



Research Paper

The Effect of Rosemary Extract (*Rosmarinus officinalis*) on Reducing Spoilage of Rainbow Trout (*Onchorhynchus Mykiss*) During Storage in Cold Conditions

Mehdi Babazadeh^{1*}, Maryam Shapoory²

¹Assistant Professor, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

²Associate Professor, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

Received: 03/01/2024, Accepted: 16/06/2024

Abstract

Rosemary is a natural antimicrobial that effective on many pathogens and food spoilage organisms. The purpose of this study was using of two levels of ethanolic extract of Rosemary (0.1% and 0.3%) in order to increase the shelf-life rainbow trout fillets in the cold condition. Factors considered include (Peroxide value and total volatile base nitrogen) and microbial parameters (Total count of bacteria and Psychotropic count) in periods of 0, 3, 6, 9, 12 and 15 days. The changes in TVB-N and TV values during treatment with ethanolic extract of 0.3% significantly ($p < 0.05$) was lower than the other treatments. Also, the results of microbial parameters referred that. However, on day 9-12, all parameters were outside the standard range. In conclusions, based on the results of this study, the use of Rosemary extract especially in concentration of 0.3%, is more effective in reducing the organisms responsible for spoilage and delaying fat oxidation and ultimately increasing shelf-life rainbow trout fillets.

Keywords: Rosemary, Spoilage, Shelf life, Trout

Citation: Babazadeh M, Shapoory M. The effect of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on reducing spoilage of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) during storage in cold conditions. *Quality and Durability of Agricultural Products and Food Staffs*, 2024; 4(1): 14-23.



© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Kerman, Iran

DOI: <https://doi.org/10.71516/qafj.2024.915840>

*Corresponding author: Mehdi Babazadeh, Email: babazadeh56@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Fish, particularly rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), is highly perishable due to its high moisture content, making it susceptible to spoilage and microbial growth. Ensuring the freshness of fish, especially during refrigerated storage, remains a challenge in the food industry. While synthetic preservatives have been used to prolong the shelf-life of fish, increasing consumer awareness of the negative effects of these chemicals has led to a growing preference for natural alternatives. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), a plant known for its antimicrobial and antioxidant properties, has gained attention as a natural preservative. This study evaluates the effectiveness of rosemary extract in two concentrations (0.1% and 0.3%) in extending the shelf-life of rainbow trout fillets during refrigerated storage, focusing on chemical and microbial spoilage indicators.

Methods

Eighteen rainbow trout were purchased from a local farm and transported under cold chain conditions to the laboratory. After filleting, the fish fillets were treated with ethanolic rosemary extract at two concentrations: 0.1% and 0.3%. The rosemary extract was prepared by soaking dried rosemary in 80% ethanol for two days, followed by filtration and concentration. The fillets were coated with the extract through immersion and stored in refrigerated conditions at 4°C for 15 days. The chemical parameters, including Peroxide Value (PV) and Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N), and microbial parameters, including Total Viable Count (TVC) and Psychrotrophic Bacteria Count (PTC), were measured on days 0, 3, 6, 9, 12, and 15 of storage. The data were

analyzed using a completely randomized design, with Duncan's multiple range test employed for statistical comparisons at a significance level of 0.05.

Results and Discussion

The peroxide value (PV) showed a significant increase over the storage period for all treatments, with the 0.3% rosemary extract group exhibiting the slowest rate of increase compared to the other treatments. Specifically, at day 9, the PV in the control group was higher than in the rosemary-treated groups. On day 12, a slight reduction in PV was observed across all treatments. The rosemary extract at 0.3% demonstrated the most effective inhibition of lipid oxidation, maintaining a lower PV compared to the 0.1% concentration and the control group. Similarly, the total volatile base nitrogen (TVB-N) increased significantly during the storage period, with the control group showing the highest increase. The 0.3% rosemary extract treatment exhibited the lowest TVB-N values, indicating better preservation of fish quality over time. Microbial analysis showed that TVC and PTC increased progressively in all treatments, but the rosemary-treated groups had a slower rate of bacterial growth, particularly at the 0.3% concentration, which exhibited the lowest bacterial counts at all-time points compared to the control. The results indicate that rosemary extract, particularly at the 0.3% concentration, effectively reduced microbial growth and delayed oxidative spoilage in rainbow trout fillets. The antimicrobial activity of rosemary is attributed to its phenolic compounds, such as rosmarinic acid, which inhibit bacterial growth. Additionally, rosemary's antioxidant properties, due to compounds like carnosic acid, help delay the oxidation of lipids, which is a major cause of quality deterioration in fish. The slower increase in PV and TVB-N in rosemary-treated fillets suggests that rosemary not only preserves freshness by preventing microbial growth but also helps maintain

the sensory qualities of the fish. This is consistent with previous studies showing rosemary's effectiveness in preserving fish and other perishable foods by extending their shelf life. The study confirms that the 0.3% rosemary extract concentration is particularly effective in extending shelf-life, as it slows down both the microbial spoilage and chemical deterioration of fish fillets during refrigeration. The results align with other studies that found rosemary extracts to be a viable alternative to synthetic preservatives in fish preservation.

Conclusion

This study demonstrates that rosemary extract, especially at a concentration of 0.3%, is highly effective in reducing spoilage and extending the shelf-life of rainbow trout fillets during refrigerated storage. The rosemary treatment significantly reduced microbial growth and delayed fat oxidation, which are key factors contributing to fish spoilage. Therefore, rosemary extract can be considered a natural, safe, and effective preservative for enhancing the shelf life and quality of fish products. Further studies using higher concentrations and a broader range of parameters are recommended to optimize the preservation technique for commercial applications.

Keywords: Rosemary, Spoilage, Shelf life, Trout

Funding: There was no external funding in this study.

Authors' contribution: All authors contributed equally to the writing and preparation of this manuscript.

Conflict of interest: The authors do not have any conflicts of interest with any commercial or other association with the article.



مقاله پژوهشی

تأثیر عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis*) در کاهش فساد فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) طی دوره نگهداری در شرایط سرد

مهدی بابازاده^{۱*}، مریم شاپوری^۲

^۱استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

^۲دانشیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۷

چکیده

رزماری، گیاهی است که بر روی بسیاری از عوامل بیماری‌زا و ارگانسیم‌های مسبب فساد مواد غذایی تأثیرگذار است. هدف از انجام این تحقیق استفاده از عصاره گیاه رزماری در دو غلظت (۰/۱ و ۰/۳ درصد) به منظور افزایش مدت‌زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلائی رنگین کمان در دمای یخچال بود. فاکتورهای مورد بررسی شامل پارامترهای شیمیایی (مجموع بازهای نیتروژنی فرار و عدد پر اکسید) و پارامترهای میکروبی (شمارش کلی باکتری‌ها و شمارش باکتری‌های سرماگرا) بوده که طی روزهای صفر، سوم، ششم، نهم، دوازدهم و پانزدهم نگهداری، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد مقادیر PV و TVN و پارامترهای میکروبی در تیمار با غلظت ۰/۳ درصد، به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$)، کمتر از سایر تیمارها بود. همچنین با افزایش دوره نگهداری، میزان فساد افزایش یافت با وجود این، در روزهای نهم تا دوازدهم، تمامی پارامترهای مورد بررسی خارج از دامنه استاندارد بودند. بر اساس یافته‌های حاصله، استفاده از عصاره رزماری به‌ویژه در غلظت ۰/۳٪، در کاهش ارگانسیم‌های مسئول فساد و به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی و در نهایت افزایش عمر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلائی رنگین کمان، مؤثرتر است.

واژه‌های کلیدی: رزماری، فساد، ماندگاری، قزل‌آلا

استناد: مهدی بابازاده، مریم شاپوری، تأثیر عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis*) در کاهش فساد فیله

ماهی قزل‌آلائی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) طی دوره نگهداری در شرایط سرد، کیفیت و

ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، (۱۴۰۳)، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۱۴-۲۳.

DOI: <https://doi.org/10.71516/qafj.2024.915840>

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، ایران

© نویسندگان



مقدمه

قابلیت فسادپذیری بالای ماهیان، سبب شده تا حفظ کیفیت ماهی تازه، یکی از مسائل مهم موردتوجه صنعت ماهی و مصرف‌کنندگان باشد، لذا توجه به عمر ماندگاری محصول، مهم است. بدین منظور، روش‌های متعددی برای جلوگیری از رشد یا از بین بردن باکتری‌های عامل فساد و پاتوژن‌ها و همچنین افزایش کیفیت و امنیت غذاهای نگهداری شده در یخچال ارائه شده است (۱). تلاش‌های زیادی مانند استفاده از مواد شیمیایی سنتزی جهت کنترل رشد میکروبی و کاهش شیوع مسمومیت‌های غذایی و فساد، صورت پذیرفته است. در هر حال به دلیل اثرات سوء این ترکیبات، مصرف‌کنندگان نگران بوده و در نتیجه نیاز به مواد ایمن‌تر برای جلوگیری و کنترل ریزسازواره‌های بیماری‌زای مواد غذایی وجود دارد (۲). با توجه به مضراتی همچون سرطان‌زایی نگهدارنده‌های شیمیایی و افزایش آگاهی مردم، امروزه تصویری منفی از افزودنی‌های سنتتیک به مواد غذایی در مصرف‌کنندگان، ایجاد شده است و تمایل به نگهدارنده‌های طبیعی جهت افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی، افزایش یافته است. به همین دلیل، طی دهه‌های اخیر، استفاده از عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی به‌عنوان نگهدارنده مواد غذایی، مورد توجه خاصی، قرار گرفته است (۳). گیاه رزماری، به دلیل دارا بودن بورنتول، لیمونن، کامفن، الفاپتین و اسیدهای فنولی از جمله اسید رزماریک، اسید کافئیک و اسید کلروژنیک، دارای اثرات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۴). در راستای جلوگیری از رشد باکتری‌ها و قارچ‌های مولد فساد مواد غذایی، از عصاره رزماری به‌عنوان یک عامل به نسبت قوی ضد میکروبی بر روی مواد غذایی، استفاده می‌شود (۵). گزارش شده است که به‌کارگیری اسانس‌ها، اثرات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بر افزایش عمر ماندگاری محصولات دریایی و حفظ کیفیت ماهی دارد (۶). بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره ۰/۱ درصد رزماری نشان داد که قدرت این عصاره گیاهی بیشتر از BHA می‌باشد (۷). همچنین، عصاره رزماری می‌تواند عمر ماندگاری گوشت ماهیان را افزایش دهد (۸). گونه ماهی انتخابی در این تحقیق، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با نام علمی *Oncorhynchus mykiss* از خانواده آزادماهیان، می‌باشد، این ماهی، جزء

ماهیان چرب بوده و حدود ۲۳-۲۱ درصد پروتئین، ۴-۲ درصد چربی و ۶۷-۶۶ درصد، رطوبت دارد (۹). در تحقیق حاضر، از عصاره گیاه رزماری در دو غلظت (۰/۱ و ۰/۳ درصد) به منظور افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ روز استفاده شد.

روش کار

تعداد ۱۸ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن تقریبی ۳۰۰ گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی در نزدیکی شهرستان ساری خریداری و با رعایت زنجیره سرد به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل شد. در آزمایشگاه، سر و باله‌ها را جدا نموده و شکم ماهی، خالی و ماهی‌ها فیله شدند. فیله‌های (حدود ۱۰۰ گرمی) تهیه شده تا زمان آزمون، در یخچال نگهداری شد. عصاره‌گیری رزماری به روش خیساندن و با استفاده از حلال اتانول صورت گرفت. مقدار ۱۰۰ گرم از گیاه رزماری پس از آسیاب کردن، درون ظروف عصاره‌گیری ریخته شده، سپس به میزان چهار برابر وزن رزماری، اتانول ۸۰ درصد اضافه گردید و به مدت دو روز روی شیکر و در دمای آزمایشگاه، نگهداری شد. آنگاه محلول به‌دست‌آمده توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲، صاف شده و درون بن‌ماری ۶۰ الی ۶۵ درجه سانتی‌گراد برای تبخیر حلال، قرار داده شد. عمل تغلیظ تا رسیدن به حدود پنج درصد مقدار اولیه عصاره، ادامه یافت پس از اتمام عصاره‌گیری، ماده به‌دست‌آمده، توزین گردیده و درون شیشه مات قرار داده و تا هنگام مصرف، در یخچال نگهداری شد. (۱۰). عصاره رزماری با دو غلظت ۰/۱ و ۰/۳ درصد، تهیه و فیله‌ها به روش غوطه‌وری، تیمار شدند سپس فیله‌های تیمار شده درون فویل آلومینیومی قرار گرفتند و در یخچال، نگهداری شدند (۱۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار که شامل تیمار شاهد (فاقد هر گونه پوشش با عصاره)، تیمار با پوشش عصاره ۰/۱ درصد و تیمار با پوشش عصاره ۰/۳ درصد و سه تکرار در هر تیمار، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل، قرار گرفت. تیمارها طی نگهداری در یخچال، به فاصله

زمانی هر سه روز یک بار و در روزهای صفر، سوم، ششم، نهم، دوازدهم و پانزدهم نگهداری، از نقطه نظر میکروبی (تعیین تعداد کل باکتری‌های قابل‌رؤیت (TVC³) و تعداد کل باکتری‌های سرما دوست (PTC⁴) و شیمیایی، (مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVN⁵) به روش AOAC و عدد پراکسید (PV⁶)) به روش استاندارد ملی، مورد ارزیابی، قرار گرفتند (۱۳ و ۱۲). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

ارزیابی عدد پراکساید

در ابتدای دوره میزان عدد پراکسید در تیمارهای مختلف با هم تفاوت معنی‌داری نداشت ($P < 0.05$). مطابق جدول (۱)، میزان عدد پراکسید در تمامی تیمارهای این آزمایش در روزهای ششم، نهم و دوازدهم در مقایسه با ارزیابی تیمار شاهد دارای بالاترین عدد پراکساید بود روند تغییرات در تمامی تیمارها مشابه بود به این ترتیب که یک روند افزایشی تا روز نهم نگهداری در مقدار پراکساید دیده شد که پس از آن در روز دوازدهم با کاهش نسبی همراه بود. در تمامی تیمارهای آزمایشی، کمترین مقدار عددی پراکساید در روز صفر آزمایش، دیده شد که با افزایش زمان، روندی افزایشی داشته ولی این افزایش در تیمار ۰/۳ درصد رزماری روند کندتری نسبت به سایر تیمارها (به‌ویژه با تیمار شاهد) داشت. بین زمان‌های مختلف آزمایش در همه تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار، مشاهده شد ($P < 0.05$).

³ Total viable count

⁴ Psychotropic count

⁵ Total volatile nitrogen

⁶ Peroxide value

جدول ۱- تأثیر عصاره رزماری بر PV (میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم چربی) در تیمارهای مختلف فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی نگهداری در یخچال

تیمار	روز	۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵
شاهد	aF	۱/۴±۰/۰۲۱	۱/۸۴±۰/۰۴۲	۲/۵۹±۰/۰۵۸	۴/۳۲±۰/۰۴۸	۶/۴۴±۰/۰۲۷	۹/۸۲±۰/۰۵۳
عصاره رزماری ۰/۱ درصد	aF	۱/۳۵±۰/۰۰۳	۱/۵۰±۰/۰۱۷	۱/۷۸±۰/۰۶۹	۲/۶۶±۰/۰۸۵	۳/۶۲±۰/۰۳۹	۴/۴۷±۰/۰۸۶
عصاره رزماری ۰/۳ درصد	aF	۱/۳۷±۰/۰۰۴	۱/۴۸±۰/۰۶۵	۱/۶۰±۰/۰۸۲	۲/۷۳±۰/۰۶۹	۳/۵۴±۰/۰۳۱	۴/۳۶±۰/۰۴۲

شاهد، در سایر تیمارها تا سه روز پس از آزمایش تفاوت معنی‌داری بر مقدار TVN نسبت به زمان صفر دیده نشد لیکن بعد از آن با یک افزایش معنی‌دار مواجه شد. در غالب تیمارها تفاوت معنی‌داری بین میانگین TVN در روزهای ششم و نهم آزمایش وجود نداشت. نتایج آنالیز واریانس، نشان می‌دهد که تغییرات اندیس TVB-N در تیمارهای مختلف از روز صفر تا پانزدهم، دارای اختلاف معنی‌داری است ($P < 0.05$).

مجموع بازهای نیتروژنه فرار

یافته‌ها نشان داد تفاوت بین میانگین TVN غیر از روز صفر آزمایش در بین تیمارها از نظر آماری، معنی‌دار بود ($P < 0.05$). طبق نتایج حاصله، میزان TVB-N در تمامی نمونه‌ها روندی افزایشی داشته با توجه به جدول (۲)، در انتهای دوره میزان افزایش TVB-N در تیمار ۰/۳ درصد به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها به‌ویژه با تیمار شاهد بوده است ($P < 0.05$). سرعت روند افزایشی در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود. به غیر از تیمار

جدول ۲- تأثیر عصاره رزماری بر TVB-N (میلی‌گرم در صد گرم گوشت ماهی) در تیمارهای مختلف فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی نگهداری در یخچال

تیمار	زمان	۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵
شاهد	aF	۹/۳۱±۰/۰۲۱	۱۶/۳۱±۰/۰۴۲	۲۳/۱۸±۰/۰۵۸	۳۰/۳۹±۰/۰۴۸	۳۴/۴۱±۰/۰۲۷	۴۱/۰۳±۰/۰۱۸
عصاره رزماری ۰/۱ درصد	aF	۹/۳۳±۰/۰۰۳	۱۵/۴۳±۰/۰۱۷	۱۹/۷۲±۰/۰۰۹	۲۲/۵۹±۰/۰۱۵	۳۰/۰۳±۰/۰۳۹	۳۲/۵۷±۰/۰۱۴
عصاره رزماری ۰/۳ درصد	aF	۹/۳۱±۰/۰۰۴	۱۳/۵۰±۰/۰۱۷	۱۹/۷±۰/۰۱۲	۲۲/۶۵±۰/۰۱۹	۳۰/۲۵±۰/۰۳۱	۳۱/۵۱±۰/۰۱۱

طبق نتایج حاصله، میزان تراکم کل باکتری‌های قابل‌رویت در تمامی نمونه‌ها، روندی افزایشی داشته ولی این روند افزایشی در تیمار ۰/۳٪ کندتر از تیمارهای دیگر بوده است ($P < 0.05$). نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که

تعداد کل باکتری‌های قابل رویت

تغییرات TVC (بر حسب log CFU/g) در فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف، طی زمان نگهداری در یخچال در جدول (۳)، نشان داده شده است.

تغییرات TVC در تیمارهای مختلف از روز صفر تا روز پانزدهم دارای اختلاف معنی‌داری است ($P < 0.05$) و در روز پانزدهم آزمایش‌ها تقریباً در بین تمامی تیمارهای آزمایشی از نظر TVC اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$).

جدول ۳- تأثیر عصاره رزماری بر شاخص TVC (بر حسب $\log \text{CFU/g}$) در تیمارهای مختلف فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی نگهداری در یخچال

روز	۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	تیمار
شاهد	aF ۳/۴۰±۰/۰۲۱	aE ۴/۷۸±۰/۰۰۲	aD ۶/۳۱±۰/۰۱۶	aC ۷/۴۹±۰/۰۱۳	aB ۸/۵۱±۰/۰۱۷	aA ۹/۴۲±۰/۰۳۶	
عصاره رزماری ۰/۱ درصد	aF ۳/۳۸±۰/۰۰۲۶	bE ۴/۴۵±۰/۰۰۳	bD ۵/۵۲±۰/۰۰۵	bC ۶/۵۳±۰/۰۰۲	bB ۷/۳۸±۰/۰۰۴	bA ۸/۳۲±۰/۰۰۴۳	
عصاره رزماری ۰/۳ درصد	aF ۳/۴۵±۰/۰۰۲۴	bE ۴/۳۲±۰/۰۰۲	bD ۵/۳۸±۰/۰۰۸	bC ۶/۴۰±۰/۰۰۳	bB ۷/۳۳±۰/۰۰۳۲	bA ۸/۲۴±۰/۰۰۵۲	

تراکم کل باکتری‌های سرماگرا

در زمان صفر آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین میانگین شمارش باکتری‌های سرمادوست دیده نشد. استفاده از عصاره، موجب کاهش باکتری‌های سرماگرا شد. به همین ترتیب در روزهای ششم، نهم و دوازدهم نگهداری فیله‌ها نیز، تیمار حاوی عصاره ۰/۳٪ به‌طور معنی‌داری تعداد باکتری‌های سرمادوست کمتری داشت ($P < 0.05$). با توجه به جدول (۴)، می‌توان مشاهده کرد که شاخص

PTC در طی دوره نگهداری برای همه تیمارها افزایش معنی‌داری ($P < 0.05$) داشت. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، مقدار PTC در تمامی تیمارهای این آزمایش در روز پانزدهم در بیشترین میزان و در روز صفر در کمترین میزان خود بوده است و بین زمان‌های مختلف آزمایش در همه تیمارها (به‌جز در زمان صفر)، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$).

جدول ۴- تأثیر عصاره رزماری بر شاخص PTC (بر حسب $\log \text{CFU/g}$) در تیمارهای مختلف فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی نگهداری در یخچال

روز	۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	تیمار
شاهد	aF ۳/۳۲±۰/۰۱۳	aE ۴/۸۲±۰/۰۰۷۶	aD ۶/۱۵±۰/۰۰۱۲	aC ۷/۲۳±۰/۰۰۱۳	aB ۸/۲۶±۰/۰۰۱۷	aA ۹/۲۳±۰/۰۰۳۶	
عصاره رزماری ۰/۱ درصد	aF ۳/۳۳±۰/۰۰۵۶	bE ۴/۳۰±۰/۰۰۰۲	bD ۵/۲۷±۰/۰۰۰۵	bC ۶/۳۲±۰/۰۰۰۲	bB ۷/۱۴±۰/۰۰۰۴	bA ۸/۲۶±۰/۰۰۰۴	
عصاره رزماری ۰/۳ درصد	aF ۳/۲۹±۰/۰۰۵۶	bE ۴/۱۶±۰/۰۰۰۲	bD ۵/۲۲±۰/۰۰۰۱	bD ۶/۲۲±۰/۰۰۰۳	bB ۷/۱۰±۰/۰۰۰۵	bA ۸/۱۳±۰/۰۰۰۲	

بحث

میزان قابل قبول پراکسید، ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم چربی، پیشنهاد گردیده است (۱۰)؛ که در این مطالعه، در هیچکدام از تیمارها از حد پیشنهادی به میزان ۲۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم چربی، تجاوز نکرد. در مطالعه حاضر، مقادیر PV در طی دوره نگهداری در همه تیمارها افزایش معنی‌داری ($P < 0.05$) داشت، بر اساس نتایج تحقیق حاضر، رزماری ۰/۳٪، نسبت به دیگر تیمارها کمترین میزان افزایش را داشت که احتمالاً به دلیل آزادسازی تدریجی عصاره رزماری در مدت‌زمان طولانی‌تر بوده است. از آنجاکه TVB-N به‌طور عمده در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می‌شود، افزایش بار باکتریایی در طول دوره، دلیلی بر افزایش TVB-N خواهد بود. علاوه بر این، افزایش این شاخص حین نگهداری در دمای یخچال احتمالاً در نتیجه دامیلاسیون اسیدهای آمینه نیز، می‌تواند باشد (۱۴). در تحقیق حاضر، از روز سوم تا پانزدهم، آزمون‌ها همواره تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیشترین میزان TVB-N را در مقایسه با سایر تیمارها داشت که به علت تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می‌شود و افزایش بار باکتریایی در طول دوره، دلیلی بر افزایش TVB-N خواهد بود. این یافته‌ها، نشانه آن است که استفاده از رزماری ۰/۳٪، منجر به افزایش عمر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تا دوازده روز و کند شدن روند افزایشی شاخص‌های فساد (PV و TVB-N)

می‌گردد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر، با نتایج مطالعات این محققین همسو می‌باشد. یافته‌های محققان، نشان داد که ماهی قزل‌آلای بسته‌بندی‌شده تحت شرایط خلأ، در روزهای شانزدهم تا هفدهم نگهداری، به محدوده حداکثر پیشنهاد شده برای TVC رسیدند درحالی‌که نمونه‌های تیمار شده با عصاره مذکور (۰/۱٪)، در پایان دوره نگهداری (۱۸ روز) در دمای 2 ± 1 درجه سانتی‌گراد به $5 \log CFU/g$ رسیدند. نتایج گزارش‌های محققین فوق با نتایج مطالعه حاضر، مطابقت دارد و نشان‌دهنده خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی گیاه رزماری به‌ویژه در فرم ۰/۳٪ آن، می‌باشد (۱۵). در مطالعه حاضر، الگوی افزایش مقادیر PTC همه تیمارها مشابه با الگوی تغییرات TVC بوده، درحالی‌که PTC مقادیر پائین تری از TVC داشت.

میزان ابتدایی PTC در فیله‌ها تقریباً یکسان بود و تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در پژوهش‌های انجام شده، گزارش گردیده که میزان ابتدایی PTC در فیله‌های قزل‌آلای تیمار شده با ترکیب روکش غذایی و اسانس دارچین $2/88 \log CFU/g$ و در فیله‌های شاهد $3/85 \log CFU/g$ بوده است که نزدیک به نتایج مطالعه حاضر، می‌باشد (۹). استفاده از مواد ضد میکروبی طبیعی برای به تعویق انداختن زمان رسیدن باکتری‌های سرماگرا به محدوده حداکثر، پیشنهاد شده در بررسی‌های پژوهشگران، گزارش گردیده است که نتایج گزارش شده توسط ایشان، با نتایج مطالعه حاضر، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش، مشخص گردید که استفاده از عصاره رزماری به‌ویژه در غلظت ۰/۳٪، در کاهش ارگاناسم‌های مسئول فساد و به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی و نهایتاً افزایش عمر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، مؤثرتر است. می‌توان گفت که هر چند غلظت ۰/۳٪ رزماری، نسبت به سایر غلظت‌ها، نتایج بهتری را به همراه داشته ولی برای دستیابی به نتایج بهتر و افزایش زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای نیاز به استفاده از غلظت‌های بالاتر رزماری و ارزیابی کامل پارامترهای میکروبی و شیمیایی می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

References

1. Han A, Hwang JH, Lee SY. Antimicrobial activities of Asian plant extracts against pathogenic and spoilage bacteria. Food Science and Biotechnology. 2023;32(2):229-38.
2. Jeddi S, Yeganeh S, Jafarpour SA, Naseri M. Effect of Chitosan Coating incorporated with Marjoram Essential oil (*Origanum vulgare* L) on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Shelf life During Refrigerated Storage. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 2019; 28(3):153-167. [In Persian]
3. Alizadeh AZ, Mehdizadeh T, Tajik H, Azizkhani M. Shelf-life extension of refrigerated, vacuum-packed rainbow trout dipped in an alginate coating containing an ethanolic extract and or the essential oil of *Mentha Aquatica*. Chemical Papers. 2019; 73(10): 2541-2550. [In Persian]
4. Gonçalves GA, Corrêa RC, Barros L, Dias MI, Calhelha RC, Correa VG, Bracht A, Peralta RM, Ferreira IC. Effects of *in vitro* gastrointestinal digestion and colonic fermentation on a rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) extract rich in rosmarinic acid. Food chemistry. 2019; 271:393-400.
5. Ghasemzadeh M, Hosseinzadeh H. Therapeutic effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its active constituents on nervous system disorders. Iran 2020; 23(9): 1100–1112. [In Persian]
6. Ozogul Y, Ayas D, Yazgan H, Ozogul F, Ozyurt G. The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. International Food Science Technology. 2010; 45(8): 1717-1723.
7. Gema N, Gaspar R, Julian C. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L). A Review. *Medicines (Basel)*. 2018; 5(3). 98.
8. Peiretti P G, Gai F, Ortoffi M, Riccardo A. Effects of Rosemary Oil (*Rosmarinus officinalis*) on the Shelf-Life of Minced Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) during Refrigerated Storage. National Library of Medicine, Foods. 2012; 1(1):28-39.
9. Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, Hosseini SMH. Effect of antimicrobial coating on shelf-life extension of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of food science and technology (Iran). 2012; 34(9):13-23. [In Persian]
10. Smith-Palmer A, Stewart J, Fyfe L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. Letters in Food Microbiology. 1998; 26(2):118-122.
11. Elhafez MA, Yehia N, Amin R, Emam W, Hamouda S, El-Magd MA. Quality enhancement of frozen Nile tilapia fillets using rosemary and thyme oil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2020;72(05):1821-9.
12. Feldsine P, Abeyta C, Andrews WH. AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis. Journal of AOAC international. 2002;85(5):1187-200.
13. Huss H H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. FAO Fisheries Technical. Rome. Italy. 348.
14. Elavarasan K, Naveen Kumar V, Shamasundar B A. Antioxidant and functional properties of fish protein hydrolysates from fresh water carp (*Catla catla*) as influenced by the nature of enzyme. Journal of Food Processing and Preservation. 2014; 38(3): 1207-1214.
15. Etemadi H, Rezaei M, Abedian A. Antibacterial and antioxidant potential of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on shelf-life extension of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of food science and technology. 2008; 5(19):67-77. [In Persian]