

MEYVE SULARINDA BOZULMA ETMENİ: *Alicyclobacillus acidoterrestris***Nural KARAGÖZLÜ[§]**

Geliş Tarihi: 08/ 12/ 2003

ÖZET

Meyve suları ve konsantreleri düşük pH değerine sahip olmalarından ötürü sadece pastörizasyon işlemi ile dayanıklı hale getirilmektedir. Ancak son yıllarda ticari pastörizasyon uygulanmasına rağmen bozulan meyve sularında ve konsantrelerinde; termoasidofilik, patojen olmayan ve sporlu bir bakteri olan *Alicyclobacillus acidoterrestris* saptanmıştır. *Alicyc. acidoterrestris* sporları yapılan pastörizasyon işleminde zarar görmemekte ve daha sonra gelişerek meyve sularında bozulmaya neden olmaktadır. Bu derlemede *Alicyc. acidoterrestris*'in bazı özellikleri, meyve sularındaki varlığı ve ısısal direnci ile ilgili bazı bilgilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler:**A FACTOR LEADING to SPOILAGE in FRUIT JUICES: *Alicyclobacillus acidoterrestris*****ABSTRACT**

Fruit juices and concentrates are only preserved by pasteurization processes because of their low pH value. In recent years, *Alicyclobacillus acidoterrestris*, a thermoacidophilic, non-pathogenic and spore forming bacteria, has been detected in several spoiled commercial pasteurised fruit juices and concentrates. *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores are not damaged by pasteurisation and cause to spoilage of fruit juice and concentrates. This review includes some information about some properties of thermally resistant *Alicyclobacillus acidoterrestris* existing in fruit juices.

Key Words:**GİRİŞ**

Meyve suları yüksek asitlikleri nedeniyle bakteri gelişimi açısından güvenilir gıdalar olarak değerlendirilmektedir. Bu gibi asidik gıdalara uygulanan pastörizasyon işlemi ile laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri, enterobakterler, mayalar ve ısıya dirençli olmayan küfler gibi bozulmaya neden olan sporsuz mikroorganizmalar inaktif hale getirilebilmektedir.

Ayrıca bu gibi gıdalarda ortam pH'sı çoğu bakterinin gelişimini engelleyecek kadar düşüktür. Ancak yine de pH 4.5'in altında bulunan ortamlarda gelişebilen bazı bakteriler bu gibi gıdalarda sorun yaratabilmektedir. Elma suyu, beyaz üzüm sırası, domates suyu gibi çeşitli içeceklerde çeşitli termoasidofilik ve sporlu bakterilerin bozulmalara neden olduğu bildirilmiştir. Isısal işleme dayanıklı ve yüksek asitli ortamları seven toprak orijinli *Alicyclobacillus* türleri de özellikle meyve suları gibi asidik gıdalarda bozulmalara neden olabilmektedir (Murakami ve ark., 1998;

Previdi ve ark., 1997; Splittstoesser ve ark., 1998; Yamazaki ve ark., 1996).

***Alicyclobacillus*'a Ait Bazı Özellikler**

İlk olarak Cerny ve ark. (1984); Almanya'da 1982 yılında elma sularında termofilik sporlu bir bakterinin bozulmaya neden olduğunu belirtmiş ve 90°C'de uygulanan ısısal işlemde 5-10 dakika sonunda bu organizmanın sayısında azalma olmazken; 15 dakika sonunda sadece 1 logaritmik ünite azalma olduğunu bildirmiştir. Deinhard ve ark. (1987) bu bakteriyi *Bacillus* cinsi altında değerlendirerek *B. acidoterrestris* olarak isimlendirmişlerdir (Previdi ve ark., 1997; Yamazaki ve ark., 1996). 1981 yılında ise daha sonra *B. asidoterrestris* olduğu tespit edilen benzer asidofilik basil şekilli bir bakteri asidik olmayan bahçe toprağı, meşe ormanı toprağı, çam ormanı toprağı, bozkır gibi değişik topraklardan izole edilmiştir (Silva ve Gibbs, 2001).

Ancak daha sonraları yapılan 16S rRNA dizilim analizleri sonucunda söz konusu

[§] Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Muradiye Kampüsü, Manisa.

organizmanın *Bacillus* cinsinden önemli ölçüde farklı olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda organizmanın, hücrede temel membran yağ asidi komponenti olan ve diğer *Bacillus* türlerinde bulunmayan ω -alicyclic asit içerdiği ve pH 5.8'in üzerindeki değerlerde gelişemediği tespit edilmiştir. Bu kriterler dikkate alındığında organizmanın *Bacillus* cinsi altında yer alamayacağı belirlenmiş ve yeni bir cins olan *Alicyclobacillus* ismi verilmiştir (Doğan, 2000; Komitopoulou ve ark., 1999; Yamazaki ve ark., 1996).

Önceleri *Bacillus* cinsinde yer alan *B. acidocaldarius*, *B. acidoterrestris* ve *B. cycloheptanicus* türleri *Alicyclobacillus* cinsi altında toplanmıştır (Yamazaki ve ark., 1996). *Alicyclobacillus* cinsi mikroorganizmalar pH 2.0-7.0 ve 20-71°C sıcaklık aralığında gelişebilmektedir (Palop ve ark., 2000). *Alicyclobacillus* türlerinin birbirlerinden farkları, gelişebilme sıcaklıklarıdır. *Alicyc. acidocaldarius* türü 60°C'de, *Alicyc. acidoterrestris* türü 50°C'de ve *Alicyc. cycloheptanicus* türü ise 40°C'de gelişebilmektedir (Palop ve ark., 2000; Doğan, 2000).

Bu mikroorganizmalardan *Alicyc. acidoterrestris* termoasidofilik, patojen olmayan, sporlu bir bakteri olup 25-60°C arasında ve pH 2.5-6.0 aralığında gelişmektedir. Asidik içeceklerden başta elma ve portakal suyunda olmak üzere tat ve koku bozukluğuna neden olan guaiacol, 2,6-dibromophenol, 2-metoxyphe-nol gibi kötü kokulu bileşikler üretmektedir. Bu nedenle yüksek asitli meyveli içeceklerin pastörizasyonunda önemli bir hedef mikroorganizma olarak değerlendirilmektedir (Doğan, 2000; Silva ve Gibbs, 2001; Murakami ve ark., 1998). 1982 yılında Almanya'da üretilmiş ve aseptik olarak ambalajlanmış elma sularının, dağıtım ve depolama sırasında uzun süre sıcakta bekletilmesi sonucunda meydana gelen bozulma; ticari meyve sularında *Alicyc. acidoterrestris*'in neden olduğu ilk bozulma olarak kayıtlara geçmiştir. Bozulma meyve suyunda kötü koku ve bulanıklık oluşumuyla karakterize edilmiştir (Orr ve Beuchat, 2000).

Meyve Sularında *Alicyclobacillus*

Alicyclobacillus toprak orijinli bir bakteridir ve büyük bir olasılıkla hasat sırasında topraktan yüzeyine organizma bulaşmış meyvelerin meyve suyu üretiminde kullanılması sonucu veya meyve suyu içerisine ilave edilen sudan bulaşmaktadır (Palop ve ark., 2000).

Alicyc. acidoterrestris sporlarının gelişimleri 5 gün kadar uzun süre almakla beraber, bu süre meyve sularında aroma bozuk-

luğunun ortaya çıkmasında yeterli olmaktadır. Organizmanın gelişimi sırasında gaz üretmemesi ve buna bağlı olarak ambalajlarda bombaj oluşmaması nedenleriyle meyve sularında görünür bozulmanın tespit edilmesi zordur (Walls, 1997).

11 satış noktasından alınan toplam 75 konsantre meyve suyu örneğinde termofilik, aside toleranslı, sporlu bakteri aranması amacıyla yapılan çalışmada örneklerin 11'inde (%14.7) *Alicyclobacillus* bulunmuştur. Örneklerdeki *Alicyclobacillus* sayıları <6.80 ile 947 MPN/100g arasında saptanmıştır (Eiroa ve ark., 1999).

Ticari sterilizasyon uygulanmış çeşitli meyve sularında canlı asidurik bakteri varlığını saptamak amacıyla marketlerden toplanan 8'i elma, 7'si üzüm, 3'ü cranberry (kızılcığa benzer bir meyve), 3'ü vişne ve 12'si karışık olmak üzere toplam 33 meyve suyu örneğinden 3'ünde canlı *Alicyclobacillus* sporlarına rastlanmıştır. Bir elma örneğinde 25/300 ml, 1 üzüm örneğinde 1/100 ml ve 1 vişne aromalı meyve suyu örneğinde 3/245 ml miktarında spor bulunmuştur (Splittstoesser ve ark., 1994).

Pinhatti ve ark. (1997), inceledikleri çeşitli meyve suyu konsantrelerinin tümünde *Alicyc. acidoterrestris*'e rastlamışlardır.

Pettipher ve ark. (1997) 44°C'de 24 saat depolanan portakal suyunda 10^6 koloni/ml düzeyinde *Alicyc. acidoterrestris* sporlarını tespit etmiş; ayrıca elma ve portakal suyundaki 10^5 - 10^6 koloni/ml sayısının duyu-sal olarak bozukluğa neden olacak miktarda (ppb) guaiacol üretimi için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Komitopoulou ve ark. (1999) ise elma, portakal ve greyfurt suyunda 30°C'de 4 gün sonunda organizma sayısının 10^2 /ml'den 10^5 /ml'ye yükselmesi sonucu kötü kokunun oluştuğunu ve bunun da subjektif olarak saptanabildiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar ayrıca nisin kullanımının *Alicyc. acidoterrestris* sporlarının D değerinde yaklaşık %40 azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Alicyc. acidoterrestris sporlarının ısısal aktivasyonu sonrasında Amazonlarda yetişen cupuaçu isimli meyvenin suyunda 25°C ve 43°C'lerde aerobik ve anaerobik koşullarda 1 hafta depolama sonunda gelişmediği bildirilmiştir (Silva, 2000; Silva ve ark., 2000).

Alicyclobacillus'un Isısal Direnci

Çeşitli gıda maddelerinin korunması amacıyla uygulanan ısısal işlemlerin dizaynında, gıda bozulmalarına neden olan mikroorganizmaların ısısal direnç özellikleri önemli parametrelerdir (Murakami ve ark., 1998). Gı-

Çizelge 1. Gıdalarda önemli bazı sporlu bakterilerin ısısal dirençleri.

Organizma	Yaklaşık D değeri ^a						
	80°C	85°C	90°C	95°C	100°C	110°C	120°C
Halk sağlığı açısından önemli sporlar							
Grup I <i>Cl. botulinum</i> tip A ve B			50		7-30	1-3	0.1-0.2
Grup II <i>Cl. botulinum</i> tip B		1-30	0.1-3	0.03-2			
<i>Cl. botulinum</i> tip E	0.3-3				0.01		
<i>Bacillus cereus</i>					3-200	0.03-2.4	
<i>Cl. perfringens</i>			3-145		0.3-18	2.3-5.2	
Mezofilik aeroblar							
<i>B. subtilis</i>					7-70	6.9	0.5
<i>B. licheniformis</i>					13.5	0.5	
<i>B. megaterium</i>					1		
<i>B. polymyxa</i>			4-5		0.1-0.5		
<i>B. thermoacidurans</i>			11-30		2-3		
Termofilik aeroblar							
<i>B. stearothermophilus</i>					100-1600		1-6
<i>B. coagulans</i>					20-100		2-3
Mezofilik anaeroblar							
<i>Cl. butyricum</i>	4-5	0.4-0.8					
<i>Cl. sporogenes</i>					80-100	21	0.1-1.5
<i>Cl. tyrobutyricum</i>	13						
Termofilik anaeroblar							
<i>Desulfotomaculum nigrificans</i>					<480		2-3
<i>Cl. thermosaccharolyticum</i>					400		3-4

Kaynak: Setlow ve Johnson (1997) ^a pH 7 ve a_w>0.95.

dalarda önemli bazı sporlu bakterilerin ısısal dirençleri Çizelge 1’de verilmiştir (Setlow ve Johnson, 1997).

Çözünür katı madde (ÇKM) miktarı mikroorganizmaların ısısal direncine ortamdaki etki eden önemli bir parametredir. Nitekim meyve suyundaki şeker miktarı da sporların ısısal direncine etki etmekte ve şeker miktarı arttıkça ısısal direnç de artmaktadır. *Alicyclobacillus* WAC sporlarının Concord tipi üzüm suyundaki ısısal direncine ÇKM’nin etkisi Çizelge 2’de görülmektedir. Bu sonuçlar da, konsantre meyve suyundaki sporların normal meyve suyu üretiminde uygulanan ısısal işleme öldürülmesinin zor olduğunu göstermektedir. Diğer yandan meyve sularında koruyucu olarak kullanılan SO₂ ve sorbik asidin küf askosporlarının ısısal direncini azaltırken, *Alicyclobacillus* sporlarını 100 mg/l gibi yüksek konsantrasyonlarda kullanıldıklarında ısıya duyarlı hale getirdikleri bildirilmiştir (Splittstoesser ve ark., 1998).

Alicyc. acidoterrestris’in D değeri, diğer termofilik mikroorganizmalarla karşılaştırıldığında daha düşüktür D_{90°C}=10-54 dakika, Z değeri ise 6-11°C’dir (Palop ve ark., 2000).

Alicyc. acidoterrestris DSM 2498 suşunun ısısal direncinin saptanması amacıyla yapılan bir çalışmada organizmanın D değeri 85°C’de 60.8-94.5 dakika, 90°C’de 10.0-20.6 dakika ve 95°C’de 2.5-8.7 dakika arasında; Z değeri ise 7.2–11.3°C arasında saptanmıştır. Bu derece yüksek ısısal dirence sahip *Alicyclobacillus* sporları konsantre portakal suyuna uygulanan normal ısısal işlem sırasında öldürmek için yeterli gelmemektedir. Bu durumda pastörize edilmiş, UHT veya sıcak dolum yapılan portakal sularında organizmanın 35°C’ nin altında gelişebileceği dikkate alındığında, ürünün buzdolabı dışında depolanması durumunda *Alicyclobacillus* sporlarının bozulma için potansiyel bir risk olduğu belirtilebilir (Eiroa ve ark., 1999).

Alicyc. acidoterrestris sporlarının ısısal direncine; sporulasyon besiyerindeki Ca⁺², Mg⁺², Ba⁺², Mn⁺², Sr⁺² gibi farklı divalent katyonların varlığının veya sporların demineralizasyon ya da remineralizasyonunun etki etmediği bildirilmiştir (Yamazaki ve ark., 1997). Pontius ve ark. (1998) ise pH’sı 2.8-4.0 arasında glukoz içeren model meyve suyunda, *Alicyc. acidoterrestris*’in VF, WAC ve IP

Çizelge 2. Concord tipi üzüm suyunda *Alicyclobacillus* WAC sporlarının ısısal direncine çözünür katı madde miktarının etkisi

°Briks	°C	D değeri ^a	Z değeri
16	85	53 dakika	6.9°C
	90	11	
	95	1.9	
30	85	76 dakika	6.6°C
	90	18	
	95	2.3	
65	85	276 dakika	7.4°C
	90	127	
	95	12	

^a Dört denemenin ortalaması.

Kaynak: Splittstoesser ve ark. (1998).

suşlarının D değerine ortama ilave edilen 30 mM sitrik, malik ve tartarik asit gibi asitlerin 91°C’de etki etmediğini saptamışlardır. *Alicyc. acidoterrestris* NCIMB 13137 sporlarının D değerine 85-97°C arası sıcaklık, 5-60° briks arası toplam ÇKM ve 2.5-6.0 arası pH etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; azalan ÇKM ve pH’ya karşılık D değerinde de lineer bir azalma, artan sıcaklığa karşılık ise lineer olmayan bir azalma saptanmıştır. Çalışmada Malt Extract Broth’da 97°C, 5° briks ve pH 6’da D değeri 0.498±0.045 dakika iken; 85°C, 60° briks ve pH 6’da D değeri 94.9±6.7 dakika olarak saptanmıştır. Araştırmada ayrıca portakal, elma, greyfurt, siyah üzüm konsantreleri, cupuaçu ekstraktı ve portakal suyu gibi gıdalarda ölçülen D değerlerinin laboratuvar Malt Extract Broth gibi modellerde ölçülen D değerlerinden daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Silva ve ark., 1999).

Miller ve ark. (2001), ise elma, üzüm ve portakal sularında yaptıkları araştırmada *Alicyc. acidoterrestris*’in gelişiminde meyve cinsinin yanında oksijen içeriğinin de etkili olduğunu; oksijen bağlayıcı olarak askorbik asit ilavesinin bu organizma tarafından meyve suyunun bozulmasını sınırladığını saptamışlardır.

Sukroz laurat, sukroz palmitat, sukroz stearat ve monolaurinin (laurisidin) *Bacillus* türleri, *Clostridium sporogenes* Pa 3679 ve *Alicyclobacillus* türleri üzerine model agar sistemde inhibe edici etkisinin araştırıldığı çalışmada en yüksek etkiyi laurisidin, daha sonra sırasıyla sukroz laurat, sukroz palmitat ve sukroz stearat göstermiştir. Domates suyunda (pH 4.5) %1 oranında sukroz laurat kullanımı ve 45°C’de 10 dakika 392 MPa basınç uygulamasının kombine etkisi *B. coagulans* 7050’nin sayısında 5 logaritmik ünite azalmaya neden olurken; aynı oranda azalma sığır etinde

aynı sıcaklık ve basınç altında % 0.01 oranında sukroz laurat kullanımı ile *B. cereus* 14579’da saptanmıştır (Shearer ve ark., 2000).

Alicyclobacillus N1089’un gelişimine sukroz laurat ile basıncın kombine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada; % 0.005 sukroz laurat içeren pH 4.5 olan domates suyunda 45°C’de 392 MPa basınç varlığında organizmanın sayısında 3 logaritmik ünite azalma gözlenmiştir. Sukroz laurat miktarı %0.01’e yükseltildiğinde ise gelişim hiç görülmemiştir. Elma suyunda % 0.025 konsantrasyonda sukroz laurat kullanımı 45°C’lik bir ısısal işlem uygulansın ya da uygulanmasın *Alicyclobacillus* N1098 suşu üzerine inhibe edici etki göstermemiştir. 45°C’de 10 dakika 392 MPa basınç uygulaması ise spor sayısında 2 logaritmik ünite; % 0.04 sukroz laurat kullanımı ise 2.5 logaritmik ünite azalmaya neden olmuştur. Sukroz lauratın % 0.045 konsantrasyonda kullanımı basınç ve 45°C’lik ısısal işlem uygulamasıyla birlikte 5.5 logaritmik ünite azalmaya neden olmuştur (Shearer ve ark., 2000).

Sıcaklık D değerine etki eden en temel faktördür. D değeri özellikle düşük sıcaklık derecelinde artan ÇKM ve pH ile önemsiz derecede ve lineer olarak artar. Fakat 97°C’ye yakın derecelerde ÇKM ve pH’nın etkisi önemli düzeyde değildir. Responce Surface Polynominal Model kullanılarak tahmin edilen D değeri, çoğu kez meyve ürünlerinde saptanandan daha düşük olmaktadır. D değerine pH’nın etkisi ile ilgili olarak değişik fikirler mevcuttur. Bunlardan bir kısmı pH 2.5-6.9 arasındaki değerlerin etkili olmadığı şeklindedir (Yamazaki ve ark., 1996). Diğer taraftan Pontius ve ark. (1998) ise daha düşük sıcaklıklarda pH 2.8-4.0 arasında D değerine önemli etki olduğunu saptamışlardır.

Çeşitli meyve ürünlerinde *Alicyc. acidoterrestris* sporlarının ısısal dirençleri Çizelge 3’de verilmiştir (Silva ve Gibbs, 2001).

Elma suyu ve elma-cranberry suyundan izole edilen yüksek sıcaklığa dirençli, asidurik, aerobik, sporlu VF ve WAC kültürlerinin (bu kültürler daha sonraki yıllarda *cyclohexane* yağ asidi ve hopanoid bulunduran *Alicyc. acidoterrestris* olarak tanımlanmıştır) ısısal direncinin araştırıldığı çalışmada; elde edilen D ve Z değerleri Çizelge 4’de verilmiştir. Çalışmada sporların daha yüksek pH ve briks’e sahip ortamlarda ısısal işlem gördüğünde daha direnç kazandığı da belirtilmiştir.

SONUÇLAR

Düşük asitli gıdaların sterilizasyonun-

Çizelge 3. Çeşitli meyve ürünlerinde *Alicyc. acidoterrestris* sporlarının ısısal dirençleri

Ortam	Spor suşu	pH	ÇKM (°Briks)	T (°C)	D±SD (dakika)		Z değeri (°C)
					D değeri	SD	
Elma suyu	VF	3,5	11,4	85	56	14	7,7
				90	23	7,5	
				95	2,8	0,7	
				85	57	13	
Üzüm suyu	WAC	3,3	15,8	90	16	4,1	7,2
				95	2,4	0,9	
				88	11	NR	
Çilek vb suyu	NR	3,5	NR	91	3,8	NR	7,2
				95	1	NR	
Şarap	NR	NR	NR	75	33	NR	10,5
				85	0,57		
Portakal suyu	NR	4,1	5,3	95	5,3	NR	9,5
Meyveli içecek	NR	3,5	4,8	95	5,2	NR	10,8
Meyve nektarı	NR	3,5	6,1	95	5,1	NR	9,6
				80	41,2	0,2	
Elma suyu	Z (CRA 7182)	3,5	NR	90	7,38	0,85	12,2
				95	2,30	0,03	
				80	54,3	0,4	
Portakal suyu	Z	3,9	NR	90	10,3	0,3	12,9
				95	3,59	0,04	
				80	37,9	0,2	
Greyfurt suyu	Z	3,4	NR	90	5,95	0,32	11,6
				95	1,85	0,05	
					D değeri	SE	
				85	17,5	1,1	
Cupuaçu ekstraktı	Type	3,6	11,3	91	5,35	0,57	9,0
				95	2,82	0,27	
				97	0,57	0,03	
Portakal suyu	Type	3,5	11,7	85	65,6	5,5	7,8
				91	11,9	0,6	
Diet siyah kuş üzümü konsantresi	Type	2,5	26,1	91	3,8	0,5	NR
Siyah kuş üzümü konsantresi	Type	2,5	58,5	91	24,1	2,7	NR

ÇKM: çözünür katı madde, T: sıcaklık, NR: belirtilmemiş, SD: standart sapma, SE: standart hata, Type: NCIMB 13137, GD 3B, DSM suşları.

Kaynak: Silva ve Gibbs (2001).

da *Cl. botulinum* sporlarının hedef alınmasında olduğu gibi, yüksek asitli meyve ürünlerinin pastörizasyonunda *Alicyc. acidoterrestris* sporlarının hedef mikroorganizma olarak kullanılması gerektiği dikkatten kaçırılmamalıdır.

Alicyc. acidoterrestris sporlarının farklı meyve sistemlerinde germinasyon ve gelişimi ile ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır. Gıdanın su aktivitesi, meyve ürünündeki fenoller gibi bileşiklerin varlığı ile spor germinasyonu, gelişim ve termal inaktivasyon gibi

faktörlerle farklı suşlar arasındaki etkileşimlerin bilinmesi ve araştırılması gerekmektedir. Çoğu meyve suyu yüksek asitli gıdalar grubunda yer almaktadır. Meyve suyu üretiminde sıcak dolum uygulanmaktadır ve 88-96°C'de yaklaşık 2 dakikalık pastörizasyon amaçlı ısısal işlem uygulanmaktadır. Klasik sıcak dolum ve ısısal işlem prosesinden daha yüksek sıcaklık olan 97°C'de *Alicyc. acidoterrestris*'in D değeri 8-9 dakikadır. Ürün, sıcak dolum proses sıcaklığında 2 dakika

Çizelge 4. Elma ve üzüm suyunda VC ve WAC suşlarının ısısal direnci

Kültür	Meyve suyu	Sıcaklık (°C)	D değeri (dk.)	Z değeri (°C)
VF	Elma, pH 3.5, 11.4° briks	85	56 ± 14	7.7
		90	23±7.5	
		95	2.8±0.7	
WAC	Üzüm suyu pH 3.3, 15.8° briks	85	57±13	7.2
		90	16±4.1	
		95	2.4±0.9	

Kaynak: Splittstoesser ve ark. (1994).

tutulduğunda, eğer hammadde *Alicyc. acidoterrestris* ile kontamine olmuşsa bunları öldürmek için yeterli gelmemektedir. Bu durumda da proses sıcaklık ve/veya süresini spor popülasyonunu azaltmak için arttırmak veya organizmanın kontrolü için koruyucu ilave etmek gerekebilir. Örneğin malik asit içeren pH'sı 3.4 olan ortamda spor sayısını 1 logaritmik ünite azaltmak için 98°C'de 6 dakika tutmak gerekmekte veya daha düşük sıcaklık derecelerine sahip ısısal işlem uygulanıyorsa bu durumda pH düşürülerek *Alicyc. acidoterrestris*'in öldürülmesi sağlanabilmelidir.

KAYNAKLAR

- Cerny G., W. Hennlich, K. Poralla. 1984. Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 179-224. (Previdi ve ark., 1997'den alınmıştır)
- Deinhard G., Blanz, P., Poralla, K. ve Altan, E. 1987. Syst. Appl. Microbiol., 10, 47-53 (Yamazaki ve ark., 1996'dan alınmıştır)
- Doğan, H. B. 2000. *Alicyclobacillus* spp. Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları. Sim Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara, 461-464.
- Eiroa M. N. U., Junqueira, V.J.A. ve Schmidt. F.L. 1999. *Alicyclobacillus* in orange juice: Occurrence and heat resistance of spores. *Journal of Food Protection*, **62** (8), 883-886.
- Komitopoulou E., Boziaris, I.S., Davies, E.A., Delves-Roughton, J ve Adams, M.R.. 1999. *Alicyclobacillus acidoterrestris* in fruit juices and its control by nisin. *International Journal of Food Science and Technology*, **34**, 81-85.
- Mcintyre S., Ikawa, J. Y, Parkinson, N., Haglund, J. ve Lee, J. 1995. Characteristics of an acidophilic *Bacillus* strain isolated from shelf stable juices. *Journal of Food Protection*, **58** (3), 319-321.
- Miller S.,Hennlich, W, Cerny, G. ve Duong, H.A. 2001. *Alicyclobacillus acidoterrestris*; Ein thermophiler Fruchtsaftverderber - Untersuchungen zum Wachstumsverhalten in Fruchtsaten in abhangigkeitvom Saurstoff (Thermophilic fruit juice spoilage-examination of the growth behavior in fruit juices depending on the oxygen content-in German) *Flüssiges Obst*, **1**, 14-19.
- Murakami M., Tedzuka, H. ve Yamazaki, K. 1998. Thermal resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in different buffers and pH. *Food Microbiology*, **15**, 577-582.
- Orr R. V. ve Beuchat, L.R.2000. Efficacy of disinfectants in killing spores of *Alicyclobacillus acidoterrestris* and performance of media for supporting colony development by survivors. *Journal of Food Protection*, **63** (8) 1117-1122.
- Palop A., Alvarez, I., Raso, J. ve Condon, S. 2000. Heat resistance of *Alicyclobacillus acidocaldarius* in water, various buffers and orange juice. *Journal of Food Protection*, **63** (10), 1377-1380.
- Pettipher G. L., Osmundsen, M.E. ve Murphy, J.M.. 1997. Methods for the detection and enumeration of *Alicyclobacillus acidoterrestris* and investigation of growth and production of taint in fruit juice containing drinks. *Letters in Applied Microbiology*, **24**, 185-189.
- Pinhatti M. E., Variante, S., Eguchi, S.Y. ve Manfio, G.P. 1997 detection of acidothermophilic *Bacilli* in industrialized fruit juices. *Fruit Processing* (9), 350-353.
- Pontius A. J., Rushing, J.E. ve Foegeding, P.M. 1998. Heat resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores as affected by various pH values and

- organic acids. *Journal of Food Protection*, **61** (1), 41-46.
- Previdi M. P., Quintavalla, S., Lusardi, C. ve Vicini, E. 1997. Heat resistance of *Alicyclobacillus* spores in fruit juices. *Industria Conserve*, **72**, 353-358.
- Setlow P. ve Johnson, E..A. 1997. Spores and their significance. (Alınmıştır: *Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers* (Ed.) M. P. Doyle, L. R. Beuchat, T. J. Montville ASM Press, Washington D. C.)
- Shearer A. E. H., Dunne, P. Sikes, A. ve Hoover, D.G. 2000. Bacterial spore inhibition and inactivation in foods by pressure, chemical preservatives and mild heat. *Journal of Food Protection*, **63** (11), 1503-1510.
- Silva F. V. M., Gibbs, P. Vieira, M.C. ve Silva, C.L. 1999. Thermal inactivation of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores under different temperature, soluble solids and pH conditions for the design of fruit processes. *International Journal of Food Microbiology*, **51**, 95-103.
- Silva F. V. M. 2000. Design and optimisation of pasteurisation conditions for cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) fruit pulp. PhD thesis, Escola Superior de Biotechnologia, Universidade Católica Portuguesa, Portugal.
- Alicyclobacillus acidoterrestris* spores for shelf-stable high acidic fruit products. *Fruit Processing*, **10**, 138-141.
- Silva F. V. M. ve Gibbs, P. 2001. *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in fruit products and design of pasteurization processes. *Trends in Food Science and Technology*, **12**, 68-74.
- Splittstoesser D. F., Churey, J.J. ve Lee, C.Y. 1994. Growth characteristics of aciduric sporeforming Bacilli isolated from fruit juices. *Journal of Food Protection*, **57** (12), 1080-1083.
- Splittstoesser D. F., Lee, C.Y. ve Churey, J.J. 1998. Control of *Alicyclobacillus* in the juice industry. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, **18** (9), 585-587.
- Walls I. 1997. *Alicyclobacillus*- an overview. Institute of Food Technologists Annual Meeting, Orlando, 14-18 June,
- Yamazaki K., Tedzuka, H. ve Shinano, H. 1996. Isolation and identification of *Alicyclobacillus acidoterrestris* from acidic beverages. *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry*, **60** (3) 543-545.
- Yamazaki K., Isoda, C. Tedzuka, H., Kawai, Y. ve Shinano, H. 1997. Thermal resistance and prevention of spoilage bacterium *Alicyclobacillus acidoterrestris*, in acidic beverages. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.*, **44**, 905-911.
- Silva F. V. M., Gibbs, P., ve Silva, C.L.M. 2000. Establishing a new pasteurisation criterion based on