

## No-Frost Koşullarda Depolanan Sardalya Balıklarının (*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)) Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Değerlendirilmesi

Şükran Çaklı<sup>1</sup>, Bahar Tokur<sup>2</sup>, Ufuk Çelik<sup>1</sup>, Latif Taşkaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Mersin, Türkiye

**Abstract:** *Physical, chemical and sensory evaluation of sardines (*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)) stored at no-frost conditions.* In this study, sensory, chemical, and physical analyses were carried out on sardines (*Sardina pilchardus*) as fresh and cleaned, during 140 days of storage at no-frost conditions. pH as physical criteria which determine quality of frozen fish meat, thiobarbituric acid (TBA) mg malonaldehyde/ kg sample, total volatile base nitrogen mg N/100 gr sample and formaldehyde (FA) as criteria which determine enzymatic, biochemical and microbiology deterioration of fish and also sensory criteria as color, odour, taste, consumption value and texture firm were considered. During storage, the means of pH, TBA, TVB-N, free FA<sub>(ex)</sub> and free and bound FA<sub>(dest)</sub> values were 6.41-6.53, 0.50-4.76 mg malonaldehyde/kg sample, 16.8-21.0 mg N/100 gr sample, 1.74-2.39 mg FA(ex)/kg and 0.66- 1.55 mg FA(dest)/kg, respectively. At the end of this study, the critical value of chemical and physical quality criteria were not reached. However, the values of results obtained in sensory analyses were rapidly improved than value of physical and chemical analyses in the evaluation of quality.

**Key Words:** Sardine, physical, chemical, sensory, fresh.

**Özet:** Bu çalışmada, taze ve temizlenmiş olarak, sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)) 140 gün ile no-frost koşullarında depolanması sonucunda meydana gelen fiziksel, kimyasal ve duyusal kalite değişiklikleri incelenmiştir. Donmuş balık eti kalitesini belirleyen fiziksel kriter olarak pH, balıkların enzimatik, biyokimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalarını belirleyen kimyasal kriterler olarak tiyobarbitürik asit (TBA) mg malonaldehit/ kg örnek, toplam uçucu temel azot (TVB-N) mg N/100 gr örnek ve formaldehit (FA) değerleri ve duyusal kriterler olarak da renk, koku, lezzet, genel kabul edilebilirlik ve doku yapısında meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Depolama boyunca ortalama pH, TBA, TVB-N, FA(ex) ve FA(dest) değerleri sırası ile, 6,41-6,53, 0,50-4,76 mg malonaldehit/kg örnek, 16,8-21,0 mg N/100 gr örnek, 1,74-2,39 mg FA/kg, 1,55-4,125 mg FA/kg olarak saptanmıştır. Araştırmanın sonucunda, fiziksel ve kimyasal kalite kriterlerinin tüketilebilirlik sınırını aşmadığı ancak, kalite değerlendirilmesinde, duyusal analizler sonucu elde edilen bulguların, fiziksel ve kimyasal analiz bulgularından daha hızlı ilerlediği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sardalya, fiziksel, kimyasal, duyusal, taze.

### Giriş

Türkiye'nin Batı Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgelerinde avlanan su ürünlerinin önemli bir kısmını sardalya balığı (*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)) oluşturmaktadır. 1995 yılındaki verilere

göre, sardalya balığının bu bölgelerdeki toplam avcılığı 33.810 tondur (DİE, 1995). Türkiye'de sardalya balığının büyük bir kısmı balık yağı ve balık unu şeklinde geri kalan kısmı da konserve, salamura, taze, soğutulmuş, dondurulmuş

*Bu çalışma Akdeniz Balıkçılık Kongresi (9 – 11 Nisan 1997, İzmir) 'nde bildiri olarak sunulmuştur.*

ve kurutulmuş olarak değerlendirilmektedir.

Aşırı avcılık ve kirlilik gibi çeşitli etkenler, doğal stoklarımızdaki su ürünlerini giderek azaltmaktadır. Bu da, insanların hayvansal protein ihtiyaçlarını karşılamada oldukça önemli bir yeri olan su ürünlerinin direkt olarak insan gıdası olarak tüketilmesi gerektiği sonucunu doğurmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde su ürünleri tüketimini etkileyen en önemli faktörler arasında ürünün ucuz olması, tüketicinin beslenme alışkanlığı ve damak zevkine uygun olması gibi faktörler gelmektedir. Günümüzde, insanların besinlerini doğal durumlarına en yakın tüketme yönündeki eğilimleri besinlerin donmuş durumda depolanmasının daha çok yaygınlaşan bir teknoloji olmasını sağlamıştır. Sardalya ve benzeri balıkların işlenmesinde en uygun teknolojilerden birinin de dondurarak depolama olduğu söylenebilir. Gelişen teknoloji sayesinde su ürünleri de, avcılığının bol yapıldığı dönemlerde daha ucuza temin edilerek pratik olarak evde hazırlanıp kolaylıkla buzdolaplarında dondurarak depolanabilir. Ancak dondurmak ve donmuş koşullarda depolamak hiçbir besinin kalitesinin iyileşmesini sağlamaz, ancak belli bir kalite düzeyini korumaya olanak verir. Bu zamana kadar farklı balık türleriyle dondurarak depolamanın etin kalitesinde meydana getirdiği değişimler ve depolama süresinin kaliteye olan etkileri hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Dawson *et al.*, 1978; Licciordello *et al.*, 1982; Lakshmanan *et al.*, 1990; Marrakchi *et al.*, 1990; Magnusson H., Martinsdottir E., 1995; Nilsson K., Ekstrand, B., 1995).

Bu çalışmada, taze ve temizlenmiş olarak sardalya balıkları 140 gün süre ile no-frost koşullarında depolanmıştır. No-frost, dondurucu bölümünde buz birikimine olanak vermeyen soğutucu demektir ve günümüzde birçok evdeki

buzdolapları no-frosttur. Bu nedenle evlerde depolanan sardalya balıklarında 140 günlük no-frostlarda depolanan sardalya balıklarında fiziksel, kimyasal ve duyuşsal kalite değişikliklerinin incelenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmuştur.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada, materyal olarak İzmir'in Urla ilçesinden yakalanarak balıkçılarda perakende olarak satışa sunulan sardalya balıkları kullanılmıştır. Öncelikle, sardalya balıklarının baş ve iç organları temizlendikten sonra strafor tabaklara dizilerek üstleri marketlerde satılan streç film ile kaplanmış ve 140 gün süre ile ev tipi buzdolabında no-frost koşullarında depolanmıştır. No-frost buzdolabına sahip bir tüketicinin şartları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır.

Örneklerde fiziksel kalite düzeyini saptamak amacı ile pH ölçümleri, kimyasal kalite düzeylerini belirlemek amacı ile ise tiyobarbitürik asit (TBA) mg malonaldehit/ kg ext, toplam uçucu temel azot (TVB-N) mg N/ 100 gr ve serbest formaldehit (FA<sub>ex</sub>) ve serbest ve bağlı formaldehit (FA<sub>dest</sub>) mg/kg, analizleri yapılmıştır. PH ölçümleri homojenize edilmiş balık etinde Ebro marka dijital pH-metre ile yapılmıştır.

TBA sayısı Tarladgis *et al.*, (1960)'a göre, toplam uçucu temel azot (TVB-N) tayini Antonacopoulos (1973)'e göre, FA<sub>(ex)</sub> tayini %6'lık perklorik asidin varlığında kasın buharla olan destilasyonu ile elde edilen kas ekstaktının su ile eldesinden Nash (1953)'e göre, FA<sub>(dest)</sub> ise Rehbein (1986)'a göre Antona Aparatı ile spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır.

140 gün boyunca no-frostta depolanan örnekler, oda sıcaklığında çözündürülmüş ve homojenize edilerek analizlerde kullanılmıştır. Her analiz 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Duyusal değerlendirmede kullanılacak materyal lamine torbaya yerleştirilip

kaynayan suda 10 dak. pişirilmiştir. Daha sonra eğitilmiş 5 kişilik panelist grubu ile örnekteki renk, koku, lezzet, genel kabul edilebilirlik ve dokuda meydana gelen değişim kriterleri 0 ile 9 skalaları baz alınarak değerlendirilmiştir. Burada "0" skalası tüketilemezlik sınırını göstermektedir (Paulus *et al.*, 1969).

### Bulgular

140 gün boyunca no-frost koşullarında depolanan sardalya balıklarının etlerinde, araştırma boyunca meydana gelen değişimleri tespit etmek amacıyla elde edilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** 5 ay boyunca no-frostta depolanan sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus*) fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Günler		TVB-N Mg/100g	TBA mg malonaldehit/kg	FA(ex) Mg /kg	FA(dest) mg/kg	PH
0	Xort	16.800	0.500	1.740	0.660	6.41
	Min.	15.400	0.374	1.617	0.563	6.41
	Max.	18.200	0.616	1.911	0.750	6.41
	Sx	1.838	0.129	0.137	0.133	0
1	Xort	14.500	-	1.700	2.72	6.39
	Min.	12.600	-	1.470	2.438	6.38
	Max.	16.800	-	2.132	3.000	6.40
	Sx	2.138	-	0.243	0.398	0.010
4	Xort	14.900	-	2.390	2.440	6.42
	Min.	14.000	-	1.764	2.250	6.42
	Max.	15.400	-	2.793	2.625	6.43
	Sx	0.808	-	0.494	0.265	0.01
7	Xort	17.700	2.940	1.760	0.660	6.41
	Min.	16.800	2.465	1.323	0.563	6.40
	Max.	18.200	3.518	2.058	0.750	6.42
	Sx	0.808	0.446	0.563	0.133	0.04
30	Xort	14.000	1.390	1.990	4.125	6.43
	Min.	12.600	1.357	1.691	3.938	6.43
	Max.	15.400	1.498	2.573	4.313	6.44
	Sx	1.980	0.055	0.325	0.265	0.005
62	Xort	21.000	4.500	0.980	0.840	6.45
	Min.	19.600	4.454	0.801	0.750	6.42
	Max.	22.400	4.532	1.103	0.938	6.49
	Sx	1.979	0.037	0.100	0.133	0.03
140	Xort	19.600	4.760	1.270	1.500	6.53
	Min.	16.800	4.469	1.176	1.500	6.52
	Max.	22.400	4.976	1.396	1.500	6.54
	Sx	3.959	0.312	0.111	0.000	0.002

Araştırma boyunca incelenen örneklerin pH düzeylerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. 0. günde 6.41 olarak saptanan pH düzeyi çok yavaş değişim göstermiştir ve 140. gündeki pH düzeyi 6.53 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, balıkların 0. günde 16.8 mg N/100 gr olan TVB-N düzeyleri

140. günde 19.6 mg N/100 gr olarak Antonacopoulos (1973)'un bildirdiği kriterlere göre tüketilebilirlik sınırını aşmadığı saptanmıştır. Tablo 1'de de görüldüğü gibi, sardalya balıklarının TBA değerleri 0.50 ile 4.76 mg malonaldehit/kg et düzeyleri arasında belirlenmiştir. Araştırmada, sardalya balıklarının FA

destilat değerlerinin 0.66 ile 1.500 arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 1). Örneklerdeki FA değerleri ekstrakt (serbest FA) ve destilat (serbest ve bağlı formaldehit toplamı) olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan duyu analizi sonuçlarına göre, 140 gün boyunca depolanan sardalya balıklarının doku yapısı, lezzet, koku, genel kabul edilebilirlik ve renk skalalarında tüketilebilirlik sınırını aşmadığı bulgulanmıştır (Tablo 2). İlk bir aylık depolamadan sonra, lezzette hafif bir acılaştırmanın başladığı, renkte sararmanın meydana geldiği ve depolama

süresine paralel olarak acılaştırmanın giderek arttığı saptanmıştır. Depolama süresince duyu analizi sonuçlarına paralel olarak acılaştırmanın arttığı TBA (mg malonaldehit/kg) sonuçları ile desteklenmektedir. Başlangıçta 0.50 mg malonaldehit/kg olan TBA değeri 62. günde 4.50 ve 140. günde 4.76 mg malonaldehit/kg'dır. Ayrıca doku yapısında da değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak, doku yapısında meydana gelen değişikliklerin örneklerin çözündürülmesinden kaynaklanabileceği de düşünülmektedir.

**Tablo 2.** 5 ay boyunca no-frostta depolanan sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus*) duyu analizi sonuçları

Günler	Lezzet	Doku sertliği	Koku	Genel kabul edilebilirlik	Renk	Panelistlerin Yorumu
30	6	7	7	7	7	Lezzette hafif bir acılaştırma ve renkte sararma başlamış
62	6	6	6	6	6	Doku sertliğinde bozulma başlamış, lezzette hafif bir acılaştırma ve renkte sararma var
140	6	5	4	5	5	Hafif amonyak kokusu ve renkte sararma var

### Tartışma ve Sonuç

Sardalya balıklarının pH değişimi dikkate alındığında, depolama süresince herhangi bir kalite kaybının olmadığı anlaşılmıştır (Kelly, K.O., 1969). 0. günde 6.41 olan pH değerine ulaşmıştır. Berg'e atfen Fennema *et al.*, (1973)'de balık, tavuk, büttek kaslarında 10-18°C'de depolama süresince pH değerinin 0.3, 0-(-5)°C'lik depolamada ise 0.3-0.5 arttığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar depolama sırasındaki myosistemlerin pH değerindeki artışlarda, depolama sıcaklığı, tuz kompozisyonu, fizyolojik durum, proteinlerin bafırlama kapasitesi ve enzim aktivitelerinin etkili olduğunu belirtmektedirler.

TVB-N değeri deniz balıklarında (Keitzmann *et al.*, 1969) ve tatlı su balıklarında (Cobb Iii, B.F., Venderzont,

G., 1975; Oehlenschläger, J., 1985) bozulmanın derecesini ve depolama esnasındaki balık eti kalitesini belirlemek için kullanılır. Dondurarak depolanan farklı balık türleriyle yapılan çalışmalarda, TVB-N değerinin balık cinslerinin karakteristiğine bağlı olarak başlangıçta da yüksek olabileceği ve depolama esnasında bozulmanın florası ve deneme metodlarına bağlı olarak da değişebileceği belirtilmektedir (Kornop, G., 1976; Antonacopoulos, N., 1973; Rehbein, H., Oehlenschläger, J., 1982). Bu çalışmada da, TVB-N değerlerinde düzensiz değişimler saptanmıştır. Başlangıçta 16.8 mg/100 g. olan TVB-N değeri, 4. günde 14.9 mg/100 g'a düşmüş, 7. günde biraz yükselerek 17.7 mg/100 g., 30. günde tekrar 14.0 mg/100 g'a düşmüş ve 62. günde 21.000 değerine ve 140. günde biraz daha düşerek 19.6 mg/100

g'a ulaşmıştır. TVB-N değerlerindeki düzensiz değişmelerin çözünemeyen uçucu elemanların elemine edilmesi yüzünden olabildiği Nunes *et al.*, (1992)' nin buzda depoladıkları sardalya balıkları ile yaptıkları araştırma sonucunda bildirmiştir.

Bu zamana kadar yapılan çalışmalarda, TBA içeriklerinin dondurulmuş balığın kalitesinin saptanmasında iyi bir gösterge olduğu vurgulanmıştır (Tarladgis *et al.*, 1960; Kuusi *et al.*, 1975; Varelzis *et al.*, 1988). TBA değerlerine göre, dondurulmuş balık etinin iyi kalite üst sınırı 5 mg malonaldehit/kg et olarak kabul edilirken, tüketilebilirlik üst sınırının 8 mg malonaldehit/kg et olduğu belirtilmiştir (Schormuller, J., 1969). İncelenen sardalya örneklerinde depolamanın 62. gününde TBA değerlerinde bir artış olmasına rağmen tüketilebilirlik sınırını aşmadığı gözlenmiştir. Besinlerdeki malonaldehit genellikle oksidatif acılaşıma ile birlikte düşünülür (Sinnhuber, R.O., Yu, T.C., 1958; Koning, A.M., Silk, M.H., 1963) ve acılaşıma TBA sayısı ile ölçülebilir. Ancak üründe meydana gelen acılaşımanın duyusal analizlerle de desteklenmesi gerekir (Siu, G.M., Draper, H.H., 1978). Sardalyalarda depolama esnasında meydana gelen acılaşıma duyusal değerlendirme ile de saptanmış ancak sınırlı bir boyutta gelişmiştir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, FA destilat düzeyleri <10 mg/kg altında olduğundan sardalya balıklarının no-frostta 140 günlük bir depolama sonucunda kalite kaybına uğramadığı tespit edilmiştir (Rehbein H., 1987). Dondurarak depolama esnasında, özellikle de uzun periyotlarla depolandığında, ürünün yapı, renk ve lezzetinin bozulmasından dolayı kalitelerinde düşmeler meydana gelir. Su ürünlerinde meydana gelen yapısal değişmeler tüketici alımını azaltan en önemli problemlerden biridir (Sikorkski, Z., Olley, J., Kostuch,

S., 1976; Shenouda, S. Y. K., 1980). Yapısal değişmeler özellikle de kas proteinlerindeki myofibriler fraksiyonların denatürasyonu ile ortaya çıkar (Haard, N. F., 1992). Balıkların proteinlerinde meydana gelen denatürasyonlara çeşitli faktörler etki eder. Bunlardan en önemlisi buzda ve/veya dondurarak depolama esnasında trimetilaminoksit (TMAO)'i, dimetilamin (DMA)'e ve formaldehit (FA)'e indirgeyen trimetilaminoksit dimetilaz (TMAOaz) enziminin varlığıdır. Dondurarak depolama esnasında balıkların kaslarındaki yapının bozulması ve FA birikimi ve üretimi arasında kuvvetli bir ilişki vardır (Dingle *et al.*, 1977; Gill *et al.*, 1979; Matthews *et al.*, 1980; Parkin, K.L., Hultin, H.O., 1982a; Kelleher *et al.*, 1981; Jehnke *et al.*, 1992). Ayrıca iyi bilinmektedir ki dondurarak depolama süresi arttıkça çözünemeyen protein miktarı da artmakta ve FA, çözünemeyen proteinlerle kolaylıkla reaksiyona girebilmektedir (Ang, J.F., Hultin, H.O., 1989). Bunların sonucunda da, depolama süresinin artmasına paralel olarak bağlı FA'in artması beklenen bir sonuçtur. Bu çalışmada da depolama süresince düzensiz artma ve azalmalar göstermiştir.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre, taze ve temizlenmiş olarak, no-frostta depolanan sardalya (*Sardina pilchardus*) balıklarında 140 gün boyunca fiziksel (pH), kimyasal (TBA; mg malonaldehit/ kg, TVB-N; mg N/100 gr, FA<sub>(ex)</sub> ve FA<sub>(dest)</sub>; mg FA/kg) ve duyusal (lezzet, renk, koku, genel kabul edilebilirlik ve doku yapısında meydana gelen değişmeler) kalite kriterleri açısından tüketilebilirlik sınırını aşmadığı belirlenmiştir.

#### Kaynakça

Ang, J.F., Hultin, H.O., 1989. Denaturation of Cod Myosin During Freezing after Modification with Formaldehyde. J. Food Sci., 54, 814-18.

- Antonacopoulos, N., 1973. Comparison of Sensory and Objective Methods for Quality Evaluation of Fresh and Frozen Saltwater Fish. In: KREUSER, R. (Ed); Fish Inspection and Quality Control, Fishing News Books, 180-182.
- Cobb Iii, B.F., Venderzont, G., (1975). Development of a Chemical Test for Shrimp Quality. J. Food Sci., 40, 121-124.
- Dawson, L. E., Vebersaks, K. L., Vebersaks, M.A., 1978. Stability of Freshwater Suker Flesh During Frozen Storage. J. Fish Res., 35, 253-25.
- DİE, 1995. Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Dingle, J.R., Keith, R.A., Lall, B., 1977. Protein Instability in Frozen Storage Induced in Minced Muscle of Flatfishes by Mixture of Muscle Red Hake. Can.Inst. Food Sci. Technol. J., 10, 143-6
- Fennema, O.R., Powrie, W.D., Marth, E.L., 1973. Low-Temperature Preservation of Foods and Living Matter. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 331-332.
- Gill, T.A., Keith, R.A., Smith-Loll, B., 1979. Textural Deterioration of Red Hake and Haddock Muscle in Frozen Storage as Related to Chemical Parameters and Changes in Myofibrillar Proteins. J. Food Sci., 44, 661-7.
- Haard, N.F., 1992. Biochemical Reactions in Fish Muscle During Frozen Storage. In :Seafood Science and Technology Ed. E.G. BLIGH, Fishing News Books, Oxford,UK, 176-209.
- Jehnke, M., Baker, R.C., Regenstein, J.M., 1992. Frozen Storage of Unwashed Cod (*Gadus morhua*) Frame Mince with and without Kidney Tissue. J. Food Agric., 57, 575-80.
- Keitzmann, U., Priebbe, K., Rakov, D., Reichsteir, K., 1969. Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 368.
- Kelleher, S.D., Buck, E.M., Hultin, H.O., Parkin, K.L., Licciordello, J.J., Damon, R.A., 1981. Chemical and Physical Changes in Red Hake Blocks During Frozen Storage. J. Food Sci., 47, 65-70.
- Kelly, K.O., 1969. Factors Affecting the Texture of Frozen Fish, Freezing and Irradiation of Fish, Ed. Krevzer, Fishing News Books, London, 335, 339-342.
- Koning, A.M., Silk, M.H., 1963. The 2-thiobarbituric Acid Reagent for Determination of Oxidative Rancidity in Fish Oils. J. Am. Oil. Chem. Soc., 40, 167.
- Kornop, G., 1976. Die Lokale Verteilung Fluchtiger Basen (TVB-N) im Gewebw von Ganzfischen Während der Eislagerung. Arch- Fisch. Wiss., 27, 159-169.
- Kuusi, T., Nikkila, O.E., Savolainen, K., 1975. Formation of Malonaldehyde in Frozen Baltic Herring and Its Influence on the Changesin Proteins. Z. Lebensm.Unters-Forsch, 159-285.
- Licciordello, J.J., Ravesi, E.M., Lundsrom, R.C., Wilhelm, K.A., Correia, F.F., Allsup, M.G., 1982. Time-temperature Tolerance and Physical-chemical Quality Test for Frozen Red Hake.J.Food Qual., 5:215.
- Lakshmanan, P.T., Varne, P.R.G., Iyer, T.S.G., Gopakumer, K., 1990.Quality Changes in Sea Frozen Whole and Filleted Rock Cod (*Epinephelus spp.*) During Storage. Fisheries Research, 9(1), 1-12.
- Magnusson, H., Martinsdottir, E., 1995. Storage Quality of Fresh- thawed Fish in Iced. j.Food Scie., 60(2), 273-278.
- Marrakchi, A., Benneur, M., Bouchriti, N., Hamema, A., Tegafait, H., 1990. Sensory, Chemical and Microbiological Assessments of Moroccan Sardines (*Sardine pilchardus*) Stored in Ice. J.Food Proctect, 53(7), 600-605.
- Matthews, A.D., Park, G.R., Anderson, E.M., 1980. Evidence for the Formation of Covalent Cross-linked Myosin in Frozen-stored Cod Minces.In: Advnces in Science and Technology, Ed. J. J. Connell Fishing News (Books) Ltd. Farnham, Surrey, UK, 438-44.
- Nash, T., 1953. The Colorimetric Estimation of Formaldehyde by Means of the Hantash Reaction. Biochem. J., 55, 416-421.
- Nilsson, K., Ekstrand, B., 1995. Frozen Storage and Thawing Methods Affect Biochemical and Sensory Attributes of Rainbow Trout. J. Food Scie, 60(3), 625-635.
- Nunes, M.L., Batista, I., Campos, R.M., 1992. Physical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. J. Sci. Food Agric., 59, 37-43.
- Oehlenschläger, J., 1985. Variation der

- Gehelte an Fluchtigen Stickstoffgehaltenen Basen und "TVB-N" in Retbersch. Fischals Lebensmittel, 53, 33-34.
- Parkin, K.L., Hultin, H.O., 1982a. Some Factors Influencing the Production of Dimethylamine and Formaldehyde in Minced an Intact Red Hake Muscle. J. Food Process Preserv., 6, 73-97.
- Paulus, K., Gutschmidt, J., Fricker, A., 1969. Bewertungsscheme-Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen. Lebensm.-Wiss.u. Technol., 2, 132-139.
- Rehbein, H., 1986. Formaldehyd in Fishproducten.1. Herkunff und Gehelt Information Für Die Fischwirtschaft, 1, 33.
- Rehbein, H., 1987. Berricht Über Die Untersuchung von Gernelnkonserven Ous Island Ouf Formaldehyd und Hexamethylentetramin.
- Rehbein, H., Oehlenschläger, J., 1982. Zur Zusammen Setzung der TVB-N Fraktiun (Fluchtige Basen) in Sauren Extrakten und Alkalischen Destillaten von Seefishfilet. Archlufor Lebensmittelhyzine, 33, 33-56.
- Schormuller, J., 1969. Handbuch der Lebensmittel Chemic. Bond IV. Fette und Lipoide (LIPIDS) Springer-Verleg. Berlin-Heidelberg-New York, 872-878.
- Shenouda, S.Y.K., 1980. Theories of Protein Denaturation During Frozen Storage of Fish Flesh. Adv. Food Res., 26, 275-311.
- Sikorkski, Z., Olley, J., Kostuch, S., 1976. Protein Changes in Frozen Fish. Crit. Rev. Food Sci. Technol., 8, 97-129.
- Sinnhuber, R.O., Yu, T.C., 1958. Charecterization of the Red Pigment in the-thiobarbituric Acid Determination of Oxidative Rancidity. Food Res., 23, 626.
- Siu, G.M., Draper, H.H., 1978. A Survey of the Malonaldehyde Content of Retail Meats and Fish. J. Food Sci., 53,1147-1149.
- Tarladgis, B., Watts, B.M., Yonathan, M., 1960. Distilation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancidy Food. J. American Oil Che. Soc., 37(1), 44-48.
- Vareltzis, K., Zetuv F., Tsiaras, I., 1988. Textural Deterioration of Chub Mackerel (*Scomber japonicus collias*) and Smooth Hound (*Mustellus mustellus* L.) in Frozen Storage in Relation to Chemical