

## HIYAR TURŞUSU ÜRETİMİNDE pH STABİLİTESİNİN FERMENTASYON ÜZERİNE ETKİSİ\*

### EFFECT OF pH STABILITY ON CUCUMBER FERMENTATION

Filiz ÖZÇELİK, Erhan İÇ, Şükran YILDIZ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

**ÖZET:** Denge noktasında %3,%4,%5 NaCl ve 0, 0.05M, 0.1M Ca-asetat içeren salamuralarda starter kültür katılarak gerçekleştirilen hıyar turşusu üretiminde, fermentasyonun gidişli pH, titrasyon asitliği, tuz, indirgen şeker ve mikrobiyolojik analizler yapılarak izlenmiştir. Ca-asetat içeren salamuralarda fermentasyon daha kısa sürede tamamlanmış, pH 4.06-4.44, titrasyon asitliği ise %1.3-1.52 seviyelerinde tespit edilmiştir. Tampon içermeyen salamuralarda 13 günlük fermentasyon sonunda pH 3.4 seviyesine düşmüş, titrasyon asitliği %0.85-0.9 seviyesinde kalmıştır. Ca-asetat içeren salamuralarda, fermentasyon boyunca, laktik asit bakterisi sayısında bir azalma görülmezken, tamponsuz salamuralarda 6. günden sonra bir azalma gözlenmiştir.

Salamuralara ilave edilen Ca-asetatin pH stabilitesi üzerine olumlu etkisi gözlenirken, fermentasyon süresi içerisinde doku sertliğinin korunması üzerine belirgin bir etkisi saptanamamış ve hıyar turşularında %3.12-5.45 arasında bir sertlik kaybı tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Hıyar turşusu, *Lactobacillus plantarum*, Ca-asetat, pH, doku sertliği.

**ABSTRACT:** In this study, cucumber fermentation characteristics were evaluated in brines containing equilibrium concentrations 3%, 4%, 5% NaCl and 0, 0.05M, 0.1M Ca-acetat and, also, stater culture. Fermentation brines were assayed periodically for pH, titratable acidity, salt, reducing sugar, microbiological populations during fermentation and cucumber firmness was determined after fermentation. Fermentations were completed more rapidly in brines containing Ca-acetat, the values of pH and titratable acidity were measured between 4.06-4.44 and 1.3%-1.52% respectively, at the end of the fermentation. In brines without buffer, after 13 days of fermentation, pH decreased to a value of 3.4 and the levels of titratable acidity were measured between 0.85%-0.9%. A decrease was not observed on the number of lactic acid bacteria in brines containing Ca-acetat during fermentation period but a remarkable reducing was shown after 6 days in the other brines.

Ca-acetat had a possitive effect on pH stability but no effect on the maintenance of cucumber firmness during fermentation and firmness loss in fermented cucumbers were observed between 3.12%-5.45% compared to the initial firmness.

**KEY WORDS:** Fermented cucumbers, *Lactobacillus plantarum*, Ca-acetat, pH, firmness.

### GİRİŞ

Salamura içerisinde gerçekleştirilen laktik asit fermentasyonlarında aktivite gösteren çeşitli mikroorganizma grupları ürün kalitesi üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Hıyar turşusu üretiminde ise fermentasyon sırasında baskın olarak laktik asit bakterilerinin gelişmesi ve oluşan asitin de katkısıyla ürünün korunması amaçlanmaktadır. Ancak doğal populasyon içinde ortaya çıkan diğer mikrobiyel gruplar fermentasyonun gecikmesine veya tamamlanamamasına ve kalitenin düşmesine neden olabilmektedir.

Starter kültürler ticari üretimde sınırlı ölçüde kullanılmaktadır. Bununla birlikte fermentasyon kapları ve kontrollü fermentasyon yöntemlerindeki gelişmeler bu konudaki uygulamaları artırmıştır. Ancak saf kültür hıyar turşusu fermentasyonlarında amaca ulaşmak için geçerli yol, fermentasyondan önce sebzeler üzerindeki doğal mikroflorayı olabildiğince uzaklaştırmak veya inaktive etmek için ekonomik bir yöntem kullanmaktır. Bu amaçla ısıtma işlemi ve diğer metotların sınırlı ölçüde uygulanması büyük ölçekli üretim için pratik bulunmazken; yıkama, klorlama ve asitlendirme gibi diğer uygulamalar mikrobiyel populasyonun sayısını azaltabilmekte, ancak spontan gelişen laktik asit bakterilerini ortadan kaldıramamaktadır (FLEMING ve ark 1991).

PEDERSON ve ALBURY (1961) ön işlem görmemiş hıyarların starter kültür ilavesi ile fermentasyonunda, başlangıçta eklenen laktik asit bakteri suşu ne olursa olsun, doğal gelişen *Lactobacillus plantarum*'un, yüksek asit toleransı nedeniyle, fermentasyonu hakim mikroorganizma olarak tamamladığını belirtmişlerdir. ETC-

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

HELLS ve ark (1964) tarafından yapılan çalışmada ise turşuluk hıyarlar gama radyasyon (0.83-1.00 Mrad) ve ısı işleme (66-80°C'de 5 dak.) tabi tutularak doğal mikroflora inaktive edilmiş ve daha sonra hıyarlar, asitlendirilmiş salamurada saf kültür aşılması ile fermente ettirilmiştir. Ancak, doğal mikrofloranın inaktivasyonu için gerekli enerji ve aseptik koşulların sağlanması zorunluluğu geniş ölçekli üretim için ekonomik bulunmamıştır.

ETCHELLS ve ark (1973) ise fermentasyon sırasında ısı işlem gerektirmeyen ve asite dayanıklı bir *L. plantarum* starter kültürünün kullanımını da kapsayan Kontrollü Fermentasyon uygulamasını önermişlerdir. Bu uygulamada salamuranın tuz konsantrasyonu %5-8'e ayarlandıktan sonra salamuraya koyma işlemini izleyen 18-24 saat içerisinde Na-asetat tamponunun ilavesi ile pH değeri 4.6'ya çıkarılmakta ve daha sonra *L. plantarum* tek başına veya *Pediococcus cerevisiae* ile birlikte starter olarak aşılanmaktadır. Bu koşullarda fermentasyon 25-30 °C'de, 7-12 gün içinde tamamlanmaktadır. Ancak açık tanklarda gerçekleştirilen bu fermentasyonun bir saf kültür fermentasyonu olduğu söylenemez. Çünkü Kontrollü Fermentasyon uygulamasıyla, doğal olarak gelişen laktik asit bakterilerinden çok, salamuraya katılan starter kültürün gelişmesi için gerekli olan çevre koşullarının hazırlanması amaçlanmaktadır. Bu yolla starter kültürle rekabet eden mikroorganizmalar elimine edilmekte veya gelişmeleri baskılanmakta, starter kültürün hızlı gelişmesi için gerekli koşullar hazırlanmakta ve fermente olabilen tüm şekerlerin starter kültür tarafından metabolize edilmesi sağlanmaktadır (DAESCHEL ve FLEMING 1987).

Kapalı tankta kontrollü fermentasyon koşullarında, Ca-asetat içeren salamuralara katılan starter kültür, fermentasyonda ilk birkaç gün baskın iken doğal olarak gelişen laktik asit bakterileri giderek baskın olmuş ve fermente olabilen şekerlerin yaklaşık %95'ini tüketerek aktif fermentasyonu tamamlamışlardır (FLEMING ve ark 1988). Benzer bir durum MCDONALD ve ark (1991) tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkmış ve asetik asit veya Ca-asetat içeren salamuraya katılan starter kültürün ilk 10 saat içinde %90-%99.9 oranında azaldığı ve 30. saate kadar bir artış göstermediği saptanmıştır. Buna karşın salamuraya koyma işleminden 1 gün sonra  $\geq$ %80 oranında heterofermentatif laktik asit bakterilerinin, 5. günde ise  $\geq$ %90 oranında homofermentatif laktik asit bakterilerinin ortama hakim olduğu ve baskın mikroorganizma olarak aktif fermentasyonu tamamladıkları belirlenmiştir.

Laktik asit bakterilerinin gelişimini tuz konsantrasyonu, salamuranın tampon kapasitesi, doğal şeker konsantrasyonu, diğer besin maddeleri gibi kimyasal faktörlerin yanı sıra sıcaklık, fermentasyon kabının tipi ve turşu üretiminde uygulanan ön işlemler gibi fiziksel faktörlerin de etkilediği bilinmektedir (DAESCHEL ve FLEMING 1984). Fermentasyon sırasında fermente olabilen bütün şekerlerin aside dönüştürülmesi oldukça önemlidir. Eğer bu şekerler tüketilmeden salamurada kalırlarsa, pastörize olmamış ürünlerde özellikle mayalar tarafından kontrolsüz ikinci bir mikrobiyel gelişmeye neden olmaktadır (FLEMING 1982).

Sebzelerde fruktoz ve glikoz gibi şekerlerin yanı sıra düşük miktarlarda sakkaroz ve diğer şekerler de bulunabilir. Fruktoz ve glikozun laktik asite fermentasyonu esas olarak homofermentatif ve fakültatif heterofermentatif laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir (FLEMING 1991). Laktik asit bakterilerinin doğal şekerleri tümüyle kullanmaları ise başlangıç şeker konsantrasyonu, pH, tuz konsantrasyonu, sıcaklık ve sebzelerin tampon kapasitesiyle yakından ilişkilidir (FLEMING ve ark 1985).

Yapılan araştırmalarda fermente olabilir şekerlerin tamamının laktik asite çevrilmesi için salamuraya tampon katılarak pH'nın düzenlenmesi uygulaması ile laktik asit bakterilerinin gelişiminin düşük pH tarafından sınırlandırılması sonucu ortaya çıkan düşük asit verimi ve salamurada şeker kalması gibi sorunlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Bu amaca yönelik olarak gerçekleştirilen bazı araştırmalarda fermentasyon süresince şeker tüketiminin tamamlanması için tampon olarak Na-asetat (ETCHELLS ve ark 1973, FLEMING ve ark 1973a, FLEMING ve ark 1973b, ETCHELLS ve ark 1975, RODRIGO ve ark 1992) ve Ca-asetat (FLEMING ve ark 1978, WALTER ve ark 1985, FLEMING ve ark 1988, FLEMING ve ark 1989, MCDONALD ve ark 1991, FLEMING ve ark 1995, FLEMING ve ark 1996) kullanılmıştır. Ca-asetat, aynı zamanda salamuraya konulan hıyarların sertliğinin korunmasındaki rolü nedeniyle önemli ikinci bir fonksiyona da sahiptir. Ca<sup>++</sup> içeren bileşiklerin hıyar dokusunun sertliğinin korunmasına yardım ettiği ve bu yolla geleneksel olarak kullanılan daha az tuz kullanılarak, fermentasyon ve depolama gerçekleştirilebileceği bildirilmektedir (FLEMING ve ark 1978, THOMPSON ve ark 1979, HUDSON ve BUESCHER 1980, FLEMING ve ark 1987, FLEMING ve ark 1988, FLEMING ve ark 1995, MCFEETERS ve ark 1995, FLEMING ve ark 1996).

Gerçekleştirilen bu çalışmada fermente olabilen şekerlerin tamamının laktik asite dönüşebilmesi için tamponlanmış ve düşük tuz konsantrasyonundaki salamura içerisinde starter kültür kullanarak gerçekleştirilen hıyar turşusu üretiminde, ürün kalitesi ve mikrobiyel stabiliteye ilişkin sorunların belirlenmesi, ayrıca tampon içerisindeki  $Ca^{++}$  iyonları sayesinde hıyar dokusunun yumuşamasının önlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Bu çalışmada A.O.Ç. (Atatürk Orman Çiftliği) kanalıyla Bursa yöresinden sağlanan Kornişon çeşidi TS11112'ye (ANONYMOUS 1993) uygun 2 numara turşuluk hıyarlar kullanılmıştır. Salamura hazırlamada TS11112'ye uygun su ve tuz, tampon hazırlamada kalsiyum asetat (Merck) ve glasiyel asetik asit (Merck)'ten yararlanılmıştır. Starter kültür olarak kullanılan *Lactobacillus plantarum* Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği koleksiyonundan temin edilmiştir. Hıyarların klorlu su ile yıkanması amacıyla, 1 adet klor tabletinin (Delta) 20 litre suda eritilmesi suretiyle hazırlanan klorlu sudan yararlanılmıştır. Denemeler, kapağı açılmadan salamura örneği alabilmeyi mümkün kılan özel örnek alma düzeneğine sahip, 3 litrelik cam kavanozlarda gerçekleştirilmiştir.

### Metot

Hasadı izleyen 6-8 saat içerisinde laboratuvara getirilen hıyarlar TS11112'de (ANONYMOUS 1993) belirlenen hıyar normlarına göre seçme işlemine tabi tutulmuşlardır. Toz, toprak, yabancı maddeler ve tarımsal ilaç atıklarından arındırmak amacıyla yıkanan hıyarlar, klorlu su içinde 10 dakika bekletilerek mikrobiyel yükleri azaltılmış sonra musluk suyu ile yıkanarak klor uzaklaştırılmıştır. Salamuralar 3 farklı tuz konsantrasyonuna (denge noktasında %3, %4, %5) karşılık, 3 farklı Ca-asetat konsantrasyonunda (denge noktasında 0, 0.05M, 0.1M) olmak üzere 9 farklı bileşimde hazırlanmış ve salamuraların pH'sı asetik asit ilavesi ile pH 4.5'e ayarlanmıştır (Çizelge 1). Hıyarlar %50 hıyar / %50 salamura oranına göre cam kavanozlara doldurulmuş ve ardından salamuraları ilave edilmiştir. %2 NaCl içeren hıyar öz suyu içerisinde 24 saat geliştirilmiş *Lactobacillus plantarum* kültürü ile %2 oranında aşılansmış ve kavanozların kapakları kapatılmıştır. Fermentasyon denemeleri  $22\pm 2$  °C'de, karanlık bir odada gerçekleştirilmiş olup, denemeler paralelli yapılmıştır.

Çizelge 1. Turşu hazırlamada kullanılan salamuraların kimyasal bileşimleri

Örnek No.	Başlangıç tuz oranı (%)	Başlangıç Ca.asetat oranı M
1		0
2	6	0.1
3		0.2
4		0
5	8	0.1
6		0.2
7		0
8	10	0.1
9		0.2

### Analizler

Anaerobik koşulların korunmasına özen gösterilerek üçer gün aralıklarla alınan salamura örneklerinde pH, titrasyon asitliği, tuz TS11112 'ye göre (ANONYMOUS 1993), indirgen şeker tayini değiştirilmiş Miller yöntemi ile spektrofotometrik olarak FORO-UCHI ve GUNN (1983)'a göre, laktik asit bakterileri MRS Agar (Difco), maya ve küf sayımları Potato Dextrose Agar (Difco) üzerinde koloni sayımı yapılarak FLEMING ve ark (1992)'a göre belirlenmiştir. Fermentasyon sonunda kavanozların kapakları açılmış ve hıyar turşularında sertlik analizi EVERWELL CF-372 tip Fruit Hardness Tester (USA) ile 5/16 inçlik (7.9 mm) delici uç kullanılarak, her kavanozdan 20 adet hıyar turşusu örneğinde ve her örnekten 3 ölçüm alınarak BELL ve ETCHELLS (1961)'e göre yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Denge noktasına ulaşıldığında % 3,4 ve 5 olacak şekilde 3 farklı tuz konsantrasyonunda ve her tuz konsantrasyonu için tamponsuz, 0.05 M ve 0.1 M Ca-asetat konsantrasyonunda tampon içeren salamuralarda fermentasyonun gidişi, cam kavanozlar içindeki meyve ve salamuradaki değişimler gözle izlenerek; ayrıca salamuradaki pH, asit, tuz ve indirgen madde kontrolleri ve mikrobiyolojik analizler yapılarak izlenmiştir.

Fermentasyonun 2.gününden itibaren, özellikle Ca-asetat içeren salamuralarda kuvvetli bir gaz çıkışı ve bulanma görülmüş, bu bulanıklığın düşük tuz konsantrasyonlarında daha belirgin olduğu gözlenmiştir.

Fermentasyon sırasındaki kimyasal değişimleri izlemek amacıyla üçer gün aralıkla alınan örneklerin analiz sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir.

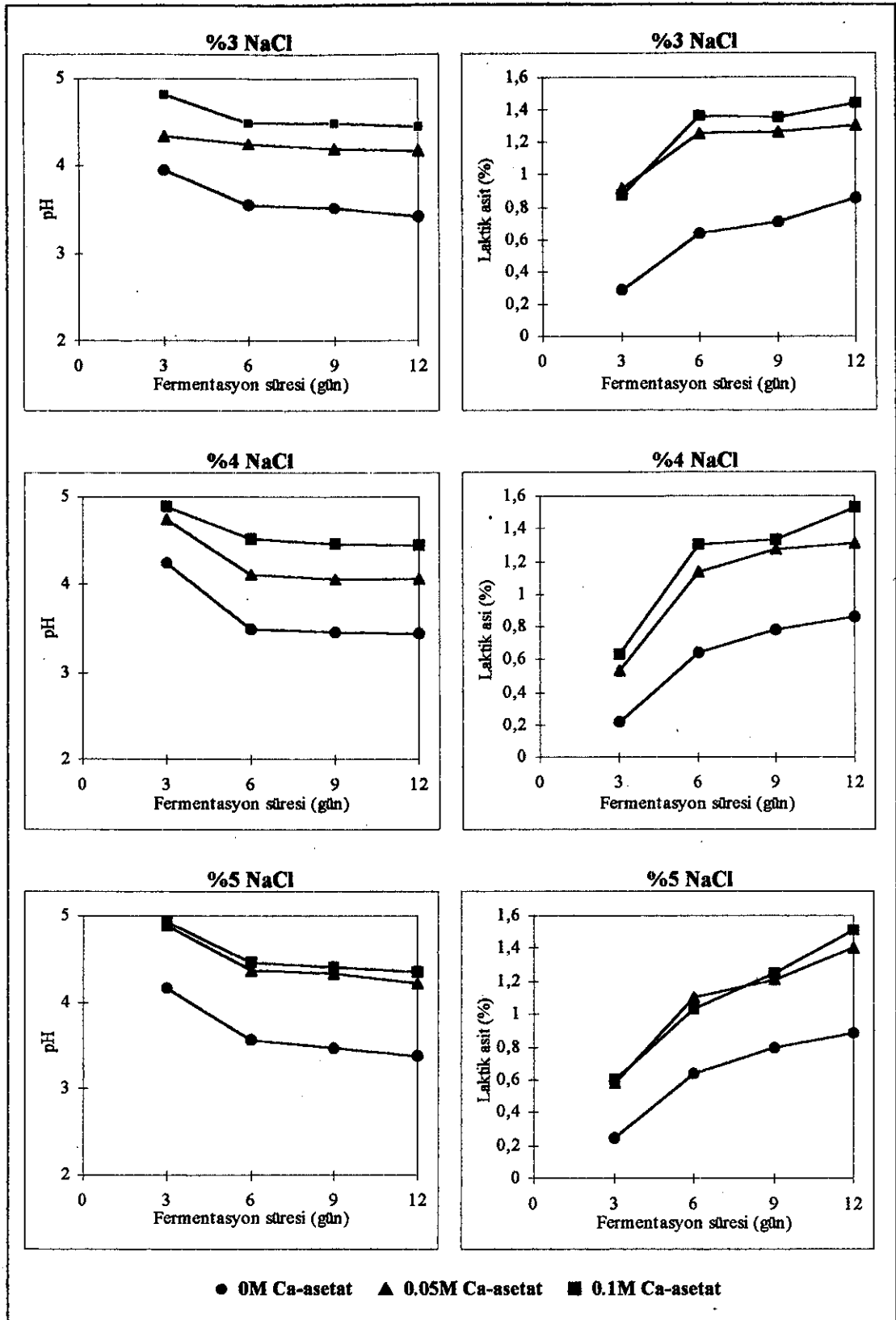
**Çizelge 2. Fermentasyon sırasında yapılan kimyasal analiz sonuçları**

Ferm. Sü.(gün)	Analizler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	pH	3.95	4.34	4.81	4.24	4.74	4.89	4.16	4.88	4.93
	Tuz (%)	3.59	3.60	3.65	4.69	4.73	4.87	5.95	5.99	6.12
	T. asitliği (%)	0.29	0.91	0.87	0.22	0.53	0.63	0.25	0.58	0.60
	İ.Şeker (%)	0.09	0.06	0.01	0.11	0.19	0.17	0.21	0.13	0.28
6	pH	3.54	4.24	4.49	3.49	4.11	4.52	3.56	4.37	4.46
	Tuz (%)	3.40	3.42	3.45	4.39	4.41	4.55	5.50	5.66	5.82
	T.Asitliği (%)*	0.64	1.25	1.36	0.64	1.14	1.30	0.64	1.10	1.03
	İ.Şeker (%)	0.14	0.04	0.03	0.11	0.06	0.04	0.13	0.09	0.14
9	pH	3.51	4.19	4.48	3.46	4.07	4.47	3.47	4.32	4.40
	Tuz (%)	3.22	3.33	3.37	4.17	4.26	4.29	5.41	5.51	5.65
	T.Asitliği (%)*	0.71	1.26	1.35	0.78	1.27	1.33	0.80	1.21	1.25
	İ.Şeker (%)	0.02	0.02	0.03	0.13	0.06	0.04	0.10	0.06	0.06
12	pH	3.42	4.17	4.45	3.43	4.07	4.44	3.38	4.21	4.35
	Tuz (%)	3.12	3.19	3.21	4.10	4.14	4.20	5.20	5.29	5.38
	T.Asitliği (%)*	0.85	1.30	1.44	0.86	1.31	1.53	0.88	1.40	1.51
	İ.Şeker (%)	0.07	0.02	0.02	0.10	0.04	0.03	0.10	0.05	0.03
13	pH	3.42	4.17	4.44	3.44	4.06	4.44	3.39	4.20	4.35
	Tuz (%)	3.07	3.17	3.19	4.09	4.12	4.17	5.18	5.28	5.35
	T.Asitliği (%)*	0.85	1.30	1.43	0.88	1.32	1.52	0.90	1.41	1.50
	İ.Şeker (%)	0.06	0.02	0.02	0.10	0.04	0.03	0.10	0.05	0.03

\* Laktik asit olarak verilmiştir.

Denge noktasında % 3 tuz içerecek konsantrasyonda hazırlanan salamuralardan tamponsuz 1 No.lu örnekte pH fermentasyonun 3. gününde 3.95, 6.gününde 3.54, 12.gününde 3.42 olarak belirlenerek, 12. güne kadar düzenli bir düşme göstermiştir. Laktik asit olarak belirlenen titrasyon asitliği ise, 3.gün %0.29 olarak saptanmış ve fermentasyonun 12. gününe kadar düzenli bir artış göstererek %0.85 seviyesine ulaşmıştır.

0.05 M Ca-asetat içeren 2 No.lu örnekte 3. günde 4.34 olarak ölçülen pH'nın 6. gün 4.24'e düştüğü, daha sonraki günlerde pH'daki düşmenin önemli olmadığı görülmektedir. Titrasyon asitliği ise, fermentasyonun daha 3. gününde %0.91 olarak belirlenmiş, 6. günde fermentasyon tamamlanmıştır. Bu durum 0.1M Ca-asetat içeren 3 No.lu örnekte çok daha belirgin olarak görülmekte olup, pH değeri 6. gün 4.49 olarak belirlenmiş, daha sonraki günlerde hemen hemen sabit kalarak 12. günde ancak 4.45'e düşmüş, titrasyon asitliği ise 6. günde %1.36 laktik asit seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 1. Salamura örneklerinde fermentasyon süresince pH ve titrasyon asitliğindeki değişimler

Denge noktasında %4 tuz içerecek konsantrasyonlarda hazırlanan salamuralarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tamponsuz 4 No.lu örnekte pH fermentasyon boyunca düşme göstererek 12. günde 3.43 olarak ölçülmüş; titrasyon asitliği düzenli bir artışla, 12. gün %0.86 olarak belirlenmiştir. 0.05 M Ca-asetat içeren 5 No.lu salamuradaki fermentasyonda pH, 6. günden sonra önemli bir değişme göstermeksizin, 12. gün 4.07 olarak ölçülmüş; 6. güne kadar çok hızlı artış gösteren titrasyon asitliği 12. gün %1.32 olarak belirlenmiştir. 0.01 M Ca-asetat içeren 6 No.lu örnekte pH, 6. günden sonra 4.5 seviyesindeki durumunu koruyarak fermentasyon sonunda 4.44 olarak ölçülmüş, titrasyon asitliği ise %1.52 olarak belirlenmiştir.

%5 tuz içerecek konsantrasyonlarda hazırlanan salamuralarda gerçekleştirilen fermentasyonlarda da benzer sonuçlara, çok belirgin olmasa da, biraz geciken fermentasyon süreleriyle ulaşılmıştır. Tamponsuz 7 No.lu örnekte fermentasyon sonunda pH 3.39, titrasyon asitliği %0.9; 0.05 M Ca-asetat içeren 8 No.lu örnekte pH 4.20 asitlik %1.41; 0.1 M Ca-asetat içeren 9 No.lu örnekte pH 4.35, asitlik %1.50 olarak belirlenmiştir.

Deneme kapsamındaki her üç tuz konsantrasyonunda da, tamponsuz ve tamponlu salamuralarda gerçekleştirilen fermentasyonlar arasında pH değişimi ve asitlik yönünden belirgin farklılıklar tespit edilmiştir (Şekil 1). Tampon içermeyen salamuralarda (No:1, 4, 7) yaklaşık 12 gün süren fermentasyon sonunda pH 3.4 seviyesine düşmüş, titrasyon asitlikleri %0.85-0.9 seviyesinde kalmıştır. 0.05 M tampon içeren örneklerde (No:2, 5, 8) fermentasyonlar salamuranın tuz içeriğine bağlı olarak, 6. ve 12.günler arasında tamamlanmış, fermentasyon sonunda pH 4.06-4.20, asitlik %1.3-1.4 arasında belirlenmiştir. 0.1 M tampon içeren örneklerde (No:3, 6, 9) pH 4.35-4.44 arasında kalmış, asitlik 1.43 - 1.52 seviyesinde tespit edilmiştir.

Tampon içermeyen salamuralarda pH'nın 3.4'e kadar düştüğü görülmekte olup, bu düşük pH larda laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin olumsuz etkileneceği, böylece fermentasyon süresinin uzayacağı ya da ortamda fermente olmamış şekerin kalacağı söylenebilir.

FLEMING (1982) fermente olabilir tüm şekerlerin starter kültür tarafından metabolize edilmesinin sağlanmasını önermekte, aksi halde pastörize olmamış ürünlerde kontrolsüz ikinci bir mikrobiyel gelişmenin görülebileceğini belirtmektedir.

Şekil 1. incelendiğinde, deneme kapsamındaki tüm tuz konsantrasyonlarındaki salamuraya ilave edilen Ca-asetatın fermentasyon sırasında asit gelişimi üzerindeki olumlu etkisi açıkça görülmektedir. Bu olumlu etki FLEMING ve ark (1978, 1988, 1989, 1995) tarafından da belirtilmiştir. Ancak titrasyon asitliğinin belirli normalitedeki baz çözeltisiyle salamura pH sınırın belli bir değere kadar yükseltilmesi yöntemiyle yapıldığı, tampon içeren salamuralarda titrasyon bitiş noktasına erişebilmek için daha fazla baz çözeltisi kullanılacağı, burada dikkate alınmalıdır.

Denge noktasında %3, 4 ve 5 NaCl içerecek konsantrasyonda tamponlu ve tamponsuz olarak hazırlanan salamuralarda tuzun denge noktasına ulaşması fermentasyon boyunca devam etmiş ve genellikle fermentasyonun 9. ve 12.günleri arasında dengeye ulaşabilmiştir. Bu nedenle, laktik asit bakterilerinin ortama çabuk hakim olabilmesi ve kuvvetli bir fermentasyonun gerçekleşmesi istendiğinde salamuranın başlangıç tuz konsantrasyonunun düşük tutulması önerilebilir.

Başlangıçta aynı tuz konsantrasyonunda hazırlanmış olmalarına rağmen, fermentasyon sırasında alınan salamura örneklerinden, tampon içeren salamuralardaki tuz konsantrasyonu yaklaşık %0.1-0.2 birim daha yüksek belirlenmiştir. Benzer durum BUESCHER ve ark (1979) tarafından da belirtilmiş, salamuraya 0.1M CaCl<sub>2</sub> katılması salinometre değerlerini 1.5-2.0 birim (%0.4-0.5) artırmıştır.

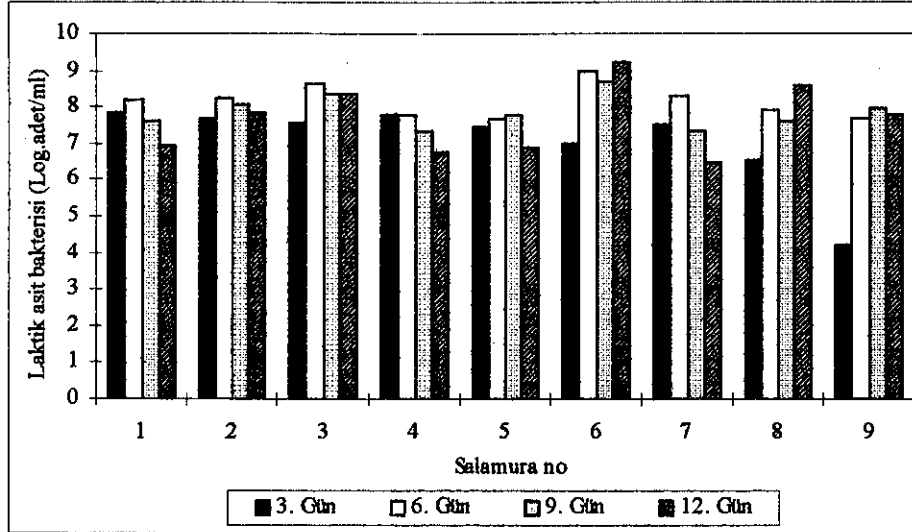
Fermentasyon sırasında değişik zamanlarda alınan salamura örneklerinde çok düşük düzeylerde indirgen şeker saptanmıştır. Bu durum meyveden salamuraya difüze olan şekerlerin laktik asit bakterileri tarafından hızla kullanıldığını ve fermentasyon hızını şekerlerin salamuraya difüzyon hızlarının belirlediğini ortaya koymaktadır. Böylece güvenilir bir starter kullanması durumunda, başlangıçta salamuraya belli miktarda şeker ilavesiyle daha kısa sürede yüksek titrasyon asitliğine ulaşmak mümkün olabilecektir.

Fermentasyon sırasında alınan salamura örneklerinde laktik asit bakterisi, maya ve küf sayımları yapılmış, sonuçlar Çizelge 3.'de verilmiş ve Şekil 2.'de logaritmik olarak grafiklendirilmiştir.

Çizelge 3. Fermentasyon sırasında yapılan mikrobiyolojik sayım sonuçları

Örnek No.	3. gün		6. gün		9. gün		12. gün	
	Laktik asit bakterisi*	Maya*	Laktik asit bakterisi*	Maya*	Laktik asit bakterisi*	Maya*	Laktik asit bakterisi*	Maya*
1	$6.7 \times 10^7$	<10	$1.62 \times 10^8$	<10	$4.10^7$	<10	$8.15 \times 10^6$	<10
2	$4.7 \times 10^7$	<10	$1.78 \times 10^8$	<10	$1.17 \times 10^8$	$4.7 \times 10^4$	$7.1 \times 10^7$	$8.6 \times 10^4$
3	$3.7 \times 10^7$	<10	$4.6 \times 10^8$	<10	$2.3 \times 10^8$	$1.99 \times 10^5$	$2.17 \times 10^8$	$1.68 \times 10^5$
4	$5.9 \times 10^7$	<10	$6.4 \times 10^7$	<10	$2.25 \times 10^7$	<10	$5.9 \times 10^6$	$4 \times 10^3$
5	$2.84 \times 10^7$	<10	$4.7 \times 10^7$	<10	$5.8 \times 10^7$	<10	$7.6 \times 10^6$	<10
6	$9.5 \times 10^6$	<10	$9.4 \times 10^8$	<10	$4.9 \times 10^8$	<10	$1.67 \times 10^6$	<10
7	$3.2 \times 10^7$	<10	$2.08 \times 10^8$	<10	$9.2 \times 10^7$	<10	$3.17 \times 10^6$	$2.7 \times 10^3$
8	$3.66 \times 10^6$	<10	$8.2 \times 10^7$	<10	$4.06 \times 10^7$	<10	$3.63 \times 10^8$	<10
9	$1.61 \times 10^4$	<10	$4.59 \times 10^7$	<10	$8.8 \times 10^7$	<10	$4.7 \times 10^7$	$6 \times 10^3$

\* Adet/ml olarak verilmiştir.



Şekil 2. Fermentasyon süresince laktik asit bakterilerinin gelişimi

Tampon içermeyen salamuralarda (No:1, 4, 7) laktik asit bakteri sayısı 6. günde en yüksek değere ulaşmış, daha sonra, muhtemelen düşen pH'nın etkisiyle azalmaya başlamıştır. Ancak tampon içeren salamuralarda laktik asit bakterisi sayısında fermentasyon boyunca belirgin bir azalma görülmemiş, hatta bazı salamuralarda (No:6, 8, 9) artış gözlenmiştir.

Fermentasyonun 9. gününde %3 tuz içeren salamurada, diğer tuz konsantrasyonlarında ise fermentasyonun 12. gününde az sayıda maya tespit edilmiştir.

Hammaddelerin hazırlanması sırasındaki ön işlemler (seçme, yıkama, klorlama v.b.) ve kavanozlarda anaerobik koşulların sağlanması çabaları nedeniyle küf gelişmesi tespit edilememiştir.

Fermentasyonun tamamlanmasından sonra kavanozlar açılıp hiyar turşularında sertlik belirlenmiş, taze meyvelerdeki sertlik değeri dikkate alınarak hesaplanan % sertlik değişimleri Çizelge 4.'de verilmiştir. 20 adet hiyar turşusunun 3 değişik bölgeden yapılan ölçüm değerlerinin ortalamalarına göre, 13 günlük fermentasyon sonunda %3.12-5.45 arasında bir sertlik kaybı belirlenmiştir. Çok belirgin olmasa da, salamuraya tampon özellik kazandırması amacıyla ilave edilen Ca-asetat içindeki  $Ca^{++}$  iyonları meyvedeki sertliğinin muhafazasına belli oranda katkıda bulunmuştur.

Çizelge 4. Fermentasyon sonunda hıyar turşularında yapılan sertlik analiz sonuçları

Örnek No.	Başlangıç tuz oranı (%)	Başlangıç Ca-asetat oranı (M)	Sertlik (kg)*	Standart sapma	Sertlik değış. (%)
1		0	6.07	0.36	-5.45
2	6	0.1	6.10	0.40	-4.98
3		0.2	6.15	0.54	-4.21
4		0	6.07	0.78	-5.45
5	8	0.1	6.14	0.61	-4.36
6		0.2	6.22	0.50	-3.12
7		0	6.08	0.49	-5.30
8	10	0.1	6.12	0.64	-4.67
9		0.2	6.17	0.41	-3.89

\*Sertlik 60 adet ölçüm ortalamasıdır.

Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada fermentasyon 6-12 gün gibi kısa bir sürede tamamlanmış, Ca<sup>++</sup> iyonunun bağlanması ve dolayısıyla doku sertliğindeki artışın gerçekleşmesi, muhtemelen hıyarların pektin metilasyon derecesindeki azalmaya bağlı olarak sınırlı kalmıştır. Ayrıca, BELL ve ark (1972) salamuralarda bulunan %1'in üzerindeki laktik asitin doku yumuşamasına yol açtığını bildirmişlerdir. Bu nedenle, Ca-asetat içeren araştırma örneklerinde laktik asit olarak %1.3-1.52 arasında değişen oranlarda titrasyon asitliği değerlerine ulaşılması, bu örneklerde sertlik artışını önleyip, bir miktar yumuşamaya da yol açmış olabilir.

## SONUÇ

Salamuraya tampon katılarak pH'nın düzenlenmesi uygulaması ile laktik asit bakterilerinin gelişmesinin düşük pH tarafından sınırlandırılması, bunun sonucunda ortaya çıkan düşük asit verimi ve salamurada şeker kalması gibi sorunların aşılması güvence altına alınabilecektir. Bu çalışmada salamuraya tampon özellik kazandırması amacıyla ilave edilen Ca-asetatın pH stabilitesi, laktik asit bakterilerinin gelişmesi ve asit oluşumu üzerine olumlu etki yaptığı gözlenirken, fermentasyon süresi içerisinde doku sertleştirici etkisi belirlenememiştir.

## 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.
- BELL,T.A., TURNEY, L.J. and ETCHELLS,J.L.1972. Influence of Different Organic Acids on the Firmness of Fresh-Pack Pickles. Journal of Food Science, 37,446-449.
- 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.
- DAESCHEL,M.A. and FLEMING,H.P.,1984.Selection of Lactic Acid Bacteria for Use in Vegetable Fermentations. Food Microbiology, 1(4):303-313.
- DAESCHEL,M.A.,ANDERSON,R.E. and FLEMING,H.P.1987. Microbial Ecology of Fermenting Plant Materials. FEMS Microbiology Reviews, 46, 357-367.
- ETCHELLS,J.L. COSTILOW,,R.N., ANDERSON,T.E. and BELL,T.A. 1964. Pure Culture Fermentation of Brined Cucumbers. Applied Microbiology, 12 (6):523-535.
- ETCHELLS,J.L., BELL,T.A., FLEMING,H.P., KELLING,R.E. and THOMPSON,R.L. 1973. Suggested Procedure for the Controlled Fermentation of Commercially Brined Pickling Cucumbers - the Use of Starter Cultures and Reduction of Carbon Dioxide Accumulation. Pickle Pack Science, 3, 4-14.
- ETCHELLS,J.L., FLEMING,H.P., HONTZ,L.H., BELL,T.A. and MONROE,R.J. 1975. Factors Influencing Bloaters Formation in Brined Cucumbers During Controlled Fermentation. Journal of Food Science, 40, 569-575.
- FLEMING,H.P., THOMPSON,R.L., ETCHELLS,J.L., KELLING,R.E. and BELL,T.A. 1973a. Bloaters Formation in Brined Cucumbers Fermented by Lactobacillus plantarum. Journal of Food Science, 38, 499-503.

HOWARD ve BUESCHER (1990)'e göre, hıyar dokularına bağlı Ca<sup>++</sup> iyonunun miktarı pektin metilasyon derecesi tarafından sınırlandırılmaktadır. MCFEETERS ve ARMS-TRONG (1984) pektin metilasyon derecesinin taze hıyarlarda %54 iken, fermente hıyarlarda bu oranın %16.3 olduğunu, MCFEETERS ve ark (1995) ise taze hıyarlarda %55.1 olarak belirlenen metilasyon derecesinin 24 günlük fermentasyon sonunda %15.1'e düştüğünü bildirmişlerdir.



- FLEMING,H.P., THOMPSON,R.L., ETCHELLS,J.L., KELLING,R.E. and BELL,T.A. 1973b. Carbon Dioxide Production in the Fermentation of Brined Cucumbers. *Journal of Food Science*, 38,504-506.
- 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 DAESCHEL,M.A. 1985. The Lactobacilli, Pediococci and Leuconostocs: Vegetable Products., In:S.E. Gilliland (Ed), *Bacterial Starter Cultures for Foods*, Chap. 8, p. 98-108, CRC Press, Inc.,Boca Raton, Florida
- 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., DAESCHEL,M.A., MCFEETERS,R.F. and PIERSON,M.D. 1989. Butyric Acid Spoilage of Fermented Cucumbers. *Journal of Food Science*, 54(3):636-639.
- FLEMING,H.P. 1991.Mixed Cultures in Vegetable Fermentations. In:J.G.Zeikus. E.A.Johnson. (Eds). *Mixed Cultures in Biotechnology*. Chap.4,p.69-103. McGraw-Hill. Inc. New York.
- 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,DC.
- 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.
- HUDSON,J.M. and BUESCHER,R.W. 1980. Prevention of Soft Center Development in Large Whole Cucumber Pickles by Calcium. *Journal of Food Science*, 45,1450-1451.
- MCDONALD,L.C., FLEMING,H.P. and DAESCHEL,M.A. 1991. Acidification Effects on Microbial Populations During Initiation of Cucumber Fermentations. *Journal of Food Science*, 56 (5):1353-1359.
- MCFEETERS,R.F. and ARMSTRONG,S.A. 1984. Measurement of Pectin Methylation in Plant Cell Walls. *Analytic Biochemistry*,139,212-217.
- MCFEETERS,R.F., BALBUENA,M.R. and FLEMING,H.P. 1995. Softening Rates of Fermented Cucumber Tissue Effects of pH, Calcium and Temperature. *Journal of Food Science*, 60 (4):786-788.
- PEDERSON.C.S. and ALBURY.M.N. 1961.The Effect of Pure-Culture Inoculation of Fermentation of Cucumbers. *Food Technology*, 15, 351-354.
- RODRIGO,M., LAZARO,M.J., GARCIA,G., CONESA,F. and SAFON,J. 1992. Pilot Study of Cucumber Fermentation: Diffusing Gases and BLOATER Damage. *Journal of Food Science*, 57 (1):155-160.
- THOMPSON,R.L., FLEMING,H.P. and MONROE,R.J. 1979. Effects of Storage Conditions on Firmness of Brined Cucumbers. *Journal of Food Science*, 44,843-846.
- 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.