

YERSINIA ENTEROCOLITICA: GIDA KAYNAKLI BİR PATOJEN**YERSINIA ENTEROCOLITICA: A FOODBORNE PATHOGEN**

Z. Yeşim ÖZBAŞ, S. Aykut AYTAÇ

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

ÖZET: Bu derlemede, gıda kaynaklı bir patojen olan *Yersinia enterocolitica* incelenmiştir. Bakterinin taksonomik ve ekolojik özelliklerinin yanısıra, *Yersinia* enfeksiyonları ile ilişkili gıdalar, patojenite ve gıdalarda *Yersinia* gelişmesini ve canlılığını etkileyen faktörler de tartışılmıştır.

SUMMARY: In this review, a foodborne pathogen *Yersinia enterocolitica* was investigated. In addition to taxonomical and ecological characteristics of the bacterium, foods involved in *Yersinia* infections, pathogenicity and factors affecting the growth and survival of *Yersinia* in foods were also discussed.

GİRİŞ

Yersinia cinsi bakteriler *Enterobacteriaceae* familyasının tipik bir üyesi olarak kabul edilmektedirler. *Yersinia*'lar düşük sıcaklık derecelerinde gelişebilen patojenler olup, 4°C'de de üreyebilmektedirler (VARNAM ve EVANS, 1991).

Yersinia cinsi insanlar için patojen olarak kabul edilen üç türü içermektedir. Bunlar; *Yersinia pestis*, *Yersinia pseudotuberculosis* ve *Yersinia enterocolitica*'dır. *Y. pestis* tarihte ve modern tıpta plague hastalığının etmeni olarak bilinmektedir. Eskiden hayvan patojeni olarak bilinen *Y. pseudotuberculosis* ise, oral yolla insanları da enfekte edebilmektedir. Japonya'da gıdaların, bu tür açısından enfeksiyon kaynağı olarak önemli rol oynadığı bildirilmektedir (UNE ve ark., 1991; VARNAM ve EVANS 1991). *Y. enterocolitica*'nın ise özellikle günümüzde oldukça dikkati çeken gıda kaynaklı bir patojen olduğu düşünülmektedir. Gıda kaynaklı zehirlenmelerde, ana etmen olmamakla birlikte son 10-15 yıldır *Y. enterocolitica* enfeksiyonlarında önemli bir artış olduğu ve bu bakterinin sıklıkla gıdalardan izole edildiği bildirilmektedir (GILMOUR ve WALKER, 1988).

TAKSONOMİ

Yersinia cinsi bakteriler, düz çubuk veya kokobasil (genellikle pleomorfik) şeklinde, Gram negatif, fakültatif anaerobik, oksidaz negatif, katalaz ve üreaz pozitif özelliktedirler (GILMOUR ve WALKER, 1988). Glukozu gaz oluşturmadan (bazen çok az bir gaz oluşumu ile) fermente etmektedirler. Nutrient agar besiyerinde 1,0 mm veya daha küçük çaplı koloniler oluşturmaktadırlar. 30°C'nin altında peritriş flagella ile hareketli (*Y. pestis* dışında), 37°C'de hareketsizdirler (JAY, 1986). DNA G+C mol yüzdesi 46-50 olarak belirtilmektedir.

Yersinia cinsini diğer ilgili cinslerden ayıran bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir (GILMOUR ve WALKER, 1988; VARNAM ve Evans, 1991).

Çizelge 1. *Yersinia* Cinsini Fizyolojik Olarak Benzer Diğer Cinslerden Ayıran Bazı Özellikler

	<i>Yersinia</i>	<i>Hafnia</i>	<i>Citrobacter</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Enterobacter</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pasteurella</i>
Oksidaz	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Koloni Büyüklüğü*	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Hareket 37°C	-	+	+	D	+	+	+	+	-
25°C	D	+	+	+	+	-	+	+	-
Glukoz/gaz	-/W	+	+	+	+	D	+	+	-
Sitrat 37°C	-	-	+	-	+	D	+	D	-
VP 25°C	D	+	-	-	D	D	-	D	-
Lizin	D	+	-	+	D	D	-	D	-
Dekarboksilaz									
H ₂ S (Kligler)	-	-	D	-	-	-	+	D	-
Fenilalanin deaminaz	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Üreaz	+	-	-	-	-	D	-	+	D

* Nutrient Agar, 37°C/24 saat; -> 1 mm, +:< 1 mm, VP: Vages-Proskauer; D: Değişken; W: zayıf

Yersinia cinsi içerisinde yer alan türler *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. ruckeri* ve *Y. enterocolitica* grubu ya da benzeri olarak tanımlanan *Y. enterocolitica*, *Y. intermedia*, *Y. frederiksenii* ve *Y. kristensenii*'dir (BERCOVIER ve MOLLARET, 1984). En son olarak da *Y. mollaretii* ve *Y. bercovieri* de bu gruba katılmışlardır (VARNAM ve EVANS, 1991).

Gıdalardan izole edilebilen *Yersinia* türlerini birbirlerinden ayıran bazı özellikler Çizelge 2'de gösterilmiştir (VARNAM ve EVANS, 1991).

Çizelge 2. *Yersinia* Türlerinin Ayrımı

Test	<i>Y. enterocolitica</i>	<i>Y. bercovieri</i>	<i>Y. pseudotuberculosis</i>	<i>Y. frederiksenii</i>	<i>Y. intermedia</i>	<i>Y. kristensenii</i>	<i>Y. mollaretii</i>
ODK	-	-	-	+	+	+	-
Simmon' Sitrar 25°C	-	-	-1	+/-	+	-	-
VP, 25°C	+	-	-	+	+	-	-
İndol	+/-	-	-	+	+	+/-	-
Sellobiyoz	+	+	-	+	+	+	-
α -metil-D-glukoizid	-	-	-	-	+	-	+
Melibiyoz	-	-	+	-	+	-	-
Rafinoz	-	-	+/-	-	+	-	-
Ramnoz	-	-	+	+	+	-	-
Sortibol	+	+	-	+	+	+	+
Sorboz	+	-	-	+	+	+	+
Sukroz	+	+	-	+	+	-	+
Pirazinamidaz	+/-	+	-2	+	+	+	+

ODK: Ornitindekarboksilaz

VP: Voges-Proskauer,

1: Serogrup N, pozitif

2: Nadiren zayıf pozitif

Y. enterocolitica grubu olarak kabul edilen bakteriler biyokimyasal olarak heterojendirler. BERCOVIER ve MOLLARET (1984), tarafından geliştirilen biyotiplendirme bugün de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tiplendirmede 5 biovar bulunmakta, ancak biovar 3, 3A ve 3B olarak ikiye ayrılmaktadır (*Y. mollaretii* ve *Y. bercovieri*). CORNELIS (1987), tarafından yapılan başka bir ayırmada ise; biovar 1, dünyada oldukça yaygın bulunan patojen olmayan ve çevreden izole edilebilen türler ve virulent özellikte olan, özellikle yalnızca Kuzey Amerika'da bulunan Amerikan türleri olarak ikiye ayrılmışlardır (VARNAM ve EVANS, 1991). WAUTERS ve ark. (1987) *Y. enterocolitica*'nın biyotiplendirilmesinde kullanılan, tween hidrolizi, aeskulin hidrolizi, indol, ksilozdan asit oluşumu, ornitindekarboksilaz, trehalozdan asit oluşumu, nitrat indirgenmesi, deoksiribonükleaz gibi testlerin yanısıra, pirazinamidaz testinin önemi üzerinde durmaktadırlar. Bu enzimin yalnızca potansiyel olarak patojen olan biovarlarda bulunduğu bildirilmektedir.

Y. enterocolitica suşlarının incelenmesinde, coğrafi dağılım ve patojenlik özelliği ile sero ve biotipler arasında bir ilişki olduğu bulunmuştur (ÖZSAN, 1982). Ancak, ABD'de 11 yıllık bir zaman sürecinde *Yersinia* enfeksiyonlarına neden olan serotiplerin % 40'dan daha fazlasının genellikle patojen olmadığı düşünülen serotipler olduğu bildirilmektedir (BISSET ve ark., 1990). Bu nedenle de enfeksiyonla ilişkili olduğu düşünülen *Y. enterocolitica* serogruplarının artırılması önerilmektedir.

Y. enterocolitica için O antijenlerini temel alan bir serotiplendirme şeması geliştirilmiştir. İlk kez WINBLAD (1967) tarafından oluşturulan ve sekiz antijenik faktörü içeren bu şema, daha sonra 57 O antijenini içerecek şekilde genişletilmiştir (GILMOUR ve WALKER, 1988; VARNAM ve EVANS, 1991).

Y. enterocolitica bioserovarlarının patojeniteleri ve dağılımları Çizelge 3'de verilmiştir (VARNAM ve EVANS, 1991).

Bu tiplendirmelerin yanısıra *Y. enterocolitica* için "Fransız" ve "İsveç" faj tiplendirme şemaları da bulunmaktadır (GILMOUR ve WALKER, 1988).

EKOLOJİ VE *YERSINIA* ENFEKSİYONLARI İLE İLGİLİ İLİŞKİLİ GIDALAR

Y. enterocolitica bir çok su ve gıda kaynaklı bağırsak enfeksiyonunun etmeni olarak bildirilmiştir (STERN ve PIERSON, 1979; STERN, 1982).

Hayvanlar alemi, en önemli *Y. enterocolitica* taşıyıcıları olarak kabul edilmektedirler. Bir çok olayda hayvanlar için patojenik olan bioserovarların, insanlar için nadiren patojen oldukları ya da patojen olmadıkları bildirilmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991). İnsanlar için patojen kabul edilen serovarları yüksek oranda (% 25-% 80) taşıdığı bilinen tek hayvanın domuz olduğu belirtilmektedir (ANDERSEN ve

Çizelge 3. *Yersinia enterocolitica* Bioserovarlarının Patojeniteleri ve DağılımlarıPatojenik Bioserovarlara**Biovar 1 (Amerikan)**

Serovarlara: O:4, O:8, O:13 a, O:18, O:20, O:21

Ekoloji: İnsan (Kuzey Amerika), ratlar ve kemirici pireleri (O:21)

Patojenite: İnsan

Biovar 2

Serovarlara: O:9, O:5,27

Ekoloji: İnsan (Avrupa, Japonya), domuz (sağlıklı), sığır ve koyunlar (O:5,27)

Patojenite: İnsan

Biovar 3

Serovarlara: O:1, O:2, O:3, O:5,27

Ekoloji: Şişişila (Avrupa)

Patojenite: Şişişila, nadiren insan

Biovar 4

Serovarlara: O:3

Ekoloji: İnsan (Avrupa, Japonya, Güney Afrika), domuz (sağlıklı)

Patojenite: İnsan

Biovar 5

Serovarlara: O:2, O:3

Ekoloji: Yabani tavşan, keçi (Avrupa)

Patojenite: Yabani tavşan, keçi

Çevreden İzole Ediler Bioserovarlara**Biovar 1**

Serovarlara: Çok sayıda

Ekoloji: Su, toprak, gıda, dışkı, insan, hayvan

Patojenite: Yok

ark., 1991). Yavru domuzların kolaylıkla enfekte oldukları ve kalıcı belirtiler göstermeden taşıyıcı hale gelebildikleri bildirilmektedir. Taşıyıcılık intestinal veya daha çok pharyngeal olmaktadır. Sığır ve koyunlar da *Y. enterocolitica*'nın insan için patojen olan türlerini taşıyabilmektedirler. Bunun yanı sıra köpek, rat, kemirici pireleri ve kemirgenlerin de taşıyıcı olabildikleri belirtilmektedir (GILMOUR ve WALKER, 1988, ICHINOHE ve ark., 1991).

Yersinia'lar sudan ve çevreden de kolaylıkla izole edilebilmektedirler. *Y. enterocolitica*'nın da içme suları da dahil çeşitli su kaynaklarından izole edildiği bildirilmektedir (STERN ve PIERSON, 1979). Dünyanın çeşitli ülkelerinde kontamine sulardan kaynaklanan salgınlar rapor edilmiştir (STERN ve PIERSON, 1979; GILMOUR ve WALKER, 1988; VARNAM ve EVANS, 1991).

Süt ve süt ürünleri, diğer gıdalar yanında *Yersinia*'ların taşınmaları açısından oldukça önem taşımaktadırlar. Anerika'da süt kaynaklı üç büyük yersiniosis olayı bildirilmiştir (TACKET ve ark., 1984; VARNAM ve EVANS, 1991). Bunlardan ikisinin çukulatalı süt ve kontamine olmuş pastörize süttten kaynaklandığı rapor edilmiştir. İngiltere'de de pastörize süttten kaynaklanan iki gıda zehirlenmesi bildirilmiş, bazı hastalardan *Y. enterocolitica* ve *Y. frederiksenii* izole edildiği belirtilmiştir (GREENWOOD ve ark., 1990).

Birçok araştırmacı tarafından *Yersinia* türlerinin çiğ süttten de izole edildiği bildirilmiştir (STERN ve ark. 1980; VIDON ve DELMAS, 1981; GILMOUR ve WALKER, 1988; MOUSTAFA, 1990). Ancak *Y. enterocolitica*'nın çiğ süttten izole edilmesine rağmen, genellikle izole edilen bioserovarlara nadiren insanlar için hastalık etmeni oldukları belirtilmektedir. VIDON ve DELMAS (1981), inceledikleri 75 çiğ süt örneğinin % 81,4'ünden *Y. enterocolitica* izole ettiklerini bildirmişlerdir. İzolatlarda O:5 serogrubunun

baskın olduğunu bulmuşlardır. MOUSTAFA (1990), ise incelenen 100 çiğ süt örneğinin % 10'undan *Y. enterocolitica* izole ettiklerini bildirmişlerdir. STONE (1987), tarafından yapılan bir çalışmada da 71 çiğ süt örneğinden 3'ünde *Y. enterocolitica*'ya rastlandığı bildirilmiştir. 100 çiğ süt örneğinin incelendiği diğer bir çalışmada ise 12 örneğin bu bakteri açısından pozitif bulunduğu belirtilmiştir (MOUSTAFA ve ark. 1983).

Y. enterocolitica'nın problem yaratabileceği diğer süt ürünleri arasında pastörize krema, tereyağı, dondurma, yoğurt ve özellikle çiğ süttten işlenen peynir çeşitleri bildirilmektedir (SCHIEMANN, 1978; SCHIEMANN ve TOMA, 1978; MOUSTAFA ve ark., 1983; KARAIONNOGLOU ve ark., 1985; AHMED ve ark., 1986; GILMOUR ve WALKER, 1988; AHMED, 1989; SIMS ve ark., 1989; EL-SHERBINI, 1992; AYTAÇ ve ÖZBAŞ, 1992).

Domuz eti ve domuz etinden yapılan ürünlerin yersiniozis açısından oldukça önemli oldukları belirtilmektedir (GILMOUR ve WALKER, 1988; VARNAM ve EVANS, 1991). Özellikle patojenik serovar O:3'ün domuzlardan ve domuz dilinden izole edildiği kaydedilmektedir. ANDERSEN ve ark. (1991), tarafından yapılan bir çalışmada da etlerde ve et ürünlerinde *Y. enterocolitica* O:3 varlığı araştırılmıştır. 33 domuz kıyması örneğinin 10'u ve 24 sığır kıymasının 3'ünde bu bakteriye rastlandığı belirtilmektedir. WAUTERS ve ark. (1988), ise 50 kıyma örneğinin 12'sinden *Y. enterocolitica* izole ettiklerini bildirmişlerdir. FALCAO (1991), tarafından yapılan çalışmada ise, sığır eti, domuz eti, hamburger, sosis, tavuk gibi çeşitli et ve et ürünlerinden *Yersinia* türleri ve *Y. enterocolitica* izole edildiği, ancak patojenik tiplere rastlanmadığı bildirilmiştir.

Y. enterocolitica'nın izole edildiği bildirilen diğer gıdalar arasında tofu, tavuk, balık, kabuklu deniz ürünleri, meyve ve sebzeler de bulunmaktadır (FARRAG, 1992).

PATOJENİTE

Yersinia'ların patojenlik mekanizması açıklanırken *Y. enterocolitica* ve *Y. pseudotuberculosis*'in benzer, *Y. pestis*'in ise daha farklı bir mekanizmaya sahip olduğu belirtilmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991). Bu üç bakterinin konakçıyı farklı yollarla enfekte etmeleri ve farklı hastalıklara neden olmalarına rağmen lymphoid dokuya ilgi ve önemli ölçüde konakçı immun sistemine direnç gösterme yetenekleri açısından ortak yönleri bulunmaktadır. Ayrıca mukozal interaksiyon bağırsaklarda veya akciğerlerde gerçekleştiğinde, benzer özellikler gösterdiği bildirilmektedir. *Y. enterocolitica*'nın insanlarda neden olduğu sporadik enfeksiyonların uzun yıllardır bilinmesine rağmen, bu bakteri hastalık etmeni olarak son yıllarda gittikçe dikkati çekmeye başlamıştır. *Y. enterocolitica*, insanlarda kanlı ve mukuslu olabilen ishal, terminal ileit ve ivergen apandisit tablosu, mezenterik lenfadenit, septisemi, artrit, miyokardit, subakuthepatit, organ abseleri, menenjit ve üreterit gibi klinik tablolar oluşturabilmektedir (ANG, 1982; PRPIC ve ark., 1983; PRPIC ve ark., 1985; GILMOUR ve WALKER, 1988).

Y. enterocolitica'nın hem enterotoksin ürettiği hem de invaziv özellik taşıdığı bilinmektedir (GEMSKI ve ark., 1980). Diğer *Enterobacteriaceae* üyelerinde de olduğu gibi hem kromozal hem de plasmid genlerin bakteride virulans özelliği kontrol ettiği bildirilmektedir. Kromozal kontrolün, invazyonun başlangıç aşamalarında önemli rol oynadığı, plazmidlerin ise tutunmada etkin oldukları belirtilmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991). *Yersinia*'ların üç patojenik türünün de 40-48 mdalton büyüklüğünde plazmidleri içerdiği bildirilmektedir (GEMSKI ve ark., 1980). *Yersinia*'ların virulans plazmidleri, belirli dış membran proteinlerinin tanımlanması; otoaglutinasyon, serum direnci, makrofajlar için sitotoksiste, V ve W antijenlerinin üretimi ve kalsiyum bağımlılığı gibi bir dizi sıcaklık-kontrollü fenotipleri içermektedir (GEMSKI ve ark., 1980; PAI ve DeSTEPHANO, 1982; STERN, 1982; LAIRD ve CAVANAUGH, 1980; VARNAM ve EVANS, 1991).

Kalsiyum bağımlılığı, (ortamda kalsiyum olmadığında, sıcaklık 26°C'den 37°C'ye yükseldiğinde) gelişmenin kısıtlanması ve belirli dış membran proteinlerinin üretimi olarak ortaya çıkmaktadır. Dış membran proteinleri yüksek sıcaklığa geçildikten yaklaşık 1 saat sonra görülmeye başlanmakta ve sentezleri hücre üremesi duruncaya kadar (genellikle 1 veya 2 generasyon sonrasında kadar) devam etmektedir. Bu dış membran proteinlerinin virulanslıkta çok önemli bir role sahip oldukları bilinmektedir. *Yersinia*'nın virulanslıkla ilgili faktörlerinden bazılarının sıcaklık-kontrollü olması; bakterinin memeli vücudu dışında düşük sıcaklıkta geliştiği zaman virulans ve invazyon yeteneğini taşıdığını ve bu aktivitenin ilk aşamasına,

enfeksiyonu oluşturmak için konakçı vücuduna girmede gereksinim olduğu şeklinde açıklanmaktadır. Patogeneside bunu izleyen basamaklarda ise genlerin yapışma ve internalizasyonu için yeniden bir regülasyona gereksinim duyabileceği düşünülmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991).

Ökaryot hücrelerde kalsiyum miktarı çok azdır, buna bağlı olarak böyle hücreler içinde bulunan *Y. enterocolitica*'nın plazmidi aracılığı ile polipeptidler üretmesinin ve bunların patogeneze rol oynamasının mümkün olduğu düşünülmektedir (ANĞ, 1982). *Y. enterocolitica*'nın plazmide bağlı özelliklerinin sıcaklık ve kalsiyum varlığına bağımlı olduğu bulunmuştur. Değişik hücre ve koloni morfolojisi ile plazmide bağlı dış membran proteinlerinin (polipeptidlerin) yalnızca 37°C'de ve kalsiyum eksikliğinde ortaya çıktığı belirtilmektedir.

Y. enterocolitica ileum hücrelerine yapışmakta, bu olay dış membran proteinleri aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bakterinin sistematik yayılımına ise, yalnızca serumdaki damer düzeyinin yüksek olduğu kişilerde rastlandığı belirtilmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991). Bu durum, *Yersinia*'ların transferin bağlı demirden yararlanamamaları şeklinde açıklanmaktadır. *Yersinia*'ların fagositozdan korunabilmelerinde de dış membran proteinlerinin önemli rol oynadıkları düşünülmektedir. *Y. pestis*, *Y.pseudotuberculosis* ve *Y.enterocolitica*'nın virulent tiplerinin V ve W antijenleri ürettikleri bildirilmektedir (STERN, 1982).

Virulentlikle ilgili diğer faktörler arasında yüksek düzeyde lipolitik aktivite de bulunmaktadır (AULISIO ve ark., 1983). Özellikle *Y. enterocolitica* serovar O:8'de, lipazın lipid bariyerine etki ederek, bakterinin yakınındaki dokulara kolaylıkla nüfuz edip, enfekte etmesine izin verdiği düşünülmektedir.

Y. enterocolitica serovar O:3 ve O:9'un da doku kültürlerindeki hücreler üzerine sitotoksik aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir. Bu etki, hücrelerin 1,5 saatte sarılıp, kısmi ayrımına neden olmaktadır.

Isıya dayanıklı enterotoksin üretiminin virulent ve virulent olmayan *Y. enterocolitica* tipleri ve diğer patojenik olmayan özellikle *Y. kristensenii* gibi *Yersinia* türlerince de üretildiği bildirilmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991). Toksinin biyolojik aktivite açısından *Escherichia coli* toksinine çok benzer olduğu bilinmektedir. Bazı *Y. enterocolitica* tiplerinin oda sıcaklığında süt ve ete aşılandıklarında toksin üretebildikleri, ancak bunu buzdolabı sıcaklığında yapamadıkları gösterilmiştir. Bu durumda, gıdada önceden oluşmuş toksinin de hastalığa yol açabileceği olasılığını ortaya çıkarmıştır (GILMOUR ve WALKER, 1988).

GIDALARDA YERSINIA'LARIN GELİŞME VE CANLILIKLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Y. enterocolitica için minimum gelişme sıcaklığı genellikle 4°C olarak kabul edilmektedir. Ancak bakterinin ette; 0°C ve 1°C'lerde, nütrient broth besiyerinde; 0,5°C'de gelişebildiği de bildirilmiştir (PALUMBO, 1986; WALKER ve ark., 1990; VARNAM ve EVANS, 1991). WALKER ve ark. (1990), tarafından yapılan bir çalışmada da, çalışılan tüm *Y. enterocolitica* suşlarının 0°C'de gelişebildiği, nütrient broth ve UHT süt ile çalışıldığında ise, minimum gelişme sıcaklığının -0,9°C'den -1,3°C'ye kadar değişebildiği bildirilmiştir. *Y. enterocolitica* için optimum gelişme sıcaklığı 28-29 °C, maksimum ise 42°C olarak belirtilmektedir. *Y. enterocolitica*'nın ticari olarak pastörize edilmiş süt ve kremalardan izole edilmesi, bakterinin ısıya dirençli olabileceğini düşündürmüştür (GREENWOOD ve ark., 1990; FALCAO, 1991). Ancak yapılan çalışmalarda, bakterinin termal toleransının tiplere göre değişiklik göstermesine rağmen, pastörizasyonun inhibisyon için yeterli olduğu ileri sürülmektedir. FRANCIS ve ark. (1980) tarafından yapılan bir çalışmada, 62,8°C'de D değeri sütte 21 suş için 0,7 ile 17,0 saniye arasında bulunurken, LOVET ve ark. (1982), aynı koşullarda 3 yüksek dirençli suş için bu değer 0,24 ile 0,96 dakika arasında değiştiğini saptamıştır. Z değeri ise, 5,11°C ile 5,78°C olarak bildirilmiştir. Teorik olarak, *Yersinia*'ların pastörizasyon sıcaklığında yalnızca hasara uğrayabilecekleri ve düşük sıcaklıklarda uzun süre inkübe edildiğinde bu tip bakterilerin geri kazanılabileceği ileri sürülmektedir (GREENWOOD ve ark., 1990).

Işınlamanın *Y. enterocolitica* üzerine etkisi ile ilgili bilgiler kısıtlı olmakla birlikte, bakterinin ışınlamaya karşı duyarlı olduğu bildirilmektedir (VARNAM ve EVANS, 1991). *Y. enterocolitica*'nın *Salmonella*'nın inhibe edilmesi için yeterli olan 3 Kgy dozunda kontrol edilebileceği belirtilmektedir.

Y. enterocolitica'nın genellikle düşük pH derecelerine karşı duyarlı olduğu ve bakterinin üremesinin asitlik ile kontrol edilebileceği belirtilmektedir (MOUSTAFA ve ark., 1983). STERN ve ark. (1980), tarafından saf kültür ile yapılan çalışmalarda gelişme için pH aralığının 4,4 ile 9,0 arasında olduğu bildirilirken, diğer bir araştırmacı 5°C'de *Y. enterocolitica*'nın pH 4,0'de 21 gün canlı kalabildiğini bildirmiştir

(VARNAM ve EVANS, 1991). Gıdalarda bu konu ile ilgili bilgilerin çelişkili olduğu ve istatistiksel olarak tek başına pH değerinin canlılık üzerine etkisinin düşük olduğu belirtilmektedir. KARAPINAR ve GÖNÜL (1992), tarafından yapılan bir çalışmada sodyumbikarbonat, sirke, asetik ve sitrik asitin *Y. enterocolitica*'nın üreme ve canlılığı üzerinde etkileri incelenmiştir. Bunlar içerisinde asetik asidin en etkili ajan olduğu, asetik asit ve sirkenin antimikrobiyal etkilerinin denenen koşullar için inokulum düzeyine bağlı olduğu bulunmuştur.

% 7'nin üzerindeki NaCl, 200mg/l NaNO₂ derişimlerinin ve pH 5,5'da % 0,2 sorbatın bakteriyi inhibe edebildiği çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (STERN ve ark., 1980; RACCAH ve HENNINGSON, 1984; VARNAM ve EVANS, 1991).

KAYNAKLAR

- AHMED, A-H. A., M.K. MOUSTAFA, T.A. EL-BASSIONY. 1986. Growth and Survival of *Yersinia enterocolitica* in Yoghurt. J. Food Protect. 49: 983-985.
- AHMED, A-H. A. 1989. Behaviour of Virulent *Yersinia enterocolitica* in Damietta cheese. Assiut Vet. Med. J. 22: 81-87.
- ANDERSEN, J.K., R. SORENSEN, M. GLENSBJERG. 1991. Aspects of the Epidemiology of *Yersinia enterocolitica*: A Review. Int. J. Food Microbiol. 13: 231-238.
- ANÇ, Ö. 1982. *Yersinia enterocolitica*'nın Virulans Faktörleri ve Plazmitleri. "Alınmıştır. *Yersinia enterocolitica*, Ed. E. TÜMBAY", Türk Mikrobiyoloji Derneği Yayını No:2 Bilgehan Matb., İzmir, 103 sayfa.
- AULISIO, C.C.G., W.E. HILL, J.T. STANFIELD, R.L. SELLERS. 1983. Evaluation of Virulence Factor Testing and Characteristics of Pathogenicity in *Yersinia enterocolitica*. Inf. and Immun. 40: 330-335.
- AYTAÇ, S.A., Z.Y. ÖZBAŞ. 1992. Isolation of *Yersinia enterocolitica* From Turkish Pickled White Cheese. The Australian J. Dairy Technol. 47: 60-61, 71.
- BERCOVIER, H., H.H. MOLLARET. 1984. *Yersinia*. "in, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 1, Eds. N.R.KRIEG ve J.G. HOLT", Williams and Wilkins, Baltimore, 1268 sayfa.
- BISSET, M.L., C. POWERS, S.L. ABBOTT, J.M. JANDA. 1990. Epidemiological Investigations of *Yersinia enterocolitica* and Related Species: Sources, Frequency and Serogroup Distribution. J. Clin. Microbiol. 28: 910-912.
- EL-SHERBINI, M. 1992. Prevalence of *Yersinia enterocolitica* In Pasteurized Milk and Cream. 3rd World Congress Foodborne Infections and Intoxications, Berlin, 16-19 June 1992. Sayfa 445-447.
- FALCAO, D.P. 1991. Occurrence of *Yersinia* spp. in Foods in Brazil. Int. J. Food Microbiol. 14: 179-182.
- FARRAG, S.A., E.H. MARTH. 1992. *Escherichia coli* O157: H7 *Yersinia enterocolitica* and Their Control in Milk by the Lactoperoxidase System: A Review, Lebensm. Wiss.u-Technol. 25:201-211.
- FRANCIS, D.W., P.L. SPAULDING, J. LOVETT. 1980. Enterotoxin and Thermal Resistance of *Yersinia enterocolitica* in Milk. Appl. Environ. Micro. 40: 174-176.
- GEMSKI, P., J.R. LAZERE, T. CASEY. 1980. Plasmid Associated with Pathogenicity and Calcium Dependency of *Yersinia enterocolitica*. Infection and immunity 27: 682-685.
- GILMOUR, A., S.J. WALKER. 1988. Isolation and Identification of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia enterocolitica*-like Bacteria. J. App. Bacteriol. Symposium Supp. 213-236.
- GREENWOOD, M.H., W.L. HOPER, J.C. RODHOUSE. 1990. The Source of *Yersinia* spp. in Pasteurized Milk: An Investigation at a Dairy. Epidemiol. Infect. 104: 351-360.
- ICHINOHE, H., M. YOSHIOKA, H. FUKUSHIMA, S. KANEKO, T. MARUYAMA. 1991. First Isolation of *Yersinia enterocolitica* Serotype O:8 In Japan. J. Clin. Microbiol. 29: 846-847.
- JAY, J.M. 1986. Modern Food Microbiology, Van Nostrand Rein Comp. New York. 642 sayfa.
- KARAIONNOGLOU, P., P. KOIDIS, D. PAPAGEORGIOU, A. MANTIS. 1985. Survival of *Yersinia enterocolitica* During the Manufacture and Storage of Feta Cheese. Milchwissenschaft 40: 204-206.
- KARAPINAR, M., Ş.A. GÖNÜL. 1992. Effects of Sodiumbicarbonate, Vinegar, Acetic and Citric Acids on Growth and Survival of *Yersinia enterocolitica*. Int. J. Food Microbiol. 16: 343-347.
- LAIRD, W.J., D.C. CAVANAUGH. 1980. Correlation of Autoagglutination and Virulence of *Yersinia*. J. Clin. Microbiol. 11: 430-432.
- LOVETT, J., J.G. BRADSHAW, J.T. PEELER. 1982. Thermal Inactivation of *Yersinia enterocolitica* in Milk. Appl. Environ. Microbiol. 44: 5517-5519.
- MOUSTAFA, M.K. 1990. Isolation of *Yersinia enterocolitica* From Raw Milk and Soft Cheese in Assiut City. Assiut Vet. Med. J. 23: 106-109.
- MOUSTAFA, M.K., A-H A. AHMED, E.M. MARTH. 1983. Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in Raw and Pasteurized Milk J. Food Protect. 46: 276-278.
- ÖZSAN, K. 1982. *Yersinia enterocolitica*'nın Bakteri sistematigindeki Yeri, Morfolojik ve Kültürel Özellikleri "Alınmıştır. *Yersinia enterocolitica*, Ed. E. TÜMBAY", Türk Mikrobiyoloji Derneği Yay. No: 2. Bilgehan Matb., İzmir, 103 sayfa.
- PAI, C.H., L. DeSTEPHANO. 1982. Serum Resistance Associated With Virulence in *Yersinia enterocolitica*. Inf. and Immun. 35: 605-611.
- PALUMBO, S.A. 1986. Is Refrigeration Enough to Restrain Foodborne Pathogens. J. Food Protect. 49: 1003-1009.

- PRPIC, J.K., R.M. ROSINS-BROWNE, R.B. DAVEY. 1983. Differentiation Between Virulent and Avirulent *Yersinia enterocolitica* Isolates by Using Congo Red Agar. *J. Clin. Microbiol.* 18: 486-490.
- PRPIC, J.K., R.M. ROBINS-BROWNE, R.B. DAVEY. 1985. In Vitro Assessment of Virulence in *Yersinia enterocolitica* and Related Species. *J. Clin. Microbiol.* 22: 105-110.
- RACCACH, M., E.C. HENNINGSTEN. 1984. Role of Lactic Acid Bacteria, Curing Salts, Species and Temperature in Controlling the Growth of *Yersinia enterocolitica*. *J. Food Protect.* 47: 354-358.
- SCHIEMANN, D.A. 1978. Association of *Yersinia enterocolitica* With the Manufacture of Cheese And Occurrence in Pasteurized Milk. *App. and Environ. Microbiol.* 36: 274-277.
- SCHIEMANN, D.A., S. TOMA. 1978. Isolation of *Yersinia enterocolitica* From Raw Milk. *App. and Environ. Microbiol.* 35: 54-58.
- SIMS, G.R., D.A. GLENISTER, T.F. BROCKLESHURST, B.M. LUND. 1989. Survival and Growth of Food Poisoning Bacteria Following Inoculation Into Cottage Cheese Varieties. *Int. J. Food Microbiol.* 9: 173-195.
- STERN, N.J., M.D. PIERSON. 1979. *Yersinia enterocolitica*: A Review of the Psychrotrophic Water and Foodborne Pathogen. *J. Food Sci.* 44: 1736-1742.
- STERN, N.J., M.D. PIERSON, A.W. KOTULA. 1980. Growth and Competitive Nature of *Yersinia enterocolitica* in Whole Milk. *J. Food Sci.* 45: 972-974.
- STERN, N.J. 1982. *Yersinia enterocolitica*: Recovery From Foods and Virulence Characterization. *Food Technol.* 84-88.
- STONE, D. 1987. A Survey of Raw Whole Milk For *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica*. *New Zealand J. Dairy Sci. and Technol.* 22: 257-264.
- TACKET, C.O., J.P. NARAIN, R. SAATIN, J.P. LOFRGEN, C. KONIGSBERG, R.C. RENDTORFF, A. RAUSA, B.R. DAVIS, N.L. COHEN. 1984. A Multistate Outbreak of Infections Caused by *Yersinia enterocolitica* Transmitted by Pasteurized Milk. *J. American Med. Ass.* 251: 483-486.
- VARNAM, A.H., M.G. EVANS. 1991. Foodborne Pathogens. Wolfe Pub. Ltd., BPC Hazell Books, Aylesbury, England, 557 sayfa.
- VIDON, D.J.M., C.L. DELMAS. 1981. Incidence of *Yersinia enterocolitica* in Raw Milk in Eastern France. *App. and Environ. Microbiol.* 41: 355-359.
- WALKER, S.J., P. ARCHER, J.G. BANKS. 1990. Growth of *Yersinia enterocolitica* At Chill Temperatures in Milk and Other Media. *Milchwissen.* 45:503-506.
- WAUTERS, G., K. KANDOLO, M. JANSSENS. 1987. Revised Biogrouping Scheme of *Yersinia enterocolitica*. *Cont. Microbiol. Immunol.* 9: 14-21.
- WAUTERS, G., V. GOOSSENS, M. JANSSENS, J. VANDEPITTE. 1988. New Enrichment Method For Isolation of Pathogenic *Yersinia enterocolitica* Serogroup O:3 From Pork. *App. and Environ. Microbiol.* 54: 851-854.