمونه را کاملاً بپوشاند، پر شد و به دستگاه وصل گردید. آب سرد در تمام مدت حرارت‌دهی بالن‌ها جریان داشت. بالن در دمای ٦٠-٥٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت حرارت داده شد. پس از این مدت بالن استخراج از دستگاه جدا گردید و باقی‌مانده حلال در بالن جهت تبخیر تا رسیدن به وزن ثابت داخل آون با دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت سپس درون دسیکاتور قرار داده شد و وزن آن به‌طور دقیق توزین گردید. تفاوت وزن اولیه بالن از وزن ثانویه میزان چربی نمونه را بر حسب درصد نشان داد که از رابطه ۲ محاسبه گردید (AOAC، ۲۰۰۵).

(۲) وزن نمونه/ [۱۰۰ × (وزن ثانویه بالن- وزن اولیه بالن)] = میزان چربی (درصد)

پروتئین: اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال (Kjeldal method) انجام شد. مقدار یک گرم نمونه دقیقاً توزین و در بالن هضم ریخته شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ و ۸ گرم از مخلوط پودر کاتالیزور (۹٦ درصد سولفات‌سدیم خشک، ۳/۵ درصد سولفات‌مس و ۰/۵ درصد دی اکسیدسلنیوم) به آن افزوده گردید و بالن در دستگاه مخصوص هضم کلدال قرار داده شد و حرارت‌دهی آغاز گردید. حرارت‌دهی تا باقی ماندن مایع بی‌رنگ در ته بالن ادامه یافت، در این موقع نمونه کاملاً هضم شده بود. عمل هضم در حدود ۲ ساعت به طول انجامید. پس از سرد شدن، بالن در دستگاه تقطیر قرار داده شد. پیش‌تر آب مقطر و محلول اسیدبوریک ۲ درصد و سود ۳٤ درصد ساخته شد و در مخازن مربوطه در دستگاه تقطیر قرار گرفت. در زیر قسمت کندانسور دستگاه تقطیر، یک ارلن‌مایر محتوی چند قطره معرف متیل‌رد و بروموکروزول سبز قرار داده شد و دستگاه تقطیر آماده گردید. عمل تقطیر برای هر نمونه حدود ۵ دقیقه به طول انجامید. از ابتدا یک شاهد هم در نظر گرفته شد و همه اعمال فوق‌الذکر با شاهد نیز انجام

گردید. پس از آن ارلن‌مایر از زیر دستگاه جدا شده و محلول به‌وسیله اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال خنثی گردید (AOAC، ۲۰۰۵).

با در نظر گرفتن رابطه ۳ مقدار درصد نیتروژن و نیز با در نظر گرفتن ضریب پروتئین، مقدار درصد پروتئین محاسبه گردید.

(۳) وزن نمونه/ [۱۰۰ × (حجم تیترانت مصرفی نمونه– حجم تیترانت مصرفی شاهد) × نرمالیته تیترانت × ۱/٤۰۰۷] = میزان نیتروژن (درصد)

٦/۲۵ × درصد نیتروژن = میزان پروتئین (درصد)

pH: ۵ گرم از نمونه ماهی هموژن شده و با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و در نهایت pH نمونه با دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد (سلام و سامیجیما، ۲۰۰٤).

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از تجزیه واریانس دوطرفه و جهت مقایسه میانگین از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده گردید. اطلاعات و نتایج جمع‌آوری‌شده از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (version 9.0) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج

آنالیز ترکیب تقریبی

رطوبت: نتایج اندازه‌گیری میزان رطوبت تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی زمان‌های مختلف نگه‌داری در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- تغییرات میزان رطوبت تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی ٤ ماه نگهداری در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد.

تیمار/ زمان	۰	۲	٤
شاهد	۷۷/۲٤±۰/۱^{Aa}	۷٤/۹۸±۰/۱^{Ab}	٦۹/۳۲±۰/۰۷^{Ac}
*ک- م- اسید ۱٪	۷۷/۲۲±۰/۰٤^{Aa}	۷٦/۸٦±۰/۰۷^{Ba}	۷۰/۲۷±۰/۰۲^{Bb}

داده‌ها به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. * کیتوزان محلول در اسید. حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ردیف و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد. (P<۰/۰۵) معرف وجود تفاوت معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد می‌باشد.

میزان رطوبت در روز صفر در تیمارکیتوزان محلول در اسید نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نداشت (P≤۰/۰۵). رطوبت تیمارهای مختلف با گذر زمان کاهش یافت، به‌طوری‌که تیمارهای شاهد در مقایسه با سایر تیمارها کاهش رطوبت بیش‌تری را نشان دادند (P≤۰/۰۵). در بین تیمارها، تیمار شاهد زمان ٤ کم‌ترین و تیمار شاهد در زمان ۰ بیش‌ترین میزان رطوبت را نشان دادند، یعنی با گذشت زمان میزان رطوبت در تیمارها کاهش یافت (جدول ۱).

چربی: نتایج اندازه‌گیری میزان چربی تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی زمان‌های مختلف نگه‌داری در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- تغییرات میزان چربی تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی ٤ ماه نگهداری در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد.

تیمار/ زمان	۰	۲	٤
شاهد	٤/۳٦±۰/۰۱^{Aa}	۳/۷۵±۰/۰۵^{Ab}	۳/۲۰±۰/۰۵^{Ac}
*ک- م- اسید ۱٪	٤/٤۰±۰/۰٤^{Aa}	٤/۱۷±۰/۰۲^{Bab}	۳/۹۲±۰/۰۲^{Bb}

داده‌ها به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. * کیتوزان محلول در اسید. حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ردیف و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد. (P<۰/۰۵) معرف وجود تفاوت معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد می‌باشد.

مقادیر تغییرات میزان چربی در همه تیمارها در زمان ۲ و ٤ کاهش یافت (P≤۰/۰۵). در بین تیمارها، تیمار شاهد در زمان ٤ کم‌ترین و تیمار کیتوزان در زمان ۰ بیش‌ترین میزان چربی را نشان دادند، یعنی با گذشت زمان میزان چربی کاهش یافت (جدول ۲).

پروتئین: نتایج اندازه‌گیری میزان پروتئین تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی زمان‌های مختلف نگه‌داری در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- تغییرات میزان پروتئین تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی ٤ ماه نگهداری در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد.

تیمار/ زمان	۰	۲	٤
شاهد	۱۹/۹۵±۰/۰۵^{Aa}	۱۹/٦۷±۰/۰۲^{Aa}	۱۸/۱۷±۰/۰۲^{Ab}
*ک- م- اسید ۱٪	۱۹/۹۰±۰/۰۵^{Aa}	۱۹/۸۸±۰/۰۷^{Aa}	۱۹/۳۸±۰/۰۷^{Ba}

داده‌ها به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. * کیتوزان محلول در اسید. حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ردیف و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد. (P<۰/۰۵) معرف وجود تفاوت معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد می‌باشد.

مقادیر تغییرات میزان پروتئین در همه تیمارها در زمان ۲ و ٤ کاهش یافت (P≤۰/۰۵). در بین تیمارها، تیمار شاهد در زمان ٤ کم‌ترین و تیمار شاهد در زمان ۰ بیش‌ترین میزان پروتئین را نشان دادند، یعنی با گذشت زمان میزان پروتئین کاهش یافت (جدول ۳).

pH: نتایج اندازه‌گیری میزان pH تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی زمان‌های مختلف نگه‌داری در جدول ٤ آورده شده است.

جدول ٤- تغییرات میزان pH تیمارهای مختلف فیله فیل‌ماهی طی ٤ ماه نگهداری در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد.

تیمار/ زمان	۰	۲	٤
شاهد	٦/۱۳±۰/۰٤^{Aa}	٦/۲۷±۰/۰۲^{Aa}	٦/۹۰±۰/۰۵^{Ab}
*ک- م- اسید ۱٪	۵/۷۵±۰/۰٤^{Ba}	۵/۸۷±۰/۰۲^{Ba}	٦/۲۷±۰/۰۲^{Bb}

داده‌ها به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. * کیتوزان محلول در اسید. حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ردیف و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد. (P<۰/۰۵) معرف وجود تفاوت معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد می‌باشد.

نتایج بررسی میزان pH فیله فیل‌ماهی، میان تیمارهای مختلف و طی زمان‌های مختلف نگه‌داری تفاوت معنی‌داری نشان داد (P≤۰/۰۵). درتیمارها همواره تیمار شاهد بیش‌ترین و تیمار کیتوزان محلول در اسید کم‌ترین میزان pH را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. میزان pH بعد از افزودن نگه‌دارنده در تیمارهای کیتوزان محلول در اسید نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت (P≤۰/۰۵). مقادیر pH مشاهده‌شده طی زمان نگه‌داری در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌دار روند افزایشی داشت (P≤۰/۰۵). در این پژوهش تیمار شاهد بیش‌ترین و تیمار کیتوزان محلول در اسید کم‌ترین میزان pH را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند (جدول ۲).

بحث

طبق جدول ۱ میزان رطوبت در روز صفر در تیمارکیتوزان محلول در اسید نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نداشت (P≤۰/۰۵). رطوبت تیمارهای مختلف با گذر زمان کاهش یافت، به‌طوری‌که تیمارهای شاهد در مقایسه با سایر تیمارها کاهش رطوبت بیش‌تری را نشان دادند (P≤۰/۰۵). در بین تیمارها، تیمار شاهد زمان ٤ کم‌ترین و تیمار شاهد در زمان ۰ بیش‌ترین میزان رطوبت را نشان دادند، یعنی با گذشت زمان میزان رطوبت در تیمارها کاهش یافت. افت تدریجی رطوبت تیمارهای مورد مطالعه در طول زمان نگه‌داری ناشی از دهیدراسیون اسمزی و دناتوراسیون پروتئین بافت ماهی می‌باشد که با دناتوره شدن ساختار پروتئین‌ها توانایی نگه‌داری آب از دست رفته و مقدار رطوبت در طول زمان نگه‌داری کم می‌گردد (شبیر و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج مطالعه حاضر با مطالعات (سایاس- باربر و همکاران، ۲۰۱۱؛ چانتاراساتاپرن و همکاران، ۲۰۱۳) مطابقت دارد.

طبق جدول ۲ مقادیر تغییرات میزان چربی در همه تیمارها در زمان ۲ و ٤ کاهش یافت (P≤۰/۰۵). در بین تیمارها، تیمار شاهد در زمان ٤ کم‌ترین و تیمار کیتوزان در زمان ۰ بیش‌ترین میزان چربی را نشان دادند، یعنی با گذشت زمان میزان چربی کاهش یافت. سایاس- باربر و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثر وزن ملکولی و غلظت کیتوزان در برگرهای مختلف گوشت خوک پرداختند و دریافتند که نمونه‌های حاوی یک درصد کیتوزان کم‌ترین میزان چربی را دارد که برخلاف نتایج پژوهش حاضر است که می‌تواند به عواملی مانند نوع گوشت و نوع کیتوزان مرتبط باشد.

طبق جدول ۳ مقادیر تغییرات میزان پروتئین در همه تیمارها در زمان ۲ و ٤ کاهش یافت (P≤۰/۰۵). در بین تیمارها، تیمار شاهد در زمان ٤ کم‌ترین و تیمار شاهد در زمان ۰ بیش‌ترین میزان پروتئین را نشان دادند، یعنی با گذشت زمان میزان پروتئین کاهش یافت. فعالیت آنزیمی و باکتریایی تحت‌تأثیر مقدار و نوع نگه‌دارنده متفاوت است که هرچه این میزان بیش‌تر باشد، فعالیت آنزیمی و باکتریایی کم‌تر و در نهایت کاهش پروتئین، کم‌تر است. بنابراین اختلاف عددی در یافته‌های این پژوهش و سایر پژوهش‌ها ناشی از آماده‌سازی اولیه، میزان و نوع نگه‌دارنده و زمان و شرایط نگه‌داری و نوع گونه مورد بررسی می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه (سایاس- باربر و همکاران، ۲۰۱۱) مطابقت دارد. نتایج پژوهش (موهان و همکاران، ۲۰۱۱؛ چمن‌آرا و همکاران، ۲۰۱۳؛ یو و همکاران، ۲۰۱۷) تأییدکننده تأثیر ضدمیکروبی کیتوزان بود.

طبق جدول ۲ نتایج بررسی میزان pH فیله فیل‌ماهی، میان تیمارهای مختلف و طی زمان‌های مختلف نگه‌داری تفاوت معنی‌داری نشان داد (P≤۰/۰۵). در تیمارها همواره تیمار شاهد بیش‌ترین و تیمار کیتوزان محلول در اسید کم‌ترین میزان pH را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. میزان pH بعداز افزودن نگه‌دارنده در تیمارهای کیتوزان محلول در اسید نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت

(P≤۰/۰۵) که احتمالاً به‌دلیل خاصیت اسیدی کیتوزان است که این وابسته به حلال کیتوزان (اسید استیک) می‌باشد (لین و چااو، ۲۰۰۱). اوز و همکاران (۲۰۱۶) در تیمارهای فیله گوساله حاوی کیتوزان محلول در آب میزان pH را بالاتر از نمونه شاهد فاقد کیتوزان نشان دادند که این نتایج متفاوت با نتایج این پژوهش می‌باشد. در این پژوهش تیمار شاهد بیش‌ترین و تیمار کیتوزان محلول در اسید کم‌ترین میزان pH را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند، که این موضوع احتمالاً به تفاوت ترکیبات گوشت گوساله و ماهی مرتبط است. حداکثر میزان pH برای محصولات قابل مصرف ۷/۵-۷ عنوان شده است (Codex، ۲۰۰۳). مقادیر pH مشاهده شده طی زمان نگه‌داری در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌دار روند افزایشی داشت (P≤۰/۰۵). افزایش pH اثر قابل‌توجهی بر کیفیت محصول طی دوره نگه‌داری دارد که می‌تواند باعث کاهش کیفیت محصول شود (سوزا و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش pH با گذشت زمان نگه‌داری را می‌توان به فعالیت آنزیم‌های اتولیتیک و باکتری‌های پروتئولیتیک فاسدکننده ماهی نسبت داد (کلینسکر و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج مشابهی توسط فان و همکاران (۲۰۰۹)؛ اجاق و همکاران (۲۰۱۰)؛ یو و همکاران (۲۰۱۷) گزارش گردید. آن‌ها مشاهده کردند که میزان pH نمونه‌های دارای پوشش کیتوزانی افزایش کندتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشت و بیان کردند که وجود کیتوزان، فعالیت پروتئازهای درونی را کاهش می‌دهد که بدین‌ترتیب تولید بازهای نیتروژنی فرار مثل آمونیاک و تری‌متیل‌آمین حاصل از آنزیم‌های میکروبی یا درونی خود ماهی کاهش پیدا می‌کند.

از این پژوهش نتیجه‌گیری شد که استفاده از کیتوزان محلول در اسید ۱ درصد اثر مثبتی بر روند کاهش تدریجی میزان شاخص‌های ترکیب تقریبی (رطوبت، چربی و پروتئین) فیله‌های فیل‌ماهی طی نگهداری در فریزر داشت. افزودن کیتوزان محلول در اسید ۱ درصد به فیله فیل‌ماهی به‌دلیل اسیدی بودنش سبب جلوگیری از افزایش pH در طی مدت نگهداری شد.

منابع

1. Alemu, L.A., Melese, A.Y., and Gulelat, D.H. 2013. Effect of endogenous factors on proximate composition of nile tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.) fillet from Lake Zeway. Amer. J. Res. Commun. 1: 11. 405-410.
2. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. p. 20 Arlington, Virginia.
3. Askari Sari, A., and Velayatzadeh, M. 2011. Measurement and comparison of muscle chemical composition of Two Species of Western White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Iranian Indian White Shrimp (*Penaeus indicus*). J. Vet. Labor. 3: 2. 117-124.
4. Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri, M., and Gorgin, S. 2013. Shelflife extension of fish samples by using enriched chitosan coating with thyme essential oil. J. Aqua. Food Prod. Technol. 22: 3-10.
5. Chantarasataporn, P., Yokan, R., Visessanguan, W., and Chirachanchai, S. 2013. Water-based nano-sized chitin and chitosan as seafood additive through a case study of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). J. Food Hydrocoll. 32: 341-348.
6. Codex. 2003. Code of practice for fish and fishery products (cac/rcp 52-2003).
7. Coma, V., Martial, G.A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, F., and Deschamps, A. 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. J. Food Sci. 67: 1162-1169.
8. Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., and Zhang, Y., and Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. J. Food Chem. 115: 66-70.
9. Jayakumar, R., Nwe, N., Tokura, S., and Tamura, H. 2007. Sulfated chitin and chitosan as novel biomaterials. Inter. J. Biol. Macromol. 40: 175-181.

10. Kilincceker, O., Dogan, I.S., and Kucukoner, E. 2009. Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. J. Food Sci. Technol. 42: 868-873.
11. Kouchakian Sabour, A., and Yasemi, M. 1390. Fishery production technology. Jihad-e-Agriculture institute of higher education. First edition. 126p.
12. Latou, E., Mexis, S.F., Badeka, A.V., Kontakos, S., and Kontominas, M.G. 2014. Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf life extension of chicken breast fillets. J. LWT-Food Sci. Technol. 55: 263-268.
13. Lin, K.W., and Chao, J.Y. 2001. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. J. Meat Sci. 59: 343-351.
14. Malardi, M.R., and Ahmadi, A. 1385. Food Chemistry and Technology. Innovative publications. Tehran. 299p.
15. Mazandarani, M., Taheri Mirghaed, A., and Hoseini, S.M. 2014. Hematological characteristics and reproduction indices of wild beluga (*Huso huso*) broodstocks from the southeast of the Caspian Sea. Iran. J. Vet. Med. 9: 1. 65-71.
16. Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Lalitha, K.V., and Srinivasa-Gopal, T.K. 2012. Effect of chitosan edible coating on the quality of double-filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. J. Food Hydrocoll. 26: 167-174.
17. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry. 120: 193-198.
18. Oz, F., Kızıl, M., Zaman, A., and Turhan, S. 2016. The effects of direct addition of low and medium molecular weight chitosan on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chop. J. LWT-Food Sci. Technol. 65: 861-867.
19. Rehbein, H., and Oehlenschläger, J. 2009. Fishery products Quality, Safety and Authenticity. Wiley-Blackwell, pp. 3-15, 93-96, 286-300.
20. Sallam, K.h.I., and Samjima, K. 2004. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. J. LWT-Food Sci. Technol. 37: 865-871.
21. Sayas-Barber, E., Quesada, J., Sanchez-Zapata, E., Viuda-Martos, M., Fernandez-Lopez, F., Perez-Alvarez, J.A., and Sendra, E. 2011. Effect of the molecular weight and concentration of chitosan in pork model burgers. J. Meat Sci. 88: 740-749.
22. Shabbir, M.A., Raza, A., Anjum, F.M., Khan, M.R., and Suleria, H.A.R. 2015. Effect of thermal treatment on meat proteins with special reference to heterocyclic aromatic amines (HAAs). J. Food Sci. Nutr. 55: 82-93.
23. Shahidi, F., Kamil, J., Arachchi, V., and Jeon, Y.J. 1999. Food applications of chitin and chitosans. J. Food Sci. Technol. 10: 37-51.
24. Souza, B.W.S., Cerqueira, M.A., Ruiz, H.A., Martins, J.T., Cassareigo, A., and Teixeira, J.A. 2010. Effect of Chitosan-Based Coatings on the shelf life of salmon (*Salmon salar*). J. Agric. Food Chem. 58: 21. 11456-11462.
25. Velayatzadeh, M. 1392. Evaluation of protein, fat, carbohydrate, fiber, ash and moisture content in banana shrimp muscle (*Fenneropenaeus merguiensis*) in Hormozgan province. Second national conference on Food Science and Technology, Islamic Azad University of Quchan Branch. 5p.
26. Yu, D., Jiang, Q., Xu, Y., and Xia, W. 2017. The shelf life extension of refrigerated grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets by chitosan coating combined with glycerol monolaurate. Inter. J. Biol. Macromol. 101: 448-454.