

04. Salmonella

Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN
Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü
GDM310 Gıda Mikrobiyolojisi II Ders notu 04.

04.01. Tanımı

Enterobacteriaceae üyesi olan *Salmonella* Gram negatif, fakültatif anaerob, çubuk şeklinde bakteri olarak bu familyanın temel karakteristiklerini taşır. *Salmonella* 0,7-1,5 x 2-5 µm boyutlarında, düz, uçları hafif yuvarlak çubuk bakterilerdir. Spor ve kapsül oluşturmazlar. Anilin boyaları ile kolaylıkla boyanırlar. Optimum gelişme sıcaklıkları 37 °C ve gelişme pH'ları 7,4'dür.

Salmonella olarak tanımlanan ilk patojen üye *Salmonella* Typhi'dir. İlk kez 1880 yılında görülmüş, 1884 yılında Gaffky tarafından izole edilmiştir. 1885 yılında Salmon ve Smithy *Salmonella* Choleraesuis'i izole etmiş ve bu cinse *Salmonella* adı verilmiştir.

Salmonella cinsi içinde yalnız insanlarda, yalnız hayvanlarda ve hem insanlarda hem de hayvanlarda hastalık yapan birçok tür bulunmaktadır. *Salmonella* genel olarak koliform grup mikroorganizmalarla yoğun kontamine olmuş gıdalarda bulunur. Ancak bazı özel durumlarda koliform grup mikroorganizma bulunmayan örneklerde *Salmonella* spp.'ye rastlanabilir.

Kolonileri genellikle 2-4 mm çapındadır, fakat bazıları (*S. Abortus-equi*, *S. Typhisuis* ve *S. Abortus-ovis*) 1 mm çapında koloni oluşturur. Birçok suş, özel gelişme faktörlerine gerek olmadan basit ortamlarda kolaylıkla gelişir. *S. Gallinarum* ve *S. Pullorum* dışındakiler peritrik flagellaları ile hareketlidirler. Tümü glikozu asit oluşturarak katabolize eder. *S. Typhi* ve *S. Gallinarum* hariç olmak üzere glikozdan gaz oluştururlar.

Salmonella spp., gıda kaynaklı hastalıklara neden olan diğer mikroorganizmalardan; bazı gıdalarda sıklıkla bulunması, pek çok gıdada oldukça geniş bir sıcaklık sınırında gelişerek sayılarını artırabilmeleri, kişiden kişiye bulaşma ve yayılma özelliğinde olmaları ve iyileşmeden sonra taşıma evresi olarak tanımlanan uzun bir süre dışkı ile atılmaları gibi farklar gösterirler. Buna bağlı olarak *Campylobacter jejuni* ile birlikte gıda kaynaklı hastalık oluşturan en önemli 2 bakteriden birisidir.

04.02. Ekolojisi

Salmonella, gıda maddesinin florasında primer veya sekonder kontaminasyon sonucu bulunabilmektedir. Örneğin gıda maddesi kıyma ise, *Salmonella* taşıyan bir hayvanın mezbahada kesimi sonucu etmen ete direk yolla yani hayvandan geçmiş olup buna primer kontaminasyon denmektedir. Halk arasında *Salmonella* enfeksiyonunun yaygınlaşmasında sekonder kontaminasyon daha fazla önem taşımaktadır. Etmenin ağız, beslenme sistemi ile insan vücuduna girmesine neden olan gıda maddesi sekonder olarak etrafı, alet ekipmanı, mutfaklarda ise tabak, çatal, bıçak gibi mutfak malzemesini kontamine etmektedir. İnsan eli primer kontaminasyonun sekonder kontaminasyona çevrilmesinde büyük rol oynar. Kontamine olmuş gıda maddesine dokunan çıplak bir el, etmenin buradan sıçramasına ve her tarafa yayılmasına insanlara, çevreye ve diğer gıdalara bulaşmasına neden olur. Bu şekildeki bulaşmaya çapraz (kros) kontaminasyon denmektedir. Salmonellosis enfeksiyon zincirinde halkaların çok fazla olması onun dünya problemi haline gelmesine neden olmuştur. *Salmonella* spp. doğada çok yaygın olarak her yerde bulunurlar o nedenle enfeksiyon zincirinin halkaları da fazladır.

Yem→ hayvan→ gıda maddesi→ insan enfeksiyon zinciriyle veya daha uzun olan hayvan→ yem→ hayvan→ lağım suyu→ gıda maddesi→ atık su→ insan enfeksiyon zinciriyle etmen daima sonunda insana ulaşır.

Salmonella spp. toprakta, havada, suda, lağım ve atık sularda, hayvanlarda, insanlarda, hayvan yemlerinde, insan gıdalarında, alet ekipman ve bazı meyve sebzelerde bulunur. Başta ve özellikle tavuk ve domuz olmak üzere hayvanlarda yaygın bir şekilde görülür. Su, toprak, böcekler, fabrika ve mutfakların tezgâh yüzeyleri, hayvan dışkıları, çiğ et, çiğ tavuk, çiğ deniz ürünleri bu bakterinin doğal olarak bulunduğu yerlerin sadece birkaçıdır. Sular, atık sular, hayvan yemleri, depo zararlıları olarak kemiriciler, fareler, böcekler, kuşlar, evcil ve yabani hayvanların hepsi enfeksiyonun yayılmasında etken olmaktadır.

Doğal habitatları sıcakkanlı hayvanlar olarak tanımlanan memelilerin ve kanatlıların bağırsak sistemleridir. Böceklerin sindirim sistemlerinde de ara sıra *Salmonella* görülür. Primer kaynağı insanlar ve hayvanlardır. Taşıyıcı insan ve hayvanların dışkıları ile doğaya salınıp dışkı ile temas eden her şeyi bulaştırırlar. İnsanlar taşıyıcı olarak enfeksiyonların potansiyel kaynağıdır. İngiltere'de her an 50.000 kişinin dışkıları ile *Salmonella* ifraz ettikleri tahmin edilmektedir. İnsan dışı kaynakların başında hayvan yemleri, sığır, domuz gibi hayvanlar ve ürünleri, tavuk ve yumurta gelmektedir. Doğal bulunma yerleri bağırsaklar olmakla birlikte, hayvanlar doğduklarında bağırsakları *Salmonella* içermemektedir. Hayvan yavruları da insan yavruları gibi *Salmonella* spp.'ye çok hassas olduklarından doğumdan bir müddet sonra yemler aracılığıyla bulaşma olmaktadır.

İnsanlara bulaşma, hayvan yetiştiriciliğinin zorunlu kıldığı ilişki sonucu direk dokunma ile olabildiği gibi çiğ ve az pişmiş gıda tüketimi ile de olmaktadır. Mezbahaya giden hayvanların bulaşması ise çeşitli yollardan olur. İçinde birlikte yaşadıkları sürü, beslendikleri yem ve su ilk düşünülecek kontaminasyon kaynaklarıdır. Ayrıca insanlardan, vahşi hayvanlardan, kemiricilerden, topraktan ve bitkilerden de bulaşması olasıdır. Yapılan araştırmalar sürüdeki *Salmonella* pozitif hayvan sayısının kesim ile 3 misli arttığını, ürüne işleme aşamasında da karkasa göre pozitif sonuç veren ürün sayısının 3 misli arttığını göstermiştir. Bir diğer deyiş ile kesim ve işleme sırasındaki çapraz bulaşmalar küçümsenemeyecek boyutlardadır.

Sağlıklı sığırların kesim sonrasında rumenlerinde %45 düzeyinde pozitif sonuç alınması hayvan beslemenin bu konudaki önemini ortaya koymaktadır. Yemlerde en sık görülen serotipler *S. Seftenberg*, *S. Montevideo* ve *S. Cerro* iken *S. Enteritidis*'e yemlerde rastlanılmamaktadır.

04.03. Adlandırılması ve Sınıflandırılması

Salmonella adlandırılması, diğer mikroorganizmalardan farklıdır. Standart adlandırmada cins ve tür ismi kullanılırken, tümü italik yazılır. *Salmonella* ise tümüyle serotipler ile ifade edilir. Buna göre serotip ismi büyük harfle ve italik olmadan yazılır.

Salmonella sınıflandırması üzerinde yoğun çalışmalar devam etmektedir. Kaufmann-White şeması olarak bilinen serotiplendirmeye göre O (somatik) ve H (flagellar) antijenlerine göre serotiplere ayrılır. Somatik (O) ve flagellar (H) antijenlerine bağlı olarak değişik serotipler gösteren *Salmonella*'ta 1964 yılında sadece 900 olan serotip sayısı 1966 yılında 1000'e, 1974 yılında 1700'e, 1994 yılında 2375'e ve 1995 yılında ise 2500'e çıkmıştır.

04.04. Gelişmesi ve Canlı Kalması

Salmonella üyeleri ekstrem çevre koşullarına hızla adapte olabilen "esnek" mikroorganizmalar olarak bilinir. *Salmonella* spp.'nin çoğu minimal besiyeri denilen, azot kaynağı olarak

amonyum azotu, karbon kaynağı olarak glikoz ve mineral maddeleri içeren basit besiyerlerinde gelişebilirler.

Az sayıda suş gelişme faktörlerine gereksinme gösterir. Genellikle seçici ve zor beğenen mikroorganizmalar değildir. Gelişmeleri için optimum pH istemleri 6,5-7,5 olmakla beraber minimum olarak pH 4,0-5,5 arasında ve maksimum olarak pH 9,0-11,0 arasında gelişebilirler.

Çoğu insan patojeni gibi *Salmonella* spp. de vücut sıcaklığı olan 37 °C'ı yeğler. Ancak gelişme sıcaklığı 2-54 °C'lara kadar uzanmaktadır. Hücrelerin soğuk koşullara önceden adaptasyonu ile donma noktasına yakın (chilled) derecede soğutulmuş gıdalarda gelişmesini sürdürebilir. *S. Typhimurium*'un kıymada 2 °C'ta 24 saat içinde, tavuk kıymasında yine 2 °C'ta 48 saat içinde, *S. Enteritidis*'in yumurta kabuğunda 4 °C'ta 10 günden daha az bir sürede gelişebildiği saptanmıştır. *Salmonella* spp'nin gıdada gelişmesi söz konusu olduğunda minimum gelişme sıcaklığının besiyerine oranla 2-4 °C daha yüksek olması gerekir. Saf kültür halinde düşük sıcaklıklarda rahatlıkla gelişebildiği halde, gıdada bulunan mikroflora içinde özellikle psikrofillerle rekabet edemediklerinden gelişimleri diğer mikroorganizmalar tarafından baskılanır. Özellikle laktik asit bakterilerinin oluşturdukları laktik asit ve bakteriyosin gibi metabolitlerle *Salmonella* gelişimi kolaylıkla engellenir. Dolayısıyla laktik asit fermentasyonu ve olgunlaşma süreci geçiren beyaz peynir ve sucuk gibi gıdalarda salmonellosis riski oldukça düşüktür.

Gelişmeleri için gerekli olan en düşük su aktivitesi değerleri 0,93-0,96 arasındadır. Tuz *Salmonella* gelişmesini engellemekle beraber, etkili konsantrasyonu sıcaklığa ve gıdanın gördüğü işlemlere bağlı olarak değişmektedir. %3-4 NaCl konsantrasyonunda inhibe olur. Bununla beraber bazı serotipler için bu oran %7 olarak verilmektedir.

Salmonella spp.'nin doğal habitatları bağırsak sistemi olduğundan, salgılandıktan sonraki yeni konumlarında canlılıklarını sürdürebilmeleri önemlidir. Doğal olmayan yeni çevrelerine ne derece uyum gösterebildiklerini anlamak amacıyla çeşitli araştırmalar yürütülmüştür.

Gıdalarda canlı kalmaları ise gıdanın cinsine ve muhafaza koşullarına göre değişmektedir. Etlerde canlı kalabilmelerini etkileyen faktörler arasında su aktivitesi ve sıcaklık derecesi gelmektedir. Yumurtanın kurutulması sırasında canlı hücre sayısındaki kayıp fazla olmamakta, kurutma işlemi sonrasında canlılıklarını uzun süre koruyabilmekte ve düşük sıcaklıklarda korunduklarında canlılıklarını daha uzun sürdürebilmektedirler.

04.05. Patojenitesi, Tedavisi ve Önemli Serotipler

Klasik bir gıda enfeksiyonu olarak bilinen salmonellosis etmeni *Salmonella* spp.'nin gıda mikrobiyolojisindeki önemi büyüktür. *Salmonella* kaynaklı gastroenterit de ölüme sonuçlanabilir. Hastalık genel olarak 5 yaş altındaki çocuklarda görülür. *Salmonella* spp.'nin oluşturduğu hastalıklarda semptomlar ayrı ayrı ve birbirlerini izleyerek ortaya çıkabildiği gibi bütün semptomlar aynı anda belirerek sendrom şeklinde de ortaya çıkabilir. Salmonellosiste taşıyıcı evre (belirtisiz evre), enterik ateş, gastroenterit, septisemi olmak üzere 4 evre görülür.

Epidemiyolojik olarak *Salmonella* 3 grupta toplanır.

1) Sadece insanları enfekte edenler: *S. Typhi*, *S. Paratyphi A*, *S. Paratyphi C*. Bu grup, diğer *Salmonella* spp.'nin neden olduğu hastalıklardan daha ciddi olan tifoit ve paratifoit ateş etmenidir. Tifoit ateş en uzun inkübasyon süresi olan, en yüksek vücut sıcaklığına yol açan ve en yüksek ölüm oranına sahip olan hastalıktır. *S. Typhi* bazen hastaların kan ve idrarından izole edilebilir. Paratifoit sendrom, tifoit ateşten daha yumuşaktır.

2) Konakçıya adapte olan serovarlar: *S. Gallinarum* (tavuk), *S. Dublin* (sığır), *S. Abortus-equi* (at), *S. Abortus-ovis* (koyun), *S. Choleraesuis* (domuz) serotiplerini içerir. Bunlardan bazıları gıdalar aracılığı ile bulaşıp insanlarda da hastalık yapar.

3) Adapte olmamış serovarlar: Bunlar insanlar ve diğer hayvanlar için patojendirler ve gıda kaynaklı serovarların büyük çoğunluğunu oluştururlar. Bunların konakçı tercihleri yoktur. Genellikle enfeksiyonun ortaya çıkması için vücuda yüksek sayıda *Salmonella* alınması gerektiği fikri yaygındır. Bağırsaklarda enfeksiyona neden olmaları, onların mide asitliğini aşarak bağırsaklara ulaşmaları ile mümkündür. Salgıları ile pH'sı 2 civarında olan mide, beslenme yolu ile alınan az sayıda *Salmonella* spp.'nin yok olmasında etkindir. Dolayısıyla gıda ile alınan mikroorganizma sayısının yüksek olması gerekmektedir. İnce bağırsağa ulaşan patojenik *Salmonella*, bağırsak epiteline yapışarak burada yaşayıp çoğalmaya devam ederler ve yayılmalarını sürdürür. Enfeksiyon bağırsak yangısı (gastroenteritis) olarak ortaya çıkar. Ölüm olayı erişkin ve sağlıklı insanlarda çok nadir görüldüğü halde çocuk ve yaşlılarda ölüm oranı artar. Enfeksiyon dozunun fazlalığı hastalığı tehditkâr ve korkutucu yapar. Serotiplerin ölüm olaylarında önemi çok fazladır, çünkü tiplerin virulensiği oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Geçmiş yıllarda toplanan verilere göre *S. Choleraesuis* enfeksiyonlarında ölüm oranı diğerlerine göre 4-5 kez daha yüksek bulunmuştur.

Bugün 2500'e yaklaşan sayıda *Salmonella* serotipi olmakla beraber insanlara patojen olan *Salmonella* serotipi sayısı ancak 50 kadardır. Minimal enfeksiyon dozu, hastanın yaşı ve genel sağlık durumu, serotip ve suş farklılıkları gibi etkenlere göre değişir. Tüm yaş grupları potansiyel olarak hastalığa yakalanabilir. Semptomlar yaşlı, bebek ve hastalarda daha sert olarak ortaya çıkar.

Salmonella enfeksiyonlarında hastalığın tipik inkübasyon süresi 12-36 saat arasında değişmektedir. Nadiren bu sürenin 5 saate düştüğü 72 saate kadar uzadığı görülmektedir. İlk belirtiler baş ağrısı, halsizlik, kusma, mideden başlayarak aşağılara doğru yayılan şiddetli karın ağrısı, nadiren 38 °C'ı aşan bir ateş ve diyaredir. Sersemlik hali, adale ağrıları ve üşüme nöbetleri sıklıkla görülen durumlar değildir. Hastalığın akut semptomları bulantı, kusma, karın krampları, ishal, ateş ve baş ağrısıdır. Akut semptomlar genellikle 1-2 gün sürerken hastanın yaşı ve genel sağlık durumuna göre bu süre uzayabilir. Bunu izleyen arterit (eklem ile ilgili) gibi kronik semptomlar akut hastalığın ortaya çıkışından sonra 3-4 haftaya kadar sürebilir.

Çoğu hastada hastalık 7 gün sürer. Salmonellosisin akut evresi 2-3 gün içerisinde atlatılır, eğer 2-3 günden uzun sürerse vücut fazlaca su kaybederek iyice güçten düşer ve tıpta kuruma, solma anlamına gelen eksikoz durumu meydana gelir. Zayıf bünyeli, genç ve yaşlı hastalarda akut ve özellikle sert geçen diyare var ise rehidrasyon gerekebilir.

Salmonellosis çoğunlukla gözle görülebilir bir iyileşme ile sonuçlanır. Ancak, hasta insan veya hayvan klinik bulgulara göre sağlıklı olarak değerlendirildiği halde canlı etmen henüz organizmadan tamamen uzaklaşmamış olabilir ve bağırsakların belli yerlerine, safrakesesi, karaciğer hatta böbrek gibi organların herhangi bir yerinde yerleşerek çeşitli salgılarla sürekli salgılanabilir. *Salmonella* septisemisi enfeksiyon sonrasında her organda görülebilir. Bu durumda çevre, hasta olarak bilinmeyen ifrazatçının tehdidi altındadır. Bu durum haftalarca, aylarca ve bazı hallerde yıllarca sürebilmektedir. *Salmonella* enfeksiyonlarının yaygınlığının bir nedeni de budur.

Diyare aşamasında kişisel hijyen önemlidir. Bu kişilerin gıda ile teması önlenmelidir. Hastaların %90'tan fazlası enfeksiyondan 10 hafta hatta daha sonrasına kadar dışkıları ile *Salmonella* ifraz ederlerken az sayıda hastada *Salmonella* taşıma ve dışkı ile *Salmonella* ifrazı bir kaç haftada son bulur. *S. Enteritidis* ile ciddi komplikasyon olarak ve her biri uygun antibiyotik tedavisi gerektiren akut böbrek yetmezliği, osteomyelit (kemik iliği iltihabı) ve menenjit vakaları olduğu rapor edilmiştir.

Enfeksiyonlarının çoğunda genellikle tedaviye gerek kalmaz. Sadece gastrointestinal sorunlar görülür ise antibiyotik uygulaması önerilmez.

Bazen antibiyotik kullanımı ters etki bile yapabilir. Tedavi olarak yalnızca vücut fazla su kaybettiğinden sıvı kaybı dengelenir ve elektrolitik denge düzenlenir.

İnsanlardan izole edilen serotiplerin başında *S. Typhimurium* gelmektedir. Bunun dışında insanlarda en fazla rastlanan *Salmonella* serotipleri ise *S. Newport* ve *S. Enteritidis*'tir. Ayrıca sığırlar ve danalardan izole edilenler içerisinde de % 90 oranı ile *S. Typhimurium* en başta gelmektedir. İkinci sırayı da *S. Dublin* almaktadır. *S. Dublin*, çığ sütlerde en yaygın olarak rastlanan serotiptir.

04.06. Enfeksiyona Aracı Olan Gıdalar

Başta ve özellikle tavuk olmak üzere et, yumurta, ısıtılmamış süt ve ürünleri ile fekal kontaminasyona maruz kalmış her türlü gıda salmonellosis etmeni olabilir.

Salmonella spp.'nin en çok bulunduğu gıda maddelerinin başında hayvansal ürünler gelir. Bunlar arasında kümes hayvanları eti, kıyım, sosisler, yumurta ürünleri, su ürünleri, dondurma, pastane ürünleri, süttozu ve krema *Salmonella* açısından önemli gıdalardır. Bunların yanında çeşitli soslar ve salatalar, pudingler, diğer süt ürünleri de *Salmonella* riski taşıyan gıdalardır. Hammadde, işleme teknolojisi ve depolama/ pazarlama koşulları *Salmonella* riskinin artmasına neden olmaktadır.

Tahıl ürünleri, sebzeler, deniz ürünleri, süt ve ürünleri *Salmonella* enfeksiyonlarında et, tavuk ve yumurta ürünleri yanında daha önemsizdir. Bununla beraber, balık, midye, karides, kurbağa bacağı, soslar ve salata sosları, kremalı tatlılar ve soslar, kurutulmuş jelatin, yerfıstığı ezmesi, kakao ve çikolata *Salmonella* spp.'nin en çok görüldüğü gıdalar arasında sayılmaktadır. Dış ülkelerde tüketimi yaygın olan ve ekmek üzerine sürülebilir yumuşaklıkta çığ sucuk benzeri et ürünleri, yetersiz sıcaklıkta kızartılmış etler, yumuşak peynirler, dondurma krem-şanti, kaymak gibi süt ürünleri, ayrıca pişirilmiş hazır olarak satılan bütün gıdalar *Salmonella* enfeksiyonlarında aracı gıdalar olarak sayılabilir.

Salmonella, yüksek asitli gıdalar dışında hemen tüm gıda maddelerinde bulunabilir. Primer enfeksiyon kaynağı dikkate alındığında öncelikle hayvansal ürünler *Salmonella* açısından risk taşımakla beraber, bitkisel ürünler ise öncelikle lağım suyu ve/ veya lağım suyu bulaşmış kaynak ve kuyu suları ile sulandığında *Salmonella* ile kontamine olmaktadır. Türkiye'de döner vb. gıdaların yanında verilen garnitür yeşil salata bu açıdan büyük risk taşımaktadır. Bunların dışında gıda işletmelerinde hijyenik koşullara yeterince uyulmaması nedeni ile çalışanlar tarafından da gıdalar kontamine olmaktadır.

Yumurtlama öncesi yumurtalarda kontaminasyon 7000'de 1 gibi çok düşük olarak tahmin ediliyor ise de her gün milyonlarca yumurtanın tüketilmesi bu şekilde kontamine olmuş yumurtaların halk sağlığındaki önemini göstermektedir.

04.07. Kontrolü

Salmonella ve salmonellosisin kontrolü için gerekli önlemler benzer tüm patojenler için geçerli olan; bulaşmanın engellenmesi, gelişmeye mani olunması ve organizmaların yok edilmesinden ibarettir.

Salmonella'nın dağılımı ve yaygın oluşu nedeni ile gıdalara bulaşmasına tamamen engel olmak çok zordur. Özellikle tüketilmeye hazır gıdalar bu konuda büyük önem taşır. Buzdolabında (4-5 °C) saklama *Salmonella* çoğalmasını engellemekle beraber, tehlike karakteristiğini iyileştirmez.

Salmonella düşük pH'lı (pH 4,0'ün altında) gıdalarda gelişmez. Bazı gıdaların korunmasında bu olaydan yararlanılabilir. Ancak düşük pH'lı bazı gıdalarda *Salmonella* gelişmesi önlenirse bile canlılığını koruyabileceği unutulmamalıdır.

Genel olarak *Salmonella* spp.'nin yok edilmesinde temel yöntem ısı uygulamasıdır. Bazı dayanıklı serotipler dikkate alınmaz ise 62,8 °C'ta 68,4 saniye ısı işlem uygulaması patojenik *Salmonella* serotiplerini yok etmeye yeterlidir. Sütlerin pastörizasyonunda uygulanan (63,3 °C'ta 30 dk., 71,7 °C'ta 16 sn.) ısı işlem, sütün ml'sindeki *Salmonella* sayısı 3×10^{12} 'yi geçmediği sürece yeterlidir. *Salmonella*, pişirme esnasında genellikle yok olurlar. Fırında pişen gıdalarda en soğuk nokta sıcaklığı 71,1 °C'a ulaşır veya aşarsa bu gıdalar *Salmonella* açısından rizikolu gıda olmaktan kurtulurlar. İçlerinde ısı işlemine en dirençli olan *S. Senftenberg* 775 W serotipi olup *S. Typhimurium*'a göre 30 kat daha fazla dayanıklıdır. 44 °C'ta gelişenlerin 15-35 °C'ta gelişenlere göre ısı işlemine daha dayanıklı oldukları saptanmıştır.

Yapılan çalışmalar dondurulmuş bütün yumurtada 5 kGy radyasyon uygulaması ile *S. Typhimurium*'ta 7 logaritma birimi canlılık azalması sağlandığını göstermiştir. Aynı serotip için kemikli ette 5-8 logaritma birimi canlılık azalması için 5-7,5 kGy dozunda ışınlamaya gerek vardır.

Hayvanlarda *Salmonella* bulaşması ve yayılmasını kontrol için pek çok önlem vardır. Bunlar arasında canlı ve kesilmiş hayvan ithalatının kontrolü, *Salmonella* spp.'den ari yem kullanılması ve hayvancılıkta hijyenik koşulların sağlanması en önemlileridir.

Tüketicilerin ve gıda işleyicilerin potansiyel tehlike olan et ve diğer çiğ ürünlerin taşınması, işlenmesi ve pişirilmesi konularındaki eğitimleri son derece önemlidir. Gıdaların doğru pişirilmesi ve yeterli soğutulması gibi temel gıda işleme tekniklerinin her düzeyde bilinmesi gereklidir. Genel olarak *Salmonella* enfeksiyonları bakterinin zaten var olduğu çiğ ya da yeterli pişmemiş gıdaların tüketimi ile artar.

Her ne kadar yeterli pişirme ısı işlemine dirençli olmayan *S. Enteritidis* ve *S. Typhimurium* riskini ortadan kaldırmakta ise de yumurtanın kaynar suya kırılması (çılbrır) ve az kaynatılması gibi geleneksel pişirme yöntemleri yetersizdir. Yapılan araştırmalar yumurtanın her türlü pişirme şeklinde sarısının sıvı halde kalması halinde düşük sayılardaki aşılmalarda dahi *S. Enteritidis* PT4'ün canlılığını koruduğunu kanıtlamıştır. Bu ve bunun gibi araştırma sonuçlarına bağlı olarak hastane yemeklerinde çiğ ve az pişmiş yumurta servisi yapılmaz.

Salmonella enfeksiyonlarının önlenmesinde bir diğer önemli konu çapraz kontaminasyondur. Pişmiş gıdaların çiğ gıdalarla kontaminasyonunun önlenmesi ile enfeksiyon riski kayda değer ölçüde azaltılabilir.

Tüketicilerin diğer çiğ hayvansal gıdalarda olduğu gibi doğrudan çiğ yumurta ya da çiğ yumurta içeren gıdaları tüketmeleri *Salmonella* enfeksiyonları açısından risklidir. Benzer şekilde çiğ yumurtalar diğer çiğ hayvansal ürünler gibi işlenmeli, 7,2 °C veya daha altında depolanmalıdır. Çiğ yumurta tüketiminin özellikle hasta, yaşlı ve hamileler için riskli olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Çiğ yumurta kullanılarak yapılan ev dondurmaları, ev mayonezi gibi gıdalarda *Salmonella* enfeksiyonları açısından potansiyel tehlike olduğu unutulmamalıdır. Ticari olarak üretilmiş mayonez ve salata sosları pastörize edilmiş yumurta kullanılması ve *S. Enteritidis*'in gelişemeyeceği düzeyde asitlendirilmiş olması kaydı ile güvenlidir.

04.08. Serolojisi

Salmonella'larda somatik (O) antijeni, hareketli olanlarda flagellar (H) antijeni ile bunların dışında kapsül (K) antijenleri bulunur.

Somatik (O) antijenleri hücre yüzeyinde bulunan yapısal kısımlardır. Genelde somatik antijenler lipopolisakkarit ve protein komplekslerinden oluşurlar. *Salmonella* spp.'de hücre duvarı 0,2 µm den kalın olmayan bir tabaka ile kaplanmıştır. Mikrokapsül adı verilen bu tabaka hücre duvarının dışı doğru uzantısıdır.

Hücre duvarından başlayarak dışı doğru tabaka oluşturan polisakkaritler Somatik (O) antijeninin karakterini belirler. Somatik (O) antijeni ısıya dayanıklıdır. Kaynama sıcaklığında yarım saat tutulduğunda özelliklerini yitirmez.

(H) antijenleri veya flagellar antijenler sadece hareketli kültürlerde bulunurlar. 100 °C'ta, seyreltik alkol veya asitle imha olurlar. Hareketli *Salmonella* serotiplerinin büyük çoğunluğu 2 farklı (H) antijeni içerir. (H) antijenleri birbirlerinden ayrı yapı ve karakterde değişik bileşenlerden oluşmuşlardır. Bu faktörlerden bir kısmı *Salmonella* bakterileri için özgüldür. Yalnız bir serovar veya benzer birkaç serovarda bulunur. Bu çeşit antijen faktörleri, o türün karakteristik flagella antijeni olarak bilinir.

Kapsül (K) antijenleri ya kılıf veya kapsül antijenleridir. Bunlar 60 °C'ta 1 saat ısıtma, seyreltik asit ve fenollerle muamelede bozulma gibi özellikleri ile somatik antijenlerden ayrılırlar. (K) antijenleri hücrenin dışı tarafında bulunurlar ve kendi homolog somatik antijenlerini anti (O) aglütininlerine (antikorlarına) karşı korurlar.

K (kapsül) antijenleri 5, Vi ve M olmak üzere üç gruba ayrılırlar. (5) antijeni önceleri (O) antijeni olarak gösterilirken somatik antijenlerden farklı olduğu saptanmıştır. (Vi) antijenleri (O) somatik antijenlerinin en dışında, onu çevreleyen bir antijendir. Bütün *Salmonella* serotiplerinde bulunmaz. (Vi) virulans kelimesinden gelmektedir. Ancak (Vi) antijenine sahip olanlar ile olmayanlar arasında virulanslık bakımından fark olmadığı gösterilmiştir. (Vi) antijeni *Enterobacteriaceae* familyasında yaygın bir şekilde görülmekle beraber bunlara *Salmonella* cinsi bakterilerde az rastlanır.

Yararlanılan ve Okunması Önerilen Kaynaklar

Andrews WH, Hammack TS. 2007. *Salmonella*. in; Bacteriological Analytical Manual; BAM. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>

Bekar, M. 1991. *Salmonella*. Genel Karakterleri ve Tanı Yöntemleri. *Salmonella* Semineri Notları. Etlik Hayvan Hastalıkları Araştırma Enstitüsü Ankara. 26 s + ekler, teksir.

Bell C, Kyriakides A. 2002. *Salmonella*. Foodborne Pathogens; Hazard, Risk Analysis and Control. Eds CW Blackburn, PJ McClure. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England, 521 s.

D'aust JY. 1997. *Salmonella* Species. Food Microbiology; Fundamentals and Frontiers. Eds. MP Doyle, LR Beuchat, TJ Montville. American Society for Microbiology, Washington, USA, 768 pp.

Doğan HB. 1993. Gıda Maddelerinde *Salmonella* Aranması Üzerinde Karşılaştırmalı bir Araştırma. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. AbD, Yüksek Lisans Tezi.

Doğan HB. 2001. Gıda Kaynaklı *Salmonella*'ların İdentifikasyonu Üzerinde Karşılaştırmalı Araştırma. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. AbD, Doktora Tezi.

- Eley AR. 1992. Infective Bacterial Food Poisoning. Microbial Food Poisoning. Ed AR Eley. Chapman & Hall London, 191 s.
- Entis, P. 1990. Improved Hydrophobic Grid Membrane Filter Method, Using EF-18 Agar, for Detection of *Salmonella* in Foods: Collaborative Study. J Assoc Off Anal Chem AOAC 73(5)734-742.
- Erol İ. 2007. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara, 392 s
- Halkman AK, Doğan HB, Noveir MR. 1994 Gıda Maddelerinde *Salmonella* ile *E. coli* Aranma ve Sayılma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no 21. Armoni Matbaacılık, Ankara, 93 s.
- Holbrook R, Anderson JM, Baird-Parker AC, Doos LM. 1989. Rapid Detection of *Salmonella* in Foods- A Convenient Two Day Procedure. Letters in Appl Micr 8: 139-142.
- Ibrahim GF.1986. A Review of Immunoassays and their Application to *Salmonellae* Detection in Foods. J Food Prot 49(4)299-310.
- Karagözlü N. 2010. Gıda Kaynaklı Toksikoenfeksiyonlar. Gıda Mikrobiyolojisi Ed O. Erkmen. Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık Ltd., Ankara, 552 s.
- Karapınar M, Aktuğ Gönül Ş. 1998. Gıda Kaynaklı Mikrobiyel Hastalıklar. Gıda Mikrobiyolojisi. Eds A Ünlütürk, Turantaş F. Mengi Tan Basımevi, İzmir, 605 s.
- Özkaya DF. 2000. *Salmonella*. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı. Sim Matbaası, Ankara, 522 s.
- Portillo FGD. 2000. Molecular and Cellular Biology of *Salmonella* Pathogenesis. In, Microbial Foodborne Diseases; Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis. Eds. JW Cary, J: Linz, D. Bhatnagar. Technomic Publishing Co Inc, Pennsylvania, USA, 550 pp.
- Tsai HSC, Slavik MF. 1991. Rapid Method for Detection of *Salmonellae* Attached to Chicken Skin. J of Food Safety 11:205-214.
- Tunail N. 2000. Mikrobiyel Enfeksiyonlar ve İntoksikasyonlar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı. Sim Matbaası, Ankara, 522 s.
- Van Poucke LSG. 1990. *Salmonella*-Tek, a Rapid Screening Method for *Salmonella* Species in Food. Appl Envr Micr 56(4)924-927.
- Var, I. 1993. Yumurtalarda *Salmonella* Enfeksiyonu ve Isıl İşlemin *Salmonella* Üzerine Etkisi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, basılmamış.
- Vhemyck G. 1998. *Salmonella*. Çiğ Sütte Patojen Mikroorganizmalar. 1. Basım. Uluslararası Sütçülük Federasyonu Yayını. Çevirenler Ö. Kınık, S. Gönç, AS Akalın. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları no 527. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 284s.
- Yu H, Bruno JG. 1996. Immunomagnetic - Electrochemiluminescent Detection of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella typhimurium* in Foods and Environmental Water Samples. Appl Envr Micr 62(2)587-592.