

DERLEME

REVIEW

Nisin ve su ürünleri

Nisin and seafood

Zafer Ceylan* • Sühendan Mol

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology, 3400, Laleli, İstanbul, Turkey

*Corresponding author: zceylan@istanbul.edu.tr

How to cite this paper:

Ceylan, Z., Mol, S., 2015. Nisin and seafood. *Ege J Fish Aqua Sci* 32(2): 115-120. doi: [10.12714/egejfas.2015.32.2.08](https://doi.org/10.12714/egejfas.2015.32.2.08)

Abstract: Nisin is a bacteriocin which has been used as a reliable and natural preservative and produced by *Lactococcus lactis*. Nisin can be used in different kinds of food as an additive from cheese to fish and some beverages. Nisin mainly inhibits the growth of gram positive bacteria, but it is not effective on the growth of gram negative bacteria, yeasts and moulds. When nisin is taken into human body, it is inactivated by digestion enzymes, so nisin doesn't have any toxic effects. Furthermore, nisin is the one and only bacteriocin approved by FDA. Nisin decreases the count of total bacteria, lactic acid bacteria, coliforms and pathogens. Nisin has inhibitory effect on some pathogens that can be found in seafood such as; *L. monocytogenes*. In addition, according to many studies on nisin, it provides microbiological safety and prolongs the shelf life of seafood. There is no any negative effect of nisin on fish odor. Moreover, it preserves the natural odor of fish. Nisin doesn't have a negative effect on pH value or color of fish. Increasing of TVBN, TMA, psychrophilic and mesophilic bacteria in seafood can be controlled by nisin during cold storage. Moreover, nisin can be combined successfully with other food preserving techniques such as; vacuum packing, irradiation, other food additives. Therefore, nisin has been regarded as a safe and natural preservative, increasing the shelf life of seafood.

Keywords: Nisin, natural food additive, seafood, shelf life, pathogens, hurdle effect

Özet: Nisin doğal ve güvenilir bir gıda katkı maddesidir ve *Lactococcus lactis*' ten üretilir. Peynirden balığa ve içecekler kadar çeşitli gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Nisin özellikle gram pozitif bakteriler üzerine etkili iken gram negatif ve maya küfler üzerine bir etkisi yoktur. Nisin vücuda alındıktan sonra sindirim enzimleri tarafından inaktif hale getirilir bu nedenle hiçbir toksik etki yaratmaz. Ayrıca, FDA tarafından onaylanan tek bakteriosindir. Nisin sadece toplam bakteriler üzerinde etkin değil aynı zamanda laktik asit bakterileri, koliform ve patojenler üzerine de etkilidir. Nisin su ürünlerinde bulunabilecek *L. monocytogenes* gibi bazı patojenler üzerine inhibe edici özelliğe sahiptir. Ayrıca; nisin üzerine yapılan pek çok çalışmaya göre, nisin su ürünlerinin mikrobiyolojik güvenliğini sağlar ve raf ömrünü uzatır. Balığın kokusu üzerine olumsuz bir etkisi yoktur. Dahası, balığın doğal kokusunu muhafaza eder. Balık eti pH'sı ve rengi üzerine de olumsuz bir etkisi yoktur. Nisin TVBN, TMA değerleri ve psikrofilik ve mezofilik bakteri sayısının artışını depolama süresince kontrol etmektedir. Ayrıca, nisin vakum paketlenme, ışınlama ve diğer katkı maddeleri ile beraber başarı ile kullanılmaktadır. Bu sayede nisin su ürünlerinin raf ömrünü artıran güvenli ve doğal bir katkı maddesi olarak kabul edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Nisin, doğal gıda katkı maddeleri, su ürünleri, raf ömrü, patojen, hurdle etki

GİRİŞ

Su ürünleri besin değerinin yüksek olmasından dolayı insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Su ürünlerinin omega-3 yağ asitlerince zengin olması, iyi bir vitamin (A, D, K ve B grubu gibi), mineral (iyot, selenyum, fosfor, magnezyum, çinko gibi) kaynağı olması ve proteinlerinin sindirilmesi oranının yüksek olması onları değerli kılan birkaç nedendir. Ayrıca; günümüzde ciddi sağlık sorunlarından olan kalp, kanser, şeker ve tansiyon gibi hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde de önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Yibar ve Çetinkaya, 2011; Altun, 2011; Tayar, 2011).

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak gıdaları bir yerden ihtiyaç duyulan uzak mesafelere taşıma gerekliliği oluşmuş; bu nedenle gıdanın besin değeri, dokusu ve aroması korunarak

aynı anda raf ömrünün artırılması ve mikrobiyal bozulmanın engellenmesi için farklı muhafaza tekniklerinin uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Ghaly vd., 2010). Ayrıca; çalışan nüfusun artışıyla gıdaların daha çok hazır olarak tüketilmesi, gıda katkı maddelerinin kullanımını artırmıştır (Şentürk vd., 2002).

Katkı maddeleri çeşitli nedenlerden dolayı su ürünlerine doğrudan ya da dolaylı olarak karıştırılmaktadır. Gıdaların görünümünü, tekstürünü, lezzetini, depolama özelliklerini iyileştirmek ve raf ömrünü artırmak amacıyla gıdalara belirli oranlarda katkı maddeleri ilave edilmektedir (Angiş ve Oğuzhan, 2008). Kullanılan katkı maddelerinden biri de nisindir.

Nisinin Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanımı

Nisin, *Lactococcus lactis*'in bazı suşları tarafından üretilen bir bakteriosindir. Son yıllarda çeşitli gıdalarda katkı maddesi olarak başarıyla kullanılmaktadır (Kışla ve Ünlütürk, 2003). E 200 - E 297 kodları arasında sınıflandırılan koruyucular 'Gıdaların mikroorganizmalarla bozulmalarını önleyerek raf ömürlerinin uzatılmasını sağlayan maddeler' olarak tanımlanmaktadır. Nisin gıda katkı maddeleri ve bu sınıflandırma içerisinde E 234 koduyla koruyucular kısmında yer almaktadır (Saldamlı ve Uygun, 2005). Beyaz renkli ve 34 aminoasit içeren çoklu bir peptittir (Alanyalı, 2009). Gıda katkı maddesi olarak nisin gıda hücrelerinin çatlamasına ve hücreden adenozintrifosfat gibi hücre içi maddelerin sızmasına neden olmakta böylece etki mekanizmasını göstermektedir (Altuğ, 2001). Nisin ilk olarak peynirlerde koruyucu olarak kullanılmış, ancak son yıllarda sadece peynirlerle sınırlı kalmayıp diğer süt ürünleri, et, kanatlı ve su ürünleri gibi çeşitli gıdalarda, ayrıca şarap ve bira sanayinde koruyucu olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hampikyan ve Çolak, 2007). *Lactococcus lactis* tarafından üretilen ve 1. sınıf bakteriyosin olan nisin ilk defa İngiltere'de gıda katkı maddesi olarak kabul edilmiş olup Avrupa'dan, Amerika'ya ve Çin'e kadar kullanılmaktadır (Koponen, 2004). Peynirden, domatese, tatlıya, mayoneze ve alkollü içeceklere kadar çok geniş bir yelpazede gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Delves, 2005). Mikrobiyolojik yönden, gıda sanayinde mezofilik, psikrofilik bakteri ve özellikle *L.monocytogenes*, *Pseudomonas*, *Salmonella* ya da *Clostridium botulinum* ve çeşitli sporlara karşı etkili olabildiği belirtilmektedir. Bunun yanı sıra, çeşitli depolama periyotları ve çeşitli kombinasyonlarla beraber su ürünlerinin kimyasal ve fiziksel parametrelerini de korumada etkili olabilmektedir (Langroudi vd., 2011; Nykänen, 1999; Toylar vd., 1990).

Nisinin Güvenilirliği

Nisin 1969 yılında FAO/WHO uzmanlar komitesi tarafından gıda katkı maddesi olarak kullanılması onaylanmış ve o tarihten itibaren E 234 koduyla gıda katkı maddeleri listesinde tanımlanmıştır. Ayana (2007), nisinin antimikrobiyal etkiyi sağlayabildiği kritik miktar ve üzerinde kullanılabileceğini belirtmektedir. Toksikite çalışmaları sonucunda Birleşmiş Milletler Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından genel olarak güvenli kabul edilebilir ürün (GRAS) sınıfına alınmıştır. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü tarafından gıda katkı maddesi olarak kabul gören onaylanan tek bakteriosindir (Bouttefroy ve Milliere, 2000; Nel vd., 2004).

Nisin vücuda alındıktan sonra sindirim enzimleri tarafından inaktif hale getirilmekte ve aşırı miktarda alınan nisin herhangi bir toksit etki yaratmadığı belirtilmektedir (Luck ve Jager, 1995; Altuğ, 2001). Ayrıca; Delves vd., (1996), yaptıkları çalışmada; saflaştırılmış ve şelatlarla zenginleştirilmiş nisinin insanlar için ülser tedavisinde kullanıldığını, büyük baş hayvanlarda olan

meme ucu iltihabının kontrolünde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısı ile nisinin gıdalarda kullanımı sağlık yönünden risk teşkil etmemektedir.

Nisinin Tek Başına veya Kombine Olarak Kullanımının Su Ürünlerinin Kalitesine Etkisi

Mikrobiyal kaliteye etkisi

İnsanda hastalık yapan mikroorganizmalar olarak tarif edilen patojenler; sağlık problemlerinin en büyük nedenlerinden biridir.

Patojenler çeşitli gıdalar aracılığı ile insanda ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Patojenler su ürünlerinde de uygun veya hijyenik olmayan işleme prosesleri sonucunda yer alabilmektedir. Bilindiği gibi patojenler düşük sıcaklıklarda uzun süre yaşayabilmektedirler (Palumbo ve Williams, 1990). Bunun yanı sıra su ürünlerinin hızlı bozulabilir yapısı ve patojen riski göz önüne alındığında birkaç muhafaza yönteminin (ışınlama, map, ısı işlem) bir arada ya da tek kullanılmasının oluşacak bu riskleri azaltacağı bildirilmiştir (Mol ve Ceylan, 2011). Nisin tek başına ya da diğer gıda katkı maddeleri ile birlikte su ürünlerindeki patojenleri inhibe etmede ya da bakteri sayısını düşürmede kullanılmaktadır. Zuckerman ve Avraham (2002), 6 °C'de depolanan somonlarda nisin ve ticari ismi micrograd olan bakteriosin kombinasyonun toplam aerobik bakteri yükünü 2 log kadar azalttığını ve kontrol grubuna göre raf ömrünü 3-4 gün artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu kombinasyon *Listeria monocytogenes* sayısında azalma sağlamıştır. Yapılan bir başka çalışmada ise Toylar ve diğ. (1990), sıcak dumanlanmış morina, ringa ve uskumru balıklarındaki *C. botulinum* Tıp E sporlarına nisinin etkisini incelemişlerdir. Bunun için örneklere *C. botulinum* Tıp E sporları inokule etmiş ve anaerobik paketleme yapmışlardır. Nisin uygulaması 26 °C depolanan balıklara 16000 ve 32000 IU, 10 °C' de depolananlara ise 8000 ve 16000 IU düzeyinde yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda nisinin tüm balık türlerinde toksik oluşumu geciktirdiği tespit edilmiştir. Yapılan bir başka patojen çalışmasında; 4 °C de taze olarak vakum paketlenen karideslere 4 log/CFU olacak şekilde *Listeria monocytogenes* inokule edilmiştir. 500 IU ml-1 nisin, 0.02 M EDTA, %3 potasyum sorbat ve %3 sodyum benzoat, %3 sodyum diasetat tek başına ya da kombine olacak şekilde örneklere uygulanmış ve örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayıları incelenmiştir. Nisin, EDTA ve Potasyum Sorbat kombinasyonu vakum paketlenerek soğukta depolanan karideslerdeki *L. monocytogenes* sayısını 1.07-1.27 log CFU/g düşürürken, Nisin, EDTA ve Sodyum benzoat 1.32-1.36 log CFU/g olacak şekilde *L.monocytogenes* sayısını düşürmüştür. Ancak bu uygulamaların *Salmonella* sayısında önemli bir düşüş sağlamadığı belirtilmiştir (Norhana vd., 2012). Delves (2005), dumanlanmış somon balıklarını CO2 ile pakitleyip raf ömrünü incelediklerinde nisinin antilisterial bir ajan olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca 25 mg/kg nisinin düşük ısı işlem ile kombine olarak uygulandığında istakoz etinde herhangi bir zedelenmeye sebep olmadığını, üstelik özellikle *Listeria sp.*

üzerinde tek başına uygulanan ısı işlem ya da nisine göre daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, [Abdollahzadeh vd., \(2014\)](#), nisinin pişirilmiş balık kıyması örneklerinde bulunan *L. monocytogenes*'e karşı çığ örneklerde bulunanlara göre daha güçlü bir antilisterial ajan olduğunu tespit etmişlerdir.

Nisinin toplam bakteriler üzerindeki etkisini gösteren çalışmalarda mevcut olup; [Chen vd., \(1997\)](#) uskumru filetolarını içerisinde 190 IU nisin/ ml bulunan sıvıya daldırılmış ve polietilen torbalar içinde depolanmıştır. Bu uygulama sayesinde yapılan 20 günlük depolama sonrasında bakteri yükünün düşük kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca; soğuk dumanlanmış gökkuşağı alabalığına; laktik asit, nisin peynir altı suyu ve tuz solüsyonu olmak üzere üç farklı solüsyon enjekte edilip vakum paketlenip 3 °C de saklanmıştır. Toplam bakteri sayısının kombine yapılan grupta depolamanın 29. günde tüm örneklerde en düşük düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Laktik asidin tek başına kullanımı bu kombinasyona göre daha az başarılı bulunmuştur ([Nykänen, 1999](#)). Bir başka çalışmada; yengeç etinin nisin solüsyonu ile yıkanması sonucunda *L. monocytogenes* düzeyinin azaldığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada ot sazanı filetoları sodyum asetat ve nisin solüsyonlarına ayrı ayrı ya da kombine olacak şekilde daldırılmış ve buzdolabı şartlarında soğuk muhafazaya alınmıştır. % 0.1 lik nisin solüsyonuna daldırılan filetoların mezofilik bakteri sayısı sodyum asetat solüsyonuna göre daha düşük bulunmuş ancak kombine yöntem uygulandığında sadece nisin uygulanan gruba göre mezofilik bakteri sayısında daha yüksek bir inhibisyon tespit edilmiştir ([Langroudi vd., 2011](#)). Taze karidesler % 0, 1 ve 2 olmak üzere üç farklı laktik asit solüsyonuna ayrıca 0.04 (g/L/kg) olacak şekilde nisin solüsyonuna 10 dakika daldırılmıştır. % 2 lik laktik asit ve nisin solüsyonu ile kombine edilen örneklerde 14 günlük depolama süresi boyunca *Pseudomonas* sayısında azalma tespit edilmiştir. Toplam bakteri sayısı depolamanın 7.günün de 2.94 log/CFU 14.günde ise 2.63 log/CFU olarak bulunmuş olup bu değer kontrol grubuna göre düşük olarak tespit edilmiştir ([Shirazinejad vd., 2010](#)). Nisin aynı zamanda çeşitli paketlenme yöntemleri ile beraber başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Gram negatif bakterilere karşı etkisi düşük olan nisinin MAP ile ve sodyumhexametfosfat ile birlikte kullanılması sonrasında soğutulmuş mezgitin raf ömründe artış sağladığı bildirilmiştir. Bu şekilde kombine kullanımın sinerjistik etki sağlayarak başarılı sonuç verdiği tespit edilmiştir ([Cabo vd., 2005](#)). Nisin; aynı zamanda soğuk pastörizasyon yöntemi olarak da tanımlanan ışınlama teknolojisi ile beraber kullanılabilir. Levrek balığı filetoları üzerine yapılan bir çalışmada kontrol (K), nisin (N), ışın (I), nisin + ışın (NI) olmak üzere dört farklı grup adı paketlenme yapılarak soğuk depoda muhafaza edilmiştir. Toplam bakteri sayısı depolamanın 9. günde K grubunda sınır değeri aşarken N grubunda ise 11. günde aştığı tespit edilmiştir. NI ve I gruplarının her ikisinde ise toplam bakteri sayısı soğuk depolama süresince tüketilebilirlik sınır değerinin çok altında kalmıştır. Psikrofilik bakteri sayısı ise; 7. günde K

grubunda 7.10 log CFU/g, N grubunda ise 6.6 log CFU/g NI grubunda ise depolama süresince; 1 log CFU/g değerinin altında kalmıştır ([Ceylan, 2014](#)). *Tilapia nilotica* nisin çözeltisine (1000 RU/g ve 30 dakika süresince) daldırılmış ve 4°C de 12 gün depolanmıştır. Bu çalışmada nisinin küf ve mayalar üzerine etki yaratmadığı bulunmuştur ([El-Bedaway vd., 1985](#)). Benzer olarak [Ariyapitipun vd., \(2000\)](#)' de nisinin gram pozitif bakterilere ve özellikle de bunların sporlarına karşı etkin olmakla beraber maya ve küflere karşı etkin olmadığını belirtmişlerdir. Mikrobiyolojik yönden nisinin su ürünlerindeki patojenlere karşı etkili olduğu, toplam ve psikrofilik bakteri yükünü raf ömrü boyunca daha düşük tuttuğu çeşitli çalışmalarda görülmektedir. Nisinin diğer muhafaza yöntemleriyle başarılı olarak kombine edilebildiği ve mikrobiyal kalite üzerinde etkisinin daha da artırılabilirliği anlaşılmaktadır.

Duyusal kalite üzerine etkisi

Nisinin tek başına ya da kombine olarak su ürünlerinin duyu kalitesi üzerine yaptığı etkiyi ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. Soğuk dumanlanmış gökkuşağı alabalığına laktik asit, nisin peynir altı suyu ve tuz solüsyonu kombinasyonu uygulanmış ve vakum paketlenip 3 °C de saklanmıştır. Bu kombinasyonun depolamanın 22. güne kadar balığa has kokuyu muhafaza edip balığın duyu kalitesini koruduğu tespit edilmiştir ([Nykänen, 1999](#)). Yapılan bir başka çalışmada ise; Nisin (% 0.1) uygulanıp adi paketlenme ile soğuk muhafazaya alınan levrek filetolarının duyu kalitelerini kontrol grubuna göre daha iyi muhafaza ettiği bildirilmiştir. Kontrol grubu 7. günde duyu olarak bozuk kabul edilirken nisin uygulanan grubun ise 11. günde duyu olarak tüketilemeyeceği tespit edilmiştir ([Ceylan, 2014](#)).

Yapılan bir başka çalışmada ise; içerisinde % 0.2 nisin, % 15 kitosan ve kırmızı alg ekstraktı bulunan solüsyonun yayın balığı etinin duyu kalitesi üzerine olumlu etki yarattığı tespit edilmiştir ([Qian vd., 2013](#)). Bu çalışma sonuçlarına göre; oda sıcaklığında depolanan balıkların duyu raf ömrü 12 saatten 24 saate, 4 °C de depolanan balıkların raf ömrü ise 6 günden 9 güne çıkarılmıştır. [Nykänen vd., \(1999\)](#), soğuk tütsülenmiş gökkuşağı alabalığının duyu kalitesi üzerine laktik asit (448 g/kg) ve nisin içeren ticari peynir altı suyunun (4000-6000 IU nisin/ml) etkisi incelenmiştir. Depolamanın 29. gününün sonunda duyu analiz sonucunda; laktik asit ve nisin ile muamele edilen örneklerde yoğun bir tütsü kokusu varlığını korumuştur. Buna karşın kontrol ve sadece laktik asit uygulaması yapılan örneklerde hidrojen sülfür, ekşi ve bozulmuş koku tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda nisin tek başına veya kombine bir yöntemle beraber uygulandığında duyu kalite olarak daha iyi bir ürün elde edildiği görülmüştür.

Fiziksel ve kimyasal kalite üzerine etkisi

Nisin uygulamalarının su ürünlerinin rengi üzerindeki etkisi de incelenmiştir. [Ceylan \(2014\)](#), levrek balığı filetolarına % 0.1' lik uygulanan nisinin depolama süresi boyunca kontrol grubuna

göre renk değerlerinde istatistiksel bir fark yaratmadığını tespit etmiştir. Bu çalışmaya paralel olarak [Zuckherman ve Avraham \(2002\)](#), nisin uyguladıkları somon balıklarının renk değerleri ile uygulanmayan grupların arasında ayırt edici bir fark olmadığını ve nisin'in renk özellikleri üzerinde olumsuz bir etki bırakmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalara göre; nisin ürünün raf ömrünü artırırken ürünün rengi üzerine olumsuz bir etki yaratmamaktadır.

Nisin'in su ürünlerinin raf ömrünü uzatırken fiziksel ve kimyasal kalitesini daha iyi koruduğunu gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır. [Zuckherman ve Avraham \(2002\)](#), taze somon balıklarına bakteriosin (nisin) uygulamalarının balığın pH değerine olumsuz bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca; yılan balığından elde edilen filetolara alginate-kalsiyum kaplama yapılmış ve 2000 IU ml nisin ile 150 mikrogram ml EDTA kombinasyonu olacak şekilde balık filetolarına uygulanmıştır. Kontrol grubu ve diğer gruplara göre nisin uygulanmış filetolardaki pH değerini muhafaza etme başarısı diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur ([Lu, 2010](#)). Bu durumun nisin'in kombine olarak uygulanmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir. [Ceylan \(2014\)](#), nisin uygulanan levrek balığı filetolarının pH değerlerinin depolama boyunca kontrol grubu ile paralel sonuçlar izlediğini tespit etmiştir. [Gao vd., \(2014\)](#), palamut filetolarını nisin ile muamele edip 4°C de depolamışlardır. Depolamanın son günü olan 15. günde kontrol ve nisin uygulanan grupların her ikisi de 6.7 pH değerinde kalarak bozulma parametresi olarak değerlendirilmemiştir. Bu çalışmalardan nisin'in pH üzerinde önemli bir etkisi olmadığı anlaşılmaktadır.

Nisin kimyasal parametreler üzerinde de etkili olabilmektedir. [Langroudi vd., \(2011\)](#), nisin ve sodyum asetat kombinasyonu uygulanan filetolarda TVBN düzeyini kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuşlardır. [Ceylan \(2014\)](#), nisin uygulanan fileto levreklerde TVBN değeri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Filetoların başlangıç değeri 14.61 mg/100g iken, nisin uygulamasının hemen sonrasında yapılan ölçümle bu değer 11.32 mg/100g olarak tespit edilmiştir. [Gao ve vd., \(2014\)](#), 15 günlük depolama periyodu sonunda palamut balığı filetolarının kontrol grubu örneklerinin TVBN değerini 50.66 mg/100g bulurken nisin uygulanan grupta ise bu değer 43.76 mg/100g olarak bulunmuştur. Ayrıca nisin bu çalışmada biberiye ile kombine edilmiş ve 15 günlük depolama sonucunda 39.57 mg/100g TVBN değeri elde edilmiştir. Bu ifade nisin'in kombine uygulamadaki başarısını göstermektedir. Yapılan bir başka çalışmada da [Ghomi vd., \(2011\)](#) ot sazanı filetolarına uyguladıkları % 0.2 nisin ile soğuk depolamanın son günü olan 8.günde 19.36 mg/100g TVBN değerini bulurken, kontrol grubunda bu değer 20.64 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda nisin kullanılan gruplarda depolamanın ilerleyen günlerinde nisin oranında bağlı olarak TVBN değerinin daha düşük olarak belirlendiği ifade edilmiştir ([Raju vd., 2003](#)).

Başka bir kimyasal parametre olan TBA üzerinde de nisin'in olumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir. [Langroudi vd., \(2011\)](#), % 0.1 ve 0.2 lik nisin uyguladıkları ot sazanı filetolarının TBA düzeylerini incelemişlerdir. 16 günlük soğuk depolama sonucunda kontrol grubunun TBA değeri 0.46 mg MDA/kg iken, % 0.1 nisin uygulanan grubun TBA değeri 0.38 mg MDA/kg, % 0.2 nisin uygulandığında ise değeri 0.30 mg MDA/kg olduğunu tespit etmişlerdir. [Ceylan \(2014\)](#), yaptığı çalışmada levrek filetolarına % 0.1'lik nisin uygulayıp adi paketlenme yapmıştır. 25 günlük depolama periyodu sonunda kontrol grubunun değeri 0.75 mg MDA/kg iken, nisin uygulanan grubun TBA değeri 0.73 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Nisin uygulamasının TBA değerlerinde önemli bir fark yaratmadığı anlaşılmaktadır. [Asghari vd. \(2010\)](#), nisin ve sodyum asetatı beraber kullanıp gümüş sazanının raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada depolamanın son günü olarak kabul edilen 9. günde nisin + sodyum asetat uygulanan grubun TBA sınır değerini aşmadığını tespit etmişlerdir. Nisin'in kombine olarak uygulanmasının daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Nisin'in balık eti için kimyasal bozulma parametrelerinden biri olan TMA değeri üzerinde de depolama süresince etkisi olabileceği bazı çalışmalar sonucunda görülmektedir. % 0.1 nisin uygulanıp adi paketlenen ve soğuk depoda saklanan levrek filetolarının depolama süresince kontrol grubuna kıyasla daha düşük TMA değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Bu fark istatistiksel olarak da depolamanın çoğu günde tespit edilmiştir ([Ceylan, 2014](#)). Yapılan bir başka çalışmada ise; nisin'in balığın TMA değerini depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük tuttuğu ancak kombine yöntemlerle beraber daha etkin olduğu tespit edilmiştir ([Tsironi ve Taoukis, 2010](#)). [El-Bedawey vd. \(1985\)](#), tilapia ile yaptıkları çalışmada nisini tetrasiklin ile beraber kullanmışlardır. İki katkı maddesinin bir arada kullanımı sayesinde TMA düzeyinde depolama süresi boyunca gözükten artışın kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. [Gao vd. \(2014\)](#), biberiye ile nisin'in kombine kullanıldığı çalışmada; bu kombinasyonun mikrobiyal aktiviteyi azaltmada başarılı olduğunu ve buna bağlı olarak da TMA miktarında depolama süresi boyunca görülen değişimin kontrol grubuna kıyasla daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kontrol grubu ile arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Özetle, nisin kimyasal kalite parametrelerinden biri olan TMA üzerinde de etkili olabilmektedir.

SONUÇ

Nisin doğal bir gıda katkı maddesidir. Su ürünlerini bozmadan raf ömrünü uzattığı ve çeşitli kimyasal parametreleri (TVBN, TBA, TMA) depolama süresi boyunca daha düşük düzeylerde tuttuğu görülmüştür. Bu kimyasal değerleri korurken aynı zamanda renk ve pH değerlerini depolama süresince daha iyi muhafaza ettiği belirtilmektedir. İlk bakışta tüketici açısından en önemli parametrelerden olan duyuusal özellikleri korumada nisin'in son derece başarılı olduğu çeşitli

duyusal analiz çalışmaları ile vurgulanmaktadır. Nisinin ürünün kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerini korumasının yanı sıra; toplam bakteri ve psikrofilik bakteri sayısını da depolama süresi boyunca daha düşük tuttuğu çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir. Ayrıca patojenlere karşı (*L.monocytogenes*, *Pseudomonas*, *Cl. botulinum* gibi) da son derece etkili olduğu yapılan mikrobiyolojik çalışmalarda anlaşılmaktadır. Sonuç olarak nisin doğal bir gıda katkı maddesi olarak kimyasal, fiziksel, duyusal ve mikrobiyolojik yönden daha sağlıklı olarak

ürünleri muhafaza ettiği açıktır. Nisin çeşitli paketleme yöntemleri, diğer doğal gıda katkı maddeleri, ışınlama teknolojisi, ısı işlem uygulamaları gibi diğer muhafaza teknikleriyle beraber başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca kimyasal gıda katkı maddeleri yerine nisin gibi doğal bir gıda katkı maddesinin su ürünlerinde istenilen oranda güvenle kullanılacağı ve buna bağlı olarak da doğal olan gıda katkı maddesinin tüketici tarafından tercih edilme olasılığı daha fazla olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., Abdollahzadeh, E. H., Rezaei M., Hosseini, H., 2014. Antibacterial Activity Of Plant Essential Oils And Extracts: The Role Of Thyme Essential Oil, Nisin, And Their Combination To Control *Listeria monocytogenes* Inoculated In Minced Fish Meat. *Food Control*, 35; 1:177-183. doi:10.1016/j.foodcont.2013.07.004
- Alanyalı, F. S., 2009. Gıdaların Kimyasal Koruyucularla Muhafazası Syf: 44-63 In: *Gıda Muhafaza Açıköğretim Fakültesi Yayını*, Eskişehir, syf. 978-975-06-0636-6.
- Altun, S., 2011. Dünden Bugüne Balıkçılık Balıkçılığın Tarihi. *Dünya Gıda Dergisi*, 27-30.
- Altuğ, T., 2001. Gıda Katkı Maddeleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Meta Basım, İzmir.
- Angiş, S., Oğuzhan, P., 2008. Su Ürünlerinde Kullanılan Katkı Maddeleri, Türkiye 10. Gıda Kongresi 2008, Erzurum, syf. 122.
- Asghari, M., Alizadehdoghikolaei, E., Safari, R., Arshadi, A., Saeidiasl, M.R., 2010. Effect Of Bacteriocine And Sodium Acetate On Shelf-Life Of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Fillet During Refrigerator Storage. *Innovation in Food Science and Technology* 3;55-64.
- Ayana, B., 2007. Antimikrobiyal Yenilebilir Filmlerin Üretimi Ve Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Ariyapitipun T, Mustafa A, Clarke A.D., 2000. Survival of *Listeria monocytogenes* scott A On Vacuum-Packed Raw Beef Treated Withpolylactic Acid, Lactic Acid And Nisin. *J. Food Prot.*, 63: 131-136.
- Bouttefroy, A., Milliere, J.B., 2000. Nisin-Curvaticin 13 Combinations For Avoiding There Growth Of Bacteriocin Resistant Cells Of *Listeria monocytogenes*, *International Journal of Food Microbiology*, 62:65-75. doi:10.1016/S0168-1605(00)00372-X
- Cabo, M.L., Herrera, J.J.R., Sampedro, G., Pastoriza, L., 2005. Application Of Nisin, CO2 And A Permeabilizing Agent In The Preservation Of Refrigerated Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*), *Journal of Science Food Agriculture*, 85:1733-1740. doi: 10.1002/jfsa.2104
- Ceylan, Z. 2014. Nisin ve Işınlama Teknolojilerinin Birlikte Kullanımının Soğukta Depolanan Balığın Raf Ömrüne Etkisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 104.
- Chen, H., Chen, M., Chang, Y., 1997. Processing Of Low-Salted Mackerel Fillets Using Biopreservative, The Sixth International Congress On Food Industry New Aspects On Food Processing, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 297-306.
- Delves B. J., Blacburn, P., Evans, R.J., Hugenholtz, J., 1996. Applications Of The Bacteriocin, Nisin, Antonie Van Leeuwenhoek Kluwer Academic Publishers, 69: 193-202. doi: 10.1007/BF00399424
- Delves, B. J. 2005. Nisin As a Food Preservative, *Food Australia*, 5-12.
- El-Bedaway, A.E., Zaki, M.S., El-Sherbiney, A.M., Khalil, A.H., 1985. The Effect Of Certain Antibiotics On Boltfish (*Tilapia nilotica*) Preservation, *Die Nahrung*, 29(3), 303-308. doi: 10.1002/food.19850290318
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., Li, J., 2014. The Use Of Rosemary Extract In Combination With Nisin To Extend The Shelf Life Of Pompano (*Trachinotus Ovatus*) Fillet During Chilled Storage. *Food Control*, 37:1-8. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.09.010
- Ghaly, A. E., Dave, D., Budge, S., Brooks, M. S., 2010. Fish Spoilage Mechanisms And Preservation Techniques, *American Journal of Applied Sciences*, 7 (7), 859-877. doi:10.3844/ajassp.2010.859.877
- Ghomi, M.R., Nikoo, M., Heshmatipour, Z., Amir, J.A., Ovissipour, M., Hashemi, M., Faghani L. H., Hasandoost, M., Jadiddokhani, D. 2011. Effects Of Sodium Acetate And Nisin On Microbial And Chemical Changes And Fatty Acid Composition Of Grass Carp *Ctenopharyngodon Idella* During Refrigeration Storage. *J. Food Saf.* doi:10.1111/j.1745-4565.2010.00281.x
- Hampikyan, H., Çolak, H., 2007. Nisin ve Gıdalardaki Antimikrobiyal Etkisi, *TSK Koruyucu HekimlikBülteni*,6,(2).
- Kışla, D., Ünlütürk, A., 2003. Nisinin Antimikrobiyal Etkisi, Taze Ve İşlenmiş Balıklarda Kullanımı, *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(3-4), 543 – 550.
- Koponen, O., 2004, Studies Of Producer Self-Protection And Nisin Biosynthesis Of *Lactococcus lactis*, Institute of Bio technology and Department of Applied Chemistry and Microbiology.
- Langroudi, H. F., Mehdi S., Abolghasem, K., Mohammad, R. G., Seyed, E. H., Soottawat, B., Zoheir, H., 2011. Effect Of *Listeria monocytogenes* Inoculation, Sodium Acetate And Nisin On Microbiological And Chemical Quality Of Grass Carp *Ctenopharyngodonidella* During Refrigeration Storage, *African Journal of Biotechnology*, 10(42), 8484-8490.
- Lu, F., Ding, Y., Ye, X., Liu, D., 2010. Cinnamon And Nisin In Alginate Calcium Coating Maintain Quality Of Fresh Northern Snake Head Fish Fillets, *LWT – Food Science and Technology*,43,1331-1335.
- Luck, E., Jager, M. 1995. Nisin Antimicrobial, *Food Additives*, 27, 208-213.
- Mol, S., Ceylan, Z., 2011. Su Ürünleri Ve Işınlama Teknolojisi, *Dünya Gıda Dergisi*, 10, 79-87
- Nel, S., Lues, J.F.R., Buys, E.M., Venter, P., 2004. Bacterial Populations Associated With Meat From The Deboning Room Of A High Through Put Red Meat Abattoir, *Meat Science*, 66, 667-674. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00187-6
- Nykanen A., Lapvetelainen A., Hietanen, R. M., Kallio, H., 1999. Applicability Of Lactic Acid And Nisin To Improve The Microbiological Quality. *International Journal of Food Microbiology*,88-98.
- Norhana, W.M.N., Poole, E.S., Deeth, H.C., Dykes, G.A., 2012. Effects Of Nisin, Edta And Salts Of Organic Acids On *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* And Native Microflora On Fresh Vacuum Packed Shrimps Stored At 4°C, *Food Microbiology*, 31,43-50. doi: 10.1016/j.fm.2012.01.007
- Palumbo, S., Williams, A.C. 1990. Effect Of Temperature, Relative Humidity, And Suspending Menstrua On The Resistance Of *Listeria monocytogenes* To Drying. *J. Food Prot.* 53: 377-381.
- Raju, C.V., Shamsundar, B.A., Udupa, K.S., 2003. The Use Of Nisin As A Preservative In Fish Sausage Stored At Ambient (28±2°C) And Refrigerated (6±2°C) Temperatures, *International Journal of Food Science Technology*, 38, 171-185. doi: 10.1046/j.1365-2621.2003.00663.x

- Qian, Z.G., Jiang, L.F., Rui, L. 2013. Catfish Preservation Using Porphyra Yezoensis Composites Preservatives. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(9): 1255-1259.
- Saldamlı, İ., Uygun, Ü., 2005. Gıda Katkı Maddeleri, Hacettepe Yayınları, Ankara.
- Shirazinejad, A. R., Noryati, I., Rosma, A., Darah, I. 2010. Inhibitory Effect Of Lactic Acid And Nisin On Bacterial Spoilage Of Chilled Shrimp, World Academy of Science, Engineering and Technology, 41.
- Şentürk, Ş., Yüksel, B., Özer, H., Çakır, B., Bideci, E. 2002. Toplumun Beslenmede Bilinçlendirilmesi. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayını. Ankara. 147.
- Tayar, M. 2011. Osmanlı'da Balık ve Balıkçılık. *Dünya Gıda Dergisi*, 38-39.
- Toylar, S. S., Bucchler, J.A., Yonemoto, W., 1990. CAMP Dependent Protein Kinase Frame Work For A Diverse Family Of Regulatory Enzymes, *Annrev Biochemical*, 59, 971-1005. doi: [10.1146/annurev.bi.59.070190.004543](https://doi.org/10.1146/annurev.bi.59.070190.004543)
- Tsironi N. T., Taoukis P. S., 2010. Modeling Microbial Spoilage And Quality Of Gilthead Seabream Fillets: Combined Effect Of Osmotic Pretreatment, Modified Atmosphere Packaging And Nisin On Shelf life, *Journal of Food Science*, 75, 4. doi: [10.1111/j.1750-3841.2010.01574.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01574.x)
- Yıbar, A., Çetinkaya, F., 2011. Su Ürünleri Ve Omega-3 Yağ Asitleri. *Dünya Gıda Dergisi*, 10, 22-26.
- Zuckerman, H., Avraham, R.B., 2002, Control Of Growth Of L. monocytogenes In Fresh Salmon Using MicrogradTM And Nisin. *Lebensm Wissu Technolgy.*, 35, 543-548. doi: [10.1006/fstl.2002.0909](https://doi.org/10.1006/fstl.2002.0909)