

J Food Health Sci

Vol. 1 Issue 4 2015

E-ISSN 2149-0473

**Journal of
Food and Health Science**



**ScientificWebJournals
(SWJ)**

Journal of Food and Health Science

E- ISSN 2149-0473

Journal abbreviation: **J Food Health Sci**

© 2015 ScientificWebJournals (SWJ)

All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

is published in one volume of four issues per year by

www.ScientificWebJournals.com

Contact e-mail: jfhs@scientificwebjournals.com and ozkanozden@scientificwebjournals.com

Aims and Scope

“**Journal of Food and Health Science**” publishes peer-reviewed articles covering all aspects of **Food** and **Health science** in the form of review articles, original articles, and short communications. Peer-reviewed open access journal publishes articles in **English** or **Turkish** language.

General topics for publication include, but are not limited to the following fields:

- Food Science/Technology
- Food Chemistry/Microbiology
- Food Packaging/Packaging Materials/Migration
- Food Safety/Hygiene/Quality Assurance/Control
- Hazard/Risk Detection/Analysis/Management/Manufacturing Practices
- Genetically Modified Food
- Functional Foods/Dietary Supplements/
- Nutrition and Child Development/ Nutrition in Pregnancy/ Nutrition and Age/ Nutrition and Cancer/Nutrition and Chronic Diseases /
- Food Allergen/Chemical Contaminants
- Population and Demographic transitions in Nutrition/Social Determinants of Nutrition
- Nutrient Data/Bioavailability/Trace Elements/
- Human Nutrition and Health Sciences/Epidemiology/Micronutrients
- Energy/Metabolism/Physical Activity/Exercise/Sport Nutrition
- Public Health/Diet Selection/Obesity/Food Poisoning and Outbreaks/ Therapies/
- Public Health Governance/Food Security/Nutrition Policies
- Clinical Nutrition

Chief editor:

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Vice editor:

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN,

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Cover photo:

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Editorial board:

Prof. Dr. Haluk ANIL

University of Bristol, Faculty of Medical and Veterinary Sciences, England

Prof. Dr. Ali AYDIN

University of Istanbul, Faculty of Veterinary Medicine,
Food Hygiene and Technology Department, Turkey

Prof. Dr. Bhesh BHANDARI

University of Queensland, Faculty of Science, Australia

Prof. Dr. Cem ÇETİN

Süleyman Demirel University, Faculty of Medicine, Turkey

Prof. Dr. Gürhan ÇİFTÇİOĞLU

University of Istanbul, Faculty of Veterinary Medicine,
Food Hygiene and Technology Department, Turkey

Prof. Dr. Frerk FELDHUSEN

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Rostock, Germany

Prof. Dr. Carsten HARMS

Applied Univ. Bremerhaven, Bremerhavener Institute of Biological Information Systems, Germany

Prof. Dr. Fahrettin GÖĞÜŞ

University of Gaziantep, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Turkey

Prof. Dr. Gürbüz GÜNEŞ

Istanbul Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Food Engineering, Turkey

Prof. Dr. Esra İBANOĞLU

University of Gaziantep, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Turkey

Prof. Dr. Herbert W. OCKERMAN

Ohio State University, Department of Animal and Food Sciences, USA

Prof. Dr. Ayşe Emel ÖNAL,
University of Istanbul, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Public Health, Turkey

Prof. Dr. Peter RASPOR
University of Primorska, Faculty of Health Sciences, Institute for Food, Nutrition and Health, Slovenia

Prof. Dr. Zdzislaw E. SIKORSKI
Gdańsk University of Technology, Faculty of Chemistry, Department of Food Chemistry,
Technology, and Biotechnology, Poland

Prof. Dr. Krzysztof SURÓWKA
University of Agriculture, Faculty of Food Technology, Poland

Prof. Dr. Muhittin TAYFUR
University of Başkent, Faculty of Health Sciences, Turkey

Prof. Dr. Aydın YAPAR
University of Pamukkale, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Turkey

Prof. Dr. Hasan YETİM
University of Erciyes, Department of Food Engineering, Turkey

Assoc. Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR
University of Abant İzzet Baysal, Faculty of Engineering and Architecture,
Department of Food Engineering, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Joko Nugroho Wahyu KARYADI
Gadjah Mada University, Faculty of Agricultural Technology, Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ
University of Necmettin Erbakan, Faculty of Health Sciences, Turkey

Dr. Alaa El-Din A. BEKHIT
University of Otago, Department of Food Science, New Zealand

Dr. Rene' E SCOTT
Texas Woman's University, Nutrition and Food Science, Visiting Professor, USA

Journal of Food and Health Science

E-ISSN 2149-0473

Journal abbreviation: J Food Health Sci

© 2015 ScientificWebJournals (SWJ)

All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

Vol. 1 Issue 4 Page 166-219 (2015)

Table of Contents/İçerik

- 1. GÜNLÜK AĞACI (*Liquidambar orientalis*) YAPRAKLARINDAN ELDE EDİLEN EKSTRAKTIN KÜLTÜR LEVREĞİNİN (*Dicentrarchus labrax*) RAF ÖMRÜ VE ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**
(Determination of The Effects of Sweetgum Extract Obtained from Incense Tree (*Liquidambar orientalis*) on The Shelf Life and Quality of Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*))
Hatice HASANHOCAOĞLU YAPICI, Taçnur BAYGAR, Cansu METİN,
Yunus ALPARSLAN
pp. 166-177
DOI: 10.3153/JFHS15016
- 2. ET DEKONTAMİNASYONUNDA ELEKTRON DEMETİ İŞINLAMASI (EDI) KULLANIMI**
(Using Electron Beam Irradiation in Meat Decontamination)
Sena ÖZBAY DOĞU, Akif ÖZBAY
pp. 178-184
DOI: 10.3153/JFHS15017
- 3. MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME UYGULANAN MİDYELERİN (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) BUZDOLABI (4 ±2°C) KOŞULLARINDA RAF ÖMRÜNÜN TESPİTİ**
(Shelf Life Under The Refrigerator (4 ±2°C) Conditions of Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) Packaged With Modified Atmosphere)
Hülya TURAN, Rabiya Tuğba ONAY
pp. 185-198
DOI: 10.3153/JFHS15018

4. DETERMINATION OF SHELF LIFE OF MARINADE AND BRINE INJECTED RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) AT REFRIGERATOR CONDITIONS

Emre AĞLAK, Barış KARSLI

pp. 199-210

DOI: 10.3153/JFHS15019

5. EFFECTS OF FIBERS ON THE QUALITY OF FISH PATTIES STORED AT (0-4°C)

Aslı CADUN, şükran ÇAKLI, Duygu KIşLA, Tolga DİNÇER, Ömer Alper ERDEM

pp. 211-219

DOI: 10.3153/JFHS15020

ORIGINAL ARTICLE/ORİJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

GÜNLÜK AĞACI (*Liquidambar orientalis*) YAPRAKLARINDAN ELDE EDİLEN EKSTRAKTIN KÜLTÜR LEVREĞİNİN (*Dicentrarchus labrax*) RAF ÖMRÜ VE ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hatice HASANHOCAOĞLU YAPICI, Taçnur BAYGAR, Cansu METİN,
Yunus ALPARSLAN

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Muğla, Türkiye

Received: 15.04.2015

Accepted: 06.06.2015

Published online: 20.07.2015

Corresponding author:

Hatice HASANHOCAOĞLU YAPICI, Muğla Sıtkı
Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve
İşleme Teknolojisi Bölümü, Muğla, Türkiye

E-mail: hatice_gokce@mu.edu.tr

Öz:

Bu çalışmada Muğla (Türkiye) ilindeki endemik ağaç türlerinden biri olan günlük ağacı yapraklarından elde edilen ekstraktın, kültür levreğinin kalitesi ve raf ömrü üzerine doğal bir koruyucu olarak etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kurutulduktan sonra ekstrakte edilmiş olan günlük ağacı yapraklarından %0.1, %0.5 ve %1'lik oranlarda hazırlanan solüsyonlar içerisinde levrek balıkları daldırılmış ve buzdolabı şartlarında (4±2°C) kalite değişimleri ve raf ömrü tespit edilmiştir. Kalite analizleri sonucunda duyuşal olarak kontrol grubu örneklerinin 15. günde, günlük ağacı yaprak ekstraktı içeren bütün grupların ise 18. günden sonra bozulduğu tespit edilmiştir. Özellikle oksidasyon göstergesi olan TBA açısından ekstraksiyon grupları ile kontrol grubu arasında önemli bir fark bulunurken, mikrobiyolojik açıdan önemli bir fark yakalanamasa da %1 günlük ağacı yaprak ekstraktının özellikle toplam *Enterobacteriaceae* açısından diğer gruplara oranla daha etkili olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda sığıla ekstraktı uygulanan levrek balıklarının raf ömrünün duyuşal olarak kontrol grubuna oranla 3 gün daha fazla olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Günlük Ağacı, *Liquidambar orientalis*, Antioksidan, Antimikrobiyal, Levrek balığı, *Dicentrarchus labrax*

Abstract:

Determination of The Effects of Sweetgum Extract Obtained from Incense Tree (*Liquidambar orientalis*) on The Shelf Life and Quality of Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*)

This study aim to establish effect of extract, obtained from leaves of incense tree, an endemic and relict tree species in Muğla (Turkey), as natural preservative on quality and shelf life of the culture sea bass. For this purpose, after a solution was prepared in a ratio of 0.1%, 0.5% and 1% from the leaves of incense tree that has been extracted after drying, sea bass submerged into this solutions and quality changes and shelf life was determined at refrigerator conditions (4±2°C). As a result of the quality analysis, control group samples got spoiled at 15th day in terms of sensory, whereas all the groups, consisting of leaf extract of incense tree, were found to deteriorate after 18 days. While there were significant difference especially in oxidation index; TBA between control group and groups with the extraction, not an important difference could be found in terms of microbiology. Nevertheless 1% extract solution was more effective over *Enterobacteriaceae* compared to the other groups. At the end of the study, it was observed that shelf life of sea bass with sweetgum extract was 3 days more than the shelf life of the control group in sensorial way.

Keywords: Incense Tree, *Liquidambar orientalis*, Antioxidant, Antimicrobial, Sea bass, *Dicentrarchus labrax*

Giriş

Su ürünleri çabuk bozulan gıdalar içerisinde yer aldığından, özellikle sentetik antioksidan ve antimikrobiyal kullanımı oldukça yaygındır. Günümüzde et ve et ürünlerine yönelik tüketici talebi, yüksek besleyici değer, mikrobiyolojik güvenilirlik ve doğal lezzet&görünüm şeklinde olduğu için sentetik maddelerin yerine doğal maddelerin arayışına girilmiştir (Serdaroğlu ve Barış, 2012).

Muğla yöresine özgü endemik bir tür olan günlük ağacı ve ürünlerinin (yaprakları, kabuğu, sığla yağı vb.) doğal koruyucu potansiyeli taşıdığı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Baytop 1984; Hafizoğlu 1982; Hafizoğlu vd.1996). Yaklaşık 60 milyon yıllık bir ağaç olan günlük ağacının günümüzde geriye kalan 4 türünden Türkiye’de bulunan türü *Liquidambar orientalis*’tir (İstek ve Hafizoğlu, 2005). Muğla ili ve çevresinde yaşayan insanlar günlük ağacını nefes darlığı, bronşit vb. solunum sistemi hastalıklarına iyileşme sürecine yardımcı olduğu için tütsü olarak kullanmaktadır. Ayrıca günlük ağacından elde edilen sığla yağı, sabun sanayinde, sakız ve tütünlerin kokulandırılmasında, elde edilen uçucu yağının ise birçok doğal esanslı parfümün bileşiminde değerlendirilmesinin yanı sıra iyi bir antiseptik ve parazit öldürücü olarak, pomat ve yakı halinde uyuz, mantar gibi cilt hastalıklarında, mide ve onikiparmak bağırsaklarındaki ülsere karşı kullanıldığı belirtilmektedir (Baytop 1984; Hafizoğlu 1982; Hafizoğlu vd.1996).

Bu çalışmada, günlük ağacının yaprak ekstraktlarından elde edilen % 0.1, % 0.5 ve % 1’lik solüsyonların içerisine daldırılan levrek balıklarının buzdolabı şartlarında depolama esnasındaki raf ömrü ve et kalitesi incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmada off-shore sistem ile yetiştiricilik yapan HATKO A.Ş.(Bodrum/Muğla) tarafından deniz kafeslerinde üretilen levrek balıkları (*Dicentrarchus labrax*) kullanılmıştır. Balıklar strafor kutularda soğuk zincir şartları bozulmadan yaprak buz ile kaplanarak 2 saat içerisinde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarlarına getirilmiştir.

Her grupta 33 adet iç organları temizlenmeden bütün (300-350 g) balık olacak şekilde örnekler 4 gruba ayrılmıştır.

Çalışmada kullanılacak sığla ağacı yaprakları ise Mart – Ağustos 2012 tarihleri arasında aralıklarla (yaprak döktüğü zamanlar hariç) Toparlar (Muğla) mevkiinden toplanmıştır. Çalışma boyunca yaklaşık olarak 6 kg sığla yaprağı toplanmıştır.

Solüsyonların Hazırlanması

Özüt elde edilmek üzere toplanan günlük ağacı yaprakları laboratuvar ortamında serilerek ve zaman zaman ters yüz edilerek 7-10 gün süre ile kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar parçalanarak etanolde (1:1 oranında) 3 gün süre ile bekletilmiştir. Daha sonra evaporatör ile etanol uzaklaştırılmıştır. Kalan özüt, yapılan literatür taramaları, ön denemeler ve tek başına sığla yaprağı özütünün acı tadı göz önünde bulundurularak, oranları %0.1 (A grubu), %0.5 (B grubu) ve %1 (C grubu) olacak şekilde 30 L su içerisine ilave edilmiştir. Hazırlanan solüsyonların sıcaklığı soğuk zinciri bozmamak için buz kasetleri 4°C (±2)’ye ayarlanmıştır.

Hazırlanan Solüsyonun Balıklara Uygulanması

Balıkların ilavesi ile suyun taşmaması için 40 L’lik varillerde soğutulan solüsyonların içerisine levrek balıkları iki dakika süre ile daldırılmıştır. Daha sonra balıklar solüsyondan çıkartılarak temiz strafor kutulara dizilmiş, üzeri buz ile kaplanarak buzdolabında 4°C (±2) depolanmaya alınmıştır.

Çalışmada günlük yaprağı özütünün levrek balıklarının kalite ve raf ömrüne etkisini belirlemek için Taze (0.gün), 2, 6, 9, 12, 15, 17, 18, 20 ve 22’inci günlerde analizler yapılmıştır. Çalışma 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Duyusal Analizler: Her analiz gününde çiğ levrek balıkları 6 panelist tarafından Aubourg, (2001) tablosuna göre duyusal analize alınmıştır. Tazelik derecesine göre 3-4 puan arası “çok iyi kalite”, 2-2.9 puan arası “iyi kalite”, 1-1.9 puan arası “kabul edilebilir kalite”, 1 puanın altında kalanlar ise “kabul edilemez” olarak değerlendirilmiştir

Tablo 1. Taze balıkların duyuusal analiz değerlendirme tablosu**Table 1.** Sensorial assessment table for fresh fish

Nitelikleri	En İyi Kalite (4 puan)	İyi Kalite (3 puan)	Orta Kalite (2 puan)	Kabul Edilmeyen (1 puan)
Deri	Çok yoğun pigmentasyon Saydam mukus	Önemsiz pigmentasyon kayıpları Az bulanık mukus Dış bükey ama biraz çökük	Pigmentasyon renksiz ve bulanık Süt görünümlü mukus	Önemli pigmentasyon kayıpları Mat mukus
Göz	Dış bükey Saydam kornea Parlak ve siyah gözbebeği	Hafif saydam kornea Siyah fakat bulanıklaşmaya başlamış göz bebeği Gül rengine çalan kırmızı	Düz Az saydam kornea Mat göz bebeği	İç bükey Sütümsü kornea Grileşmiş göz bebeği
Solungaç	Parlak kırmızı Koku oluşumu mevcut değil Flamentlerin tek tek açılımı çok iyi	Koku oluşumu mevcut değil Flamentler açılıyor ama birleşmeye başlamış	Soluk kırmızı Balıksı koku Flamentler birleşmiş	Grimsi-sarımsı renk değişimi Keskin amonyak kokusu Flamentler tamamen yapışmış
Et kokusu	Keskin yosun ve deniz ürünü kokusu	Zayıf yosunumsu ve deniz ürünü kokusu	Ekşi ve acımtırak koku	Keskin ekşi ve iyice acılaşmış koku
Et kıvamı	Ölüm sertliği belirtileri henüz başlamamış	Sert ve elastik doku El ile dokunulduğunda et kıvamı eski haline gelebiliyor	El ile dokunulduğunda et kıvamı eski haline gelmiyor Esneklik gözle görülebilir azalmış Az sulu ve soluk görünümlü	Önemli şekil değişiklikleri mevcut olup mekanik işlemler için uygunsuz
Et dokusunun görünümü	Çok sulu ve pembemsi Kas yapısı normal görünümde	Sululuğunu ve pembeliğini koruyor Kas yapısı normal görünümde	Kaslar yumuşamaya/birleşmeye başlamış	Sarımsı ve kuru Kaslar tamamen yumuşamış/birleşmiş

Kimyasal Analizler: Yapılan ham protein analizi AOAC (2002), ham yağ analizi Bligh ve Dyer (1959), pH Manthey vd. (1988), Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) Antonocopoulos (1973), Trimetilamin (TMA-N) Schormüller (1968) ve Tiyobarbitürikasit (TBA) Tarladgis vd. (1960)'ne göre yapılmıştır. Kimyasal analizler 3 paralel olarak yürütülmüştür.

Mikrobiyolojik Analizler: Toplam canlı ve toplam psikrofil bakteri için FDA / BAM (2001)'a göre, toplam *Enterobacteriaceae* ise ICMSF Microorganisms in Foods (1986)'a göre yapılmıştır. Analizler 3 paralel şekilde yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler: Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS 16 paket programı kullanılarak bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda günlük ağacının yapraklarından elde edilen özüt uygulanan levrek balık grupları arasındaki fark Tek Yönlü Varyans analizi ve Çoklu Karşılaştırma (LSD) testleri uygulanarak bulunmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Duyusal Analiz Sonuçları

Depolama süresince gerçekleştirilen duyuusal analiz sonuçları Şekil 2.'de verilmiştir. Çalışmada incelenen gruplar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki farkın anlamlı ($p < 0.05$), % 0.1 günlük yaprağı ekstraktı uygulanan örneklerin tüm gruplarla arasındaki farkın anlamlı ($p < 0.05$) ve %0.5 ve %1 günlük yaprağı ekstraktı

gruplarının arasındaki farkın ise anlamsız olduğu bulunmuştur ($p>0.05$).

Tablo 2. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının duyu analizi sonuçları

Table 2. Sensorial results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar			
	Kontrol	A Grubu	B Grubu	C grubu
Taze	3.84 ±0.09 ^a	3.84 ±0.09 ^a	3.84 ±0.09 ^a	3.84 ±0.09 ^a
2	3.74 ±0.12 ^a	3.73 ±0.07 ^a	3.68 ±0.08 ^a	3.68 ±0.07 ^a
6	3.38 ±0.18 ^a	3.36 ±0.23 ^a	3.29 ±0.24 ^a	3.34 ±0.29 ^a
9	2.76 ±0.24 ^a	2.98 ±0.23 ^b	2.85 ±0.29 ^c	3.01 ±0.41 ^{bd}
12	2.66 ±0.24 ^a	2.88 ±0.24 ^b	2.65 ±0.19 ^a	2.50 ±0.39 ^c
15	1.95 ±0.47 ^a	2.52 ±0.22 ^b	2.19 ±0.23 ^c	2.17 ±0.55 ^c
17	0.97 ±0.26^a	1.31 ±0.29 ^b	1.19 ±0.29 ^c	1.11 ±0.35 ^c
18	0.74 ±0.04 ^a	1.21 ±0.57 ^b	1.07 ±0.21 ^c	1.08 ±0.17 ^c
20	0.61 ±0.05 ^a	0.91 ±0.20^b	0.81 ±0.13^c	0.72 ±0.15^{cd}
22	0.49 ±0.10 ^a	0.74 ±0.09 ^b	0.59 ±0.08 ^c	0.58 ±0.25 ^c

A grubu: %0.1 günlük yaprağı özütü; B grubu: %0.5 günlük yaprağı özütü; C grubu: %1 günlük yaprağı özütü
 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma (n=6)

Her sütunda farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki istatistiksel fark anlamlıdır, $P<0.05$

Çalışmamız boyunca yapılan duyu analizi sonuçlarında kontrol grubu 15.günden sonra tüketilebilir limitlerin altına inerken, yaprak ekstraktı uygulanan gruplar 18. güne kadar dayanmıştır. Abou-Talev vd. (2007)'nin kefal filetolarını %1 çörekotu, defne yaprağı, kimyon ve yonca ekstraktı bulunan solüsyonlara daldırıp 10 dk beklettikleri çalışmada kontrol grubu 8. günden sonra, yonca ve defne yaprağı ekstraktı bulunan gruplar ise depolamanın son gününde (16.gün) duyu analizi açısından bozulmuş ancak kimyon ve çörekotu ekstraktı uygulanan örnekler depolama süresince bozulmamıştır. Pezeshk vd. (2012)'nin taze soğan ekstraktı ile yaptıkları başka bir çalışma sonunda duyu analizi açısından kontrol grubu örnekler kabul edilemez değerde iken soğan ekstraktı uygulanan örnekler orta kalite olarak sınıflandırıldığı belirtilmiştir.

Çalışmamızda günlük yaprağı ekstraktı uygulanan gruplar kendi arasında karşılaştırıldığında en beğenilen grup % 0.1 günlük yaprağı ekstraktı uygulanan örnekler olmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda (% 1 ekstrakt) uygulandığında, depolamanın ilerleyen zamanlarında günlük yaprağı ekstraktının gözlerde opaklaşmaya ve beyazlığa, deri ve solungaçlarda yeşil renk ve tortuya neden olduğu

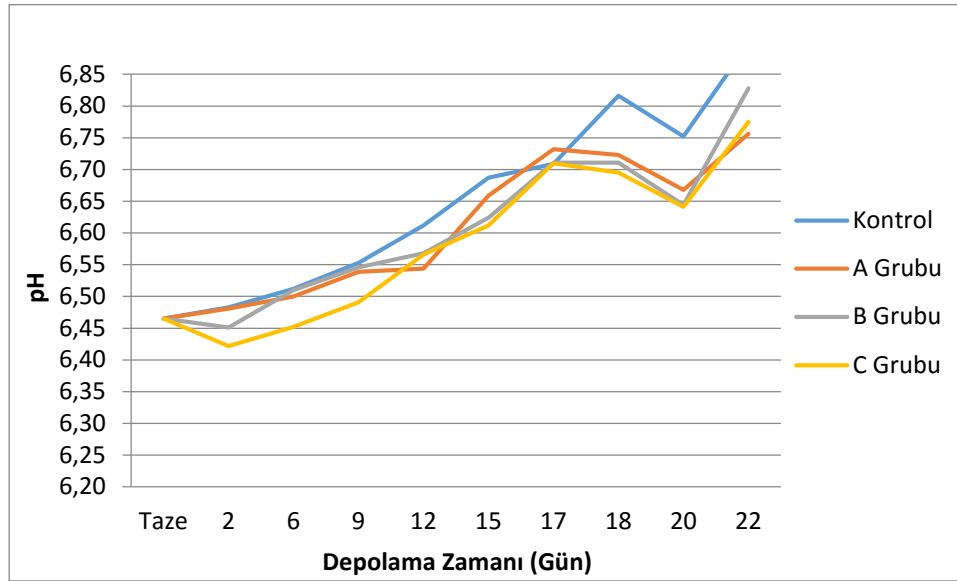
gözlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer bir sonuç Sağdıç vd. (2008)'nin kekik ekstraksiyonunu 250, 500 ve 1000 ppm oranlarında köftelere ilave ettikleri bir çalışmada bulunmuştur. Bu çalışmada duyu analizi açısından 1000 ppm düzeyinin panelistlerce beğenilmediği, 250 ve 500 ppm düzeyindeki kekik ekstraktlarının ise tüketime daha uygun olduğu belirtilmiştir. Aynı şekilde uskumru filetoları ile yapılan başka bir çalışmada %1 oranında eklenen yeşil çay, üzüm çekirdeği ve nar kabuğu ekstraktlarından koku ve tekstür olarak yeşil çay yaprağı daha beğenilse de tat olarak nar kabuğu uygulanan örneklerin daha fazla tercih edildiği belirlenmiştir (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2009).

Kimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma ham protein ve ham yağ analiz sonuçları ele alındığında taze balık örneklerinde ham protein %19.75±0.47 ve ham yağ değerleri %8.89±1.10 olarak bulunmuştur. Depolama süresince tüm gruplarda kalite kayıplarına bağlı olarak ham protein ve ham yağ miktarında bir azalma olmuştur. Çalışmamızda yağ ve protein açısından en fazla kayıp kontrol grubunda olurken ham protein açısından en az kayıp %1 günlük yaprağı ekstraktı uygulanan grupta görülmüştür ve bu fark istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur

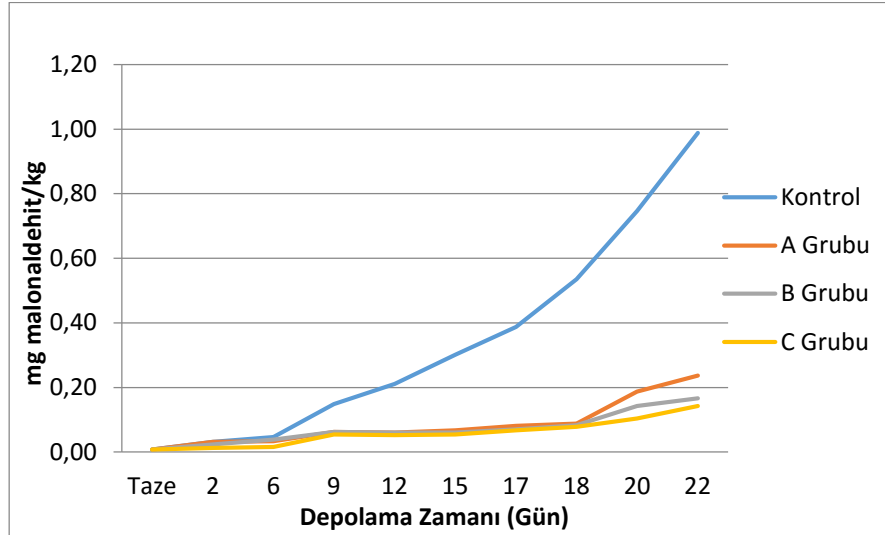
($p < 0.05$). Ham yağ açısından ise en az kayıp %0.5 günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan grupta bulunmuştur ancak gruplar arasındaki farklar önemsiz ($p > 0.05$)'dir. Kontrol grubunun duyuşal açıdan kabul edilebilir limitlerde olduğu 15. günde ham protein ve ham yağ oranları sırasıyla; %19.37 \pm 0.24, % 8.25 \pm 1.07 olarak bulunmuştur. Günlük yaprağı ekstraktı uygulanmış grupların ise duyuşal limit değerlerin altına düşmediğı 18. günde ham protein ve ham yağ oranları sırası ile % 18.97 \pm 0.13, % 18.38 \pm 0.32, %18.64 \pm 0.25; %7.47 \pm 0.09, %7.73 \pm 0.46, %7.80 \pm 0.37 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre günlük ağacı yaprağından elde edilen elstraktın levrek balığının protein ve yağı üzerinde koruyucu bir etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz. Benzer bir sonuç Gallo vd. (2012)'nin *Echinacea angustifolia* bitkisinden süperkritik akışkan ekstraksiyon yöntemi ile elde ettikleri ekstraktı tavuk etine karıştırmak üzere pişirdikleri ve 12 gün boyunca 4°C'de depoladıkları çalışmada da ekstraktın tavukların protein ve yağ oksidasyonunu önlemede oldukça etkili olduğu gözlenmiştir.

Taze balıklarda pH ve TBA değerleri 6.46 \pm 0.04 ve 0.01 \pm 0.00 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda (22.günde) hiçbir grubun pH ve TBA değerleri limit değeri aşmamıştır. Yalnızca son analiz gününde kontrol grubunun pH değeri 6.90 ile 7 olan limit değere yakın bir değer saptanmıştır. (Grafik 1). İstatistiksel olarak kontrol grubu ve sığla yaprağı ekstraktı uygulanan gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ekstraksiyon grupları karşılaştırıldığında %1 sığla yaprağı ekstraktı uygulanan grubun diğer gruplardan farkı anlamlı ($p < 0.05$) iken diğer kalan iki grup arasındaki fark anlamsız olarak tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Depolamanın son günü olan 22. günde TBA değerleri ise kontrol grubu, % 0.1, % 0.5 ve %1 günlük yaprağı ekstraktı uygulanan grup olmak üzere sırası ile 0.99 mg malonaldehit/kg; 0.24 mg malonaldehit/kg; 0.17 mg malonaldehit/kg ve 0.14 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Tüm gruplar arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 1. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının pH analiz sonuçları

Figure 1. pH results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree



Şekil 2. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının TBA analiz sonuçları

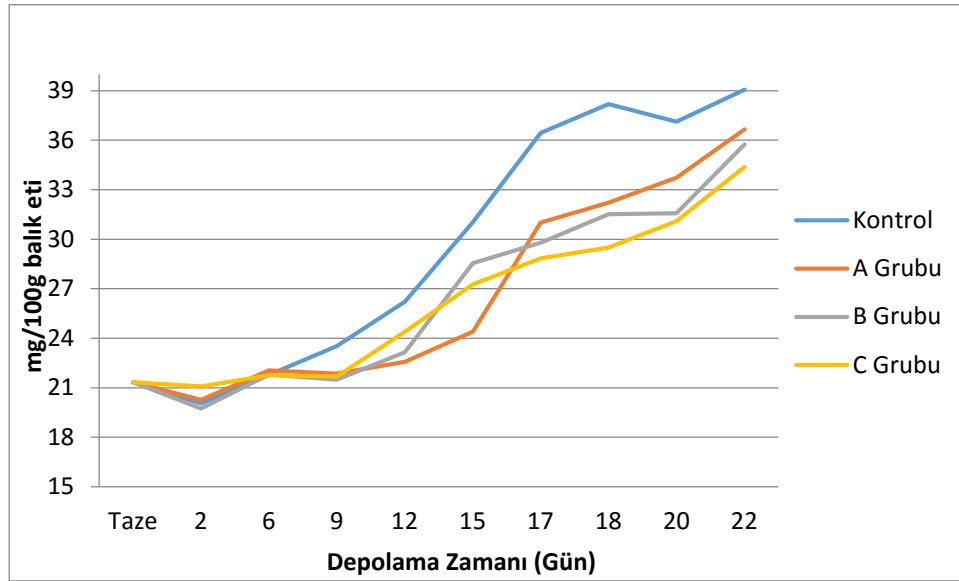
Figure 2. TBA results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree

Abou-Taleb vd.(2007)'nin kefal balıklarına çörekotu, defne yaprağı, kimyon ve yonca ekstraktı uyguladıkları çalışmada kontrol grubunun pH değerleri hızla yükseldiği, en az artışın ise kimyon ekstraktı uygulanan gruplarda gerçekleştiği bildirilmiştir.. pH'daki bu artış mikrobiyolojik aktivite sonucu oluşan amonyak gibi temel azotlu bileşenlere bağlanmıştır. Bu çalışmada "iyi kalite" balık için TBA değerini 2 mg malonaldehit/kg (Bonnell, 1994) olarak almışlardır. Buna göre kefal balıklarının TBA değerlerinde, bizim çalışmamıza benzer şekilde, depolamanın ilk zamanlarında belirgin bir farklılık tespit edilmezken depolama sonunda en iyi grubun çörekotu grubu olduğu belirlenmiştir. İbrahim ve El-Sherif (2008)'in biberiye, kekik, çörekotu ve üçünün karışımını içeren solüsyon ile tilapya filetolarına glazing işlemi yaptıkları araştırmada çalışmamıza paralel sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmada depolamanın sonunda hiçbir grup pH limit değerlerini geçmemesine rağmen de bitki ekstraktı eklenen gruplardaki bozulmanın yavaşladığı görülmüştür. Diğer bir çalışmada Kenar (2009), biberiye ve adaçayını sardalye balıklarına uygulamış; 20 günde hiçbir grubun TBA değerlerinin limit değerlerini aşmadığını belirlemiştir. Çalışma sonunda biberiyenin oksidasyonu engelleyici etkisi ortaya konulmuştur. Aynı şekilde Özyurt vd. (2010) toz biberiye ekstraktını sulandırarak uyguladıkları ve -18°C'de depoladıkları çipuralarda TBA değerleri 4. ayın sonunda limit değerleri aşmamış olsa da biberiye solüsyonuna daldırılmış olan örneklerin daldırılmamış olanlara

oranla daha az oksidasyona uğradığını belirlemişlerdir. Çetinkaya (2011)'nin hamsi balıklarına karvakol, timol, α -terpineol ve eugenol bulunan solüsyon uyguladığı çalışmasında TBA değerleri kontrol grubu için 12. günde 1.51 mg malonaldehit/kg; α -terpineol için 19. günde 2.72 mg malonaldehit/kg ulaşmıştır.

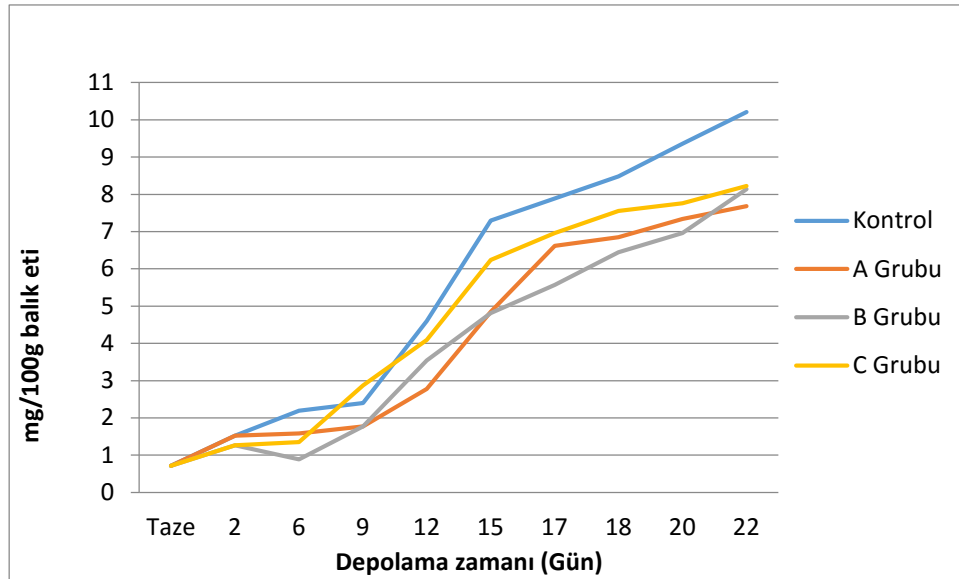
Çalışmamızda TVB-N değerleri açısından kontrol grubu örnekleri 15. günden; % 0.1 ve % 0.5 yaprak ekstraktı uygulanan gruplar 20. günden sonra limit değeri olan 35 mg/100g'ı (Baygar, 1999; EC 1995) geçmiştir. %1 yaprak ekstraktı uygulanan grup ise depolamanın son günü olan 22. günde 34.38 mg/100g olarak belirlenmiş ve limit değeri aşmadığı tespit edilmiştir (Grafik 3). Kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki fark anlamlı ($p < 0.05$), % 0.5 ve % 1 yaprak ekstraktı uygulanan gruplar arasında fark anlamsız ($p > 0.05$) iken bu iki grubun % 0.1 sığla yaprak ekstraktı uygulanmış grup ile aralarındaki fark anlamlı ($p < 0.05$) bulunmuştur.

TMA-N değeri açısından kontrol grubu 15. günden sonra kabul edilebilir limit değerleri olan 8 mg/100g (FAO, 1986) geçmiştir. Diğer gruplar 22. güne kadar limit değeri aşmamışlardır (Şekil 4). İstatistiksel açıdan karşılaştırıldığında sığla yaprağı ekstraktının etkili olduğu ve kontrol grubu ile arasındaki farkın önemli olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). Yaprak ekstraksiyon oranları kıyaslandığında % 0.1 ile % 0.5 arasında fark anlamsız ($p > 0.05$) iken %1 sığla yaprağı ekstraktı uygulanan grubun diğer gruplarla arasındaki fark anlamlı ($p < 0.05$) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının TVB-N analiz sonuçları

Figure 3. TVB-N results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree



Şekil 4. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının TMA-N analiz sonuçları

Figure 4. TMA-N results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree

El-Hanafy vd. (2010) tilapya örneklerine farklı oranlarda (% 2, % 4, % 6) yeşil çay yaprağı ekstraktı uygulayarak yaptıkları çalışmada, protein ve protein olmayan azotlu bileşiklerin mikrobiyolojik ve enzim aktiviteleri ile bozulmasından dolayı kontrol grubu 6. günde bozulmuştur. % 2 yeşil çay yaprağı ekstraktı uygulanan grup 10. günde diğer iki grup ise 14. günde bozulmuştur. Tilapya

TMA-N açısından değerlendirildiğinde ise kontrol grubu 10 günde, % 2 ekstrakt uygulanan grup 12 günde, % 4 ve 6 ekstrakt uygulanan gruplar ise 14 günde bozulmuştur. Kenar (2009)'ın biberiye ve adaçayı ile yapmış olduğu çalışmasında elde ettiği TVB-N değerleri çalışmamıza benzer şekilde kontrol grubunda 10 günde, adaçayında 20 günde

limit değeri aştığı, biberiyenin ise depolama süresince limit değeri aşmadığı görülmüştür. Bir başka çalışmada kekik esansiyel yağı ile muamele edilmiş gökkuşacağı alabalıklarının TVB-N değeri 21 gün boyunca 4°C'de modifiye atmosfer pakette depolandıktan sonra kontrol grubu için 30.07 mg/100g, % 0.2 kekik esansiyel yağı için 25.23 mg/100g ve % 0.4 kekik esansiyel yağı için 21.20 mg/100g olarak değişmiştir (Frangos vd., 2010). İbrahim ve El-Sherif (2008) tilapya filetolarına biberiye, kekik, çörekotu ve üçünün karışımı ile yaptıkları çalışmalarında da aynı şekilde hiçbir grup kontrolde dahil pH, TVB-N ve TMA-N açısından limit değerleri geçmezken yine de depolama sonunda bitki ekstraktının bozulmayı yavaşladığını belirtmişlerdir.

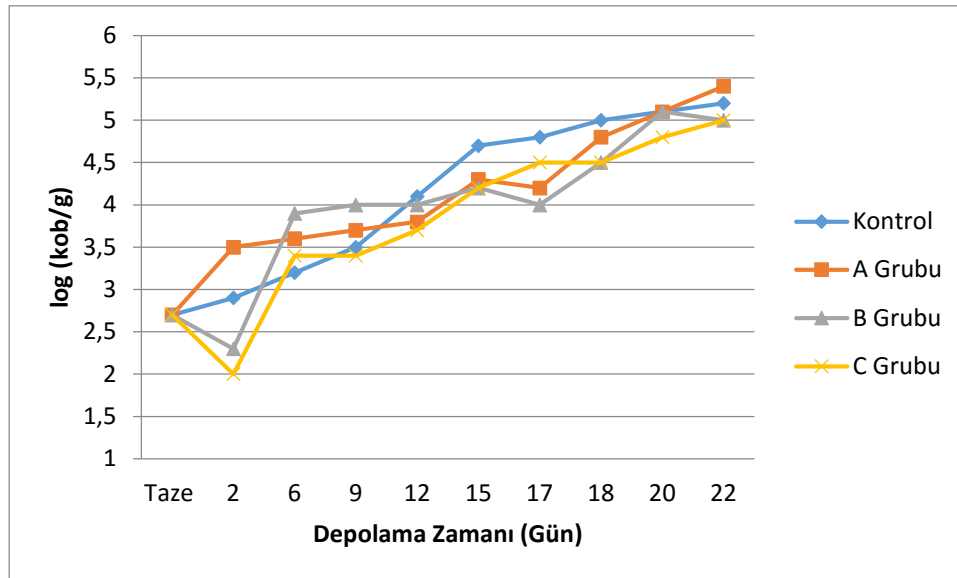
Kimyasal analiz sonuçları bütün olarak incelendiğinde günlük ağacı yaprağı ekstraktı diğer bitki ekstraktları gibi pH üzerinde etkili olmuş ve pH artışını yavaşlatmıştır. Çalışmamızda TBA değerleri limit değerleri aşmasa da günlük ağacı yaprağı ekstraktının oksidasyonu yavaşlattığı net şekilde ortaya konmuştur. Günlük yaprağı ekstraktının TVB-N açısından levrek balıklarının raf ömrünü 7 gün süre ile uzattığı görülmektedir. TMA-N açıs-

sından diğer çalışmalarla benzerlik göstererek limit değerlere ulaşmasının 3 gün ertelendiği belirlenmiştir. TMA-N açısından kontrol grubundan daha iyi olsa da günlük yaprağı ekstraktı uygulanan gruplar arasında bir farklılık tespit edilmemiştir.

Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Çalışmamızda elde edilen mikrobiyolojik sonuçları değerlendirdiğimizde taze balıkta toplam canlı bakteri 2.70 ± 0.56 log (kob (koloni oluşturan birim) /g), toplam *Enterobacteriaceae* 2.50 ± 0.54 log (kob/g) ve toplam psikrofil bakteri yükü ise 5.30 ± 0.55 log (kob/g) olarak bulunmuştur.

Bu analiz sonuçlarına göre depolamanın son günü kontrol grubu dahil hiçbir grup toplam bakteri açısından ICMFS (1986)'nin kabul edilemez değer olarak belirttiği 10^7 kob/g'ı geçmemiştir. Toplam bakteri açısından % 0.5 ve %1 günlük ağacı yaprağı ekstraktı uygulanan gruplarda depolamanın ilk zamanlarında bir düşüş görülmüştür. Özellikle 12. günden sonra ekstraktın toplam bakteri üzerinde etkili olduğu görülmüştür (Şekil 5). Kontrol grubu ile yalnızca % 1 sığla yaprağı ekstraktı uygulanan grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 5. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının toplam bakteri analiz sonuçları

Figure 5. Total mesophilic bacteria results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree

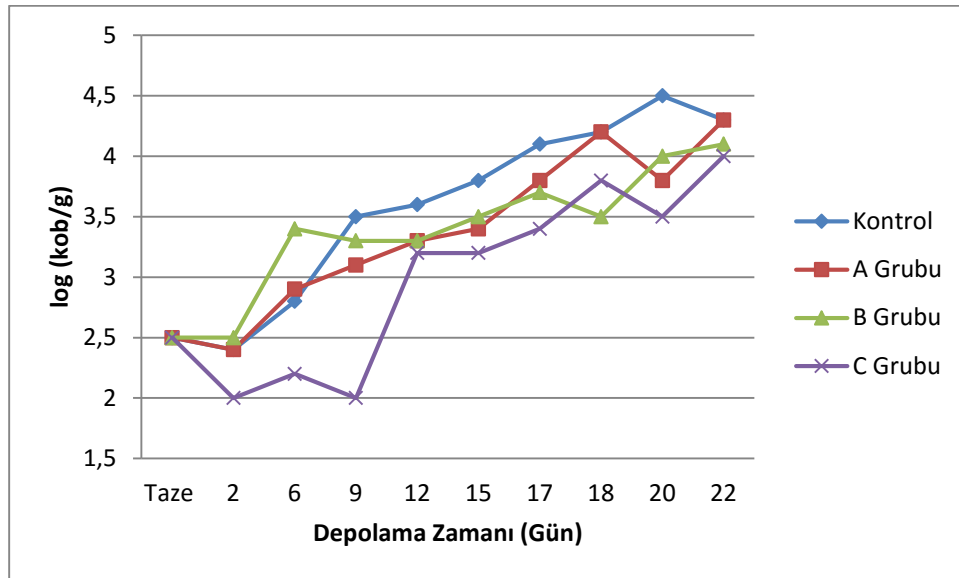
Çalışmamıza paralel sonuçları Abou-Taleb vd. (2007) kefal balıklarına çörekotu, defne yaprağı, kimyon ve yonca ekstraktı uyguladıkları çalışmalarında elde etmişlerdir. Depolama süresi sonunda toplam bakteri açısından büyük farklılıklar ortaya çıkmasa da kimyon ve çörekotu içeren gruplarda toplam bakteri artışı daha yavaş gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Diğer yandan Kenar (2009) biberiye ve adaçayıdan elde ettiği ekstraktları sardalya balığına uyguladığı çalışmasında limit değerler kontrolde 6. günde, biberiye ve adaçayında 10. günde aşılmıştır. Yine aynı şekilde Çetinkaya (2011)'nin doğal maddelerin direkt bileşenleri (karvakol, timol, α -terpineol ve eugenol) ile yaptığı çalışmada α -terpineol'un hamsi balıklarının raf ömrünü kontrole göre 4 gün süre ile uzattığını belirlemiştir.

Günlük ağacı yapraklarından elde edilen yaprak ekstraktlarının toplam *Enterobacteriaceae* üzerindeki etkisi ise 6. günden sonra tespit edilmiştir. Ancak %1 ekstre uygulanan grupta depolanın ilk günlerinde oldukça büyük bir düşüş gözlemlenmiştir. Depolamanın son gününde % 0.1 günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan grup ile kontrol grubu (4.3 log kob/g) aynıdır. Ancak % 0.5 ve % 1 ekstre uygulanan gruplarda toplam *Enterobacteriaceae* yükü sırasıyla 4.1 log kob/g

ve 4 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 6). Toplam *Enterobacteriaceae* açısından da yalnızca % 1 oranında sığla yaprağı ekstraktı uygulanan grup istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

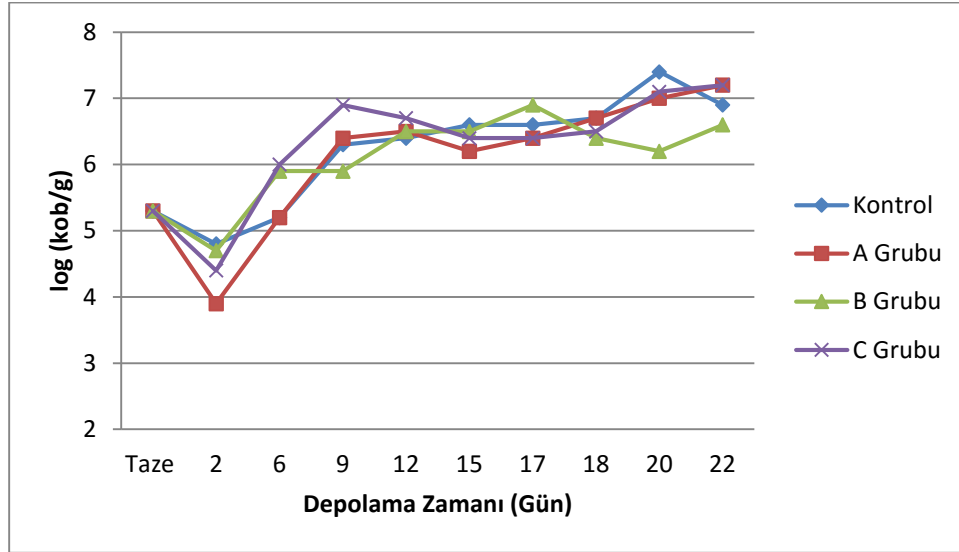
Pezeshk vd. (2012)'nin taze soğan ekstraktını 2 farklı metot (balık canlı iken; iç organları alındıktan sonra) ile gökkuşuğu alabalığına uyguladıkları çalışmada ekstraktın iç organlar çıkarıldıktan sonra uygulandığında toplam *Enterobacteriaceae* açısından daha etkili olduğu anlaşılmıştır.

Psikrofil bakteri açısından günlük ağacı yapraklarından elde edilen ekstre uygulanan gruplarda başlangıç günlerinde düşüş söz konusu olsa da depolama süresince olumlu bir farklılık görülmemiştir. Yalnızca 12. günden 20. güne kadar kontrol grubundaki psikrofil bakteri artışının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. (Şekil 7). İstatistiksel olarak %1 sığla yaprağı ekstraktı uygulanan grubun %0.1 ve %0.5 ile arasındaki farkı önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 6. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının toplam *Enterobacteriaceae* analiz sonuçları

Figure 6. Enterobacteriaceae bacteria results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree



Şekil 7. Farklı oranda günlük ağacı yaprak ekstraktı uygulanan levrek balıklarının psikrofil bakteri analiz sonuçları

Figure 7. Total psychrophilic bacteria results of sea bass, treated with different rates of leaf extract of incense tree

Kefal balıklarına daldırma yöntemi ile uygulanan çörekotu, defne yaprağı, kimyon ve yonca ekstraktı çalışmasında psikrofil bakteri yükü çalışmamız ile paralellik göstererek ilk 4 gün düşüş göstermiş ve uygulamanın ilk günlerinde diğer gruplar ile kontrol grubu arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Ancak 16. günde kimyon uygulanan gruplarda kontrole oranla psikrofil bakteri artışında 1.17 log kob/g'luk bir düşüş gözlenmiştir. (Abou-Taleb vd., 2007). İbrahim ve El-Sherif (2008) tilapyalara 3 farklı bitki (biberiye, kekik, çörekotu) ve bunların karışımını uyguladıkları çalışmada 4 ay sonunda psikrofil bakteri açısından en az artışın kekik daha sonra biberiye uygulanan grupta olduğunu kayıt etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada günlük ağacı yaprak ekstraksiyonunun toplam canlı ve toplam psikrofil bakterilere oranla toplam *Enterobacteriaceae* üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Yaprak ekstraktının antimikrobiyal etkisinin ise diğer çalışmalarda kullanılan bitkilere oranla daha az olduğu görülmüştür.

Sonuç

Bu çalışmada doğal bir koruyucu olarak etkisi araştırılan günlük ağacı yaprağı ekstraktının duyuşsal olarak 3 gün; kimyasal açıdan 5 gün süre ile levrek balıklarının raf ömrünü uzattığı saptanmıştır. Özellikle oksidasyon göstergesi TBA değeri açısından sığla yaprağı ekstraktı uygulanan grup-

ların kontrol ile arasındaki fark oldukça belirgindir. Mikrobiyolojik olarak istenilen düzeyde bir farklılık tespit edilememiştir. Konsantrasyon miktarı arttıkça koruyucu etkinin arttığı ve en iyi sonuçların %1 sığla yaprağı ekstraktı uygulanmış gruplara ait olduğu söylenebilir ancak günlük ağacı yapraklarından elde edilen ekstraktın yüksek konsantrasyonlarda duyuşsal açıdan gözlerde opaklaşma, solungaç ve deride yeşil renk oluşumu gibi olumsuz etkisinin bulunmasından dolayı seyreltik konsantrasyonların kullanılmasının daha doğru olacağı ortaya konmuştur.

Doğal kaynaklarının kullanımının daha da arttığı günümüzde sığla etkisinin daha iyi anlaşılması ve özellikle doğal antioksidan ve antimikrobiyal olarak kullanılabilmesi için farklı yöntemlerin denemesi yeni araştırmacılar için önerilmektedir. Bu çalışmaların sonunda da Muğla yöresine özgü, dünyada nadir olarak bulunan sığla ağacını, son yıllarda sağlıklı beslenme ile öne çıkan su ürünleri ile birleştirerek önemli gelişmeler ortaya konulabilir.

Kaynaklar

- Abou-Taleb, M., El-Sherif, S.A., Elhariry, H. (2007): Preservation effect of four plant extracts used to extending the shelf-life of mullet fish fillets during cold storage. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 2: 74-82.
- Antonocopoulos, N. (1973): Bestimmung des Fl_chtigen Basenstickstoffes. In: Ludorf W,

- Meyer V, *Fische und Fischerzeugnisse*. Aulage Verlag Paul Parey, Berlin, pp. 224–225.
- AOAC (2002): Protein content in meat 928.08. Official Method of Analysis (17th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Aubourg, S.P. (2001): Chilled storage of horse mackarel. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 78(8), 857-862.
- Baygar, T. (1999) *Ton Balıklarının (Katsuwonus pelamis, L. 1758) Konserveye İşlenmesi Sırasında Besin içeriği ve Kalitesinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. İstanbul.
- Baytop, T. (1984): *Therapy with Medicinal Plants in Turkey* (Post and Present). İstanbul University Publication No. 3255, İstanbul.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and proficiation. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917.
- Bonnell, A.D. (1994): Quality assurance in seafood processing: a practical guide. Chapman and Hall, London, p:74-75.
- Çetinkaya, A. (2011): Timol, karvakrol, eugenol ve alfa terpineol'un soğukta depolanan vakum paketlenmiş hamsi filetoları üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi Çukurova Üniversitesi, Adana, 114s.
- EC. (1995): *Commission Decision fixing the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods tu be used*, Official Journal of the European Communities 95/149.
- El-Hanafy, A.E.A., Shawky, H.A., Ramadan M.F. (2010): Preservation of *Oreochromis niloticus* fish using frozen green tea extract: impact on biochemical, microbiological and sensory characteristics. *Journal Of Food Processing And Preservation*, 639-648.
- FAO (1986): FAO Food and Nutrition Paper Manuals of Food Quality Control Food Analysis: *Quality, Adulteration and Tests of Identity*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FDA/BAM (2001): Aerobic plate count. Food and drug analyses/bacteriological analytical manual 8 Edition, Chapter 3.
- Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., Savvaidis, I.N. (2010): Combined effects of salting, oregano oil and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology*, 27 p: 115–121.
- Gallo, M., Ferracane, R., Naviglio, D. (2012): Antioxidant addition to prevent lipid and protein oxidation in chicken meat mixed with supercritical extracts of *Echinacea angustifolia*. *Journal of Supercritical Fluids*, 72, 198-204.
- Hafizoglu, H. (1982). Analytical studies on the balsam of *Liquidambar orientalis* Mill. by gas chromatography and mass spectrometry. *Holzforchung*, 36: 311-313.
- Hafizoglu, H., Reunanen, M., Istek, A. (1996) Chemical composition of levant storax. *Holzforchung*, 50: 116-117.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Food), (1986): *Microorganisms in Foods*. In Elliott, R. P., Clark, D. S., Lewis, K. H., Lundbeck, H., Olsen, J. C., Simonsen, J. B. (Eds.), *Their Significance and Method of Enumeration* 2nd ed, Vol. 1, University of Toronto Pres, London.
- ICMSF 1986. *Microorganisms in Foods*. 2. Sampling For Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications, 2nd ed. University of Toronto Press, Buffalo, NY.
- İbrahim, S.M., El-Sherif, S.A. (2008): Effects of some plants extracts on quality aspects of frozen tilapia (*Oreochromis niloticus* l.) fillets. *Global Veterinaria*, 2: 62-66.
- İstek, A., Hafizoğlu, H. (2005) Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) Odunu Kabuğunun Kimyasal Bileşenleri, *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 5(1): 1-5.
- Kenar, M. (2009): Aromatik bitkilerden elde edilen doğal antioksidanların balık filetosu üzerindeki duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Adana.

Journal abbreviation: J Food Health Sci

- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H. (1988): Quality changes of european catfish (*Silurus glanis*) from worm-water aquaculture during storage ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 1-9.
- Özyurt, G., Özkütük, A.S., Polat, A. (2010): Capability of the rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the oxidative stability of cooked sea bream (*Sparus aurata*) during frozen storage. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6: 167-174.
- Pezeshk, S., Hosseini, H., Rezaei, M., Khaksar, R. (2012): Evaluation of shelf life of live and gutted fish treated with a shallot extract. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1745-4549.
- Sağdıç, O., Telli, R., Akkaya, L., Yetim, H. (2008): Kekik ekstraktının köftede antimikrobiyal, antioksidan ve duyuşsal etkileri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 547.
- Schormüller, J. (1968): Handbuch der lebensmittel chemie. *Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch*. Springer-Verlag. pp. 1341-1392.
- Serdaroğlu, M., Barış, P. (2012): Et ve et ürünlerinde biyokoruyucuların kullanımı. *Gıda Teknolojisi Haber*, <http://www.gidateknolojisi.com.tr/haber>, E.T: 10.12.2013.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Yonathan M. (1960): Distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 37(1): 44-48.
- Yerlikaya, P., Gökoğlu N. (2009): Effects of previous plant extract treatment on sensory and physical properties of frozen bonito (*Sarda sarda*) fillets. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 341-349.

ET DEKONTAMİNASYONUNDA ELEKTRON DEMETİ İŞİNLAMASI (EDI) KULLANIMI

Sena ÖZBAY DOĞU¹, Akif ÖZBAY²

¹Aksaray Üniversitesi Tuz Gölü Su ve Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, Aksaray

²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Ankara

Received: 30.07.2015

Accepted: 19.08.2015

Published online: 06.09.2015

Corresponding author:

Sena ÖZBAY DOĞU, Aksaray Üniversitesi Tuz Gölü Su ve Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, Aksaray, Türkiye

E-mail: sena_ozbay@hotmail.com

Öz:

Gıda işinlaması, tüm gıda gruplarında uygulanabilmekte ve dekontaminasyonu sağlamada önemli yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Özellikle çiğ gıdalarda dekontaminasyon için termal işlemlerin uygulanmaması bir kısıt olarak görülmekte, ayrıca bu tip dekontaminasyon uygulamaları sonucunda ürünün kalite özelliklerinin olumsuz etkilenmesi de söz konusu olabilmektedir. Bu bağlamda alternatif dekontaminasyon yöntemlerine olan ilgi artmaktadır. Et ve ürünleri, yapısı gereği prosesin tüm aşamalarında kontaminasyonlara açık bir konumdadır. Bu sorun ürünün hızla bozulmasına, halk sağlığını tehdit etmesine ve raf ömrünün azalmasına sebep olabilmektedir. Bu gibi sorunları önlemek için fiziksel, kimyasal ya da biyolojik temelli birçok dekontaminasyon yöntemi bulunmaktadır. Ancak uygulanacak yöntemlerin ucuz, hızlı, tekrarlanabilir, çevreye dost, üretim sürecini ve son ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemeyecek yapıda olması büyük önem taşımaktadır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda görece olarak yeni bir yöntem olan elektron demeti işinlama (EDI) yöntemi büyük avantajlar sağlamaktadır. Et ve ürünlerinde EDI uygulamaları, etkin mikrobiyal inhibisyon sağlamak ve buna bağlı olarak ürünün raf ömrünü uzatmaktadır. Çalışmamızda, EDI prosesinin prensibi ve et ürünlerinde uygulamalarına dair literatür çalışmaları derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektron demeti işinlama, Et, Et ürünleri, Et dekontaminasyonu

Abstract:

Using Electron Beam Irradiation in Meat Decontamination

Food irradiation is regarded as one of the important methods, can be applied in all food groups, to provide decontamination. Especially decontamination with thermal process creates a constraint in raw food. In addition, the quality characteristics of the product are adversely affected as a result of this decontamination applications. In this context, there is increasing interest in alternative decontamination methods. Meat and meat products is an open position to contamination due to the structure in all stages of process. This problem is cause rapid deterioration of the product, reduction of shelf life and threats to public health. There are many decontamination methods based on physical, chemical or biological to avoid problems. However, the applied method must inexpensive, fast, reproducible, environment friendly. Also this methods will not affect adversely to manufacturing process and quality of the final product. In accordance with these requirements electron beam irradiation (EBI) method offers great advantages. EDI applications, ensure effective microbial inhibition and extends the shelf life of the product in meat and meat products. In our study, literature of principles of EBI process and practices in meat products has been compiled.

Keywords: Electron beam irradiation, Meat, Meat products, Meat decontamination

Giriş

Gıda maddeleri, tarladan çatala gıda zincirinin tüm aşamaları boyunca kontaminasyonlardan etkilenebilmektedir. Bu bağlamda farklı dekontaminasyon yöntemleri hem kalite hem ürünün raf ömrü hem de halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla birçok dekontaminasyon yöntemi, hem uygulamada hem de literatürde geniş bir yer kaplamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ile farklı ve bütünlük yöntemlerde dekontaminasyon literatürüne katkılar sağlamaktadır. Bu yeni teknolojilerden birisi olan gıdaların ışınlanması, diğer gıda koruma yöntemleri gibi gıdaların yapısındaki mikroorganizma ve parazitleri inhibe ederek gıdanın raf ömrünün uzatılması temeline dayanan bir gıda koruma yöntemidir (De Lara ve ark., 2002). Bu yöntemde dekontaminasyon aracı, düşük dozlarda iyonize radyasyondur.

Elektron demetiyle ışınlama (EDI) ise, gıda ışınlama yöntemleri içerisinde yer alan tüm gıda gruplarında dekontaminasyon sağlamak için kullanılabilen en yeni teknolojilerden birini oluşturmaktadır. EDI sistemi ile mikrobiyal kontaminasyon önlenemekte bazı gıdaların (meyve ve sebze gibi) olgunlaşması kontrol edilebildiği için bu gibi ürünlerin raf ömrü de uzatılabilmektedir (Lung ve ark., 2015).

Toplumda ışınlama uygulamaları ile ilgili endişeler de bulunmaktadır. Uygun doz ve proses uygulamaları, ışınlama ile birlikte farklı dekontaminasyon yöntemlerinin uygulanması, ürün kalitesi ve insan sağlığına olan etkileri açısından en önemli noktaları oluşturmaktadır. Ayrıca belirlenen dozlar içerisinde uygulanan ışınlama proseslerinin ürün kalitesi ve raf ömrüne olan katkılarının yanı sıra termal yöntemlerle kıyaslandığında çevre dostu olduğunu da söylemek mümkündür.

Gıdalarda EDI'nın Dekontaminasyon Mekanizması

Gıda ürünleri, tarladan çatala tüm aşamalarda kontaminasyona açıktır. Hammadde temini, taşıma, işleme, ambalajlama, depolama gibi gıda ürünü üretim aşamalarının tamamı kontaminasyonlar açısından büyük önem taşımaktadır. Bu gıda zinciri aşamalarında kontaminasyonu önlemek için kullanılan pek çok yöntem bulunmaktadır. Kimyasal kullanımı, yıkama, termal işlemler, dekontaminasyon yöntemlerinin temelinin oluşturmaktadır.

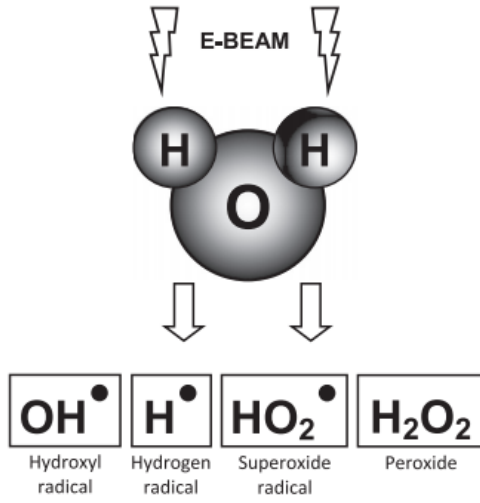
İyonize radyasyona maruz bırakma yöntemi ise yeni bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmakta ve konu ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

İyonize radyasyon grubu içerisinde farklı radyasyon çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar gama ışınları, elektron demeti ve X-ray'dir. Soğuk pastörizasyon olarak isimlendirilen bu yöntemlerle hem patojen hem de bozulmaya sebep olan mikrobiyal gelişim önlenerek gıdanın raf ömrü uzatılmaktadır (Moosekian ve ark., 2012). Bu yöntemler içerisinde EDI'nın temeli, düşük dozlarda iyonize radyasyon ile gıdanın muamele edilmesine dayanmakta ve yöntemin mikrobiyal dekontaminasyonda etkin olduğu (Lung ve ark., 2015) ve diğer ışınlama yöntemlerine kıyasla daha kısa sürdüğü (Tahergorabi ve ark., 2012) bilinmektedir.

EDI'nın antimikrobiyal etkisi iki şekilde gerçekleşmektedir (Tahergorabi ve ark., 2012). Biri doğrudan mikroorganizmaların fizyolojik aktivitelerine, diğeri ise su molekülüne etki etmesi ile olmaktadır. Birinci etkiyle EDI, doğrudan ya da dolaylı olarak mikroorganizmaların gerçekleştirdiği kimyasal reaksiyonlara ya da onların fizyolojik metabolizmalarına etki ederek mikrobiyolojik gelişimi inhibe etmektedir. Mikroorganizmalar, EDI'ye maruz kaldıklarında yüksek enerji üretmekte, bu durumda onların DNA yapılarında bozulma, enzim ve membran proteinlerinin denatüre olması gibi kimyasal ve moleküler bağlarının zarar görmesine sebep olmaktadır. Bunun sonucunda hücreler uzun süreli olarak normal fizyolojik aktivitelerine devam edememekte, fonksiyonlarını yitirerek ölmektedir (Miller, 2006). Bu bağlamda radyasyon dozunun artması inhibe edici etkiyi arttırmaktadır. İkinci etki ise, suyun radyoliziyle oluşan serbest radikallerden ileri gelmektedir (Tahergorabi ve ark., 2012). Bu bağlamda EDI'nın dolaylı etkisi su aktivitesi ile yakından ilişkilidir. Şekil 1.'de elektron demeti ışınlamasının su molekülü üzerine etkisi gösterilmektedir.

Uluslararası Atom enerjisi Kurumu, gıda ışınlamayı, paketleme öncesinde gıdanın gama ışınları, X-ray ya da elektronlara maruz bırakılması olarak tanımlamaktadır (Henson, 1995). Ülkemiz Gıda Işınlama Yönetmeliği'nde de her bir gıda grubu için ayrı ayrı uygulanabilecek dozlar, ışınlama tesislerinin kuruluşu ve radyasyon güvenliği gibi

konular açık şekilde belirtilmektedir (Anonim, 1999).



Şekil 1. Elektron demeti ışınlamasının su molekülü üzerine etkisi (Tahergorabi ve ark., 2012; Lung ve ark., 2015).

Figure 1. The effect of electron beam irradiation on the water molecules (Tahergorabi et al., 2012; Lung et al., 2015).

EDI yönteminde ışınlama dozu, gıdanın kompozisyonu ve mikrobiyal türlerin dekontaminasyon çalışmalarını doğrudan etkilemektedir (Lung ve ark., 2015). EDI'nın dozu dekontaminasyon çalışmalarında özellikle büyük önem taşımaktadır. Hatta uygulanan doza bağlı olarak gıdanın pastörizasyon ya da sterilizasyonunu gerçekleştirmek mümkündür (Tahergorabi ve ark., 2012). Doz kadar önemli bir diğer faktör de mikroorganizma türleridir. Rodriguez ve ark. (2006)'nın farklı mikroorganizmalar üzerine yaptıkları çalışmada EDI'ye en dirençli mikroorganizmanın patojen olmayan *E. coli* K-12 MG1655 ($D_{10} = 0,88$ kGy) olduğu bildirilirken, EDI'ye en dirençli patojenin ise *L. monocytogenes* ($D_{10} = 1,09$ kGy) olduğu vurgulanmaktadır. Çevresel şartlara daha dayanıklı mikrobiyal sporların da EDI uygulaması sonucunda termal dirençlerinin düştüğü bildirilmektedir (De Lara ve ark., 2002; Valero ve ark., 2006). Ancak tekrarlanan EDI uygulamalarında mikroorganizmaların ışınlama prosesine direnç kazandıklarını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Levanduski ve Jaczynski, 2008). Çalışmalardan da görüldüğü gibi, her mikroorganizma radyasyona farklı yanıtlar verebilmektedir.

EDI prosesini etkileyen bir diğer faktör ise, gıdaya ait özellikler olmaktadır. Gıdanın boyutu, kalınlığı, ışına maruz kalma şekli ve paketlenmesi, ışın-

lamanın penetrasyonunu etkileyerek dolaylı olarak dekontaminasyonunu da etkilemektedir (Lung ve ark., 2015). Gıda ışınlama sistemlerinde uygulanan dozlar temel alınarak kabaca üç sınıfa ayrılmaktadır.

- **Düşük doz uygulamaları (<1 kGy)**, bu uygulamalar genelde kurutulmuş meyvelerin, baharatların ve tahılların böcek dezenfeksiyonunda, muz gibi meyvelerin olgunlaşmasını geciktirmede, patates, soğan, sarımsak gibi sebzelerin filizlenmesini önlemek için kullanılmaktadır.
- **Orta doz uygulamaları (1 – 10 kGy)**, bu uygulamalar gıda ürünlerinde mikrobiyal dekontaminasyonu sağlayarak gıdanın raf ömrünü uzatmaktadır
- **Yüksek doz uygulamaları (10-60 kGy)**, bu tip uygulamalar ise immün sistemi çok zayıflamış hastaların ve astronotların tükettikleri gıdalarda uygulanmaktadır (Fan ve ark., 2012).

Gıdalarda EDI prosesinin, belirlenen dozlarda uygulanması ile birçok avantaja sahip olduğu bilinmektedir. İyi tasarlanmış bir EDI uygulaması ile, gıdanın raf ömrü uzamakta, mikrobiyal riski düşmekte, kalitesi artmakta ve bozulmalardan ileri gelen ekonomik kayıplar önenebilmektedir (Lung ve ark., 2015). Bu avantajlara ek olarak bu yöntem, gıdanın sıcaklığını yükseltmediği için çiğ gıdaların da dekontamine edilmesine olanak vermektedir (Henson, 1995). Termal dekontaminasyon yöntemleri bu açıdan kullanım kısıtına sahip olabilmektedir. Ayrıca ışınlanmış gıdaların raf ömrünün ısı işlem görmüş gıdalarla kıyaslandığında daha uzun olduğu da bildirilmektedir (Aguirre ve ark., 2012).

Özellikle taze sebze ve meyveler EDI uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadır. EDI'nın çiğ gıdalarda Salmonella (Tahergorabi ve ark., 2012) ve *E. coli* (Gomes ve ark., 2008) dekontaminasyonu için uygun bir araç olduğu bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada EDI uygulamasının ıspanak yaprakları üzerinde *E.coli* O157:H7 inhibe etme özelliği bulunduğu bildirilmiştir (Gomes ve ark., 2008). Aynı çalışmada ışınlama uygulamasının depolama boyunca yaprakların sertliğinin ışınlama yapılmamış örneklerle kıyaslandığında daha yüksek olduğu da bildirilmektedir. Ispanak dışında sarımsak (Kim ve ark., 2014), mantar (Fernandes ve ark., 2014), domates, marul ve kavunda da (Trinette ve ark., 2011) EDI uygulamalarının kullanılabilirliği bildirilmektedir.

Hububat da EDI uygulamalarının yaygın kullanıldığı bir alan olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda mısır (Nemtanu ve ark., 2014) ve sorgum (Shawrang, 2011) üzerine yapılan çalışmalar bildirilmektedir. Peynir (Kim ve ark., 2010), bebek maması (Tesfai ve ark., 2014) ve deniz ürünleri (Jaczynski ve Park, 2003) gibi pek çok gıdada da EDI uygulamaları yapılmış ve prosesin uygulanabilirliğine dair sonuçlar elde edilmiştir.

Gıda ürünlerinin yanı sıra ambalajların da ışınlanması ile dekontaminasyon gerçekleşmektedir. Bu bağlamda düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) gıda ambalajlarının ışınlanması da literatürde yer almaktadır (Han ve ark., 2007).

Et Dekontaminasyonunda EDI Uygulamaları

Et, yapısal özellikleri dolayısıyla bozulmalara elverişli bir gıda maddesidir. Bu bağlamda et ve ürünlerinin dekontaminasyonu büyük önem taşımakta, dekontaminasyonu sağlamak amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik temellere dayanan pek çok yöntem bulunmaktadır (Özbay-Doğu ve Sarıçoban, 2014). Et ve ürünlerinde alternatif bir dekontaminasyon yöntemi olarak EDI ve gama ışınlarının kullanıldığı bilinmektedir (O'Bryan ve ark., 2008).

Yapılan bir çalışmada dondurulmuş dana kıymasında *E. coli* O157:H7'nin inaktivasyonu için iyonize radyasyonun ve hidrostatik basıncın etkileri incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, EDI ve X-ray ışınlanmanın *E. coli* O157:H7'yi limit değerin altına düşürdüğünü göstermiştir. Ancak hidrostatik basınç uygulamasıyla aynı sonuç elde edilememiştir (Schilling ve ark., 2009). Bu bağlamda EDI uygulamalarının etkinliğinden bahsetmek de mümkün olabilmektedir. Kıymada yapılan farklı bir çalışma ile de *E. coli* O157:H7'nin EDI uygulaması ile etkin bir şekilde inaktive edildiği bildirilmiş ancak tekrarlanan uygulamalarda mikroorganizmanın ışınlamaya direnç gösterdiği de vurgulanmıştır (Levanduski ve Jaczynski, 2008).

Farklı bir çalışmada ise tavuk göğüs etine uygulanan elektron demeti ışınlanmasının *Campylobacter* ve *Salmonella* üzerine inhibe edici etkisi olduğu vurgulanmaktadır (Lewis ve ark., 2002). Sarjeant ve ark. (2005)'da tavuk etine uygulanan EDI'nın *Salmonella* üzerine inaktive edici etkisini vurgulamakta ve ışınlama dozunun artmasının psikotrofik mikroorganizmaların inhibisyonunu arttırdığını

belirtmektedir. Farklı bir çalışmada ise hem kanatlı etinin hem de yumurtasının avian influenza (kuş gribi) virüsünden dekontaminasyonunda EDI uygulaması başarılı sonuçlar verdiği vurgulanmaktadır (Brahmakshatriya ve ark., 2009).

Ayrıca EDI, diğer dekontaminasyon tekniklerinin etkinliğini arttırmak için bir araç olarak da kullanılmaktadır (Lung ve ark., 2015). Kümes hayvanları ile ilgili bir çalışmada EDI dekontaminasyonunun etkinliğini artıran bir araç olarak bütünleşik bir yöntemin içinde değerlendirilmiştir. Sodyum diasetat, sodyum laktat, potasyum benzoat gibi antimikrobiyaller ile birlikte uygulanan EDI prosesi, *L. monocytogenes*'e karşı başarılı sonuçlar vermiştir (Zhu ve ark., 2009). Kırmızı ette de benzer bir çalışma gerçekleştirilmiş ve EDI uygulaması öncesinde laktik asitle etin muamele edilmesinin antimikrobiyal etkiyi arttırdığı vurgulanmıştır (Li ve ark., 2015). Yapılan çalışmalarda kümes hayvanları yetiştiriciliğinde bir sterilizasyon aracı olarak EDI kullanımının uygunluğunu ve maliyet avantajlarını vurgulamışlardır (Kotov ve ark., 2003).

Bir diğer et ürünleri grubu olan deniz ürünlerinin de hızla bozulan gıda maddeleri olması dekontaminasyonlarının önemini artırmaktadır. Jaczynski ve Park (2003) yaptıkları çalışma ile surimi isimli deniz ürünü üzerinde elektron demetinin penetrasyonunu incelemiş ve 33-82 mm kalınlıkta penetrasyonunun gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada EDI uygulamasının *S. aureus* üzerine inhibe edici etkisi de vurgulanmaktadır. Farklı olarak tavşan etinin dekontaminasyonu üzerine çalışan Maxim ve ark. (2014), et yüzeyine eşit dağılım gerçekleştiren bir EDI aracı geliştirmişler ve bu uygulamanın *E. coli* O157:H7 üzerine inhibe edici etkisini bildirmişlerdir.

Işınlama uygulamalarının et aroması, rengi ve kokusu üzerine etkileri bulunmaktadır (Ahn ve ark., 2000; Jo ve Ahn, 2000; Du ve ark., 2002; Lee ve Ahn, 2005; Kundu ve Holley, 2013) Ette EDI vasıtasıyla dekontaminasyon uygulamalarında prosesin tasarımı büyük önem taşımaktadır. Işınlama uygulamaları lipid peroksidasyonunu (hidroksil radikalleri ve süperoksitlerin oluşması sebebiyle) artırarak bu etkiyi oluşturmaktadır. Lipid peroksidasyonunun oluşmasıyla istenmeyen koku ve renk meydana gelebilmekte ayrıca ürünün raf ömrü de kısalmaktadır (Lung ve ark., 2015). Buna karşılık farklı bir çalışmada ışınlanmanın tavuk eti ve kürlenmiş etin duyuşal özelliklerini değiştirdiği ancak sosislerin (Frankfurter), duyuşal özelliklerinin kabul edilebilir ölçülerde kaldığı, depolama

süresinin duyuşal karakteristik üzerine daha etkili olduğu vurgulanmıştır (Johnson ve Resurrection, 2009). Johnson ve ark., (2004) yemeye hazır kanatlı etleri üzerine yaptıkları ışınlama çalışmasında benzer sonuçlar elde etmiş, ışınlanmış örneklerin depolama süresi uzadıkça kalitelerinin düştüğu vurgulanmıştır. Bu gibi çalışmalara karşılık domuz pırzola, sığır eti, kıyması ve tavuk eti üzerine yapılan çalışmalarda ışınlamanın bu et ürünleri üzerine kalite özelliklerinde olumsuz etkileri olmadığı bildirilmiştir (O'Bryan ve ark., 2008). Benzer şekilde Lewis ve ark. (2008), tavuk etine EDI uygulamasından sonra panelistlerin EDI uygulanan ve uygulmayan etler arasında fark edilebilir bir değişkenlik gözlemediklerini bildirmiştir. Ayrıca EDI, özellikle taze tavuk ürünlerinin duyuşal özelliklerini korumak için uygun bir dekontaminasyon yöntemi olarak kabul edilmektedir (Brahmakshatriya ve ark., 2009).

Ülkemiz Gıda Işınlama Yönetmeliğinde, patojenleri inhibe etmek, paraziter enfeksiyonların kontrolünü sağlamak ve ürünlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla ışınlamanın yapılabileceği bildirilerek, deniz ürünleri (max. 5 kGy), kanatlı etleri ve kırmızı ette (max. 7 kGy) sınırlanan dozlarda işlemlerin gerçekleştirilebileceği bildirilmiştir (Anonim, 1999). EFSA (2011) ise sınır doz değerleri balık ve kabuklular için 3 kGy, kanatlı etleri için 7 kGy, taze kırmızı et için ise 2 kGy olarak bildirmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün hazırladığı rapora göre 10 kGy'den daha düşük dozlardaki gıda ışınlama işlemlerinin toksik etkiler ve besleyici değerindeki kayıplar açısından güvenli olduğu bildirilmiştir (WHO, 1997).

Sonuç

Et ve et ürünlerinde EDI kullanımını, mikroorganizmaların inhibisyonunda, yüzey dekontaminasyonunun sağlanması ve bunlara bağlı olarak et ürününün raf ömrünün uzamasında kullanılabilir yöntemlerdir. Bunlara ek olarak EDI uygulamaları, kısa süren işlem süreçleriyle zaman ve maliyet tasarrufu da sağlayabilmektedir. EDI'nın farklı uygulamalarla desteklendiği bütünleşik yöntemler de bulunmakta ve bu uygulamaların EDI'nın etkinliğini artırdığı da ispat edilmiştir.

Gelecek alışmalarda EDI uygulamalarının geliştirilmesine yönelik Ar-Ge alışmaları yapılmasının iyi olacağı düşünölmektedir. Ayrıca gıda dekontaminasyonunda EDI kullanımının güvenli olduğu, gıdada kalan radyasyonun ya da gıdanın

besleyiciliği üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığına yönelik çalışmalar da arttırılmalıdır (Lung ve ark., 2015).

Özellikle et ve ürünlerinde lipid peroksidasyonundan dolayı oluşabilecek istenmeyen özelliklerin bertaraf edilmesi için uygun doz, zaman ve yöntem seçimi üzerine çalışmalar geliştirilmeli, hem dekontaminasyonu en iyi şekilde gerçekleştirecek hem de ürünün kalite özelliklerini olumsuz etkilemeyecek optimum yöntemler belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Aguirre, J.S., Ordóñez, J.A., de Fernando, G.D.G. (2012): A comparison of the effects of E-beam irradiation and heat treatment on the variability of *Bacillus cereus* inactivation and lag phase duration of surviving cells. *International Journal of Food Microbiology*, 153(3): 444-452.
- Ahn, D.U., Jo, C., Du, M., Olson, D.G., Nam, K.C. (2000): Quality characteristics of pork patties irradiated and stored in different packaging and storage conditions. *Meat Science*, 56(2): 203-209.
- Anonim. (1999): Gıda Işınlama Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 06.11.1999 Resmi Gazete Sayısı:23868 <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.5065&sourceXmlSearch=g%C4%B1da&MevzuatIliski=0> sitesinden 29.07.2015 tarihinden alınmıştır.
- Brahmakshatriya, V., Lupiani, B., Brinlee, J.L., Cepeda, M., Pillai, S.D., Reddy, S.M. (2009): Preliminary study for evaluation of avian influenza virus inactivation in contaminated poultry products using electron beam irradiation. *Avian Pathology*, 38(3): 245-250.
- De Lara, J., Fernández, P.S., Periago, P.M., Palop, A. (2002): Irradiation of spores of *Bacillus cereus* and *Bacillus subtilis* with electron beams. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(4): 379-384.
- Du, M., Ahn, D.U., Mendonca, A.F., Wesley, I.V. (2002): Quality characteristics of irradiated ready-to-eat breast rolls from turkeys fed conjugated linoleic acid. *Poultry science*, 81(9): 1378-1384.
- EFSA (2011): Statement summarising the Conclusions and Recommendations from the Opinions on the Safety of Irradiation of Food

- adopted by the BIOHAZ and CEF Panels. *EFSA Journal*, 9(4): 2107
- Fan, X., Sommers, C.H., Marshall, R.C. (2012): Advances in electron beam and X-ray technologies for food irradiation. In X. Fan, & C.H. Sommers (Eds.), *Food irradiation research and technology* (2nd ed.). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. In Lung, H.M., Cheng, Y.C., Chang, Y.H., Huang, H.W., Yang, B.B., Wang, C.Y. (2015): Microbial decontamination of food by electron beam irradiation. *Trends in Food Science & Technology*, 44: 66-78.
- Fernandes, Â., Barreira, J.C., Antonio, A.L., Martins, A., Ferreira, I. C., Oliveira, M.B.P. (2014): Triacylglycerols profiling as a chemical tool to identify mushrooms submitted to gamma or electron beam irradiation. *Food Chemistry*, 159: 399-406.
- Gomes, C., Moreira, R.G., Castell-Perez, M.E., Kim, J., Da Silva, P., Castillo, A. (2008): E-Beam Irradiation of Bagged, Ready-to-Eat Spinach Leaves (*Spinacea oleracea*): An Engineering Approach. *Journal of Food Science*, 73(2): 95-102.
- Henson, S. (1995): Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. *Food Policy*, 20(2): 111-127.
- Jaczynski, J., Park, J.W. (2003): Microbial inactivation and electron penetration in surimi seafood during electron beam processing. *Journal of Food Science*, 68(5): 1788-1792.
- Jo, C., Ahn, D.U. (2000): Volatiles and oxidative changes in irradiated pork sausage with different fatty acid composition and tocopherol content. *Journal of Food Science-Chicago*, 65(2): 270-275.
- Johnson, A.M., Resurreccion, A.V.A. (2009): Sensory Profiling of electron-beam irradiated ready-to-eat poultry frankfurters. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1): 265-274.
- Johnson, A.M., Reynolds, A.E., Chen, J., Resurreccion, A.V.A. (2004): Consumer Acceptance of electron-beam irradiated ready-to-eat poultry meats. *Journal of Food Processing and Preservation*, 28(4): 302-319.
- Kim, H.J., Ham, J.S., Lee, J.W., Kim, K., Ha, S.D., Jo, C. (2010): Effects of gamma and electron beam irradiation on the survival of pathogens inoculated into sliced and pizza cheeses. *Radiation Physics and Chemistry*, 79(6): 731-734.
- Kim, H.Y., Ahn, J.J., Shahbaz, H.M., Park, K.H., Kwon, J.H. (2014): Physical-, chemical-, and microbiological-based identification of electron beam and γ -irradiated frozen crushed garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(31): 7920-7926.
- Kotov, Y.A., Sokovnin, S.Y., Balezin, M.E. (2003): A review of possible applications of nanosecond electron beams for sterilization in industrial poultry farming. *Trends in Food Science & Technology*, 14(1): 4-8.
- Kundu, D., Holley, R. (2013): Effect of low-dose electron beam irradiation on quality of ground beef patties and raw, intact carcass muscle pieces. *Journal of Food Science*, 78(6): 920-925.
- Lee, E.J., Ahn, D.U. (2005): Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract. *Meat Science*, 71(2): 300-305.
- Levanduski, L., Jaczynski, J. (2008): Increased resistance of *Escherichia coli* O157: H7 to electron beam following repetitive irradiation at sub-lethal doses. *International Journal of Food Microbiology*, 121(3): 328-334.
- Lewis, S.J., Velasquez, A., Cuppett, S.L. (2002): Effect of electron beam irradiation on poultry meat safety and quality. *Poultry Science*, 81(6): 896-903.
- Li, S., Kundu, D., Holley, R.A. (2015): Use of lactic acid with electron beam irradiation for control of *Escherichia coli* O157: H7, non-O157 VTEC E. coli, and Salmonella serovars on fresh and frozen beef. *Food Microbiology*, 46: 34-39.
- Lung, H.M., Cheng, Y.C., Chang, Y.H., Huang, H.W., Yang, B.B., Wang, C.Y. (2015): Microbial decontamination of food by electron beam irradiation. *Trends in Food Science & Technology*, 44: 66-78.
- Maxim, J.E., Neal, J.A., Castillo, A. (2014): Development of a novel device for applying uniform doses of electron beam irradiation on carcasses. *Meat Science*, 96(1): 373-378.

- Miller, R.B. (2006): Electronic irradiation of foods: an introduction to the technology. Springer Science & Business Media.
- Moosekian, S.R., Jeong, S., Marks, B.P., Ryser, E.T. (2012): X-ray irradiation as a microbial intervention strategy for food. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3: 493-510.
- Nemţanu, M.R., Braşoveanu, M., Karaca, G., Erper, I. (2014): Inactivation effect of electron beam irradiation on fungal load of naturally contaminated maize seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(13): 2668-2673.
- O'bryan, C.A., Crandall, P.G., Ricke, S.C., Olson, D.G. (2008): Impact of irradiation on the safety and quality of poultry and meat products: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(5): 442-457.
- Özbay Doğu, S., Sarıçoban, C. (2014): Et ve ürünlerinde dekontaminasyon yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(3): 92-99.
- Rodriguez, O., Castell-Perez, M.E., Ekpanyaskun, N., Moreira, R.G., Castillo, A. (2006): Surrogates for validation of electron beam irradiation of foods. *International Journal of Food Microbiology*, 110(2): 117-122.
- Sarjeant, K.C., Williams, S.K., Hinton, A. (2005): The effect of electron beam irradiation on the survival of *Salmonella enterica* serovar typhimurium and psychrotrophic bacteria on raw chicken breasts stored at four degrees celsius for fourteen days. *Poultry Science*, 84(6): 955-958.
- Schilling, M.W., Yoon, Y., Tokarsky, O., Pham, A.J., Williams, R.C., Marshall, D. L. (2009): Effects of ionizing irradiation and hydrostatic pressure on *Escherichia coli* O157: H7 inactivation, chemical composition, and sensory acceptability of ground beef patties. *Meat Science*, 81(4): 705-710.
- Shawrang, P., Sadeghi, A.A., Behgar, M., Zarehshahi, H., Shahhoseini, G. (2011): Study of chemical compositions, anti-nutritional contents and digestibility of electron beam irradiated sorghum grains. *Food Chemistry*, 125(2): 376-379.
- Tahergorabi, R., Matak, K.E., Jaczynski, J. (2012): Application of electron beam to inactivate *Salmonella* in food: Recent developments. *Food Research International*, 45(2): 685-694.
- Tesfai, A., Beamer, S. K., Matak, K.E., Jaczynski, J. (2014): Effect of electron beam on chemical changes of nutrients in infant formula. *Food Chemistry*, 149: 208-214.
- Trinetta, V., Vaidya, N., Linton, R., Morgan, M. (2011): A comparative study on the effectiveness of chlorine dioxide gas, ozone gas and e-beam irradiation treatments for inactivation of pathogens inoculated onto tomato, cantaloupe and lettuce seeds. *International Journal of Food Microbiology*, 146(2): 203-206.
- Valero, M., Sarriás, J.A., Alvarez, D., Salmerón, M.C. (2006): Modeling the influence of electron beam irradiation on the heat resistance of *Bacillus cereus* spores. *Food Microbiology*, 23(4): 367-371.
- WHO (1997): High-Dose Irradiation: Wholesomeness of Food Irradiated with Doses Above 10 kGy. *WHO Technical Report Series 890*.
- Zhu, M.J., Mendonca, A., Ismail, H.A., Ahn, D.U. (2009): Fate of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat turkey breast rolls formulated with antimicrobials following electron-beam irradiation. *Poultry Science*, 88(1): 205-213.

ORIGINAL ARTICLE/ORİJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME UYGULANAN MİDYELERİN (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) BUZDOLABI (4 ±2°C) KOŞULLARINDA RAF ÖMRÜNÜN TESPİTİ

Hülya TURAN, Rabiya Tuğba ONAY

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop-Türkiye

Received: 22.07.2015

Accepted: 01.09.2015

Published online: 06.09.2015

Corresponding author:

Hülya TURAN, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop-
Türkiye

E-mail: hturan@sinop.edu.tr

Öz:

Çalışmada, Karadeniz-Sinop Bölgesinde yetiştirilen midyeler (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819) kabuklarından ayrılıp, bysuss ipliklerinden temizlenerek modifiye atmosfer paketleme (MAP) ve (%75CO₂+%25N₂) vakum ile paketlenip 4 ±2°C'de 21 gün boyunca muhafazaya alınmıştır. Depolama süresince fiziksel, kimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik analizler yapılarak midyelerin raf ömrünün tespiti amaçlanmıştır. Tüm analiz sonuçlarına göre vakum paketlemenin modifiye atmosfer (MA) ile paketlenmeye göre midye eti kalitesi üzerinde daha etkili olduğu (p<0.05) ancak vakum grubunda ağırlık kaybının basınçtan dolayı daha fazla olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Total uçucu bazik azot (TVB-N), Trimetilamin-azot (TMA-N), Tiyobarbitürik asit (TBA) ve duyuusal analiz ile toplam psikrofil ve toplam mezofil bakteri sonuçları birbirleri ile uyumlu bulunarak; MA ile paketlenen grubun 15. günde, vakum ile paketlenen grubun 21. günde "tüketilemez" olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Toplam koliform bakteri yükü her iki grupta da depolama süresince sınır değerler arasında kalmıştır. Midyenin "tüketilebilir" olduğu günler MAP grubu için 12 gün, vakum grubu için 18 gün olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Midye (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819), Modifiye atmosfer paketleme, Vakum paketleme, Raf ömrü, Soğuk muhafaza

Abstract:

Shelf Life Under The Refrigerator (4 ±2°C) Conditions of Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) Packaged With Modified Atmosphere

In this study, mussels cultivated in the Black Sea-Sinop region which were taken of crusts and cleaned from byssus (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819) were divided two groups. First group was packaged with modified atmosphere packaging (MAP) (%75CO₂+%25N₂) while the second group by vacuum packing and then both of them were stored at refrigerator temperature (4 ±2°C) for 21 days. It is aimed to determine the shelf life of mussel by physical, sensory, chemical, microbiological analysis during the storage period. According to the results, the quality of mussel's meat was better in vacuum packaging than MAP but the weight loss was higher at vacuum packaging because of pressure. Results of total volatile basic-nitrogen (TVB-N), trimethylamine-nitrogen (TMA-N), thiobarbituric acid (TBA), sensory analysis and the number of psychrophilic and mesophilic bacteria were similar and it was determined that the mussels became inconsumable at 21th day and 15th day in vacuum packed and MAP group, respectively (p<0.05). During the period of storage, the number of coliform bacteria was between the limit values. The consumable period of mussel was found as 12 day and 18 day for MAP and vacuum group, respectively.

Keywords: Mussel (*Mytilus galloprovincialis*, L. 1819), Modified atmosphere packaging, Vacuum packaging, Shelf life, Cold storage

Giriş

Denizlerimizden avlanan midye miktarı toplam 29000 ton olup bunun büyük bir kısmını (28030 ton) beyaz kum midyesi, geri kalanını ise karakıllı midye (887 ton) ve akivades (83 ton) oluşturmaktadır (TÜİK, 2014). Ekonomik değeri yüksek olan kara midye, ülkemizde daha çok midye dolma veya midye tava şeklinde tüketilmektedir. Özellikle midye dolma halk arasında rağbet gören bir üründür.

Avlanır avlanmaz işlenmesi gereken midyelerin tüketilinceye kadar kalitelerini korumak için değişik ön işlemler yapılmaktadır. Kabuklarından ayrıldıktan sonra, su içerisinde buzdolabında veya derin dondurucuda saklanan midyelere hemen hemen her restoranda rastlamak mümkündür. Ancak bu şekilde buzdolabında saklanan midyelerde genellikle üçüncü gün sonunda kalite kaybı olmaktadır. Su ürünlerinin yapısal içeriği nedeniyle ortaya çıkan bozulmaların önlenmesi ve dayanma sürelerinin uzatılabilmesi için geliştirilen vakum ve modifiye atmosfer paketleme (MAP), soğuk muhafazayla birlikte iyi sonuçlar vermektedir. Midyelerin dondurularak uzun süreli saklanmalarına ilişkin mevcut çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, vakum ve MAP uygulamanın soğuk koşullardaki raf ömrüne etkisi sınırlı düzeyde çalışılmıştır. Bu çalışma ile vakum ve MAP uygulanan midye etlerinin marketlerin soğuk raflarında yer alacak şekilde ambalajlanmasını sağlamak ve buna bağlı olarak raf ömrünü artıracak yöntemi ortaya koymak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada Karadeniz'in Sinop Bölgesinde halat sisteminde yetiştirilen ortalama 60.46 ±0.60mm boylarında, 20.50 ±0.50g ağırlığında ve 6.19 ±0.20g et ağırlığı olan (toplamda 6500g et ağırlığı) kara midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) kullanılmıştır.

Temizlenen midyelerden başlangıç parametrelerinin belirlenmesi için bir miktar ayrılmış, geri kalan midyeler ise otoklavda 115°C'de 0.74 kg/cm² basınçta 4 dk süreyle buharda bekletildikten sonra kabuklarından ve bysuss ipliklerinden uzaklaştırılmıştır. Çeşme suyu ile yıkanan midyeler vakum altında ve MAP tekniği ile paketlenmek üzere 2 tekerrürlü 2 gruba ayrılmıştır. Her tekerrürde ortalama 1600g midye eti kullanılmıştır. Her tabak içerisine yaklaşık 200g midye eti koyulmuş ve tabaklar, oksijen geçirgenliği 160 cc/m²/gün (ASTM D-3985) ve nem geçirgenliği 8.50 g/m²/gün olan gerdirilmiş Poliamide (Oriented

Polyamide-OPA)-Polyetilen (PE) baskısız polietilen poşetler içine yerleştirilmiştir. Midyelerin yarısı vakum altında, diğer yarısı ise MAP tekniği ile paketlenmiştir. MAP yapılacak örnekler için her paketin vakumla havası çekilip paket içine gaz/ürün oranı yaklaşık 3/1 (v/w) olacak şekilde %75CO₂+%25N₂'den oluşan gaz karışımı verilmiş ve sızdırmaz şekilde kapatılarak paketleme işlemi tamamlanmıştır. Her iki şekilde paketlenen midyeler, 4 ±2°C'deki buzdolabında depolanmıştır.

Midyeler duyuşal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik açıdan 3 gün ara ile 21 gün boyunca analiz edilmiş olup, analiz günlerinde her gruptan 1'er paket (200x2=400g et midye) kullanılmıştır. Analizler her tekerrür için 3 paralel yapılmıştır.

Analiz gününde buzdolabından çıkarılan paketlerin üzerine 9*9 mm boyutlarında gaz geçirmeyen bantlar yapıştırılarak, üzerine batırılan iğne yardımıyla paket içerisindeki O₂ ve CO₂ miktarları, OXYBABY M+O₂/CO model paket içi gaz ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Midyelerin oransal ağırlık kaybı, ilk ve son ağırlık arasındaki farkın ilk ağırlığa oranı şeklinde hesaplanmıştır. Midyenin besin kompozisyonunun tespiti için ham protein (James, 1995), ham yağ (AOAC, 2005), su (AOAC, 1995), ve ham kül (AOAC, 1995) analizleri yapılmıştır. Midye etinin su, yağ, protein ve karbonhidrat değeri belirlendikten sonra, enerji değeri Atwater metoduna göre hesaplanmıştır (Falch ve ark., 2010). pH ölçümü, homojen örnek 1/1 (w/v) oranında sulandırıldıktan sonra pH metre probunun çözelti içine daldırılması suretiyle yapılmıştır (Manthey ve ark., 1988). TVB-N miktarı, Antonapoulos tarafından modifiye edilmiş Lücke-Geidel metodu ile (Ludorf ve Meyer, 1973), TBA analizi Tarladgis ve ark. (1960)'na göre yapılmıştır. TMA-N tayini Boland ve Paige (1971)'den modifiye edilerek yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için homojenize edilen örneklerden 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵ oranlarında dilüsyonlar hazırlanmış ve besiyeri olarak Plate Count Agar kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi kullanılarak besiyerine 1 ml ekim yapılan petripler psikrofil mikroorganizmalar için 7°C'de 10 gün, mezofil bakteri sayımı 37°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Baumgart, 1986). Toplam koliform bakteri sayımı için VRBA kullanılarak çift katman dökülen petripler 35-37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 1-2 mm çapında kırmızımsı bir presipitat zonu ile çevrili koloniler Enterobacteriaceae familyasının laktoz pozitif üyeleri olarak

koliform grup bakteriler olarak sayılmıştır. Sayımda 15-150 koloni içeren petri kutuları kullanılmıştır (Halkman,2005; ISO 4832-1991). Duyusal testlerde 4 kalite faktörü göz önünde bulundurularak (ürünün yapısı, genel görünüşü, kokusu ve tadı) değerlendirme yapılmıştır. İnuğur (2006)'dan modifiye edilen skalaya göre, 10-8 puan arası "çok iyi", 8-6 "iyi", 6-5 "orta", 5-4 "tüketilebilir" ve 4 puanın altı "tüketilemez" olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen veriler Minitab Release 13 paket programı kullanılarak varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası (%95 önem derecesi) farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Besin Kompozisyonu

Midyenin haşlama öncesi ve sonrası besin kompozisyonu Tablo 1.'de verilmiştir.

Otoklavdaki haşlama işleminin neden olduğu su kaybına bağlı olarak, haşlanmış midyenin su miktarı azalırken, protein ve yağ miktarında önemli derecede artış gözlenmiştir ($P \leq 0.05$). %4.65 olarak bulunan karbonhidrat miktarı da haşlama işleminden sonra önemli derecede artarak %6.50'ye yükselmiştir ($P \leq 0.05$). Midyenin protein, yağ, su ve kül değerleri farklı araştırmacılar tarafından; sırasıyla; %8.9, %0.9, %83.04, %1.14 (Şentürk, 1994); %9-13, %0-2, %80 (Waterman, 1978; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992); %7.8, %2.2, %86, %1.5 (Erüstün ve Şentürk, 1991); %6.15, %1.02, %86.44, %1.04 (Erkan, 1996); %12.27, %1.51, %85.13, %1.58 (Arslanca, 1997); %10.24, %1.49,

%82.99, %1.14 (Karayücel ve ark., 2003); %7.50, %1.30, %87.53 ve % 1.09 (Turan ve ark. 2012) olarak bildirilmiştir. Besin kompozisyonundaki farklılıklar midyenin büyüklüğü, avlandığı bölge ve mevsim farklılıkları olabilir.

Ağırlık Kaybı

Modifiye atmosfer ve vakum ile paketlenen ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen midyenin oransal ağırlık kaybı (%) bulguları Şekil 1.'de verilmiştir.

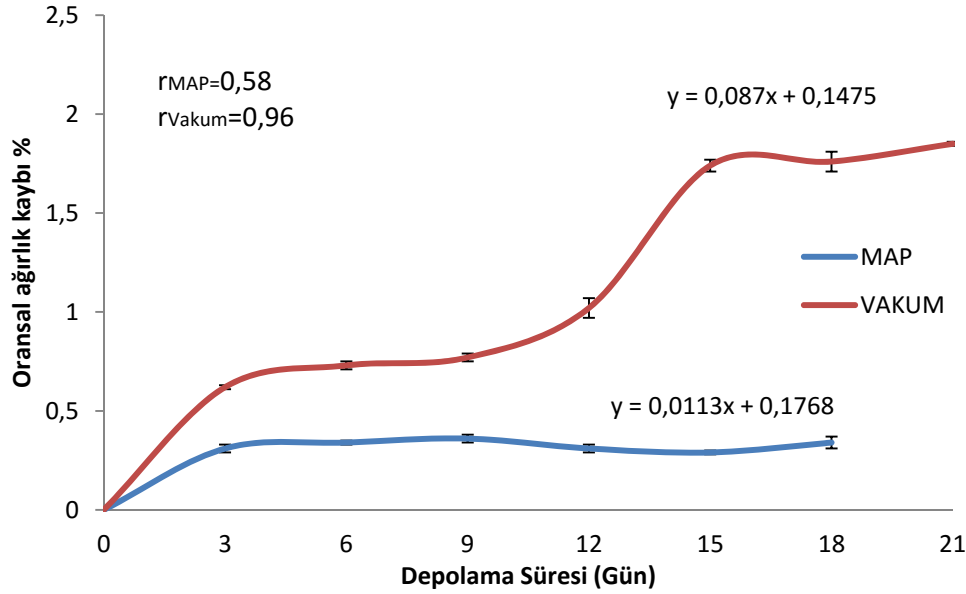
Şekil 1.'de görüldüğü gibi depolama süresince MAP grubundaki ağırlık kaybı, vakum grubuna göre daha az olmuştur ($P \leq 0.05$). Vakum uygulamalarında paketleme işlemi esnasında paket içerisine verilen yüksek basınç ve daha sonra uygulanan vakum işlemi nedeniyle kas dokusunda bulunan serbest suyun bir kısmı dokuyu terk eder. Ayrıca depolama süresince proteinlerde parçalanma ve denaturasyon gibi değişimler de dokuda tutulan suyun azalmasına neden olabilir. 18. gün sonunda ağırlık kaybı MA paketlenen grupta %0.34, vakum paketlenen grupta ise %1.76 olmuştur. Çalışma süresince saptanan maksimum ağırlık kaybı (%1.85) vakum grubunda 21. günde tespit edilmiştir. Hansen ve ark. (2009), MAP ve vakum uygulanarak paketlenen salmon balıklarında en yüksek ağırlık kaybının vakum uygulanan grupta gözlemlendiğini, MAP uygulamalarında CO₂'in balık eti yüzeyinde absorblanması nedeniyle ağırlık kaybının daha az olduğunu bildirmiştir. Guđjónsdóttir ve ark. (2008) da, balık eti yüzeyinde CO₂ absorblandığını ya da damlacıklar şeklinde bulunduğunu, ağırlık kaybının CO₂ ile paketlenen gruplarda minimum kaydedildiğini belirtmiştir.

Tablo 1. Midye eti besin bileşimi ve enerji miktarı

Table 1. The amount of energy and nutrient composition of mussel meat

Midye eti	Su (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kcal/100g)
Çiğ	84.23 ±0.82 ^a	8.70 ±0.47 ^a	0.83 ±0.05 ^a	1.59 ±0.08 ^a	4.65 ±0.29 ^a	381 ±2.91 ^a
Haşlanmış	76.18 ±0.39 ^b	14.33 ±0.18 ^b	1.64 ±0.22 ^b	1.35 ±0.03 ^a	6.50 ±0.02 ^b	431 ±6.38 ^b

^{a, b} (↓) : Farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P \leq 0.05$)



Şekil 1. Farklı paketlenen midyelerde depolama süresince oransal ağırlık kaybı değerleri (%)
Figure 1. The relative weight loss values of different packed mussels during storage (%)

Paket İçi Gaz Miktarları

CO₂ ve O₂ gaz ölçüm sonuçları Şekil 2.'de verilmiştir. MAP grubuna ait paket içi O₂ gaz ölçüm değerleri depolama süresince -0.10± 0.00 olarak bulunmuştur.

Depolama süresince MAP uygulanan midyelerde O₂ miktarı stabil kalmış ve depolama süresi boyunca fark tespit edilmemiştir (P≥0.05). İlk gün en yüksek değere sahip olan CO₂ değeri (%71.8), daha sonraki günlerde azalış ve artışlarla farklı düzeylerde tespit edilmiştir (P≤0.05). Depolama boyunca CO₂ değerleri arasında en düşük sonuç 6. günde tespit edilmiştir (P≤0.05). Farklı araştırmacılar depolama süresince CO₂ miktarındaki azalmanın, gazın dokularda çözünmesinden ya da filmin geçirgenliğinden kaynaklanabileceğini belirtmektedir (Reddy ve ark., 1996; Metin, 1999; Ruiz-Capillas ve Moral, 2001). Paketlemeden birkaç gün sonra, önce azalan ve sonra mikrobiyal aktivite sonucu artan (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001) CO₂ konsantrasyonunun stabil duruma yaklaşabileceği de belirtilmektedir (Randell ve ark., 1997; Guđjónsdóttir ve ark., 2008). Çalışmamızda da benzer olarak MAP uygulanan midyelerin CO₂ miktarı önce azalmış daha sonra artış göstererek stabil durumda kalmıştır.

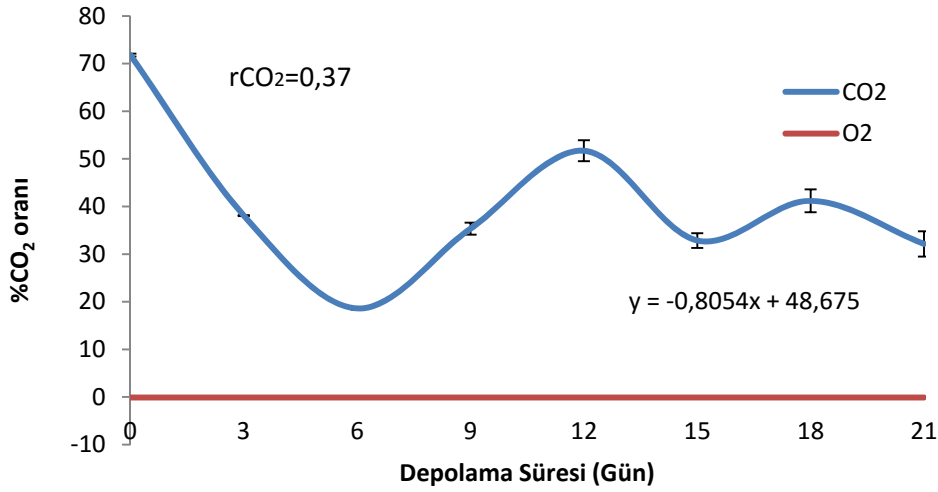
pH Değeri

Başlangıç pH değeri 6.38 olarak ölçülen çiğ midyenin haşlandıktan sonraki pH değeri haşlamanın etkisiyle 6.62'ye yükselmiştir (P≤0.05).

Depolama süresince grupların pH değerleri genel olarak 6.46 ile 6.98 arasında değişmiştir. Erkan ve ark. (2006), depolama süresince artan pH değerinin bozulma kriteri olmadığını ve bunun kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizlerle desteklenmesi gerektiğini bildirmiştir. Manousaridis ve ark. (2005), mollusklardan istiridye için pH tazelik skalasını, pH= 6.2-5.9 iyi kalite, pH= 5.8 tüketilebilir kalite, pH= 5.7-5.5 bozulmuş kalite şeklinde bildirmiştir. Binsi ve ark. (2007) ise taze midyeler için pH değerini 6.5 olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların bildirdiği değerler göz önünde bulundurulduğunda depolama süresince midyelerin iyi kalitede olduğu söylenebilir. Benzer olarak Çağlak ve ark. (2008), %50 CO₂/%50 N₂ ve %80 CO₂/%20 N₂ ile paketlenmiş taze midye örneklerinde pH değerini depolamanın ilk günü 6.72 ve 6.68 depolamanın 12. günü 5.99 ve 6.13 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda gözlenen pH değişimleri, midye etindeki gaz absorpsiyonları, total uçucu asit ve bazların oluşması ile diğer kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanabilmektedir.

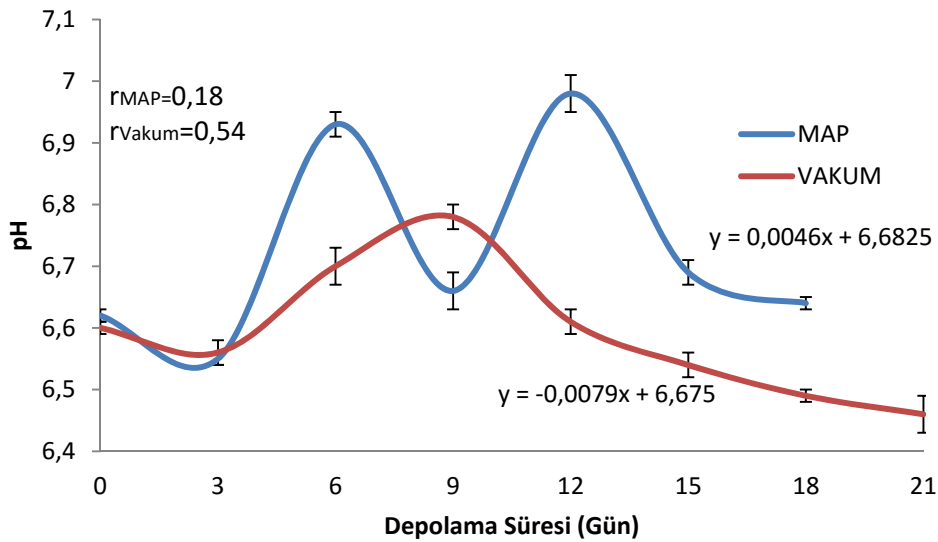
TVB-N Analiz Sonuçları

Çiğ midye örneklerinde 17.62 mg/100g olarak bulunan TVB-N değeri, haşlamanın etkisiyle 14.01 mg/100g'e kadar düşmüştür (P≤0.05).



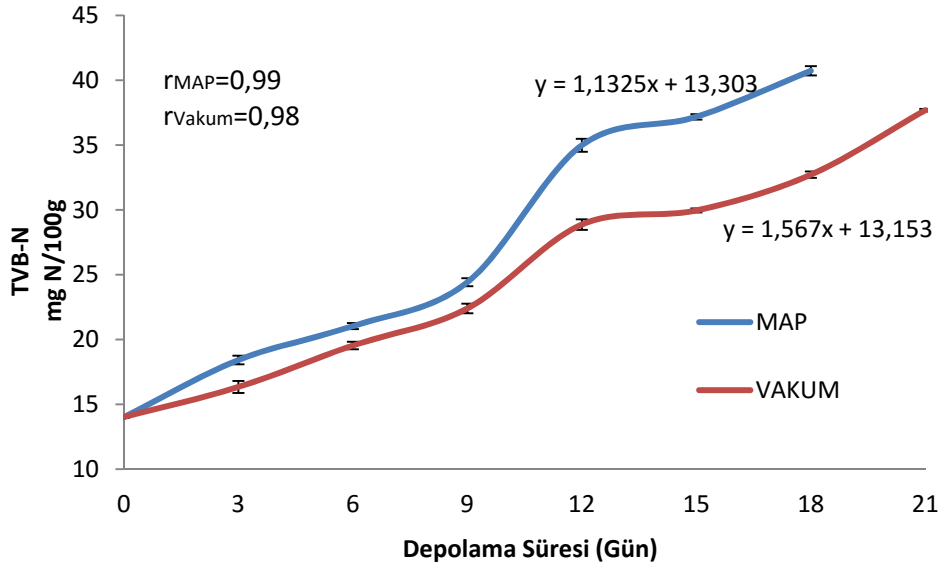
Şekil 2. MAP uygulanan örneklerin paket içi CO₂ ve O₂ gazı değişimi (%)

Figure 2. Exchange of CO₂ and O₂ gas in pack of MAP sample (%)



Şekil 3. MAP ve vakum ile paketlenen midyelerin pH değerlerindeki değişimi

Figure 3. Change pH values of MAP and vacuum packed mussels



Şekil 4. MAP ve vakum paketlenen midyelerin TVB-N değeri değişimi (mgN/100g)

Figure 4. TVB-N value change (mgN/100g) of MAP and vacuum packed mussels

Haşlanmış midyenin 14.01 mg/100g olarak bulunan TVB-N miktarı iki grupta da depolama süresince önemli derecede artmıştır ($P < 0.05$). Her iki grubun TVB-N değerleri 9. güne kadar birbirine yakın seyrederken, ilerleyen günlerde MAP'lı midyelerde daha yüksek değerler elde edilmiştir ($P < 0.05$). MAP'lı örneklerde 15. günde TVB-N değerine vakum paketlenen midyelerde 21. günde ulaşılmıştır. Bir diğer ifadeyle bu gruptaki TVB-N artışı MAP'lı gruptaki kadar hızlı olmamıştır. CO₂ gazının TVB-N artışını düşürücü etkisine rağmen vakum uygulanan grup sınır değer 35mg/100g kabul edildiğinde (Kietzmann ve ark., 1969) 18. güne kadar, MAP uygulanan grup ise 12. güne kadar tüketilebilir değerde bulunmuştur. Sikorski ve ark. (1990)'a göre midye ve istiridye gibi kabuklu su ürünleri için TVB-N tüketilebilir sınır değer 17 mg/100g'dır. Soğukta depolanmış (4°C) midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) kimyasal değişikliklerin izlendiği bir çalışmada tüketilebilir TVB-N sınır değerini 15-20 mg/100g olarak bildirilmiştir (Erkan, 2005). Lopez-Cabelleno ve ark. (2000) bozulmuş istiridye örnekleri için TVB-N değerini 25-30 mg/100g olarak bildirmektedir. Goulas ve ark. (2005), midyelerin duyu analizi sonuçlarına göre tüketilemez olarak değerlendirildiği gün TVB-N değerinin 22-25 mg/100g olduğunu belirtmişlerdir. Turan ve ark. (2012) 12.92 mg/100g TVB-N değerine sahip olan midyelerin buzdolabında 4 gün depolanmaları sonunda streç filmli olanlarda 41.38 mg/100g, su içinde saklananlarda ise 37.64 mg/100g TVB-N değerine ulaştığını tespit etmişlerdir. Banks ve ark. (1980), balıkların CO₂ ile muhafazası süresince TVB-N değerinin

düşük tespit edildiğini ve TVB-N analizinin MAP ürünlerinin tazelik tespitinde kullanılmayacağını belirtmiştir.

Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı

Çiğ örnekte 4.35 mg MDA/1000g olarak tespit edilen TBA değeri, haşlandıktan sonra 4.82 mgMDA/1000g'a yükselmiştir ($P \leq 0.05$). Haşlanan midyedeki TBA artışı, ısı etkisiyle yağ içindeki maddelerin parçalanmasından dolayı olabilir. Zira ısı yağ oksidasyonunu hızlandıran faktörlerden biridir.

MAP ve vakum gruplarındaki TBA değeri depolama süresince düzenli bir artış göstermiş ($P \leq 0.05$), ancak vakum uygulanan midyelerde daha düşük TBA değerleri elde edilmiştir ($P \leq 0.05$). Vakum grubunda daha düşük TBA değerlerinin elde edilmesi paket içindeki havanın uzaklaştırılması nedeniyle. Çünkü oksidasyonu başlatan ve hızlandıran en önemli faktörlerden biri oksijendir. Gimenez ve ark. (2002b) tarafından MAP uygulanan gökkuşuğu alabalığı filetoları üzerinde yapılan çalışmada da en yüksek TBARS değeri en fazla O₂ içeren grupta, en düşük değer ise vakum uygulanan grupta saptanmıştır. Su ürünlerinde yağ oksidasyonunun belirlenmesi için kullanılan TBA değeri için verilen kalite sınıflaması "çok iyi materyalde 3 mg/kg'dan az", "iyi materyalde 5 mg/kg", "tüketilebilir sınır değeri sayısı ise 7-8 mg/kg" olarak bildirilmektedir (Varlık ve ark., 1993). Çalışmamızda vakum uygulanan grup 18. güne kadar, MAP uygulanan grup ise 12. güne kadar tüketilebilir bulunmuştur.

Trimetilamin Azot (TMA-N) Miktarı

Midye etinin 2.62 mg/100g olan TMA-N değeri haşlandıktan sonra 1.85 mg/100g'a düşmüştür ($P \leq 0.05$). Bu durum pişirmenin etkisiyle protein olmayan azotlu maddelerin uçucu hale gelmesinden kaynaklanabilir. MAP ve vakum paketlenen midye örneklerinin depolama süresince tespit edilen TMA-N değerleri ise Şekil 6'da verilmiştir.

Her iki grupta depolama boyunca TMA-N değerlerinde düzenli bir artış olup ($P \leq 0.05$), vakum grubunda daha düşük değerler elde edilmiştir ($P \leq 0.05$). FAO (1986)'ya göre maksimum "kabul edilebilir" TMA-N değeri 8 mg/100g iken, Goulas ve ark., (2005) tarafından 12 mg/100g, Manousaridis ve ark., (2005) tarafından 10-15 mg/100g, Varlık ve ark., (1993) tarafından ise 8 mg/100g olarak bildirilmiştir. MAP uygulanan grubun 12. güne kadar, vakum paketlenen grubun ise 18. güne kadar tüketilebileceği tespit edilmiştir.

Toplam Mezofil Bakteri Sonuçları

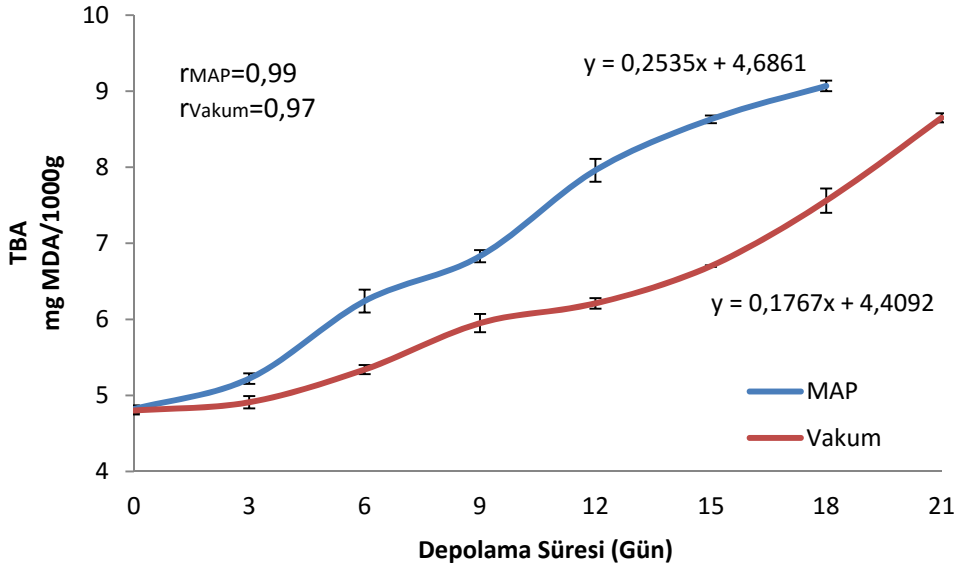
Su ürünleri yönetmeliği (2001)'e göre tüketilebilir sınır değer 6 log kob/g'dir. Çiğ midyelerin mezofilik bakteri sayısı 3.58 log kob/g şeklinde olup haşlandıktan sonra bu değer ısı etkisiyle 3.16 log kob/g'a düşmüştür ($P < 0.05$).

Bu değer paketlenen midyelerde zamanla artış göstermiş, ancak gruplar arasında 6. güne kadar

birbirlerine benzer sonuçlar alınmıştır ($P \geq 0.05$). MAP grubunun 9. gün, 12. gün, 15. gün ve 18. gündeki toplam mezofilik bakteri sayısı vakum grubuna göre önemli derecede daha yüksek çıkmıştır ($P \leq 0.05$). MAP uygulanan grup 15. günde, vakum uygulananlar ise 21. günde sınır değere ulaşmıştır. MA ile paketlenen örnekler 12. güne kadar, vakum uygulanan örnekler 18. güne kadar tüketilebilir bulunmuştur. Goulas ve ark. (2005), midyeleri MAP ile paketlenip depoladıkları çalışmalarında midyelerin ilk gün toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 4.5 log kob/g olarak bildirmiştir. Depolamanın 8. günü ise %50N₂ / %50CO₂ ve %20 N₂ / %80CO₂ ile paketlenen örneklerdeki toplam bakteri yükü sırayla 7.2 ve 6.5 log kob/g olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdaki midye örneklerinin ilk günlük mezofilik bakteri yükü daha düşük olduğundan daha uzun süre dayanmış olabilir.

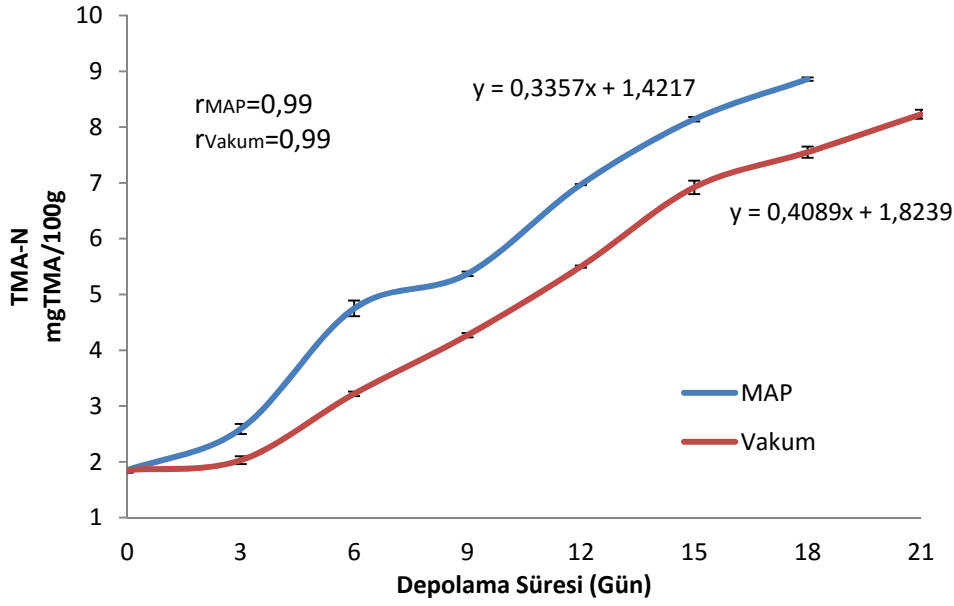
Toplam Psikrofil Bakteri Sonuçları

Çiğ midye etinin 3.55 log kob/g olan psikrofil bakteri yükü, haşlandıktan sonra 2.22 log kob/g'a düşmüştür ($P \leq 0.05$). Toplam psikrofil bakteri değerleri depolama süresince artış göstermiş, ve toplam mezofil bakteri sonuçlarına benzer olarak vakumda daha düşük bulunmuştur ($P \leq 0.05$) (Şekil 8).



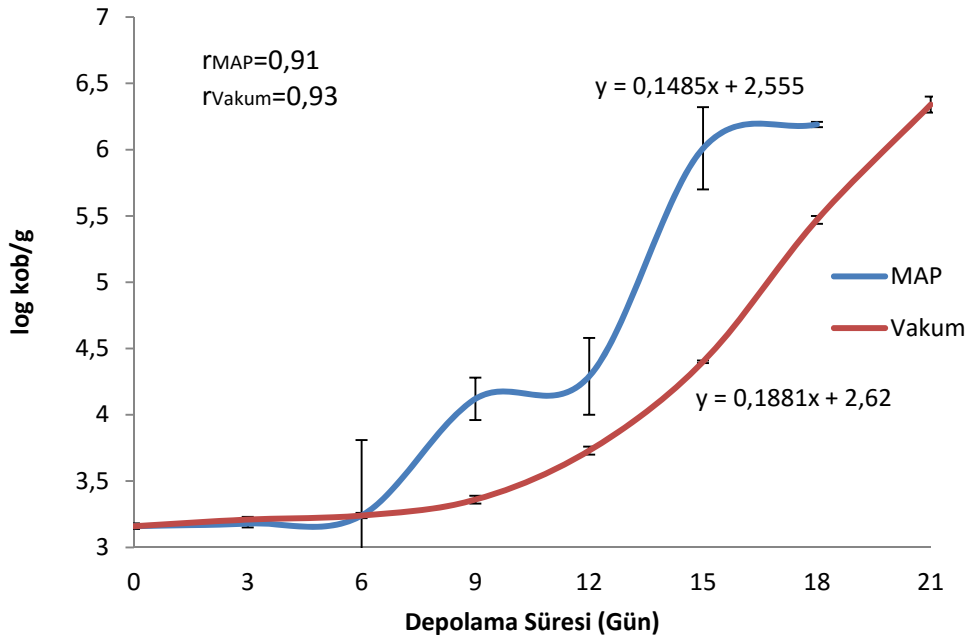
Şekil 5. Depolama süresince grupların TBA değeri değişimi (mg MDA/1000g)

Figure 5. TBA value change of the groups during storage (mg MDA/1000g)



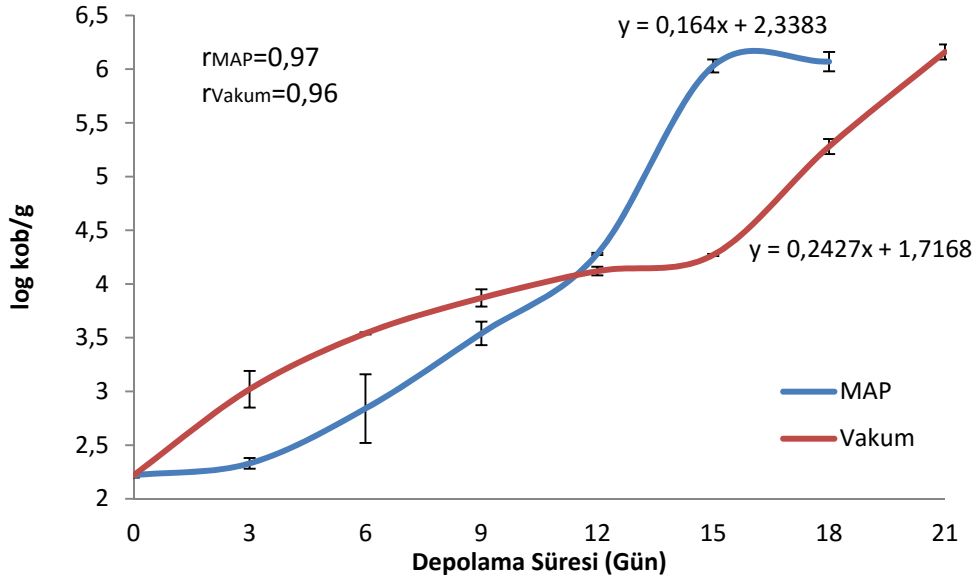
Şekil 6. MAP ve vakum paketlenen midyelerin TMA-N değeri değişimi (mg TMA/100g)

Figure 6. TMA-N value change (mg TMA/100g) in the MAP and vacuum packed mussels



Şekil 7. Depolama boyunca grupların toplam mezofil bakteri sayısı (log kob/g)

Figure 7. The number of total mesophilic bacteria group during storage (log cfu/g)



Şekil 8. Depolama süresince grupların toplam psikrofil bakteri sayısı (log kob/g)

Figure 8. The number of total psychrotrophic bacteria of group during storage (log cfu/g)

Psikrofil bakteri miktarı vakum grubuna kıyasla MAP uygulanan grupta ilk günlerde karbondioksitin etkisiyle daha yavaş artmış, fakat bozulma ürünlerinin etkisiyle MAP örnekleri 15. günde sınır değere ulaşmıştır. Bulunan sonuçlara göre MAP uygulanan midyeler 12. güne, vakum uygulananlar ise 18. güne kadar tüketilebilir özellikte bulunmuştur. Krizek ve ark. (2004) vakum paketlenmiş sazan örneklerinin psikrofil bakteri yükünü kontrol grubu örneklerine göre oldukça düşük bulmuşlardır. Villemure ve ark. (1986) %75 N₂/%25 CO₂ gaz karışımıyla paketlenen balıkların psikrofilik bakteri yükünü atmosferik hava ile paketlenen örneklerle karşılaştırarak daha düşük tespit etmişlerdir. Ulusoy (2008), modifiye atmosfer uygulanan midye örneklerinde depolama boyunca yüksek anaerobik bakteri yükü tespit etmiş, karbondioksit gazının anaerobik bakteriler üzerinde gelişmeyi arttırıcı etkisinden dolayı atmosferik hava grubunda daha az üreme olduğunu söylemiştir. Turan ve ark. (2012), başlangıçta 3.94 log kob/g mezofil, 3.23 log kob/g psikrofil ve 3.80 log kob/g enterobakteri yüküne sahip olan midyelerin 4. gün sonundaki yüklerini streç filmlenen ve suda saklanan gruplarda sırasıyla, 7.54-7.45 log kob/g, 6.07-6.17 log kob/g ve 5.88-5.87 log kob/g olarak bulmuştur. Çalışmada kullandığımız midyelerin başlangıç bakteri yükünün az olması ve kullandığımız paketlenme teknikleri sayesinde ürün daha uzun süre dayanmıştır.

Toplam Koliform Bakteri Sonuçları

Çiğ haldeki midye örneklerinde 0.39 log kob/g olarak bulunan koliform bakteriye haşlanmış midye etinde rastlanmamıştır (P≤0.05).

Koliform bakteri yükünün çok düşük çıkması, hatlarda yetiştirilen midyelerin buldukları bölgenin temiz olmasından kaynaklanmaktadır. Su ürünleri yönetmeliği (1995)'e göre çift kabuklu yumuşakçalar için maksimum sınır değer 10² log kob/g'dır. Çalışmamızın 6. gününde MAP örneklerindeki toplam koliform bakteri sayısı 0.46 log kob/g, vakum örneklerinde ise 0.39 log kob/g olarak tespit edilmiş ve değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur (P≤0.05). Depolamanın 6. gününden son gününe kadar koliform bakteri sayısında MAP gruplarında daha fazla olmak üzere artış olmuştur. Erüstün ve Şentürk (1991), taze midye örneklerindeki koliform sayısını 0-120 adet/g olarak bildirmiş, *E. coli* ise tespit etmemişlerdir. Lee ve Pfeiffer (1977), karidesler üzerine yaptıkları araştırmalarında çiğ karideslerde 1.6×10⁶ g tespit ettikleri mikroorganizma miktarının, haşlama ve kabuk soyma uygulaması ile 3.3×10⁴ g'a kadar düşürüldüğünü bildirmişlerdir.

Duyusal Analiz Sonuçları

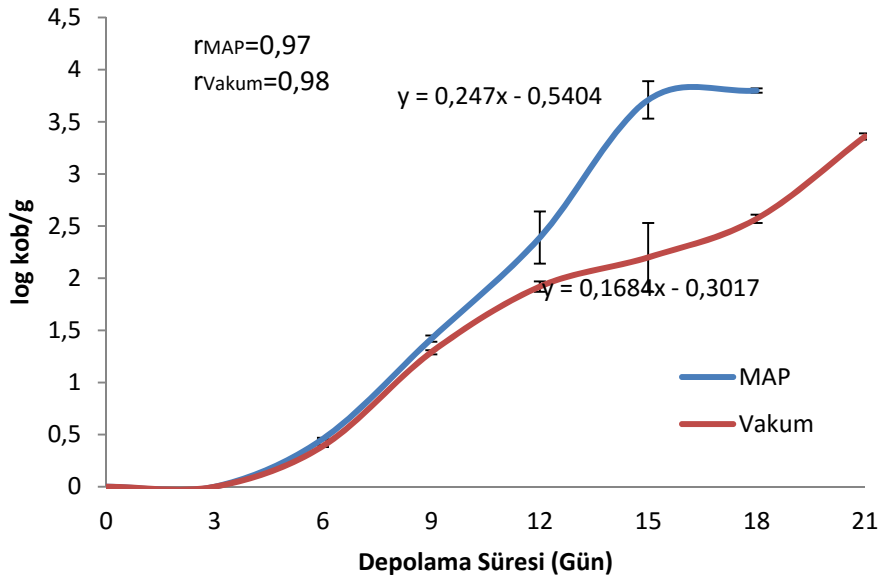
Haşlanan midyeler paketlenildikten sonra deneme planında belirtilen periyotlarda yapılan duyusal analizlere göre, MA ile paketlenen grupta 15. gün amonyak kokusu hissedilmeye başlamış, 18. günde bu koku yoğun olarak hissedilmiştir. Vakum grubunun MAP grubuna göre daha dayanıklı

olduğu ve amonyak kokusunun ancak 21. günde hissedildiği belirtilmiştir. MAP grubunun renkleri 15. günde matlaşıp grileşmeye başlamış, vakum işleminin midye rengini koruduğu ancak 21. günde renginin donuklaştığı söylenmiştir. Görünüş ve tekstür değerlendirmelerinde de MA ile paketlenen örnekler vakum grubuna göre daha düşük kaliteli olarak nitelendirilmiştir.

Grupların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; MAP ve vakum grubu örneklerinin tüketilebilir olduğu günler sırasıyla 12. ve 18. gün olarak tespit edilmiştir.

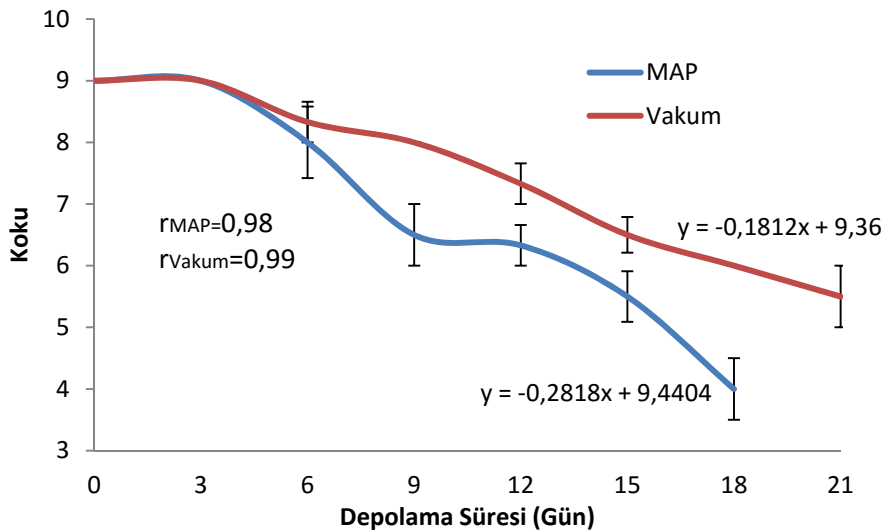
Sonuç

Sonuç olarak, vakum paketlenen midye etinin, MA ile paketlenip depolanmasından daha iyi sonuçlar verdiği ve raf ömrünü %50 arttırdığı bulunmuştur. Basınçtan dolayı vakum grubunda ağırlık kaybı daha fazla olsa da, bu kaybın pratik açıdan çok büyük olmadığı, ayrıca vakum uygulamanın TVB-N, TBA, TMA-N ve bakteri gelişimini yavaşlattığı ve yağ oksidasyonunu engellediği tespit edilmiştir.



Şekil 9. Depolama süresince gruplara ait toplam koliform bakteri sayısı (log kob/g)

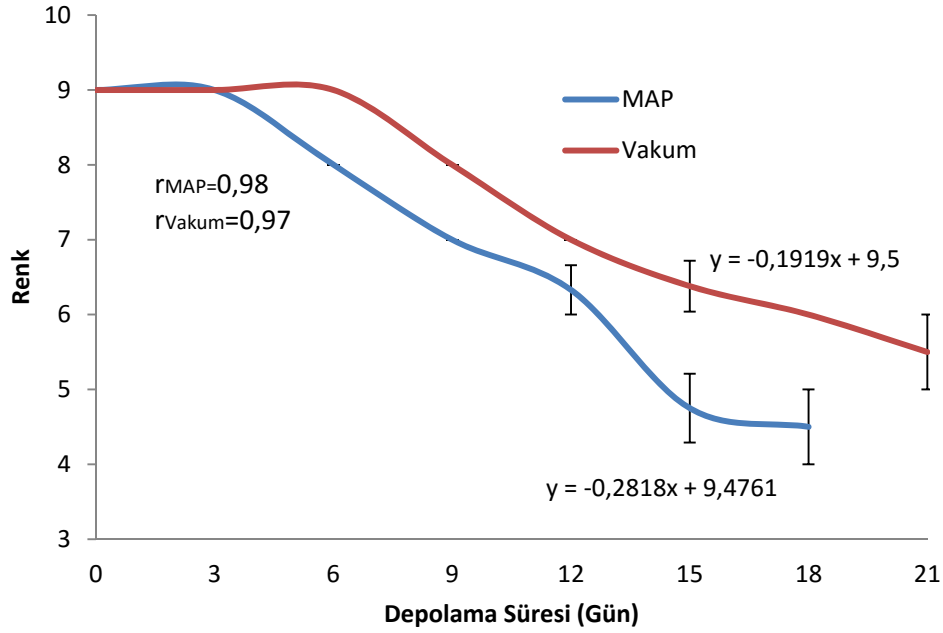
Figure 9. The number of total coliform bacteria of groups during storage (log cfu/g)



Şekil 10. MAP ve vakum paketlenen midyenin koku değerlerindeki değişim

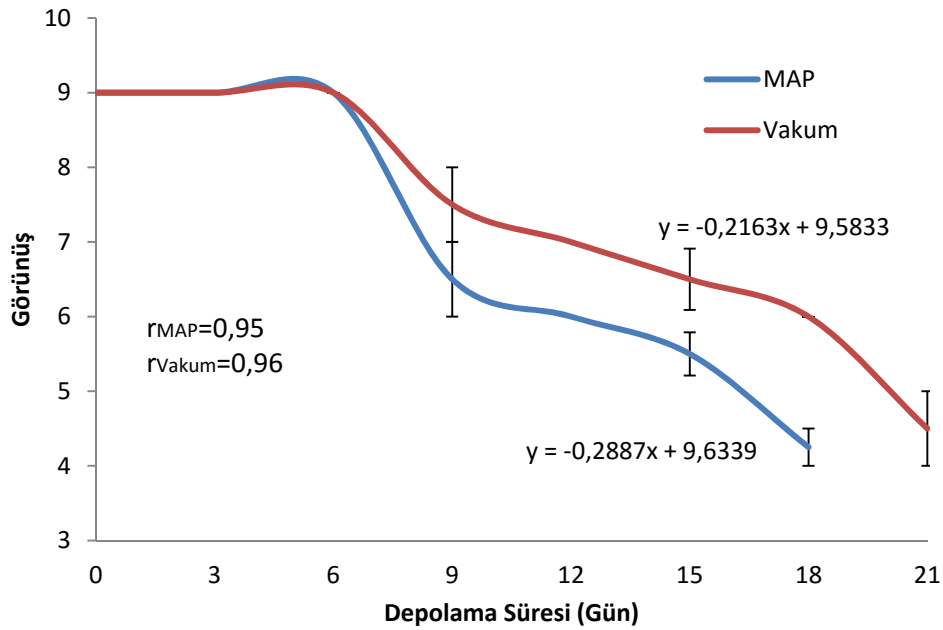
Figure 10. Changes in the smell values of MAP and vacuum packed mussels

Journal abbreviation: J Food Health Sci



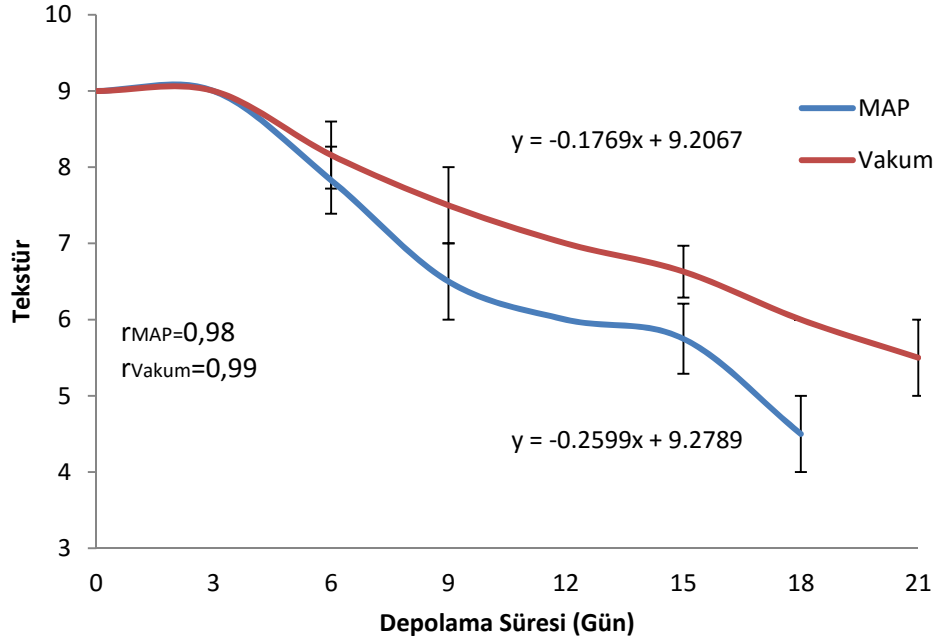
Şekil 11. MAP ve vakum ile paketlenen midyenin renk değerlerindeki değişim

Figure 11. Changes in color values of MAP and vacuum packed mussels



Şekil 12. Gruplara ait görünüş değerlerindeki değişim

Figure 12. Changes in the appearance values of the groups



Şekil 13. MAP ve vakum ile paketlenen midyenin tekstür değerlerindeki değişim

Figure 13. Changes in the texture values of MAP and vacuum packed mussels

Kaynaklar

AOAC (1995): Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

AOAC (2005): Official Methods of Analysis 18 th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Arslanca, D. (1997): Soğukta depolanan midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) kalite değişimlerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46 s.

Banks, H., Nickelson II, R., Finne, G. (1980): Shelf-life studies on carbon dioxide packaged finfish from the gulf of Mexico. *Journal of Food Science*, 45: 157-162.

Baumgart, J. (1986): Lebensmittel tierischer herkunft, feinkosterzeugnisse, gefrorene, tiefgefrorene und getrocknete lebensmittel, fertiggerichte, hitzekonservierte lebensmittel speiseeis, zucker, kakao, zuckerwaren, rohmassen. Microbiologische untersuchung von lebensmitteln, edt: Jürgen Baumgart, unter mitarbeit von Jürgen firnhaber, gottfried spicher, 207, Behr's Verlag, Hamburg, 3-922528-91-0.

Binsi, P.K., Shamasundar, B.A., Dileep, A.O. (2007): Physico-chemical and functional properties of proteins from green mussel (*Perna viridis*) during ice storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (2), 245-254.

Boland, F.E., Paige, D.D. (1971): Collaborative study of a method for the determination of trimethylamine nitrogen in fish. Division of Food Chemistry and Technology, Food and Drug Administration. *Journal of the AOAC*, 54(3):725-727.

Çağlak, E., Çaklı, Ş., Kılınc, B. (2008): Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 226: 1293-1299.

Erkan, N. (1996): Pişirilmeye hazır midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) ürünlerinin dondurularak saklanması ve dayanma süresinin belirlenmesi. İstanbul üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56-63.

Erkan, N. (2005): Changes in quality characteristics during cold storage of shucked mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and selected chemical decomposition indicators.

- Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2625-2630.
- Erkan, N., Özden, Ö., Üçok Alakavuk, D., Yıldırım, Ş. Y., İnuğur, M. (2006): Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *European Food Research and Technology*, 222: 667-673.
- Erüstün, G., Şentürk, A. (1991): Midye etinin kutu konserve ve dondurularak muhafazası üzerine araştırmalar. *Gıda Yem Dergisi*, 2: 9-13.
- Falch, E., Overrien, I., Solberg, C., Slizyte, R. (2010): Composition and calories. In: Nollet, L.M.L., Toldrá, F. (Editors), *Seafood Product Analysis. Part III (Chapter 16)*, CRC Press. Taylor&Francies Group. Boca Raton. New York. pp 257-288.
- FAO (1986): Food and nutrition paper manuals of food quality control food analysis: quality, adulteration and tests of identity. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Giménez, B., Roncalés, P., Beltron, J.A. (2002): Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1154-1159.
- Goulas, A.E., Chouliara, I., Nessi, E., Kontaminas, M.G., Savvaidis, I.N. (2005): Microbial, biochemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Microbiology*, 98: 752-760.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N. (1992): Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261 sh.
- Guðjónsdóttir, M., Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Margeirsson, B., Lauzon, H. L., Reynisson, E., Martinsdóttir, E. (2008): Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and superchilling on the shelf life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins of different degrees of freshness at packaging. *Matis Food research, Innovation & Safety-Report*, 1-37.
- Halkman, A.K. (2005): Gıda Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. www.mikrobiyoloji.org.
- Hansen, A.Å., Mørkøre, T., Rudi, K., Rødbotten, M., Bjerke, F., Eie, T. (2009): Quality changes of prerigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L) packaged in modified atmosphere using CO₂ emitter, traditional MAP and vacuum. *Journal of Food Science*, 74(6): 242-249.
- ISO 4832-1991. www.iso.org/ISO4832-1991/microbiology/ISO Norm Coliform (Erişim tarihi: 07/07/13).
- İnuğur, M. (2006): İyonize radyasyon uygulamasının taze balıkların kalitesi ve dayanım süresi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- James, C.S. (1995): Analytical Chemistry of Foods. Seale- Hayne Faculty of Agriculture, Food and Land Use Departman of Agriculture and Food, Studies Univercity of Plymouth, Blackie Academic Professional.
- Karayücel, S., Kaya, Y., Karayücel, İ. (2003): Sinop Bölge'sinde Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) kondisyon faktörü ve biyokimyasal kompozisyonu üzerine çevresel faktörlerin etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27: 1391-1396.
- Kietzmann, U., Priebe, K., Rakou, D., Reichstein, K. (1969). Seefisch als Lebensmittel. Berlin. 368.
- Křížek, M., Vácha, F., Vorlová, L., Lukášová, S. (2004): Biogenic amines in vacuum-packaged and non vacuum-packaged flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures, *Food Chemistry*, 88: 185-191.
- Lee, J.S., Pfeiffer, D.K. (1977): Microbiological characteristics of Pacific shrimp (*Pandalus jordani*). *Applied and Environmental Microbiology*, 33(4): 853-859.
- Lopez-Caballeno, M.E., Perez-Mateos, M., Montero, P., Barderias, A.J. (2000): Oyster preservation by high-pressure treatment. *Journal of Food Protection*, 63: 196-201.
- Ludorff, W., Meyer, V. (1973): Fische and fischerzeugnisse, Paul Paney Verlag, Hamburg-Berlin, 77-309.
- Manousaridis, G., Nerontzaki, A., Paleologos, E.K., Tsiotsias, A.T., Savvaidis, I. N., Kontominas, M.G. (2005): Effect of ozone on

- microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels, *Food Microbiology*, 22: 1-9.
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H. (1988): Quality changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 1-9.
- Metin, S. (1999). Modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinin Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1972) ürünlerinin kalite ve dayanma sürelerine etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Randell, K., Hattula, T., Ahvenainen, R. (1997): Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and baltic herring fillets. *Lebensmittel Wissenschaft und -Technology*, 30: 56-61.
- Reddy, N.R., Paradis, A., Roman, M.G., Soloman, H.M., Rhodehamel, E.J. (1996): Toxin development by *Clostridium botulinum* in modified atmosphere packaged fresh tilapia fillets during storage. *Journal of Food Science*, 61(3): 632-635.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A. (2001): Chilled bulk storage of gutted hake (*Merluccius merluccius* L.) in CO₂ and O₂ enriched controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 74: 317-325.
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Burt, J.R. (1990): Postharvest biochemical and microbial changes, seafood, resources nutritional composition and preservation, CRC Pres, Boca Raton, Florida, 55-75.
- Su Ürünleri Yönetmeliği, (1995): Türk Gıda Kodeksi, Su Ürünleri Yönetmeliği, Yetki Kanunu: 1380, Resmi Gazete, 10.03.1995, No: 22223, Ankara.
- Şentürk, A. (1994): Bazı değerlendirilmiş kabuklu su ürünlerinin mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkili olan faktörlerin araştırılması. T. C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Genel Yayın no: 20.
- Tarladgis, B., Watts, B.M., Yonathan, M., Dugan, L.Jr. (1960): Distillation method for determination of malonaldehyde in rancidity food. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1): 44-48.
- Turan, H., Kocatepe, D., Altan, C.O., Erkoyuncu, İ. (2012): Soğukta saklanan tüketime hazır midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) besin kompozisyonu ve kalite kriterlerinin incelenmesi. 11. Hatay Gıda Kongresi, 364. sh.
- TÜİK (2014): http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 Erişim Tarihi: 02.07.2014
- Ulusoy, Ş. (2008): Midye dolmalarının modifiye atmosferle paketlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 17-62.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H. (1993): Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, No: 17, 4-5.
- Villemure, G., Simard, R.E., Picard, G. (1986): Bulk storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbondioxide atmosphere. *Journal of Food Science*, 55: 317-320.
- Waterman, J.J. (1978): Processing mussels cookles and whelks. Ministry of agriculture, fisheries and food. Torry Research Station, Torry Advisory, (13): 10 sh.

DETERMINATION OF SHELF LIFE OF MARINADE AND BRINE INJECTED RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM 1792) AT REFRIGERATOR CONDITIONS

Emre ÇAĞLAK, Barış KARSLI

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology, Rize, Turkey

Received: 14.04.2015

Accepted: 19.08.2015

Published online: 09.09.2015

Corresponding author:

Emre ÇAĞLAK, Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology, 53100 Rize, Turkey

E-mail: emre.caglak@erdogan.edu.tr

Abstract:

The aim of this study was to determine quality changes occurring in refrigerator ($3 \pm 1^\circ\text{C}$) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was injected marinade brine and salt brine. The trouts were stored into 3 groups as control, marinade (4% acetic acid-8% salt) injected and brine (20% salt) injected groups. Moisture, crude protein and crude fat of fresh trout were found 78.04%, 16.83% and 4.18%, respectively. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and thiobarbituric acid (TBA) values were determined below the limit values during the storage period. TVB-N and TBA values of control, marinade injected and brine injected groups were found as 20.42 mg/100g, 0.35 mg MA/kg; 21.70 mg/100g, 0.30 mg MA/kg; 17.60 mg/100g, 0.30 mg MA/kg at the end of the storage, respectively. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB) and total coliform counts were determined as 4.54 cfu/g, 4.34 cfu/g and 3.07 cfu/g at the end of the storage, respectively. In terms of sensory, the trouts were evaluated as raw and cooked, and quality values were determined to below the limit values for the control group at 11 day, marinade and brine injected groups at 13 day.

Keywords: Rainbow trout, Cold storage, Chemical quality, Brine injected, Marinade injected

Introduction

The aquaculture of fisheries in industrial sense made an important progress in the last 25 years in Turkey and all around the world. Among the aquaculture species, Trouts have an important part in this progress. Considering the potential culture fishing of Turkey, trouts constitute the portion of 54.86% (128 059) of the total aquaculture amount (233 393 tons) (TUIK, 2013). Within the increasing amount of aquaculture, important developments were observed in consumption, production and process techniques of trouts. Trouts are generally consumed as fresh, but also frozen, filleted, smoked and marinated trout products started to hit the shelves.

Various techniques were developed with the aim of protecting the quality of seafood. By means of being refrigerated, the deterioration of fisheries can be delayed for a length of time. Refrigeration process is generally conducted by keeping the product contact with ice and preserving it at a low temperature (close to the 0°C). In salting method, the sterilizer effect of "Cl" ion and the reduction in water activity of product inhibit the bacterial growth. The passing of salt water into the fish meat can be carried out with the help of salt injection machines and used in industry. Similarly, there have been many studies about the effect of marinade solution injected into the red meat on the quality. As various process techniques can be applied singly, combined process techniques are also used in seafood. The implementation of salting techniques in smoking and drying process can be given as an example of combined process technique. Marination preserves fish through the simultaneous action of salt and organic acids. Marination involves increasing the ionic strength and decreasing the pH. The aim is not only to prevent microorganism growth but also to allow a way of valorization other than salting for different fish products. Marination is also used to tenderize or to change taste, textural and structural properties of

meat (Çaklı, 2007; Deniz, 2009; Gökoğlu et al., 1999; Varlık et al., 2011; Gökoğlu, 2002; Kocatepe et al., 2010; Fuselli et al., 1994; Kijawski and Mast, 1993; Oreskovich et al., 1992; Seuss and Martin, 1993).

The aim of the study was compare the quality attributes (sensorial, chemical, microbiological and biochemical) of marinade and salt brine injected rainbow trout under refrigerator conditions.

Materials and Methods

A total of 90 trout (*Oncorhynchus mykiss*) was purchased from aquaculture farms in Rize, Turkey. The fish were then transported to the laboratory in 30 min. The average length of the trouts were measured as 23.13 ± 0.83 cm, their average width as 4.77 ± 0.11 cm and their average weight as 213 ± 17.1 g. The measurement of their length and width was carried out with 0.1 mm sensitive digital caliper (Mahr 16ER) and measurement of their weight was carried out with 0.01 sensitive digital scales (And GR-200).

This study was planned as 3 groups and it used to 30 trouts in each groups. 2-cm pinpoints were used in injection process applied to the trouts and they were changed in each practice. The injection was carried out in 8 different points from back to the spinal cord and from head to the back (Figure 1). In each injection, 2.5 mL marinade brine and salt brine were injected into each fish with the purpose of being 20 mL in total. 4% marinade brine (4% acetic acid, 8% salt mixture) was injected into 1st group and 20% salt brine was injected into 2nd group and the 3rd group trouts were protected as pure (control). The trouts were put in styropor boxes and icing process was carried out to cover the fishes. During the study, the melted ice was removed from styropor boxes and new ice was added in every two days. Trouts were preserved under refrigerator conditions (3 ± 1 °C).

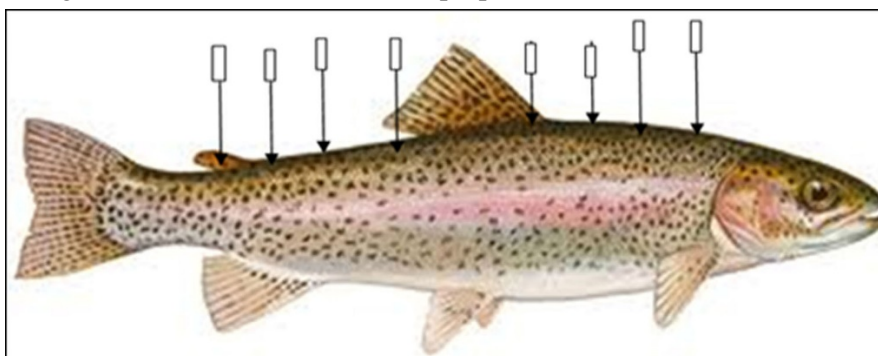


Figure 1. Injected sites on fish's back of marinade and brine solution

Nutritional, microbiological, chemical and sensory analyses were performed during the study. These analyses were carried out beginning on (0th day), 1st, 3rd, 5th, 7th, 9th, 11th and 13th days. In microbiological analysis; the analyses of total bacteria (psychrophilic, mesophilic), total coliform, yeast and mold were carried out according to Halkman (2005). In chemical and physical analyses; the determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) to Lücke and Geidel method (İnal, 1992), determination of thiobarbituric acid (TBA) to Tarladgis et al. (1960), pH-measurement was made according to Curran et al. (1980). The moisture was determined according to Norwitz (1970) method in which the obtained 5 g sample reaches the constant weighing in a 105°C drying oven. The crude fat content was determined according to soxhlet method by using petroleum ether (Velp SER 148/6, Milano, Italy). Crude protein determination to Norwitz (1970) by using kjeldahl method, inorganic matter (crude ash) to Norwitz (1970) and salt determination was made according to Karl (1994). In sensorial analysis; the raw and cooked products were evaluated separately according to modified method of Altuğ and Elmacı (2005) (1 point for the worst and 10 points for the best according to the taste, odour, appearance and texture criterias). The cooking process was carried out in sunflower seed oil for 5-8 minutes at the temperature of 120-130°C.

In statistical analysis; average \pm standard deviation (n: 2-3) of the parallels of datas obtained from the study was determined. Depending on the progress of storage, with the aim of determining the differences in a group and between groups 'One Way Anova' and 'Turkey' were used to test the groups that had homogeneous variances, and the significance level was acknowledged as $P < 0.05$. The groups which had abnormal distribution were tested by using 'Kruskal Wallis' and 'Mann Whitney U' tests and statistical analyses were performed by using SPSS 15.0 package (Sümbüloğlu and Sümbüloğlu, 2000). Analyses were carried out in Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, Seafood Processing Technology Laboratory.

Results and Discussion

The quality criterias of fisheries were explained by determining the nutritional, chemical, microbiological and sensory contents. Trouts are one of the most important species in terms of their aquaculture potential, dietary contents and consumer preferences.

The value of crude protein was found as 16.83 % and the value of crude fat as 4.18 % in fresh material. At the end of the storage, crude protein values of control (C), marinade (M) and brine injected (B) groups were determined as 16.05%, 17.40 % and 18.06 %, respectively. The crude fat value was estimated as 3.97 % in control group, 5.87% in marine brine injected group and 4.52 % in salt brine injected group (Figure 2). The statistical analysis of the crude protein and crude fat was made at the end of the storage and it showed that there were important differences between groups ($P < 0.05$).

The values of dry matter were determined during the storage and given in Table 1. The dry matter value of fresh material was determined as 21.96%. The dry matter value of control group didn't change so much and reached the value of 19.12% on the 13th day of the storage period. By reason of the fact that raw material was injected with brine, it was observed that there was no spesific increase in dry matter values of marinade and salt brine injected groups. At the end of the storage period, the dry matter value was obtained as 22.46% in marinade brine injected group and 23.68% in salt brine injected group. The evaluation made on the 13th day of the storage showed that marinade and salt injected groups were different from control group in terms of statistical analysis ($P < 0.05$).

The crude ash value of fresh material was determined as 0.65%. The crude ash value of control group showed differences between the values of 0.65% and 0.97%. Crude ash values increased with the effect of inorganic matter in brine of marinade and salt injected groups during the storage. These values were determined as 1.37% in marinade brine injected group and 2.28% in salt brine injected at the end of the storage. The differences ($P < 0.05$) seen in the statistical analysis of marine and salt brine injected groups was given in Table 1.

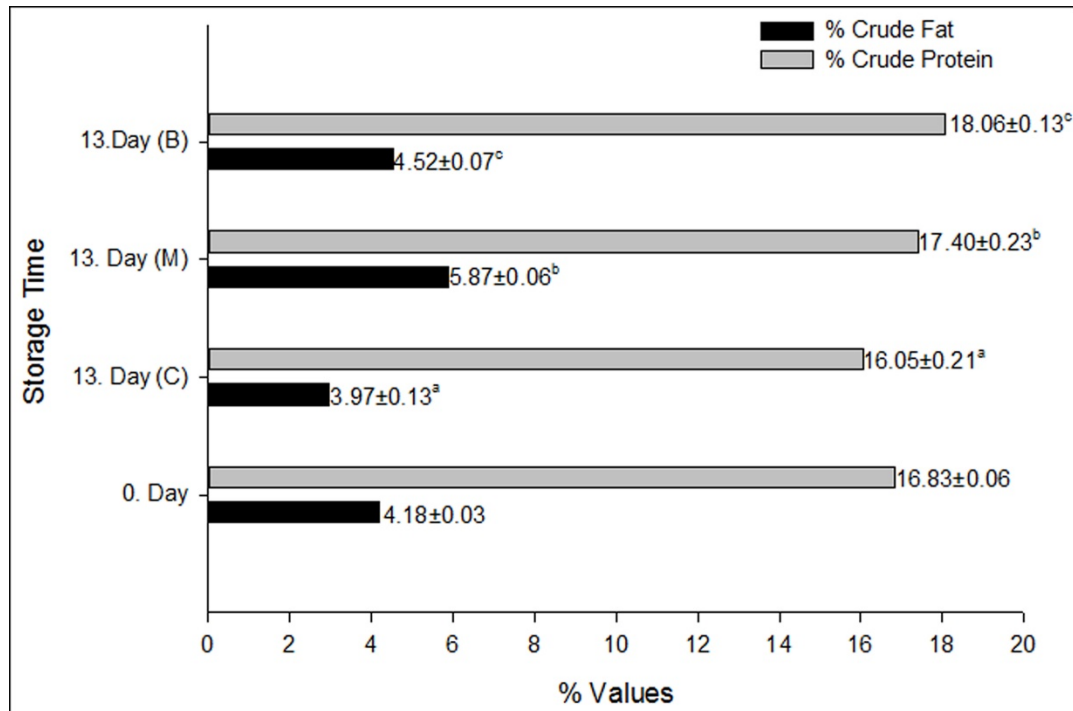


Figure 2. Crude fat and protein (%) values ($P < 0.05$)

Duran (2006) stated that the amounts of dry matter, crude protein, crude fat and crude ash of trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) were determined as 27.45%, 19.56%, 5.37% and 1.47%, respectively. Erdem (2006) studied on determining the meat quality of trout (*Salmo trutta*, *Forma fario*) and indicated that crude protein, crude fat, dry matter and crude ash values were between 14.70-18.69 %, 1.85-4.69 %, 19.09-24.14 %, 1.07-1.39 %. Bilgin et al. (2007a) examined the alterations in chemical structure of *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) and stated that the water amount of dry salted (from 78.9 to 53.06 %) and brined products (from 78.9 to 55.04) decreased during the storage and the amount of inorganic matter increased (from 1.33%, to 21.4-19.79 %). He stated that fluctuation results (min: 1.039 %, max: 3.74 %) were observed in the evaluation of fat values. It was observed that the values obtained from our study showed similarities with the protein, fat, ash and dry matter values of other researches.

The value of salt was found as 0.20% in fresh trout. An increase depending on salt concentration of solution was observed in salt and marinade brine injected groups (Table 1). The min-max values of salt in the marinade brine injected group were determined as 0.45% and 0.60%, respectively. On the 1st day of the storage, the salt value was detected as 1.0% in salt brine injected group. This salt value was found as 0.90% on the 13th

day of the storage and no significant difference was determined ($P > 0.05$).

According to the analyses on salting process of seafood, the salt rate changed depending on salting method and duration (Bilgin et al., 2007a). Bilgin et al. (2007b) stated that the salt amount was 0.83% in *Salmo trutta macrostigma*'s meat and the salt amount of salted samples increased and reach the value of 1.92% before being smoked. Tömek and Yapar (1990) researched the alterations depending on storage in salted trouts (*Salmo gairdneri*) and didn't make an observation in the salt amount (%) of fresh material. It was stated that the salt amount increased in trouts during the 150-day storage. In our study, the salt amount was found as 0.2% in fresh material. Depending on the injection of marinade and salt, the salt amount (%) showed increase. The salt brine injected group's value was higher than the other groups depending on its salt concentration (%). Being compared with other researches, our study showed similarity based on salt concentration. It was thought that the differences in salt amount (%) in fresh material result from species differences.

The pH value was measured as 6.72% in fresh material. Unlike the other groups, the pH value of marinade brine injected group showed a decrease with the effect of acetic acid and decreased to value of 6.28% on the 9th day of the storage. It was observed that the pH values of salt brine injected group were higher than the values of control

group until the 7th day of the storage. However, the increasing pH value of control group exceeded the pH value of salt brine injected group on the 7th, 9th and 13th day of the storage. The pH values of all groups showed abnormal distribution during the storage. It was observed in the evaluation between the groups that the pH value of marinade brine injected group was lowest on the 9th day of the storage and important differences were seen among groups in these days of the storage ($P < 0.05$).

Baygar et al. (2002) determined the pH value of cooled storage stuffed trouts as between 6.25-6.39. Hultman and Rustad (2002) determined that the pH value of salmon and cod fishes after being cool stored as 6.27-6.39 and 6.7-6.9, respectively. Fuentes et al. (2010) reported that pH values of two brands of marinated salmon are 6.17 and 6.41. Morkore et al. (2008) stated that the pH alterations of Atlantic salmon were between values of 6.45-7.0. It was determined that the results of our study showed similarities with the literature datas.

TVB-N and TBA results are chemical parameters and give us information about the quality of fisheries. The TVB-N values showed a regular increase in all groups during the storage period and these values were given in Table 1. The lowest value of TVB-N was determined in salt brine injected groups as 17.60 mg/100g at the end of the storage. The value was determined as 20.42 mg/100g in control group and 21.70 mg/100g in marinade brine injected group. The TVB-N value of marinade brine injected group was generally higher than the values of control group and salt brine injected group during the storage.

The TBA analysis was carried out to determine the fat oxidation. According to the results of the analysis, fat oxidation showed a linear increase in control group and salt brine injected group but showed a non-linear increase in marinade brine injected group during the storage (Table 1). The result of TBA was determined as 0.06 mg MA/kg in fresh sample. The values TBA of marinade brine injected group, salt brine injected group and control group were found as 0.30, 0.30 and 0.35 mg MA/kg on the 13th day of the storage, respectively. The conducted evaluation showed that the TBA value of marinade brine injected group was detected lower than the other groups during the storage period. However, the difference between

the groups were not considered as significant except the 5th, 7th and 9th day of the storage ($P > 0.05$).

Baygar et al. (2002) stated that the cool stored stuffed trouts exceeded the limit value of TVB-N (41.67 mg/100g) in the 7th day of storage. Chytiri et al. (2004) stated that TVB-N and TBA values were determined on the 18th day as 20.16 mg N/100g and 16.21 μ g MA/g in whole products, 26.06 mg N/100g and 19.41 μ g MA/g in fillets at 2 °C, respectively. Rezaei et al. (2008) researched the quality changes of rainbow trouts which were preserved with ice after being caught and different periods. They determined that the TVB-N levels showed fluctuations during storage and TBA values didn't exceed the limit values during the 20-day storage. Larazzabal et al. (2010) stated that marinade trouts (*Salmo salar*) didn't exceed the limit values of 30 mg/100g (TVB-N) and 0.8 mg/kg (TBARS) during the 29-days storage period at 5 °C. Oğuzhan and Angiş (2012) stated that the TVB-N value of refrigerated fillet trouts was 12.42 mg/100g in the beginning and TVB-N values of groups exceeded the limit value on the 10th (vacum packaged-dry salted group) and on the 15th (other groups) days. They stated that the TBA values were estimated as 1.95 μ mol MA/kg in the beginning and then they exceeded the limit values on the 15th, 20th and 25th days depending on the differences in groups during the storage. The datas of our study showed that TVB-N (30-35 mg/100g) and TBA (7-8 mg MA/kg) values were not exceeded limit values during the 13-day experiment. Being compared with other studies, our study showed differences and similarities with them in terms of TVB-N and TBA values. It was thought that the differences in results source due to processing steps and different fish species.

During the storage period, it was determined that the TMAB and TPAB count increased prominently (Table 2). TMAB count was determined as < 1.47 log cfu/g in fresh sample and in all groups on the 1st day of the storage. At the end of the storage, the TMAB count was found as 4.67 log cfu/g in control group, 4.48 log cfu/g in marinade brine injected group and 4.54 log cfu/g in salt brine injected group. The TPAB count was determined as < 1.47 log cfu/g in fresh sample. During the storage, TPAB count showed an increase and reached to value of 4.24 log cfu/g in control group, 4.26 log cfu/g in marinade brine injected group and 4.34 log cfu/g in salt brine injected group on the 13th day.

Table 1. Biochemical and chemical analysis results

Time		Dry matter (%)	Crude ash (%)	Salt (%)	pH	TVB-N mg/100 g	TBA mg MA/kg
Fresh	C	21.96±0.01 ^A	0.65±0.01 ^{AF}	0.20±0.00 ^{aA}	6.72±0.03 ^{aA}	14.08±0.00 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}
	C	21.98±0.01 ^{aA}	0.67±0.17 ^{aACF}	0.30±0.00 ^{aB}	6.40±0.01 ^{aBD}	14.08±1.00 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}
	M	21.96±0.66 ^{aA}	1.13±0.04 ^{bBD}	0.60±0.00 ^{bB}	6.46±0.01 ^{bBD}	14.08±1.99 ^{aA}	0.11±0.01 ^{aA}
1.day	B	22.42±1.50 ^{aAB}	1.67±0.09 ^{cB}	1.00±0.00 ^{cB}	6.42±0.00 ^{aBCD}	14.08±0.00 ^{aA}	0.10±0.01 ^{aB}
	C	21.84±0.92 ^{aA}	0.97±0.16 ^{aBC}	0.30±0.00 ^{aB}	6.38±0.01 ^{abBD}	15.49±0.00 ^{aAB}	0.10±0.02 ^{aAB}
	M	21.94±0.33 ^{aA}	1.15±0.09 ^{aBD}	0.60±0.00 ^{bB}	6.33±0.01 ^{aBC}	15.49±1.99 ^{aA}	0.08±0.02 ^{aA}
3.day	B	22.63±0.38 ^{aAB}	1.76±0.03 ^{bB}	0.95±0.07 ^{cB}	6.47±0.05 ^{bB}	14.78±1.00 ^{aABC}	0.11±0.01 ^{aB}
	C	19.72±0.46 ^{aB}	0.86±0.00 ^{aCF}	0.30±0.00 ^{aB}	6.44±0.05 ^{aBC}	16.19±1.00 ^{aAB}	0.14±0.01 ^{aB}
	M	22.06±0.58 ^{bA}	1.34±0.02 ^{aCDE}	0.55±0.07 ^{bB}	6.31±0.01 ^{bBC}	16.19±1.00 ^{aAB}	0.08±0.02 ^{bA}
5.day	B	22.58±0.21 ^{bAB}	1.61±0.04 ^{aB}	0.95±0.07 ^{cB}	6.48±0.02 ^{aB}	15.49±0.00 ^{aABCD}	0.11±0.01 ^{abB}
	C	21.49±0.83 ^{aA}	0.68±0.04 ^{aF}	0.30±0.00 ^{aB}	6.52±0.06 ^{aC}	16.19±1.00 ^{aAB}	0.19±0.01 ^{aC}
	M	22.49±0.56 ^{aA}	1.14±0.19 ^{aBD}	0.60±0.00 ^{bB}	6.30±0.11 ^{aC}	16.90±1.99 ^{aABC}	0.11±0.01 ^{bA}
7.day	B	22.79±0.67 ^{aAB}	1.52±0.51 ^{aB}	0.95±0.07 ^{cB}	6.45±0.02 ^{aBC}	16.19±1.00 ^{aABD}	0.12±0.00 ^{bB}
	C	22.08±0.66 ^{aA}	0.74±0.00 ^{aF}	0.35±0.07 ^{aB}	6.51±0.02 ^{aC}	16.90±1.99 ^{aBC}	0.22±0.01 ^{aC}
	M	22.29±0.10 ^{aA}	1.06±0.00 ^{bB}	0.45±0.07 ^{bB}	6.28±0.03 ^{bC}	19.71±1.99 ^{aBCD}	0.13±0.02 ^{bA}
9.day	B	23.00±0.36 ^{aAB}	1.75±0.11 ^{cB}	0.75±0.07 ^{cC}	6.39±0.02 ^{cD}	16.90±1.99 ^{aBCD}	0.23±0.00 ^{aC}
	C	21.27±1.09 ^{aA}	0.77±0.02 ^{aF}	0.35±0.07 ^{aB}	6.34±0.02 ^{aD}	19.01±1.00 ^{abCD}	0.30±0.01 ^{aD}
	M	22.25±0.29 ^{abA}	1.3±0.04 ^{bDE}	0.45±0.07 ^{bB}	6.43±0.04 ^{bBCD}	20.42±1.00 ^{aCD}	0.23±0.08 ^{aB}
11.day	B	23.38±0.11 ^{bAB}	1.88±0.10 ^{cBC}	0.90±0.00 ^{cB}	6.36±0.01 ^{abD}	16.90±0.00 ^{bCD}	0.29±0.03 ^{aD}
	C	19.12±0.44 ^{aB}	0.75±0.05 ^{aF}	0.35±0.07 ^{aB}	6.51±0.04 ^{aC}	20.42±1.00 ^{abD}	0.35±0.04 ^{aE}
	M	22.46±1.31 ^{bA}	1.37±0.03 ^{bE}	0.50±0.00 ^{bB}	6.55±0.14 ^{aD}	21.70±0.99 ^{aD}	0.30±0.01 ^{aB}
13.day	B	23.68±0.89 ^{bB}	2.28±0.14 ^{cC}	0.90±0.00 ^{cB}	6.4±0.04 ^{aCD}	17.60±1.00 ^{bD}	0.30±0.01 ^{aD}

The different letters (A, B, C, D, E, F) in the same column shows statistical differences were detected within the same group in the different storage day (P<0.05). The different letters (a, b, c) in the same column shows statistical differences were detected among groups in the same storage day (P<0.05).

C: Control, M: Marinade injected, B: Brine injected

Total coliform count was found as <1.47 log cfu/g in marinade and salt brine injected groups till the 13th day and in control group till the 11th day. At the end of the storage, it was detected as 3.30 log cfu/g in control group, 3.19 log cfu/g in marinade brine injected group and 3.07 log cfu/g in salt brine injected group. The yeast-mould count was determined <100 cfu/g in all groups during the storage (Table 2).

It was stated that the limit value of mesophilic aerobic bacteria in fresh fish was 6-7 log cfu/g and this value must be lower than 5 log cfu/g in a qualified product (Huss, 1988; Aguilera et al., 1992; Chytiri et al., 2004; Köse and Erdem, 2004; Bilgin et al., 2006; Cakli et al., 2006a; Bao et al., 2007; Duyar et al., 2012). Also it was stated that the limit value of psychrophile bacteria must be 5 log cfu/g (Erkan and Özden, 2008). Limit values of total coliform bacteria which indicates fecal contamination were determined as 2.3 log cfu/g, 2.39 log cfu/g and 2.6 log cfu/g in different literatures (Patır and İnanlı, 2005; Kaba and Erkoyuncu, 2011). Chytiri et al. (2004) stated that the limit value of total coliform bacteria amount of iced rainbow trouts (7 log cfu/g) was exceeded by whole fishes on the 18th day and by fillets on the 10th day. Fernandez et al. (2008) stated that Atlantic salmon fillets were stored with different package methods at the temperature of 2°C. During this storage, total mesophilic bacteria count exceeded the limit value (6 log cfu/g) in the 11th day and the total psychrophile bacteria count came approached value of 5 log cfu/g in 20 days.

Rezaei et al. (2008) stated that the limit value (10^6 microorganism/g) was exceeded in the 12th day by rainbow trouts which were kept in ice after being caught. Oğuzhan and Angış (2012) stated salted and packaged rainbow trouts that the total mesophilic bacteria count was found as 10.24 log cfu/g in control group on the 10th day, 8.11 log cfu/g in dried salted group on the 20th day and 8.53 log cfu/g in brined group on the 15th day. And it was stated they exceeded the limit values. Moreover, the total mesophilic bacteria counts of

the control group, dry salted group and brined group were reached 10.60 log cfu/g on the 10th day, 8.24 log cfu/g on the 20th day and 8.88 log cfu/g on the 15th day, respectively. Öksüztepe et al. (2011) determined the chemical and microbiological qualities of rainbow trouts consumed in Elazığ. According to their study, the min-max total mesophilic bacteria, total psychrophile bacteria and total coliform counts were found 1.60-6.07 log cfu/cm², <1.0 -2.05 log cfu/cm² and 1.84-2.95 log cfu/cm², respectively.

In our study, all groups didn't exceed the limit value of total mesophilic/psychrophilic bacteria during the storage period. Only, the total coliform bacteria amount of control group was over the limit values on the 11th day and the total coliform bacteria amount of marinade and salt brine injected groups were over the limit values on the 13th day. It was determined that the datas of our study were substantially compatible with other researches in terms of total mesophilic bacteria, total psychrophile bacteria and total coliform bacteria count. Moreover, differences observed in studies changes depending on process steps, bacterial flora of water, different contaminations and inhibitory effect (mucus layer etc.) (Öksüztepe et al., 2011).

Results of sensory evaluation (appearance, texture, odour, taste) of all groups are shown in Figure 3. With the evaluation of appearance, texture and odour analyses of raw product, the control group was determined under the consumable limit value (5 points) on the 11th day, and marinade and salt brine injected groups were determined under the limit on the 13th day of the storage. With the evaluation of appearance, texture, taste and odour analyses of cooked product, it was seen that the control group was under the consumable limit value (5 points) on the 13th day. It was stated that the cooked products of marinade and salt brine injected groups was not under the consumable limit value (5 points) during the storage. The sensory scores of raw and cooked products showed that there were important differences in the statistical evaluations in a group and between the groups.

Table 2. Microbiological analysis results

Time		TMAB log cfu/g	TPAB log cfu/g	Total Coliform log cfu/g	Yeasts-Molds cfu/g
Fresh	C	<1.47	<1.47	<1.47	*
	C	<1.47	2.57	<1.47	*
1.day	M	<1.47	3.70	<1.47	*
	B	<1.47	<1.47	<1.47	*
3.day	C	2.69	2.69	<1.47	*
	M	1.74	1.74	<1.47	*
	B	1.60	1.60	<1.47	*
5.day	C	3.55	3.23	<1.47	*
	M	<1.47	2.56	<1.47	*
	B	<1.47	2.23	<1.47	*
7.day	C	3.43	3.30	<1.47	*
	M	<1.47	4.69	<1.47	*
	B	2.53	3.61	<1.47	*
9.day	C	4.40	4.20	<1.47	*
	M	3.56	4.06	<1.47	*
	B	4.26	4.09	<1.47	*
11.day	C	4.58	4.15	3.10	*
	M	4.41	4.11	<1.47	*
	B	4.44	4.13	<1.47	*
13.day	C	4.67	4.24	3.30	*
	M	4.48	4.26	3.19	*
	B	4.54	4.34	3.07	*

«*» <100 cfu/g bacteria count, TMAB: Total mesophilic aerobic bacteria, TPAB: Total psychrophilic aerobic bacteria. C: Control, M: Marinade injected, B: Brine injected.

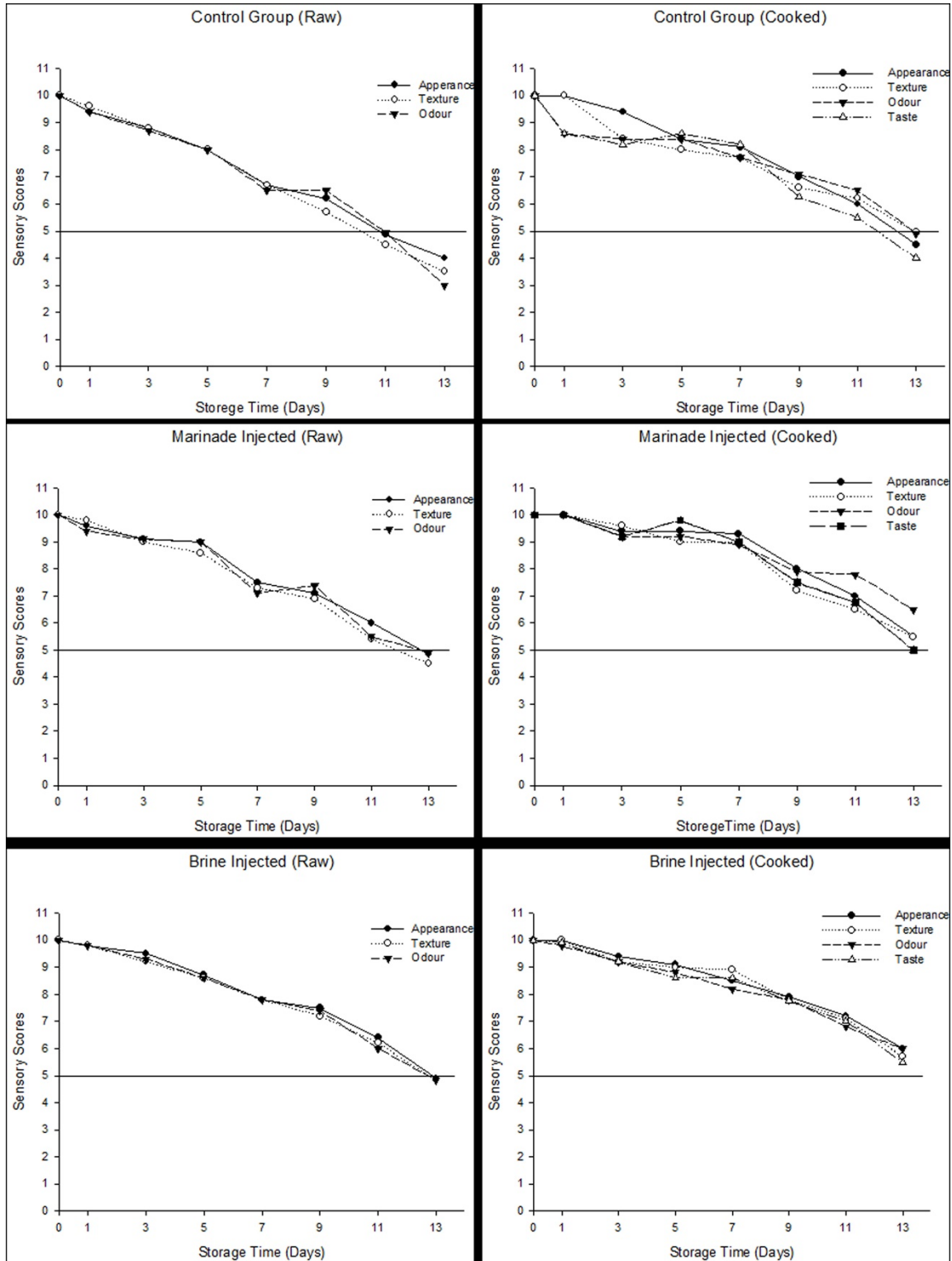


Figure 3. The sensory scores of raw and cooked trouts

It was stated that the most important criteria in determining the fisheries quality was the results of sensory analysis and an improper product according to the sensory analysis could not be consumed. The results of other analyses must be evaluated with sensorial analysis (Baygar et al., 2002). It was stated in the study that cool stored and stuffed trouts lost their storable quality in the 6th day in terms of sensorial. Also, an other study stated that cool stored trouts preserved their consumable quality in terms of sensorial until the 9th day (Baygar et al., 2002; Metin and Varlık, 1997). Chytiri et al. (2004) kept the whole and filleted rainbow trouts in ice (2°C). According to the results of sensorial scoring, they determined that raw product stayed within the quality limits during 12-15 days and the cooked product stayed within the quality limits during 15-17days. Bao et al. (2007) determined that the limit value of *Salvelinus alpinus* fillets under dry ice and super refrigerated conditions was 13 days in terms of sensorial. Rezaei et al. (2008) researched the quality evaluations of rainbow trouts in ice and they determined that consumable value of trouts in terms of sensorial was 12 days. The sensorial analyses of other researches confirmed the results of our study.

Also, the shelf-life studies on different fish species were examined. Lyhs et al. (2001) stated the shelf-lives of the vacuum-packaged 'gravad' rainbow trout slices based on microbiological and sensory analyses were 20 days and 18 days at 3 and 8°C, respectively. Cakli et al. (2006b) observed that shelf life of smoked trout was found at least 33 days in vacuum package, 47 days in 60% CO₂/40% N₂ gas mixture and 40 days in 50% CO₂/50% N₂ gas mixture according to results of microbiological analysis. Özden and Erkan (2006) were studied the effects of packing in oil and under vacuum on sensory, chemical and microbiological changes in marinated rainbow trout stored at chill temperatures (4 ±1°C). They determined that the shelf-life is 105 days for packaged in oil and 90 days for vacuum packaged samples.

Conclusion

According to our sensory, chemical, and microbiological analyses, control, marinade brine injected and salt brine injected groups preserved the consumable value until the 11th day, the 13th day and the 13th day, respectively.

While no important difference in terms of chemical was observed among groups, the microbiological results of marinade and salt brine injected

groups were better than the control group. Especially, the sensorial likings of marinade and salt brine injected groups were determined quite high. It was thought that the developed application of marinade and salt brine injection would be beneficial in terms of both consumption and quality differences.

References

- Aguilera, J.M., Francke, A., Figueroa, G., Bornhardt, C., Cifuentes A. (1992): Preservation of minced pelagic fish by combined methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 27: 171-177.
- Altug, T., Elmaci, Y. (2005): Sensory evaluation in foods. Meta Press, İzmir.
- Bao, D.N.H., Arason, S., Porarinsdottir, K.A. (2007): Effects of dry ice and superchilling on quality and shelf life of arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fillets. *International Journal of Food Engineering*, 3: 1-27.
- Baygar, T., Erkan, N., Metin, S., Özden, Ö., Varlık, C. (2002): Utilization manner of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) in Türkiye. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26: 577-580.
- Bilgin, S., Erdem, M.E., Duyar, H.A. (2006): Chemical quality changes of brown shrimp, *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), stored at refrigerated temperatures as boiling and raw. *Science and Engineering Journal of Firat University*, 18: 171-179.
- Bilgin, S., Ertan, O.Ö., Günlü, A. (2007a): The effects on chemical composition of *Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858 of different salting techniques. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24: 225-232.
- Bilgin, S., Ertan, O.Ö., İzci, L. (2007b): Investigation on changes in the chemical composition of hot smoked *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858, stored different temperatures. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 1: 68-80.
- Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T., Tolasa, S. (2006a): Effects of using slurry ice during transportation on the microbiological, chemical, and sensory assessments of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus Labrax*) stored at 4 °C. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46: 453-458.

- Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T., Tolasa, S. (2006b): Comparison of the shelf lifes of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Eur Food Res Technol*, 224: 19–26.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. (2004): Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and fileted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, 21: 157-165.
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G., Pors, J. (1980): Spoilage of fish from Hong Kong at different storage temperatures, *Tropical Science*, 22: 367-382.
- Çaklı, S. (2007): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi I. 76th edition, Ege University Press, İzmir.
- Deniz, E.E. (2009): The effect of marinade solutions injected on different postmortem time on the quality of meat. PhD. thesis. Ege University, Turkey.
- Duran, A. (2006): The effects of different killing methods on flesh quality of some fish (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792 ve *Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) which have economical importance. PhD. thesis. İnönü University, Turkey.
- Duyar, H.A., Gargaci, A., Altinelataman, C. (2012): Determination of chemical composition and shelf life of shad (*Alosa tanaica* Grimm, 1901) in refrigeration conditions. *Journal of FisheriesSciences.com*, 6: 1-8.
- Erdem, M.E. (2006): A research on the determination of meat quality of wild and cultured brown trout (*Salmo trutta forma fario* Linnaeus, 1758) in the East Black Sea region. PhD. thesis. Ondokuz Mayıs University, Turkey.
- Erkan, N., Özden, Ö. (2008): Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1549-1559.
- Fernandez, K., Aspe, E., Roeckel, M. (2008): Shelf-life extension on fillets of atlantic salmon (*Salmo salar*) using natural additives, super chilling and modified atmosphere packaging. *Food Control*, 20: 1036-1042.
- Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Barat, J.M., Serra, J.A. (2010): Physicochemical characterization of some smoked and marinated fish products. *J. Food Processing and Preservation*, 34: 83–103.
- Fuselli, S.R., Casales, M.R., Fritz, R., Yeannes, M.I. (1994): Microbiology of the marination process used in anchovy (*Engraulis anchoita*) production. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 27: 214-218.
- Gökoğlu, N., Metin, S., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, N. (1999): Determination of the quality changes of squid (*Loligo vulgaris*, Lamarck) stored at the different temperatures. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23: 511-514.
- Gökoğlu, N. (2002): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Press, İstanbul.
- Halkman, A.K. (2005): Mikroorganizma Analiz Yöntemleri. In: Halkman. A. K. (Eds.), Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Press Ltd. Şti., Ankara, pp. 89-124.
- Hultmann, L., Rustad, T. (2002): Textural changes during iced storage of salmon (*Salmo salar*) and cod (*Gadus morhua*). *J. Aquatic Food Product Technology*, 11: 105-123.
- Huss, H.H. (1988): Fresh Fish Quality Changes. FAO Fisheries Series, No: 29, Rome: FAO.
- İnal, T. (1992): Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. 2nd edition, Final Ofset A.Ş., İstanbul.
- Kaba, N., Erkoyuncu, İ. (2011): Sensory, chemical and microbial quality of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) processed with different treatments during cold storage. *Academic Food Journal*, 9: 29-37.
- Karl, H. (1994): Überlegungen zur Berechnung der Salz- und Säuregehalte imFischgewebewasser von marinierten Fischereierzeugnissen. *Informationen für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung*, 41: 47-50.
- Kijowski, J., Mast, M.G. (1993): Tenderization of spent fowl drumsticks by marination in weak organic solutions. *International Journal of Food Science and Technology*, 28: 337-342.
- Kocatepe, D., Taşkaya, G., Turan, H., Kaya, Y. (2010): Icing process in fishes. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 3: 17-27.

- Köse, S., Erdem, M.E. (2004). An investigation of quality changes in anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) stored at different temperatures. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28: 575-582.
- Larrazabal, M.L., Escriche, I., Camacho, M.M. (2010): Changes in quality associated with the conditions of marinating of salmon (*Salmo salar*) and their evolution during storage. *CyTA Journal of Food*, 8: 39-47.
- Lyhs, U., Lahtinen, J., Fredriksson-Ahomaa, M., Hyttia-Trees E., Elfing, K., Korkeala, H. (2001): Microbiological quality and shelf-life of vacuum-packaged 'gravad' rainbow trout stored at 3 and 8 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 70: 221-230.
- Metin, S., Varlık, C. (1997): Taze ve soğukta depolanan gökkuşağı alabalığının fiziksel ve kimyasal parametrelerinin incelenmesi. *Gıda ve Teknoloji*, 1: 5-10.
- Morkore, T., Mazo, P.I.T., Tahirovic, V., Einen, O. (2008): Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L). *Aquaculture*, 277: 231-238.
- Norwitz, W. (1970): Drained weight determination of frozen glazed fish and other marine products. *Methods of analysis of the AOAC*, pp. 339.
- Oğuzhan, P., Angiş, S. (2012). Effect of salting and packaging treatments on fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures. *The Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas*, 18: 443-448.
- Oreskovich, D.C., Bechtel, P.J., Mckeith, F.K., Novakofski, J., Basgall, E.J. (1992): Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of Food Science*, 57: 305-311.
- Öksüztepe, G., Güran, Ş.H., Çoban, E.Ö. (2011): Microbiological and chemical quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) marketed in Elazığ. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 6: 1-9.
- Özden, Ö., Erkan, N. (2006): Effect of different packing methods on the shelf life of marinated rainbow trout. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 57: 69-75.
- Patir, B., İnanlı, G.A. (2005): Microbiological quality and TMA-N levels of fresh horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, S. 1868) marketed in Elazığ. *International Journal of Science and Technology*, 17: 360-369.
- Rezaei, M., Hosseini, S.F., Langrudi, H.E., Safari, R., Hosseini, S.V. (2008): Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 106: 1161-1165.
- Seuss, I., Martin, M. (1993): The influence of marinating with food acids on the composition and sensory properties of beef. *Fleischwirtschaft*, 73: 292-295.
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V. (2000): Biyoistatistik, 9th edition, Hatiboğlu Press: 53, Ankara.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Yonathan, M. (1960): A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37: 44-48.
- Tömek, S.O., Yapar, A. (1990): Tuzlu alabalık üretiminde kaliteyi koruyucu bazı katkıların etkisi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 8: 59-68.
- TUIK (2013): Fisheries statistics. Turkish Statistical Institute, Printing Division, Ankara.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T. (2011): Su ürünleri işleme teknolojisi. In: Candan Varlık (Eds.). 2nd edition, İstanbul University Press; 5027, Fisheries Faculty Press. İstanbul.

ORIGINAL ARTICLE/ORIJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

EFFECTS OF FIBERS ON THE QUALITY OF FISH PATTIES STORED AT (0-4°C)

Aslı CADUN¹, Şükran ÇAKLI¹, Duygu KIŞLA², Tolga Dinçer¹,
Ömer Alper ERDEM¹

¹ Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology, İzmir, Turkey

² Ege University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, İzmir, Turkey

Received: 13.07.2015

Accepted: 09.09.2015

Published online: 14.09.2015

Corresponding author:

Aslı CADUN, Ege University, Faculty of Fisheries,
Department of Seafood Processing Technology, 35100
Bornova, İzmir-Turkey

E-mail: asli.cadun@ege.edu.tr

Abstract:

The effect of different types (wheat fiber (WF) and apple fiber (AF)) of fibers and different sizes of wheat fibers (WF 200 and WF 400) on the quality of fish patties during storage was determined. Chemical quality (pH, TVB-N mg N/100g, TBA mg malonaldehyde/kg) instrumental (color, texture parameters and expressible moisture), sensory, and microbiological analysis (yeast and mold, total aerobic plate count) of fish patties were done to determine the effects of the fibers. Functional properties (WRC and FAC) of dietary fibers were also determined. Group control, WF 200 and WF 400 exceeded the consumption limits at day 3 while group AF 400 exceeded the consumption limits at day 5.

Keywords: Fiber, Fish patties, Chemical quality, Sensory, Expressible moisture, Microbiology

Introduction

The most widespread, extensively advertised, and consumed dietary fiber products are those derived from cereals (breakfast cereals, bakery products, biscuits, etc). However, over the past decade high dietary fiber materials from fruits (citrus, apple, and others) are being introduced in the market (Saura-Calixto 1998). Nymann et al (1987) wrote that in addition to wheat bran, the major source of dietary fibers, others sources such as fruits and vegetables have been found (Massiot and Renard 1997). Cho and Dreher (2001) wrote that the addition of fiber in the diet has been recommended strongly because it significantly reduces the risk of colon cancer, obesity and cardiovascular disease (Selgas et al 2005). Dietary fibers are not only desirable for their nutritional properties but also for their functional and technological properties (Aleson-Carbonell et al 2005). Different types of dietary fibers such as pea, apple, sugar beet, soy and citrus fibers as well as inulin and gums are now incorporated into foods for their nutritional properties or for their functional and technological properties (e.g. gelling or thickening properties) (Thebaudin et al 1997). Adding apple fiber as a source of dietary fiber into fish mince based products has not been studied. Apple fiber and apple pomace can be used in cakes, muffins (Chen et al 1988; Massodi et al 2002; Sudha et al 2007), and bread (Chen et al 1988; Masoodi and Chauhan 1998; Gomez et al 2003). The objective of the study was to determine the different size and types of dietary fiber on the quality of fish patties stored at between 0-4°C.

Materials and Methods

Material

Frozen saithe (*Pollachius virens*) with a 2 months storage period was used as raw material. After being thawed at 4°C during night, they were minced by using a Kitchen Aid KPM5 Professional meat grinder (St. Joseph, MI, USA). Ingredients (0.9% salt, 0.5% red pepper, 0.4% black pepper, 0.1% powdered onion and 0.1% garlic, 1.3% dried parsley, 0.5% cummin) were added. They were mixed and were divided into 4 groups. For this study Vitacel® (Orion Nişasta ve Kimya San. Tic. A.Ş., Izmir, Turkey) wheat fiber with different sizes and Vitacel® apple fiber were used. Groups were formulated as follows: Group 1: Control without fiber, Group 2 (WF 200): Addition of 3% of wheat fiber 200 with particles 250 µm long and 25 µm wide. Group 3 (WF 400): Addition of 3% of wheat

fiber 400 with particles 500 µm long and 25 µm wide. Group 4 (AF 400): Addition of 3% of apple fiber 400 with particles 500 µm long and 25 µm wide. After being homogenized with the ingredients, they were shaped manually and stored at between 0-4 °C.

Analytical Methods

Dietary Fiber Functional Properties

Water retention capacity (WRC) was measured following the method of Ang (1991). Samples (2 g) were mixed with distilled water (30 mL), centrifuged 2000g for 20 min and the excess supernatant was recovered. WRC was expressed as grams of water retained per gram of dry sample. Fat adsorption capacity (FAC). According to the method of Caprez et al (1986) FAC was measured as oil retention capacity (Sanchez-Alonso et al 2007b). Samples (0.5 g) were mixed with sun-flower oil (10 mL), left overnight at room temperature and centrifuged for 10 min at 3000g. The excess supernatant was decanted and FAC was expressed as grams of oil retained per gram of dry sample.

Physical and Chemical Quality Analysis of Fish Patties

Thiobarbituric acid, TBA, mg malonaldehyde/kg (Tarladgis et al 1960), total volatile base-nitrogen, TVB-N, mg N/100g (Vyncke 1996) and pH values of fillets were measured (ASU 1980). The pH value was recorded using a Hanna 211 model pH meter (Cluj-Napoca, Romania).

Instrumental Analysis

Color measurements were performed on saithe patties by using a Dr. Lange Spectro Pen®. The color was measured on each 10 fish patties with repeating 3 times using different parts of the surface. In the CIE $L^*a^*b^*$ system, L^* denotes lightness on a scale from 0 to 100 from black to white; a^* denotes (+) red or (-) green; b^* denotes (+) yellow or (-) blue (Schubring et al, 2003).

The measurement of the texture properties (texture profile analysis or TPA) of fish patties was performed using a TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, UK) equipped with a flat cylindrical plunger (5 cm diameter). All TPA measurements were repeated 10 times (Schubring and Oehlenschlager 1997). Additionally, texture measurements on fish patties and the penetration force of homogenized patties were also determined using the TA.XTPlus fitted with a spiked aeration plunger equipped with 8

small cylinders, diameter 3 mm each, which are arranged in two different squares. Measurements were repeated three times (Schubring, 2001).

WHC was characterized by measuring EM, which means the quantity of liquid squeezed from fish patties up a compression (Jonsson et al 2001). EM was determined using a modification of the filter paper press method as described elsewhere (Schubring et al 2003). Samples were pressed between paired filter sheets (Schleicher & Schuell 2043 A, 7x7 cm) and parallel plates using a texture analyser TA.XTPlus (stable micro systems, Godalming, UK). WHC was determined as the expressible moisture, calculated as $\% = 100 \text{ (initial weight-final weight)/initial weight}$.

Sensory Analysis

Sensory analysis of cooked fish patties were done by 5 trained panelists according to Yanar and Fenercioglu (1999) and Vanitha et al (2013) with slight modifications. Fish patties were cooked in the oven at 135°C just before serving to the panelists and panelists were asked to evaluate the fish patties according to appearance, texture, odor, flavor, juiciness, and overall quality with 10 point scale test. The observation was converted to equivalent numerical scores and a sensory score of 4 was taken as the borderline of overall acceptability.

Microbiological Analysis

For all microbial counts, 10 g of fish patties were weighed and transferred into 90 mL of 0.1% peptone water (Oxoid, Basingstoke, UK), and samples were homogenized in a Stomacher (IUL Instruments, Barcelona, Spain) for 1 min. From the prepared dilutions, total aerobic plate (AP) count and yeast-mold (YM) count were carried out. Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM 325) was used for AP with incubation period of 30°C/24-48 while Potato Dextrose Agar (PDA, Oxoid CM 139) was used for YM count with incubation period of 30°C/3-5 days (Harrigan and McCance 1976).

Statistical Analysis

Data were subjected to one way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey and Duncan test to determine the significant differences ($P < 0.05$) between mean values (SPSS 9.05).

Results and Discussion

Dietary Fiber Functional Properties

While the long dietary fiber had a more open structure, the structure of the short one was more dense and absorbed less water than the long one (Sanchez- Alonso et al 2007b). Thebaudin et al (1997) reported that particle size effects fat absorption capacity and wheat bran fibers have a high FAC, especially at larger particle size which is same with our results. Functional properties of apple fiber AF 400, WF 200 and WF 400 was given in table 1. WF 400 have significantly higher FAC values than group with WF 200. Similar results have been reported by Sanchez Alonso, et al (2006) and Sanchez- Alonso et al (2007b).

Table 1. Functional properties of wheat and apple fiber

Groups	WRC (g/g)	FAC(g/g)
WF 400	10.24±1.32 ^a	8.13±0.10 ^a
WF 200	6.17±0.00 ^b	4.69±0.12 ^b
AF 400	3.40±0.02 ^c	1.47±0.05 ^c

* means in the same column with the same letter do not differ significantly at the level of 0.05 significance.

Physical and Chemical Quality Analysis

Physical and chemical quality changes of fish patties during storage were given in table 2. pH values of the control group and AF 400 decreased significantly at the end of the storage period ($p < 0.05$), while pH values of group with WF 200 and WF 400 increased significantly at the end of the storage period ($p < 0.05$).

TVB-N is used for determination of the spoilage level of fish during the storage period

(Oehlenschlager 1997). The level of 35 mg/100 g has been considered the upper limit, any level above 35mg/100g in fishery products are considered spoiled (Ludorff and Meyer 1973, Schormüller, 1968). TVB-N values of all groups increased significantly during the storage period. And group control, WF 200 and WF 400 exceeded the consumption limits according to TVB-N at day 5. While AF 400 was determined as still consumable at day 5. Yerlikaya et al (2005) reported that initial TVB-N value of fish patties produced from anchovy increased during the 6 days of refrigerated storage but did not exceed the throughout the storage. Gökoğlu (19994) reported that TVB-N values

of fish patties made from mackerel increased during the storage and exceeded the acceptable limits at day 10. Quantification of the amount of MDA by thiobarbituric acid (TBA) has been widely used as a parameter for the extent of oxidative deterioration of meat products (Kebede et al 2007). According to TBA results, no significant differences were determined between the groups and even at the end of the storage period, they were still found as in perfect quality (Schormüller 1968, 1969).

Our present TBA results are similar with those of Sanchez Alanso et al (2006). They reported that no significant variation in the determination of the TBA index throughout frozen storage in the different lots for both types of muscles with and without fiber. Yanar and Fenercioğlu (1999) reported that TBA values of fish balls prepared from carp flesh did not exceed the acceptable limits during frozen storage.

Table 2. Chemical quality changes during storage period of fish patties

Groups	Storage (days)	pH	TVB-N (mg/100g)	TBA (mg malonaldehyde/kg)
	Raw	6.45±0.01	18.03±0.51	2.89±3.44
Control	0	6.51±0.01 ^{a1}	19.21±1.35 ^{a1}	0.54±0.08 ^{a1}
	3	6.46±0.02 ^{b1}	24.24±0.51 ^{b1}	0.67±0.20 ^{a1}
	5	6.35±0.01 ^{c1}	40.20±2.71 ^{c1}	0.81±0.18 ^{a1}
AF 400	0	6.42±0.01 ^{a2}	19.51±0.89 ^{a1}	0.57±0.04 ^{a1}
	3	6.34±0.02 ^{b2}	22.46±0.51 ^{b2}	0.66±0.13 ^{a1}
	5	6.21±0.01 ^{c2}	30.15±0.89 ^{c2}	1.05±0.37 ^{a1}
WF200	0	6.56±0.01 ^{a1}	18.32±0.51 ^{a1}	0.34±0.06 ^{a2}
	3	6.51±0.01 ^{b3}	30.44±0.51 ^{b3}	0.47±0.01 ^{ab1}
	5	7.06±0.01 ^{c3}	68.27±41.23 ^{c3}	0.58±0.11 ^{b1}
WF400	0	6.50±0.05 ^{a1}	18.03±0.51 ^{a1}	0.44±0.06 ^{a12}
	3	6.46±0.02 ^{a1}	31.33±0.51 ^{b3}	0.73±0.39 ^{a1}
	5	7.12±0.01 ^{b4}	65.91±2.23 ^{c3}	0.74±0.13 ^{a1}

* **a,b,c**: different letters in the same column for an attribute of a group show a significant difference ($p < 0.05$).
1,2,3: different numbers in the same column for the same storage day show a significant difference ($p < 0.05$).
n: 3 (arithmetic mean ±SD)

Instrumental Analysis

Changes in color parameters during storage period were given in table 3. L*(lightness) and b* (yellowness) values of WF 200 and WF 400 were significantly higher than the values of group control and AF 400 during the storage period ($p < 0.05$). Sanchez Alanso et al. (2007b) reported that the addition of wheat fiber increased the b* value significantly. a*(redness) values of group with apple fiber were slightly higher than the other groups during the storage period ($p > 0.05$). The color of dietary fibers influenced the color of fish patties. The differences in color may affect the consumer preference.

Changes in expressible moisture was given in table 4. When comparing expressible moisture of the groups at the end of the storage period, group control has the lowest expressible moisture (means highest water holding capacity) ($p < 0.05$).

These results are comparable to that reported by Sanchez Alanso et al (2006) and Sanchez Alanso et al (2007b). They reported that water binding capacity was lower in samples containing wheat dietary fiber as an ingredient than in control sample. The proportion of bound water did not change significantly when different particle size of wheat dietary fiber was used which was the same as the result of the present study.

Changes in texture parameters during storage period were given in table 5. Hardness value of WF 200 increased while AF 400 decreased significantly at the end of the storage period ($p < 0.05$). WF 400 and control were harder than the other groups. When comparing adhesiveness and springiness values, no significant differences were determined during shelf life of each group. According to resilience values, trends were not consistent when comparing groups.

Table 3. Changes in color parameters during storage period of fish patties.

Color parameters	Storage Period (day)s		
	0	3	5
Control L*	38.32±1.20 ^{a1}	34.02±1.73 ^{b1}	36.28±1.45 ^{c1}
a*	05.70±1.28 ^{a1}	04.56±0.83 ^{b1}	04.66±0.64 ^{ab1}
b*	18.24±1.93 ^{a1}	16.73±1.60 ^{ab1}	16.39±1.65 ^{b1}
AF400 L*	38.35±1.50 ^{a1}	34.88±2.93 ^{b1}	36.62±1.36 ^{ab1}
a*	07.64±1.04 ^{a2}	06.13±1.24 ^{b2}	06.19±0.99 ^{b2}
b*	19.73±1.40 ^{a1}	18.70±1.26 ^{ab12}	17.66±1.66 ^{b1}
WF 200 L*	44.28±1.79 ^{a2}	40.96±1.50 ^{b2}	44.41±1.85 ^{a2}
a*	05.97±0.60 ^{ab12}	05.19±0.66 ^{a12}	06.00±0.87 ^{b2}
b*	22.02±0.96 ^{a2}	20.05±1.17 ^{b2}	20.5±1.59 ^{b2}
WF 400 L*	46.26±3.05 ^{a2}	40.75±2.55 ^{b2}	43.38±1.44 ^{b2}
a*	06.62±0.77 ^{a2}	5.25±0.96 ^{b12}	05.73±1.35 ^{b12}
b*	22.03±2.26 ^{a2}	19.51±2.36 ^{b2}	21.58±1.85 ^{ab2}

** : Means in the same column with the same number in the same day in the same attribute do not differ significantly at the level of 0.05 significance.
Means in the same row with the same letter in the same attribute do not differ significantly at the level of 0.05 significance. n: 3 (arithmetic mean ±SD)

Table 4. Expressible moisture values of fish patties

Groups	1.Day	5.Day
Control	3.10±0.34 ^{a3}	0.89±0.29 ^{b1}
AF400	4.11±0.59 ^{a23}	2.60 ±0.51 ^{b2}
WF200	6.69±1.40 ^{a1}	3.04±0.67 ^{b2}
WF400	5.97±0.64 ^{a12}	2.91±0.78 ^{b2}

* means in the same row with the same letter do not differ significantly at the level of 0.05 significance.
means in the same column with the same lnumber do not differ significantly at the level of 0.05 significance.

Table 5. Changes in texture parameters during storage period

Groups	Storage						
	(days)	Hardness (N)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Resilience
Control	0	92.38±3.40 ^{a1}	-0.04±0.08 ^{a1}	0.73±0.07 ^{a1}	0.55±0.04 ^{a1}	36.08±4.27 ^{a12}	0.17±0.01 ^{a12}
	3	108.32±5.12 ^{b1}	-0.63±0.57 ^{a1}	0.73±0.13 ^{a1}	0.54±0.08 ^{a1}	41.80±4.66 ^{a1}	0.18±0.06 ^{a12}
	5	100.18±7.71 ^{a1}	-1.28±1.47 ^{a1}	0.72±0.11 ^{a1}	0.54±0.04 ^{a1}	40.86±5.69 ^{a1}	0.18±0.02 ^{a1}
AF400	0	77.42±4.15 ^{a2}	-0.03±0.02 ^{a2}	0.74±0.06 ^{a1}	0.54±0.02 ^{a1}	30.54±2.96 ^{a1}	0.14±0.01 ^{a1}
	3	86.26±4.41 ^{b2}	-0.01±0.01 ^{a1}	0.72±0.02 ^{a1}	0.54±0.08 ^{a1}	34.15±2.55 ^{b2}	0.15±0.01 ^{a1}
	5	62.39±4.03 ^{c2}	-0.63±0.57 ^{b12}	0.79±0.04 ^{b1}	0.71±0.03 ^{b2}	35.47±2.82 ^{b1}	0.26±0.03 ^{b2}
WF 200	0	82.37±5.72 ^{a2}	-0.01±0.01 ^{a1}	0.70±0.14 ^{a1}	0.65±0.08 ^{ab2}	36.66±3.43 ^{a23}	0.23±0.07 ^{a2}
	3	81.80±4.03 ^{a2}	0.00±0.00 ^{a1}	0.74±0.20 ^{a1}	0.69±0.07 ^{a2}	44.26±3.63 ^{b1}	0.25±0.10 ^{a23}
	5	91.95±2.33 ^{b1}	-1.28±1.47 ^{a2}	0.78±0.01 ^{a1}	0.58±0.04 ^{b1}	39.14±4.83 ^{ab1}	0.30±0.04 ^{a1}
WF 400	0	98.05±6.7 ^{a1}	-0.01±0.00 ^{a1}	0.70±0.17 ^{a1}	0.64±0.09 ^{a2}	45.02±4.87 ^{a3}	0.20±0.09 ^{a12}
	3	93.57±7.52 ^{b1}	-0.01±0.01 ^{a1}	0.81±0.02 ^{a1}	0.73±0.03 ^{b2}	46.19±3.28 ^{b1}	0.30±0.04 ^{b3}
	5	96.11±4.92 ^{a1}	-0.24±0.34 ^{a12}	0.72±0.10 ^{a1}	0.61±0.06 ^{a1}	40.82±3.76 ^{a1}	0.21±0.05 ^{a1}

*: Means in the same column with the same number in the same day in the same attribute do not differ significantly at the level of 0.05 significance.
Means in the same column with the same letter in the same group do not differ significantly at the level of 0.05 significance. n: 3 (arithmetic mean±SD)

Sensory Analysis

Changes in sensory parameters during storage was given in table 6. Sensory scores were only recorded for fish patties that had not exceeded the microbiological limit value of 6 log cfu/g (Kılınç, 2007; Kaba et al. 2012) According to sensory parameters and overall quality scores, group with apple fiber were slightly higher than the other groups. Panelists also mentioned that no fruity taste in fish patties with AF 400 was determined. It seems that it lost its fruity odor in the fish patties. It might be because of adding other ingredients (salt, red pepper, black pepper, onion, garlic, parsley, and cumin) and/or the amount of those ingredients.

Microbiological Analysis

Changes in AP counts of fish patties were given in Table 7. AP count is generally used as an acceptability index for fish and fish products because of the bacterial effects in spoilage (Jeon et al., 2002; Çoban and Özpolat, 2013). The initial AP count of fish patties was 5.22–5.94 log CFU/g. Significant differences ($P < 0.05$) were determined between the groups (Table 7). The lowest AP counts were observed in the fish patties with AF 400 as compared to other groups during whole storage period

at 0-4°C. At the time of spoilage, AP count was determined as 10^6 – 10^7 cfu/g in fish products (Ulrike et al. 2000; Sehgal et al. 2011). In the present study, fish patties with WF 400, WF 200 and control samples spoiled at 3 days while fish patties with AF 400 spoiled at 5 days of storage. TVB-N is one of the most widely used indices of fish and fish product quality. Although TVB-N values of fish patties increased with the growth of microorganisms by the storage period, all groups except one with AF 400 exceeded the consumption limits according to TVB-N results at day 5. Changes in YM counts of fish patties were given Table 8. The initial YM count of fish patties was 2.08–2.98 log CFU/g. Similar to the AP counts, the lowest YM counts were observed in the fish patties with AF 400 during whole storage period at 0-4°C Kilinc (2009) did not detect any yeasts and molds in anchovy patties during refrigerated storage period. However, Guran et al (2015) determined YM counts in fish patties during the storage at 4°C as 2.48 (0. day), 2.89 (2. day) and 3.20 (4. day). In that study, results of sensory evaluation showed that the shelf life of fish patties was 4 days. Our results were almost similar to the findings of that study. It must be noted that a good correlation was noted between microbiological (AP) and chemical parameters (TVB-N) of all groups.

Table 6. Changes in sensory parameters during storage period of fish patties

Groups	Storage	Appearance	Odour	Texture	Juiciness	Flavour	Overall Quality
	(days)						
Control	0	8.75±0.50 ^{a1}	7.75±0.96 ^{a1}	7.50±0.58 ^{a1}	7.00±1.41 ^{a1}	7.25±0.50 ^{a1}	7.75±0.96 ^{a1}
	3	7.75±1.26 ^{a1}	7.25±0.50 ^{a1}	7.00±0.82 ^{a1}	6.25±0.50 ^{a1}	6.75±0.50 ^{a1}	7.00±0.82 ^{a1}
	5	**	**	**	**	**	**
AF 400	0	8.75±1.26 ^{a1}	9.25±0.50 ^{a1}	7.75±0.96 ^{a1}	7.50±1.00 ^{a1}	8.25±1.71 ^{a1}	8.25±1.50 ^{a1}
	3	7.75±1.26 ^{a1}	8.00±0.82 ^{a1}	7.75±1.26 ^{a1}	7.00±0.82 ^{a1}	7.25±1.26 ^{a1}	7.25±1.26 ^{a1}
	5	**	**	**	**	**	**
WF 200	0	7.50±1.00 ^a	8.00±0.82 ^a	7.75±1.26 ^a	7.50±1.29 ^a	8.00±0.82 ^a	8.00±0.82 ^a
	3	**	**	**	**	**	**
	5	**	**	**	**	**	**
WF 400	0	7.25±0.96 ^a	8.25±1.50 ^a	7.25±0.96 ^a	7.25±1.50 ^a	7.50±0.58 ^a	7.75±0.96 ^a
	3	**	**	**	**	**	**
	5	**	**	**	**	**	**

*: Means in the same column with the same number in the same day in the same attribute do not differ significantly at the level of 0.05 significance.

Means in the same column with the same letter in the same attribute do not differ significantly at the level of 0.05 significance. n: 3 (arithmetic mean±SD)

** : According to microbiological results, they passed the consumption limits.

Table 7. Changes in total aerobic plate (AP) counts of fish patties stored at (0-4°C)

	Storage Period (day)		
	1	3	5
Control	5.23±0.03 ^a	6.31±0.12 ^b	6.68±0.09 ^b
AF 400	5.28±0.08 ^a	5.44±0.02 ^a	6.02±0.02 ^a
WF 200	5.22±0.05 ^a	6.71±0.08 ^c	7.93±0.10 ^c
WF 400	5.94±0.03 ^b	7.73±0.12 ^d	8.93±0.04 ^d

* means in the same column with the same letter do not differ significantly at the level of 0.05 significance.

Table 8. Changes in yeast mold counts of fish patties stored at (0-4 °C)

	Storage Period (day)		
	1	3	5
Control	2.98±0.03 ^b	3.32±0.07 ^c	3.59±0.08 ^c
AF 400	2.08±0.03 ^a	2.69±0.01 ^a	2.86±0.04 ^a
WF 200	2.20±0.26 ^a	3.45±0.04 ^d	3.71±0.03 ^d
WF 400	2.23±0.20 ^a	3.07±0.06 ^b	3.38±0.03 ^b

* means in the same column with the same letter do not differ significantly at the level of 0.05 significance.

Conclusion

Apple fibers have been incorporated into bakery products. According to the results of the present study, it can be also incorporated into fishery products which are not common. According to the present study adding apple fiber to fish patties prolong shelf life at 0-4°C.

References

- Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J.A. Kuri, V. (2005): Functional and Sensory Effects of Fibre-rich Ingredients on Breakfast Fresh Sausages Manufacture. *Food Science and Technology International*, 11: 89-97.
- Amtliche, Sammlung von Untersuchungsverfahren (ASU) nach § 35 LMBG 1980. Messung des pH- Wertes in Fleisch und Fleischerzeugnissen. Untersuchung von Lebensmitteln, L06.00/2.
- Ang, J.F. (1991): Water retention capacity and viscosity effect of powdered cellulose. *Journal of Food Science*, 56(6): 1681-1684.
- Caprez, A., Arrigoni, E., Amodo, R., Neukom, H. (1986): Influence of different type of thermal treatment on the chemical composition and physical properties of wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 233-239.
- Chen, H., Rubenthaler, G.L., Leung, H.K. Baranowski, J.O. (1988): Chemical, physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chemistry*, 65(3): 224-247.
- Cho, S.S., Dreher, M.L. (2001). Handbook of dietary fiber. New York: Marcel Dekker Inc.
- Çoban, Ö.E., Özpolat, E. (2013): the effects of different concentrations of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the shelf life of hot-smoked and vacuum-packed *luciobarbus esocinus* fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 269-274
- Gomez, M., Ronda, F., Blanco, A., Caballero, P.A., Apesteguia, A. (2003): Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology*, 216: 51-56.
- Gökoğlu, N. (1994): Balık köftesinin Soğukta Depolanması, *Gıda Dergisi*, 19(3): 217-220.
- Guran, H.S., Oksuztepe, G., Coban, Ö.E., İncili, G.K (2015): Influence of Different Essential Oils on Refrigerated Fish Patties Produced from Bonito Fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Czech Journal of Food Science*, 33 (1): 37-44.
- Harrigan, W.F. McCance, M.E. (1976): Laboratory methods in food and dairy microbiology. London: Academic Press Inc.
- Jeon, J., Kamil, J.Y.V.A., Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5167-5178

- Kilinc, B. (2009): Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 20: 129–137
- Sehgal, H.S., Shahi, M., Sehgal, G.K., Thind, S.S. (2011): Nutritional, microbial and organoleptic qualities of fish patties prepared from carp (*Cyprinus carpio* Linn.) of three weight groups. *Journal of Food Science and Technology*. 48: 242-245
- Jonsson, A., Sigurgisladottir, S., Hafsteinsson, H., Kristbergsson, K. (2001) : Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. *Aquaculture Nutrition*, 7: 81-89.
- Kaba, N., Yücel, Ş, Çorapçı, B. Özer, Ö., Eryasar, K. (2012) : Shelf life of anchovy patties stored at 4°C. *Akademik Gıda*, 10(4): 19-23.
- Kebede, E., Mannheim, C.H., Miltz, J. (2007): The TBA method as an index of oxidation of thermally preserved turkey meat in plastic trays and cans. *Journal of Food Processing and Preservation*. 22(2): 139-153.
- Ludorff, W., Meyer, V. (1973): *Fische und Fischereizerzeugnisse*. Hamburg-Berlin: Paul Parey Verlag.
- Massiot, P., Renard, CMGC. (1997): Composition, Physico-chemical Properties and Enzymatic Degradation of Fibres Prepared from Different Tissues of Apple. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 30: 800–806.
- Masoodi, F.A., Chauhan, G.S. (1998): Use of apple pomace as a source of dietary fiber in wheat bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 22: 255-263.
- Masoodi, F.A., Sharma, B., Chauhan G.S. (2002): Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57: 121-128.
- Nyman, M., Palsson, K.E., Asp, N-G. (1987): Effects of processing on dietary fibre in vegetables. *Lebensmittel Wiss Technology*, 20: 29-36.
- Oehlenschläger, J. (1997): Volatile amines as freshness/spoilage indicators, a literature review, In J. B. Luten, T. Borresen, J. Oehlenschläger (Eds.). *Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality: 25th WEFTA International Seafood Conference*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science B.V. 38: 571–586.
- Sanchez- Alanso, I., Haji- Maleki R., Borderias, A.J. (2006): Effect of wheat fibre in frozen stored fish muscular gels. *European Food Research Technology*, 223: 571-576.
- Sanchez- Alanso, I., Haji- Maleki, R., Borderias, A.J. (2007a): Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. *Food Chemistry*, 100: 1037-1043.
- Sanchez- Alonso, I., Solas M.T., Borderias, A.J. (2007b): Technological implications of addition of wheat dietary fibre to giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi gels. *Journal of Food Engineering*, 81: 404-411.
- Saura-Calixto, F. (1998): Antioxidant Dietary Fiber Product: A New Concept and a Potential Food Ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4303-4306.
- Selgas, M.D., Caceres, E., Garcia, M.L. (2005): Long-chain Soluble Dietary Fibre as Functional Ingredient in Cooked Meat Sausages. *Food Science and Technology International*, 11: 41-47
- Schormüller, J. (1968): *Handbuch der lebensmittelchemie (Band III/2)*. Berlin: Springer.
- Schormüller, J. (1969): *Handbuch der lebensmittelchemie (Band IV)*. Berlin: Springer.
- Schubring, R., Oehlenschläger, J. (1997): Comparison of the ripening process in salted Baltic and North Sea herring as measured by instrumental and sensory methods. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung*, 205: 89-92.
- Schubring, R. (2001): Double freezing of saithe fillets. Influence on sensory and physical attributes. *Nahrung/Food*, 45: 280-285
- Schubring, R., Meyer, C., Schlüter, C., Boguslawski, S., Knorr, D. (2003): Impact of high pressure assisted thawing on the quality of fillets from various fish species. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4:257-267.
- Sudha, M.L., Baskaran, V., Leelavathi, K. (2007): Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104: 686-692.

Journal abbreviation: **J Food Health Sci**

- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.S., Dugan, L.Jr. (1960): A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of American Oil Chemists Society*, 37: 44-48.
- Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M. (1997): Dietary fibers: Nutritional and Tecnological Interest. *Trends in Food Science & Technology*, 8: 41-47.
- Ulrike, L, Janne, L., Maria, F.A., Eija, H.T, Kai, E., Haana, K. (2000): Microbiological quality and shelf-life of vacuum-packaged gravid rainbow trout stored at 3 and 8°C. *International Journal of Food Microbiology*, 70: 221-230.
- Vyncke, W. (1996): Comparison of the official EC method for determination of total volatile bases in fish with routine methods. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 47:110-112.
- Yanar, Y. Fenercioglu, H. (1999): The utilization of carp flesh as fish ball. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*. 23: 361-365.
- Yerlikaya, P., Gökoğlu, N., Uran, H. (2005): Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage, *European Food Research and Technology*, 220: 287-291.