

## Hıyar Turşularının Düşük Tuz Konsantrasyonlarında Depolanması Üzerine Bazı Koşulların Etkileri\*

Filiz ÖZÇELİK<sup>1</sup>Erhan İÇ<sup>2</sup>

Geliş Tarihi : 07.09.2000

**Özet:** Denge durumunda %3, %4 NaCl ve 0, 0,025, 0,05 M Ca-asetat içeren salamuralarda fermente edilen hıyar turşuları farklı depolama sıcaklıklarında (4, 20°C) ve değişik sürelerde (3, 6 ay), pastörize edilerek (70°C, 15 dakika) ve edilmeden depolanmıştır. 3 ve 6 ay depolama sonunda, salamuradaki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler ve hıyar turşusunun doku sertliği belirlenmiştir.

Salamuraya ilave edilen Ca-asetat hıyar dokusu sertliğini %26,91 düzeyine kadar artırırken, Ca-asetat içermeyen salamura içerisinde depolanan hıyar turşularında %37,93 düzeyine kadar ulaşan yumuşama gözlenmiştir. Pastörizasyon işlemi (70°C, 15 dakika) laktik asit bakterisi ve maya gelişmesini engellemiş, aynı zamanda hıyar dokusu sertliğinin korunmasına yardımcı olmuştur.

Bu çalışmanın sonuçları, salamuradaki NaCl ve Ca-asetat konsantrasyonlarının hıyar turşusunun sertliğini, açık bir biçimde, etkilediğini göstermektedir. Böylece; salamuraya Ca<sup>++</sup> bileşikleri ilavesi, anaerob koşulların sağlanması, düşük sıcaklıklarda depolama ve pastörizasyon gibi bazı uygulamalar yardımıyla, hıyar turşularının, düşük tuz konsantrasyonlarında bile, depolanmaları mümkün olabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Hıyar turşusu, kalsiyum asetat, depolama, doku sertliği, pastörizasyon

### Effects of Some Storage Conditions on the Storage Ability of Cucumber Pickles in Low Salt Brine

**Abstract:** Fermented cucumbers in brines containing equilibrium concentrations of 3%, 4% NaCl and 0, 0.025, 0.05 M Ca-acetate were stored under various storage conditions of temperature (4, 20°C), storage time (3, 6 months), being pasteurized (70°C, 15 min) and nonpasteurized. After 3 and 6 months storages, chemical and microbiological changes in brine were determined and cucumber firmness was also measured.

It was observed that cucumber pickle stored in brine without Ca-acetate has lost the firmness (up to 37.93 %), while the addition of Ca-acetate has increased the firmness (up to 26.91 %). Pasteurization of pickle (70°C, 15 min) inhibited the growth of lactic acid bacteria and yeast, and also, helped the maintenance of cucumber firmness.

Results indicated that the concentrations of NaCl and calcium acetate in brine, obviously, affected the cucumber firmness. Thus, with the aid of some applications (such as adding Ca<sup>++</sup> to brine, providing anaerobic condition, low temperature of storage and pasteurization), the storage of cucumber pickle could be possible, even in low salt brine.

**Key Words:** Fermented cucumbers, calcium acetate, storage, firmness, pasteurization

#### Giriş

Sebze ve meyvelerin salamura içerisinde laktik asit fermentasyonuna uğratılması, meydana gelen asitin ve ortamda bulunan tuzun koruyucu etkisiyle dayanıklı hale getirilmesi, çok eski yıllardan bu yana bilinen bir uygulamadır. Böylece, meyve ve sebzeler bol buldukları mevsimlerden az veya hiç bulunmadıkları dönemlere kadar muhafaza edilebilmekte; ayrıca gerçekleşen laktik asit fermentasyonu ile lezzet ve koku yönünden hoşça giden özellikler kazanmaktadır.

Ülkemizde, önceleri yalnızca aile gereksinimi için evlerde üretilen turşu, kentsel nüfusun artmasıyla ticari bir özellik kazanmış, son yıllarda ise dış satımı giderek artan bir ürün durumuna gelmiştir. Turşunun ülke ekonomisindeki öneminin artmasıyla, üretim güvence ve daha yüksek kalite arayışları gündeme gelmektedir.

Turşu üretiminde sıklıkla görülen yumuşamanın nedeni olarak tuz miktarının yetersizliği görülmekte ve bu

nedenle turşu üretiminde fazla tuz kullanımına gidilmektedir. Hıyar turşusu üretiminde fermentasyon süresince laktik asit bakterilerinin hızla gelişmesini sağlamak amacıyla salamuranın tuz konsantrasyonu nispeten düşük (% 5-8) tutulmaktadır. Depolama süresince bozulmaya, özellikle yumuşamaya karşı korunması için fermentasyon sonunda tuz konsantrasyonu kademeli olarak % 12-16'ya çıkarılmaktadır (Aktan ve ark. 1998, Fleming ve ark. 1987). Satışa verilmenden önce hıyarlardaki tuz miktarı, tuz alma işlemleri ile, duyuşal olarak kabul edilebilir düzeylere (% 2-2,5) düşürülmektedir (Chavasit ve ark. 1991). Her depolama periyodu sonunda yüksek oranda tuz içeren salamuraların boşaltılarak atılması önemli bir çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Salamura atıklarındaki klor konsantrasyonu ABD'de izin verilen yasal sınırın (230 mg/L) 100 kez üzerindedir (Humpries ve Fleming 1989). Türkiye'de bu sınır atık suların altyapı tesislerine deşarjında 5 mg/L serbest klor seviyesindedir (Anonim 1992).

\* Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen projenin (TÜBİTAK/TARP 2070) bir bölümüdür.

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü-Ankara

<sup>2</sup> Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araş. Merkezi-Ankara

Fermentasyonu tamamlanmış hıyar turşularının pastörizasyon uygulamasıyla dayanıklı hale getirilmelerinin (Howard ve Buescher 1990, İç ve ark. 1999) yanında, fermentasyondan önce hıyarlara ısı işlem uygulayarak hem mikrobiyal aktiviteyi kontrol etmeyi, hem de yumuşamaya yol açan pektolitik enzimlerin etkilerini ortadan kaldırmayı, böylece salamuradaki tuz konsantrasyonunu aşırı yükseltmeden hıyar turşusunun üretim ve depolanmasını amaçlayan bazı yöntemler konusunda yoğun çalışmalar (Sistrung ve Kozup 1982, Fleming ve ark. 1988) yapılmaktadır. Ca-asetat tamponu içeren düşük tuzlu salamuralarda fermentasyona bırakılan hıyar turşularında fermentasyon sonunda sertlik yönünden belirgin bir fark gözlenmediği (Fleming ve ark. 1995, Özçelik ve ark. 1998); ancak uzun süren depolamalarda tuzun ve salamuradaki kalsiyum iyonlarının, hıyar dokusunun sertliğinin korunması üzerine olumlu etkide buldukları (Yücel ve ark. 1991, Fleming ve ark. 1995, Aktan ve ark. 1998, Akbaş 1998, Uylaser ve ark. 1999, İç 2000) bildirilmektedir.

Bu çalışmada hıyar turşularının düşük tuz konsantrasyonlarında depolanabilmesi olanakları araştırılmış; bu amaçla salamuraya **Ca-asetat ilavesi, soğukta muhafaza ve pastörizasyon uygulamalarının** depolama stabilitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.

#### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Ankara Toptancılar Hali'nden sağlanan kornişon çeşidi TS 11112 (Anonim 1993)'ye uygun, 2 numara turşuluk hıyarlar kullanılmıştır. Salamura hazırlamada TS 11112 (Anonim 1993)'ye uygun su ve tuz, tampon hazırlamada kalsiyum asetat (Merck) ve glasiyel asetik asit (Merck)'den yararlanılmıştır. Başlatıcı kültür olarak kullanılan *Lactobacillus plantarum* 11B, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü'nden temin edilmiştir.

Toz, toprak, yabancı madde ve tarımsal ilaç atıklarından arındırmak amacıyla yıkanan hıyarlar, klorlu su içinde (10 litre musluk suyunda 10 mg aktif klor içeren bir tablet) 15 dakika bekletilerek mikrobiyal yükleri

azaltıldıktan sonra musluk suyu ile yıkanarak klor uzaklaştırılmıştır.

Salamuralar iki farklı tuz konsantrasyonuna (denge noktasında % 3 ve % 4) karşılık 3 farklı Ca-asetat konsantrasyonunda (denge noktasında 0, 0,025 M ve 0,05 M) olmak üzere; %50 hıyar %50 salamura oranına göre, başlangıçta iki kat konsantrasyonda hazırlanmış ve salamuraların pH'sı asetik asit ilavesi ile pH 4,5'e ayarlanmıştır.

Çizelge 1'de verilen uygulama planına göre 6 farklı salamura içerisinde, fermentasyonu tamamlayan hıyar turşuları 1 litrelik hermetik kapaklı cam kavanozlara, aseptik koşulların korunmasına özen gösterilerek, eşit ağırlıkta hıyar turşusu ve kendi salamurası ile doldurulmuştur. 6 değişik bileşimdeki salamuraların her birinden 4 adet kavanoz  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de karanlık bir odada, 4 adedi buzdolabında ( $+4^\circ\text{C}$ ), diğer 4 adedi  $70^\circ\text{C}$ 'deki su banyosunda 15 dakika pastörize edildikten sonra hızla soğutulmuş  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de depolanmışlardır. Depolamanın 3. ve 6. ayları sonunda örnekler partiler halinde analize alınmış olup, denemeler paralelli yapılmıştır.

Depolama periyodu sonunda kapakları açılan kavanozların salamuralarında, pH, titrasyon asitliği, tuz TS 11112 (Anonim 1993)'ye göre, indirgen şeker değiştirilmiş Miller yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Ferochi ve Gunn 1983); laktik asit bakterileri MRS agar (Difco), maya ve küf Patates Glikoz Agar (Difco) üzerinde koloni sayımları ile (Fleming ve ark. 1992) yapılmıştır. Hıyar turşularında sertlik analizleri EVERWEL CF-372 tip Fruit Hardness Tester (USA) ile 5/16 inçlik (7,5 mm) delici uç kullanılarak (Bell ve Etchells 1961) yapılmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

Altı farklı bileşimdeki salamura içerisinde fermentasyona uğratıldıktan sonra depolama denemesi için hazırlanan turşuların salamuralarının kimyasal analiz ve mikrobiyolojik sayım sonuçları ile turşuların sertlik değerleri Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1: Depolama denemesi için hazırlanan turşu ve salamuralarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

Örnek No	Uygulama		Asit %	pH	Tuz %	İ. Şeker %	L.Asit Bakt. <sup>**</sup>	Maya <sup>**</sup>	Sertlik kg <sup>***</sup>
	TUZ %	Ca-ASETAT M							
1	3	0	0,80	3,43	3,12	0,02	$1,2 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$	5,22
2	3	0,025	1,28	3,72	3,16	0,02	$3,5 \times 10^7$	$1,6 \times 10^5$	6,84
3	3	0,05	1,64	3,95	3,22	0,02	$1,2 \times 10^8$	$5,4 \times 10^4$	7,27
4	4	0	0,82	3,42	3,98	0,02	$3,5 \times 10^7$	$3,8 \times 10^4$	6,14
5	4	0,025	1,26	3,72	4,04	0,02	$2,6 \times 10^8$	$4,5 \times 10^5$	7,19
6	4	0,05	1,50	3,93	4,08	0,04	$6,7 \times 10^7$	$3,6 \times 10^5$	7,21

\* Laktik asit cinsinden titrasyon asitliği.

\*\* KOB/mL.

\*\*\* 60 adet ölçüm ortalamasıdır.

Deneme kapsamındaki her iki tuz konsantrasyonunda da, Ca-asetat içeren ve içermeyen salamuralarda gerçekleştirilen fermentasyonlar arasında pH değişimi ve titrasyon asitliği yönünden belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. 0,05 M Ca-asetat içeren örneklerde pH 3,93-3,95 seviyelerinde kalmış, titrasyon asitliği % 1,50-1,64 arasında belirlenmiştir. Ca-asetat içermeyen örneklerde ise fermentasyon sonunda pH 3,4'e kadar düşmüş, titrasyon asitliği % 0,8 seviyesinde kalmıştır. Salamuraya tampon özellik kazandırmak amacıyla ilave edilen Ca-asetat bileşimindeki kalsiyum iyonlarının hıyar dokusunun sertliğinin muhafazasına, belli oranda katkıda bulunduğu görülmektedir.

Değişik depolama koşullarında 3 ve 6 ay bekletilen örnekler için salamuraların kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir.

Depolama sonunda salamuralardaki tuz konsantrasyonu % 3 tuzlu salamuralarda % 3,16-3,28, %4 tuzlu salamuralarda % 3,98-4,26 arasında saptanmış olup; Ca-asetat içeren salamuralardaki tuz konsantrasyonu biraz daha yüksek belirlenmiştir.

Benzer durum Özçelik ve ark. (1998), İç ve Özçelik (1999) ve İç (2000) tarafından da belirtilmiş, Ca-asetat içeren salamuralardaki tuz konsantrasyonları % 0,1-0,2 daha yüksek saptanmıştır.

Salamuraların titrasyon asitliği değerleri depolama öncesi değerlerle benzer bulunmuş, ancak pH değerleri depolama başlangıcı değerlerden yaklaşık 0,1-0,15 birim daha düşük saptanmıştır. Örneklerin indirgen şeker içerikleri de % 0,02-0,05 arasında belirlenmiş olup, bu miktarın şeker dışındaki indirgen maddelerden kaynaklandığı söylenebilir.

Örneklerin kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, depolama süresi boyunca farklı koşullardan kaynaklanabilecek belirgin bir değişime gözlenmemektedir.

Değişik depolama koşullarında 3 ve 6 aylık depolama sonunda örneklerin salamuralarında laktik asit bakterisi, maya ve küf sayımları yapılmış, sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2: Depolanan örnekler için salamuraların kimyasal analiz sonuçları

No	Uygulama			3 Ay depolama				6 Ay depolama			
	Depolama Koşulu	Tuz %	Ca-asetat (M)	Asit* (%)	pH	Tuz %	İ.şeker %	Asit* (%)	pH	Tuz %	İ.şeker %
1	20°C	3	0	0,77	3,33	3,16	0,01	0,76	3,31	3,16	0,02
2			0,025	1,28	3,58	3,16	0,02	1,31	3,64	3,22	0,02
3			0,05	1,62	3,82	3,22	0,02	1,64	3,86	3,22	0,02
4		4	0	0,78	3,36	3,98	0,02	0,76	3,32	3,98	0,03
5			0,025	1,30	3,56	3,98	0,03	1,31	3,58	3,98	0,04
6			0,05	1,49	3,81	4,15	0,06	1,48	3,87	4,21	0,06
7	Pastörize (70°C, 15')	3	0	0,79	3,30	3,16	0,02	0,79	3,30	3,16	0,03
8			0,025	1,26	3,58	3,22	0,03	1,31	3,63	3,22	0,03
9			0,05	1,62	3,78	3,28	0,04	1,62	3,82	3,22	0,04
10		4	0	0,77	3,28	4,04	0,03	0,81	3,29	4,04	0,02
11			0,025	1,26	3,57	4,04	0,03	1,28	3,65	4,09	0,03
12			0,05	1,46	3,84	4,21	0,06	1,44	3,91	4,21	0,05
13	4°C	3	0	0,76	3,30	3,16	0,02	0,76	3,31	3,16	0,02
14			0,025	1,26	3,60	3,22	0,04	1,26	3,68	3,22	0,02
15			0,05	1,62	3,80	3,28	0,04	1,64	3,82	3,28	0,04
16		4	0	0,81	3,31	3,96	0,02	0,81	3,31	4,04	0,02
17			0,025	1,24	3,61	4,04	0,03	1,26	3,63	4,09	0,02
18			0,05	1,46	3,84	4,26	0,06	1,44	3,91	4,26	0,04

\* Laktik asit olarak verilmiştir.

Çizelge 3: Depolanan örnekler için salamuraların mikrobiyolojik sayım sonuçları (KOB/mL)

Örnek no	Uygulama			3 Ay depolama		6 Ay depolama	
	Depolama koşulu	Tuz %	Ca-asetat (M)	Laktik asit bakterisi	Maya	Laktik asit bakterisi	Maya
1	20°C	3	0	7,9x10 <sup>4</sup>	2,4x10 <sup>3</sup>	1,4x10 <sup>4</sup>	9,0x10 <sup>2</sup>
2			0,025	6,8x10 <sup>5</sup>	7,5x10 <sup>3</sup>	3,7x10 <sup>5</sup>	3,1x10 <sup>4</sup>
3			0,05	2,7x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>1</sup>	2,3x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>1</sup>
4		4	0	7,8x10 <sup>2</sup>	3,5x10 <sup>2</sup>	3,6x10 <sup>3</sup>	1,2x10 <sup>5</sup>
5			0,025	5,7x10 <sup>6</sup>	5,0x10 <sup>2</sup>	8,6x10 <sup>4</sup>	3,1x10 <sup>4</sup>
6			0,05	3,3x10 <sup>5</sup>	1,4x10 <sup>2</sup>	9,3x10 <sup>4</sup>	2,0x10 <sup>1</sup>
7	Pastörize (70°C, 15')	3	0	<10	<10	<10	<10
8			0,025	<10	<10	<10	<10
9			0,05	<10	<10	<10	<10
10		4	0	<10	<10	<10	<10
11			0,025	<10	<10	<10	<10
12			0,05	<10	<10	<10	<10
13	4°C	3	0	3,2x10 <sup>5</sup>	4,8x10 <sup>2</sup>	9,2x10 <sup>4</sup>	<10
14			0,025	1,4x10 <sup>6</sup>	6,2x10 <sup>3</sup>	5,4x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>1</sup>
15			0,05	8,6x10 <sup>5</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	2,4x10 <sup>5</sup>	<10
16		4	0	1,6x10 <sup>3</sup>	2,1x10 <sup>4</sup>	4,5x10 <sup>4</sup>	2,1x10 <sup>2</sup>
17			0,025	1,3x10 <sup>6</sup>	2,7x10 <sup>4</sup>	6,1x10 <sup>5</sup>	2,7x10 <sup>2</sup>
18			0,05	1,4x10 <sup>6</sup>	3,0x10 <sup>1</sup>	4,1x10 <sup>5</sup>	<10

Pastörize edilerek (70°C, 15 dakika) depolanmış örneklerin salamuralarında herhangi bir mikroorganizma gelişmesi belirlenmemiş; böylece pastörizasyon uygulamasıyla, düşük tuz konsantrasyonlarında bile, üründe mikrobiyal stabilitenin sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Pastörize edilmeden oda sıcaklığında bekletilen örneklerde 3 aylık depolama sonunda laktik asit bakterisi sayısı  $7,9 \times 10^4$  -  $7,8 \times 10^6$  KOB/mL, maya sayısı  $2,0 \times 10^1$  -  $3,5 \times 10^5$  KOB/mL; 6 aylık depolama sonunda laktik asit bakterisi sayısı  $1,4 \times 10^4$  -  $3,7 \times 10^5$  KOB/mL, maya sayısı  $2,0 \times 10^1$  -  $1,2 \times 10^5$  KOB/mL arasında saptanmış olup, laktik asit bakterisi sayısının depolama süresince azaldığı belirlenmiştir. Pastörize edilmeden +4°C'de bekletilen örneklerde de, gerek laktik asit bakterisi gerekse maya sayısının, depolama süresi içinde giderek azaldığı saptanmıştır. Depolama öncesinde turşu örneklerinin salamuralarında çok düşük düzeyde indirgen şeker bulunması ve bunun ikinci bir mikrobiyal gelişmenin olmaması yönünde güvence kabul edilmesine rağmen, 6 aylık depolama sonunda bile salamuralarda önemli ölçüde canlı mikroorganizma tespit edilmiş olup; bu durum İç ve ark. (1999) tarafından da ilginç bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Hıyar turşularında yumuşamaya neden olan pektolitik enzimleri üretmeleri nedeniyle salamura örneklerinde küf sayımları yapılmış, ancak örneklerde küf gelişimi saptanmamıştır.

Pastörize edilmeden +4°C'de gerçekleştirilen depolama, salamuralardaki laktik asit bakterisi sayısı üzerinde etkili olmazken, maya gelişmesini önemli ölçüde baskılamıştır.

Bu çalışmada pastörize edilmeden depolanan örneklerde, 6 aylık süre sonunda yaklaşık  $10^5$  KOB/mL düzeyinde laktik asit bakterisi belirlenmiş olup; bu sonuç İç ve ark. (1999)'nın bulgularıyla uyumlu, ancak, laktik asit bakterisinin depolamanın 18. haftasında  $10^1$  KOB/mL düzeyine indiğini belirten Guillou ve ark. (1992)'nin

bulgularıyla çelişmektedir. Bu çalışmada, pastörize depolanan bazı örneklerde 6 ay sonunda  $10^5$  KOB/mL seviyesine kadar yükselebilen sayıda maya gelişmesi belirlenmiştir. Bu sonuç, depolanan hıyar turşularının salamuralarında  $10^5$ - $10^7$  KOB/mL maya geliştiğini belirten Guillou ve ark. (1992)'nin bulgularını doğrulamakta, ancak depolamanın 3. ve 6. aylarında maya gelişmesinin belirlenmediği İç ve ark. (1999)'nin bulgularıyla çelişmektedir. Özellikle oksidatif mayaların gelişmesi yönünde ortaya çıkan bu çelişkili sonuçların, depolanan hıyar turşularında anaerob koşulların sağlanıp sağlanamaması ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Değişik depolama koşullarında 3 ve 6 ay depolanan hıyar turşularının sertlikleri, her kavanozdan 10 adet hıyar turşusu örneğinde ve her örneğin iki ucu ile ortasından olmak üzere 3 ölçüm alınarak ölçülmüştür. Elde edilen değerlerin ortalamaları depolama öncesi değerler ile kıyaslanarak, sertlikteki azalma (-) ya da artış (+) şeklinde, Çizelge 4'de verilmiştir.

3 ay depolama sonunda % 3 tuz içeren örneklerde sertlik değişimi % (-18,58) ile % (+18,59), % 4 tuz içeren örneklerde % (-1,30) ile (+25,66) arasında belirlenmiştir. 6 ay depolama sonunda % 3 tuz içeren örneklerde % (-37,93) ile (+22,70), % 4 tuz içeren örneklerde % (-6,35) ile (+26,91) arasında sertlik değişimi belirlenmiştir.

Pastörize edilmiş örneklerde sertlik değişimleri, muhtemelen pastörizasyon sırasında pektin metil esteraz enziminin inaktif hale gelmesinden kaynaklanan nedenle, oda sıcaklığında ve 4°C'de gerçekleştirilene kıyasla düşük kalmıştır.

Salamuraya tampon özellik kazandırması amacıyla ilave edilen Ca-asetat içindeki kalsiyum iyonları depolama sırasında meyve sertliğinin belirgin ölçüde artmasına neden olmuştur. Ca-asetat içermeyen salamuralarda depolanan örneklerde, genellikle, % 37,93'e kadar varabilen düzeyde yumuşama görülmüş, Ca-asetat içeren

Çizelge 4. Depolanan hıyar turşularının sertlik analizi sonuçları

No	Uygulama			Ferm. sonu sertlik (kg)	3 Ay depolama		6 Ay depolama	
	Depolama koşulu	Tuz %	Ca-asetat (M)		Sertlik* (kg)	Sertlik değişimi (%)	Sertlik* (kg)	Sertlik değişimi (%)
1	20°C	3	0	5,22	4,25	-18,58	3,24	-37,93
2			0,025	6,84	8,23	+20,32	8,26	+20,76
3			0,05	7,27	8,25	+13,48	8,92	+22,70
4		4	0	6,14	6,27	+2,11	5,75	-6,35
5			0,025	7,19	8,63	+20,02	9,04	+25,73
6			0,05	7,21	9,06	+25,66	9,15	+26,91
7	Pastörize (70°C,15')	3	0	5,22	5,19	-5,75	5,24	+0,38
8			0,025	6,84	7,40	+8,18	7,46	+9,06
9			0,05	7,27	8,24	+13,34	7,76	+8,74
10		4	0	6,14	6,77	+10,26	5,91	-3,75
11			0,025	7,19	8,27	+15,02	7,93	+10,29
12			0,05	7,21	8,42	+16,78	8,06	+11,79
13	4°C	3	0	5,22	4,47	-14,37	3,76	-27,97
14			0,025	6,84	7,85	+14,77	8,04	+17,54
15			0,05	7,27	8,62	+18,59	8,45	+16,23
16		4	0	6,14	6,06	-1,30	5,96	-2,93
17			0,025	7,19	8,52	+18,50	8,51	+18,36
18			0,05	7,21	8,96	+24,27	8,97	+24,41

\* 30 adet ölçüm ortalamasıdır.

salamuralarda ise depolama süresince sertlikte artış kaydedilmemiştir.  $Ca^{++}$  bileşikleri içeren salamuralarda, gerek  $20^{\circ}C$ 'de gerekse  $4^{\circ}C$ 'de depolanan hıyar turşularının, 6 ay süren depolama sonunda 3 aylık depolama sonunda elde edilenden daha yüksek sertlik değerlerine ulaşmış olmaları ilginç bir sonuç olarak değerlendirilmelidir. Salamuralardaki  $NaCl$  ve  $Ca^{++}$  bileşikleri, konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak, hıyar turşularının sertliği üzerine sinerjik bir etki göstermektedirler.

Bu çalışmanın sonuçları, salamuraya ilave edilen  $Ca^{++}$  bileşiklerinin hıyar dokusunun sertliğini koruduğunu ifade eden bulguları (Yücel ve ark. 1991, Fleming ve ark. 1995, Akbaş 1998, Uylaşer ve ark. 1999) doğrulamakta, uzun süren depolamalarda salamuradaki  $Ca^{++}$  bileşiklerinin yanında tuzun da gerekli olduğunu belirten Fleming ve ark. (1995) ile İÇ ve ark. (1999) ve İÇ (2000)'in bulgularını desteklemektedir.

### Sonuç

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre; hıyar turşusunun depolanması sırasında salamuranın tuz konsantrasyonu ve ilave edilen  $Ca^{++}$  bileşikleri, hıyar dokusunun sertliğinin korunması veya dokunun sertleştirilmesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptirler. Turşuların  $70^{\circ}C$ 'de 15 dakika pastörize edilmesi, depolama sonunda mikrobiyal dayanıklılığı sağlamanın yanında doku sertliğinin korunmasına da katkıda bulunmaktadır.  $4^{\circ}C$ 'de depolama turşularda maya gelişmesini baskılamakta; doku yumuşamasını önleyememekte, ancak geciktirmektedir. Sonuç olarak; salamuraya  $Ca^{++}$  bileşikleri ilavesi, anaerob koşulların korunması, pastörizasyon uygulamaları v.b. önlemlerle hıyar turşularının duysal olarak kabul edilebilir tuz konsantrasyonlarında, kalite özelliklerini yitirmeden, uzun süre depolanmaları mümkündür.

### Kaynaklar

- Akbaş, H. 1998. Hıyar turşularında yumuşamanın önlenmesi ve kullanılabilir kalsiyum klorür ( $CaCl_2$ ) miktarının belirlenmesi. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 68 s. (Basılmamış Doktora tezi).
- Aktan, N., U. Yücel ve H. Kalkan, 1998. Turşu Teknolojisi. Ege Üniv. Ege Meslek Yüksek Okulu Yay. No:23, İzmir, 138 s.
- Anonim, 1992. Türk Çevre Mevzuatı, Cilt II. Türk Çevre Yayınları Vakfı, Ankara.
- Anonim, 1993. TS 11112 Hıyar Turşusu Standardı. TSE, Ankara.
- Bell, T. A. ve J. L. Etchells, 1961. Influence of salt ( $NaCl$ ) on pectinolytic softening of cucumbers. J. Food Sci 26, 84-90.
- Chavasit, V., J. M. Hudson, J. A. Torries and M. A. Daeschel, 1991. Evaluation of fermentative bacteria in a model low salt cucumber juice brine, J. Food Sci. 56, 462-465.
- Fleming, H. P., R. F. McFeeters and R. L. Thompson, 1987. Effects of sodium chloride concentration on firmness retention of cucumbers fermented and stored with calcium chloride. J. Food Sci. 52, 663-657.
- Fleming, H. P., R. F. McFeeters, M. A. Daeschel, E. G. Humpries and R. L. Thompson, 1988. Fermentation of cucumber in anaerobic tanks, J. Food Sci. 53, 127-133.
- Fleming H. P., R. F. McFeeters and M.A. Daeschel, 1992. Fermented and Acidified Vegetables. "Ed. C. Vanderzant, D.F. Splittstoesser. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, Third Edition." S. 926-952, American Public Health Association 50, Washington.
- Fleming, H.P., L.C. McDonald, R. F. McFeeters, R. L. Thompson and E.G. Humphries, 1995. Fermentation of cucumbers without sodium chloride. J. Food Sci. 60, 312-315.
- Forouchi, E. and D. J. Gunn, 1983. Some effects of metal ions on the estimation of reducing sugars in biological media. Biotechnol. Bioeng. 25, 1905-1911.
- Gulliou, A. A., J. D. Floros and M.A. Cousin, 1992. Calcium chloride and potassium sorbate reduce sodium chloride used during natural cucumber fermentation and storage. J. Food Sci. 57, 1364-1368.
- Howard, L.R. and R.W. Buescher, 1990. Cell wall characteristics and firmness of fresh-pack cucumber pickles affected by pasteurization and calcium chloride. J. Biochem. 14, 31-43.
- Humpries, E. G. and H. P. Fleming, 1989. Anaerobic tanks for cucumber fermentation and storage. J. Agric. Eng. Res. 44, 133-144.
- İÇ, E. 2000. Hıyar turşusu salamurasında kalsiyum klorür kullanarak tuz konsantrasyonunun azaltılma olanağı üzerine araştırma. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 117 s. (Basılmamış doktora tezi).
- İÇ, E. ve F. Özçelik, 1999. Hıyar turşularının düşük tuzlu salamurada fermentasyonu üzerine bir araştırma. Gıda 24, 77-87.
- İÇ, E., F. Özçelik ve Y. Denli, 1999. Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi. Gıda 24, 243-250.
- Özçelik F., E. İÇ, ve Ş. Yıldız, 1998. Hıyar turşusu üretiminde pH stabilitesinin fermentasyon üzerine etkisi. Gıda 23, 87-95.
- Sistrunk, W. A. and J. Kozup, 1982. Influence of processing methodology on quality of cucumber pickles, J. Food Sci. 47, 949-953.
- Uylaşer, V., D. Göçmen, M. Korukluoğlu, A. Yıldırım ve İ. Şahin, 1999. Hıyar turşusu üretiminde potasyum sorbat derişiminin fermentasyona etkisi ve meyveye geçme oranının belirlenmesi. Biyoteknoloji (Kükem) Dergisi 23, 11-18.
- Yücel, U., M. M. Aksel ve F. Topaloğlu, 1991. Hıyar turşusunda doku sertliğinin  $CaCl_2$  ile korunması üzerine bir araştırma. E.Ü. Müh. Fak. Dergisi, Seri B. Gıda Müh. 9, 135-145.