

HIYAR TURŞULARININ DEPOLANMASI ÜZERİNE KALSİYUM ASETAT VE PASTÖRİZASYONUN ETKİSİ*

EFFECTS OF CALCIUM ACETAT AND PASTEURIZATION ON CUCUMBER PICKLE STORAGE

Erhan İÇ, Filiz ÖZÇELİK, Yüksel DENLİ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

ÖZET: Hiyar turşularının depolanma stabilitesi, denge noktasında %3, %4, %5 NaCl ve 0, 0.05, 0.1 M Ca-asetat içeren salamuralarda pastörizasyon (70°C, 15 dakika) işlemi uygulanarak veya uygulanmadan belirlenmiştir. 3 ve 6 aylık depolamadan sonra, turşu salamuralarında pH, titrasyon asitliği, tuz, indirgen şeker ve mikrobiyolojik analizlerin yanı sıra hiyar turşularında sertlik analizi gerçekleştirilmiştir. Depolama periyotları sonunda salamuraların kimyasal bileşimlerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Uygulanan pastörizasyon işlemi, laktik asit ve aerob bakterilerin gelişmesini engellemiş, böylece mikrobiyolojik stabilite sağlanmış, aynı zamanda hiyar turşularının sertliklerinin korunmasına yardımcı olmuştur. Depolama sırasında, salamurada bulunan NaCl ve Ca-asetat konsantrasyonlarındaki artış doku sertliğinin korunması üzerine olumlu etki yapmış, böylece, başlangıç sertlikleriyle karşılaştırıldığında %20'ye varan bir sertlik artışı ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular, hiyar turşularının, salamuraya Ca⁺⁺ iyonu katılması ve pastörizasyon gibi uygulamalar yardımıyla organoleptik olarak kabul edilebilir konsantrasyonlarda NaCl içeren salamuralarda uzun süreli depolanmasının mümkün olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Hiyar turşusu, depolama, Ca-asetat, pastörizasyon, doku sertliği

ABSTRACT: Storage stability of cucumber pickles was evaluated in brines containing equilibrium concentrations 3%, 4%, 5% NaCl and 0, 0.05, 0.1 M Ca-acetat with and without pasteurization (70°C, 15 min). After 3 and 6 months storage, pickle brines were analysed for pH, titratable acidity, salt, reducing sugar and microbiologically, and also cucumber firmness was determined. Any remarkable changes was observed in the chemical composition of brines after storage periods. The growth of lactic acid and aerob bacteria were inhibited by pasteurization, thus microbiological stability was obtained. The pasteurization, also, helped the maintenance of cucumber firmness. The increase at concentration of the Na Cl and Ca-acetat in the brine had a positive effect on maintenance of cucumber firmness, during the storage period. An increase in firmness up to 20% was obtained compared to the initial firmness.

The results of this study indicate that, the long period storage of cucumber pickle in the brine is possible including organoleptically acceptable concentrations of NaCl by some applications such as adding Ca⁺⁺ to brine and pasteurization.

KEY WORDS: Fermented cucumbers, storage, Ca-acetat, pasteurization, firmness

GİRİŞ

Hiyar turşularının fermentasyonu ve daha sonraki depolama işlemi kaliteyi etkileyen bir çok faktörle sınırlandırılmış olup, bunlardan en önemlisi mikrobiyel aktivitedir. Çünkü salamuraya konulan sebzelerin fermentasyonu doğal olarak gelişen laktik asit bakterilerine bağlıdır ve bu bakteriler fermente olabilen şekerleri metabolize ederek laktik asite çevirirler ve salamuraya katılan tuz ile birlikte korunmayı sağlarlar. Fermentasyonu tamamlayan turşularda kalan şekerin depolama sırasında, mayalar tarafından ikinci bir fermentasyona uğratılması, turşuların kalitesinin bozulmasına ve böylece ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (FLEMING 1982).

Hiyar turşusu üretiminde fermentasyon süresince laktik asit bakterilerinin hızla gelişmesini sağlamak amacıyla salamuranın tuz konsantrasyonu nispeten düşük (%5-8) tutulur. Depolama süresince bozulmaya, özellikle, ürünün yumuşamaya karşı korunması için fermentasyon sonunda tuz konsantrasyonu %12-16'ya çıkarılır (FLEMING ve ark. 1987). Satışa verilmeden önce hiyarlardaki tuz miktarı, tuz alma işlemleri ile, duyuşal olarak kabul edilebilir düzeylere (%2-2.5) getirilmelidir (CHAVASIT ve ark. 1991). Her depolama periyodunun sonunda yüksek oranda tuz içeren salamura boşaltılarak atılmakta, önemli bir çevre kirliliği problemine neden olmaktadır. Böylece salamura atıklarındaki klor konsantrasyonu ABD'de izin verilen yasal limitin (230 mg/l) 100 kez üzerindedir (HUMPRIES ve FLEMING 1989).

* Bu çalışma Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu (ARFO) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 96.11.12.03).

Hıyar turşusu üretiminde fermentasyonun yanı sıra pastörizasyonla üretim de önemli yer tutmaktadır. Çünkü, taze dolun olarak adlandırılan pastörizasyon yöntemi ile belirli bir bileşimdeki salamuraya konulan hıyarlardaki mikrobiyel aktivitenin yanı sıra, hıyar turşularında yumuşamaya neden olan pektolitik enzim aktivitesi de ortadan kaldırılmaktadır. Pastörizasyon uygulamasıyla birlikte, fermentasyondan önce hıyarlara ısı işlem uygulayarak hem mikrobiyel aktiviteyi azaltmayı hem de yumuşamaya yol açan pektolitik enzimlerin etkilerini ortadan kaldırmayı, böylece salamuradaki tuz konsantrasyonunu aşırı yükseltmeden hıyar turşusu üretim ve depolamasını amaçlayan bazı yöntemler konusunda araştırmalar yapılmaktadır.

SISTRUNK ve KOZUP (1982) tarafından yapılan çalışmada ısı işlem uygulamasının turşuların sertliğini artırdığı ve uygulamalar arasında 70°C'de 5 dakika %0.2 CaCl₂ içeren suda ısı işleme tabi tutulup, daha sonra starter kültür ilavesi ile fermente ettirilen turşuların daha sert dokulu turşular olarak saptandıkları bildirilmektedir. Depolama sırasında ise 1. aydaki sertlik değerlerinin 6. aydakilere göre daha yüksek olduğu; ısı işlem sırasında su içinde Ca⁺⁺ içerenlerde, depolama sırasında laktik asit nedeniyle ortaya çıkan yumuşamanın engellendiği saptanmıştır.

WALTER ve ark. (1985) turşuluk hıyarları kapalı tanklarda, kontrollü fermentasyon koşullarında başlangıç pH değeri 4.6 olan ve dengede %2.7 tuz, 0.018M Ca-asetat içeren salamurada fermente ederek 2 ay sonra 3°C'de depolamaya almışlardır. Bu uygulama sonunda hıyar turşularının çoğu sertlik bakımından iyi bulunmuştur.

Kapalı fermentasyon tankları için basitleştirilmiş bir kontrollü fermentasyon uygulamasının denendiği bir çalışmada (FLEMING ve ark. 1988) denge noktasında %2.7-4.6 tuz ve 0.018M Ca-asetat içeren salamurada gerçekleştirilen fermentasyon sonunda, belirtilen tuz konsantrasyonlarında sertlik bakımından çok iyi kalitede hıyar turşuları elde edilmiştir. Denge noktasında %2.7 tuz ve %0.2 CaCl₂ içeren salamurada, bir bölümü 69°C'de ısı işleme tabi tutulduktan sonra bütün veya dilimlenmiş olarak, oda sıcaklığında 12 ay depolama sonunda ısı işlem uygulanmış olan hıyar turşuları sertliklerini korurlarken, diğerlerinin iyi durumda olmadıkları gözlenmiştir.

HOWARD ve BUESCHER (1990) pastörizasyon işlemi ile belirli enzimlerin pektik maddeler üzerindeki etkilerinin azalacağını, hıyarlarda bulunan ve büyük olasılıkla salamuradaki Na⁺ iyonunun dokuya geçmesiyle aktive olan pektinesteraz enziminin aktivitesinin ancak pastörizasyon işlemi ile durdurulabileceği belirtilmektedir.

Hıyar turşularında doku sertliğinin salamuranın pH değeri ile ilgili olduğu, pH 5'den büyük olduğu zaman Ca⁺⁺ iyonunun yumuşama üzerine etkisinin azaldığı, 5'in altında olduğunda ise azalan pH değeri ile birlikte bu etkinin oransal olarak arttığı bildirilmektedir (MCFEETERS ve FLEMING 1991).

Asitlendirilmiş salamurada (pH 3.5) ve 45°C'de gerçekleştirilen bir depolama denemesinde depolama öncesi kaynar suda 3 dakika ısı işlem uygulanmış hıyar örnekleri başlangıç sertlik değerlerinin %96'sını, fermente olmuş hıyarlar %83'ünü kaybetmiştir. Isıl işlem görmemiş hıyar ve turşularda yumuşama daha yavaş olmuş, bu yumuşamanın nedeninin ise pektik maddelerin pH 3.5'te sınırlı asit hidrolizi olabileceği bildirilmiştir (MCFEETERS 1992).

Isıl işlem (77°C'de 3 dakika) uygulamasından sonra Ca-asetat tamponu (0.018M Ca⁺⁺) içeren tuzsuz ve tuzlu salamurada fermentasyona bırakılan hıyar turşularında fermentasyon sonunda sertlik yönünden belirgin bir fark gözlenmediği, ancak 12 ay süren depolama sonunda turşuların sertliklerini koruyabilmeleri için tuzun gerekli olduğu ifade edilmektedir (FLEMING ve ark. 1995). Benzer koşullarda fermente edilen, ancak salamuralarına%0.1 oranında Na-benzoat katıldıktan sonra pH değerleri 3.0-4.3 aralığındaki değerlere ayarlanarak 12 ay depolanan hıyar turşularında mikrobiyel stabilite ve sertliğin korunması için en uygun tuz oranının %4, pH değerinin ise pH 3.5 olduğu; salamurada tuz bulunmadığı zaman mikrobiyel stabilite için pH 3.0 değerinin gerektiği, ancak bu durumda da önemli oranda yumuşama görüldüğü belirtilmektedir (FLEMING ve ark 1996).

Bu çalışmada hıyar turşularının düşük tuz konsantrasyonlarında depolanabilmesi olanaklarını araştırmak üzere, salamuraya ilave edilen Ca-asetat ve pastörizasyon uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada A.O.Ç. (Atatürk Orman Çiftliği) kanalıyla Bursa yöresinden sağlanan Kornişon çeşidi TS1112'ye (ANONYMOUS 1993) uygun 2 numara turşuluk hıyarlar kullanılmıştır. Salamura hazırlamada TS1112'ye uygun su ve tuz, tampon hazırlamada kalsiyum asetat (Merck) ve glasiyel asetik asit (Merck)'ten yararlanılmıştır. Starter kültür olarak kullanılan *Lactobacillus plantarum* 11B Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Hıyarlar, mikrobiyel yüklerinin azaltılması amacıyla 1 adet klor tabletinin (Delta) 20 litre suda eritilmesi suretiyle hazırlanan klorlu su içinde 10 dakika bekletilmiş, daha sonra musluk suyu ile yıkanarak klor uzaklaştırılmıştır.

ÖZÇELİK ve ark. (1998)'nin belirttikleri şekilde fermentasyonu tamamlayan hıyar turşuları Çizelge 1'de gösterilen uygulama planına göre 9 farklı salamura içerisinde, 1 litrelik hermetik kapaklı cam kavanozlara, aseptik koşulların korunmasına özen gösterilerek, %50 hıyar turşusu %50 salamura dolum oranına göre doldurulmuştur. Her uygulamaya ait 4 kavanoz doğrudan depolanırken diğer 4 tanesi 70°C'deki su banyosunda 15 dakika bekletilmiş, sonra hızla oda sıcaklığına soğutularak 20±2°C'de karanlık bir odada depolanmıştır. Depolamanın 3. ve 6.'ncı ayları sonunda örnekler partiler halinde analize alınmış olup, denemeler paralelli yapılmıştır.

Çizelge 1. Depolama Denemesi İçin Turşuların Hazırlanmasında Kullanılan Salamuraların Denge Noktasındaki Bileşimleri ve Pastörizasyon Uygulaması

Örnek no.	Tuz oranı (%)	Ca-asetat oranı (M)	Pastörizasyon* (70°C, 15dak.)
1	3	0	-
2			+
3	3	0.05	-
4			+
5	3	0.1	-
6			+
7	4	0	-
8			+
9	4	0.05	-
10			+
11	4	0.1	-
12			+
13	5	0	-
14			+
15	5	0.05	-
16			+
17	5	0.1	-
18			+

* Pastörizasyon (+) var, (-) yok.

Değişen tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak fermentasyon sonunda salamuraların kimyasal bileşimlerinin değişmediği, ancak ilave edilen Ca-asetatin turşu salamuralarının kimyasal bileşimlerinde önemli değişmelere neden olduğu görülmektedir. 0.1M Ca-asetat içeren salamuralarda pH 4.3-4.5 seviyelerinde, titrasyon asitliği %1.3-1.5 seviyelerinde belirlenmiştir. Ca-asetat içermeyen salamuralarda ise fermentasyon sonunda pH 3.4'e kadar düşmüş, asitlik %0.85-0.90 seviyesinde kalmıştır.

Depolama periyodu sonunda kapakları açılan kavanozların salamuralarında pH, titrasyon asitliği, tuz TS1112 (ANONYMOUS 1993)'e göre, indirgen şeker tayini değiştirilmiş Miller yöntemi ile spektrofotometrik olarak FOROUCHI ve GUNN (1983)'e göre; laktik asit bakterileri MRS Agar (Difco), toplam aerop bakteri Plate Count Agar (PCA-Difco), maya ve küf sayımları Potato Dextrose Agar (PDA-Difco) üzerinde koloni sayımı yapılarak FLEMING ve ark. (1992)'na göre belirlenmiştir. Hıyar turşularında sertlik analizi EVERWELL CF-372 tip Fruit Hardness Tester (USA) ile 5/16 inçlik (7.9 mm) delici uç kullanılarak, her kavanozdan 10 adet hıyar turşusu örneğinde ve her örnekten 3 ölçüm alınarak BELL ve ETCHELLS (1961)'e göre yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Dokuz farklı bileşimdeki salamura içerisinde fermente edildikten sonra (ÖZÇELİK ve ark. 1998) depolama denemesi için hazırlanan turşuların salamuralarının, pastörizasyon öncesi, kimyasal analiz ve mikrobiyolojik sayım sonuçları ile turşuların sertlik değerleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Depolama Denemesi İçin Hazırlanan Turşu Salamularının Pastörizasyon Öncesi Kimyasal Analiz ve Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları

Örnek no.	Sertlik (kg)*	Standart sapma	pH	Tuz (%)	T.Asitliği (%)**	İ.Şeker (%)	Laktik asit bakterisi***	Maya***
1-2	6.07	0.36	3.42	3.07	0.85	0.06	8.15x10 ⁶	<10
3-4	6.10	0.40	4.17	3.17	1.30	0.02	7.1x10 ⁷	8.6x10 ⁴
5-6	6.15	0.54	4.44	3.19	1.43	0.02	2.17x10 ⁸	1.68x10 ⁵
7-8	6.07	0.78	3.44	4.09	0.88	0.10	5.9x10 ⁶	4x10 ³
9-10	6.14	0.61	4.06	4.12	1.32	0.04	7.6x10 ⁶	<10
11-12	6.22	0.50	4.44	4.17	1.52	0.03	1.67x10 ⁹	<10
13-14	6.08	0.49	3.39	5.18	0.90	0.10	3.17x10 ⁶	2.74x10 ³
15-16	6.12	0.64	4.20	5.28	1.41	0.05	3.63x10 ⁸	<10
17-18	6.17	0.41	4.35	5.35	1.50	0.03	4.7x10 ⁷	6.3x10 ³

* Sertlik 60 adet ölçüm ortalamasıdır.

** Laktik asit olarak verilmiştir.

*** Adet/mL olarak verilmiştir.

3 ve 6 aylık depolama periyotları sonunda kapakları açılarak analize alınan turşu salamularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 3. Depolama Örneklerine Ait Salamuların Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No.	Uygulama			3 aylık depolama				6 aylık depolama			
	Tuz (%)	Ca-asetat (M)	p*	pH	Tuz (%)	T.Asitliği (%)**	İ.Şeker (%)	pH	Tuz (%)	T.Asitliği (%)**	İ.Şeker (%)
1		0	-	3.46	3.16	0.82	0.02	3.47	3.10	0.83	0.01
2		0	+	3.43	3.10	0.84	0.04	3.50	3.04	0.83	0.03
3		0.05	-	4.21	3.16	1.27	0.02	4.21	3.16	1.14	0.01
4	3	0.05	+	4.13	3.22	1.23	0.02	4.16	3.22	1.18	0.01
5		0.1	-	4.47	3.28	1.35	0.02	4.52	3.22	1.30	0.01
6		0.1	+	4.44	3.22	1.32	0.02	4.52	3.23	1.28	0.01
7		0	-	3.39	4.04	0.86	0.05	3.46	4.04	0.87	0.05
8		0	+	3.38	4.10	0.87	0.06	3.51	4.09	0.88	0.05
9		0.05	-	4.08	4.15	1.23	0.02	4.08	4.04	1.21	0.01
10	4	0.05	+	3.94	4.15	1.27	0.03	4.00	4.10	1.28	0.02
11		0.1	-	4.37	4.15	1.45	0.02	4.42	4.10	1.41	0.02
12		0.1	+	4.29	4.21	1.47	0.02	4.33	4.10	1.46	0.02
13		0	-	3.33	5.14	0.89	0.06	3.46	5.10	0.87	0.06
14		0	+	3.34	5.16	0.91	0.05	3.45	5.13	0.87	0.06
15		0.05	-	4.02	5.20	1.26	0.02	4.10	5.14	1.16	0.02
16	5	0.05	+	4.05	5.21	1.30	0.03	4.04	5.15	1.28	0.01
17		0.1	-	4.34	5.31	1.40	0.02	4.48	5.21	1.38	0.01
18		0.1	+	4.26	5.29	1.49	0.02	4.38	5.20	1.44	0.01

* Pastörizasyon (+) var, (-) yok.

** Laktik asit olarak verilmiştir.

Bu düşük pH laktik asit bakterilerinin gelişmesini de baskılamış, fermentasyon sonunda sayıları, Ca-asetat tamponu içeren salamuralardakine kıyasla, daha düşük tespit edilmiştir. Salamuralardaki değişen tuz konsantrasyonunun fermentasyon sonunda hıyar turşularının sertliğine bir etkide bulunmadığı, ancak, salamuraya tampon özellik kazandırması amacıyla ilave edilen Ca-asetat bileşimindeki Ca⁺⁺ iyonlarının meyvedeki sertliğin muhafazasına, küçük de olsa, belirli oranda katkıda bulunduğundan görülmektedir.

Depolama sonunda salamuralardaki tuz konsantrasyonu %3 tuz içeren uygulamalarda %3.04-3.28, %4 tuz içeren uygulamalarda %4.04-4.21, %5 tuz içeren uygulamalarda %5.14-5.31 arasında saptanmış olup, Ca-asetat içeren salamuralardaki tuz konsantrasyonu yaklaşık %0.05-0.1 birim daha yüksek belirlenmiştir. Benzer durum BUESCHER ve ark. (1979) tarafından da belirtilmiş, salamuraya 0.1M CaCl₂ katılması salinometre değerini 1.5-2.0 birim (%0.4-0.5) artırmıştır.

3 aylık depolama sonunda, salamuraların pH ve asitliklerindeki en belirgin değişme %5 tuz ve 0.05M Ca-asetat içeren 15 ve 16 No'lu turşu örneklerinde görülmüştür. Bu uygulamanın gerek pastörize edilmeden, gerekse pastörize edilerek depolamaya alınan örneklerin pH sında, sırasıyla, 0.15-0.18 birim, titrasyon asitliklerinde %0.11-0.15 azalma saptanmıştır. Başlangıç değerlerle kıyaslandığında, diğer örneklerin pH sındaki değişmeler +0.04 ile -0.12 birim arasında, titrasyon asitliklerindeki değişmeler ise %0-0.15 azalma şeklindedir. 6 aylık depolama sonunda da benzer sonuçlar elde edilmiş, gerek pH gerek titrasyon asitliği yönünden en fazla azalma yine 15 ve 16 No'lu örneklerde, sırasıyla, 0.16 birim ve %0.25 şeklinde saptanmıştır.

Depolanmış turşulara ait salamura örneklerinin kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, 15 ve 16 No'lu örnekler hariç, diğerlerinde depolama süresi içerisinde kimyasal yönden belirgin bir değişme gözlenmemiştir.

Depolama periyotları sonunda örneklerin salamuralarındaki laktik asit bakterisi, toplam aerob bakteri, maya ve küf sayımları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Depolama kapsamındaki tüm uygulamaların pastörize edilerek depolanmış örneklerinin salamuralarında herhangi bir mikrobiyel gelişme belirlenememiş, böylece pastörizasyon uygulamasının amacına ulaştığı gözlenmiştir. Pastörizasyon uygulamasıyla, düşük tuz konsantrasyonlarında bile, 6 aylık depolama süresi içerisinde, üründe mikrobiyel stabilitenin sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Salamuraların tuz ve Ca-asetat konsantrasyonlarındaki farklılıkların, depolama süresindeki mikrobiyel gelişme üzerinde belirgin bir etkisi gözlenmemiştir. Pastörize edilmemiş örneklerde, 3 aylık depolama sonunda laktik asit bakterisi sayısı 4.7×10^4 - 1.18×10^6 adet/mL, toplam aerob bakteri sayısı 5.6×10^4 - 7.9×10^5 adet/mL arasında; 6 ay depolama sonunda laktik asit bakterisi sayısı 1×10^4 - 6.5×10^5 adet/mL, toplam aerob bakteri sayısı 1.28×10^4 - 7.3×10^5 adet/mL arasında belirlenmiştir. Örneklerdeki laktik asit bakterisi ve toplam aerob bakteri sayılarının birbirine çok yakın olması, toplam aerob bakteriler içinde önemli ölçüde laktik asit bakterilerinin sayıldığı izlenimini vermektedir. Ayrıca, depolama öncesinde turşu örneklerinin salamuralarında çok düşük düzeyde indirgen şeker bulunması ve bunun ikinci bir mikrobiyel gelişme olmaması yönünde güvence kabul edilmesine rağmen, 6 aylık depolama sonunda bile salamuralarda bu ölçüde canlı mikroorganizmanın tespit edilmesi ilginç bir sonuç olarak değerlendirilmelidir.

Sayım için hazırlanan hiçbir örnekte maya ve küf gelişmesi belirlenememiş, böylece turşu örneklerinin sertliklerini korumaları yönünde küf kaynaklı bir yumuşamanın söz konusu olamayacağı kabul edilmiştir.

GUILLOU ve ark. (1992) fermentasyon sırasında 10^7 - 10^9 CFU/g düzeyine çıkan laktik asit bakterisi sayısının depolamanın 18. haftasında 10^1 CFU/g düzeyine düştüğü ve 21. haftaya kadar aynı düzeyde kaldığı bildirmiştir. GUILLOU ve FLORES (1993) 6 aylık depolama sırasında maya ve küf gelişmesi olmadığını, ETCHELLES ve ark. (1952) salamuralardan 70-110 gün sonra salamuralarda fermentatif mayaların bulunduğunu, depolanmış turşularda ise mayaların 12-14 ay süresince hala aktif olduğunu, GUILLOU ve ark. (1992) ise depolamalar sırasında salamuralarda 10^5 - 10^7 düzeyinde maya geliştiğini belirlemişlerdir.

3 ve 6 ay depolama sonunda hıyar turşularının sertlikleri ölçülmüş ve elde edilen değerler fermentasyon sonrası ölçülen değerlerle kıyaslanarak, sertlikteki azalma ya da artış şeklinde Çizelge 5'te verilmiştir.

3 ay depolama sonunda %3 tuz içeren salamuralarda sertlik değişimi %(-0.33) ile (+4.94), %4 tuz içeren salamuralarda %(+0.81)-(+3.72), %5 tuz içeren salamuralarda %(-0.16)-(+3.78) arasında ve genelde sertlikte artış olarak belirlenmiştir. 6 aylık depolamalarda ise sertlik değişimi, 3 No'lu örnek hariç artış şeklinde gerçekleşmiş ve %3 tuz içeren salamuralarda %(-3.61)-(+6.39), %4 tuz içeren salamuralarda %(+8.90)-(+15.95), %5 tuz içeren salamuralarda %(+13.22)-(+20.10) arasında hesaplanmıştır. 3 aylık depolamada 3 örnekte (Örnek No: 1,15,17), 6 aylık depolamada yalnızca 1 örnekte (Örnek No:3) yumuşama gözlenmiştir.

Çizelge 4. Depolama Örneklerine ait Salamuraların Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları

Örnek No.	Uygulama			3 aylık depolama			6 aylık depolama		
	Tuz (%)	Ca-asetat (M)	p*	Laktik asit bakterisi**	Top.Aerob bakteri**	Maya**	Laktik asit bakterisi**	Top.Aerob. bakteri**	Maya**
1		0	-	4.7x10 ⁴	5.6x10 ⁴	<10	8.1x10 ⁴	1.2x10 ⁵	<10
2		0	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
3		0.05	-	1.18x10 ⁶	1.63x10 ⁶	<10	3.8x10 ⁵	2.78x10 ⁵	<10
4	3	0.05	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
5		0.1	-	8.5x10 ⁵	7.9x10 ⁵	<10	4.2x10 ⁵	3.8x10 ⁵	<10
6		0.1	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
7		0	-	1.08x10 ⁵	1.6x10 ⁵	<10	1x10 ⁴	1.28x10 ⁴	<10
8		0	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
9		0.05	-	5.3x10 ⁵	6.7x10 ⁵	<10	6.5x10 ⁵	7.3x10 ⁵	<10
10	4	0.05	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
11		0.1	-	2.11x10 ⁵	2.46x10 ⁵	<10	1.3x10 ⁵	1.06x10 ⁵	<10
12		0.1	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
13		0	-	<10	<10	<10	<10	<10	<10
14		0	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
15		0.05	-	3.6x10 ⁵	4.4x10 ⁵	<10	1.29x10 ⁵	1.31x10 ⁵	<10
16	5	0.05	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10
17		0.1	-	4.1x10 ⁵	5.1x10 ⁵	<10	7.1x10 ⁴	6.5x10 ⁴	<10
18		0.1	+	<10	<10	<10	<10	<10	<10

* Pastörizasyon (+) var, (-) yok.

** Adet/ml olarak verilmiştir.

Salamuralardaki tuz konsantrasyonunun, özellikle uzun süren depolamalarda (6 ay) sertlik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu, hatta bu etkinin salamuradaki Ca⁺⁺ iyonlarının etkisinden daha belirgin olduğu görülmektedir. Böylece, salamuradaki NaCl ve Ca⁺⁺ bileşikleri, konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak, hıyar turşularının sertliği üzerine sinerjik bir etki göstermektedirler.

Özellikle 6 aylık depolama sonuçları incelendiğinde, pastörizasyon uygulamasının hıyar turşularının doku sertliğini olumlu yönde etkilediği (%4 tuz ve 0.05M Ca-asetat içeren 9 ve 10 No'lu örnekler hariç) görülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, salamurasında Ca-asetat içeren hıyar turşularının Na-asetat içerenlere oranla daha sert olduklarını belirten FLEMING ve ark. (1978)'in bulgularını ve ısıtma işlem uygulamasından (77°C'de 3 dakika) sonra Ca-asetat (0.018M Ca⁺⁺) içeren tuzlu ve tuzsuz salamuralarda fermente edilen hıyar turşularının depolanabilmesi için tuzun gerekli olduğunu belirten FLEMING ve ark. (1995)'in ifadelerini desteklemektedir.

Benzer şekilde, MCFEETERS ve ark. (1985) düşük tuz ve CaCl₂ içeren asitlendirilmiş salamuradaki hıyar turşularını değişik sıcaklıklarda 3 dakika ısıtma işlem uyguladıktan sonra 6 ay depoladıkları çalışmalarında, 66°C ve daha düşük sıcaklıklardaki ısıtma işlem uygulamalarıyla pektinesteraz enziminin inaktive edilemediği, 66 ve 81°C'de uygulanan ısıtma işlemler sonucunda en iyi sertlik değerlerine ulaşıldığı, ayrıca salamuradaki artan Ca⁺⁺ iyonu konsantrasyonuna bağlı olarak doku sertliğinin de arttığı belirtilmektedir. HOWARD ve BUESCHER (1990) ise hıyarlarda bulunan ve büyük olasılıkla salamuradaki Na⁺ iyonunun dokuya infüzyonu ile aktive olan pektinesteraz enzimi aktivitesinin ancak pastörizasyon işlemi ile durdurulabileceğini bildirmektedirler.

Çizelge 5. Depolama Örneklerinin Sertlik Tayini Sonuçları

Örnek No.	Uygulama			3 aylık depolama			6 aylık depolama		
	Tuz (%)	Ca-asetat (M)	p*	Sertlik (kg)**	Standart sapma	Sertlik değişimi(%)	Sertlik (kg)**	Standart sapma	Sertlik değişimi(%)
1	3	0	-	6.05	0.57	-0.33	6.12	0.44	+0.82
2		0	+	6.37	0.63	+4.94	6.18	0.45	+1.81
3		0.05	-	6.37	0.56	+4.43	5.88	0.53	-3.61
4		0.05	+	6.17	0.69	+1.15	6.49	0.73	+6.39
5		0.1	-	6.21	1.03	+0.98	6.33	0.88	+2.93
6		0.1	+	6.15	0.69	0	6.52	1.10	+6.02
7	4	0	-	6.20	0.68	+2.10	6.83	1.29	+11.13
8		0	+	6.15	0.57	+1.30	6.90	0.46	+12.03
9		0.05	-	6.31	0.58	+2.69	6.97	0.49	+11.91
10		0.05	+	6.19	0.51	+0.81	6.74	0.30	+8.90
11		0.1	-	6.46	0.39	+3.72	7.05	0.63	+11.77
12		0.1	+	6.36	0.30	+2.20	7.40	1.05	+15.95
13	5	0	-	6.18	0.63	+1.62	7.38	0.45	+17.62
14		0	+	6.19	0.66	+1.78	7.54	0.49	+19.36
15		0.05	-	6.10	0.70	-0.33	7.40	0.40	+17.29
16		0.05	+	6.36	0.57	+3.78	7.66	0.60	+20.10
17		0.1	-	6.16	0.41	-0.16	7.11	0.37	+13.22
18		0.1	+	6.40	0.94	+3.59	7.19	0.48	+14.19

* Pastörizasyon (+) var, (-) yok.

** Sertlik 30 adet ölçüm ortalamasıdır.

SONUÇ

Bu çalışmanın bulgularından çıkarılacak sonuçlar şöyle özetlenebilir:

1. Salamuranın tuz içeriği, özellikle uzun süreli depolamalarda, hıyar dokusunun sertliğinin korunması üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Tuzun doku sertliği üzerindeki bu olumlu etkisi, salamuraya ilave edilecek Ca^{++} bileşikleriyle artırılabilir.
2. Hıyar turşularında doku sertliğinin korunması veya dokunun sertleştirilmesi üzerine salamuradaki tuz ve Ca^{++} bileşiklerinin etkisi fermentasyon aşamasında değil, ancak depolama aşamasında çok belirgin olarak görülmektedir.
3. Pastörizasyon uygulaması doku sertliğini olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle, fermentasyondan sonra uygun sıcaklık ve süreyle yapılacak pastörizasyon üründe mikrobiyel stabiliteyi sağlamanın yanında doku sertliğinin korunmasına da yardımcı olacaktır.
4. Kapalı tanklarda anaerobik depolama vb. maya ve küf gelişmesini önleyecek tedbirler doku sertliğinin korunmasını güvence altına almaktadır.
5. Yukarıda sözü edilen önlemlerin dikkate alınmasıyla, hıyar turşularının duyuşal olarak kabul edilebilir tuz konsantrasyonlarındaki salamuralarda depolanabilmeleri ve kalite özelliklerini uzun süre koruyabilmeleri mümkündür.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1993. Hıyar Turşusu Standardı. TS 11112. TSE. Ankara.
- BELL, T.A. and ETCHELLS, J.L. 1961. Influence of Salt (NaCl) on Pectinolytic Softening of Cucumbers. *Journal of Food Science*, 26, 84-90.
- BUESCHER, R.W., HUDSON, J.M. and ADAMS, J.R. 1979. Inhibition of Polygalacturonase Softening of Cucumber Pickles by Calcium. *Journal of Food Science*, 44, 1786-1787.
- CHAVASIT, V., HUDSON, J.M., TORRIES, J.A. and DAESCHEL, M.A. 1991. Evaluation of Fermentative Bacteria in a Model Low Salt Cucumber Juice Brine. *Journal of Food Science*, 56(2):462-465.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., BELL, T.A. and HONTZ, L.H. 1978. Controlled Fermentation of Sliced Cucumbers. *Journal of Food Science*, 43, 888-891.
- FLEMING, H.P. 1982. Fermented Vegetables. In: A.H. Rose (Editor), *Economic Microbiology-Fermented Foods*, Academic Press, 7, p. 228-258. London, N.Y., Paris.
- FLEMING, H.P., MCFEETERS, R.F. and THOMPSON, R.L. 1987. Effects of Sodium Chloride Concentration on Firmness Retention of Cucumbers Fermented and Stored with Calcium Chloride. *Journal of Food Science*, 52 (3):653-657.
- FLEMING, H.P., MCFEETERS, R.F., DAESCHEL, M.A., HUMPHRIES, E.G. and THOMPSON, R.L. 1988. Fermentation of Cucumbers in Anaerobic Tanks. *Journal of Food Science*, 53(1):127-133.
- FLEMING, H.P., MCFEETERS, R.F. and DAESCHEL, M.A., 1992. Fermented and Acidified Vegetables, in: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, C. Vanderzant, D.F. Splittstoesser (Eds), Third Edition, American Public Health Association, 50, 929-952, Washington, D.C.
- FLEMING, H.P., MCDONALD, L.C., MCFEETERS, R.F., THOMPSON, R.L. and HUMPHRIES, E.G. 1995. Fermentation of Cucumbers Without Sodium Chloride. *Journal of Food Science*, 60(2):312-315.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L. and MCFEETERS, R.F. 1996. Assuring Microbial and Textural Stability of Fermented Cucumbers by pH Adjustment and Sodium Benzoate Addition. *Journal of Food Science*, 61(1): 832-836.
- FOROUCI, E. and GUNN, D.J. 1983. Some Effects of Metal Ions on the Estimation of Reducing Sugars in Biological Media. *Biotechnology Bioengineering*, 25, 1905-1911.
- HOWARD, L.R. and BUESCHER, R.W. 1990. Cell Wall Characteristics and Firmness of Fresh-Pack Cucumber Pickles Affected by Pasteurization and Calcium Chloride. *Journal of Biochemistry*, 14, 31-43.
- HUMPHRIES, E.G. and FLEMING, H.P. 1989. Anaerobic Tanks for Cucumber Fermentation and Storage. *Journal of Agric. Engin. Res.* 44, 133-144.
- MCFEETERS, R.F., FLEMING, H.P. and THOMPSON, R.L. 1985. Pectinesterase Activity, Pectin Methylation and Texture Changes During Storage of Blanched Cucumber Slices. *Journal of Food Science*, 50, 201-205.
- MCFEETERS, R.F. and FLEMING, H.P. 1991. pH Effect on Calcium Inhibition of Softening of Cucumber Mesocarp Tissue. *Journal of Food Science*, 56, (3): 730-732.
- MCFEETERS, R.F. 1992. Cell Wall Monosaccharide Changes During Softening of Brined Cucumber Mesocarp Tissue. *Journal of Food Science*, 57(4): 937-940.
- ÖZÇELİK, F., E. İÇ ve YILDIZ, Ş. 1998. Hıyar Turşusu Üretiminde pH Stabilitesinin Fermentasyon Üzerine Etkisi. *Gıda*. 23 (2): 87-95.
- SISTRUNK, W.A. and KOZUP, J. 1982. Influence of Processing Methodology on Quality of Cucumber Pickles, *Journal of Food Science*, 47, 949-953.
- WALTER, W.M., FLEMING, H.P. and TRIGIANO, R.N. 1985. Comparison of the Microstructure of Firm and Stem-End Softened Cucumber Pickles Preserved by Brine Fermentation. *Food Microstructure*, 4, 165-172.