



Balık Ürünlerinde Küf Gelişiminin Yarattığı Problemler ve Kontrolüne Yönelik Çözümler

Berna KILINÇ * 

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İzmir

Ö Z

Su ürünlerine uygulanan işleme teknolojileri ile ürünlerin su aktivitesi düşürülmekte, bakteriyal gelişim yavaşlamakta, ürünlerin raf ömürleri uzamaktadır. Su ürünlerine tuz, baharat ilave edilmesi veya ısıtma işlemi uygulanması gibi işlemler su ürünleri içerisindeki suyu bağlayarak mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir suyu azaltmaktadır. Su aktivitesinin düşürülmesi ile bozulma yapan bakterilerin gelişimi giderek azalmakta ancak ortam küflerin gelişimine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle işlenmiş balık ürünlerinde küflerin gelişimi problem haline gelebilmektedir. Ayrıca küfler insanlarda hastalıklara da neden olabilmektedir. Bu derleme çalışmada küfler, bulaşma kaynakları, insanlarda neden olduğu hastalıklar, balık ürünlerinde izole edilen küfler ve küflerin balık ürünlerinde kontrolüne yönelik çözümlere yer verilmiştir. Sonuç olarak; ürünlerin depolanması esnasında gelişen küflerin oluşturdukları mikotoksinlerin kanserojen maddeler olması nedeniyle küf gelişmiş ürünlerin tüketiminin risk oluşturduğu bilinmeli ve tüketilmemelidir. Balık ürünlerinde küf gelişiminin önlenmesi için gereken önlemler alınmalı ve kalite kayıplarının oluşumu engellenmelidir.

Anahtar kelimeler: Balık ürünleri, küfler, kontrol metotları

MAKALE BİLGİSİ

DERLEME

Geliş : 01.07.2019
Düzeltilme : 13.11.2019
Kabul : 19.12.2019
Yayın : 27.08.2020



DOI:10.17216/LimnoFish.584992

* SORUMLU YAZAR

berna.kilinc@ege.edu.tr
Phone : +90 232 311 52 30

The Problems of Growth of Moulds on Fishery Products and Solutions Accordance with the Control of Moulds on Fishery Products

Abstract: The water activity of fishery products can be decreased by processing technologies. Therefore, bacterial growth is reduced and the shelf life of products can be extended. The addition of salt and spices into the fishery products or heat treatments reduce the water inside the fishery products, which is used by microorganisms. The growth of spoilage bacteria can be inhibited by the reduction in water activity of fishery products. However, moulds can grow on processed fishery products. Thus, the growth of moulds on processed fishery products is the main problem products. Also, moulds can cause illnesses in humans. In this review; moulds, their contamination sources, the mould infections in humans, moulds isolated from processed fishery products, and the control of moulds in fishery products are summarized. Fishery products containing moulds should not be consumed due to the risk of human health. Precautions should be taken for moulds on fishery products, which will decrease the quality of fishery products.

Keywords: Fishery products, moulds, control methods

Alıntılama

Kılınç B. 2020. Balık Ürünlerinde Küf Gelişiminin Yarattığı Problemler ve Kontrolüne Yönelik Çözümler. LimnoFish. 6(2): 169-178. doi: 10.17216/LimnoFish.584992

Giriş

Balık ve su ürünlerinin bozulması mikroorganizmalar (küf, maya ve bakteriler) ile ilgili olması (Lianou vd. 2016) yanısıra mikrobiyal kontaminatların popülasyonları ve tiplerine, iç faktörlere (pH, su aktivitesi, enzim aktivitesi, besinsel içerik) ve dış faktörlere (sıcaklık, paket gaz kompozisyonu ve depolama zamanı), işleme gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu bildirilmektedir (Marshall 2014; Lianou vd. 2016). Balık ve su

ürünleri bozulma yapan mikroorganizmalar için mükemmel bir gelişim ortamıdır. Bu mikrobiyal popülasyon içerisinde yer alan çeşitli bakteri türleri ve küflerin metabolik aktivitesi nedeniyle amonyak, biyojenik aminler, protein olmayan azotlu maddeler, alkoller, ketonlar, aldehytlar, esterler, CO₂ gazı, diğer kötü koku, tat, renk kaybına neden olan, yapışkan ve paketlerin şişmesine neden olan diğer maddelerin üretimine neden olabilmektedir (Comi 2017). Gıdaların üzerinde küf gelişimi genellikle

tüketim açısından uygun olmadığını düşündürmektedir. Küfler çoğu durumda birçok gıdanın bozulmasına neden olurlar diğer taraftan da bazı özel küfler gıda katkı maddesi veya belli gıdaların üretiminde kullanılmaktadır. Bazı peynirler küflerle olgunlaştırılmaktadır. Örneğin blue-veined, roquefort, camembert, brie, gammelost gibi ve bazı küfler fermente gıdaların (soya sosu, miso, sonti ve tempeh) yapımında kullanılmaktadır (Uraz ve Özer 2014). Sosislerin işleme fabrikalarında geleneksel olarak çoğunlukla *Penicillium* ve *Aspergillus* cinslerinden oluşan küflerle inokülasyonu yapılmaktadır (Sunesen ve Stahnke 2003). Bunun yanısıra küflerin enzimler, organik asitler, vitaminler, yağlar, antibiyotikler, exopolisakkaritler, aromatik maddeler, renk maddeleri, aminoasitler gibi çeşitli insanlara toksik olmayan biyoürünler üretmesi (Sahasrabudhe ve Sankpal 2001; Londono-Hernandez vd. 2017) ve çok çeşitli farmakolojik maddelerin biyoteknolojik yolla küflerden üretilmesi sağlanmaktadır (Money 2016). Buna karşın bazı küflerde gıdalarda gelişerek kontamine olmuş gıdaların tüketimi sonucunda insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturan mikotoksinleri üretirler (Nguyen vd. 2017). Gıdalarda küflerin neden olduğu bozulma iki kategoriye ayrılmaktadır. Birincisi; taze veya kolay bozulabilen, çoğunlukla yüksek su aktivitesine sahip, pH'ı yüksek gıdaların bozulmasıdır. İkincisi ise; düşük pH'lı gıdalar, işlenmiş ve depolanmış çoğunlukla su aktivitesi düşürülmüş gıdaların bozulmasıdır. İşlenmiş ve depolanan ürünlerin küfler tarafından bozulması gıdanın kompozisyonu, işleme yöntemi, kullanılan paketleme, depolama sıcaklığı ile ilgilidir (Hocking 2014). İşleme teknolojileri ve depolama sıcaklığı mikrobiyal gelişimi yavaşlatarak balık ve su ürünlerinin raf ömrünü uzatmaktadır (Comi 2017). Sıcak hava kullanarak dehidrasyon veya yüzeyin ısıtılması gıdalardan suyu uzaklaştırarak su aktivitesini düşürmektedir. Bu olay mikrobiyal gelişimi ve enzim aktivitesini inhibe ederek gıdaların raf ömrünü uzatmaktadır (Fellows 2017). Düşük su aktivitesi düşük mikrobiyal aktiviteye karşılık gelmektedir (Ross ve Nichols 2014). Gıdalara ilave edilen tuz mikrobiyal gelişime karşı koruyucu etki göstermektedir. Diğer antimikrobiyal maddelerle kombine olarak gıdaların su aktivitesini etkilemektedir (Man 2007). Tuza dayanıklı küfler yüksek tuzlu ortamlarda yaşamaktadır. Yüksek tuza dayanıklılıkları nedeniyle deniz ortamında, tuz göllerinde, haliç, salamura ürünler gibi ortamlarda bulunmaktadır (Musa vd. 2018). Bazı küf türleri kuru tuzlanmış et ürünlerinde insanlarda karsinojenik ve mutajenik etkiler meydana getirebilen aflatoksin, okratoksin gibi mikotoksinler

üretebilmektedir. Gıda ürünlerinin kontaminasyonu üretim zincirinin farklı noktalarında; son ürüne kadar üretim ve depolama alanlarında meydana gelebilmektedir (Montanha vd. 2018). Küfler özellikle işlenmiş, korunma işlemi uygulanmamış ve buzdolabında depolanan gıdalarda potansiyel olarak bozulma meydana getirmektedir (Fung 2014). Küfler asidik koşullarda, nötral pH koşullarından daha hızlı üremektedir (Gock vd. 2003). İşlenmiş su ürünlerinde bozulma meydana getiren küflerin dışında küfler peynirlerin, çikolata ve çeşitli fermente gıdaların üretiminde de kullanılmaktadır. Ayrıca küflerin biyoteknoloji alanında da kullanıldığı bunun yanısıra biyoyakıt üretiminde, tarım, madencilik ve endüstriyel aktivitelerle hasar görmüş ortamların iyileştirilmesinde de kullanıldığı bildirilmektedir (Money 2016).

Bu çalışmada küfler, bulaşma kaynakları, küflerin insanlarda neden olduğu enfeksiyonlar ve küflerin balık ürünlerinde kontrolüne yönelik çözümlerin üretildiği çalışmaların derlenmesi bu amaçla küflerin oluşturabileceği risklere karşı farkındalık yaratılması ve gereken önlemlerin alınması hedeflenmiştir.

Küfler (Funguslar)

Doğada küfler Protista alemi içerisinde yer alıp, su, toprak, hava ve organik kalıntılar üzerinde yaygın olarak bulunan heterotrofik organotrof mikroorganizmalardır. Saprofitik veya parazitik yapıdadırlar. Hücrelerin temas halinde kalması sonucu hifesel gelişme göstermektedirler. Hifelerin oluşturduğu filamental kitleye ise miselyum denilmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 2003). Küfler çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Zygomycetes sınıfı küfler eşeysiz sporlar (sporangiosporlar, arthrosporlar ve konidiosporlar) veya eşeyli sporlar (zygosporlar) üretirler. Hifeleri septa içermez. Daha eski olanlarında septa olabilir. Takım Mucorales, Familya Mucoraceae, *Mucor* ve *Rhizopus* cinslerini içermektedir. Thamniaceae familyası ise *Thamnidium* genusunu içermektedir (Banwart 1989). Bazı patojenik *Mucor* türleri hayvan ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bunlar daha çok bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda küflerin neden olduğu hastalıklar olarak adlandırılmaktadır. Buna karşın *Mucor* türlerinin çok azı peynir olgunlaştırılmasında ve Asya fermente gıdaların üretiminde kullanılmaktadır. Bazı türleri yüksek gelişim oranları ve ikincil metabolit ürünlerin üretimi nedeniyle biyoteknolojik olarak da önemli mikroorganizmalardır. *Mucor* türü küflerin neden olduğu hastalıklar kan, barsak enfeksiyonları, septik artrit, cilt enfeksiyonları, burun mukozası, paranasal sinüsler ve beyinde yaptığı tahribatlara bağlı görülen hastalıklar olduğu bildirilmiştir (Morin-Sardin vd.

2017). Ascomycetes sınıfı küfler Ascomycotina veya ascomycetes asci içeren askosporlar üretirler. Askosporlar ısıya dayanıklıdır ve gıdalarda gelişimi düşük su aktivitesinde 0,61-0,80 gerçekleşmektedir. Çoğu Ascomycetous küfü *Plectomyces* sınıfında *Eurotiales* cinsinde yer almaktadır. Bazı ascomycetous küfleri birçok farklı gıdanın bozulmasından sorumludur (Cousin 2014). Ascomycetes'ler eşeyli asko sporları askus olarak adlandırılan yapıda geliştirirler. Bunun yanı sıra eşeyli olarak hife tip uzantıları veya imperfecte sahip olarak burada eşeysiz sporlar üreterek gelişebilir. Ascomycetes içerisinde *Byssochlamys*, *Claviceps*, *Neurospora* cinsleri yer almaktadır (Banwart 1989). Deuteromycetes sınıfı küf grubu dallanma, septalı hife ve eşeysiz olarak konidia veya sclerotia ile çoğalmaktadır. Fungi Imperfecti olarak da adlandırılmaktadır. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Sporotrichum*, *Trichoderma* cinslerini içermektedir (Banwart 1989). *Aspergillus* (eski cins ismi *Eurotium*) zerofilik türleri içermektedir (Chen vd. 2017). *Aspergillus* cinsi ve türleri bazı mikotoksinleri üretmektedirler. *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* en önemli aflotoksin üreten türlerken, okratoksin üreten *Aspergillus carbonarius* ve *Aspergillus niger* bu küfler aynı zamanda fumonisins, sterigmatocystin, cyclopiazonik asit ve patulin üretmektedir. *A. niger* türü *Aspergillus* cinsinin en önemli türlerinden biridir. Depolanan gıdaların yüzeyinde siyah küflerin oluşumuna neden olurlar (Plascencia-Jatornea vd. 2014). *Aspergillus* türlerinin hepsinin glukoz/fruktoz ortamda çok hızlı üremesine rağmen, tuz ortamında kısmen veya büyük ölçüde inhibe olduğu bildirilmiştir. *Aspergillus wentii* türünün 25°C'de tuza şaşırtıcı bir şekilde toleranslı olduğu, yüksek üreme oranının ise 0,95 su aktivitesi civarlarında tuz ve glukoz/fruktoz ortamlarının her ikisinde de olduğu belirtilmiştir. Küflerin çimlenmesi için gerekli olan minimum su aktivitesi değerlerinin *E. rubrum* için; 0,72 aw 20°C'de, *A. penicilloides* için; 0,73 aw 25°C'de, *A. wentii* için; 0,76 aw 25°C'de, *A. flavus* için; ise 0,83 aw 34°C'de olduğu belirtilmiştir (Wheeler vd. 1988). *A. flavus* mikotoksijenik küf olup, aflatoksin B üretme yeteneğine sahiptir. Geniş pH aralığının da (2,1-11,2) gelişim göstermesine rağmen, pH<3,5'un altında gelişim oranı yavaşlar. 10-12°C düşük sıcaklıklarda ve 50-55°C gibi yüksek sıcaklıklarda gelişim gösterebilmektedir. Optimum gelişme sıcaklığının ise 33°C civarında olduğu belirtilmektedir (Dobson 2011). *A. flavus* ve *P. roqueforti* 0,94 su aktivitesinde *Xeromyces bisporus* türünden daha baskın olduğu, *Eurotium chevalieri* bütün aw

aralığında hızlı bir şekilde gelişim gösterdiği ve baskın olduğu, aw <0,80 altında *X. bisporus* türünün diğer incelenen türlerden daha hızlı büyüdüğü belirtilmiştir (Leong vd. 2011). *Fusarium* türlerinin sadece yüksek su aktivitesi değerlerinde (0,95-0,99 aw) baskın olduğu belirlenirken, *Eurotium* türleri daha düşük su aktivitesi değerlerinde (0,85-0,90 aw) baskın olduğu bildirilmiştir. Genel olarak *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Trichoderma* türleri gelişebildikleri su aktivitesi ve sıcaklık kombinasyonlarında hızlı bir şekilde gelişim gösterirken, *Penicillium* türlerinin en düşük gelişim oranı gösterdiği belirtilmiştir (Marin vd. 1998).

Mikroorganizmaların alt grubu olan zerofilik küfler su aktivitesinin azaltılmasıyla (< 0,85) gıda ürünlerinin yüzeylerinde hızlı bir şekilde gelişebilirler. Zerofilik küflerin gıda ürünlerinde gelişebilmesi iç faktörlerin (su aktivitesi ve pH) ve depolama koşulları (sıcaklık) kombinasyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir (Deschuyffeleer vd. 2015). *Wallemia* (Wallemiales, Wallemiomycetes) genusunun zerofilik küfü olup, *Wallemia* türleri çoğunlukla gıda kontaminantı olarak tuz oranı yüksek ortamlardan izole edilmektedir (Padamsee vd. 2012).

Mikotoksinler

Mikotoksinler küflerin ikincil metabolit ürünleri olup, gıdalarda üretilmektedir. Gıda ile birlikte alındığında 'mikotoksikosis' adı verilen hastalığa neden olabilmektedir (Bryden 2019). Mikotoksinlere maruz kalma insanlarda ve birçok hayvan türünde hastalık yanı sıra ölümlere bile neden olabilmektedir (Bennett ve Klich 2009). Gıdaların mikotoksinlerle kontaminasyonu insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturması yanı sıra önemli ekonomik kayıplara da neden olabilmektedir (Anater vd. 2016). Tarımda ve gıda endüstrisinde Avrupa Birliği Yönetmeliği tarafından belirlenen tehlikeli mikotoksinlerin (trihothecenler özellikle deoxynivalenol, fumonisins, aflatoksin ve okratoksin A) üç ana küf cinsi (*Fusarium*, *Aspergillus* ve *Penicillium*) tarafından üretildiği bildirilmiştir (Nguyen vd. 2017). Balıkların farklı türlerinde mikotoksinlerin güvenlik değerleri ve toksik etkileri hala yüzeysel olarak bilinmemektedir. Mikotoksinlerin aflatoksinler için ilk limitin 1960'lı yıllarda konulduğu 2003 yılının sonunda bazı ülkelerde gıda ürünleri ve yem maddeleri için limit konulduğu belirtilmiştir. Sayıları giderek artmalarına rağmen, balıklarda mikotoksinlerin tolere edilebilir kalıntı miktarlarının hala bilinmediği belirtilmiştir (Anater vd. 2016). Mikotoksinler insanlar ve hayvanlar üzerinde çeşitli akut ve kronik etkiler yaratmaktadır. Mikotoksinler ekonomik açıdan insan ve hayvanların hayat kaybını

azaltmak için uygulanan veteriner ve sağlık harcamalarında artışa, hayvan yetiştiriciliğinde kayıplara, kontamine gıda ve yemlerin imha edilmesine, mikotoksin problemlerini azaltmak için gerekli olan uygulamalar ve araştırmalar için yatırımları gerektirmektedir (Zain 2011).

Küflerin Bulaşma Kaynakları

Balık marketlerinde satış için depolanan tütsülenmiş kurutulmuş balık örneklerinin aflatoksijenik küf ile kontamine olduğu bildirilen çalışmada ürünlerin aflatoxin B1 ve G1 içeriği nedeniyle tüketim için kabul edilebilir nitelikte olmadıkları bildirilmiştir. Bu ürünlerin uzun süre tüketiminin ise sağlık açısından tehlikeli olduğu belirtilen çalışmada çoğu küf türünün balık orjininden farklı ve kontaminant olduğu belirtilmiştir (Adebayo-Tayo vd. 2008). Kurutulmuş balıkların kalitelerine işleme ve depolama aşamalarında dikkat edilmediğinde kurutma esnasında küf gelişimi nedeniyle mikotoksin üretimi tehlikesinden sakınmak için büyük miktarlarda balıkların atıldığı bildirilmiştir (Gupta ve Samuel 1985). Kuru tuzlanmış et ürünlerinin *Penicillium nordicum* ile kontaminasyonunun tüketiciler ve işleme fabrikasındaki işçiler açısından potansiyel risk oluşturduğu belirtilen çalışmada kontaminantların bulaşma kaynağının ise tuz olduğu bildirilmiştir (Sonjak vd. 2011). Düşük tuz oranları ve baharatların kullanılmasıyla kurutulan balık (*Sardinella gibbosa*) türünün mikrobiyal kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada baharat ve %2 tuzla kurutulmuş balıkta maya ve küf sayılamaz kadar çokken, %10 tuzlanarak kurutulmuş balığın gramındaki maya küf sayısının 30 cfu/g olduğu bildirilmiştir. Çalışmada maya ve küf kontaminasyonunun baharatlar nedeniyle olduğuna değinilmiştir (Nuwanthi vd. 2016).

Su ürünleri, deniz ortamından ve balık ürünlerinden izole edilen küfler

Penicillium oceanica ile ilgili mikrofloranın incelendiği çalışmada küflerin deniz ortamında önemli ekolojik rol oynadığı fakat farklı biyoteknolojik alanlarda oldukça kullanışlı olabileceği belirtilmiştir. Çalışmada Ascomycetes sınıfına ait toplam 88 küf izole edildiği bildirilmiştir. Bunların çoğunun *Penicillium*, *Cladosporium* ve *Acremonium* cinsine ait olduğu bildirilmiştir (Panno vd. 2013). Hindistan'ın Kashmir Dal gölünde göl suyunda fırsatçı küflerin varlığı ve insan popülasyonunda ortaya çıkan küf enfeksiyonlarının varlığının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada göl suyunda *Aspergillus*, *Candida*, *Penicillium*, *Cryptococcus*, *Fusarium*, *Rhizopus* ve *Mucor* cinsine ait patojen küf türlerinin

izole edildiği belirtilmiştir. Ayrıca insan popülasyonunun %20'sinin (n=384) olası küf enfeksiyonları açısından incelendiği çalışmada kişilerin % 8,07'sinin küf enfeksiyonları açısından pozitif olduğu, % 4,68'ininde deri enfeksiyonu, %2,34'ünün tırnaklarında mantarlı enfeksiyon, % 1,04'ünde ise *Candida*'nın neden olduğu mantar enfeksiyonların gözlemlendiği bildirilmiştir (Bandh vd. 2016).

Küflerin fermente ürünlerin yüzeyinde varlığı bazen istenen bazende istenmeyen etkilere neden olmaktadır. İstenmeyen etkiler genellikle bozulma yapan küflerin gelişimi ile ilgilidir (Sunesen ve Stahnke 2003). Tuzlanarak kurutulmuş balıklarda bazen 'dun' veya 'mite' olarak bilinen bozulmalar meydana gelmektedir. Bu durumda balıklarda küçük kahverengi, siyah veya açık kahverengi nokta şeklinde küfler balıkların yüzeylerinde gelişmektedir. Bunlar halofilik veya halotolerant küf olan *Sporendonema* veya *Geotrichum* cinslerine ait küf türleridir. Bu küf türleri pH 3,3 ile 7,5 aralığın da %75 nem içeriğinde, %5-10 tuz içeriğinde gelişim göstermektedir. Tuzlanmış balıklarda *Sporendonema epizoum* sebep olduğu bozulmalar bildirilmiştir (Beuchat 1987).

Üç farklı marketten satın alınan tütsülenmiş kurutulmuş balıklardan en yüksek oranda izole edilen küflerin *Aspergillus flavus*, *A. terreus*, *Aspergillus fumigatus*, *Absidia sp.*, *Rhizopus sp.*, *A. niger*, *Mucor sp.*, *Cladosporium sp.*, *Penicillium italicum*, *Penicillium viridatus*, *Candida tropicalis* and *Fusarium moniliformis*, *Aspergillus flavus* ve *A. terreus* olduğu belirtilmiştir (Adebayo-Tayo vd. 2008). Güneşte kurutulmuş balık örneklerinde nem içeriğinin yüksek olması nedeniyle toplam küf sayısında yüksek olarak saptandığı belirtilmiştir. Balık örneklerinde görülen küf kolonilerinin atmosferdeki nemlilik ve balıkların yüksek nem içeriği nedeniyle ortaya çıktığı bildirilmiştir (Patterson ve Ranjitha 2009). Endonezya'dan kuru tuzlanmış balıkların mikroflorasının incelendiği çalışmada toplam 364 izolattan 74'ünün tanımlandığı çalışmada çoğunlukla izole edilen türlerin *Eurotium rubrum* (%35), *E. repens* (%26), *E. amstelodami* (%22), *E. chevalieri* (%18), *Aspergillus niger* (%37), *A. flavus* (%27), *A. sydowii* (%23), *A. penicilloides* (%16) ve *A. wentii* (%15) olduğu bildirilmiştir. 17'sinin diğer cinsine ait türlerden oluştuğu ve *Penicillium* türlerinin de daha az sıklıkla izole edildiği belirtilmiştir (Wheeler vd. 1986). Yapılan bir çalışmada kurutulmuş balıktan 4 zerolerant küf olan *Paecilomyces variotii*, *Eurotium amstelodami*, *Aspergillus candidus* ve *Aspergillus sydowii* türlerinin izole edildiği bildirilmiştir (Wheeler ve Hocking 1988). Yapılan diğer bir çalışmada kurutulmuş balık ürünlerinden

Aspergillus niger, *Penicillium citrinum* ve *Cladosporium clodosporioides* türlerinin ilk olarak bozulma meydana getiren küfler olduğu bildirilmiştir (Park vd. 2014). Taze ve tütülenmiş yılan balıklarının mikrobiyal kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada taze yılan balığında belirlenen 7 cins küften en baskın olanının *Fusarium* türleri olduğu bildirilirken, tütülenmiş yılan balığında belirlenen 5 cins küften en baskın olanın *Penicillium* cinsine ait olduğu belirtilmiştir (Vishwanath vd. 1998). Düşük yağ içeriğine sahip tropikal balık türlerinin tuzlanarak güneşte kurutulması işlemlerinden sonra balıklardan 13 küf türünün izole edildiği vurgulanmıştır (Doe ve Heruwati 1988). Kurutulmuş *Chrysichthys nigrodigitatus* ve *Pseudotolithus typus* balıklarının 4 hafta boyunca mikrobiyolojik kalitelerinin incelendiği çalışmada her iki balık türünün mikrobiyal yüklerinde depolama boyunca yükselme gözlemlendiği bildirilmiştir. İki türde de *Aspergillus flavus* türünün saptandığı belirtilmiştir (Ikutegbe ve Sikoki 2014). 25 kurutulmuş balıktan 61 küf izolatının elde edildiği çalışmada en fazla *Aspergillus niger*'in saptandığı, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*, *A. restrictus*, *Aureobasidium spp.*, *Basipetospora halophila*, *Cladosporium herbarum*, *Gliomastix spp.*, *Penicillium chalybeum* ve *Penicillium expansum* gibi diğer küf türlerinde izole edildiği bildirilmiştir (Atapattu ve Samarajeewa 1990). 60 tuzlanmış balık örneğinin 50'sinin zerofilik küflerle kontamine olduğu, kontamine olan tuzlanmış balıklarda saptanan zerofilik küflerin ortalama değerinin 2,45 log cfu/g olduğu belirtilmiştir. *Aspergillus* türlerinin baskın zerofilik küf olduğu, bunu *Penicillium* türlerinin takip ettiği en çok izole edilen küf türlerinin *A. niger* ve *P. verrecosum* olduğu bildirilmiştir (Ahmed vd. 2005). 200 adet tuzlanmış ve soğuk tütülenmiş balık örneklerinin satın alınarak mikrobiyal açıdan incelendiği çalışmada *Aspergillus fumigatus* türünün en çok izole edilen küf türü olduğu vurgulanmıştır (Mashak vd. 2016). Tuzlanarak kurutulmuş balıkların *A. flavus* ile sıcaklık 25,2-35,2°C'de, %17-50 nem içeriğinde, %0,25-19,88 tuz içeriğinde ve 0,73-0,86 su aktivitesi değerlerinde kontamine olduğu belirtilmiştir. Çalışmada tuzlanarak kurutulmuş balıkların %9,33 (14/150)'ünde *A. flavus* bulgularıldığı, incelenen örneklerin ise %8'inde aflatoksin B1 saptandığı bildirilmiştir (Indriati vd. 2017). Geleneksel tuzlanmış fermente balık ürününde saptanan maya-küf sayılarının 0,48 log cfu/g değerinden 3,14 log cfu/g değerine kadar değişim gösterdiği belirtilmiştir (Gassem 2019).

Küflerin Neden Olduğu Hastalıklar

Bazı patojenik küfler et ürünlerinde ortaya çıkarak gıda güvenliği açısından risk oluşturabilir (Fung 2014). *Hortaea werneckii* türü tropikal ve subtropikal ortamlarda yaygın bir şekilde dağılım göstermekte olup, insanlarda yüzeysel mikotik enfeksiyonlara sebep olabilmektedir (Abliz vd. 2003). Bütün küfler insanlarda alerjenik olabilir. Alerjenik küf cinslerinin bazılarının *Aspergillus*, *Amanita*, *Boletus*, *Cladosporium* ve *Claviceps* olduğu bildirilmiştir. Küflerin ürettikleri mikotoksinlerin, Beta-glukanların, küf sel uçucu organik maddelerin potansiyel olarak rahatsız edici, toksik, teratojenik, karsinojenik ve bağışıklık sistemi baskılayıcı olduğu bildirilmiştir. Küflere ve onların ürünlerine maruz kalan insanlarda aşırı duyarlılık reaksiyonlarının, çoklu ajanların ve farklı hastalık sonuçlarının gelişebileceğine değinilmiştir (Li ve Yang 2004). Fırsatçı küflerin sebep olduğu hastalıklar arasında alternariosis ve fusariosis ile birlikte aspergillosis kısmen önemli olup, patolojik karakterleri ile diğer gruplardan daha önemli olduğu bildirilmiştir. Küflerin deri ve kulak enfeksiyonlarına neden olduğu belirtilmiştir (Vennwald ve Wollina 2005). Zoonotik küfler doğal olarak hayvanlar ve insanlar arasında iletilmektedir. Bazı durumlarda önemli halk sağlığı problemlerine neden olabilmektedir. Dünyada en önemli küf hastalık grupları arasında zoonotik iletimle ilgili çok sayıda mikosis bulunmaktadır. Bunların *Talaromyces (Penicillium) marneffeii*, *Laccaria loboii*, *Emmonsia spp.*, *Basidiobolus ranarum*, *Conidiobolus spp.* ve *Paracoccidioides brasiliensis* türlerinin neden olduğu bildirilmiştir (Seyedmousavi vd. 2015). Deri, saç ve tırnaklarda küfler yüzeysel deri hastalıklarına yol açmaktadır (Dorr 2007). *Tinea nigra Hortaea werneckii* türünün neden olduğu fungal deri enfeksiyonu olduğu belirtilmiştir. Ellerin atipik mikroorganizmayla enfekte olması oldukça yaygındır. Kahverengi-siyah düzensiz şekile sahip olan lekelerin genellikle avuçiçi ve tabanlarda yerleştiği belirtilmiştir. Bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda küflerin bu enfeksiyonlara daha fazla neden olduğu bildirilmiştir (Elhassan vd. 2004; Nazzaro vd. 2016).

Balık ürünlerinde küf gelişiminin kontrolüne yönelik çözümler

Küflerde bakteriler gibi gelişim için suya ihtiyaç duyarlar. (*Polypaecilum pisce*, *Basipetospora halophila* ve diğerleri) 30°C civarındaki sıcaklıklarda en iyi gelişmektedirler. Balığın sıcaklığını düşürerek küflerin çimlenme süresi

uzatılarak, üreme oranı yavaşlatılmaktadır. Buna karşın küflerin kontrolünde en etkili metodun küflerin çimlenme ve gelişimi için gerekli olan su akvitesi değerinin altına düşürmektir. Tekrar nem almadıkça balıkların uzun periyotlar da uygun koşullarda depolanabileceği belirtilmiştir (Doe 1998). Kurutma ve depolama yöntemlerinin iyileştirilmesinin küflerin varlığını azaltacağı ve gelişimini engelleyeceği bildirilmiştir (Adebayo-Tayo vd. 2008). Kurutulmuş balıkların çoğunlukla hijyenik olmayan koşullarda işlenmesi, yetersiz tuzlama, hijyenik olmayan kurutma, işlemede bozulmuş balık kullanılması, kurutulmuş balıkların hava geçirgen ambalajlar kullanılarak paketlenmesi gibi nedenlerden dolayı balıkların kalitesi düşmektedir (Immaculate vd. 2013). Bu nedenle küf gelişiminin önlenmesi için balıkların 5°C'nin altında depolanmasının ve sorbik asit kullanılmasının etkili olduğu bildirilmiştir (Beuchat 1987). Yapılan diğer bir çalışmada balık filetolarının fiçiler içerisinde %7 asetik asit ve %14 tuz çözeltisinde marine edildiğinde küflerin inhibe olduğu belirtilmiştir (Kılınç ve Çaklı 2004). Gıdalarda küf bozulmasının önlenmesi için, gıdaların mikrobiyal florasının izole edilerek tanımlanması gerekmektedir. Bozulma ile ilgili olan küf grubunun zerofilik, ısıya dayanıklı, koruyuculara dayanıklı ve psikrofilik küfler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca küf bozulmasının belirlenmesi için uygun metod ve besiyerinin kullanılmasının gerekli olduğu bildirilmiştir (Rico-Munoz vd. 2018). *Aspergillus flavus* karsinojenik aflatoksinleri üretebilme yetenekleri nedeniyle tüketicilerin sağlığını tehlikeye sokmaktadır. Tüketicilerin sağlık riskini minimuma indirmek için tütsülenerek kurutulmuş balıkların geciktirilmeden tüketilmesi ve tüketimden önce uygun şekilde pişirilmesi tavsiye edilmektedir (Ikutegbe ve Sikoki 2014). Küf gelişiminin kontrolü için tuzlanmış ve tütsülenmiş balıkların raf ömrünün artırılması amacıyla sorbatların kullanıldığı belirtilmektedir. İşleme koşullarına bağlı olarak bütün, temizlenmiş balık veya filetolara tütsüleme öncesinde veya sonrasında uygulanabildiği bildirilmiştir. %5'lik solüsyona 1 dakika daldırma veya %10'luk sprey çözeltisi kullanımının etkili olduğu belirtilmiştir. Tuzlanmış balıklarda potasyum sorbatın salamura çözeltisine veya kuru tuzun içerisine karıştırılarak kullanıldığı bildirilmiştir. Ayrıca balıklarda sorbat kalıntı miktarının %0,1'den fazla olmaması gerektiği vurgulanmıştır (Furia 1972). Su aktivitesi azaltılmış veya kuru ürünlerin korunmasında paketlemenin önemli olduğu vurgulanarak işleme ve paketlenme metodlarının işleme sonrası kaliteyi koruduğu ve ürünlerin raf ömrünü arttırdığına değinilmiştir (Amora-Blanco vd. 2018). Bazı gıda ürünlerinde

patojen küflere karşı biyolojik kontrol mikroorganizması olarak *Debaryomyces hansenii* mayasının potansiyel olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir (Medina-Cordova vd. 2018). Tütsülenmiş kurutulmuş balık ürününden *Aspergillus tamarii* izole edilmiştir. Bu küfün glikoz/fruktoz ortamına tuza göre daha iyi tolerans gösterdiği, tuzda kısmen inhibe olduğu bildirilmiştir. Tütsülenmiş kurutulmuş balık ve diğer tropikal gıdalarda predominant olan kserofilik (kuraklığa dayanıklı) küflerin kontrolü için stratejilerin geliştirilmesinde kullanılabilmesi belirtilmiştir (Mohamed vd. 2012). Tuzlanmış balıkların küf gelişimi açısından sürekli kontrollerinin yapılmasının önemli olduğu belirtilerek, tuzlanmış balıklarda zerofilik küf gelişiminin kontrolünün geliştirilmesinin gerekli olduğu vurgulanmıştır (Ahmed vd. 2005). Kurutulmuş balık ürünlerinde *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum* ve *Cladosporium cladosporioides*'in inaktivasyonu için 260 nm dalga boyunda UV ışının 600 mWs/cm² uygulama işleminin kurutulmuş balık filetolarında renk ve duyuşal değişimlere neden olmaksızın potansiyel olarak kullanılabilmesi tavsiye edilmiştir (Park vd. 2014). *Aspergillus brasiliensis* (*niger*) türünün gelişen misellerinden mantar kitosan ekstrakte edilerek Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) balığından üretilen işlenmiş balık sosisinde antimikrobiyal, koruyucu ve kalite artırıcı madde olarak potansiyel rolü incelenmiştir. *A. brasiliensis* türünden elde edilen kitosan kullanımının depolama esnasında ürünlerin duyuşal özelliklerini arttırmak ve mikrobiyal kalitelerini arttırmak amacıyla kullanılması şiddetle tavsiye edilmektedir (Tayel 2016). Yapılan diğer bir çalışmada kitosan muamelesinin maya ve küf gelişimini ve mikrobiyal sayıları azalttığı, geleneksel kurutma işlemi ile karşılaştırıldığında kitosan ile muamele edilen örneklerin daha parlak görüntüye sahip olduğu bildirilmiştir (Gudjonsdottir vd. 2015). Üç farklı aromatik bitki olan *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* ve *Thymus vulgaris* türlerinden elde edilen esansiyel yağın *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium expansum* ve *Penicillium verrucosum* üzerine etkisinin incelendiği çalışmada üç esansiyel yağın en yüksek aktivitesinin pH 3'de *A. ochraceus* türüne karşı, pH 9'da ise her iki *Penicillium* türüne karşı olduğu bildirilmiştir (Nguefack vd. 2009). %4 ve %6 anason yağı kullanılarak elde edilen yenilebilir film ile kaplanan kurutulmuş balıklarda maya ve küf gelişimi önlenerek kurutulmuş balıkların raf ömrünün 3 günden 21 güne uzadığı belirtilmiştir (Matan 2012). Esansiyel yağlar, koruyucuların, doğal ürünlerin, fungusitlerin, nanopartiküllerin, kitosan kullanılarak üretilen film

ve kaplamaların gıda paketlemenin antimikrobiyal etkisi olarak küf gelişimine olan etkisinin incelendiği çok sayıda çalışmanın bulunduğu belirtilmiştir. Bütün test edilen moleküller için *Penicillium* türlerinin *Aspergillus* türlerinden daha duyarlı olduğunun görüldüğü bildirilmiştir. Aktif paketlemenin etkisinin daha çok gıdanın iç faktörlerine (su aktivitesi, pH, sıcaklık, tuz konsantrasyonu, etin büyüklüğü, doğasına, film uygulamasına, buna ilave olarak zamanla açığa çıkan sabit olmayan antifungal bileşiklerin miktarına) bağlı olduğunun görüldüğü belirtilmiştir (Long vd. 2016). Geleneksel yemeklerin hazırlanmasında kullanılan *Exophila cancerae* içeren yengecin insan sağlığı açısından risk oluşturma durumunun incelendiği çalışmada 30 sn kısa süre kaynayan suya maruz bırakma işleminin yengeç etindeki *E. cancerae*'yi inaktif hale getirdiği belirtilmiştir. Çalışmada hasta veya taşıyıcı yengecin geleneksel yemeklerde ham materyal olarak kullanılmasının insan sağlığı açısından risk oluşturmadığı belirtilmiştir (Orelis-Ribeiro vd. 2012). Küflerin tanımlanması ve daha hızlı ve duyarlı belirleme metotlarının geliştirilmesi üzerine daha çok çalışma yapılmasının gerekli olduğu vurgulanmıştır (Rico-Munoz vd. 2018). Mikotoksinlerin kontrolü için gerekli uygulamaların uluslararası olarak sağlanmasına rağmen, pratik olarak ölçümlerin henüz tam anlamda uygulanmadığı bildirilmiştir (Zain 2011). Gıda kaynaklarının mikotoksin kontaminasyonunu azaltmak için müdahale edici stratejilere ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Bryden 2019). Mikotoksinlere deri ve solunum yolu ile maruz kalındığında sağlık açısından risk oluşturacağı belirtilerek, Omik teknolojilerin mikotoksin üretimi ve önlenmesi hakkında daha çok bilginin öğrenilmesi için yeni yollar sağlayacağına değinilmiştir (Bennett ve Moore 2015). Dünya çapında seyahatlerin artmasına bağlı olarak mikotik hastalıkların bir bölgeden diğerine yayıldığı bildirilmiştir. Endüstri, ilaç, akademisyen, kimyacılar ve araştırmacılar tarafından acil olarak küflerin neden olduğu hastalık oranı artışının ve ölümlerin önlenmesi için yeni antifungal ilaçların keşfedilmesi ve geliştirilmesinin gerektiği bildirilmiştir (Dorr 2007). Su ürünlerinin değerlendirilmesinde etkili işleme metotlarının kullanılması ve hijyenik kuralların uygulanması işlemlerinin hem bölgesel olarak hemde ihracat pazarlarında balık ürünleri için sağlanması gerektiği vurgulanmıştır (Patterson ve Ranjitha 2009).

Sonuç

Tuzlanmış, kurutulmuş, fermente ve marine edilerek işlenmiş su ürünleri su aktivitesinin düşürülmesi nedeniyle küflerin gelişimi için uygun

ortamlardır. Küfler aerobik mikroorganizmalar oldukları için taze ve işlenmiş su ürünlerinde küf kontaminasyonunun ve gelişiminin önlenmesi amacıyla mutlaka paketleme işleminin uygulanması gerekmektedir. Aksi takdirde işlenerek açıkta tutulan veya paketleme işlemi uygulanmaksızın depolanan su ürünlerinde küfler gelişerek ürünlerin bozulmasına neden olabilmektedir. Marinasyon işlemi uygulanan su ürünlerinde ise küflerin gelişimini engellemek amacıyla kavanozlar ağzına kadar yağ veya marinat solüsyonu ile kaplanmalıdır. Ayrıca marine edilen, tuzlanmış ve kurutulmuş olan su ürünlerinin vakum paketler içerisinde satışa sunulması da küf gelişiminin engellenmesi amacıyla önerilebilir. Depolama esnasında paketlerin delinmesi veya yırtılması gibi işlemler de işlenmiş su ürünlerinin hava almasına ve küf gelişimine neden olabilir. Bu nedenle işlenmiş su ürünlerinin depolama esnasında paketlerin hasar görmesi engellenmeli veya hasar görmüş paketlenmiş su ürünlerinin tüketiciler tarafından satın alınmaması tavsiye edilmektedir. Ürünlerin depolanması esnasında gelişen küflerin oluşturdukları mikotoksinlerin kanserojen maddeler olması nedeniyle küf gelişmiş ürünlerin tüketiminin risk oluşturduğu bilinmeli ve tüketilmemelidir. Küflerin balık ürünlerinde gelişiminin önlenmesi amacıyla sağlık açısından zararlı kimyasal katkı maddeleri kullanımı yerine doğal olan bitki içerikli ekstrakt, yağ veya film kaplama materyallerinin tercih edilmesi tavsiye edilmektedir. Balık ürünlerinin üretimden tüketime kadar ki tüm aşamalarda küf gelişiminin önlenmesi için gereken önlemler alınmalı ve kalite kayıplarının oluşumu engellenmelidir.

Kaynaklar

- Abliz P, Fukushima K, Takizawa K, Miyaji M, Nishimura K. 2003. Specific oligonucleotide primers for identification of *Hortaea werneckii*, a causative agent of tinea nigra. *Diagn Micr Infec Dis.* 46(2):89-93.
doi:10.1016/s0732-8893(03)00035-x
- Adebayo-Tayo BC, Onilude AA, Patrick UG. 2008. Mycofloral of Smoke-Dried Fishes Sold in Uyo, Eastern Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences.* 4(3):346-350.
- Ahmed AM, Ismail SA, Abd-El-Rahman H.A.L. 2005. Quantitative, qualitative and toxigenic evaluations of xerophilic mold in traditional egyptian salted fish, Molouha. *J of Food Safety.* 25:9-18.
doi:10.1111/j0149.6085.2005.25546x
- Amora-Blanco G, Delgado-Adamez J, Martin MJ, Ramirez, R. 2018. Active packaging using an olive leaf extract and high pressure processing for the preservation of sliced dry-cured shoulders from Iberian pigs. *Innov Food Sci Emerg* 45:1-9.
doi.10.1016/j.ifset.2017.09.017

- Anater A, Manyes L, Meca G, Ferrer E, Luciano FB, Pimpao CT, Font G. 2016. Mycotoxins and their consequences in aquaculture: A review. *Aquaculture*. 451:1-10.
[doi:10.1016/j.aquaculture.2015.08.022](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.08.022)
- Atapattu R, Samarajeewa U. 1990. Fungi associated with dried fish in Sri Lanka. *Mycopathologia*. 111 (1):55-59.
[doi:10.1007/BF02277304](https://doi.org/10.1007/BF02277304)
- Banwart GJ. 1989. Basic Food Microbiology. Van Nostrand Reinhold. United States of America. ISBN: 0-442-22120-7
- Bandh SA, Kamili AN, Ganai BA, Lone BA. 2016. Opportunistic fungi in lake water and fungal infections in associated human population in Dal Lak, Kashmir. *Microbial Pathogenesis*. 93:105-110.
[doi:10.1016/j.micpath.2016.01.022](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.01.022)
- Bennett JW, Klich M. 2009. Mycotoxins. *Encyclopedia of Microbiology* (Third Edition), 559-565.
- Bennett JW, Moore GG. 2015. Mycotoxins. Reference Module in Biomedical Sciences.
- Beuchat LR. 1987. Food and Beverage Mycology, Second Edition. In. Meats, Poultry and Seafoods. Mold Contamination and Growth. An Avi Book. ISBN: 0-442-21084-1.
- Bryden WL. 2019. Mycotoxins in the Food Chain and Human Health Implications. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. In press.
- Chen AJ, Hubka V, Frisvad JC, Visagie, CM, Houbraken J, Meijer M, Varga J, Demirel R, Jurjevic Z, Kubatova A, Sklenar F, Zhou YG, Samson RA. 2017. Polyphasic taxonomy of *Aspergillus* section *Aspergillus* (formerly *Eurotium*) and its occurrence in indoor environments and food. *Stud in Mycol*. 88: 37-135.
[doi:10.1016/j.simyco.2017.07.001](https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.07.001)
- Comi G. 2017. Chapter & Spoilage of Meat and Fish. The Microbiological Quality of Food, 179-210.
[doi:10.1016/B978-0-08-100502-6.00011-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100502-6.00011-X)
- Cousin MA. 2014. Fungi. Classification of the Eukaryotic Ascomycetes. *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition). 35-40.
- Deschuyffeleer N, Vermeulen A, Daelman J, Castelein E, Eeckhout M, Devlieghere F. 2015. Modelling of the growth/no growth interface of *Wallemia sebi* and *Eurotium herbariorum* as a function of pH, a_w , and ethanol concentration. *International Journal of Food Microbiol*. 192:77-85.
[doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.09.022](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.09.022)
- Dobson ADW. 2011. Yeast and Molds. *Aspergillus flavus*. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition), 785-791.
- Doe PE, Heruwati E.S. 1988. A Model for the prediction of the microbial spoilage of sun-dried tropical fish. *J Food Eng*. 8(1):42-72.
[doi:10.1016/0260-8774\(88\)90035-0](https://doi.org/10.1016/0260-8774(88)90035-0)
- Doe PE. 1998. Fish Drying & Smoking. Production and Quality. London CRC Press LLC 245 s.
- Dorr P. 2007. Fungi and Fungal Diseases. *Comprehensive Medicinal Chemistry II*, 7:419-443.
- Elhassan BT, Wynn SW, Gonzalez MH. 2004. Atypical infections of the hand. *Journal of American Society for Surgery of the Hand*. 4(1):42-49.
- Fellows PJ. 2017. Dehydration. *Food Processing Technology* (Fourth Edition), 661-716.
- Fung DYC. 2014. Microbiological Safety of Meat. Yeast and Molds. *Encyclopedia of Meat Sciences* (Second edition), 395-404.
- Furia TE. 1972. CRC Handbook of Food Additives. ISBN:0-8493-0542-X (Volume 1). CRC Press LLC.
- Gassem MA. 2019. Microbiological and chemical quality of a traditional salted-fermented fish (Hout- Kasef) product of Jazan Region, Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci*. 26(1):137-140.
[doi:10.1016/j.sjbs.2017.04.003](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.04.003)
- Gock MA, Hocking AD, Pitt JI, Poulos PG. 2003. Influence of temperature, water activity and pH on growth of some xerophilic fungi. *Int J Food Microbiol*. 81(1):11-19.
[doi:10.1016/S0168-1605\(02\)00166-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00166-6)
- Gudjonsdottir M, Gacutan MD, Mendes AC, Chronakis IS, Jeppersen L, Karlsson AH. 2015. Effects of electrospun chitosan wrapping for dry-ageing of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low- field nuclear magnetic resonance analysis. *Food Chem*, 184: 167-175.
[doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.088](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.088)
- Gupta R, Samuel CT. 1985. Some fungal Infestations of Dried Fishes in Cochin Markets. *Fishery Technology*. 22:132-134.
- Hocking AD. 2014. Spoilage Problems. Problems Caused by Fungi. *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition). 471-481.
- Ikutegbe V, Sikoki F. 2014. Microbiological and biochemical spoilage of smoke-dried fishes sold in West African open markets. *Food Chem*. 161:332-336.
[doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.032](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.032)
- Immaculate K, Sinduja P, Velammal A, Patterson J. 2013. Quality and shelf life status of salted and sun dried fishes of Tuticorin fishing vilages in different seasons. *International Food Research Journal*. 20(4):1855-1859.
- Indriati N, Hermana I, Hidayah I, Rahayu ES. 2017. Prevalence of Aflatoxin B1 in Commercial Dried Fish from some regions of Java. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*. 12(3):107-115.
[doi:10.15578/squalen.v12i3.290](https://doi.org/10.15578/squalen.v12i3.290)
- Kılınç B, Çaklı S. 2004. Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. *Food Chem*. 88:275-280.
[doi: 10.1016/j.foodchem.2004.01.044](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.044)
- Leong SL, Petersson OV, Rice T, Hocking AD, Schnürer J. 2011. The extreme xerophilic mould *Xeromyces bisporus*- Growth and competition at various water activities. *Int J Food Microbiol*. 145: 57-63.
[doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.025](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.025)

- Li DW, Yang CS. 2004. Fungal contamination as major contributor to sick building Syndrome. *Advances in Applied Microbiology*, 55:31-112.
- Long NNV, Joly C, Dantigny P. 2016. Active packaging with antifungal activities. *Int J Food Microbiol.* 220: 73-90.
[doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.01.001](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.01.001)
- Lianou A, Panagou EZ, Nychas JE. 2016. 1: Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. *The Stability and Shelf life of Food (Second Edition)*, 3-42.
- Londono-Hernandez L, Ramirez-Tora C, Ruiz HA, Ascacio-Valdes JA, Aguilar-Gonzalez MA, Rodriguez-Herrare R, Aguilar CN. 2017. *Rhizopus oryzae*- Ancient microbial resource with importance in modern food industry. *Int J Food Microbiol.* 257:110-127.
[doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.012](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.012)
- Man CMD. 2007. 8:Technological functions of salt in food products. *Reducing Salt in Foods.* 157-173.
- Marin S, Companys E, Sanchis V, Ramos AJ, Magan N. 1998. Effect of water activity and temperature on competing abilities of common maize fungi. *Mycol Res.* 102(8):959-964.
[doi:10.1017/S0953756297005613](https://doi.org/10.1017/S0953756297005613)
- Marshall DL. 2014. Spoilage of Animal Products. *Seafood. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*, 453-458.
- Mashak Z, Khalajzadeh A, Koohdar V. 2016. Study the bacterial and fungal quality and physicochemical properties of cold smoked salted fishes of Caspian sea, Iran. *Biosciences Biotechnology Research Asia.* 13 (3):1811-1820.
[doi:10.13005/bbra/2334](https://doi.org/10.13005/bbra/2334).
- Matan N. 2012. Antimicrobial activity of edible film incorporated with essential oils to preserve dried fish (*Decapterus maruadsi*). *International Food Research Journal.* 19(4):1733-1738.
- Medina-Cordova N, Rosales-Mendoza S, Hernandez-Montiel LG, Angulo C. 2018. The potential use of *Debaryomyces hansenii* for the biological control of pathogenic fungi in food. *Biol Control.* 121: 216-222.
[doi:10.1016/j.biocontrol.2018.03.002](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.03.002)
- Mohamed S, Mo L, Flint S, Palmer J, Fletcher GC. 2012. Effect of water activity and temperature on the germination and growth of *Aspergillus tamarii* isolated from 'Maldivian fish'. *Int J Food Microbiol.* 160(2):119-123.
[doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2012.09.022](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.09.022)
- Money NP. 2016. Chapter 12: Fungi and Biotechnology. *The Fungi (Third Edition)*, 401-424.
- Montanha FP, Anater A, Burchard JF, Luciano FB, Meca G, Manyes L, Pimpao C.T. 2018. Mycotoxins in dry-cured meats: A review. *Food Chem Toxicol.* 111:494-502.
[doi:10.1016/j.fct.2017.12.008](https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.12.008)
- Morin-Sardin S, Nodet P, Coton E, Janny JL. 2017. *Mucor*: A Janus-faced fungal genus with human health impact and industrial applications. *Fungal Biology Reviews.* 31:12-32.
[doi:10.1016/j.fbr.2016.11.002](https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.11.002)
- Musa H, Kasim FH, Guuny AAN, Gopinath SCB. 2018. Salt-adapted moulds and yeast: Potentials in industrial and environmental biotechnology. *Process Biochem.* 69:33-34.
[doi:10.1016/j.procbio.2018.03.026](https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.03.026)
- Nazzaro G, Ponziani A, Cavicchini S. 2016. *Tinea nigra*: A diagnostic pitfall. *J Am Acad Dermatol.* 75(6): e219-e220.
[doi:10.1016/j.jaad.2016.03.030](https://doi.org/10.1016/j.jaad.2016.03.030)
- Nguefack J, Dongmo JBL, Dakole CD, Leth V, Vismer HF, Torp J, Guemdjom EFN, Mbeffo M, Tamgue O, Fotio D, Zollo PHA, Nkengfack A.E. 2009. Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. *Int J Food Microbiol.* 131(2-3):151-156.
[doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.009](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.009)
- Nguyen PA, Strub C, Fontana A, Schorr-Galindo S. 2017. Crop molds and mycotoxins: Alternative management using biocontrol. *Biol Control.* 104:10-27.
[doi:10.1016/j.biocontrol.2016.10.004](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.10.004)
- Nuwanthi SGLI, Madage SSK, Hewajulige IGN, Wijesekera RGS. 2016. Comparative study on organoleptic, microbiological and chemical qualities of dried fish, Goldstripe *Sardinella (Sardinella gibbosa)* with low salt levels and spices. *Procedia Food Science.* 6: 356-361.
[doi:10.1016/j.profoo.2016.02.072](https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.072)
- Orelis-Ribeiro R, Chamnas MA., Ostrensky A, Boeger W.A. 2012. Viability of the etiologic agent of the Lethargic Crab Disease, *Exophiala cancerae*, during cooking of the mangrove-land crab: Does this traditional dish represent a risk to humans? *Food Control.* 25(2): 591-593.
[doi:10.1016/j.foodcont.2011.11.026](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.026)
- Padamsee M, Kumar TKA, Riley R, Binder M, Boyd A, Calvo AM., Furukawa K, Hesse C, Hohmann S, James TY, LaButti K, Lapidus A, Lindquist E, Lucas S, Miller K, Shantappa S, Grigoriev IV, Hibbett DS, McLaughlin DJ, Spatafora JV, Aime MC. 2012. The genome of xerotolerant mold *Wallemia sebi* reveals adaptations to osmotic stress and suggests cryptic sexual reproduction. *Fungal Genet Biol.* 49:217-226.
[doi: 10.1016/j.fgb.2012.01.007](https://doi.org/10.1016/j.fgb.2012.01.007)
- Park SY, Lee NY, Kim SH, Cho JI, Lee HJ, Ha SD. 2014. Effect of ultraviolet radiation on the reduction of major food spoilage molds and sensory quality of the surface of dried filefish (*Stephanolepis cirrhifer*) fillets. *Food Res Int.* 62:1108-1112.
[doi:10.1016/j.foodres.2014.05.060](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.060)
- Panno L, Bruno M, Voyron S, Anastasi A, Gnani G, Miserere L, Varese G.C. 2013. Diversity, ecological role and potential biotechnological applications of marine fungi associated to seagrass *Posidonia oceanica*. *New Biotechnol.* 30(6):685-694.
[doi:10.1016/j.nbt.2013.01.010](https://doi.org/10.1016/j.nbt.2013.01.010)
- Patterson J, Ranjitha G. 2009. Qualities of commercially and experimentally sun dried fin fish, *Scomberoides tol.*, *African Journal of Food Science,* 3(10):299-302.

- Plascencia-Jatornea M, Susana M, Gomez Y, Velez-Haro JM. 2014. Chapter 8: *Aspergillus spp.* (Black Mold). Postharvest Decay, 267-286.
- Rico-Munoz E, Samson RA, Houbraken J. 2018. Mould spoilage of foods and beverages: Using the right methodology. *Food Microbiol. In Press.*
[doi:10.1016/j.fm.2018.03.016](https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.03.016)
- Ross T, Nichols DS. 2014. Ecology of Bacteria and Fungi in Foods. Influence of available water. *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*, 587-594.
- Sahasrabudhe NA, Sankpal NV. 2001. Production of organic acids and metabolites of fungi for food industry. *Applied Mycology and Biotechnology*. 1:387-425.
- Seyedmousavi S, Guillot J, Tolooe, A, Verwei PE, Hoog GS. 2015. Neglected fungal zoonoses: hidden threats to man and animals. *Clin Microbiol and Infec.* 21:416-425.
[doi:10.1016/j.cmi.2015.02.031](https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.02.031)
- Sonjak S, Licen M, Frisvad JC, Gunde-Cimerman N. 2011. Salting of dry-cured meat – A potential cause of contamination with the ochratoxin a-producing species *Penicillium nordicum*. *Food Microbiol.* 28: 1111-1116
[doi:10.1016/j.fm.2011.02.007](https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.02.007)
- Sunesen LO, Stahnke LH. 2003. Mould starter cultures for dry sausages-selection, application and effects. *Meat Sci.* 65(3): 935-948.
[doi:10.1016/S0309-1740\(02\)00281-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00281-4)
- Tayel AA. 2016. Microbial chitosan as a biopreservative for fish sausages. *Int J Biol Macromol.* 93:41-46.
[doi:10.1016/j.ijbiomac.2016.08.061](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.08.061)
- Vennwald I, Wollina UMD. 2005. Cutaneous infections due to opportunistic molds: uncommon presentations. *Clin in Dermatol.* 23:565-571.
[doi: 10.1016/j.clindermatol.2005.01.003](https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2005.01.003)
- Vishwanath W, Lilabati H, Bijen M. 1998. Biochemical, nutritional and microbiological quality of fresh and smoked mud eel fish *Monopterus albus* – a comparative study. *Food Chem.* 61(1-2):153-156.
[doi:10.1016/S0308-8146\(97\)00108-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00108-8)
- Uraz T, Özer H. 2014. Starter Cultures. Molds Employed in Food Processing, *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*, 522-528.
- Ünlütürk A, Turantaş F. 2003. Gıda mikrobiyolojisi, META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir. 606s.
- Wheeler KA, Hocking AD, Pitt JI, Anggawati AM. 1986. Fungi associated with Indonesian dried fish. *Food Microbiol.* 3(4):351-357.
[doi:10.1016/0740-0020\(86\)90020-1](https://doi.org/10.1016/0740-0020(86)90020-1)
- Wheeler KA, Hocking AD, Pitt JI. 1988. Water relations of some *Aspergillus* species isolated from dried fish. *T Brit Mycol Soc.* 91(4):631-637.
[doi:10.1016/S0007-1536\(88\)80038-X](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(88)80038-X)
- Wheeler KA, Hocking AD. 1988. Water relations of *Paecilomyces variotii*, *Eurotium amstelodami*, *Aspergillus candidus* and *Aspergillus sydowii* xerophilic fungi isolated from Indonesian dried fish. *Int J Food Microbiol.* 7(1):73-78.
[doi:10.1016/0168-1605\(88\)90074-8](https://doi.org/10.1016/0168-1605(88)90074-8)
- Zain ME. 2011. Impact of mycotoxins on humans and animals. *J Saudi Chem Soc.* 15(2):129-144.
[doi:10.1016/j.jscs.2010.06.006](https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.06.006)