

Buzdolabı Koşullarında Depolanan İstavrit Balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nın Tazeliğinin ve Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi*

Gülgün F. ŞENGÖR

Istanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Laleli, İstanbul-TÜRKİYE

Ufuk ÇELİK

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir-TÜRKİYE

Sevilsen AKKUŞ

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD, Bornova, İzmir-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 12.01.1998

Özet: Bu araştırma, buzdolabı koşullarında depolanan (+2C - +4°C) istavrit balığının (*Trachurus trachurus*, L.1758) tazeliğinin ve kimyasal bileşiminin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bakteriyel faaliyet ve balık etinde meydana gelen kimyasal değişimler neticesinde TMAO, TMA,DMA ve FA'e kadar indirgenmektedir. Bu bileşiklerin balık etindeki miktarları tazeliğinin belirlenmesinde önemlidir.TMAO'ın kimyasal olarak DMA ve FA'e yıkımı, balığın tekstürel özelliklerine de etki etmektedir. Bu sebeple depolanan balığın tekstürel özellikleri duyu analizi ile izlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen duyu analizi sonuçlarının diğer kimyasal test sonuçlarına paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Balık etinin pH değeri, konnektif doku üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Et dokusunun pH değerindeki artış ile birlikte doku içerisindeki bakterisit etkiye sahip enzimler faaliyete geçmektedir. İncelenen balığın pH değeri depolama süresince kimyasal analizlere paralel olarak artış göstermiştir. Yedi günlük depolama süresi sonunda ortalama 6.61 pH, 50.4 mg/100g TVB-N, 12.683 mg/100g TMA-N, 3.234 mg/kg FAex. ve 4.688 mg/kg FAdest. değerlerine ulaşılmıştır. Faex. Ve FAdest. dışında tespit edilen değerlerin tümü kabul edilebilir sınır değerleri aşmıştır.

Balık etinin kimyasal bileşiminin araştırılması; saklama ve işleme koşullarının belirlenmesi, insan beslenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çok yağlı ve zayıf dokuya sahip balıkların soğuk ve donmuş muhafaza ömürleri sınırlı olmaktadır. Bu sebeple incelenen türün kimyasal bileşimleri tespit edilmiştir. Neticede ortalama % 1.73 yağ, % 1.48 kül, % 72.15 nem ve % 21.02 protein değerine sahip orta yağlı, yüksek protein değerine sahip bir ürün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: İstavrit, trimetilamin, formaldehit, duyu analizi.

Determination of Freshness and Chemical Composition of Scad (*Trachurus trachurus*, L. 1758) Stored in Refrigerator

Abstract: This study was carried out to determine the freshness and chemical composition of scad stored at +2C - +4°C. As a result of bacterial activities and chemical changes in fish meat TMAO breaks down to TMA, DMA and FA. In the fish meat the amounts of these compounds are important for the determination of the freshness of fish meat. Breakdown of TMAO into DMA and FA has an effect on the properties of the texture of the fish. Hence we attempted to distinguish the textural characteristics of the stored fish with sensorial analysis. It was detected that the results of the sensorial analysis were in parallel with those of chemical analysis.

The pH value of fish meat has a very strong effect on connective tissue. With the increase in pH value in fish tissue, enzymes with a bacterial effect become active. The pH value in this study increased as storage time increased in parallel with chemical analysis. After seven days of storage the following average values were recorded; 6.61 pH, 50.4 mg/100g TVB-N, 12.683 mg/100g TMA-N, 3.234 mg/kg FAex. and 4.688 mg/kg FAdest. Except FAdest. and FAex. all the values were determined to be beyond acceptable values.

Investigating the chemical composition of fish meat, and determining the processing and storage conditions have a great importance on human nutrition. Fatty fish with weak tissue has limited cold and frozen storage time. For this reason the chemical composition of the species under study was determined. As a result the fish was found to be with medium fat, high in protein with the following values of 1.73 % fat, 1.48 % ash, 72.15 % moisture and 21.02 % protein on average.

Key Words: Scad, trimethylamine, formaldehyde, sensorial analysis.

* Bu makale, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 17-19 Eylül 1997, Süleyman Demirel Üniv., Eğirdir Su Ürünleri Fak.de bildiri olarak sunulmuştur.

Giriş

Dünya nüfusunun hızla artışıyla birlikte protein içeriği ve doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengin olan su ürünlerine talep de giderek artmaktadır. Tüketim alışkanlıklarının başında gelen “taze tüketim”, özellikle evlerde uygulanan “buzdolabında saklama yöntemi” yaygın olarak kullanılan metotlardan biri olmaktadır.

Balık eti tazeliğinin korunabilmesi için 0°C'deki depo sıcaklığına ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm canlılarda olduğu gibi balık dokusundaki hayati faaliyet sona erdiğinde doku enzimleri hızla hücreleri tahrip ederek etin yumuşamasına sebebiyet vermektedir. Kasaplık hayvanlarda “olgunlaşma” olarak adlandırılan bu olay, et kalitesi açısından tercih edilen bir durum olmakla birlikte, balıklarda istenmemektedir.

Balık ve diğer deniz ürünleri otolize, oksidasyona, yağların hidrolizine ve mikrobiyal bozulmaya karşı diğer etlere göre daha hassastır. Bunun nedeni balık enzimlerinin daha hızlı otolizi ve balık etindeki asit reaksiyonlarının daha az olmasıdır (1).

Deniz ürünlerine buzla muhafaza koşullarının uygulanması halinde dahi bozulma ve tazeliğin kaybında zaman faktörü birinci derecede rol oynar. Bu nedenle günlerce buzda depolanmış balıklar taze haldeki lezzet ve kendine özgü balıksı kokuyu koruyamazlar (2).

Balığın bozulma süreci içinde birçok değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Post-mortem evresi balık kasının pH'sında meydana gelen değişim en önemli faktörlerden birisidir. Glikojenin laktik aside hidrolizi neticesinde pH düşer (3).

Deniz balıkları bozulmaya başladığında TMAO, TMA ' ya indirgenir. Bununla birlikte DMA ve FA oluşumu başlar (4).

TMAO balık etinde çoğalan bakterilerin ve ortamda oluşan süt asidinin etkisiyle TMA'e dönüşmektedir. Böylece taze deniz balıklarında eser miktarda olabilen TMA düzeyi balık bayatladığı bir sırada yükselmeye ve koktuğu zaman oldukça büyük miktarda artışa neden olmaktadır. TMA'nın miktarı bayatlama ve bozulma için bir gösterge olacak oranda yükseldiği zaman, proteoliz sonucu meydana gelen diğer bozukluk göstergelerinden daha önce miktarında artış olmaktadır (5).

TMA balıksı koku ile ilişkili olmasına rağmen tek başına bu kokuyu vermez. Ancak balıksı koku, TMA'nın balık kasındaki yağ ile reaksiyona girmesi sonucunda oluşur (6).

Birçok yazar TVB-N ve TMA tespitinin yararlarını bildirmelerine rağmen yapılan araştırmalarda kalite ile bu

maddelerin miktarı arasında kesin bir ilişki saptanamamıştır. Mikrobiyal kontaminasyon sonucu ortamdaki birçok bakteri TMAO ve TMA ' i indirger. Bu nedenle kasta TMA varlığı bakteriyel kontaminasyon seviyesi için iyi bir belirtidir. Bununla birlikte, TMA içeriğinin önemi incelenen türe göre değişir. Tüm türlerde iyi bir belirteç değildir bu nedenle bu bilgiler çok dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır (7).

FA , ekstrakte edilebilen protein kayıpları ile direk ilişkili bir reaksiyon ürünüdür. Analitik olarak FA, serbest, tersinir bağlı ve tekyönlü bağlı olmak üzere sınıflandırılabilir. Serbest FA genellikle perklorik veya triklorasetik asit solüsyonlarıyla ekstrakte edilir, tersinir bağlı FA , asitle kastan distile edilebilirken tek yönlü bağlı FA ekstrakte edilemez ve ölçülemez (8).

Gill ve ark. (9) 'in bildirdiğilerinde Red hake (*Urophycis chuss*)'deki tropoin ve myosinin karşılıklı etkileşimi ile zayıf bağ oluşturdıkları ve bu nedenle FA üretiminin donmuş muhafaza esnasında ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Banda ve Hultin (10), TMAO'den enzimatik olarak üretilen FA oluşumu neticesinde kas dokusundaki moleküler haldeki bileşiklerin mevcut olduğunu kanıtlamışlardır.

Bu bozunma reaksiyonları birçok enzimatik değişiklikler ile birleşerek özellikle -5 ile -10 °C'deki hızlı sıcaklık değişimleri sonucu donmuş balıkta kalite kaybına neden olur (11, 12).

Balıkların taze olarak muhafaza edilmesinde muhafaza sıcaklığı ve süresi önem taşımaktadır. Bu çalışmada ele alınan istavrit balığı (*Trachurus trachurus*, L., 1758) beyaz etli bir balık olup, buzdolabı koşullarındaki depolama ömrü ve kimyasal bileşimi, kimyasal ve duyuşsal analiz ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan ortalama 16cm boyunda ve 50gr ağırlıktaki 70 adet istavrit balığı İzmir Körfezi balıkçılarından temin edilmiş ve avlamadan yaklaşık 2 saat sonra ilk analizleri yapılmıştır. 0.gün analizlerinden sonraki 2., 4., 7., 9., 14. ve 18.gün ve duyuşsal analizler için ayrılan balıklar bütün halde polietilen ambalajlarda (+2 ila +4)°C ' de depolanmıştır.

Analizler ; pH tayini Ebro marka dijital pH-metre ile, TVB-N tayini Antonacopoulos, (13)'a, TMA-N tayini AOAC (14)'a, FAex Nash, (15)'e ve FAdest Rehbein (16)' ya göre gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz ise, Torry tat panel formu Regenstein ve Regenstein (17) kullanılarak uygulanmıştır.

Kimyasal bileşimi tespiti amacıyla yapılan analizler ise; ham yağ Bligh ve Dyer (18), ham kül ANON (19), nem Ludorff ve Meyer (20) ve ham protein Nx6.25 (Kjeldahl yöntemi) AOAC (21) ' e göre yapılmıştır.

Bulgular

Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığının kimyasal bileşimi Tablo 1'de bildirilmiştir. Sonuçlardan izleneceği üzere orta yağlı, yüksek protein içeriğine sahip olan istavrit balığı beslenmemiz için önemli bir su ürünü kaynağı olmaktadır.

Tablo 1. Istavrit balığının kimyasal bileşimi (n=3)

	Ham Yağ %	Ham Kül %	Nem %	Protein %
Ort.	1.7299	1.4778	72.1523	21.02
Min.	1.4666	1.4705	71.257	20.93
Max.	1.9933	1.4851	73.2	21.1

	PH	TVB-N mg/100g	TMA-N mg/100g	FAex. mg/kg	FAdest. mg/kg
0. x ± Sx	6.26±0.00577	23.8±0.80829	0.717±0.13586	3.234±0.15284	1.125±0.06233
G V 0.159	5.882	32.821	8.185	9.596	
Ü min.	6.25	22.4	0.391	2.867	0.938
N max.	6.27	25.2	0.848	3.381	1.125
2. x ± Sx	6.26 ± 0.00577	23.8±0.80829	0.717±0.13586	3.234±0.15284	1.125±0.06233
G V	0.159	5.882	32.821	8.185	9.596
Ü min.	6.25	22.4	0.391	2.867	0.938
N max.	6.27	25.2	0.848	3.381	1.125
4. x ± Sx	6.48±0.0577	28±0.46666	5.152±0.34350	2.058±0.21358	3.375±0.06233
G V	0.154	2.886	11.548	17.975	3.198
Ü min.	6.47	28	4.174	1.764	3.188
N max.	6.49	29.4	5.25	2.499	3.375
7. x ± Sx	6.6±0.02185	50.4±3.89336	12.683±2.11913	3.234±0.21358	4.688±0.06266
G V	0.551	13.379	28.939	11.439	2.315
Ü min.	6.85	50.4	6.652	2.793	4.5
N max.	6.92	50.4	13.292	3.528	4.688
9. x ± Sx	6.86±0.02185	65.8±1.23468	17.456±0.87828	2.867±0.02466	2.438±0.06266
G V	0.551	3.250	8.714	1.490	4.452
Ü min.	6.85	63	16.335	2.793	2.25
N max.	6.92	67.2	19.345	2.867	2.438
14. x ± Sx	6.73±0.01452	67.2±2.46936	17.391±0.3776	4.337±0.58351	5.625±0.06266
G V	0.373	6.36468	3.76069	23.303	1.929
Ü min.	6.7	61.6	17.103	3.675	5.625
N max.	6.75	70	18.352	5.66	5.813
18. x ± Sx	7.9±0.01763	197.4±1.68259	19.089±0.071033	5.292±0.76540	5.625±0.10825
G V	0.386	1.476	6.445	25.051	3.333
Ü min.	7.88	196	17.744	4.116	5.438
N max.	7.94	201.6	20.201	6.762	5.813

Tablo 2. Istavrit balığının depolanması sırasındaki pH, TVB-N, TMA-N, FAex. ve FAdest. Değişimleri

Tespit edilen kimyasal bileşimin ışığında balık eti yağlılığının çok fazla olmaması sebebiyle yağ oksidasyonunun izlenmesi yerine; bakteri faaliyeti ve balık doku enzimlerinin etkisiyle meydana gelen kimyasal değişimler incelenmiştir. Bu amaçla depolama süresine bağlı olarak 0.gün ile 18.güne değin belirli periyotlarda yürütülen pH, TVB-N, TMA-N, FAex., FAdest. değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Depolama süresi boyunca pH, TVB-N ve TMA-N arasındaki ilişki Grafik 1'den, TMA-N ve FAdest.değerlerindeki ilişki Grafik 2'den izlenebilmektedir.

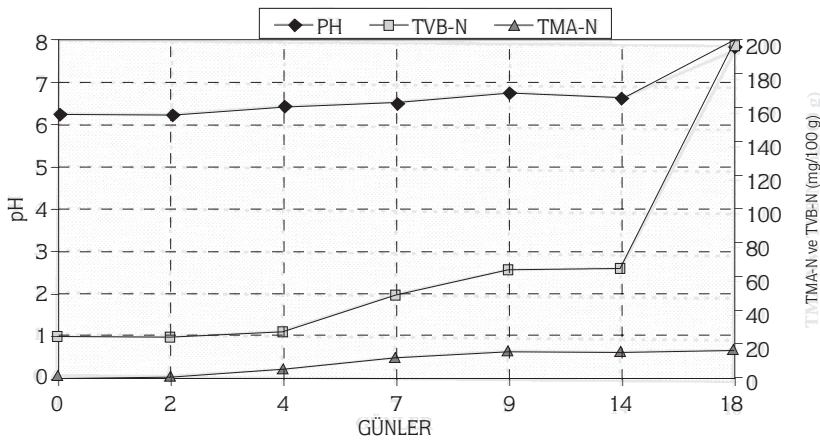
Grafik 1'den izleneceği üzere balık eti pH'sındaki artışa paralel olarak TVB-N ve TMA-N içeriğinde depolama süresi boyunca doğrusal bir artış söz konusudur. Depolamanın yedinci gününde tespit edilen ortalama 6.6'lık pH değeri tazeliğin kaybolduğunun bir habercisidir. Yine depolamanın yedinci gününde belirlenen

TVB-N ve TMA-N içeriklerinde ise; birbirini teyid eden sınır değerlerin aşıldığı tespit edilmiştir. Grafik 2'de gösterilen ve kimyasal yıkımın son basamağını oluşturan FA değerinin depolama süresi boyunca belirli seviyelerde iniş çıkışlar gösterdiği; dolayısıyla buzdolabı koşullarında depolanan ürün kalitesi için belirleyici bir test olmadığı söylenebilmektedir.

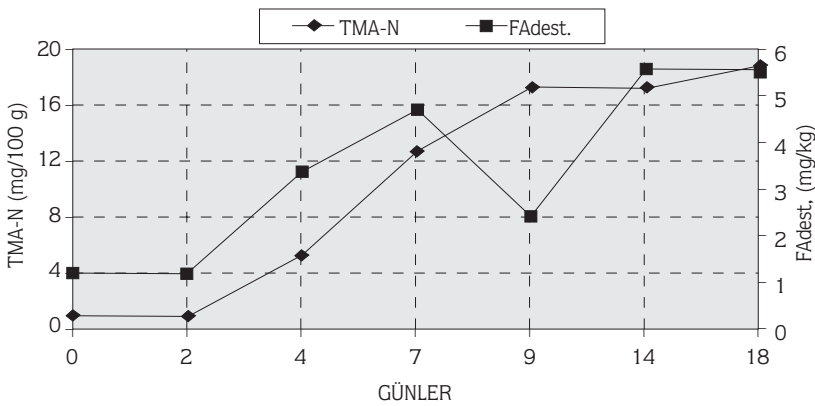
İncelenen ürünün depolama süresi boyunca elde edilen duyu analizi sonuçları Grafik 3'de gösterilmiştir.

Torry tat panel formuna göre belirlenen duyu tercihler "1-10" skalası esas alınarak "1" en kötü, "10" en

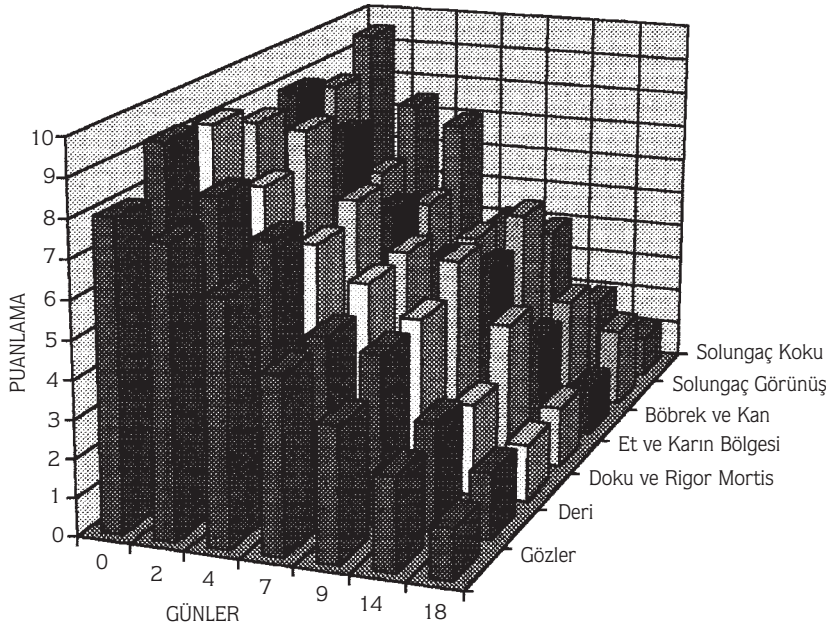
iyi olarak değerlendirilmiştir. Buna göre balıkta gözler, deri, doku ve rigor mortis etkisi, et ve karın bölgesi, böbrek ve kan, solungaç görünüş ve solungaç koku kriterleri değerlendirilmiştir. Depolamanın 7.gününde irdelenen kriterlerden en kötü puana göz ve deride rastlanılmıştır. Diğer kriterlerde ise; orta seviyede tüketici tercihleri bildirilmiştir. Panelistlerce yapılan değerlendirmeler sonucunda depolamanın 7. gününde kimyasal analiz sonuçlarına paralel olarak balık kesinlikle reddedilmiştir.



Grafik 1. İstavrit balığının depolanması sırasında pH, TVB-N ve TMA-N değişimleri



Grafik 2. İstavrit balığının depolanması sırasında TMA-N ve Fadest. değişimleri



Grafik 3. Istavrit balığının depolanması sırasındaki duyusal analiz

Tartışma

Su ürünlerinin tümü et ve kümes hayvanlarına kıyasla oldukça yüksek protein kaynağıdır. Bu özellikleri ile insan beslenmesi için önemli bir gıda durumundadırlar. Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığının sahip olduğu kimyasal kompozisyon sebebiyle beslenmemiz için yararlı bir gıda olmakla birlikte, soğuk depolama için elverişli bir tür olduğu tespit edilmiştir.

Balık etinin kimyasal bileşimine bağlı olarak depolama ömrü değişebilmektedir. Genellikle düşük yağ içeriğine sahip balıklar, yağlı balıklara oranla daha uzun donmuş depolama ömrüne sahiptirler. Connell (17)'in bildirişine göre; kötü durumdaki yağsız balıklar soğutuldukları zaman aynı türden iyi durumdaki balıklardan daha hızlı bozulmaktadır. Bu durum kötü durumdaki yağsız balıkların etindeki düşük glikojen içeriğine bağlı yüksek pH'ya sahip olması ile ilişkilendirilmektedir. Balığın ölümünü takiben glikojen laktik aside dönüşmekte ve konsantrasyonu etin pH'sını belirlemektedir. Düşük laktik asit, etin yüksek pH'sına neden olmaktadır. Bozulmaya yol açan bakteriler, yüksek pH'lı etlerde daha aktiftir.

Deniz ürünlerinde pH derecesinin tayini bunların tazeliklerinin tespitinde önemli bir yardımcı testtir. Buzdolabı koşullarında analize alınan istavrit balığının pH değeri 0. günde 6.26 iken 18. günde 7.9 luk bir değerle kabul edilebilecek düzeyi aşmıştır. pH'daki bu artışa bağlı olarak TMA gibi alkali yapıdaki maddeler de maksimum seviyelere ulaşmıştır.

Malle ve ark. (22), Bennour ve ark. (23)'deki bildirişlerine göre; istavrit ve sardalya balıklarında ortalama TVB-N içeriği 18-20 ile 16-18 mg/100 g. seviyelerinde tespit edilmiştir.

Denatüre olmuş balık etlerinde çeşitli uçucu bileşikler meydana gelir. Bunlar TMA, DMA, NH₃ ve uçucu bazlardır. Denaturasyon sırasında özellikle deniz balıklarında TMAO redüksiyona uğrayarak TMA ve aynı zamanda protein parçalanmasıyla NH₃ meydana gelir. Bu sebeple deniz balıklarında kokuşmanın çeşitli evrelerini saptamak için TMA-N ile TVB-N birarada belirlenmesine gidilmelidir.

Literatür bilgilerine göre yeni yakalanmış istavrit ve sardalya balıklarında ortalama TVB-N içeriği sırasıyla 18-20 mg/100g ve 16-18 mg/100g'dır (22, 23).

Çalışmamızda 0. günde TVB-N değeri 23.8 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Avlanmadan analize alınana kadar geçen süre ve bu süre içindeki depolama koşulları dikkate alındığında bulgularımız Malle ve ark. (22) ve Bennour ve ark.(23)'nin bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Grafik 1 incelendiğinde başlangıçta 23.8 mg/100g olan TVB-N değerinin 7.günün sonunda 50.4 mg/100g düzeyine ve TMA-N değerinin ise 0.717 mg/100g seviyesinden 12.683 mg/100g'a ulaştığı görülür. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere TVB-N ve TMA-N değerlerindeki bozulma değerleri izlenen depolama günlerinde birbirine paralel olarak artış göstermekte ve 7. günün sonunda heriki parametre için elde edilen değerler ürünün tüketilebilirliğinin kalmadığına işaret etmektedir.

TVB-N, 25 mg/100g ' a kadar "çok iyi" , 30 mg/100g 'a kadar "iyi", 35 mg/100g ' a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100g'dan fazla "bozulmuş" olarak değerlendirilmektedir (24).

Yine balıktaki TMA-N değerleri 5mg/100gr iyi kalite, 10mg/100gr tehlikeli sınır,12mg/100gr üzeri bozulmuş olarak değerlendirilmektedir (20).

Civera ve ark. (25) tarafından yapılan çalışmada +2°C'de depolanan sardalya balıklarında 8. günde TVB-N içeriği 56 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Yine +2°C'de depolanan uskumru balıklarında TMA-N içeriği 8. günde 13.3 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Varlık ve Gökoğlu'nun (26) yaptıkları çalışmada 17-22°C çevre koşullarında istavrit balığının tazeliğini 12 saat süreyle koruyabildiğini bildirmişlerdir. Çalışmada TVB-N artışında sıcaklığın rolünün önemi vurgulanmıştır.

Tablo 2'deki TMA değerleri incelendiğinde depolamanın 4. gününde iyi kalite özelliklerini koruduğu 9.günde ise ort. 17.456 mg/100 g' lık bir düzey ile kabul edilebilirlik düzeyini aştığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar morina ve benzeri balıklarda kabul edilebilir en üst sınır TMA değerini 15 mg/100gr olarak bildirmişlerdir (27).

Araştırma bulgularımız arasında yeralan FA analiz sonuçları tablo 2'den incelendiğinde, depolamanın tüm aşamalarında üst sınır değere ulaşmadığı; beklenen bir sonuç olarak taze soğutulmuş balıkta rastlanmadığı tespit edilmiştir. Birçok araştırmacının ileri sürdüğü üzere FA oluşumu donmuş depolama sırasında depolama sıcaklığındaki artışa, dokulardaki bozulmanın hızlanmasına bağlı olarak iç organlara ait dokularda kırmızı ya da beyaz kasta çoğunlukla Gadidae familyasına ait türlerde rastlanmaktadır.

FA analiz sonuçlarının kalite yönünden sınıflandırılması ise; FA destilat içeriği <10mg/kg ise düşük, <16-30 mg/kg ise orta, <75 mg/kg ise yüksek şeklinde

değerlendirilmiştir (28). Bu değerlendirmeye göre; FAdest. değeri 18 günlük depolama süresi sonunda ortalama 3.428'lük bir değerle düşük bir seviyededir. Depolamanın tüm günleri boyunca minimum 1.125, maksimum 5.625 değerlerinde tespit edilmiştir.

Grafik 2'deki TMA-N ve FAdest. değişimleri incelendiğinde 2, 4 ve 7.günde paralel bir artış sözkonusu iken; depolamanın 9.gününde FAdest. değerindeki düşüş TMA-N değerindeki yükselmeye karşılık gelmiş, 14.günün sonrası ani bir yükselme ile TMA-N seviyesine ulaşmıştır. Bu sonuçlardan anlaşıldığı üzere FAdest. değerinin taze balık etinin ilerleyen aşamalarında ortaya çıkan bozulma için önemli bir katkısı olmamaktadır. Analiz periyotları boyunca tespit edilen FAdest. değerleri, balık etindeki biyokimyasal olayların bir sonucudur.

Şüphesiz tüketilebilirliğin tespitinde duyuşal testlerin yeri çok önemlidir. Torry tat panel formuna göre belirlenen duyuşal analiz sonuçları kimyasal analizlerle paralellik göstermektedir. Panelist değerlendirmelerin ışığında ilk etapta tazelik kaybının duyuşal olarak göz ve deride ortaya çıktığı, zaman ilerledikçe doku, kan ve solungaçlarda da belirgin olarak hissedildiği söylenebilmektedir.

Sonuç olarak, taze istavrit balığı, buzdolabı koşullarında (+2 ila +4°C) maksimum 7 günlük depolama ömrüne sahiptir. Bakteri bozulmasının bir göstergesi olarak TMA-N ve parçalanma ürünleri ile uçucu bazların birlikteliğinde ürünün tüketilebilir bir kalitede olup olmadığı belirlenebilmektedir. Balık eti tazeliğinin duyuşal olarak algılanması mümkün olmakla birlikte, diğer kimyasal testlerin beraberliğinde yorum yapılması doğrudur. Yine balık etinin büyüklüğüne, cinsiyetine ve yakalanma mevsimine bağlı olarak sahip olduğu kimyasal bileşim tüketici beğenisine ve işleme şekline doğrudan etki etmektedir. Yakalanan balığın soğutulmuş depo koşullarında saklanması kalitenin devamı açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

1. Fraizer, W.C., Westhoff, D.C. Contamination, Preservation and Spoilage of Fish and Other Seafood. Food Microbiology. McGraw Hill Book Company, 1978 : 244-254.
2. Omurtag, A.C., Omurtag, E.H. Su Ürünleri Teknolojisi Kontrol ve Analiz metotları. Ogun Kardeşler Mat. Ankara, 1968: 80-81.
3. Ryder, J. M., Fletcher, G. C., Stec, M. G., Seelye, R. J. Sensory, Microbiological and Chemical Changes in Hoki Stored in Ice. International Journal of Food Science and Technology ;1993: (28), 169-180.
4. Yamataga, M., Low, L. K. Banana Shrimp, *Penaeus merlugiensis*. Quality Changes During Iced and Frozen Storage. Journal of Food Science, 1995; 60 (4).
5. Tolgay, Z., Tetik, I. Gıda Kontrolü ve Analizleri Klavuzu. Ege Matbaası, Ankara, 1964:180-181.
6. Herbard, C.E., Flick, G.J., Martin, R.E. Occurrence and Significance of Trimethylamine Oxide and Its Derivatives in Fish and Shellfish. Introduction to Fish Technology,1982 : 149-182.

7. Malle, P., EB, P., Tailliez, R. Determination of the Quality of Fish by Measuring Trimethylamine Oxide Reduction. *International Journal of Food Microbiology*, 1986; 3: 225-235.
8. Boeri, R. L., Almandos, M. E., Ciarlo, A. S., Giannini, D. H Formaldehyde Instead of Dimethylamine Determination as a Measure of Total Formaldehyde Formed in Frozen Argentine Hake (*Merluccius hubbsi*). *International Journal of Food Science and Technology*, 1993; (28), 289-292.
9. Gill, T.A., Keith, R.A., Smith Lall, B. Textural Deterioration of Red Hake and Haddock Muscle in Frozen Storage as Related to Chemical Parameters and Changes in the Myofibrillar Proteins. *Journal of Food Science*, 1979; (44), 661-667.
10. Banda, M.C.M., Hultin, H.O. Role of Cofactors in Breakdown of TMAO in Frozen Red Hake Muscle. *J. Food Proc. Preserv.*, 1983; (7), 221.
11. Leblanc, E.L., Leblanc, R.J., Blum, I.E. Prediction of Quality in Frozen Cod (*Gadus morhua*) Fillets. *J. of Food Sci.* 1988; 53 (2), 328-340.
12. Smith, J.G.M., McGill, A.S., Thomson, A.B., Hardy, R. Preliminary Investigation into the Chill and Frozen Storage Characteristics of Scad (*Trachurus trachurus*) and its Acceptability for Human Consumption. In *Advances in Fish Science and Technology*. Edited by J.J. Connell, Fishing News Books, 1980: 303- 307.
13. Antonacopoulos, N. Bestimmung des Flüchtigen Basenstickstoffs; In *Fische und Fischerzeugnisse*, Auflage-Verlag Paul Parey., 1973; 213-216.
14. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1990: (2), 869.
15. Nash, T. The Colorimetric Estimation of Formaldehyde by Means of The Hantash Reaction, *Biochem J.*, 1953; 55: 416-421.
16. Rehbein, H. Formaldehyd in Fischprodukten: 1. Herkunft und Gehalt Information für die Fischwirtschaft, 1986; 1(33), 134-141.
17. Regenstein, J.M., Regenstein, C.E. Assessing Fish Quality. *Introduction to Fish Technology*. An Osprey Book, 1991: 90-103.
18. Bligh, E.G., Dyer, W.J. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, *Can. J.Biochem. Phys.*, 1959; 37: 911-917.
19. ANON. Et ve Et Mamüllerinde Kül Tayini. TS 1746. 1984 .
20. Ludor F.W., Meyer, V. *Fisch und Fischerzeugnisse*. Paul Parey Verlag .1973: 95-111.
21. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1990: (2), 937.
22. Malle, P., Nowogrocki, G., Tailliez, R. Correlation Entre l'indice D'alteration et L'azote Basique Volatil Total Pour Divers Poissons Marins. *Sci. Aliments*, 1983; (3), 311-322.
23. Bennour, M., El Marakci, A., Bouchriri, N., Hamama, A., EL Ouadadaa, M. Chemical and Microbiological Assessments of Mackerel (*Scomber scombrus*) Stored in ice. *Journal of Food Protection*, 1991; (54), 789-792.
24. Kietzmann, U., Priebe, K., Rakow, D., Reichtein, K. Seefisch als Lebensmittel, Hilfsproben zur Ermittlung des Zersetzungsstandes von Seefischchen, Paul Parey . 1969: 203-217.
25. Civera, T., Turi, R.M., Bisio, C., Parisi, E., Fazio, G. Sensory and Chemical Assessment of Marine Teleosteans. *Sciences des Aliments*. 1992: 13.
26. Varlık, C., Gökoğlu, N. İstavrit Balığı (*Trachurus mediterraneus mediterraneus*, Stindachner, 1868)'nin Satış Koşullarındaki Kalite Değişimi Üzerine Bir Araştırma. *I.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. 1991: 1-2, 99-106.
27. Tan, E. Ülkemiz Su Ürünlerinin Durumu Bazı Değerlendirme Şekilleri ile Kalite Özelliklerine Esas Olan Analiz Metodları. *T.O.K.B. Gıda Teknolojisi Araş. Enst. Müd.*, Bursa. 1990.
28. Rehbein, H. Breicht Über die Untersuchung von Garnelenkonserven aus Island auf Formaldehyd und Hexamethylentetramin. *Forschungsgesellschaft Fleischwirtschaft e.v. Hamburg*, 1987: 36-43.