

## GIDALAR VE MİKROBİYOLOJİK RİSKLER<sup>1</sup> II

Kamuran AYHAN, Velittin GÜRGÜN

A.Ü.Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü-ANKARA

### GIDA KAYNAKLI HASTALIK RİSKLERİ VE BUNLARIN KONTROLU

Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan organizmaların çoğu ya hayvansal ya da toprak kaynaklıdır. Buna karşın hepatitis A virüsü, *Salmonella typhi* ve *Vibrio cholerae* gibi bazı önemli gıda kaynaklı insan patojenleri sadece insan kaynaklıdır ve bunların kontaminasyonları ya lağım suyu ile sulama yapılması halinde yetiştirme sırasında, ya da tüketim amacıyla hazırlanmaları sırasında işçilerin hijyenik kurallara pek uymamaları sonucunda bulaşmaktadır.

Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan mikroorganizmalar gıda zincirine herhangi bir basamakta girebilirler.

Mikrobiyolojik zararlar ve riskler ile gıdalar arasındaki ilişkiler aşağıda sıralanan faktörlere bağlıdır:

- Hammaddede henüz daha baştan bulunan veya işleme sırasında veya sonradan ürüne dahil olan gıda zehirlenmesi ve hastalıklarına neden olan mikroorganizmaların tipi ve sayıları ve bunların metabolizmaları sonucu ortaya çıkan toksinlerin varlığı.

- Herhangi bir ürünün formülasyonu veya işlenmesinin, mikroorganizma sayısının artması veya azalması ile hayatiyetlerini devam ettirmeleri üzerine etkisi.

- Dağıtım ve tüketim için hazırlık sırasındaki koşulların mikrobiyel kontaminasyon, gelişme veya hayatiyeti devam ettirmelerini teşvik etmesi.

- Bireylerin gıda kaynaklı hastalıklara hassasiyetleri.

Bu nedenle bir gıdanın mikrobiyolojik emniyet gereksinimi sağlanırken, bir yandan bir gıda içerisinde tüketimden hemen önce bulunan ve potansiyel zararı olabilecek mikroorganizmalarla bunların toksinleri hakkındaki mikrobiyolojik bilgilerin, diğer yandan böyle bir hastalığa neden olabilecek asgari mikroorganizma sayısı veya toksin miktarı ile ilgili tıbbi bilgilerin göz önünde bulundurulması gerekir. Bu iki etken, endüstriyel veya resmi kurumların belli bir gıda maddesinin emniyeti bakımından risk taşıyıp taşımadığını tahmin edebilmeleri için temeli oluşturduğu gibi, böyle bir bilgi, bir gıda işletmesindeki mikrobiyolojik ve diğer tehlikelerin kontrolünde da esastır. Buna karşın, bundan sonraki bölümlerde de irdeleneceği gibi, üretimden tüketime kadar gıda zinciri sırasında mikroorganizmalar sayısal olarak değiştiği ve insanların gıda kaynaklı enfeksiyonlara karşı kişisel tepkileri de genellikle değişken olduğu için, mikrobiyolojik ajanlar ile ilgili risk tahminlerinde bulunmak son derece karmaşıktır (BAIRD-PARKER, 1994).

#### Risk Tahminleri

Herhangi bir risk tahmini yapılırken ana unsur herşeyden önce tehlikelerin tanımlanması ve tahminidir. Burada belli bir gıda maddesini ilgilendiren mikroorganizma veya mikrobiyel toksinler gibi mikroorganizmalara özgü tehlikelerin ve bir gıda ve/veya gıda hammaddesinde bulunan mikroorganizma tiplerinin yayılmasıyla ilgili bilgilerin ve nihayet birbirinin aynı veya benzer karakterdeki gıdaların epidemiyolojik gözlemleri ile elde edilen verilerin göz önünde tutulması gerekir. Yukarıda söz konusu edilen bilgilerin genellikle tam olmamasından dolayı, gıda hammaddeleri ve ürünlerinde olası mikroorganizma varlıkları hakkında bazı kabuller yapılması pekala zorunlu olabilir. Böylece tarımsal kaynaklı hammaddelerin, herhangi bir tehlike ortaya çıktığında, zaman zaman herhangi bir bulaşıcı ve toksijenik veya patojenik bir mikroorganizma ile bulaştığını kabul etmemiz gerekecektir. Söz konusu tehlikelerin gelişme veya dağılımlarını tahmin edebilmek için gıdaların üretim, işleme ve dağıtım sırasında uygulanabilecek olan iç, dış ve dolaylı koruma faktörlerinin etkilerinin göz önünde bulundurulması da

<sup>1</sup> Microbiology (1994), 140(4): 687-695'de A.C.Baird Parker tarafından yazılan makalenin tercümesidir (2.Kısım)

gerekir. Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan belli başlı mikroorganizmaların hayatiyetlerini sürdürme, gelişme ve ölümleri üzerine koruma faktörlerinin nasıl etkiledikleri hakkında elimizde genellikle mükemmel mikrobiyolojik kayıtlar mevcut olup (ICMSF, 1980; 1994), işlenmiş gıdalardaki mikroorganizmaların öldürülmesini önceden tahmin etmeyi amaçlayan, bu verilere dayalı matematik modeller giderek kullanılmaya başlamıştır. Gıda kaynaklı patojenler için önceden tahmine yönelik modeller arasında en yaygın ve tamamlanmış olanı 7 milyon pound harcanarak 4 yılda tamamlanan ve "Gıda Mikromodeli" olarak adlandırılan İngilizlerin MAFF projesidir (MC CLURE ve ark. 1994). Bu tür modeller yoğun bir şekilde denenmiş olup, çok iyi ön tahminde bulunmayı sağlamakla beraber, halen bazı gıdalar için sınırlı da olsa çeşitli testlere gereksinim vardır. Bu tür modellerin kullanılmasının sağladığı avantajlar, çok hızlı sonuç alınması, emniyetli karar vermede garanti ile geliştirme ve kullanımı için yapılan masrafların daha şimdiden çıkarılmış olmasıdır. Birinci basamakta bir gıdayı tüketerek o gıdada belirlenen önemli tehlikelerle karşılaşan tüketicilerde hastalığın ortaya çıkma olasılığının değerlendirilmesi, risk analizlerinin ikinci basamağını oluşturur. Burada herhangi bir mikrobiyolojik tehlike tahmininde göz önünde bulundurulması gereken muhtemel mikroorganizma sayısının belirlenmesi son derece güçtür. Çünkü, bir yandan gıda maddesi, gıda zinciri boyunca hareket ederken, gıdadaki mikroorganizmaların dağılımı ve bu dağılımın tanınması fevkalade heterojen yapısından dolayı değişkenlik gösterirken, diğer yandan hastalığın görülme olasılığı tamamen karşılaşılacak organizma sayısına bağlıdır. Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan patojenlerin enfeksiyon yeteneklerine etki eden faktörlerle ilgili olaylar ve salgın hastalıklarla ilgili epidemiyolojik gözlemler hakkındaki bilgilerimiz oldukça sınırlı ve daha ziyade kalitatifdir. Bunların içerisine gıdanın yağ ve demir içeriği, mikroorganizmaların sıcağa veya soğuğa maruz bırakılmaları, diğer organizmaların varlığı, gıdanın tüketilme şekli, enfeksiyona neden olan organizmaların lokasyonu ve daha önce değinilen bireye özgü faktörler girmektedir (ARCHER ve YOUNG, 1988; D'AUSI, 1989). Bununla beraber karşılaşılabilecek enfeksiyonu tahmin etmeye yarayacak bir doz/yanıt kurvesini oluşturabilmek için elde çok az sayıda kantitatif veri mevcuttur.

Beslenme ile ilgili hayvan modellerinden elde edilecek bilgilerin insanlara uygulanması, ahlaki açıdan daha fazla sorun çıkaracağı için bu tür kurveleri geliştirmek yararlı olmaz. Bu nedenle gıdalardaki mikrobiyel toksin veya patojenlerin kabul edilebilir sayı limitlerini belirlemek için resmi risk tahmin yöntemleri kullanılmaz. Gıdalarda izin verilebilecek mikroorganizma seviyesi ile ilgili kabuller, salgınlarla ilgili çok sınırlı sayıdaki gözlemlere, insanlar üzerinde yapılan sınırlı çalışmalara ve bu konudaki uzman kişilerin, kabul edilebilir sayılar üzerinde sağladıkları genel fikir birliğine dayanmaktadır. Bununla beraber, uzmanlar böyle bir konuda genel olarak anlaşamazlar ve bazı organizmalar için fikir birliğine varmak amacıyla uygulanması hemen hemen olanaksız koşullar ileri sürerler. Örneğin, yemeğe hazır gıdalarda kabul edilebilecek *Listeria monocytogenes* seviyesi için üzerinde anlaşılmış bir rakam yoktur (FAO/WHO, 1993). Bununla beraber, patojenik mikroorganizma seviyesiyle ilgili bir bilgi gerektiğinde, bir doz/yanıt kurvesi oluşturabilir ve bu kurve o risk grubunun gıdalarda bulunmalarına ilişkin kantitatif bilgiler ile kombine edilip, riske ve hesaplanabilir kontrol stratejileri gereksinimine yönelik (örneğin kaza ile oluşan kontaminasyonların azaltılması) tahminler yapılabilir. Kabuklulardan gelebilecek viral enfeksiyonlarla ilgili böyle bir risk tahmini, örneğin ABD'de yenilen çiğ yumuşakçalara ait kabuklulardan oluşabilecek olası hastalıklar gözönünde bulundurularak (hastalık istatistikleri dikkate alındığında) yapılabilir (ROSE, 1993).

### HACCP-Sistemi

Risk tahmini yapıldığında, endüstri, emniyeti her zaman ihmal etmek isteyecektir. Bu nedenle, mikrobiyel riskleri ve bunların kontrolünü bilen bir endüstri kolu belli bir gıdayı dizayn ederken, riskli ve mikrobiyolojik tehlikesi olan ürünlerden kaçınan bir felsefeyi benimseyecek ve gıda kaynaklı hastalığa neden olan

organizmaların ortaya çıkma potansiyeli söz konusu olduğunda bunları ortadan kaldıracak veya en kötü olasılıkla salgın belirtisi olduğunda emniyet sistemini kontrol edebilecektir.

Mikrobiyolojik olarak emniyetli ürünler dizayn edebilmek için, uluslararası kabul gören bir sistem olan HACCP (Kritik Kontrol Noktalarındaki Tehlike Analizleri) yöntemi kullanılmaktadır. HACCP sistemi belli bir gıdanın, üretim, işleme, dağıtım ve kullanılmasıyla ilgili ortaya çıkabilecek olan kendine özgü

mikrobiyolojik tehlikelerin belli bir obje üzerinde belirlenmesine olanak sağladığı gibi, belli bir tehlikenin kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesi amacıyla ortadan kaldırılmasına ve kontrolüne da sistematik ve detaylı bir şekilde yaklaşan son derece isabetli bir yöntemdir. HACCP sisteminin uygulanma prensip ve yöntemleri gayet iyi bir şekilde belirlenmiştir (TECHNICAL MANUAL, 1992; FAO/WHO,1993; ILSI,1993; WHO, 1993). Yakın bir zamanda bu işlemler modern risk tahmin yöntemleri kullanılarak daha da geliştirilmiştir. Böylece HACCP'in en geçerli şekilleri, tehlike analizlerinde, genellikle HAZOP'a (Tehlike Analizleri ve Uygulanabilirliği) dayalı yapısal bir yaklaşım uygulayan, farklı disiplinlere ait uzmanlardan oluşan takımları kullanırlar ki, bunlar hammaddenin ve bir veya daha fazla mikrobiyolojik tehlikenin meydana geldiği ekipman veya işlemin kontrolü sırasında ortaya çıkan hataları göz önünde tutarlar (MAYES ve KILSBY, 1981). Bir ürün üzerinde yapılan tehlike analizleri, gıda maddesinin tam tüketimi aşamasına kadar olabilecek mikrobiyolojik tehlikelerin ürün üzerine ne gibi etkileri olabileceğinin araştırılmasını kapsar. Buna göre, ham maddeler (kaynak ve kullanım); imalat ve işleme (formulasyon dahil), imalat ekipmanı; imalat parametreleri ve üretim yöntemleri, paketleme koşulları ile depolama ve ürünlerin dağıtım koşulları ve kullanımı bu kapsam içerisindedir. Her bir mikrobiyolojik tehlikenin önemi, tehlikeler ve her bir tehlikenin şiddeti hesaba katılarak değerlendirilir. Kimi tehlikelerin şiddet ve/veya riskinin bertaraf edilmiş olması bu tehlikelerin önemsiz olduğunu düşündürür ve bütün güç, riski önemli görülen tehlikelere yönlendirilir. Bu tahmin, her bir hammadde ve gıda işleme basamağı için adım adım uygulanır.

Tehlike analizlerinin (tehlikenin belirlenmesi ve tahminini kapsar) bundan sonraki basamağı kritik kontrol noktalarının belirlenmesidir ki, bunun içerisine gıdanın yetiştirilmesi, üretilmesi, işlenmesi, dağıtılması ve kullanılması basamaklarında tehlikeden oluşacak riskleri emniyetli bir seviyede tutabilmek için uygulanacak koruma, elimine etme ve azaltma sistemlerinin etkin bir şekilde kontrolü girer. Bunun analizi için, üretim yapısında kullanılacak olan bir karar ağacı geliştirilip kullanılmalıdır (MAYES, 1992; WHO, 1993). Bir kritik kontrol noktası, gıda trafiği içerisinde yer alan yetiştirme, ham maddenin hasadı, ürün formülasyonunun kontrolü veya işleme sırasında kullanılan aletin bir parçası olabildiği gibi, dağıtım koşullarının kontrolü, depolama ve tüketim için hazırlama işlemlerinin ayrıntılarını da kapsar. Her bir kritik kontrol noktası için, kontrolde gerekli hedef gereksinimi belirlenir (toleranslar da buna dahildir) ve belirlenen kritik limitlerden herhangi bir sapmayı belirleyecek bir mekanizma oluşturulur.

HACCP'nin son basamağı, eğer bir kritik limit aşılmışsa, işlemde bunu düzeltecek hareketleri belirlemekle ilgili olup, HACCP sisteminin efektif olarak çalıştığını doğrulayan işlemleri de kapsayacak şekilde HACCP analizlerini her yönüyle kayda geçirmektir. HACCP sisteminin uygulanmasının gözle görülür sayısız faydası vardır. Bunların arasında, kaynakların kontrol edilme zorunluluğu olan işlemlere konsantre edilmesi gibi, daha etkin kullanım ve kontrol sisteminin kurulmasıyla problemlere zamanında yanıt verilmesi sayılabilir (BAIRD-PARKER, 1990). HACCP, denetim organlarıncaya gittikçe daha fazla kabul görmekte olup, bugün ABD, Kanada, Avusturya, Avrupa-Ekonomik Topluluğu ülkeleri ve diğer birçok ülkede kullanımı denetim mekanizmasıyla birleştirilmiştir.

#### **GIDA KAYNAKLI HASTALIKLAR: Katedilen Yol**

Gıdaları kontamine eden organizmaların çoğunun hastalığa neden olma mekanizmaları anlaşılmış ve bu konudaki bilgiler ve gıdalardaki mikroorganizmaların kontrolü ile ilgili yöntemler daha da geliştirilmiş ve gıdaların işlenmesi, dağıtılması ve depolanması hakkında uygulanan düzenlemeler son derece sıkılaştırılmış olmasına rağmen, teknolojik olarak gelişmiş batı ülkelerinde bile gıdalarla yayılan birçok hastalığa karşı yürütülen savaş halen kazanılamamıştır.

Listeriozis dışında (son birkaç yıl içerisinde % 50'den fazla önemli bir azalma başarılmıştır) tespit edilebilen gıda kaynaklı hastalıklar artmaya devam etmiş ve İngiltere ve benzeri ülkelerde alarm derecesine ulaşmıştır.

Örneğin İngiltere'de tespit edilen vaka sayısı 1978'de 12,000 iken 1992'de 65,000'e yükselmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, hastalığa neden olan mikroorganizmaların çoğunun kaynağı gıda üretiminde yararlanılan hayvanlar olup, gerek özel kesim gerekse resmi kurumlar hiç de seyrek olmayan beyanlarla, işlenmemiş hayvansal ürünlerin arzulanmayan fakat aynı zamanda engellenemeyen mikrobiyolojik kontaminasyona uğradıklarını belirtmektedirler. Bunun anlamı, kontaminasyon kontrollerinin, kaynağında

yapılmasından vazgeçilmesi ve gıda zincirinde daha sonra oluşan kontaminasyonun sonucu ile uğraşılması zorunluluğudur. Bu, esas itibarıyla doğru olmakla beraber, gıda zincirinde erken kontrol ve eliminasyon yapılmasının muhtemelen en iyi yöntem olduğu çok iyi bir şekilde tanımlandığı halde, bunu gerçekleştirmek, canlı hayvanların olası kontaminasyon kaynakları çok fazla olduğundan hem çok pahalı, hem de çok zor olacaktır (JOHNSTON, 1991). Bununla birlikte, gıda zehirlenmelerinde en önde gelen kaynak çiğ et olduğu için, eliminasyonu burada başlatmak için her olasılığın göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu ise en ideal olarak çiftlik seviyesinde yapılabilir. Eğer söz konusu patojenler ile kontamine olmuş hayvan gıda zincirine bir kez girerse, mikroorganizmaların gelişme, çapraz kontaminasyon ve tekrar kontaminasyon potansiyelleri çok yüksek olduğu için, gıda zehirlenmeleri istatistiklerinin de gösterdiği gibi bu olayın kontrolü tamamen kaybedilir. İngiltere ve Galler'de 1320 gıda kaynaklı hastalık vakası üzerinde yapılan incelemeler, bunların % 80-90'nun et ve tavuk etiyle ilişkili olduğunu, tavuk etinin yalnız başına sorumlu olduğu vakaların ise % 50'yi geçtiğini göstermiştir (ROBERTS, 1986). Bu araştırmanın tamamlandığı 1982 yılından beri tavuk etinin tüketimdeki payı daha da artmış olup, buna yumurta da dahil edildiğinde söz konusu payın % 70-80'i bulunduğu tahmin edilmektedir. Hayvanlardan insanlara geçen hastalık problemleriyle ilgili verilebilecek en çarpıcı örnek, sütle bulaşan hastalıkların kontrolü için süt endüstrisinde uygulanan işlemlerin çokluğu ve ciddiyetidir. Bu işlemler, kesimhane ve sağım merkezlerinde çiftlik seviyesinde tüberküloz ve bruselloz gibi çiftlik hayvanlarından insanlara geçen hastalıklara neden olan bakterilerin eliminasyonu ve bunu takiben süte kontamine olabilecek olan herhangi bir canlı organizmayı öldürmek amacıyla dağıtımdan önce pastörize edilmesinin birleştirildiği bir stratejidir. 1983 yılında süt kaynaklı yaygın bir Salmonellozis vakası görülmesinden sonra, İskoçya'da sağlık bakanlığı sorumluları piyasada satılan sütlerin pastörize edilmelerini zorunlu kılmışlar ve çiğ süt satışı yasaklamışlardır (COHEN ve ark. 1983). Bu işlemin getirdiği başarıya rağmen İngiltere ve Galler'de halen çiğ süt tüketimine izin verilmekte ve çiftlikte satış sırasında mutlak hijyenik önlemler alınmasına rağmen halen Salmonellozis, *Campylobacter enteritis* ve çok yeni olarak da *E.coli* 0157:H7 enfeksiyonlarının neden olduğu önemli hastalıklar görülmektedir (RICHMOND, 1992). Bireylerin hürriyeti, demokrasinin önemli bir kısmını oluşturur ama, acaba bireylerin kendilerini, ailelerini ve başkalarını, bu tür hastalıkları önlemeye yönelik önlemleri almak mümkün olduğu halde, kontamine gıdalardan kaynaklanan ciddi hastalık potansiyeline terketmelerine izin vermeye gerçekten devam edilebilir mi?

Süt ve diğer gıdalarda nasıl bir başarı elde edilebilir? Bir yaklaşım, gıda elde edilen hayvanlara gen aktarımı yoluyla istenmeyen spesifik organizmaların sindirim sistemlerine yerleşmelerinin önüne geçilmesidir. Bu yaklaşım kullanılarak tavuklarda *Salmonella* kontaminasyonunu önleme olasılığı İngiltere'de Hayvan Sağlığı Enstitüsüne bağlı Tarım ve Gıda Araştırma bölümü tarafından araştırılmaya başlanmıştır. Bununla beraber, bu çalışma çok uzun zamana gereksinim duyan bir proje olup, başarılı olacağına dair herhangi bir belirti de yoktur. *Salmonella enteritis*'in bazı belli faj tipleri gibi enfeksiyona neden olan bakteriler için daha radikal bir yaklaşım, aşı kullanılmasıdır. Bazı ilerlemeler kaydedilmiş olmakla beraber aşı, hayvanlarda görülen hastalıklardan hayvanların korunması dışında koruyucu bir önlem olarak geniş çapta uygulanmakta ve bunda dahi bazı zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber, virulens faktörleri ve protein mühendisliği konusundaki bilgilerin artmasıyla hayvanlardan insanlara geçen hastalıkların büyük bir bölümü ile ilgili etkin aşuların dizaynı mümkün olabilecektir. Amerika Birleşik Devletlerinde acilen araştırılması gereken bir alan, sığırlara *E.coli* 0157:H7'nin bulaşmasını önleyecek bir aşının geliştirilmesidir. Hayvansal üretimde, koruyucu önlemlerin alınması için gerekli mali yükün çok düşük oranda teşvik edilmesi ve bu yüzden söz konusu yükün ödetilmesi zorunluluğu, bu sektörün mali yapısı ve rekabete açık doğası da göz önüne alındığında, koruyucu önlemlerin alınmasını pek mümkün kılmamaktadır (SOCKETT ve ark., 1986). Gıda kaynaklı hastalıklara bağlı akut ve kronik rahatsızlıkların artma belirtisi elbette bu konudaki hareketi başlatacaktır. Özel teşebbüs ve kamu yetkilileri *Listeria* tehdidini kontrol altına almak için şimdiye kadar çok para harcamışlardır ama, acaba *E.coli* 0157:H7 tehlikesinin ortaya çıkması, bu konuda herhangi bir değişikliğe neden olacaktır?

Hammaddedeki *Salmonella* ve diğer vejetatif patojenleri ısı işlem dışında bertaraf etmenin en ucuz ve etkin yolu gamma radyasyonu ile muameledir (WHO, 1988). Gıdalara uygulanmasına izin verilen dozda radyasyonun emniyetli olduğundan gerçekten emin olunması ve aynı zamanda tüketicinin ilgi duyduğu akımlardan da bilgi sahibi olunarak, radyasyon uygulanan gıdaların sağlıklı oldukları hakkında tüketicieye

inandırma çalışmalarına devam edilmesi gerekmektedir. Bu tür mikrobiyel tehlikeler göz önüne alındığında, gelecek 5 yıl içerisinde çiğ etin radyasyonu çok daha geniş kapsamlı olarak kullanılmaya başlayacak olup, Avrupa'da zaten bazı tavuk ürünlerinin radyasyonu halen geniş çapta uygulanmaktadır.

Radyasyona alternatif olarak ultra-yüksek-basınç tekniği (KNORR, 1993) veya kesikli elektrik alanı tekniklerinin (CASTRO ve ark., 1993) kullanılması söz konusuysa da bu teknikler henüz daha çok sınırlı olarak özel amaçlarla kullanılmaktadır.

### TAMAMLAYICI ÖNERİLER

Gıda kaynaklı hastalık vakalarını azaltmak üzere araştırmalarına gerek duyulan üç alan üzerinde durulması önem kazanacaktır.

#### 1) Mikrobiyel etkileşimler

Mikroorganizmaların gıdalarda ve hasta hayvanlar üzerinde nasıl davrandıkları hakkındaki bilgilerimiz son derece sınırlı olup, mikroorganizmaların çevredeki düşmanlarına karşı tavırları hakkındaki bilgilerimiz onların laboratuvarında monokültürel sistemler halinde geliştirildiklerinde elde edilen bilgilerin genelleştirilmesinden elde edilmektedir. Bununla beraber moleküler biyolog ve mikrobiyel fizyologların yapmış oldukları yeni araştırmalar açıkça göstermektedir ki, mikroorganizmalar bir seri mekanizmaları sayesinde belli bir çevreye hızla uyum göstermektedirler ve bu da onların değişik substratlar üzerinde kolonize olmalarına olanak sağlamakta ve böylece de kendilerine zarar verebilecek bir çok koşula adapte olabilmektedirler. Bilinen genel bir mekanizma, dışarıdan kaynaklanan bir uyarıcının sitoplazmik ve ekstra sitoplazmik alanlarla birlikte bir transmitter veya sensör olarak bilinen bir trans membran proteinini uyarmasıdır. Ekstra sitoplazmik alan çevreyi algular ve fosforilasyon veya başka bir yolla bir alıcıya sinyalleri göndererek genomda ve DNA sarmalında spesifik bir bağ oluşturarak veya RNA-polimeraz özgünlüğünü başkalaştırarak gen transkripsiyonunda veya traslasyonunda önemli değişikliklere neden olur ve böylece gen ekspresyonu gerçekleşir (PARKINSON, 1993). Gıdalardaki mikroorganizmaları daha iyi kontrol altında tutabilmek ve hastalık mekanizmasını daha iyi anlayabilmek için, bu tür sinyal transdüksiyon mekanizmalarının veya diğer tip gen değiştirme mekanizmalarının iyice anlaşılması gerekir (BLISKA ve ark., 1993). Bunun dışında aynı zamanda mikroorganizmaların fiziksel ve kimyasal işlemlere dirençlilik göstermesini sağlayan değişik mekanizmaların birbirine etkilerini ortaya çıkaran stres koşullarına karşı reaksiyonlarını anlamaya çalışmaya da gerek vardır. Bu mekanizma, koruyuculara karşı rezistanslık gösterme veya mikroorganizmaların mideden geçerken asit şokuna rağmen halen yaşamlarını sürdürmeleri sırasındaki mekanizmalarına benzemektedir (FOSTER, 1991). Bilindiği gibi sıcaklık, bir çok patojenik mikroorganizmanın virulens faktörünü regule eden en önemli faktör olup, bunun dışında pH, ozmotik şok, Eh vs. de ısıya karşı rezistanslığın artması dahil bir çok davranışı etkileyecektir.

#### 2) Hastalığın Oluşması

Gıda kaynaklı patojenlerin enfeksiyona başlamaları işlemi ve enfeksiyonun nasıl hastalığa dönüştüğü, özellikle moleküler seviyede son derece az anlaşılabilmiş bir işlemdir. Özellikle, belli bir hastalıktan korunmak ve patojenik mikroorganizmaların virulent suşlarını belirlemek amacıyla spesifik RNA-Problarını geliştirmek için, anahtar virulens faktörlerinin belirlenmesine gereksinim olduğu gibi, bireylerin gıda kaynaklı hastalıklar ve bunun sonuçlarına dayanma hassasiyetlerinin anlaşılması da zorunludur (ARCHER ve YOUNG, 1988; SMITH ve ark., 1993).

#### 3) Kantitatif Risk Yöntemi Uygulamaları

Şimdiye kadar gıda kaynaklı hastalığa neden olan patojenlere ilişkin geleneksel risk yönetim işlemlerinin uygulanması ile ilgili bazı zorluklara değinilmiş olup, bunun tam uygulanmasının olanaksız olduğunu da vurgulamak gerekir. Bununla beraber, bir toplumun çoğunluğu ve risk altındaki bireyleri için gerekli minimum infeksiyöz dozun olası belirgin farklılığını tanımak amacıyla toplumun en azından belli başlı sektörleri ile ilgili olan patojenler için bir doz/yanıt kurvesinin oluşturulmasına çalışılması gereklidir.

Aynı zamanda gıdaların, koruma prensiplerine uygun olacak şekilde dizayn edilmesi ve bu amaçla mikrobiyel hücrenin fizyolojisini iyi anlayarak, örneğin mekanizma bazında gelişme/yaşama ile ilgili ön

modelleri önceden geliştirmeye de gereksinim vardır ki, bu işlem mikroorganizmaların gelişme, yaşama ve ölümlerine bağlı HACCP ve kantitatif risk yönetim uygulamalarını geliştirmeye olanak verecektir.

### Son Söz

Emniyetli gıda üretiminin yolu, epidemiyolog, biyolog, doktor, mikrobiyolog, moleküler biyolog, mühendis ve fizikçilerin yakinen birlikte çalışmalarından geçer. Bu işbirliğini sağlamak üzere "General Microbiology" derneği üyeleri gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi için gıda bilimine yardımcı olmak üzere bir anahtar rol üstleneceklerdir.

### KAYNAKLAR

- ARCHER, D.L. & YOUNG, F. 1988. Contemporary Issues. Disease with a food vector. Clin. Microbiol. Rev 1: 337-398.
- BAIRD-PARKER, A.C. 1990. HACCP and Food Control. Food Cont. 1: 131-133.
- BAIRD-PARKER, A.C. 1994. Industrial food safety concepts. Int. J. Food Microbiol (in press).
- BLISKA, J.B., GALAN, J.E. & FALKOW, S. 1993. Signal transduction in the mammalian cell during bacterial attachment and entry. Cell 73: 903-920.
- CASTRO, A.J., BARBOSA-CANOVAS, G.V. & SVENSON, B.C. 1993. Microbial inactivation of foods by pulsed electric fields. J. Food. Process Preserv. 17: 47-73.
- COHEN, D.R., PORTER, I.A., REID, T.M.S., SHARP, J.C.M., FORBES, G.I. & PATERSON, G.M. 1983. A cost benefit study of milk-borne salmonellosis. J. Hyg 91: 17-23.
- D'AOUST, J. -Y. 1989. Salmonella. In Foodborne Bacterial Pathogens, Edited by M.P. Doyle. New York: Marcel Dekker 328-345.
- FAO/WHO 1993. Report of Twenty-Sixth Session of the Codex Committee on Food Hygiene (Washington, D.C., 1-5 March 1993), paragraphs 81-86 (Alinorm 93/13A).
- FOSTER, J.W. 1991. Salmonella acid shock proteins as required for the adaptive acid tolerance response. J. Bacteriol 173: 6896-6902.
- ILSI 1993. International Life Science Institute (Europe) concise monograph series. A Simple Guide to Understanding and Applying the Hazard Analysis and Critical Control Point Concept. ILSI Press.
- ICMSF 1980. Microbial Ecology of Foods, Vols 1 and 2. New York: Academic Press.
- ICMSF 1994. Micro-organisms in food. Characteristics of microbial pathogens. London: Chapman and Hall.
- JOHNSTON, A.M. 1991. Veterinary sources of foodborne illness. In Foodborne illness, Editorial Advisers: W.M. Waites & J.P. Arbutnot. London: Edward Arnold. 24-30.
- KNORR, D. 1993. Effects of high hydrostatic-pressure processing on food safety and quality. Food Technol. 47: 156-163.
- MAYES, T. 1992. Simple user's guide to the hazard analysis critical control point concept for the control of food microbiological safety. Food Cont. 3: 14-19.
- MAYES, T. & KILSBY, D.C. 1981. The use of HAZOP hazard analyses to identify critical control points for microbiological safety of food. Food Qual Prefer 1: 53-57.
- McCLURE, P.J., BLACKBURN, C., COLE, M.B., CURTIS, P., JONES, J.E., LEGAN, J.D., OGDEN, I.D., PECK, M.K., ROBERTS, T.A., SUTHERLAND, J.P. & WALKER, S.J. 1994. The UK approach to modelling growth survival and death of microorganisms in food. Int. J. Food Microbiol. (in press).
- PARKINSON, J.S. 1993. Signal transduction schemes of bacteria. Cell 73: 857-871.
- RICHMOND, M. 1990, 1992. Microbiological Safety of Food. Part I and II of Report of the Committee on the Microbiological Safety of Food (Chairman: Sir Mark Richmond) London: MSO.
- ROBERTS, D. 1986. Factor contributing to outbreaks of foodborne infections and intoxications in England and Wales 1970-1982. Proceedings of the 2nd World Congress: Foodborne Infection and Intoxications, (Berlin: Institute of Veterinary Medicine). 157-159.
- ROSE, J.A. 1993. Impact of shell-fish associated viral disease in the United States. Abstracts of papers presented at the 80th Annual Meeting of the International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians (Atlanta, Georgia, 1-4 July, 1993).
- SMITH, J.L., PLUMBO, S.A. & WALLS, I. 1993. Relationships between foodborne bacterial pathogens and reactive arthritis. J. Food. Sci. 13: 209-236.
- SOCKETT, P.N. & STANWELL-SMITH, R. 1986. Cost analyses of the use of health care services for salmonella and campylobacter infections. Proceedings of the 2nd World Congress: Foodborne Infection and Intoxications, (Berlin: Institute of Veterinary Medicine). 1036-1039.
- TECHNICAL MANUAL 1992. HACCP: A Practical Guide, Technical Manual no. 38. Chipping Campden, UK: Campden Food and Drink Research Association.
- WHO 1988. Salmonellosis control: The role of animal and product hygiene. WHO Technical Report Series 1988, no. 774.
- WHO 1993. Training considerations for the application of the Hazard Analysis Critical Control Point system to food processing and manufacture. WHO/FNU/FOS/93.3.