

DEPOLANMIŞ HIYAR TURŞULARARININ KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE pH'NİN ETKİSİ¹

THE EFFECT OF pH ON CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERS OF STORED CUCUMBER PICKLE

Filiz ÖZÇELİK, Tolga ULU

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: Bu çalışmada, fermentasyonu tamamlamış hıyar turşusunun pH kontrolü ile depolanması sırasında ürün kalitesine ve mikrobiyel stabiliteye ilişkin sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır. Denge noktasında %4 NaCl, %0,2 CaCl₂ ve %0,2 asetik asit içeren salamurada, *Lactobacillus plantarum* ile aşılansarak, hıyar turşusu üretimi gerçekleştirilmiştir. Fermentasyonun gidişi pH, titrasyon asitliği, indirgen şeker, tuz ve mikrobiyolojik analizler yapılarak izlenmiştir. Fermentasyon sonunda doğal pH'ya sahip, bunun 0,2 ve 0,4 pH altına asitlendirilmiş 3 grup yapılmış, doğal pH'da ayrı bir grup 75 °C ' de 15 dakika pastörize edildikten sonra depolama denemelerine alınmıştır. Oluşturulan 4 deneme gurubu 20 °C' de 2, 4 ve 6 ay depolandıktan sonra açılan kavanozların kimyasal, mikrobiyolojik, sertlik ve duyu analizi yapılmış olup; bu makalede çalışmanın kimyasal ve mikrobiyolojik bulguları özetlenmiştir. Sonuç olarak; hıyar turşularının asitlendirilerek pH'sı düşürülmüş salamuralar içinde depolanması mikrobiyel gelişmeyi yavaşlatmakta, ancak önleyememekte, gerçek anlamda mikrobiyel güvenlik pastörizasyon uygulaması ile sağlanabilmektedir.

ABSTRACT: In this study, it was aimed to determine the problems related to the product quality and microbiological stability of fermented cucumber pickles during storage with pH control. Cucumber were fermented in brine containing equilibrium concentration of 4% NaCl, 0.2% CaCl₂, 0.2% acetic acid and inoculated with *Lactobacillus plantarum* culture. Fermentation brine was assayed periodically for pH, titratable acidity, salt, reducing sugar and microbiological population during fermentation. At the end of the fermentation, there groups having naturel pH and acidified to 0.20 and 0.40 less pH than naturel pH were prepared. Another group at naturel pH was stored after pasteurisation at 75°C for 15 minutes. Parties taken from these four groups were put into jars and stored at 20 °C. Chemical, microbiological, sensorial analysis and firmness test were performed on the samples after 2, 4 and 6 months of storage periods. In this paper, chemical and microbiological results of the study were summarised. Storing the cucumber pickle in the low pH brine by acidification slow down the microbial activity, but could not inactivated; microbiological safety was ensured by pasteurisation.

GİRİŞ

Sebze ve meyvelerin salamura içerisinde laktik asit fermentasyonuna uğratılması, meydana gelen asitin ve ortamda bulunan tuzun koruyucu etkisiyle dayanıklı hale getirilmesi, çok eski yıllardan buyana bilinen bir uygulamadır. Böylece sebze ve meyveler 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.

Geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen doğal turşu fermentasyonlarında, özellikle yüksek tuz konsantrasyonlarında, fermentasyondan sonra ortamda kalan fermente olabilen şekerler mayalar tarafından kullanılarak, kontrolsüz ikinci bir mikrobiyel gelişmeye neden olabilmektedirler (ÖZÇELİK ve İÇ 1996). Son yıllarda, dış satım olanağı giderek yükselen bir ürün haline gelen hıyar turşusunun ülke ekonomisindeki öneminin artmasıyla, üretimde güvence ve daha yüksek kalite anlayışları gündeme gelmektedir.

Salamuranın asitlendirilmesinin mikrobiyel populasyon üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (McDONALD ve ark. 1991) heterofermentatif laktik asit bakterileri 1. günde %60-100 oranında baskın olarak

¹Bu çalışma Tolga Ulu tarafından hazırlanan Yüksek Lisans Tezi'nin bir bölümüdür.

gelişmiştir. 3. günde ise homofermentatif laktik asit bakterileri asetik asit + tampon içeren salamuralarda %99 oranında baskın hale gelmiş, asitlendirilmemiş salamuralarda ise 3. günde %50, 5. günde %99 oranında gelişmişlerdir.

Hıyar turşularında doku sertliğinin korunması için uygun koşulların araştırıldığı bir çalışmada (GUILLOU ve ark. 1992) % 0-5 tuz içeren salamuradaki doğal fermentasyonlarda başlangıçta 10^2 - 10^3 kob/mL düzeyinde olan laktik asit bakterisi sayısı ikinci haftada yaklaşık 10^9 kob/mL düzeyine ulaşırken, % 10 tuz içeren salamuralarda sayıları 10^7 kob/mL düzeyinde kalmıştır. Maya sayısı ise %10'a kadar NaCl içeren salamuralarda ilk dört hafta içerisinde 10^1 - 10^7 kob/mL arasında değişmiş, küf sayısı bazı salamuralarda 10^5 kob/mL düzeyine çıkmıştır.

Kontrollü fermentasyon koşullarında, başlangıç pH'sı 4.6 olan salamuralara ilave edilen saf kültür, fermentasyonun ilk birkaç gününde baskın iken, doğal olarak gelişen laktik asit bakterileri giderek baskın olmuş ve fermente olabilen şekerlerin %95'ini tüketerek aktif fermentasyonu tamamlamışlardır. Bu çalışmada salamuranın asitlendirilmesi ve tamponlanması, başlangıçta 10^6 kob/mL düzeyinde bulunan enterobakter gelişmesini etkili biçimde baskılamış ve 3. günden sonra enterobakter gelişmesi belirlenmemiştir (FLEMING ve ark.1988).

UYLAŞER ve ark.(1999) turşu fermentasyonunda maya gelişmesini baskılamak amacıyla kullanılan potasyum sorbatın fermentasyona etkisini ve elde edilen ürüne geçen koruyucu madde miktarını araştırmışlardır.

Fermentasyonunu tamamlamış hıyar turşularının pastörizasyon uygulamasıyla dayanıklı hale getirilmelerinin (HOWARD ve BUESHER 1990, İÇ ve ark 1999, ÖZÇELİK ve İÇ 2000) yanında, fermentasyondan önce hıyarlara ısıtma işlemi uygulanarak (FLEMING ve ark 1996) hem mikrobiyel 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 üzerinde çalışılmıştır.

Bu çalışmada fermentasyonu tamamlamış hıyar turşusunun kısmen düşük tuzlu salamura içinde, pH kontrolü ile depolanması sırasında ürün kalitesinin korunabilmesine ilişkin sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır; bu makalede ise çalışmanın kimyasal ve mikrobiyolojik bulguları özetlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Bursa yöresinden sağlanan kornişon çeşidi TS 11112 (Hıyar Turşusu Standardı)'ye uygun 2 numara turşuluk hıyarlar ve başlatıcı kültür olarak *Lactobacillus plantarum* 11B kullanılmıştır. Salamura hazırlamada TS 11112'ye uygun su ve tuz, $\text{CaCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Merck), buzlu asetik asit kullanılmıştır. Fermentasyon, kapak açılmaksızın bir taraftan azot gazı verip diğer taraftan salamura örneğinin alınmasına olanak sağlayacak şekilde kapağına bir çift hortum monte edilmiş, 20 litre hacimli plastik bidonlarda izlenmiştir. 2, 4 ve 6 aylık depolama çalışmaları bir litre hacimli hermetik kapaklı cam kavanozlarda gerçekleştirilmiştir.

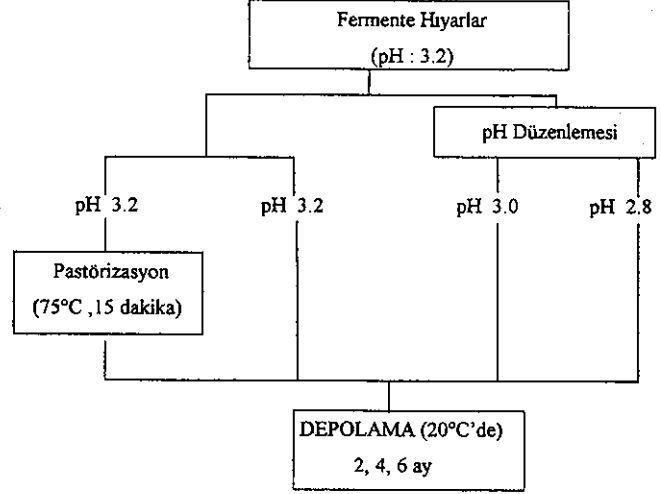
Turşuluk hıyarlar musluk suyu ile yıkanarak toz ve toprak gibi kaba kirleri uzaklaştırmış, klorlu su içerisinde (20 litre musluk suyuna 10 mg aktif klor içeren 0,5 mg'lık iki tablet) 15 dakika bekletildikten sonra musluk suyu ile tekrar yıkanarak klor uzaklaştırılmıştır. Denge durumunda %4 NaCl içerecek biçimde, eşit ağırlıkta hıyar ve salamura oranına göre, başlangıçta iki kat tuz konsantrasyonunda hazırlanan salamuraya dengeye ulaştığında %0,2 olacak şekilde CaCl_2 ve yine aynı oranda asetik asit ilave edilmiştir. Fermentasyon kapları, ortama alıştırmak amacıyla %4 NaCl içeren hıyar suyu içerisinde 24 saat geliştirilen starter kültür ile %2 oranında aşılansmıştır.

Fermentasyon denemeleri 22 ± 2 °C'de karanlık bir odada paralelli olarak gerçekleştirilmiş, belli aralıklarla alınan salamura örneklerinde pH, titrasyon asitliği, tuz, indirgen şeker, toplam laktik asit bakterisi sayısı ve toplam maya-küf sayısı belirlenmiştir.

Fermentasyonu tamamlayan turşular depolama denemeleri için 4 gruba ayrılmış; ilk grubun pH'sı fermentasyon sonu doğal pH'da tutulmuş, ikinci grubun pH'sı saf laktik asit (Merck) ilavesiyle fermentasyon

sonu pH'ya göre 0,20 düşürülmüş, üçüncü grubun pH'sı da 0,40 düşürülmüştür. Salamura pH'larının yeniden düzenlenmesi aşamasında eşit miktarda hıyar turşusu ve salamura mikserden geçirilmiş, 100 mL bulamacın pH'sını düşürmek için gerekli 1 M laktik asit üzerinden tüm salamura için gerekli laktik asit miktarı hesaplanmıştır. Son grup ısıtma işlemi uygulanacağı için doğal pH'da bırakılmıştır.

Dört değişik uygulamanın herbiri için 6 adet bir litre hacimli cam kavanozlar hazırlanmış; eşit hacimde hıyar ve pH'sı düzenlenmiş salamura, tepe boşluğu da dikkate alınarak, kavanozlara doldurulduktan sonra kapakları kapatılmıştır. Isıtma işlemi uygulanan grup için hıyar turşusu ve salamura dolu kavanozlar 15 dakika 75 °C'lik su banyosunda tutulmuş, süre sonunda kapakları yeniden sıkıştırılmıştır. Örneklerin depolanabilme olanakları 20 ± 2 °C'de sıcaklık kontrollü karanlık bir odada 2, 4 ve 6 ay süre ile, iki tekerrürlü olarak test edilmiştir (Şekil 1). Depolama sonunda salamura örneklerinde pH, titrasyon asitliği, tuz, şeker ve mikrobiyolojik analizler (toplam laktik asit bakterisi, toplam maya-küf) ÖZÇELİK ve ark (2001)'na göre yapılmıştır.



Şekil 1. Depolama için uygulanan deneme deseni

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fermentasyon izleme ve depolama denemesi olmak üzere iki kısımdan oluşan çalışmanın bulguları işlem sırasına göre verilmiştir.

Fermentasyon İzleme Bulguları

Fermentasyon kaplarının aşılmasından sonra gelişen laktik asit fermentasyonu ile titrasyon asitliğinde artış, asit oluşumuna paralel olarak da bir süre sonra, pH değerlerinde ve indirgen şeker miktarlarında azalma, tuz miktarlarında dengenin oluşumuyla yarı değerlere düşme beklenmiştir.

Hıyarların salamuraya konmasıyla birlikte hemen hızlı bir besin ve madde alışverişi başlamış, kullanılan starter kültürün etkisiyle titrasyon asitliği değerleri hızla yükselmiştir. İlk 4 gün çok hızlı olan yükselme, 10. güne kadar devam etmiştir. Fermentasyon sırasında en yüksek titrasyon asitliği değerine 10. günde ulaşılmış olup, laktik asit cinsinden %1,04 olarak tespit edilmiştir.

Fermentasyon sırasında titrasyon asitliği değerinin 10.günden başlayarak sabit bir düzeye geldiği ve bu süreden sonra çok küçük değişimler olmakla birlikte, genelde aynı kaldığı Çizelge 1'de görülmektedir. Böylece laktik asit fermentasyonunun 8-10 gün içerisinde tamamlandığı söylenebilir.

Fermentasyon sırasında artan titrasyon asitliği değerlerine bağlı olarak pH değerleri de 2. günden başlayarak belirgin olarak azalmıştır. 1. gün 4,30 olan pH değeri 8.gün 3,21'e, 12.gün 3,20'ye düşmüştür. Örneklerdeki en düşük pH değerine 12. günde ulaşılmışsa da, pH değerlerinde 8. günden sonra meydana gelen değişimlerin çok az düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Fermentasyon sonunda ise salamurada belirlenen pH değeri 3,20 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Salamuradaki tuz miktarının ise; başlangıç tuz konsantrasyonu (%8) dikkate alındığı zaman, yaşanan madde alışverişi nedeni ile ilk 2 gün içinde hızlı bir şekilde düştüğü ve bunun sonucu olarak 10. günün sonunda dengeye ulaştığı, daha sonra fazla değişmeden kaldığı görülmektedir (Çizelge 1.). İlk gün %4,30 olan tuz değeri, 4. gün %4,21, 12. gün %4,07 olarak tespit edilmiştir. Genellikle tuz tayini ile elde edilen değerler beklenenden bir miktar fazla bulunmuştur. Benzer bir durum ÖZÇELİK ve ark. (1998) tarafından da belirtilmiş,

Çizelge 1. Fermentasyon Süresince Hıyar Turşusu Salamurasındaki Kimyasal Değişimler

FERMENTASYON SÜRESİ (GÜN)	TİTRASYON ASİTLİĞİ (%)			pH			TUZ (%)			İNDİRGEN ŞEKER (%)		
	1	2	ORT	1	2	ORT	1	2	ORT	1	2	ORT
1	0,34	0,36	0,35	4,33	4,27	4,30	4,32	4,28	4,30	0,20	0,18	0,19
4	0,72	0,74	0,73	3,48	3,44	3,46	4,24	4,18	4,21	0,13	0,11	0,12
5	0,84	0,84	0,84	3,27	3,25	3,26	4,20	4,16	4,18	0,10	0,08	0,09
6	0,88	0,92	0,90	3,24	3,24	3,24	4,15	4,15	4,15	0,07	0,09	0,08
7	0,95	0,97	0,96	3,23	3,23	3,23	4,14	4,12	4,13	0,07	0,07	0,07
8	0,99	1,03	1,01	3,21	3,21	3,21	4,14	4,10	4,12	0,07	0,05	0,06
10	1,04	1,04	1,04	3,20	3,21	3,21	4,10	4,06	4,08	0,05	0,05	0,05
12	1,03	1,05	1,04	3,20	3,20	3,20	4,08	4,06	4,07	0,04	0,04	0,04

başlangıçta aynı tuz konsantrasyonunda hazırlanmış olmalarına rağmen, fermentasyon sırasında alınan salamura örneklerinden tampon madde içeren salamuradaki tuz konsantrasyonu %0,1-0,2 birim daha yüksek belirlenmiştir. Ayrıca ŞAHİN ve AKBAŞ (2001)'in çalışmasında kalsiyumklorür içeren salamurada tuz miktarı 13. günün sonunda, başlangıçta beklenenden biraz daha yüksek olarak belirtilmiştir.

Salamuralarda bulunan indirgen şeker miktarları da, mikrobiyel popülasyonun hızla çoğalmasına paralel olarak, 2. günden başlayarak hızla azalmış, 5. günden itibaren ise ortamda gelişen fermentatif mayalar da arta kalan indirgen şekerden yararlanmışlardır. Fermentasyonun ilk günlerinde salamura örneklerinde belirlenen indirgen şeker miktarlarındaki farklılığın ise aynı olgunluk derecesindeki hammaddenin bidonlara eşit olarak dağılmamasından ve her bidon içerisinde ilk 2 gün içinde farklı yoğunlukta bir mikrobiyel gelişme ortaya çıkmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Salamurada bulunan indirgen şeker miktarı 5.güne kadar hızlı bir şekilde düşmüş, 6.günden itibaren ancak çok küçük bir değişim olmuştur. Fermentasyon sonunda salamurada çok düşük düzeylerde indirgen şeker belirlenmesi, fermentasyon aşamasında fermente olabilen şekerlerin tümünün metabolize olduğunu göstermektedir

Mikrobiyel gelişme, fermentasyonun 1., 5. ve 12. günlerinde laktik asit bakterisi ve maya sayımı yapılarak izlenmiştir (Çizelge 2).

Fermentasyonun 1.gününde $7,4 \times 10^4$ ve $1,2 \times 10^5$ (kob/mL) olarak tespit edilen laktik asit bakterisi sayısı 5.günde en yüksek değerine ulaşmıştır (Çizelge 2.). Başlangıç sayısının bu kadar yüksek olmasının nedeni salamuraya aktif starter (*L. plantarum* 11B) ilavesiyle birlikte bakterinin hızla gelişmesidir. Fermentasyon sonunda artan asitlik ve şekerin tüketilmiş olması nedeniyle laktik asit bakterisi sayısı $4,1 \times 10^7$ ve $5,7 \times 10^7$ (kob/mL) seviyelerine düşmüştür.

Laktik asit bakterileri sayısının ulaştığı en yüksek değerler incelendiğinde, elde edilen sonuçların FLEMING ve ark. (1983)'nin $1,35 \times 10^7$ kob/ mL, GUILLOU ve FLOROS (1993)'un 10^9 kob/g, ÖZÇELİK ve ark. (1998)'nin $7,6 \times 10^6$ adet/mL, İÇ ve ark. (2001)'nin $8,3 \times 10^8$ adet/mL ÖZÇELİK ve ark.(2001)'nin $7,1 \times 10^8$ olarak çalışmalarında ulaştıkları sonuçlara benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 2. Fermentasyon Süresince Hıyar Turşusu Salamurasındaki Mikrobiyolojik Değişimler(kob/mL)

BİDON NO	MİKROORGANİZMA GRUBU	FERMENTASYON SÜRESİ (GÜN)		
		1	5	12
1	LAB*	$7,4 \times 10^4$	$3,0 \times 10^8$	$4,1 \times 10^7$
	MAYA	<10	$3,0 \times 10^5$	$1,1 \times 10^6$
2	LAB*	$1,2 \times 10^5$	$6,8 \times 10^8$	$5,7 \times 10^7$
	MAYA	<10	$1,4 \times 10^5$	$7,2 \times 10^5$

* LAB: Laktik asit bakterisi

Laktik asit fermentasyonunda, önemli diğer bir mikroorganizma grubunu da mayalar oluşturmaktadır. Fermentasyon sırasında alınan salamura örneklerinde maya sayımları yapılmış, başlangıçta çok küçük sayılarda bulunan mayalar zamanla salamurada gelişme olanağı bulmuşlardır. Fermentasyonun 1.gününde salamurada <10 kob/mL düzeyinde bulunan mayalar, pH değerinin düşmesi sonucu gelişmeleri sınırlanan laktik asit bakterilerinin yararlanamadıkları şekerleri kullanarak gelişme olanağı bulmuşlardır. Bununla birlikte, fermentasyon sırasında maya sayısında 5.günden sonra büyük bir artış olmamıştır. Fermentasyonun 5.günü maya sayısı $3,05 \times 10^5$ ve $1,4 \times 10^5$ kob/mL, 12. günü ise $1,1 \times 10^6$ ve $7,2 \times 10^5$ kob/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Salamura örneklerindeki küf varlığına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, bütün örneklerdeki küf sayısının fermentasyon süresince <10 kob/mL düzeyinde kaldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada hammaddenin klorlanmasının ve fermentasyonun kapalı kaplarda gerçekleştirilmesinin küf popülasyonunun gelişmesini önlediği düşünülmektedir.

Depolama Denemelerine Ait Bulgular

2, 4 ve 6 aylık depolama sonunda yapılan titrasyon asitliği analiz sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir. 2 ay depolama sonunda 1A, 1B, 2A ve 2B kodlu örneklerin pH'larında ayarlama yapılmadığından dolayı, fermentasyon sonucunda elde edilen sonuçlarla aralarında çok az değişim görülmüştür. pH'sı 0,20 düşürülen 3A ve 3B gruplarında, fermentasyon sonundaki sonuçlara oranla, titrasyon asitliğinde belirgin bir artış gözlenmiştir. 3A ve 3B gruplarının 2., 4. ve 6.ay sonuçları sırası ile %1,46, %1,47, %1,47 olarak tespit edilmiştir. pH'sı 0,40 düşürülen 4A ve 4B gruplarındaki titrasyon asitliğinde çok daha fazla bir yükselme gözlenmiş ve 4A grubunda 2., 4. ve 6. aylarda sırasıyla %1,92, %1,92, %1,93; 4B grubunda ise sırası ile %1,92, %1,93 ve %1,93 olarak tespit edilmiştir. Tüm deneme gruplarında 2., 4. ve 6. aylarda yapılan titrasyon asitliği analiz sonuçları arasında çok az değişim gözlenmiş olup, bu değişim % 0,1 düzeyindedir (Çizelge 3).

FLEMİNG ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada titrasyon asitliği değerlerini, depolamanın 12. ayında pH'sı 3,5 olan grupta %1,08, pH'sı 3,0 olan grupta 1,33 olarak bulmuşlardır. Ayrıca, İÇ ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada titrasyon asitliği değerlerini, depolamanın 3. ayında, pH'sı 3,39 olarak ölçülen grupta %0,86, pH'sı 3,38 olarak ölçülen ve ısıtma işlemi uygulanan grupta %0,87, pH'sı 3,51 olarak ölçülen ve ısıtma işlemi uygulanan grupta %0,88 olarak bulmuşlardır. Sonuçlar değerlendirilirken İÇ ve ark. (1999)' nın bu çalışmada CaCl_2 yerine Ca-asetat kullanarak salamurayı tamponladıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Elde ettiğimiz sonuçların bu sonuçlarla uyumlu oldukları görülmektedir.

Fermentasyon sonunda, hiyar turşuları 4 gruba ayrılmış ve salamura pH'ları ayarlanmıştır. 2 aylık depolama süresinin sonunda yapılan pH tayinleri sonunda, başlangıçta pH'sı 3,20 olan 1A ve 1B gruplarında pH 3,24; pH'sı 3,20 olan ısıtma işlemi uygulanmış 2A grubunda pH 3,24, 2B grubunda 3,26; pH'sı 3,0 olan 3A ve 3B gruplarında pH 3,05; pH'sı 2,80 olan 4A grubunda pH 2,87, 4B grubunda pH 2,89 olarak bulunmuştur. pH ölçümleri sonunda tüm grupların pH'larında 0,04-0,09 arasında bir artış gözlenmiştir. Depolamanın 4. ve 6. ayının sonunda elde edilen pH sonuçlarıyla 2.ayın sonunda elde edilen pH sonuçları arasında önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir(Çizelge 3).

2, 4 ve 6 aylık depolama sonunda yapılan tuz analizi sonuçları, fermentasyon sonunda elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında önemli olmayan bir değişim göstermektedir. Depolama dönemleri sonunda salamura örneklerinde saptanan indirgen şeker miktarlarında, fermentasyon sonunda tespit edilen indirgen şeker değerinden %0,01-0,04 oranında artış gözlenmiş olup, bu farklılık önemli kabul edilmemiştir. İÇ ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada indirgen şeker değerlerini, ısıtma işlemi uygulanmayan grupta 3 ve 6 aylık depolama sonunda %0,05; ısıtma işlemi uygulanan grupta 3 ay depolama sonunda %0,06, 6.ayın sonunda %0,05 olarak bulmuşlardır. Elde ettiğimiz sonuçların, bu sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir.

2, 4 ve 6 aylık depolama sonunda örneklerin salamuralarında laktik asit bakterileri sayılmış, ısıtma işlemi uygulanmış 2A ve 2B örneklerinde yapılan sayımlarda laktik asit bakterilerine rastlanmamıştır(Çizelge 4).

Bu sonuçlara göre, ısıtıl işlem uygulanmayan gruplarda laktik asit bakterilerinin depolama süresince aktif kaldığı söylenebilir. Ancak laktik asit bakterisi sayısının depolanma süresince azaldığı, düşük pH'lar da ise 6.ayın sonunda çok az miktarda olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada 6.ay sonunda salamuralarda bulunan laktik asit bakterisi sayısındaki azalma, GUILLOU ve ark. (1992)'nin fermentasyon sırasında $10^7 - 10^9$ kob/g düzeyine çıkan laktik asit bakterisi sayısının depolamanın 18. haftasında 10^1 kob/g düzeyine düştüğünü belirttiği bulguları doğrulamakta olup, belirtilen kaynakta verileden daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. İÇ ve ark.(1999) yaptıkları çalışmada laktik asit bakterisi sayısını, normal fermentasyon pH'sında depolanan hıyar turşularında, 3.ay sonunda $1,0^8 \times 10^5$ kob/mL ve 6.ay sonunda 1×10^4 kob/mL olarak bulmuşlar, ısıtıl işlem uygulanan grupta ise laktik asit bakterisine rastlamamışlardır. ÖZÇELİK ve İÇ (2000) ise 20 °C'de depolanan hıyar turşularında laktik asit bakterisi sayısını

3.ay sonunda $7,9 \times 10^4 - 7,8 \times 10^6$ kob/mL, 6.ay sonunda $1,4 \times 10^4 - 3,7 \times 10^5$ kob/mL arasında; 4 °C'de depolanan turşularda 3.ay sonunda $1,6 \times 10^5 - 1,4 \times 10^6$ kob/mL, 6.ay sonunda $4,5 \times 10^4 - 6,1 \times 10^5$ kob/mL arasında belirlemişler, ısıtıl işlem uygulanan örneklerde laktik asit bakterisine rastlanmadığını bildirmişlerdir.

2, 4 ve 6 aylık depolama sonunda yapılan maya sayımında, ısıtıl işlem uygulanmış 2A ve 2B gruplarında mayaya rastlanmamıştır. (Çizelge 4).

Bu çalışmada bulunan sonuçlara göre, maya sayısı depolama süresince azalmasına rağmen (4B grubu hariç) tamamen yok olmamıştır. GUILLOU ve ark.(1992) yaptıkları çalışmada, depolama sırasında salamuralarda 105-107 düzeyinde maya geliştiğini tespit etmişlerdir. ETCHELLS ve ark. (1952)

Çizelge 3. Depolama Süresince Hıyar Turşusu Salamurasındaki Kimyasal Değişmeler

ÖRNEK	UYGULAMA		ANALİZLER	DEPOLAMA SÜRESİ		
	pH	P*		2 AY	4 AY	6 AY
1A	3,2	-	Titrasyon Asitliği**	1,06	1,06	1,07
			pH	3,24	3,24	3,24
			Tuz	4,03	4,05	4,06
			İndirgen Şeker	0,05	0,05	0,05
1B	3,2	-	Titrasyon Asitliği**	1,06	1,07	1,07
			pH	3,24	3,24	3,25
			Tuz	4,05	4,07	4,07
			İndirgen Şeker	0,05	0,05	0,04
2A	3,2	+	Titrasyon Asitliği**	1,05	1,05	1,06
			pH	3,24	3,26	3,24
			Tuz	4,04	4,06	4,07
			İndirgen Şeker	0,07	0,06	0,06
2B	3,2	+	Titrasyon Asitliği**	1,05	1,05	1,06
			pH	3,26	3,24	3,26
			Tuz	4,06	4,05	4,04
			İndirgen Şeker	0,08	0,07	0,07
3A	3,0	-	Titrasyon Asitliği**	1,46	1,47	1,47
			pH	3,05	3,05	3,06
			Tuz	4,08	4,06	4,05
			İndirgen Şeker	0,05	0,05	0,06
3B	3,0	-	Titrasyon Asitliği**	1,46	1,47	1,47
			pH	3,05	3,06	3,06
			Tuz	4,05	4,05	4,03
			İndirgen Şeker	0,06	0,05	0,05
4A	2,8	-	Titrasyon Asitliği**	1,92	1,92	1,93
			pH	2,87	2,87	2,86
			Tuz	4,07	4,06	4,07
			İndirgen Şeker	0,06	0,05	0,07
4B	2,8	-	Titrasyon Asitliği**	1,92	1,93	1,93
			pH	2,89	2,89	2,87
			Tuz	4,06	4,04	4,06
			İndirgen Şeker	0,07	0,07	0,08

* P : Pastörizasyon (+) var, (-) yok

** : % Laktik asit olarak

salamuralamadan 70-110 gün sonra salamuralarda fermentatif mayaların bulunduğunu, depolanan turşularda ise mayaların 12-14 ay süresince hala aktif olduğunu, İÇ ve ark. (1999) 6 aylık depolama süresinde maya gelişmesinin olmadığını belirlemişlerdir. ÖZÇELİK ve İÇ (2000) ise, maya sayısını 20 0C'de depolanan turşularda 3.ay sonunda $2,0 \times 10^1$ - $3,5 \times 10^1$ kob/mL, 6.ay sonunda $2,0 \times 10^1$ - $1,2 \times 10^5$ kob/mL arasında, 4 C'de depolanan turşularda 3.ay sonunda $3,0 \times 10^1$ - $2,1 \times 10^4$ kob/mL, 6.ay sonunda <10 - $2,1 \times 10^3$ kob/mL arasında belirlemişler, ısıtılmış gruplarda mayaya rastlamamışlardır.

Depolama işlemi yapılan örneklerin küf sayımı sonucunda, örneklerde küf tespit edilmemiş olup; İÇ ve ark.(1999) ile ÖZÇELİK ve İÇ (2000) 'in bulgularıyla uyum sağlamaktadır.

Çizelge 4. Depolama Süresince Hıyar Turşusu Salamurasındaki Mikrobiyolojik Değişimler (kob/mL)

ÖRNEK NO	UYGULAMA		MİKRO ORGANİZMA GRUBU	DEPOLAMA SÜRESİ		
	pH	P*		2. AY	4. AY	6. AY
1A	3,20	-	LAB**	$2,8 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$
			MAYA	$9,8 \times 10^3$	$5,9 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$
1B	3,20	-	LAB**	$2,5 \times 10^4$	$7,6 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$
			MAYA	$1,1 \times 10^4$	$6,7 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$
2A	3,20	+	LAB**	<10	<10	<10
			MAYA	<10	<10	<10
2B	3,20	+	LAB**	<10	<10	<10
			MAYA	<10	<10	<10
3A	3,0	-	LAB**	$1,6 \times 10^3$	$4,5 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
			MAYA	3×10^2	9×10^1	4×10^1
3B	3,0	-	LAB**	$2,6 \times 10^3$	$5,7 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$
			MAYA	$9,8 \times 10^2$	5×10^2	$8,8 \times 10^2$
4A	2,80	-	LAB**	9×10^2	$4,5 \times 10^2$	6×10^1
			MAYA	$1,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	3×10^2
4B	2,80	-	LAB**	$3,1 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$5,7 \times 10^2$
			MAYA	$2,8 \times 10^3$	$8,6 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$

* P : pastörizasyon; (+) var, (-) yok

** LAB : laktik asit bakterisi

SONUÇ

Hıyar turşularının, fermentasyondan sonra asitlendirilerek pH'sı düşürülmüş salamuralar içinde depolanması mikrobiyel aktiviteyi yavaşlatmakta, ancak pH 2.8 'e kadar asitlendirilmiş salamuralarda bile mikrobiyel aktivite görülmektedir. Salamuraya duyuşal olarak kabul edilebilecek düzeyde asit ilavesi ile hıyar turşularının depolanması aşamasında, gerçek anlamda mikrobiyel güvenlik sağlanamamaktadır. Fermentasyon sonrası doğal pH' da (pH 3,20) pastörize edilerek (75 °C 'de 15 dakika) muhafaza edilen hıyar turşularında bakteri, maya ve küf gelişmesi belirlenmemiştir. Böylece, ısıtılmış uygulama ile hıyar turşularının mikrobiyel açıdan güvenli bir biçimde depolanabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- ETCHELLS, J. L., COSTILOW, R. N. and BELL, T. A. 1952. Identification of yeasts from commercial cucumber fermentations in northern brining areas. *Farlowia* 4 249-264. Alınmıştır. U. S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- FLEMING, H. P., MCFEETERS, R. F., THOMPSON, R. L. and SANDERS, D. C. 1983. Storage stability of vegetables fermented with pH control. *J Food Sci.* 48 (1) 975-981.
- FLEMING, H. P., MCFEETERS, R. F., DAESCHEL, M. A., HUMPHRIES, E. G. and THOMPSON, R. L. 1988. Fermentation of cucumbers in aerobic tanks. *J Food Sci.* 53 (1) 127-133.
- 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. *J Food Sci.* 61 (1) 832-836.
- HOWARD, L. R. and BUESCHER, R. W. 1990. Cell wall characteristics and firmness of fresh pack cucumber pickles affected by pasteurization and calcium chloride. *J Bi chem.* 14 31-43.
- GUILLOU, A. A., FLOROS, J. D. and COUSIN, M. A. 1992. Calcium chloride and potassium sorbate reduce sodium chloride used during natural cucumber fermentation and storage. *J Food Sci.* 57 (6) 1364-1368.

- GUILLOU, A. A. and FLOROS, J. D. 1993. Multiresponse optimization minimizes salt in natural cucumber fermentation and storage. *J Food Sci.* 58 (6) 1381-1389.
- İÇ, E. ve ÖZÇELİK, F. 1999. Hıyar turşularının düşük tuzlu salamurada fermentasyonu üzerine bir araştırma. *Gıda* 24 (2) 77-87.
- İÇ, E., ÖZÇELİK, F. ve DENLİ, Y. 1999. Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi üzerine bir araştırma. *Gıda* 24 (4) 243-250.
- İÇ, E., ÖZÇELİK, F. ve ÖZÇELİK, A.Ö. 2001. Düşük tuzlu ve tamponlanmış salamurada hıyar turşusu fermentasyonu. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7 (1) 27-33.
- Mc DONALD, L.C. FLEMING, H.P. ve DAESCHEL, M.A. 1991. Acidification effects on microbial populations during initiation of cucumber fermentations. *J. Food Sci.* 56 (5) 1353 - 1359.
- ÖZÇELİK, F.ve İÇ, E.1996. Hıyar turşusu üretiminde kontrollü fermentasyon. *Gıda* 21 (1) 49-53.
- ÖZÇELİK, F.ve İÇ, E. 2000. Hıyar turşularının düşük tuz konsantrasyonlarında depolanması üzerine bazı koşulların etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 6 (4) 115-119.
- ÖZÇELİK, F., İÇ, E. ve YILDIZ, Ş. 1998. Hıyar turşusu üretiminde pH stabilitesinin fermentasyon üzerine etkisi. *Gıda* 23 (2) 87-95.
- ÖZÇELİK, F., YILDIRIR, M. ve İÇ, E. 2001. Hıyar turşusu fermentasyonunda şişme zararını önlemek için salamuradan CO₂ 'in uzaklaştırılması. *Gıda* 26 (5) 323-329.
- ŞAHİN, İ. ve AKBAŞ, H. 2001. Hıyar turşularında yumuşamanın önlenmesi ve kullanılabilir kalsiyum klorür(CaCl₂) miktarının belirlenmesi. *Gıda* 26 (5) 333-338.
- UYLAŞER, V., GÖÇMEN, D., KORUKLUOĞLU, M., YILDIRIM, A. ve ŞAHİN, İ. 1999. Hıyar turşusu üretiminde potasyum-sorbat derişiminin fermentasyona etkisi ve meyveye geçme oranının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *KÜKEM* 23 (2) 11-18.