



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2017; 31 (2): 131 - 136
<http://www.fusabil.org>

Biberiye Esansiyel Yağı ile Dekontaminasyonun Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1972) Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi *

Emine ÖZPOLAT ¹
Abdullah DİKİCİ ²
Ahmet KOLUMAN ³
Bahri PATİR ⁴
Mehmet ÇALICIOĞLU ⁴

¹ Fırat Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi,
Balıkçılık Teknolojisi,
Elazığ, TÜRKİYE

² Uşak Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği,
Uşak, TÜRKİYE

³ Gıda, Tarım ve
Hayvancılık Bakanlığı,
Gıda Kontrol Laboratuvarı,
Adana, TÜRKİYE

⁴ Fırat Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Besin Hijyeni ve Teknolojisi
Anabilim Dalı,
Elazığ, TÜRKİYE

Geliş Tarihi : 11.07.2017
Kabul Tarihi : 28.07.2017

Yazışma Adresi Correspondence

Emine ÖZPOLAT
Fırat Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi,
Balıkçılık Teknolojisi,
Elazığ - TÜRKİYE

emineozpolat@hotmail.com

Bu çalışmada, farklı dozlardaki biberiye esansiyel yağının (%0.5, %1, %2) sindirim sistemi çıkartılmamış bütün haldeki gökkuşluğu alabalıklarının mikrobiyolojik (mezofil aerob bakteri, psikrofil aerob bakteri, laktik asit bakterileri, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* sayımları) ve kimyasal (pH, toplam uçucu bazik azot ve tiobarbiturik asit) özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla; her grupta 6'şar adet balık dekontaminantlarla 20 °C'de 2 dakika muamele edilmiş ve polietilen plastik tabaklarda streç film ile kaplandıktan sonra 4±1 °C'de muhafazaya alınarak 0., 3., 6., 9., 12. ve 15. günlerde analiz edilmiştir. Mikrobiyolojik örnekler, USDA/FSIS tarafından kanatlı karkasları için onaylanmış metot da değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; gökkuşluğu alabalıklarında biberiye esansiyel yağı ile dekontaminasyon yönteminin muhafaza süresini arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca kullanılan mikrobiyolojik örnek alma yönteminin kullanım kolaylığı ve sonuçların tutarlılığı yönünden bilimsel çalışmalarda kullanılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alabalık, biberiye, dekontaminasyon, antimikrobiyal

Effect of Rosemary Essential Oil Decontamination on Quality Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1972)

In this study, the effects of different doses (0.5%, 1%, 2%) of rosemary essential oil on microbiological (mesophilic aerob bacteria, psychrophilic aerob bacteria, lactic acid bacteria, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* counts) and chemical (pH, total volatile alkaline nitrogen, thiobarbituric acid) properties of whole rainbow trouts were examined. For, this purpose, decontaminants at 20 °C were applied to each group containing 6 fish for 2 min and placed in polyethylene ware and covered with stretch films and stored at 4±1 °C and samples were analyzed on the analysis day 0th, 3th, 6th, 9th, 12th and 15th days. Microbiological samples were prepared with a modification of USDA/FSIS chicken carcass method. According to the results of the study, decontamination with rosemary essential oils extends the shelf life of Rainbow trout. In addition, microbiological sampling method is recommended to be used in similar scientific studies because of its is easy of use coherent results

Key Words: Rainbow trout, rosemary, decontamination, antimicrobial

Giriş

Balıklar ve diğer su canlıları insanların protein ihtiyaçlarını karşılama açısından büyük öneme sahiptirler. Hayvansal kaynaklı proteine duyulan dünya ihtiyacının yaklaşık dörtte biri su ürünleri aracılığıyla karşılanmaktadır. Balıklar yaklaşık %11-25 oranında protein içerirler. Su ürünleri proteinini önemli yapan sistin, metionin, treonin, serin, izolösin, valin gibi esansiyel aminoasitleri içermesi ve yüksek biyolojik değere sahip olup çok iyi hazmedilebilme özelliğine sahip olmasıdır (1). Alabalıklar genelde kırmızı etli balıklar olarak bilinmesine karşılık kültür ortamında et rengi yem rasyonuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Et verimi yaklaşık %60.73'tür. Gökkuşluğu alabalıkları, hızlı büyümeleri ve besin değerlerinin yüksek olması nedeniyle ülkemizde ve dünyada giderek yetiştiriciliği yaygınlaşan bir türdür (2, 3).

Yapısındaki uçucu yağdan kaynaklanan kokusundan dolayı baharat olarak kullanılan biberiye (*Rosmarinus officinalis*) gıdalarda antioksidan olarak kullanılmaktadır. Antioksidan özelliği, içerdiği karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asitten kaynaklanmaktadır. Biberiyenin antioksidan etkisi öncelikle türüne, varyetesine, hasat zamanına, işlem tipine ve gelişme ortamına bağlıdır (4, 5).

Su ürünleri sahip olduğu yapısı itibarıyla hızla bozulabilen gıdalardır. Bu sebepten avlandığı andan itibaren hızla işlenmeli ve sağlıklı bir şekilde tüketiciye sunulmalıdır. Bu yüzden çeşitli su ürünleri işleme şekilleri ortaya çıkmış ve bu konuda gelişmelerde devam etmektedir (12). Taze ve işlenmiş alabalıkların raf ömrünü uzatmak amacıyla

* 4. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, 13-16 Ekim 2011, Belek-Antalya.

çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Farklı paketlenme yöntemlerinin denenmesi, çeşitli katkı maddelerinin kullanımı, ışınlama gibi pek çok yöntemin etkisi araştırılmıştır. Son zamanlarda gıdalarda sentetik maddelerin kullanımlarıyla ilgili muhtemel teratojenik ve karsinojenik etkileri konusunda tartışmalar ortaya atılmıştır. Bu nedenle sentetik maddeler yerine doğal esansiyel yağların kullanılması günümüzde yaygınlık kazanmıştır. Esansiyel yağlar, tek başlarına ya da diğer muhafaza teknikleriyle kombine kullanıldıklarında, gıdaların raf ömrünü artıran doğal antimikrobiyellerdir. Esansiyel yağların insan sağlığı açısından, antikanserojen etkiyi de kapsayan çok sayıda olumlu biyolojik etkilere sahip oldukları tespit edilmiştir (7, 8).

Bu çalışmada farklı dozlardaki biberiye esansiyel yağının (%0.5, %1, %2) sindirim sistemi çıkarılmamış gökkuşluğu alabalıklarının mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırmanın materyalini oluşturan gökkuşluğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) Elazığ'da bulunan bir alabalık yetiştiriciliği tesisinden (Keban) temin edilmiştir. Ağırlıkları yaklaşık 250±25 g olacak şekilde seçilen balıklar, buz içeren strafor kutular içerisinde Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarına getirilmiş ve aynı gün içinde işleme alınmıştır. Araştırma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve toplam 72 adet balık kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan biberiye esansiyel yağı (Herbalox® Seasoning, Kalsec® Inc, Kalamazoo, MI, USA, suda ve yağda kolayca çözünbilme özelliğine sahip) Kalsec® Inc.'den temin edilmiştir.

Deneysel Örneklerin Hazırlanması: Biberiye esansiyel yağının etkisini incelemek amacı ile dört farklı deneysel grup oluşturulmuştur.

1. Grup: Kontrol (Herhangi bir daldırma işlemi yapılmamış)
2. Grup: %0.5 Biberiye
3. Grup: %1 Biberiye
4. Grup: %2 Biberiye

Balıklar 2 litrelik küvetlerde 20 °C'de 2 dakika süre ile belirlenen oranlarda hazırlanan biberiye esansiyel yağlı solüsyon ile dekontamine edilip, polietilen plastik

tabaklara yerleştirildikten sonra üzeri streç filmle kaplandı ve sonra 4±1 °C'de muhafaza edildi. Her tekrarda bir grup için toplam 6 adet balık numunesi kullanılmıştır. Örnekler, muhafazanın 0, 3., 6., 9., 12. ve 15. günlerinde mikrobiyolojik ve kimyasal yönden analize tabi tutulmuştur.

Mikrobiyolojik Analiz: Mikrobiyolojik örnek alma metodunda; tavuk karkaslarında karkas başına 400 mL steril peptonlu su ilave edip 2 dakika çalkalama sonrası, bu sıvıdan örnek alma metodu (9) modifiye edilerek kullanıldı. Bu amaçla yaklaşık 200 g ağırlığındaki sindirim sistemi çıkarılmamış balık örneklerine 100 mL steril peptonlu su ilave edilip 2 dakika süre ile elde sert bir şekilde çalkalandı. Çalkalama sıvısından 1/10'luk düzende 1/10⁸'e kadar seyreltilerek Tablo 1'de belirtilen bakteriler için ekimleri yapıldı.

Kimyasal Analiz: Örneklerin pH değerleri, pH metre ile (EDT.GP 353, U.K.) ile saptanmıştır (10). Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarları su buharı distilasyonu cihazı kullanılarak Varlık ve ark. (6) bildirdiği yöntemle göre belirlendi. Tiyobarbiturik asit sayısı (TBA) ise, spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve 1000 g örnekteki malonaldehit miktarı üzerinden hesaplanmıştır (11).

İstatistiksel Analiz: Log₁₀ kob/mL'ye çevrilen veriler "test grupları x örnekleme günleri" olacak şekilde faktöryel dizayna uygun olarak sabit etkiler ve değişkenler arası interaksyonlar yönünden varians analizine (iki yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. General Linear Models (GLM) prosedürlerine göre, en düşük kareler ortalamaları Fisher's Least Significant Difference (LSD) testi kullanılarak ayrıştırılmış ve bunda istatistiksel önem seviyesi %5 olarak kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler için Statistical Analysis System (SAS) programı kullanılmıştır (12).

Bulgular

Biberiye esansiyel yağının etkisini belirlemek amacı ile yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde; ekimi yapılan tüm bakteri gruplarında biberiye esansiyel yağının mikrobiyolojik yükü azalttığı görülmüştür.

Kimyasal veriler ise Tablo 3'de verilmiştir. Benzer şekilde TVB-N ve TBA seviyelerinde zamana bağlı yükselişin biberiye esansiyel yağı uygulanan gruplarda daha az olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Mikrobiyolojik analizler için kullanılan besiyeri, inkübasyon yöntemi ve referanslar (13)

Mikroorganizma	Besiyeri	İnkübasyon	
		°C	Zaman
Mezofil aerob bakteri	Plate count agar (PCA)	30	72 saat
Psikrofil aerob bakteri	Plate count agar (PCA)	7	10 gün
Enterobacteriaceae	Violet red bile glucose agar (VRBGA)	35	24 saat
Laktik asit bakterisi	Man, Rogosa, Sharpe (MRS) agar	30	72 saat
Maya	Rose Bengal Agar Base (RBC), Kloramfenikol katkı ilaveli	25	3-5 gün
<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> Agar Base, cetrinimide, fucidin, and cephaloridine (CFC) katkı ilaveli	25	48 saat

Tablo 2. Biberiye esansiyel yağı ile dekontaminasyonun, gökkuşluğu alabalıklarının mikrobiyolojik kalitesi üzerindeki değişimleri (log₁₀ kob/mL) (n:3, N:2)

	Gün	Kontrol	Biberiye %0.5	Biberiye %1	Biberiye %2
Aerobik Mezofil Canlı Sayısı	0	3.8±0.22 ^{aY}	3.01±0.2 ^{aXY}	2.58±0.28 ^{aX}	2.76±0.31 ^{aX}
	3	5.29±0.27 ^{bY}	4.78±0.22 ^{bY}	3.76±0.1 ^{bX}	3.51±0.15 ^{bX}
	6	6.78±0.48 ^{cZ}	5.35±0.19 ^{cY}	4.34±0.29 ^{cX}	4.85±0.14 ^{cXY}
	9	7.59±0.17 ^{dZ}	6.27±0.38 ^{dY}	5.92±0.31 ^{dXY}	5.5±0.49 ^{dX}
	12	8.84±0.24 ^{eY}	8.03±0.29 ^{eX}	7.5±0.2 ^{eX}	7.51±0.38 ^{eX}
	15	9.8±0.38 ^{fZ}	9.11±0.34 ^{fY}	8.78±0.42 ^{fXY}	8.43±0.29 ^{fX}
Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı	0	3.08±0.61 ^{aY}	2.26±0.13 ^{aX}	2.00±0.51 ^{aX}	1.9±0.77 ^{aX}
	3	4.28±0.13 ^{bY}	3.48±0.26 ^{bXY}	3.37±0.13 ^{bX}	2.89±0.21 ^{bX}
	6	6.24±0.54 ^{cY}	4.96±0.46 ^{cX}	4.77±0.27 ^{cX}	4.48±0.23 ^{cX}
	9	7.39±0.21 ^{dY}	5.77±0.18 ^{dX}	5.49±0.21 ^{dX}	5.31±0.33 ^{dX}
	12	7.95±0.67 ^{eY}	6.69±0.22 ^{eX}	6.45±0.3 ^{eX}	6.1±0.39 ^{eX}
	15	9.11±0.24 ^{fY}	8.09±0.39 ^{fX}	7.96±0.56 ^{fX}	7.72±0.16 ^{fX}
Laktik Asit Bakterisi	0	3.51±0.37 ^{aZ}	3.07±0.14 ^{aY}	2.98±0.19 ^{aXY}	2.6±0.53 ^{aX}
	3	4.59±0.31 ^{bZ}	4.15±0.14 ^{bY}	3.49±0.53 ^{bX}	3.63±0.57 ^{bX}
	6	5.7±0.21 ^{cY}	5.69±0.44 ^{cY}	4.8±0.18 ^{cX}	4.39±0.32 ^{cX}
	9	6.57±0.69 ^{dY}	6.35±0.65 ^{dXY}	5.98±0.21 ^{dXY}	5.5±0.79 ^{dX}
	12	7.65±0.53 ^{eX}	7.6±0.51 ^{eX}	7.25±0.77 ^{eX}	7.14±0.32 ^{eX}
	15	8.38±0.27 ^{fX}	8.49±0.75 ^{fX}	8.36±0.24 ^{fX}	8.01±0.13 ^{fX}
<i>Pseudomonas</i> spp.	0	1.92±0.18 ^{aY}	1.29±0.52 ^{aXY}	1.21±0.57 ^{aXY}	0.96±0.4 ^{aX}
	3	2.85±0.43 ^{bY}	1.75±0.75 ^{aX}	2.2±0.11 ^{bXY}	1.56±0.68 ^{aX}
	6	3.83±0.11 ^{cY}	2.59±0.12 ^{bX}	2.95±0.23 ^{bX}	2.78±0.18 ^{bX}
	9	4.88±0.16 ^{dY}	4.56±0.36 ^{cY}	4.11±0.21 ^{cXY}	3.57±0.26 ^{cX}
	12	6.49±0.42 ^{eY}	6.06±0.34 ^{dXY}	5.22±0.19 ^{dX}	5.29±0.19 ^{dX}
	15	7.53±0.19 ^{fY}	7.08±0.27 ^{eY}	6.24±0.15 ^{eX}	6.11±0.25 ^{eX}
Enterobacteriaceae	0	1.82±0.61 ^{aY}	1.82±0.13 ^{aY}	1.33±0.11 ^{aXY}	1.07±0.31 ^{aX}
	3	2.54±0.29 ^{abY}	2.25±0.27 ^{aXY}	2.5±0.65 ^{bY}	1.66±0.13 ^{abX}
	6	3.03±0.13 ^{bY}	2.35±0.37 ^{aXY}	3.39±0.35 ^{cY}	2.28±0.1 ^{bX}
	9	4.55±0.19 ^{cY}	4.02±0.54 ^{bXY}	4.29±0.27 ^{dXY}	3.52±0.19 ^{cX}
	12	6.15±0.29 ^{dY}	6.44±0.35 ^{cY}	6.03±0.27 ^{eY}	4.97±0.19 ^{dX}
	15	6.91±0.42 ^{eXY}	7.45±0.19 ^{dY}	7.03±0.51 ^{fXY}	6.3±0.14 ^{eX}
Maya	0	2.14±0.78 ^{aY}	1.91±0.54 ^{aXY}	1.37±0.13 ^{aXY}	1.02±0.39 ^{aX}
	3	2.18±0.1 ^{aX}	2.49±0.14 ^{aX}	1.82±0.14 ^{aX}	1.76±0.51 ^{abX}
	6	3.02±0.22 ^{bXY}	3.6±0.25 ^{bY}	2.97±0.2 ^{bXY}	2.54±0.13 ^{bX}
	9	3.6±0.24 ^{bX}	4.18±0.2 ^{bX}	3.99±0.43 ^{cX}	3.38±0.23 ^{bX}
	12	5.14±0.34 ^{cXY}	5.42±0.12 ^{cY}	4.84±0.11 ^{cdXY}	4.39±0.33 ^{cX}
	15	6.37±0.19 ^{dY}	6.16±0.15 ^{cY}	5.6±0.22 ^{dXY}	5.2±0.12 ^{cX}

abcd: Aynı sütunda yer alan ortalamalardan farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0,05),

XYZW: Aynı satırda yer alan ortalamalardan farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0,05),

Tablo 3. Biberiye esansiyel yağı ile dekontaminasyonun, gökkuşluğu alabalıklarının kimyasal kalitesi üzerindeki değişimleri (n:3, N:2)

	Gün	Kontrol	%0.5 Biberiye	%1 Biberiye	%2 Biberiye
pH	0	6.51±0.16 ^{aX}	6.51±0.11 ^{aX}	6.53±0.39 ^{aX}	6.5±0.17 ^{aX}
	3	6.48±0.19 ^{aX}	6.52±0.12 ^{aX}	6.53±0.09 ^{aX}	6.53±0.22 ^{aX}
	6	6.47±0.24 ^{abX}	6.54±0.2 ^{aX}	6.55±0.18 ^{aX}	6.56±0.26 ^{aX}
	9	6.43±0.20 ^{abX}	6.57±0.07 ^{aY}	6.56±0.15 ^{abY}	6.58±0.22 ^{abY}
	12	6.40±0.29 ^{abX}	6.58±0.18 ^{aY}	6.62±0.23 ^{abY}	6.65±0.46 ^{bY}
	15	6.36±0.28 ^{bX}	6.59±0.19 ^{aY}	6.65±0.15 ^{bY}	6.61±0.11 ^{abY}
TVB	0	4.27±0.2 ^{aX}	4.42±0.31 ^{aX}	4.37±0.17 ^{aX}	4.12±0.15 ^{aX}
	3	8.03±1.42 ^{aY}	8.29±0.58 ^{bY}	8.13±0.42 ^{bY}	5.93±0.93 ^{abX}
	6	11.54±1.86 ^{bY}	10.54±0.65 ^{cY}	11.33±0.45 ^{cY}	7.61±0.25 ^{bX}
	9	14.72±2.4 ^{cZ}	12.98±0.37 ^{dY}	15.62±0.55 ^{dZ}	10.32±0.52 ^{cX}
	12	17.82±2.24 ^{dXY}	18.21±0.65 ^{eY}	17.05±0.69 ^{eXY}	15.73±1.13 ^{dX}
	15	21.18±1.51 ^{eY}	20.81±1.51 ^{fY}	19.24±0.61 ^{fXY}	18.38±1.41 ^{eX}
TBA	0	0.34±0.13 ^{aX}	0.29±0.11 ^{aX}	0.3±0.09 ^{aX}	0.29±0.1 ^{aX}
	3	0.36±0.12 ^{aX}	0.44±0.12 ^{aX}	0.43±0.16 ^{aX}	0.49±0.15 ^{aX}
	6	1.16±0.32 ^{bX}	0.99±0.23 ^{bX}	1.41±0.29 ^{bX}	1.12±0.47 ^{bX}
	9	2.62±0.54 ^{cY}	2.76±0.43 ^{cY}	1.76±0.59 ^{cX}	1.79±0.35 ^{cX}
	12	4.89±0.72 ^{dY}	3.84±0.43 ^{dX}	3.58±0.95 ^{eX}	3.15±0.95 ^{dX}
	15	6.74±0.77 ^{eY}	5.91±0.93 ^{eXY}	5.07±0.97 ^{eX}	5.12±0.89 ^{eX}

abcd: Aynı sütünde yer alan ortalamalardan farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05),

XYZW: Aynı satırda yer alan ortalamalardan farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05),

Tartışma

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlardaki biberiye esansiyel yağının (%0.5, %1, %2) organları çıkarılmamış bütün haldeki gökkuşluğu alabalıklarında muhafaza süresi üzerine etkisi araştırılmıştır ve bu amaç için farklı bir mikrobiyolojik örnek alma metodu kullanılmıştır.

Toplam mezofil aerob bakteri sayımı, genel olarak hijyen kontrolü amacıyla yapılmaktadır (13). Yapılan analizler neticesinde, toplam mezofil bakteri sayısı çalışmanın ilk gününden itibaren tüm deneysel gruplarda zamana bağlı olarak istatistiki açıdan önemli derecede artış göstermiştir (P<0.05). Biberiye esansiyel yağının etkisi incelendiğinde ise; etkinin konsantrasyona bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmüştür. Şöyle ki; %1 ve %2 konsantrasyonda uygulanan biberiye esansiyel yağı, muhafazanın başlangıcından sonuna kadar kontrol grubuna kıyasla istatistiki açıdan önemli derecede düşük bulunmuştur (P<0.05). %0.5 seviyesinde uygulanan biberiye esansiyel yağının ise muhafazanın 6. gününden itibaren önemli derecede farklılık gösterdiği görülmüştür. Uçak ve ark. (14), balık burgerler üzerine biberiye esansiyel yağının etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada biberiyenin toplam mezofil aerob bakteriler üzerine etkili olabildiğini belirlemişlerdir.

Psikrofil mikroorganizmalar 0-10 °C'de üreyebilme özelliğine sahip olduklarından bu koşullarda saklanan taze veya işlenmiş gıdalarda oldukça önemlidirler (13). Çalışmada kullanılan alabalıklarda, çalışmanın ilk gününden itibaren biberiye esansiyel yağı ile işlem gören gruplar ile kontrol grubu arasında istatistiki açıdan önemli farklılıkların olduğu görülmüştür (P<0.05). Tablo 2'incelendiğinde, muhafaza süresine bağlı olarak psikrofil bakteri sayısındaki artışın, kullanılan biberiye

konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak daha az olduğu görülmektedir. Buda; biberiye esansiyel yağı konsantrasyonundaki artışın psikrofil bakteri sayısının azalmasında etkili olduğu anlamına gelmektedir. Benzer durum yapılan bazı çalışmalarda da vurgulanmıştır (15-17).

Laktik asit bakteri, yoğurt peynir gibi gıdalarda starter kültür olarak kullanılmasına karşın bazı gıdalarda bozulma etmeni olarak ortaya çıkmaktadırlar (13). Çalışmada, kullanılan biberiye esansiyel yağının, 0. günde %2 biberiye esansiyel yağlı grup üzerine, kontrol grubuna kıyasla etkili olduğu (P<0.05), fakat bu etkinin muhafaza süresince zaman zaman (0., 3., 6., 9. günler) önemli olurken, muhafazanın bazı günlerinde (12. ve 15. günler) ise gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu (P>0.05) görülmüştür. Çeşitli çalışmalar (16, 18, 19) biberiyenin laktik asit bakterileri üzerine oldukça etkili olduğunu belirlemelerine karşın, çalışmada bu etki görülmemiştir. Bu farkın kullanılan biberiye konsantrasyonundan, uygulama şekline kaynaklandığı düşünülmektedir.

Pseudomonas, psikrofil/psikrotrof karakterleri ile soğukta muhafaza edilen gıdalarda saprofit olarak bozulmalara neden olan bakterilerdir (13). Çalışmada biberiye esansiyel yağının özellikle %2 konsantrasyonunun *pseudomonaslar* üzerine etkili olduğu ve bu etkinin muhafaza süresince istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür (P<0.05). Benzer şekilde; Nil tatlı su levreği (*Lates niloticus*) ile yapılan bir çalışmada, biberiye yağının *Pseudomonas* üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (20).

Enterobakteriler gıdalarda genel hijyen indikatörü olarak bilinmektedirler (13). Biberiye esansiyel yağının

enterobakteri sayısı üzerine etkisi incelendiğinde, konsantrasyona bağlı olarak etkinin muhafaza süresince değişim gösterdiği görülmektedir. Özellikle %2 konsantrasyonda ki biberiye muhafazanın başlangıcından 12. güne kadar, kontrol grubuna kıyasla önemli derece ($P<0.05$) farklılık gösterdiği fakat bu farkın muhafazanın son günü (15. gün) azaldığı belirlenmiştir. Buda alabalıktaki bozulmayı takiben biberiye antimikrobiyel etkisinin azaldığını düşündürülebilir. Biberiye enterobakteriler üzerine etkili olduğu birçok çalışmada da vurgulanmıştır (16, 17, 21).

Deneysel örnekler, maya sayısı açısından değerlendirildiğinde, biberiye esansiyel yağının etkisinin muhafaza süresine ve uygulanan konsantrasyona göre değişiklik gösterdiği görülmüştür. Nitekim çalışmanın başlangıcında %2 konsantrasyonluk grubun kontrol grubuna göre etkili olduğu görülmesine karşın, bu etki muhafazanın bazı günlerinde gözlemlenmediği fakat muhafazanın sonunda (15. gün) tekrar görüldüğü belirlenmiştir. Buna göre biberiye mayalar üzerine etkisinin değişkenlik gösterebildiği söylenebilir. Benzer şekilde Can ve ark. (17), yaptıkları çalışmada biberiye maya-küf üzerine etkili olduğunu fakat konsantrasyon değişikliğinin etkili olmadığını tespit etmelerine karşın, Athina ve ark. (22), farklı esansiyel yağlar ve paketleme yöntemlerini uyguladıkları çalışmalarında maya-küf üzerine esansiyel yağların etkisinin olmadığını sadece paketleme koşullarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bu veriler ışında biberiye esansiyel yağının maya üzerine etkisinin uygulanan konsantrasyona, paketleme ve diğer muhafaza koşullarına bağlı olarak değişebileceği söylenebilir.

Taze balıklar için pH değerinin 6.0 ile 6.5 arasında olduğu ve bu değer muhafaza süresince bozulma ile birlikte yükseldiği ve tüketilebilirlik sınır değeri olarak da 6.8-7.0 kabul edildiği bildirilmektedir. Fakat pH değeri her zaman kesin bir kriter olmayıp duyuşsal, kimyasal ve mikrobiyolojik testlerle desteklenmesi gerekmektedir (23, 24). Çalışmada tüm deneysel gruplarda muhafazanın başlangıcından 6. güne kadar pH değerinin 6,5 ile 6,56 arasında değiştiği ve bu değişimin istatistik açıdan önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenirken; muhafazanın 9. gününden itibaren kontrol grubu ile biberiye uygulanan tüm gruplar arasında önemli derecede ($P<0.05$) farklılıkların olduğu görülmüştür. Biberiye uygulandığı ürünlerde pH değeri üzerinde etkili olduğu bazı çalışmalarda da vurgulanmıştır (17, 25).

TVB-N değeri başlıca balıkta bulunan bakterilerin ve endojen enzimlerin etkisi ile trimetilamin ve amonyaktan ibarettir. Balık ve diğer su ürünlerinin muhafazasında süreye bağlı olarak TVB-N değerinin

yükseldiği bildirilmektedir. TVB-N değeri üzerinde balığın cinsi, cinsiyeti, beslenme durumu, yaşı ile avlanma mevsimi ve bölgesi oldukça etkilidir. Varlık ve ark. (6), TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını, 25 mg/100 g'a kadar "çok iyi", 30 mg/100 g'a kadar "iyi", 35 mg/100 g'a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100 g'dan fazlasını "bozulmuş" olarak değerlendirmektedir. Çalışmada, tüm gruplarda muhafaza süresi ile birlikte TVB-N değerinin istatistik açıdan önemli derecede yükseldiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Gruplar arasında ise biberiye uygulanan gruplarda bu yükselişin daha az olduğu özellikle %2 oranında biberiye uygulanan grupta bu yükselişin en az olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar Uçak ve ark. (14), tarafından yapılan çalışmada da görülmektedir.

TBA değeri, yağ oksidasyonunu tespit etmede önemli bir metot olarak kabul edilmektedir. TBA değeri et dokusundaki yağların oksidasyonuna bağlı olarak artarken, TBA ölçümü etteki acılaşıma hakkında bilgi vermektedir. Çok iyi materyalde TBA sayısı 3'den az olmalı, İyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 mg MDA/kg arasındadır (6). Çalışma da; muhafaza süresinin 6. güne kadar hem gruplar arasında hem de günler arasında önemli bir fark bulunmazken ($P>0.05$), 6. gününden itibaren TBA değeri yükselme göstermiş bu yükselmenin de biberiye esansiyel yağı uygulanan gruplarda biberiye konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak daha az olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Biberiye yapısında bulunan fenolik bileşenlerden rosmarinik asit, karnosik asit ve karnasolün antioksidatif özelliğinden dolayı TBA değerini azaltıcı etkisinin olduğu Skerget ve ark. (26) tarafından bildirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda %2 biberiye esansiyel yağının; gökkuşluğu alabalıklarının mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu etki gösterdiği ve muhafaza süresini uzatmak amacı için kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Ayrıca kullanılan mikrobiyolojik metodu özellikle uygulama kolaylığı nedeniyle ve yüzey örnekleme metodu ile alınan örneklerle (27) arasında uyumsuzluk bulunmamasından dolayı bu yeni metodun laboratuvarlarda örnek almak amacıyla kullanılması tavsiye edilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapımı aşamasında özellikle materyal temini konusunda yardım ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Özlem Emir ÇOBAN'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

1. Çaklı Ş. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. 1. Baskı, Bornova-İzmir: Ege Üniversitesi, 2007.
2. Dönmez M, Tatar O. Fileto ve bütün olarak dondurulmuş Gökkuşluğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimindeki değişimlerin araştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 2001; 18: 125-134.
3. Anonim. "Türkiye İstatistik Kurumu". www.tuik.gov.tr/ 01.09.2016.

4. Çoban Ö. Bazı Esansiyel Yağların Tütsülenmiş ve Vakum Paketlenmiş Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrüne Etkisi. Doktora Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
5. Kırıcı S. İnan M. Effect of Different harvesting time on the essential oil content of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the Çukurova conditions, In Proceedings of the Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic plants, Adana, 2002.
6. Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. 1. Baskı, İstanbul: Gıda Teknolojisi Derneği, 1993.
7. Blaszyk M. Holley RA. Interaction of monolaurin, eugenol and sodium citrate on growth of common meat spoilage and pathogenic organisms. International Journal of Food Microbiology 1998; 39: 175-183.
8. Farag RS, Daw ZY, Hewedi FM, El-Baroty GSA. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. Journal of Food Protection 1989; 52: 665-667.
9. USDA/FSIS. Isolation and identification of Salmonella from Meat, poultry and egg products. United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service, Laboratory QA Staff 950 College Station Road Athens, GA, 2017.
10. AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Association official agricultural chemists. Washington: USA, 1990.
11. Tarladgis BG, Watts BM, Younnathan MT, Dugan LR. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. Journal of the American Oil Chemists Society 1960; 37: 44-48.
12. Statistical Analyses System (SAS), Inst. Inc. Cary. 8. Version, North Caroline: S.A.S. Institute, 1999.
13. Halkman AK. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları 1. Baskı, Ankara: Başak, 2005.
14. Uçak İ, Özogul Y, Durmuş M. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackarel fish burgers. International Journal of Food Science and Technology 2011; 46: 1157-1163.
15. Liu HF, Booren AM, Gray JI, Crackel RL. Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. Journal of Food Science 1992; 57: 803-806.
16. Çoban Ö, Özpolat E. The effects of different concentrations of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the shelf life of hot-smoked and vacuum-packed *Luciobarbus esocinus* filets. Journal of Food Processing and Preservation 2013; 37: 269-274.
17. Can ÖP, Ağaoğlu S, Alemdar S. Biberiye ekstraktı ilavesinin tavuk köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisi. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1026; 1: 01-06.
18. Zaika LL, Kissinger JC, Wasserman AE. Inhibition of lactic acid bacteria by herbs. Journal of Food Sciences 2006; 48: 1455-1459.
19. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernandez-Lopez J, Perez-Alvarez JA. Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. International Journal of Food Science Technology 2008; 43: 526-531.
20. Lamada HM, El-Sheshtawy SM, Ragab AM, El-Ekhnawy KE. Effect of rosemary oil (*Rosmarinus officinalis*) on *Pseudomonas aeruginosa* experimentally inoculated in minced Nile Perch (*Lates niloticus*) fish with special reference to biogenic amines. Global Journal of Agriculture and Food Safety Sciences 2014; 1: 295-306.
21. Karpinska M. Effect of the addition of ground rosemary on the quality and shelflife of turkey meatballs during refrigerated storage. British Poultry Science 2008; 49: 742-750.
22. Athina GN, Vasiliki I, Giatrakou I, Savvaidis N. Combined natural antimicrobial treatments (EDTA, lysozyme, rosemary and oregano oil) on semi cooked coated chicken meat stored in vacuum packages at 4°C microbiological and sensory evaluation. Innovative Food Science and Emerging Technologies 2010; 11: 187-196.
23. İnal E. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Ankara: Pozitif Matbaacılık, 2007.
24. Baygar T, Özden Ö, Üçok D. Dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesi üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences 2004; 28: 173-178.
25. Georgantelis D, Ambrosiadis I, Katikou P, Blekas G, Georgakis SA. Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C. Meat Science 2008; 76: 172- 181.
26. Skerget M, Kotnik P, Hadolin M, Hras AR, Simoncic M, Knez Z. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chemistry 2005; 89: 191-198.
27. Del Río E, Panizo-Morán M, Prieto M, Alonso-Calleja. C, Capita R. Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. International Journal of Food Microbiology 2007; 115: 268-280.