

Gıda Zehirlenmelerinde Etkin Olan Mikroorganizmalar

Vildan UYLAŞER*
Fikri BAŞOĞLU**

ÖZET

Dünya'da ve ülkemizde gıda zehirlenmeleri, hala önemli bir sorun olma özelliğini korumaktadır. Bu sorun, özellikle geri kalmış ve gıdaların işlenmesinde ilkel teknolojilerin kullanıldığı ülkelerde daha da önem kazanmaktadır. Gıda zehirlenmesine neden olan başlıca faktör; kimyasal maddeler, zehirli bitki ve hayvanlar ile bazı mikroorganizmalar ile kontamine olmuş gıdaların tüketimidir. Bu durum gözönüne alındığında gıdaların muhafaza yöntemlerinin ve bu yöntemlerin hangi gıdaya ne şekilde uygulanacağını bilmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için de zehirlenmelerde etkin olan mikroorganizmalar, gelişme istekleri ve hangi gıdalarda bulunabilecekleri konusundaki bilgiler tam olarak bilinmelidir. Böylece gıdaların bozulmaları önlenerek hem ülke ekonomisinin hem de insanların zarar görmeleri engellenecektir.

Anahtar Sözcük: Mikroorganizma, gıda zehirlenmeleri.

SUMMARY

The Effective Microorganisms on Food Poisoning

Being poisoned by food still remains as an important problem both in the world and in our country. This problem is especially im-

* Araş. Gör.; U.Ü. Zir. Fak., Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü.

** Doç. Dr.; U.Ü. Zir. Fak., Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü.

portant in the countries which are undeveloped and in which primitive technologies are used in food processing. The mean reason of being poisoned by food is the consumption of food which is contaminated by chemical, poisonous plants and animals and some microorganisms. When this fact is considered, it is necessary to know the storage methods of food and how to apply these methods to particular food species. In order to achieve this, it is compulsory to know the growth requirement of these microorganisms and the foods that they are present. In this way, the spoilage of foods will be prevented, hence both the national economy and the people will be protected.

Key Words: Microorganism, food poisoning.

GİRİŞ

İnsanların toplumsal yaşamlarındaki değişikliklerle birlikte beslenme alışkanlıkları da değişmektedir. Bu değişimlerin başında ev yemeklerinin yerini konserve gıdaların, hazır yemeklerin ve dondurulmuş gıdaların alması gelmektedir. Bunun yanında eğer bu gıda maddelerine işlenmeleri ve depolanmaları sırasında gerekli özen gösterilmezse bozulma olayları söz konusu olmaktadır.

Bir gıda maddesinin insanların tüketimleri için tehlikeli bir duruma gelme nedenlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- 1- Kontamine olmuş hammadde ve ingredientlerin kullanımı,
- 2- İşletmedeki hijyenik olmayan koşullar,
- 3- İşlem hattındaki ihmaller ve aksaklıklar,
- 4- Depolama sırasındaki koşulları da içeren işlem sonrası kontaminasyon,
- 5- Perakende satış sırasında ve tüketiciler tarafından yapılan suistimaller.

Bu faktörlerden herhangi biri nedeniyle tehlike oluşturacak düzeyde kontamine olmuş gıda maddelerinin tüketimi ile ortaya çıkan bozukluklar genellikle "Gıda Zehirlenmesi" olarak isimlendirilmektedir.

Gıda zehirlenmelerini 3 ana grupta toplamak mümkündür:

- 1- Kimyasal maddelerin neden olduğu zehirlenmeler,
- 2- Zehirli bitki veya hayvanların tüketilmesiyle meydana gelen zehirlenmeler,
- 3- Mikroorganizmalar ve meydana getirdikleri toksinlerin neden olduğu zehirlenmeler.

Kimyasal Maddelerin Neden Olduğu Zehirlenmeler: Mutfak gereçlerinde kullanılan demir, çelik, alüminyum ve kalay gibi metaller zehirli değildir. Bakırın bazı tuzlarının zehirli olması nedeniyle gıdaların bakır kaplarda pişirilmesi

önerilmemektedir. Zehirlenmelere yol açan diğer ağır metaller arasında kurşun, antimon, çinko ve civa sayılabilir.

Metallerin dışında kimyasal zehirlenme nedenleri arasında pestisitler ve deterjanlar da bulunmaktadır. Pestisitler böcek ve zararlıları öldüren, hastalıklarla mücadelede kullanılan kimyasal bileşiklerin gıdaların içinde ve yüzeyinde kalan artıklarıdır. Ülkemizde parathion ve benzeri ilaçlar ile klorlu hidrokarbonlar grubundan olan DDT'nin neden olduğu birçok zehirlenme ve ölüm olayları söz konusudur.

Diğer bir zehirlenme etmeni, temizlik amacıyla kullanılan deterjanlar olup, bunların ciddi bir toksik etkisinin olup olmadığı bilinmemekle birlikte sindirim sistemine olan olumsuz etkileri bilinmektedir.

Zehirli Bitki ve Hayvanların Neden Olduğu Zehirlenmeler: Bu grup içinde değerlendirilebilecek en önemli zehirlenme mantar zehirlenmesidir. En zehirli mantar türleri ise *Amanita phalloides* ve *Amanita muscaria*'dır. *Amanita phalloides* türü mantar zehirlenmesinde belirtiler 6-15 saat içinde görülür ve kısa sürede sarılık oluşur. Çocuklar 3-4 günde, yetişkinler 6-8 günde komaya girer ve ölüm oranı % 60-100 arasındadır. *Amanita muscaria*'nın neden olduğu zehirlenme ise 15 dakikada ortaya çıkar ve ölüm olayları solunum felciyle olmaktadır.

Bu grup içinde mantar zehirlenmesi dışında baklagil, patates, bal, meyve çekirdeği, zehirli balıklar ve kabuklu deniz hayvanları ile burçak zehirlenmesi de yer almaktadır.

Mikroorganizmalar ve Meydana Getirdikleri Toksinlerin Neden Olduğu Zehirlenmeler: Günümüzde mikrobiyoloji bilim dalındaki gelişmeler sayesinde gıda maddelerinin bozulmalarının ve gıda zehirlenmelerinin büyük bir çoğunluğunun nedeninin mikroorganizmalar olduğu bilinmektedir.

Gıda zehirlenmeleri içinde büyük bir orana sahip olan bakteriyel zehirlenmelerin etkeni olan mikroorganizmaları *Clostridium botulinum*, *Salmonella*, *Staphylococ*, *Yersinia enterocolitica* ve küfler olarak genellemek mümkündür.

a) Clostridium Botulinum'un Neden Olduğu Zehirlenmeler

En önemli gıda zehirlenmesi olarak bilinen botulizm'in nedeni olan *C. botulinum*, meydana getirdiği toksinlerin özelliklerine göre 6 tipe (A, B, C, D, E, F) ayrılmaktadır. Bu 6 tip toprakta ve daha az bir sıklıkta da sulara bulunmakta olup A, B, F tipleri toprak kaynaklıdır. E tipi ise daha çok denizlerde görülmektedir.

C. botulinum, *Bacillaceae* familyasına dahil bir mikroorganizmadır. *Clostridium* içerisinde yer alan mikroorganizmalar peritrik kamçılıdır ve çoğu hareketlidir. Genellikle gram-pozitif ve mutlak anaeropturlar. Çok az suş havaya

(O₂) karşı tolerans gösterebilir. Oluşturdukları endosporlar yuvarlak veya ovaldir. Karbonhidratları parçalamaları sonucu butirik asit, asetik asit, aseton, butanol, izopropanol ve etil alkol yanında CO₂ ve H₂ oluşur.

Aşırı toksik maddeler oluşturan türler arasına giren *C. botulinum*; anaerobik, spor oluşturan, çubuk şeklinde, gram pozitif, optimum gelişme sıcaklığı 35-37°C arasında olan bir mikroorganizmadır. Oluşturdukları sporlar ısıya çok dayanıklı olduğu için özellikle konserve endüstrisinde büyük önem taşımaktadır.

C. botulinum meydana getirdiği toksinlerin özelliklerine göre 6 tipe ayrılmasına rağmen genellikle tek bir tip olarak değerlendirilmektedir. Bunun da nedeni her bir tipin ürettiği toksinlerin serolojik olarak farklı olmalarına karşılık etki şekilleri ve farmakolojik etkilerinin aynı olmasıdır. *C. botulinum* tiplerinin biyokimyasal testlere gösterdikleri reaksiyon değişiktir. Proteolitik ve toksijenik olan A, B ve F tipleri glukoz, fruktoz, maltoz ve sorbitolü fermente ederek asit ve gaz oluşturlarken gliserol, dekstrin ve salisini daha düşük derecelerde fermente ederler; mannitol, inositol, adonitol ve galaktozu ise fermente etmezler. Bu tiplerin hepsi H₂S'e pozitif reaksiyon verirler. Proteolitik olmayan, toksijenik E tipi dekstrin ve salisini fermente etmez fakat adonitolü fermente eder ve H₂S'e negatif bir reaksiyon gösterir. Proteolitik tipler indol negatif, MR negatif, VP negatif, amonyak pozitif, H₂S pozitif ve katalaz negatif olup nitratı indirgemezler fakat metilen mavisini indirgerler.

Botulizm adı ile bilinen gıda zehirlenmesine *C. botulinum*'un 6 tipi tarafından üretilen nerotoksinin faaliyeti neden olmaktadır. Hastalık genellikle üzerinde *C. botulinum*'un geliştiği ve toksin meydana getirdiği bir gıda maddesinin tüketimini takiben meydana gelmektedir. Çeşitli tip sucuklar ve konserve gıdalar botulizmin başlıca kaynağı olarak kabul edilmektedir. Botulizme neden olabilecek bir gıdanın tüketiminden sonra görülen semptomlar toksin tipine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çok fazla sıklıkla görülen rahatsızlık ya da zafiyet hissi uyandıran semptomlar şu şekilde genellenebilir; bulantı ve çift görme, boğaz kuruması, yutkunmakta, kelimeleri telaffuz etmede ve nefes almada güçlük. Semptomlar, genellikle toksin içeren gıdaların tüketilmesinden sonraki 18-36 saat içinde ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte süre, toksin tipi ve miktarına bağlı olarak birkaç saatten 8 güne kadar değişebilir. Bu hastalık sonucu görülen ölümler ise toksinin tüketilmesinden sonraki 3-6 gün içerisinde ortaya çıkmaktadır.

Botulinal toksinlerin tek karakteristikleri son derece zehirli olmalarıdır. İnsanlar için ağızdan alınan minimal öldürücü dozun yaklaşık 5x10⁻⁹ ile 5x10⁻⁸ g olduğu ve uygun şekilde seyreltilmiş toksinin 1 gramının 500 milyondan fazla insanı öldürebileceği tahmin edilmektedir.

Botulizmde hastalık oranı çok yüksek olup hemen hemen % 100 dür. Ölüm oranı ise 70 yıl önce yaklaşık olarak % 57-60 iken günümüzde bu oran % 30 ve altına düşmüştür.

Tarihi gelişimi incelendiğinde çiğ et, balık ve tavuk; taze sebze ve meyveler; çiğ süt gibi herhangi bir işlem görmemiş ürünlerin botulizme neden olmadık-

ları görülmektedir. Bu gıda maddeleri çeşitli yöntemlerle işlendikten sonra tehlikeli duruma gelmektedirler. Botulizmi önlemek için kullanılan metodları 4 grup altında toplamak mümkündür:

- 1- Bakterilerin vegetatif ve spor formlarını yıkımlayacak şekilde, gıdaların yeter süre ve sıcaklıkta ısıyla muamelesi,
- 2- Düşük ısı işlemleriyle ortamda kalan sporların gelişimini önleyecek şekilde gıda maddelerine inhibitör bileşiklerle birlikte hafif bir ısı işlemi uygulamak,
- 3- Gıdaları bakteri gelişimini önleyecek şekilde formüle etmek,
- 4- Depolama sırasında ürün sıcaklığını $+7^{\circ}\text{C}$ ya da daha düşük sıcaklıklarda muhafaza etmek.

Birinci metoda örnek olarak evlerde konserve yapılırken kullanılan düdüklü tencereler ve gıdaların ticari olarak konservelenmesinde kullanılan çeşitli tip otoklavlar (sterilizatörler) verilebilir. Bu metotta uygulanan sıcaklık ve süre; mikroorganizmanın yükü, ürün cinsi, ürün miktarı ve kullanılan ambalajın cinsi gibi faktörlere göre belirlenmelidir.

Sodyum klorür, sodyum nitrit ve düşük derecelerde ısı işleminin kullanıldığı 2. metodun en yaygın kullanım alanı dumanlanarak konserve edilmiş et ve ürünleridir.

Gıdaların formüle edilerek *C. botulinum* gelişiminin engellenmesinde kullanılan ve başarı sağlayan iki metod asitlendirme ve gıdanın su aktivitesinin düşütülmesidir. Genellikle 4.5 ya da daha düşük pH'ya sahip gıdalar *C. botulinum* gelişimini engellediğinden asitlendirilmiş gıdalar için pH 4.6'nın tek bir güvenilirlik faktörü olduğu belirtilmektedir.

Her mikroorganizmanın çoğalmasını engelleyen ve su aktivitesi (A_w) olarak ifade edilen minimum serbest su dereceleri vardır. Araştırmacılar, 0.935 A_w değerine karşılık gelen % 50 şeker ya da % 10 tuz içerecek şekilde formüle edilmiş gıdaların *C. botulinum*'a inhibitör etki yaptıklarını belirtmektedirler.

Et, balık, tavuk, süt ürünleri ve bazı sebzeleri içeren gıdalarda ürün kalitesinin korunması ve *C. botulinum* zehirlenmelerinin önlenmesi, gıdaların soğutulması ve dondurulmasına bağlıdır. *C. botulinum*'un 6 tipi için gelişme sıcaklıkları $+3^{\circ}\text{C}$ ile $+50^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Proteolitik olan A ve B tipleri minimum $+10^{\circ}\text{C}$ gelişme sıcaklığına sahiptir. Ayrıca proteolitik olmayan türler için maximum toksin üretimi $+25^{\circ}\text{C}$ ile $+28^{\circ}\text{C}$ arasında; proteolitik türler için ise $+35^{\circ}\text{C}$ ile $+37^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir.

Herhangi bir şekilde kontamine olmuş ya da şüpheli gıdalarda *C. botulinum*'un aranması, mikroorganizmanın tespiti, sayılması, teşhis edilmesi ve oluşturduğu toksinlerin kalitatif ve kantitatif olarak saptanması işlemlerini içerir.

Tespit ve Sayım: Herhangi bir gıda veya toksik kültürde *C. botulinum* tespit edilmek istendiğinde, bu amaçla hazırlanan örnekten anaerobik egg yolk

agar veya liver veal-egg yolk agara ekim yapılır ve besiyeri anaerobik koşullarda 35°C'ta 48 saat inkübe edilir. Süre sonunda oluşan *C. botulinum* kolonileri, beyazdan açık sarıya değişen renkte olup yassı ve gayri muntazamdır. Çapları 1-2 mm civarındadır ve 2-4 mm çapında, çöküntü halkası ile çevrilidir. Gelişen tipik koloniler seçilerek, şüphelenilen toksin tipine göre sıvı bir besiyerine aşılanır. Bu amaçla E tipi toksin için triptikeyz pepton glukoz yeast extract broth (TPGYT) A ve B tipi toksin için ise cooked meat besiyeri kullanılır ve TPGYT 26°C'ta, cooked meat ise 35°C'ta 5 gün inkübe edilir. Mikroorganizmanın hangi tip olduğu oluşan toksinin tipi saptanarak bulunur.

Teşhis: İzole edilen mikroorganizmanın gram-pozitif, çubuk şeklinde, sporlu ve anaerobik olduğu saptandıktan sonra diğer testlere geçilir. Bunlar jelatin, süt ve etin parçalanması, çeşitli karbonhidrat fermentasyonları, indol oluşumu, hemoliz ve lipaz aktiviteleridir.

b) Salmonella'ların Neden Olduğu Zehirlenmeler

Doğal habitatları insan ve hayvanların barsak sistemleri olan *Salmonella*-lar çok yaygın olarak toprak, hava, su, lağım, gıdalar, hayvan yemleri, alet-ekipman ve bazı bitkisel ürünlerde de bulunur.

Gıda zehirlenmelerinde rol oynayan bu önemli bakteri cinsi *Enterobacteriaceae* familyasına dahil olup 2200'nin üzerinde serolojik tip karakteri göstermektedir. Bu grubu oluşturan türlerin genel özellikleri gram negatif, aerob veya fakültatif anaerob, çoğunlukla peritrik kamçılı ve 0.5-0.8x1.0-3.0 µ boyutlarında çomak oluşlarıdır. Spor oluşturmayan bu grup mikroorganizmalar glukoz, maltoz, mannitol ve sorbitolden asit oluştururlar; sitratı kullanabilirler fakat salisin, sakkaroz ve laktozu fermente edemezler. İndol negatiftirler ve nitratı nitrite indirgerler. Özellikle düşük sıcaklıklarda inkübe edildiklerinde mukoid koloniler oluştururlar.

Salmonella 'ların çoğu amonyum azotu, mineral maddeler ve glukoz içeren besiyerlerinde rahatlıkla gelişebilirler. Gelişebilmeleri için minimum 0.93-0.96 A_w ve minimum 4.0-4.5 pH değerine gereksinim duyarlar. Optimum pH değerleri ise 6.5-7.5 arasındadır. Genellikle patojen olarak değerlendirilen *Salmonella*-lar 5°C, 45°C ve 47°C'ta gelişebilirler. En uygun gelişme sıcaklıkları ise 37°C civarındadır.

Mikroorganizmaların barsakta çoğalması ile oluşan bir enfeksiyon olarak kabul edilmesine rağmen toksinlerinde rol oynadığı belirtileri bulunan salmonellosis, insanlarda yazın sonları ile sonbaharın başlarında daha sık görülmektedir. Hastalığa yakalanma oranı ise çocuklarda ve yaşlılarda daha fazladır. Salmonellosisin belli başlı semptomları kusma, ishal, mide bulantısı, karın ağrısı ve hafif ateştir. Semptomlar kontamine olmuş gıdanın tüketilmesinden 6-24 saat sonra görülür ve 1 ile 5 gün sürebilir. Bu patojenik tepkilerin meydana gelmesi için gerekli olan *Salmonella* sayısı; kişinin dayanıklılığına, mikroorganizmanın seroti-

pine, yenilen gıdaya ve bu gıdanın üretildiği tarihe bağlı olarak değişmektedir. Genellikle belirtilen rakam $6.5-1.6 \times 10^{10}$ hücre/g'dır.

Salmonellosiste hastalığa yakalanma oranı çok düşük olabileceği gibi %100'de olabilir. Sağlıklı kişilerde hastalık genellikle 2-3 gün sürer fakat enfeksiyonun tekrarlanması durumunda bu süre uzayarak hastalık ölümle sonuçlanabilir.

Salmonellosisin kontrolünde uygulanabilecek metodlar 3 grupta toplanabilir.

1- Kontaminasyonun önlenmesi: Gıdalara *Salmonella* bulaşmasını önlemenin belki de en etkili yolu, bu mikroorganizmayı serbest olarak bulunduğu hayvan yemlerinden uzaklaştırmaktır.

2- *Salmonella* gelişiminin önlenmesi: Bu amaçla çok yaygın bir şekilde kullanılan metod düşük sıcaklıklarda depolamadır.

3- Gıdalarda *Salmonella*'nın yok edilmesi.

a) Kimyasal madde uygulaması: Gıdalarda *Salmonella*'ları yok etmek için önerilen çeşitli kimyasal maddeler arasında peroksit β -propiolakton, etilen oksit ve propilen oksit bulunmaktadır. Birçok durumlarda bu kimyasal maddeler, özellikle yumurta ürünlerinde aroma kaybı gibi dezavantajlara sahiptir. Bunların yerine kullanılabilecek diğer kimyasal maddeler ise dördü (quaterner) amonyum bileşikleri, sorbik asit, sodyum nitrit ve çeşitli antibiyotiklerdir.

b) Radyasyon uygulaması: *Salmonella*'ların gamma ışınlarına hassas oldukları bilinmekle birlikte, radyasyona dayanıklı bazı türlerinin de var olduğu belirtilmektedir. Bu mikroorganizmalar aynı zamanda ultraviyole ışınlarıyla da yok edilebilmektedir.

c) Sıcaklık uygulaması: Bu mikroorganizmalar evlerde yapılan normal pişirme işlemi sırasında o gıda maddesinden elemine edilmektedirler ve 70-75°C'lık üniform bir sıcaklıkta 3-7 dakikalık süre bunu sağlamaktadır.

Gıdalarda bulunan *Salmonella*'lar toplam popülasyonun çok az bir bölümünü oluşturdıklarından, bu popülasyondan seçilip ayrılabilmesi özel teknikleri gerektirmektedir. Bu teknikler ön zenginleştirme ve zenginleştirme işlemidir.

Tespit ve Sayım: *Salmonella*'ların tespit ve sayımında ön zenginleştirme işlemi, genellikle işlem görmüş gıdalara uygulanır. Ham ya da yüksek düzeyde kontamine olmuş ürünlerde direkt olarak zenginleştirme işlemine geçilir. Ön zenginleştirme işleminde örnek, *Salmonella*'lar için engelleyici olmayan sıvı bir besiyerine aşılanır ve 37°C'ta 18-24 saat inkübe edilir. Zenginleştirme işleminde ise *Salmonella*'ların gelişmesinin sağlanması, diğer mikroorganizmaların gelişimine izin verilmemesi amaçlanır. Bu amaçla en çok kullanılan sıvı besiyerleri selenit sistin, tetrasyonat ve tetrasyonat birillant green'dir. Ön zenginleştirme veya direkt numuneden aşılama yapılan bu besiyerleri 37°C ya da 43°C'ta 18-24

saat inkübasyona bırakılır. Süre sonunda selektif, agarlı bir besiyerine ekim yapılarak izolasyon işlemine geçilir. İzolasyon işleminde ise *Salmonella*'lar için özel olan bismut sülfid agar, *Salmonella-Shigella* (SS) agar ve brilliant green besiyerleri kullanılır. 37°C'ta 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda besiyerindeki tipik kolonilerin var veya yok oluşuna göre değerlendirme yapılır.

Teşhis: İzolasyon işlemi sonunda yapılan değerlendirmelerde eğer sonuç pozitif ise biyokimyasal testler uygulanarak kolonilerin teşhisine gidilir.

c) *Stafilokok*'ların Neden Olduğu Zehirlenmeler

Micrococcaecae familyasına dahil olan *Staphylococcus* cinsi normal deri veya burun mukozasının saprofit mikroorganizmaları arasında bulunmaktadır. Gıda zehirlenmelerinde önemli rol oynayan bu grup mikroorganizmaların en önemlisi ise *Staphylococcus aureus*'tur. Genellikle altın sarısı bir pigment oluşturan *Staphylococcus aureus* koagülaz pozitif olup glukoz ve mannitölü anaerobik koşullarda fermente eder. Çoğalması sırasında üzüm salkımı gibi bir gelişme gösteren bu mikroorganizma gram-pozitif, hareketsiz, 0.5-1.5 µm çapındadır, kapsül ve spor oluşturmaz. Optimum gelişme sıcaklıkları 37°C olup pH sınırları çok geniştir. Sıcaklığa karşı dayanıklılıkları gıdanın çeşidine, mikroorganizma sayısına ve tipine bağlı olarak değişmektedir.

Stafilokok'lar A, B, C, C₂, D, E, F ve G olmak üzere 8 tip enterotoksin üretmektedirler. Esas olarak gıda zehirlenmelerine neden olan ve sıcaklığa en dayanıklı enterotoksin tip A'dır. Bu mikroorganizmalar, üzerinde toksin oluşturdıkları gıdaların büyük bir çoğunluğunun görünüşünü bozmazlar ve kötü koku oluşmasına neden olmazlar.

Stafilokok toksinleri ile kontamine olmuş gıdaların tüketimleriyle görülen zehirlenmelerin başlıca semptomları aşırı tükürük salgılanması ve mide bulantısıdır. Bunlar, predominant ve çok şiddetli bir semptom olan ani bir kusmanın başlamasıyla görülmektedir. Kusma genellikle enterotoksin içeren bir gıdanın tüketiminden 2-4 saat sonra meydana gelmektedir. Bununla birlikte 1 saat gibi kısa bir sürede ya da 8 saat gibi uzun bir sürede de meydana gelebilir. Genellikle kusma öğürmeyle birlikte görülür ve hatta bazı durumlarda kusma yerini öğürmeye bırakabilir. Karın krampları ve ishalde çok sık görülen zehirlenme belirtilerindendir. Diğer semptomlar ise terleme, üşüme ve cildin yapışkan olması, tetanozdaki gibi kas kasılmaları, halsizlik, depresyon, iştahsızlık ve su kaybıdır.

Herhangi bir şekilde *Stafilokok* zehirlenmesi görülen kişilere yapılan müdahaleler semptomatiktir. Hastalara kusturucu ve müshil ilaçlarının verilmesi gereksizdir. Çünkü kusma ve ishal ile enterotoksinin büyük bir kısmı vücuttan atılmaktadır. Aşırı su kaybı nedeniyle hastaya kusma durduktan sonra tuz solüsyonları ya da hipertonic glukoz solüsyonları verilmelidir. *Stafilokok* zehirlenmelerinde antibiyotikler etkili değildir.

Stafilokok zehirlenmelerine genellikle pişirildikten sonra kontamine olmuş gıdalar neden olmaktadır. Bu gıdaların ortak yanı ise elle hazırlanmaları ve hazırlandıktan sonra buzdolabında saklanmamalarıdır.

Bütün zehirlenmelerde olduğu gibi *Stafilokok* zehirlenmesinde de bu olayın ortaya çıkması bazı koşullar yerine getirilerek önlenabilir. Bunlar;

- 1- Gıdaların *Staphylococcus aureus* ile bulaşmasının önlenmesi,
- 2- Enterotoksin üretimine izin vermeden gıdalardaki *Staphylococcus aureus*'un yok edilmesi,
- 3- *Staphylococcus aureus*'un gelişiminin inhibe edilmesi,
- 4- Gıdaların saklanmasıdaki bilgisizlik ve ihmallerin giderilmesidir.

Herhangi bir gıda maddesinde bulunabilecek *Stafilokok*'ların aranması, diğer mikroorganizmalarda olduğu gibi tespit, sayım ve teşhis işlemleri ile yapılmaktadır.

Tespit ve Sayım: Herhangi bir gıda maddesinde *Stafilokok*'ların normal floraya oranla çok düşük sayıda olmaları onların tespit ve izolasyonunu güçleştirdiğinden özel besiyerleri geliştirilmiştir. Bu besiyerlerinin bileşiminde % 7.5 NaCl, tellurit, civaklorür, sorbik asit, polimiksin ve yumurta sarısı gibi selektif maddeler bulunmaktadır. Bu besiyerlerine örnek olarak Medium *Staphylococcus* Broth ve *Staphylococcus* Medium 110 verilebilir.

Stafilokok'ların tespit ve izolasyonu için örnekten yeterli oranda dilüsyonlar hazırlanır ve seçilen besiyerine ekim yapılır, 35-37°C'ta 48 saat inkübe edilir. Süre sonunda besiyeri içindeki selektif maddelerin özelliğinden yararlanan *Stafilokoklar* besiyeri üzerinde siyah koloniler oluşturur. Kolonilerin etrafında ise gri renkli bir hale meydana gelir.

Teşhis: Yukarıda verilen koloni özelliklerine göre izole edilen mikroorganizmaların morfolojik ve mikroskopik özellikleri incelenir. Daha sonra biyokimyasal testler uygulanarak mikroorganizmaların teşhisi yapılır.

d) *Yersinia enterocolitica*'nın Neden Olduğu Zehirlenmeler

Enterobacteriaceae familyasında yer alan *Yersinia* cinsine ait türler, enterotoksin üretebilme yeteneğinde olan ve sıcak kanlı hayvanlar ile insanların barsaklarında yaygın olarak bulunan patojen bir mikroorganizmadır. Ayrıca doğada su ve toprakta da fazla miktarda bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar buzdolabı koşullarında ve 1°C gibi düşük sıcaklıklarda gelişebilme özelliğine sahip olduklarından gıda teknolojisinde, özellikle de soğutulmuş gıdalarda önem kazanmaktadır.

Yersinia cinsine ait türler 0.5-1.0 x 1-2 µm boyutlarında, gram negatif, 37°C'ta hareketsiz, 37°C'ın altında (özellikle 22°C'ta) *Y. pastis* ve *Y. pseudotuberculosis* hariç peritrik flagella ile hareket eden, sporsuz, kapsülsüz, aerob ve fakültatif anaerob bakterilerdir. Karbonhidratları fermente ederek gaz oluştur-

madan asit oluştururlar. Fruktoz, glukoz, gliserol, maltoz, mannitol, mannoz ve trehalozu fermente ederler. Laktoz, dulsitol, eritritol, glikojen, inositol, melezitoz ve rafinozu ise fermente etmezler. Katalaz pozitif, oksidaz ve indol negatiftirler. Gelişme sıcaklıkları -2°C ile +45°C arasında olup optimumları 30°C-37°C arasındadır. *Yersinia*'nın, bir enfeksiyon etkeni olduğu literatürlerde belirtilmekte, ancak, gıda zehirlenmeleri yönünden araştırmacılarca incelenmektedir.

İnsanlarda enfeksiyonlara yol açması yönünden büyük bir öneme sahip olan *Y. enterocolitica*, gram negatif, 1.4x0.05-1.5 µm boyutlarında olup 25°C'taki kültürlerinde peritrik flegellaları ile hareket etme yeteneğine sahiptir. 37°C'ta ise genel olarak hareketsizdirler.

Y. enterocolitica'nın insanlara bulaşması ev ve kesim hayvanları, hasta ve taşıyıcılar, kontamine olmuş gıda maddeleri (su, süt, süt mamülleri, et ve sebzeler) ile olmaktadır. İnsanlarda hastalığa yol açan oral dozun 35x10⁹ *Y. enterocolitica* hücresi olduğu belirtilmektedir.

Yersinia enfeksiyonlarından en sık rastlanılan ve sindirim sistemiyle ilgili olan hastalıkların en başında gastroenterit ile enterokolitler gelmektedir. Gastroenteritler kusma ve ishal şeklinde seyreden kısa süreli hastalıklardır. Enterokolitler ise 5 yaşından küçük çocuklarda kusma, ishal, karın ağrısı ve ateş şeklinde görölmektedir. Hastalığın iyileşmesi 1-3 hafta ile 1-2 ay sürebilir. Bu mikroorganizmanın neden olduğu diğer hastalıklar arasında eklem ve kemiklerde görölen akut ya da kronik artritler, tenosovitler ve perisinovitler bulunmaktadır.

Kontamine olmuş ya da şüpheli bir gıdada *Y. enterocolitica*'nın aranması, diğer mikroorganizmalarda olduğu gibi tespit ve sayım ile teşhis işlemlerini içermektedir.

Tespit ve Sayım: Herhangi bir gıda ya da şüpheli ortamdan *Y. enterocolitica* tespit edilmek istendiğinde öncelikle uygun dilüsyonların hazırlanması gerekir. Daha sonra *Y. enterocolitica* için spesifik olan Triple Sugar Iron Agar, Endo Agar, EMB Agar, Mc Conkey Agar veya Deoksikolat Sitrata Agar'dan birine ekim yapılır ve 25°C'ta 24 saat inkübasyona bırakılır (25°C'ta üreme 37°C ta göre daha kolay olmaktadır). İnkübasyon süresi sonunda Triple Sugar Iron Agar'da sarı, Endo Agar ve EMB Agar'da renksiz pembemsi, Mc Conkey Agar'da renksiz veya sarımsı, Deoksikolat Sitrata Agar'da ise saydam koloniler oluşur.

Teşhis: Yukarıda verilen besiyerlerinden izole edilen tipik koloniler mikroskop altında incelendikten sonra biyokimyasal testlere geçilir. Biyokimyasal test sonuçlarına göre de izolatların kesin teşhisi yapılır.

e) Küfler ve Oluşturdukları Mikotoksinlerin Neden Olduğu Zehirlenmeler

Küflerin neden olduğu bilinen en önemli ve en eski mikotoksikosis olayı, ergotizm adı verilen hastalıktır. Çavdarların üzerinde *Claviceps purpurea*'nın ge-

lişmesi ve bu çavdarların tüketilmesiyle oluşan ergotizm hastalığını tarif eden ilk kayıtlar ortaçağa aittir. Hastalığa neden olan bileşik ise hallusinogenil etkiye sahip olan ergot alkaloidleridir. Bu hastalığın yaygın olduğu ortaçağlarda şifa bulmak için manastır ve kiliselere koşan hastalar, buralarda kontamine olmamış hububatların tüketilmesiyle hastalıktan kurtulmuş ve bunu kilisenin mucizesi olarak kabullenmişlerdir.

Bu olayı takiben daha birçok olayların meydana gelmesine rağmen 1960 yılı öncesine kadar gıdalarda bulunan küflerin zararsız olduğu kanısı yaygındı. Fakat 1960 yılında İngiltere’de 100.000 hindinin aniden ölmesiyle ortaya çıkan bir olay bu durumu tamamen değiştirmiştir. Bu olayla ilgili yapılan sistematik çalışmalar sonucunda hastalığa rasyona ilave edilen yer fıstığında bulunan ve ultraviyole ışığı altında mavi ve yeşil floresans veren maddelerin neden olduğu saptanmıştır. Aynı dönemde yer fıstıklarından *Aspergillus flavus* izole edilmiş ve izolatanın yer fıstıkları üzerinde geliştiği zaman aynı mavi ve yeşil floresans veren bileşikler oluşturduğu belirlenmiştir. Bu maddelere ise aflatoksin adı verilmiştir.

Günümüzde halen büyük bir öneme sahip olan küflerin oluşturdukları mikotoksinler ve etkileri şu şekilde sıralanabilir:

Aflatoksin: Gıda kontaminantı olarak bulunan ilk mikotoksinlerdir. Hayvanlarda kanserojen etkilerinin saptanması, bu toksinin insanlar içinde kanser etmeni olmalarını mümkün kılmaktadır. Aflatoksinler karaciğer, böbrek ve barsak kanserlerine neden oldukları gibi akut toksisite de göstermektedirler. Yapılan çalışmalar sonucunda *Aspergillus flavus* tarafından üretilen toksinler B₁, B₂, G₁ ve G₂ olmak üzere 4 ana gruba ayrılmışlardır. Aflatoksin ile kontamine olmuş gıdalardan en fazla sıklıkla izole edilen grup ise B₁ olmaktadır.

Patulin: *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Byssoschlamys* cinslerinin çeşitli türleri tarafından oluşturulan bir lakton metabolitidir. Patulin asit ve nötr pH’lara karşı stabil olup lakton halkası nedeniyle alkalilere karşı duyarlı bir mikotoksindir. Ülkemizde şeftali sularında saptanmıştır. Patulin deri altına enjekte edildiğinde tümör oluşturmaktadır.

Ochratoksin: *Aspergillus* ve *Penicillium* cinsleri tarafından oluşturulan ve yapısal olarak birbirlerine benzeyen Ochratoksinlerin A₁, B₁, metil ve metil esterleri olmak üzere birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunların en önemlisi Ochratoksin A olup gıdalarda en fazla bulunan mikotoksindir. Hayvanlarda akut ve kronik etkiye sahip olan toksinin en çok etkili olduğu organ böbreklerdir. İnsanlara nasıl bir etkisinin olduğu ise bilinmemektedir.

Sterigmatocystin: Yapı olarak aflatoksine benzeyen ancak, aflatoksinin kanserojen etkisi bakımından % 1 ile % 10 daha düşük etkiye sahip toksinlerdir. Son yıllarda bu toksinin *A. parasiticus* tarafından aflatoksine çevrildiği bildirilmektedir.

Luteoskyrin: Bazı hayvanların özellikle karaciğerini etkileyen bir *Penicil-*

lium toksinidir. Aflatoksin B₁ kadar kanserojen olmamakla birlikte farelerin bu toksine olan duyarlılığı Aflatoksin B₁'den daha fazladır. İnsanlar üzerine etkisi bilinmemektedir.

Penicillik Asit: İlk kez 1913 yılında mısırdan izole edilmiştir. Bazı *Penicillium* ve *Aspergillus* cinsine ait türler tarafından üretilen Penicillik asit özellikle gram negatif bakterilere karşı etkilidir. Fakat farelerde tümör oluşumuna neden olması antibiyotik olarak kullanımını engellemektedir.

Roquefortine: Son yıllarda çeşitli ülkelerde yapılan mavi peynirlerde (roquefort) saptanan bu toksin *Penicillium roqueforti* tarafından üretilmektedir. Roquefort peynirinin küflü kısımları beyaz kısımlarına göre daha fazla *Penicillium roqueforti* içermekte olup, bu kısımların tüketimi daha fazla tehlike oluşturmaktadır. Bu toksinin etkisi ise özellikle sinir sisteminde görülmektedir.

Tüm dünyada gerek hile amacıyla gıdalara katılan çeşitli maddeler ile gerekse istenmeyen mikroorganizma faaliyetleri sonucu gıda zehirlenmelerinin halk sağlığını büyük ölçüde tehdit ettiği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle gıda zehirlenmeleri basit bir rahatsızlık olarak görülmemeli, diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bu konuya gerekli önem verilmeli ve gıda kalite kontrol çalışmaları daha düzenli olarak yürütülmelidir. Ayrıca konuyla ilgili olarak halkın bilinçlendirilmesi, eğitilmesi ve gerekli sağlık önlemlerinin alınması gerekmektedir. Böylece gıda zehirlenmesi olaylarının önemli ölçüde azaltılması sağlanacak, en azından olayların olumsuz olarak sonuçlanması önlenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1990. Growth of Yersinia, Food Laboratory News, No: 22, Vol. 6: 4, s. 60.
- AKBULUT, N., T. GÜRARDA, 1978. Gıda Zehirlenmeleri I, Gıda Dergisi, 3 (6), s. 257 - 265.
- AKBULUT, N., T. GÜRARDA, 1979. Gıda Zehirlenmeleri II, Gıda Dergisi, 4 (1), s. 55-61.
- AKBULUT, N., Ö. KINIK, 1990. Yersinia ve Süt Teknolojisindeki Önemi, Gıda Dergisi, 15 (5), s. 311-318.
- DEFIGUEIREDO, M.P., D.F. SPLITTSTOESSER, 1980. Food Microbiology: Public Health and Spoilage Aspects, The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, p. 492.
- DENİZEL, T., 1986. Gıda Mikrobiyolojisi I, U.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 18, Bursa, s. 142.
- GRAHAM, H.D., 1982. Safety of Foods (Second Edition), The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, p. 492.

- KESKİN, H., 1982. Besin Kimyası, Cilt: 2, Fatih Yayınevi, İstanbul, s. 558.
- KRIEG, N.R., J.G. HOLT, 1984. Bergey's Manual of Sistemetic Bacteriology (Vol. 1), Williams and Wilkins, Baltimore, MD 21202, USA, p. 964.
- MINOR, T., E. MARTH, 1976. Staphylococci and Their Significance in Foods, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, p. 297.
- ŞAHİN, İ., 1990. Mikrobiyolojiye Giriş, Eser Matbaası, Samsun, s. 237.

