

Effect of absorbent pad containing chamomile essential oil on the quality of *Cyprinus carpio* fillets inoculated with *Staphylococcus aureus* during refrigerated storage

Seyed Mohammad Heydari¹, Ebrahim Alizadeh Doughikollae², Mohsen Shahriari Moghadam^{3✉} and Mostafa Yousef Elahi⁴

¹MSc student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

²Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

³Associate Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

⁴Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

✉ Corresponding author: mohsen.shahriari@uoz.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024-11-30
Accepted: 2025-01-27
Published: 2025-05-31

Keywords:
Staphylococcus aureus,
absorbent pad,
Cyprinus carpio,
essential oil,
Chamomile

ABSTRACT

Background: Active packaging systems contain antimicrobial compounds and applied to reduce food oxidation and maintain organoleptic properties. These systems by quickly absorbing exudates provide a drier environment for meat storage, which can inhibit the microbial growth and increase the shelf life of the product.

Aims: The purpose of this research is to investigate the effect of absorbent pad containing *Matricaria chamomilla* essential oil on reducing the growth of *Staphylococcus aureus* inoculated into *Cyprinus carpio* fillets.

Methods: Fillets inoculated with *Staphylococcus aureus* (10³ CFU/g) were put on absorbent pads without chamomile essential oil (Control) and then the absorbent pads containing 10 ml of chamomile essential oil at concentrations of 1%, 1.5% and 2% and thus after packaging stored in refrigerator (4°C). Chemical (pH, PV, TBA and TVB-N) and microbial (*Staphylococcus aureus*, TVC and PTC) parameters were measured on days 0, 2, 4, 6, 8, and 10.

Results: *Staphylococcus aureus* counts of fillets in control and the treatment containing 1% chamomile essential oil exceeded the limit after six days' storage. But, the treatments containing 1.5% and 2% chamomile essential oil exceeded the limit after eight and ten respectively. Also TVC and PTC counts in the control and treatment 1 exceeded the limit after eight days' storage. But the treatments containing 1.5% and 2% chamomile essential oil exceeded this threshold at the end of experiment. Results show that a significant different in PV of treatments by increasing the essential oil concentration and lowest values of TBA, TVB-N and pH was observed in treatment containing 2% chamomile essential oil (p<0.05).

Conclusion: According to the results the microbial and chemical parameters of the control showed a greater increase than the treatments containing essential oil. As a result, it is recommended to use 2% chamomile essential oil for fisheries products during refrigerated storage.



Extended Abstract

Introduction: Food poisoning remains a critical global challenge in food production, prompting producers to implement strategies to prevent contamination throughout production, storage and distribution. Despite the application of various preservation methods, there is an increasing interest in natural antibacterial agents such as herbal-derived essential oils for food preservation (Huang et al., 2018). Essential oils are recognized for their diverse biological properties, including antioxidant and antimicrobial activities, attributed to their bioactive compounds. Incorporating these compounds into food systems aligns with the rising demand for clean-label products (Kunová et al., 2022).

During cold storage, the water-holding capacity of meat muscle tissue gradually declines, resulting in the release of fluids - a phenomenon known as drip loss. This accumulation of exudates negatively affects meat quality by promoting microbial and enzymatic activity as well as lipid oxidation during storage, transportation, and distribution (Dai et al., 2024). Active packaging systems enriched with antimicrobial compounds have been developed to decrease these issues. By quickly absorbing exudations, such systems create a drier environment that inhibits microbial growth, preserves sensory evaluation, and extend shelf life (Tian et al., 2023). Consequently, there is necessary for innovative designs of absorbent storage pads with enhanced performance to increase the shelf life of meat products (Wang et al., 2025). Fresh food products, including fish are potential to contamination by foodborne pathogens at various stages of production. Among the most prevalent bacterial pathogens is *Staphylococcus aureus* (Gurtler et al., 2022). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), a widely recognized medicinal plant, has been traditionally employed to treat a range of ailments. This plant exhibits a variety of biological activities, including antioxidant, antibacterial, antifungal, antiparasitic, antidiabetic, anticancer, and anti-inflammatory

effects. These properties make chamomile as a valuable resource in medicine, veterinary medicine, food preservation, and herbal therapy (El Mihyaoui et al., 2022).

According to literature review, this study aims to evaluate the effect of absorbent pad containing *Matricaria chamomilla* essential oil to prevent the growth of *Staphylococcus aureus* inoculated in *Cyprinus carpio* fillets. In addition, the chemical and microbial changes of fillets is investigated during refrigerated storage.

Material and methods: Chamomile essential oil was extracted using a Clevenger apparatus. During this process, volatile compounds were carried with water vapor, and after cooling, a distinct layer of essential oil appeared on the water surface in the graduated tube of the apparatus. To determine the maximum concentration of essential oil that could be applied to common carp fillets without causing undesirable organoleptic effects, fillets were placed on absorbent pads containing essential oil at the concentrations of 1%, 1.5%, and 2%, then stored in refrigerator for 24 hours. The organoleptic evaluation was performed by a trained sensory panel. Fillets were steamed for 15 minutes in a home steamer at 90°C to serve the panelist (Ojagh et al., 2010). The maximum concentration of chamomile essential oil with no adverse sensory effects was determined by panelist. The treatments of this research include, fillets inoculated with *Staphylococcus aureus* (10^3 CFU/g) were put on absorbent pads without chamomile essential oil (Control), absorbent pads infused with 10 ml of essential oil at concentrations of 1% (Treatment 1), 1.5% (Treatment 2), and 2% (Treatment 3) respectively. Fillets after treated packaged and stored in refrigerator (4°C). Chemical (pH, peroxide value (PV), thiobarbituric acid (TBA) and Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and microbial (*Staphylococcus aureus*, Total viable count (TVC) and psychrotrophic count (PTC)) parameters were measured on days 0, 2, 4, 6, 8, and 10. After the experiment, the data were tested for normality. A completely randomized design and one-way analysis of variance

(ANOVA) was used to evaluate the effects of treatments and storage time. To determine significant differences, Duncan's multiple range test was performed at the 5% significance level. Sensory data that did not conform to a normal distribution were analyzed using the nonparametric Kruskal-Wallis test.

Results and discussion: The organoleptic evaluation revealed no significant differences between treatments containing various concentrations of chamomile essential oil. But, the treatment containing 10 ml of 2% chamomile essential oil was obtained higher score than the other treatments and indicate the acceptability of organoleptic evaluation. According to this results, there is not any limited to apply different concentrations of essential oil in absorbent pads.

Food poisoning caused by *Staphylococcus aureus* is a common concern, particularly when the bacterial count in protein-based foods exceeds 10^5 log CFU/g (Macori et al., 2016). In the current study, *Staphylococcus aureus* counts in control and the treatment containing 10 ml of 1% chamomile essential oil exceeded the limit after six days storage in refrigerator. But, the treatments containing 1.5% and 2% chamomile essential oil exceeded the limit after eight and ten days' storage in refrigerator respectively. This results show that the chamomile essential oil had potential inhibitory effects on *Staphylococcus aureus* (Stanojevic et al., 2016).

The lowest TVC and PTC were observed in the treatment containing 2% chamomile essential oil ($p < 0.05$) during all storage time. In addition, bacterial counts in control and the treatment containing 1% exceeded the limit after eight days' storage in refrigerator, whereas the treatments containing 1.5% and 2% chamomile essential oil exceeded this threshold only at the end of refrigerated storage. This results shown the antibacterial efficacy of absorbent pads containing chamomile essential oil. Similar results were obtained by Bakhtiari et al. (2019), they demonstrated that *Carum copticum* essential

oil effectively controlled mesophilic and psychrophilic bacterial growth in *Oncorhynchus mykiss* fillets during refrigerated storage. Hassanin et al. (2015), have confirmed the efficacy of chamomile extract in reducing bacterial growth in chicken meat during refrigerated storage.

There is a significant property of essential oils is its antioxidant activity, which has driven their increase application in the food industry to prevent oxidation and delay of spoilage (Zengin et al., 2022). In this study, peroxide values (PV) increased during refrigerated storage and a significant difference was observed between all treatments ($p < 0.05$). The increase of PV was lower in treatments containing higher concentrations of chamomile essential oil. This results shown the antioxidant activity of chamomile essential oil. Similar results were observed by Pudineh et al. (2010), they showed that absorbent pads containing thyme essential oil inhibited fat oxidation in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets and improved the product quality during refrigerated storage.

The thiobarbituric acid (TBA) index is an indicator of secondary lipid oxidation. The TBA value of treatment containing 2% chamomile essential oil was lowest in all time of refrigerator storage ($p < 0.05$). This decrease is attributed to the ability of chamomile essential oil and its extracts to neutralize free radicals such as 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl and hydroxyl radicals, due to the presence of compounds like flavonoids and polysaccharides (Pastare et al., 2023).

The total volatile basic nitrogen (TVB-N) index is an indicator of microbial spoilage in the meat and fisheries product. TVB-N was lower in treatments containing chamomile essential oil compared to the control. High bacterial loads in treatments are associated with the production of compounds such as trimethylamines, peptides and amino acids, which elevated TVB-N level. The results suggest that absorbent pads containing chamomile essential oil effectively decrease increasing level of TVB-N during refrigerated storage. These results similar to the use of

rosemary essential oil in silver carp surimi (Vahedi Serigani et al., 2017) and *Carum copticum* essential oil in ground common carp meat (Faramarzapour Darzini et al., 2018).

The observed pH increase during refrigerated storage is typically attributed to the production of alkaline volatile compounds, such as ammonia and trimethylamines, resulting from spoilage bacteria activity. The treatments containing chamomile essential oil showed lower pH values, reflecting its antimicrobial effects and its role in preserving meat quality.

Conclusion: According to results of this research can be concluded the absorbent pads containing chamomile essential oil effectively inhibited the growth of *Staphylococcus aureus* inoculated in common carp fillets during refrigerated storage. They also demonstrated a positive impact on microbial and chemical parameters. Thus, chamomile essential oil is recommended as a potential to apply in fisheries product and food industry.

تأثیر پد جاذب حاوی اسانس بابونه بر کیفیت فیله کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تلقیح شده با باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* طی نگهداری در یخچال

سید محمد حیدری^۱، ابراهیم علیزاده دوغیکلایی^۲، محسن شهریاری مقدم^۳ ✉ و مصطفی یوسف الهی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد فراوری محصولات شیلاتی، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

^۲ دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

^۳ دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

^۴ دانشیار گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

✉ مسئول مکاتبه: Mohsen.shahriari@uoz.ac.ir

چکیده

مشخصات مقاله

زمینه مطالعاتی: سیستم‌های بسته‌بندی فعال حاوی ترکیبات ضد میکروبی بوده و برای کاهش اکسیداسیون مواد غذایی و حفظ ویژگی‌های حسی به کار می‌روند. این سیستم‌ها با جذب سریع ترشحات، محیطی خشک‌تر را برای نگهداری گوشت فراهم می‌آورند که می‌تواند رشد میکروب‌ها را مهار کرده و مدت زمان ماندگاری محصول را افزایش دهد.

هدف: هدف این تحقیق بررسی تأثیر پد جاذب حاوی اسانس بابونه بر کاهش رشد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* تلقیح شده به فیله کپور معمولی هنگام نگهداری در یخچال و تغییرات شیمیایی و میکروبی آن می‌باشد.

روش کار: فیله‌های تلقیح شده با باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* (10^3 CFU/g) بر روی پدهای جاذب فاقد اسانس بابونه (تیمار شاهد) و پدهای جاذب حاوی ۱۰ میلی لیتر اسانس بابونه ۱، ۱/۵ و ۲ درصد قرار گرفته و پس از بسته بندی در یخچال (4°C) نگهداری شدند. فراسنجه‌های شیمیایی (pH، TVB-N، TBA، PV) و میکروبی (شمارش باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*، TVC و PTC) در روزهای ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ اندازه گیری شدند.

نتایج: تعداد *استافیلوکوکوس اورئوس* فیله‌ها در تیمار شاهد و تیمار حاوی ۱ درصد اسانس بابونه پس از ۶ روز نگهداری در یخچال از حد مجاز بالاتر رفت، در حالی که تیمارهای حاوی ۱/۵ و ۲ درصد اسانس بابونه به ترتیب پس از ۸ و ۱۰ روز نگهداری در یخچال از حد مجاز گذشتند. همچنین تعداد کل باکتری‌های TVC و PTC در تیمار شاهد و تیمار ۱ پس از ۸ روز نگهداری از حد مجاز فراتر رفت. اما تیمارهای حاوی ۱/۵ و ۲ درصد اسانس بابونه در پایان دوره نگهداری از این حد گذشتند. نتایج نشان داد با افزایش زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) در عدد پراکسید (PV) تیمارها وجود داشته و کمترین میزان TBA، TVB-N، pH و در تیمار حاوی ۲ درصد اسانس بابونه مشاهده گردید ($p < 0.05$).

نتیجه گیری کلی: با توجه به نتایج بدست آمده فراسنجه‌های میکروبی و شیمیایی تیمار شاهد افزایش بیشتری را نسبت به تیمارهای حاوی اسانس نشان دادند. در نتیجه استفاده از اسانس بابونه ۲ درصد برای محصولات شیلاتی طی نگهداری در یخچال توصیه می‌گردد.

نوع مقاله:

علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۳/۹/۱۰

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۸

انتشار: ۱۴۰۴/۳/۱۰

کلید واژه:

استافیلوکوکوس اورئوس،

پد جاذب، فیله کپور

معمولی، اسانس، بابونه

مقدمه

یکی از نگرانی‌های عمده تولید مواد غذایی در دنیا مسمومیت-های غذایی است. لذا تولیدکنندگان تمام سعی و تلاش را برای جلوگیری از آلودگی مواد غذایی چه در زمان تولید، نگهداری و توزیع می‌نمایند. علیرغم استفاده از روش‌های مختلف نگهداری، علاقه‌مندی به استفاده از ترکیبات طبیعی ضدباکتریایی مانند اسانس گیاهان برای نگهداری مواد غذایی در حال افزایش است (Huang et al., 2018). اسانس‌ها متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند که از برگ، دانه، ریشه و سایر قسمت‌های گیاه استخراج می‌شوند. لذا استفاده از آنها در سال‌های اخیر به دلیل افزایش تقاضا برای جایگزینی افزودنی‌های سنتزی با محصولات طبیعی در حال رشد است (Kulisic et al., 2004). اسانس‌ها به دلیل ترکیبات زیست‌فعال خود، خواص بیولوژیکی متعددی از جمله آنتی‌اکسیدانی، حشره‌کشی و ضد میکروبی از خود نشان می‌دهند. اسانس‌های گیاهی برای نگهداری مواد غذایی ارزشمند هستند، زیرا به عنوان محصولات طبیعی، بسیاری از آنها توسط انسان به‌طور گسترده مصرف شده‌اند و سابقه‌ای طولانی در ایمن بودن دارند. افزودن این ترکیبات به مواد غذایی با تولید مواد غذایی دارای برچسب پاک همخوانی دارد (Kunová, et al., 2022).

هنگامی که گوشت به صورت سرد نگهداری می‌شود، ظرفیت حفظ آب آن به تدریج کاهش می‌یابد و منجر به آزاد شدن مایعات از بافت ماهیچه‌ای می‌گردد؛ این پدیده تحت عنوان آب‌چلینگ شناخته می‌شود. تجمع این ترشحات می‌تواند کیفیت گوشت نگهداری شده را به دلیل فعالیت‌های میکروبی، آنزیمی و اکسیداسیون چربی‌ها در طی نگهداری، حمل‌ونقل و توزیع کاهش دهد (Dai et al., 2024). سیستم‌های بسته‌بندی فعال که حاوی ترکیبات ضد میکروبی هستند، به منظور کاهش اکسیداسیون مواد غذایی و حفظ ویژگی‌های حسی به کار می‌روند. این سیستم‌ها با جذب سریع ترشحات، محیطی خشک‌تر را برای نگهداری گوشت فراهم می‌آورند که می‌تواند رشد میکروب‌ها را مهار کرده و مدت زمان ماندگاری محصول را افزایش دهد (Tian et al., 2023). بنابراین، تحقیق در

زمینه طراحی و تولید پدهای جاذب نگهدارنده با عملکرد بهتر برای افزایش زمان ماندگاری گوشت ضرورت دارد (Wang et al., 2025). از مطالعات انجام شده می‌توان به استفاده از پدهای حاوی اسانس سیاه‌دانه و رزماری برای افزایش ماندگاری فیله ماهی ساردین (Kilinc and Altas, 2016)، تأثیر اسانس دانه زنیان بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (بختیاری و همکاران ۱۳۹۹) و تأثیر اسانس آویشن بر کیفیت فیله ماهی کپورنقره‌ای (پودینه و همکاران ۱۳۹۹) اشاره کرد.

محصولات تازه گاهی ممکن است در طول مراحل مختلف تولید به میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای منتقله از غذا آلوده شوند. آلودگی ممکن است در مزرعه و از طریق باکتری‌های بیماری‌زا ناشی از آب و خاک آلوده و همچنین به‌واسطه‌ی انتقال آلودگی از کارکنان مزرعه و تجهیزات در حین برداشت رخ دهد. آلودگی پس از برداشت نیز می‌تواند از طریق آلودگی ناشی از آب شستشو، سطوح، کارکنان و تجهیزات اتفاق بیفتد. برخی از شایع‌ترین پاتوژن‌های باکتریایی منتقله از غذا شامل *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* و *Bacillus cereus* می‌باشند (Gurtler et al., 2022).

بابونه (*Matricaria chamomilla L.*) یک گیاه دارویی مشهور بوده و در طب سنتی برای درمان انواع بیماری‌ها، از جمله عفونت‌ها، اختلالات عصبی-روانی، مشکلات تنفسی، گوارشی و کبدی استفاده می‌شود. همچنین به‌عنوان آرام‌بخش، ضداسپاسم، ضد عفونی‌کننده و ضد تهوع به کار می‌رود. ترکیبات فیتوشیمیایی اسانس و عصاره این گیاه به‌طور گسترده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند و نشان داده‌اند که این گیاه بیش از ۱۲۰ ترکیب را در خود جای داده است. ترکیبات زیست‌فعال اصلی بابونه شامل کومارین‌ها (هرنیارین و آمبلی‌فرون)، فلاونوئیدها (آپیجین، لوتولین، پاتولتین، روتین و کوئرستین)، آلفا بیزابولول، اکسیدهای بیزابولول A و B، کامازولن، اسیدهای آلی و پلی‌ساکاریدها هستند (Pastare et al., 2023). بابونه

ویژگی‌های زیستی متعددی از جمله خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدانگلی، ضد دیابت، ضدسرطان و ضدالتهابی از خود نشان داده است. این خواص امکان استفاده از بابونه را در حوزه‌های پزشکی، دامپزشکی، نگهداری مواد غذایی، گیاه‌پزشکی فراهم می‌کند (El Mihyaoui et al., 2022). لذا براساس مطالب بیان شده، هدف این تحقیق بررسی تاثیر پد جاذب حاوی اسانس بابونه بر کاهش رشد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* تلقیح شده به فیله کپور معمولی و همچنین بررسی تغییرات شیمیایی و میکروبی آن هنگام نگهداری در یخچال می باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی و تیمارهای مختلف

۳۰ عدد ماهی کپور معمولی (78.0 ± 8.3) گرم از بازار ماهی‌فروشان شهرستان زابل خریداری و به آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل منتقل شد. ماهی‌ها پس از شستشو و خارج کردن احشاء، به‌صورت دستی فیله شدند. سپس فیله‌ها با باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* با غلظت 10^3 تلقیح و به همراه پد جاذب اسپری شده با 10 میلی‌لیتر محلول اتانول حاوی اسانس بابونه در غلظت‌های 0 ، 1 ، $1/5$ و 2 درصد (پد‌ها پس از اسپری در شرایط استریل در دمای محیط خشک (تبخیر کامل اتانول) شدند) بسته‌بندی و در یخچال (4°C) درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های شیمیایی و میکروبی در روزهای 0 ، 2 ، 4 ، 6 ، 8 و 10 اندازه‌گیری گردید. تمام آزمایش‌ها با سه تکرار انجام شد.

استخراج اسانس

100 گرم گل گیاه بابونه با 1000 میلی‌لیتر آب مقطر به داخل بالن 2000 میلی‌لیتری ریخته و سپس به‌مدت سه ساعت با استفاده از دستگاه کلونجر عملیات استخراج انجام شد. در طی این فرآیند، ترکیبات فرار همراه با بخار آب از محلول خارج شده و پس از سرد شدن، لایه‌ای متمایز از اسانس روی سطح آب در لوله مدرج دستگاه ظاهر گردید (فرامرزپور داریزینی و همکاران، ۲۰۱۸).

ارزیابی ارگانولپتیکی

برای دستیابی به حداکثر غلظت اسانس مورد استفاده در فیله کپور معمولی که فاقد تاثیرات نامطلوب ارگانولپتیکی باشد، فیله‌ها بر روی پدهای جاذب حاوی اسانس با غلظت‌های مختلف (1 ، $1/5$ و 2 درصد) به مدت 24 ساعت در یخچال نگهداری شدند. سپس به مدت 15 دقیقه در دستگاه بخارپز خانگی با دمای 90 درجه سانتی‌گراد بخارپز شدند. ارزیابی ارگانولپتیکی توسط یک گروه ارزیاب نیمه آموزش‌دیده بر اساس یک مقیاس پنج امتیازی برای ویژگی‌هایی مانند بافت (5 ، سفت؛ 1 ، بسیار نرم)، تغییر رنگ (5 ، بدون تغییر؛ 1 ، تغییر رنگ شدید)، بو (5 ، بسیار مطلوب؛ 1 ، نامطلوب) و مقبولیت کلی (5 ، بسیار مطلوب؛ 1 ، نامطلوب) انجام شد (Ojagh et al., 2010).

آماده‌سازی، تلقیح و شمارش باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*

ابتدا باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* به محیط کشت عصاره قلب و مغز براث (BHIB) منتقل و دو بار در دمای 37 درجه سانتی‌گراد و به مدت 8 ساعت انکوبه شد. پس از پایان دوره کشت، باکتری با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ رسوب داده و سپس سوسپانسیون باکتری در سرم نمکی تهیه و با استفاده از سمپلر برای رسیدن به غلظت نهایی 10^3 باکتری در گرم به فیله‌ها تلقیح شد. برای شمارش باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*، 10 گرم فیله در محیط استریل با 90 میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و توسط دستگاه هموژنایزر همگن گردید. پس از تهیه رقت سریالی، نمونه‌ها به پلیت‌های حاوی محیط کشت برد پارکر منتقل و در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت گرمخانه‌گذاری شدند (Smaoui et al., 2016).

شمارش باکتری‌های مزوفیل و سرماگرا

10 گرم فیله در محیط استریل با 90 میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و توسط دستگاه هموژنایزر همگن گردید. پس از تهیه رقت سریالی، نمونه‌ها به پلیت‌های حاوی محیط کشت نوترینت آگار منتقل گردید. سپس برای شمارش باکتری‌های مزوفیل (TVC) به مدت 48 ساعت در دمای 37 درجه سانتی‌گراد و برای شمارش باکتری‌های سرماگرا (PTC) به

۲ درصد امتیازهای بیشتری را کسب کرد. به همین دلیل استفاده از غلظت‌های متفاوت اسانس برای افزودن به پدجاذب محدودیتی برای انجام این تحقیق ایجاد نکرد.

یکی از عوامل شایع مسمومیت‌های غذایی مصرف غذاهای آلوده به باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* می باشد (Macori et al., 2016). علائم این مسمومیت معمولاً بین ۲ تا ۴ ساعت پس از مصرف غذاهای آلوده ظاهر و شامل تهوع، استفراغ، انقباضات شکمی و اسهال می باشد. این علائم معمولاً بین ۲۴ تا ۷۲ ساعت پس از بروز در مصرف کننده به‌طور طبیعی رفع می گردد. با این حال، در موارد مسمومیت شدید، بدن بیمار دچار کم‌آبی شده که می‌تواند منجر به افت فشار خون و شوک گردد (Jorda et al., 2012). مسمومیت غذایی توسط این باکتری معمولاً زمانی رخ می‌دهد که تعداد *استافیلوکوکوس اورئوس* در مواد غذایی پروتئینی بیشتر از 10^5 (Log CFU/g) باشد. این افزایش باکتری سبب تولید سموم انتروتوکسین می گردد. در مطالعه حاضر تعداد *استافیلوکوکوس اورئوس* فیله‌ها در تیمار شاهد و تیمار حاوی ۱ درصد اسانس بابونه به ترتیب $5/27$ و $5/1$ (Log CFU/g) پس از ۶ روز نگهداری در یخچال شمارش گردید (شکل ۱) که بیشتر از حد مجاز اعلام شده بود. در حالی که در تیمارهای حاوی $1/5$ و ۲ درصد اسانس بابونه فیله‌ها به ترتیب پس از ۸ و ۱۰ روز نگهداری در یخچال از حد مجاز گذشتند. که نشان دهنده اثر مثبت اضافه کردن اسانس بابونه در کنترل رشد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* طی زمان نگهداری در یخچال می باشد. اسانس بابونه حاوی ترکیبات زیست فعال مختلفی است که در میان آن‌ها آلفا بیزابولول و اکسیدهای آن، کامازولن و اسپایرواتر از مهم‌ترین ترکیبات آن به شمار می‌روند. همچنین مطالعات نشان داده است اسانس بابونه توانایی قابل توجه‌ای در مهار رشد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* دارد (Stanojevic et al., 2016). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد استفاده از اسانس بابونه می‌تواند به عنوان یک روش موثر برای کنترل رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* در فیله ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال استفاده شود. مطالعات دیگر محققین نیز نشان داده است می‌توان از اسانس گیاهان مختلف برای کنترل

مدت ۱۰ روز در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند (Arashisar et al., 2004).

فراسنجه‌های شیمیایی

برای سنجش پراکسید (PV)، ۱ گرم عصاره چربی استخراجی از مخلوط ۵۰ گرم فیله با آب، متانول و کلروفرم در ۲۵ میلی لیتر حلال حاوی کلروفرم و اسید استیک حل و سپس با تیوسولفات سدیم ۰/۱ مولار تیترو گردید (Li et al., 2012). شاخص تیوباریتوریک اسید (TBA) با افزودن معرف TBA به مخلوط ۲۰۰ میلی گرم فیله با حلال ۱ میلی‌لیتر ۱-بوتانول و قرار گرفتن در حمام آب گرم (دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه)، جذب در ۵۳۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید (Li et al., 2012). مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) مطابق روش Goulas و Kontominas (۲۰۰۵) اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری pH، ۵ گرم فیله با آب مقطر مخلوط و هموژن گردید و با استفاده از pH متر دیجیتالی قرائت گردید (AOAC, 2005).

تجزیه و تحلیل آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، برای بررسی تأثیر تیمارها و زمان نگهداری از طرح کاملاً تصادفی و آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها، از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد و در صورت عدم انطباق داده‌ها با توزیع نرمال و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های حسی از آزمون ناپارامتریک کروس کالوالیس استفاده گردید. تحلیل‌های آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج و بحث

اهمیت ارزیابی ارگانولپتیکی در پذیرش محصولات شیلاتی غیرقابل انکار است. زیرا رضایت مصرف‌کنندگان نقشی تعیین‌کننده در ادامه تولید این محصولات دارد. در این پژوهش، تأثیر پد جاذب حاوی اسانس بابونه بر ویژگی‌های ارگانولپتیک فیله کپور معمولی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. هرچند تیمار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر اسانس بابونه با غلظت

جاذب حاوی اسانس بابونه می باشد. اسانس ها به دلیل ماهیت آبریز و وزن مولکولی کم به راحتی از غشای پلاسمایی سلول ها عبور می کنند. پس از ورود به سلول، این ترکیبات اثرات ضد میکروبی خود را از طریق مهار سنتز غشای سلولی و یا مداخله در برخی از سیستم های آنزیمی انجام می دهند (Zengin et al., 2022). هم راستا با نتایج تحقیق حاضر بختیاری و همکاران (۱۳۹۹) نیز نشان دادند افزودن اسانس زنیان به پدهای جاذب می تواند رشد باکتری های مزوفیل و سرماگرا را در فیله ماهی قزل آلا کنترل کند. پژوهش های دیگر نیز نشان داده است استفاده از عصاره بابونه در گوشت مرغ طی نگهداری در یخچال می تواند رشد باکتری ها را طی زمان نگهداری کاهش دهد (Hassanin et al., 2015).

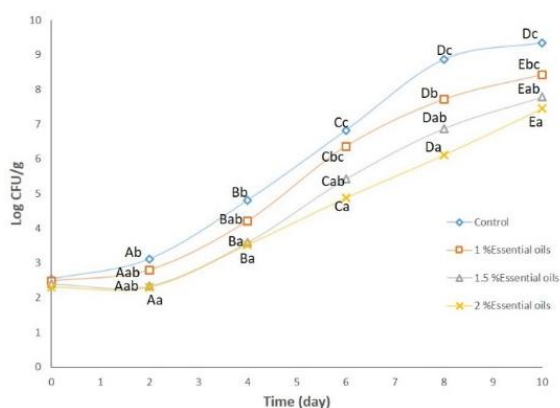


Figure 2- Effect of an absorbent pad containing chamomile essential oil on the total viable count (TVC; Log CFU/g) in common carp fillets during refrigerated storage.

Capital letters (A, B, C, D, E) represent significant differences ($p < 0.05$) across different storage times. Lowercase letters (a, b, c) indicate significant differences ($p < 0.05$) among treatments at each time point.

رشد /ستافیلوکوکوس/ اورئوس استفاده کرد، که از آنها می توان به استفاده از اسانس رازیانه در گوشت چرخ شده کپور معمولی در طول نگهداری در یخچال استفاده کرد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷).

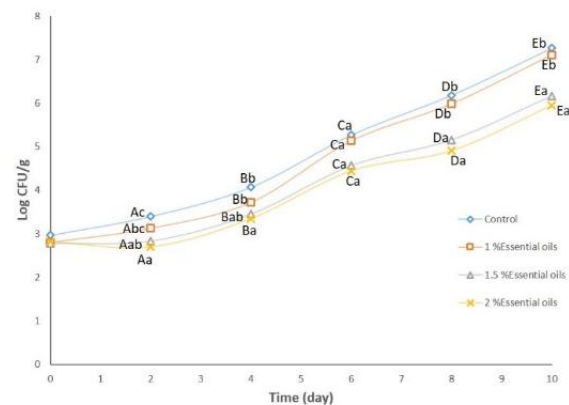


Figure 1- Effect of absorbent pad containing chamomile essential oil on *Staphylococcus aureus* (Log CFU/g) in common carp fillets during refrigerated storage.

Capital letters (A, B, C, D, E) represent significant differences ($p < 0.05$) across different storage times. Lowercase letters (a, b, c) indicate significant differences ($p < 0.05$) among treatments at each time point.

نتایج شمارش تعداد کل باکتری های مزوفیل (TVC) و باکتری های سرماگرا (PTC) در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان طور که نتایج نشان می دهد کمترین تعداد TVC و PTC در تیمار چهارم (حاوی ۲ درصد اسانس بابونه) در تمامی زمان های نگهداری مشاهده گردید ($p < 0.05$). همچنین تمام تیمارهای حاوی اسانس بابونه در مقایسه با گروه شاهد تعداد باکتری کمتری داشتند. با این وجود علی رغم اینکه در تیمار حاوی ۱ درصد اسانس تعداد باکتری کمتری نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید اما تفاوت معنی داری در پایان دوره نگهداری دیده نشد ($p > 0.05$). حد مجاز بار باکتریایی در گونه های آب شیرین کمتر از Log CFU/gv می باشد (Savva et al., 2002). نتایج نشان داد که تعداد کل باکتری های مزوفیل و سرماگرا در تیمار شاهد و تیمار ۱ پس از ۸ روز نگهداری از حد مجاز فراتر رفت. اما تیمارهای حاوی ۱/۵ و ۲ درصد اسانس بابونه در پایان دوره نگهداری از این حد گذشتند که نشان دهنده خاصیت ضدباکتریایی پدهای

نگهداری در یخچال افزایش یافت. این افزایش در تیمار شاهد (فاقد اسانس) به طور معنی داری ($p < 0.05$) بالاتر از سایر تیمارها بود. بطوریکه در روز دهم از حد مجاز ۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر گرم فراتر رفت که نشان‌دهنده آغاز فساد بود (Ozogul et al., 2017). درحالی‌که تیمارهای حاوی اسانس تا پایان دوره آزمایش در حد قابل قبول بودند. پودینه و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که استفاده از پد جاذب حاوی اسانس آویشن به‌طور مؤثری مانع اکسیداسیون چربی‌ها در فیله ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) شده و به حفظ کیفیت محصول در طول نگهداری کمک می‌کند.

شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA) به‌عنوان روشی مؤثر برای ارزیابی میزان اکسیداسیون ثانویه چربی‌ها استفاده می‌شود. این ارزیابی با اندازه‌گیری محتوای مالون‌دی‌آلدئید (MDA)، که محصول واکنش اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه با اکسیژن است، انجام می‌شود (Fernández et al., 1997). در مطالعه حاضر تفاوت معنی داری ($p < 0.05$) بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی اسانس به جزء روز صفر مشاهده گردید (جدول ۲). کمترین میزان این شاخص در تیمار حاوی ۲ درصد اسانس بابونه در تمامی زمان‌های نگهداری بود ($p < 0.05$). اسانس و عصاره بابونه به دلیل داشتن ترکیبات مختلف از قبیل فلاونوئیدها و پلی‌ساکاریدها توانایی حذف رادیکال‌های آزاد ۱،۱-دی‌فنیل-۲-پیکریل‌هیدرازیل و هیدروکسیل را دارند (Pastare et al., 2023). هیدروپراکسیدها به دلیل ناپایداری به ترکیباتی مانند کتون‌ها و آلدئیدها تجزیه می‌شوند که موجب تولید بو و طعم نامطلوب در محصول می‌گردند (Mexis et al., 2009). در تحقیق حاضر میزان TBA فیله‌ها طی نگهداری در یخچال افزایش یافت که می‌تواند به دلیل اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع باشد. بطوریکه در تیمار شاهد به مقدار قابل توجهی بیشتر از سایر تیمارها بود. استفاده از اسانس گیاهان طی نگهداری سرد می‌تواند منجر به کنترل افزایش TBA طی زمان نگهداری گردد (واحدی سريگانی و همکاران ۱۳۹۶). به‌طور معمول مقادیر ۱ تا ۲ میلی گرم مالون

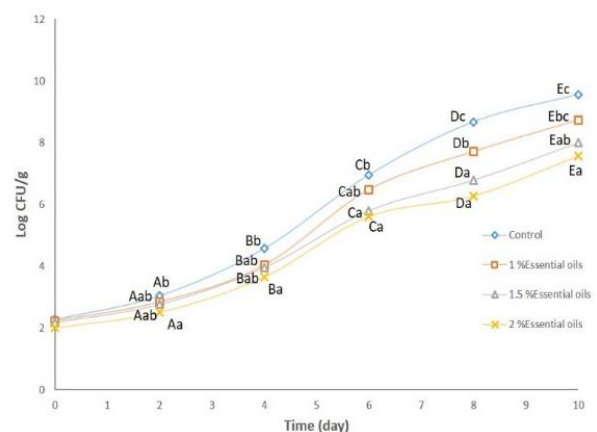


Figure 3- Effect of an absorbent pad containing chamomile essential oil on the psychrotrophic bacterial count (PTC; Log CFU/g) in common carp fillets during refrigerated storage.

Capital letters (A, B, C, D, E) represent significant differences ($p < 0.05$) across different storage times. Lowercase letters (a, b, c) indicate significant differences ($p < 0.05$) among treatments at each time point.

عدد پراکسید به‌عنوان شاخصی مهم برای ارزیابی اکسیداسیون لیپیدها به کار می‌رود (Sallam et al., 2007). یکی از مهم‌ترین خواص اسانس‌ها ویژگی آنتی‌اکسیدانی است. این ویژگی موجب استفاده روز افزون آنها در صنعت برای محافظت از مواد غذایی در برابر اکسیداسیون و فساد زودهنگام شده است (Zengin et al., 2022). در تحقیق حاضر تفاوت معنی داری بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی اسانس در روز صفر مشاهده نگردید (جدول ۱). اما با افزایش زمان نگهداری تفاوت معنی داری ($p < 0.05$) بین تیمارها مشاهده گردید، بطوریکه با افزایش اسانس بابونه عدد پراکسید نسبت به سایر تیمارها افزایش کمتری یافت. اسانس گل بابونه دارای خواص آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی است (Melo-Guerrero et al., 2020). استفاده از آن در این مطالعه باعث کاهش تجزیه اسیدهای چرب غیراشباع گردید. رشد باکتری‌ها در طول دوره نگهداری منجر به تولید آنزیم‌های پروتئاز و لیپاز می‌شود که اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر را تجزیه می‌کنند (Shahbazi et al., 2018). کاهش عدد پراکسید در تیمارهای حاوی اسانس به احتمال زیاد ناشی از خواص آنتی‌اکسیدانی اسانس، مهار رادیکال‌های آزاد و کاهش اکسیداسیون می‌باشد (Gao et al., 2014). میزان PV فیله کپور معمولی طی

Table 1- Effect of an absorbent pad containing chamomile essential oil on the peroxide value (PV; milliequivalents of O₂ per kg of fat) in common carp fillets inoculated with *Staphylococcus aureus* during refrigerated storage.

	Time (day)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.48±0.04Aa	1.29±0.09Bb	1.64±0.10Bb	2.95±0.18Cc	4.79±0.28Dc	5.14±0.19Db
1%Essential oils	0.49±0.03Aa	1.23±0.10Bb	1.34±0.07Bab	2.48±0.08Cbc	3.96±0.13Dbc	4.83±0.25Eab
1.5%Essential oils	0.46±0.04Aa	0.64±0.03Aa	1.25±0.05Ba	2.03±0.09Cab	3.30±0.15Dab	4.25±0.19Eab
2%Essential oils	0.49±0.03Aa	0.61±0.04Aa	1.01±0.08Ba	1.91±0.10Ca	2.97±0.18Da	3.97±0.19Ea

Different capital letters (A, B, C, D, E) within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) across different storage times. Different lowercase letters (a, b, c) within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) among treatments.

Table 2- Effect of an absorbent pad containing chamomile essential oil on thiobarbituric acid reactive substances (TBA; mg malondialdehyde/kg meat) in common carp fillets inoculated with *Staphylococcus aureus* during refrigerated storage.

	Time (day)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.36±0.03Aa	0.52±0.02ABb	0.60±0.04Bb	0.86±0.05Cc	1.57±0.08Dc	2.25±0.14Eb
1%Essential oils	0.32±0.02Aa	0.46±0.03Aab	0.51±0.01Aab	0.74±0.07Bbc	1.16±0.07Cbc	1.89±0.11Db
1.5%Essential oils	0.36±0.03Aa	0.42±0.04Aab	0.46±0.02ABa	0.61±0.04Bab	0.94±0.05Cab	1.37±0.10Da
2%Essential oils	0.35±0.02Aa	0.38±0.03ABa	0.44±0.03ABa	0.51±0.03Ba	0.83±0.05Ca	1.28±0.08Da

Different capital letters (A, B, C, D, E) within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) across different storage times. Different lowercase letters (a, b, c) within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) among treatments.

Table 3. Effect of an absorbent pad containing chamomile essential oil on total volatile basic nitrogen (TVB-N; mg nitrogen per 100 g meat) in common carp fillets inoculated with *Staphylococcus aureus* during refrigerated storage.

	Time (day)					
	0	2	4	6	8	10
Control	8.85±0.21Aa	11.78±0.37ABb	14.24±0.63Bc	18.74±0.73Cc	28.71±1.80Dc	36.67±2.05Ec
1%Essential oils	8.76±0.23Aa	9.68±0.34ABa	11.93±0.34Bb	15.30±0.34Cb	22.45±1.42Db	30.95±1.63Eb
1.5%Essential oils	8.77±0.26Aa	9.35±0.11Aa	10.26±0.35Aa	12.90±0.16Ba	20.17±0.79Cab	23.84±1.42Da
2%Essential oils	8.91±0.20Aa	9.28±0.31ABa	10.05±0.43ABa	12.24±0.50Ba	16.58±1.54Ca	22.29±1.50Da

Different capital letters (A, B, C, D, E) within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) across different storage times. Different lowercase letters (a, b, c) within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) among treatments.

مقدار TVB-N به طور عمومی وابسته به فساد میکروبی می باشد. مقادیر بالای بار باکتریایی تیمارها سبب تولید بیشتر ترکیباتی نظیر تری متیل آمین اکسیدها، پپتیدها و آمینواسیدها و افزایش میزان TVB-N می گردد. در نتیجه مقدار آن در مطالعه حاضر با گذشت زمان افزایش یافت (جدول ۳). اما این افزایش در تیمارهای حاوی اسانس بابونه نسبت به تیمار شاهد کمتر بود. که نشان دهنده اثر مثبت پد جاذب حاوی اسانس بابونه در کنترل افزایش TVB-N می باشد. مطالعات بختیاری و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد که استفاده از پد جاذب

دی آلدئید در کیلوگرم گوشت به عنوان حد مجاز تعیین شده است (Lakshmanan, 2000). تیمار شاهد در روز دهم از این حد گذشت که نشان دهنده افزایش شدید فساد چربی ها و تولید مالون دی آلدئید است. اما سایر تیمارها کمتر از حد مجاز بودند که نشان دهنده مکانیزم های آنتی اکسیدانی اسانس ها شامل جلوگیری از شروع زنجیره اکسیداسیون، حذف رادیکال های آزاد و تجزیه پراکسیدها است. در مطالعه حاضر نیز اسانس بابونه به دلیل محتوای بالای فنول ها و فعالیت آنتی اکسیدانی موجب کنترل افزایش TBA طی زمان نگهداری گردید.

تلقیح شده به فیله کپور معمولی را طی نگهداری در یخچال مهار کرده و همچنین تأثیر کارآمدی روی فراسنجه های میکروبی و شیمیایی داشته است. لذا استفاده از اسانس بابونه در فرآورده ای شیلاتی و پتانسیل کاربرد آن در صنایع غذایی توصیه می گردد.

تقدیر و تشکر

از حمایت های مالی دانشگاه زابل گرنت شماره: UOZ.GR.5120 تشکر و قدردانی می شود

حاوی اسانس زنیان منجر به کنترل افزایش میزان TVB-N فیله قزل آلا ی رنگین کمان طی نگهداری در یخچال گردید. میزان مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) فیله کپور معمولی تیمارها طی نگهداری در یخچال افزایش یافت. حداکثر میزان قابل قبول مجموع بازهای نیتروژنی فرار ۲۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی می باشد (Ojagh et al., 2010). تیمار شاهد در روز هشتم و تیمار حاوی ۱۰ میلی لیتر اسانس بابونه ۱ درصد در روز دهم از این حد گذشتند. درحالی که تیمارهای حاوی ۱۰ میلی لیتر اسانس بابونه ۱/۵ و ۲ درصد تا پایان دوره نگهداری در محدوده قابل قبول بودند. نتایج مشابهی در مطالعات تأثیر اسانس رزماری در افزایش زمان ماندگاری سوریمی کپور نقره ای (واحدی سریگانی و همکاران ۱۳۹۶) و استفاده اسانس زنیان در افزایش زمان ماندگاری گوشت چرخ شده کپور معمولی (فرامرزیپوردارزینی و همکاران، ۱۳۹۷) گزارش گردید.

جدول ۴ نتایج pH تیمار های مختلف فیله کپور معمولی تلقیح شده با باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* طی نگهداری در یخچال را نشان می دهد. pH تیمار ها تا روز دوم نگهداری کاهش و سپس افزایش یافت. افزایش میزان pH در زمان نگهداری معمولاً به دلیل تولید ترکیبات فرار مانند آمونیاک و تری متیل آمین ها است. این ترکیبات دارای خاصیت قلیایی بوده و به عنوان محصولات جانبی فعالیت باکتری های عامل فساد و کاهش کیفیت گوشت تولید می شوند (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷). کمتر بودن میزان pH در تیمارهای حاوی اسانس بابونه به دلیل خواص ضد میکروبی این اسانس می باشد.

نتیجه گیری

از نتایج این تحقیق می توان نتیجه گیری که پد جاذب حاوی اسانس بابونه می تواند رشد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*

References

- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International (18th edition).
- ArasHisar S, Hisar O, Yanık T and Aras S M, 2004. Inhibitory effects of ammonia and urea on gill carbonic anhydrase enzyme activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Environmental Toxicology and Pharmacology, 17(3), 125-128.
- Bahrami S, Alizadeh Doughikollaee E, Shahriari Moghadam M, 2019. Effect of *Foeniculum vulgare* seed essential oil on *Staphylococcus aureus* in minced *Cyprinus carpio*. Journal of Food Hygiene, 8(4), 1-14.
- Bakhtiari T, Alizadeh Doughikollaee E, Shahriari Moghadam M and Ahmadifar E, 2020. Effect of absorbent pad containing *Carum copticum* seed essential oil on the shelflife of *Oncorhynchus mykiss* fillet during refrigerated storage. Journal of fisheries, 73(2), 187-198.
- Chang S, Wang J, Dong C, and Jiang Y, 2023. Intestinal microbiota signatures of common carp (*Cyprinus carpio*) after the infection of *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture Reports, 30, 101585.
- Cortés-Sánchez A D J, Díaz-Ramírez M, Salgado-Cruz M L P and Hernandez-Nava R G, 2020. Food safety and fish production the case of *Staphylococcus aureus*: a review. OnLine Journal of Biological Sciences, 20(4), 296-311.
- Dai J, Hu W, Yang H, Li C, Cui H, Li X and Lin L, 2022. Controlled release and antibacterial properties of PEO/casein nanofibers loaded with Thymol/ β -cyclodextrin inclusion complexes in beef preservation. Food Chemistry, 382, 132369.
- El Mihyaoui, A, Esteves da Silva J C Charfi S, Candela Castillo M E, Lamarti A and Arnao M B, 2022. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): a review of ethnomedicinal use, phytochemistry and pharmacological uses. Life, 12(4), 479.
- FAO, The state of world fisheries and aquaculture, Sustainability in action. Rome. 2022.
- Faramarzpour Darzini S, Alizadeh Doughikollaee E, Shahriari Moghadam M and Yousef Elahi M, 2018. Effect of *Carum copticum* seed essential oil on the *Escherichia coli* inoculated in minced *Cyprinus carpio*. Aquaculture sciences, 6(1), 92-104.
- Goulas A E and Kontominas M G, 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. Food chemistry, 100(1), 287-296.
- Gurtler J B and Garner C M, 2022. A review of essential oils as antimicrobials in foods with special emphasis on fresh produce. Journal of Food Protection, 85(9), 1300-1319.
- Hassanin M S, Abdel-Moneim A and El-Chaghaby G A, 2015. The effect of using Chamomile extract for the preservation of chicken breast meat on oxidative parameters and microbial profile of chicken meat. African Journal of Agricultural Science and Technology, 3(10), 419-424.
- Huang Z, Liu X, Jia S, Zhang L and Luo Y, 2018. The effect of essential oils on microbial composition and quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during chilled storage. International journal of food microbiology, 266, 52-59.
- Jordá G B, Marucci R S, Guida A M, Pires P S and Manfredi E A, 2012. Carriage and characterization of *Staphylococcus aureus* in food handlers. Revista Argentina de Microbiologia, 44(2), 101-104.
- Kilinc B and Altas S, 2016. Effect of absorbent pads containing black seed or rosemary oils on the shelf life of sardine [*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)] fillets. Journal of Applied Ichthyology, 32(3), 552-558.
- Kulisic T, Radonic A, Katalinic V and Milos M, 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. Food chemistry, 85(4), 633-640.
- Kunová S, Sendra E, Haščík P, Vukovic N L, Vukic M and Kačániová M, (2021). Influence of essential oils on the microbiological quality of fish meat during storage. Animals, 11(11), 3145.
- Li T, Hu W, Li J, Zhang X, Zhu J and Li X, 2012. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Food Control, 25(1), 101-106.

- Macori G, Bellio A, Bianchi D M, Gallina S, Adriano D, Zuccon F, ... and Decastelli L, 2016. Molecular typing of *Staphylococcus aureus* isolate responsible for staphylococcal poisoning incident in homemade food. Italian Journal of Food Safety, 5(2).
- Mahdavi B, Ghorat F, Nasrollahzadeh M S, Hosseyni-Tabar M and Rezaei-Seresht H, 2020. Chemical composition, antioxidant, antibacterial, cytotoxicity, and hemolyses activity of essential oils from flower of *Matricaria chamomilla* var. *chamomilla*. Anti-Infective Agents, 18(3), 224-232.
- Melo-Guerrero M C, Ortiz-Jurado D E and Hurtado-Benavides A M, 2020. Comparison of the composition and antioxidant activity of the chamomile essential oil (*Matricaria chamomilla* L.) obtained by supercritical fluids extraction and other green techniques. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 44(172), 845-856.
- 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(1), 193-198.
- Pastare L, Berga M, Kienkas L, Boroduskis M, Ramata-Stunda A, Reihmane D ... and Nakurte I, 2023. Exploring the Potential of Supercritical Fluid Extraction of *Matricaria chamomilla* White Ray Florets as a Source of Bioactive (Cosmetic) Ingredients. Antioxidants, 12(5), 1092.
- Podineh A, Alizadeh Doughikollaee E, Shahriari Moghadam M, Ahmadifar E. 2020, Effect of *Zataria multiflora* essential oil with absorbent pad on the quality and shelflife of *Hypophthalmichthys molitrix* fillet during refrigerated storage. Iranian scientific fisheries journal, 29 (5) :187-19
- Savvaidis I N, Skandamis P, Riganakos K A, Panagiotakis N and Kontominas M G, 2002. Control of natural microbial flora and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged trout at 4 and 10 C using irradiation. Journal of food protection, 65(3), 515-522.
- Smaoui S, Hsouna A B, Lahmar A, Ennouri K, Mtibaa-Chakchouk A, Sellem I ... and Mellouli L, 2016. Bio-preservative effect of the essential oil of the endemic *Mentha piperita* used alone and in combination with BacTN635 in stored minced beef meat. Meat science, 117, 196-204.
- Stanojevic L P, Marjanovic-Balaban Z R, Kalaba V D, Stanojevic J S and Cvetkovic D J, 2016. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of chamomile flowers essential oil (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of essential oil bearing plants, 19(8), 2017-2028.
- Tian H, Li W, Chen C, Yu H and Yuan, H, 2023. Antibacterial absorbent mat based on oxidized bacterial nanocellulose for chilled meat preservation. Food Packaging and Shelf Life, 40, 101194.
- Vahedi Sarrigani M, Alizadeh Doughikollaee E, Shahriari Moghadam M and Yousef Elahi M, 2018. Effect of *Rosmarinus officinalis* essential oil on the quality of *Hypophthalmichthys molitrix* surimi inoculated with *Escherichia coli* during refrigerated storage. Aquaculture sciences, 5(2), 50-63.
- Wang J, Zhou Q, Zhang H and Jiang, Y, 2024. Early mucosal responses in common carp (*Cyprinus carpio*) to the infection of *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture Reports, 39, 102466.
- Wang N, Zheng D, He J, Liu X and Liu T, 2025. Preparation and characterization of a thymol nanoemulsion-loaded multifunctional sustained-release corn straw cellulose nanocrystal/acetylated starch-based aerogel and its application in chilled meat preservation. Carbohydrate Polymers, 348, 122758.
- Zengin G, Mollica A, Arsenijević J, Pavlić B, Zeković Z, Sinan K I ... and Ražić S, 2022. A comparative study of chamomile essential oils and lipophilic extracts obtained by conventional and greener extraction techniques: chemometric approach to chemical composition and biological activity. Separations, 10(1), 18.