

## Düşük Tuzlu ve Tamponlanmış Salamurada Hiyar Turşusu Fermentasyonu\*

Erhan İÇ<sup>1</sup>

Filiz ÖZÇELİK<sup>2</sup>

A.Özfer ÖZÇELİK<sup>3</sup>

Geliş Tarihi : 07.09.2000

**Özet:** Düşük konsantrasyonlarda tuz (%3 ve 4 NaCl) içeren ve 0, 0,025 ve 0,05 M Ca-asetat ile tamponlanmış salamuralarda *Lactobacillus plantarum* kullanılarak hıyar turşusu üretilmiş, 17 gün sürdürülen fermentasyon süresince salamuradaki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler belirlenmiştir.

Ca-asetat ilavesi salamuranın pH stabilitesi üzerine olumlu bir etki göstermiş ve kısa zamanda tüm şekerin fermentasyonu gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon sonunda pH 3,72-3,98, titrasyon asitliği %1,26-1,64 arasında saptanmıştır.

Laktik asit bakterisi sayısı %3 tuz içeren salamuralarda fermentasyonun 4. gününde, %4 tuz içeren salamuralarda 7. günde en yüksek değere ulaşmıştır. Başlangıçta yaklaşık  $10^8$  KOB/mL düzeyinde bulunan enterobakter gelişmesi 4. günden sonra belirlenmemiş; ancak, fermentasyon sonunda  $10^6$  KOB/mL düzeyinde maya gelişmesi gözlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, pH kontrolü amacıyla salamuraya ilave edilen Ca-asetat aynı zamanda hıyar dokusunun sertliğinin korunması için gerekli tuzun azaltılmasına da yardımcı olmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Hıyar turşusu, *Lactobacillus plantarum*, düşük tuzlu, kalsiyum asetat, doku sertliği

## Cucumber Fermentation in Low-Salt and Buffered Brine

**Abstract:** Cucumbers were fermented using *Lactobacillus plantarum* in brines which contained 3 and 4 % NaCl and were buffered with 0, 0,025 and 0,05 M Ca-acetate. Chemical and microbiological changes in the brines were determined during fermentation period of 17 days.

Addition of Ca-acetate positively affected the pH stability, therefore the fermentation of sugar was completed in a short time (7 days). The values of pH and titratable acidity were measured between 3,72-3,98 and 1,26-1,64 %, respectively, at the end of the fermentation.

The number of lactic acid bacteria reached to the highest value in 4 th and 7 th days of fermentation in the brines with 3 and 4 % NaCl, respectively. *Enterobacteriaceae* declined from initial numbers ( $10^8$  CFU/mL) to zero after 4 days, but a remarkable yeast growth ( $10^6$  CFU/mL) was observed at the end of the fermentation.

Results indicated that addition of Ca-acetate for pH control, also, helped to reduce the need for salt to insure cucumber firmness.

**Key Words:** Fermented cucumber, *Lactobacillus plantarum*, low-salt, Ca-acetate, firmness

### Giriş

Kontrollü fermentasyon, turşu fermentasyonunda doğal olarak ortaya çıkan laktik asit bakterilerinden çok, gelişmesi istenilen başlatıcı kültürler için gerekli çevre koşullarını sağlamayı hedefleyen bir uygulamadır. Bu sayede, başlatıcı kültürün gelişmesi için gerekli koşullar sağlanırken, başlatıcı kültür ile rekabet eden bulaşma etkeni mikroorganizmalar elimine edilir veya baskılır. Fermente olabilen şekerlerin tamamının başlatıcı kültür tarafından kullanılması sağlanarak, pastörize olmamış ürünlerde, kontrolsüz ikinci bir mikrobiyal gelişme engellenebilir (Daeschel ve Fleming 1987, Özçelik ve İç 1996). Kontrollü fermentasyonla hıyar turşusu üretimi klorlu su ile yıkama, salamura dolumu, asitlendirme, tampon ilavesi, başlatıcı kültür ile aşılama, fermentasyon sırasında oluşan CO<sub>2</sub> gazının inert bir gaz yardımıyla uzaklaştırılması ve eksilen tuzun ilavesi işlemlerini içermektedir (Özçelik ve İç 1996, Aktan ve ark. 1998).

Hıyar turşusu üretiminde, fermentasyon sırasında baskın olarak laktik asit bakterisinin gelişmesi ve oluşan asitin de katkısıyla ürünün korunması amaçlanmaktadır. Ancak, doğal popülasyon içinde ortaya çıkan diğer mikrobiyal gruplar laktik asit fermentasyonunun gecikmesine veya tamamlanamamasına ve ürün kalitesinin düşmesine neden olabilmektedirler. Saf kültür kullanılarak gerçekleştirilecek hıyar turşusu fermentasyonunda amaca ulaşmak için geçerli yol, fermentasyondan önce sebzeler üzerindeki doğal mikroflorayı olabildiğince uzaklaştırmak veya inaktive edebilmek için ekonomik bir yöntem kullanmaktır. Bu amaçla ısıtma işlemi ve diğer metotların sınırlı ölçüde uygulanması büyük ölçekli üretim için pek pratik bulunmazken; yıkama, klorlama, asitlendirme gibi diğer uygulamalar mikrobiyal popülasyonun sayısını azaltabilmekte, ancak doğal olarak gelişen laktik asit bakterilerini ortadan kaldıramamaktadır (Fleming 1991).

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

<sup>1</sup> Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırı Merk.-Ankara

<sup>2</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü-Ankara

<sup>3</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ev Ekonomisi Yüksekokulu Beslenme Anabilim Dalı-Ankara

Kontrollü fermentasyon koşullarında, Ca-asetat içeren ve 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 şekerin %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 belirlenememiştir (Fleming ve ark. 1988).

Salamuranın asitlendirilmesinin mikrobiyal popülasyon üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada heterofermentatif laktik asit bakterileri 1. günde %60-100 oranında baskın olmuşlar; 3. günde ise homofermentatif laktik asit bakterileri asetik asit + Ca-asetat içeren salamuralarda > % 99 oranında baskın hale gelmişler, asitlendirilmemiş salamuralarda ise 3. günde %50, 5. günde %99 oranında gelişmişlerdir. Aynı çalışma sırasında, asitlendirilmemiş salamurada enterobakter sayısı 1-3. günde yaklaşık  $3 \times 10^3$  KOB/mL düzeyinde iken 5. günde yaklaşık  $10^3$  KOB/mL düzeyine inmiş; asitlendirilmiş salamuralarda başlangıçta  $10^3$  KOB/mL olan enterobakter sayısı 5. günde tespit edilememiştir (McDonald ve ark. 1991).

Laktik asit bakterilerinin gelişimini tuz konsantrasyonu, salamuranın tampon kapasitesi, doğal şeker konsantrasyonu, diğer besin maddeleri gibi kimyasal faktörlerin yanısıra, sıcaklık, fermentasyon kabının tipi ve turşu üretiminde uygulanan ön işlemler gibi fiziksel faktörlerin de etkilediği bilinmektedir (Daeschel ve Fleming 1984).

Salamuraya tampon katılarak pH'nın düzenlenmesi uygulamasıyla, laktik asit bakterilerinin gelişmesinin düşük pH tarafından sınırlandırılmasının önlenmesi, böylece fermente olabilen şekerlerin tamamının laktik asite dönüşmesi mümkün olabilecektir. Bu amaca yönelik olarak gerçekleştirilen bazı araştırmalarda tampon olarak Na-asetat (Etchells ve ark. 1973, Rodrigo ve ark. 1992) ve Ca-asetat (Fleming ve ark. 1978, Fleming ve ark. 1988, McDonalds ve ark. 1991, Fleming ve ark. 1995, Özçelik ve ark. 1998) kullanılmıştır. Salamuranın Ca-asetat ile tamponlanması fermentasyonun tamamlanmasının yanısıra, hıyar dokusunun sertliğinin, daha düşük tuz konsantrasyonlarında bile uzun süre korunabilmesine yardımcı olmaktadır (Fleming ve ark. 1978, Fleming ve ark. 1995, Özçelik ve ark. 1998).

Bu çalışmanın amacı, düşük tuz konsantrasyonlarında gerçekleştirilecek hıyar turşusu üretiminde salamuranın tamponlanmasının ve başlatıcı kültür kullanılmasının ürün kalitesi ve mikrobiyel dayanıklılığı üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesidir.

#### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Ankara Toptancılar Hali'nden sağlanan kornişon çeşidi TS 11112 (Anonim 1993)'ye uygun turşuluk hıyarlar kullanılmıştır. Salamura

hazırlamada TS 11112 (Anonim 1993)'ye uygun su ve tuz; tampon hazırlamada kalsiyum asetat (Merck) ve buzlu asetik asit (Merck)'den yararlanılmıştır. Başlatıcı kültür olarak kullanılan *Lactobacillus plantarum* 11 B, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü'nden temin edilmiştir. Fermentasyonun izlenmesi denemeleri, kapak açılmadan salamura örneği alınmasını olanaklaştıran, özel örnek alma düzeneğine sahip, 10 litrelik PVC bidonlarda gerçekleştirilmiştir.

Zaman geçirilmeden laboratuvara getirilen hıyarlar TS 11112 (Anonim 1993)'de belirtilen normlara uygun 2 numara hıyarları içerecek biçimde sınıflandırılmıştır. Toz, toprak, yabancı madde ve tarımsal ilaç artıklarından arındırmak amacıyla yıkanan hıyarlar, klorlu su içinde (10 litre musluk suyunda 10 mg aktif klor içeren bir tablet) 15 dakika bekletilerek mikrobiyel 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 (Çizelge 1) ve salamuraların pH'sı asetik asit ilavesi ile pH 4,5'e ayarlanmıştır. %3 NaCl içeren hıyar özsuyu içerisinde 24 saat geliştirilmiş *Lactobacillus plantarum* kültürü ile %2 oranında aşılanmış ve bidonların kapakları sıkıca kapatılmıştır.

Fermentasyon denemeleri  $22 \pm 2$  °C de sıcaklık kontrollü karanlık bir odada gerçekleştirilmiş olup, denemeler paralelli yapılmıştır.

Anaerob koşulların korunmasına özen gösterilerek, ilk bir hafta her gün, daha sonra 3 günde bir alınan salamura örneklerinde, pH, titrasyon asitliği, tuz tayini TS 11112 (Anonim 1993)'ye göre, indirgen şeker tayini değiştirilmiş MILLER yöntemi (Forouchi ve Gunn 1983) ile spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için 3 günde bir alınan örneklerde laktik asit bakterileri MRS Agar (Difco), maya ve küf Patates Glikoz Agar (Difco), enterobakter sayımları %1 glikoz ilave edilmiş Violet Red Bile Agar (Difco) üzerinde koloni sayımları yapılarak belirlenmiştir (Fleming ve ark. 1992). Fermentasyon sonunda kavanozların kapakları açılmış ve hıyar turşularında sertlik analizleri EVERWEL CF-372 tıp Fruit Hardness Tester (USA) ile 5/16 inçlik (7,5mm) delici uç kullanılarak, her bidondan 20 adet hıyar turşusu örneğinde ve her örnekten üç ölçüm alınarak yapılmıştır (Bell ve Etchells 1961).

Çizelge 1. Turşu hazırlamada kullanılan salamuraların başlangıçtaki kimyasal bileşimleri

| Salamura no | Başlangıç tuz oranı (%) | Başlangıç Ca-asetat oranı (M) |
|-------------|-------------------------|-------------------------------|
| 3,0         |                         | 0                             |
| 3,1         | 6                       | 0,05                          |
| 3,2         |                         | 0,1                           |
| 4,0         |                         | 0                             |
| 4,1         | 8                       | 0,05                          |
| 4,2         |                         | 0,1                           |

## Bulgular ve Tartışma

Denge noktasına ulaşıldığında %3 ve 4 olacak şekilde 2 farklı tuz konsantrasyonunda ve her tuz konsantrasyonu için tamponsuz, 0,025 M Ca-asetat ve 0,05 M Ca-asetat konsantrasyonlarında tampon içeren salamuralarda fermentasyonun gidişi, şeffaf PVC bidonlar içerisindeki hıyarlar ve salamuradaki değişimler gözle izlenerek; ayrıca salamuradaki pH, titrasyon asitliği, tuz, indirgen şeker kontrolleri ve mikrobiyolojik analizler yapılarak izlenmiştir.

Fermentasyonun 2. gününden itibaren, özellikle Ca-asetat içeren salamuralarda kuvvetli bir gaz çıkışı ve bulanma görülmüştür.

Fermentasyon sırasındaki kimyasal değişimleri izlemek amacıyla ilk bir hafta her gün, daha sonraki günlerde 3'er gün aralıklarla alınan örneklerin analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.

Deneme kapsamındaki her iki tuz konsantrasyonunda da, tamponsuz ve tamponlu salamuralarda gerçekleştirilen fermentasyonlar arasında, pH değişimi ve titrasyon asitliği yönünden belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. Tampon içermeyen salamuralarda (No:3.0 ve 4.0) yaklaşık 11-12 gün süren fermentasyon sonunda pH 3,42 seviyesine düşmüştür, titrasyon asitlikleri %0,80 ile düşük düzeyde kalmıştır. 0,025 M Ca-asetat içeren örneklerde (No:3.1 ve 4.1) fermentasyonlar tuz konsantrasyonundan etkilenmeksizin, 7. gün sonunda önemli ölçüde tamamlanmış, fermentasyon sonunda pH 3,72-3,75, titrasyon asitliği %1,26 -1,28 seviyelerinde belirlenmiştir. 0,05 M Ca-asetat içeren örneklerde (No:3.2 ve 4.2) fermentasyon 7. gün sonunda tamamlanmış; pH 3,93-3,95 asit miktarları %1,52-1,64 arasında tespit edilmiştir.

Tampon içermeyen salamuralarda pH'nın 3,4 seviyesine kadar düştüğü görülmekte olup; bu düşük pH'larda laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin olumsuz etkileneceği; böylece fermentasyon süresinin uzayacağı ya da ortamda fermente olmamış şekerin kalabileceği Özçelik ve ark. (1998) tarafından da belirtilmektedir.

Daeschel ve Fleming (1987) fermentasyon sırasında fermente olabilen tüm şekerlerin aside dönüştürülmesini önermekte; eğer bu şekerler tüketilmeden salamurada kalırlarsa, pastörize olmamış ürünlerde özellikle mayalar tarafından kontrolsüz ikinci bir mikrobiyel gelişmeye neden olabilecekleri belirtilmektedir.

Deneme kapsamındaki her iki tuz konsantrasyonunda da salamuraya ilave edilen Ca-asetat pH'nın aşırı düşmesini önlemiş; böylece laktik asit bakterilerinin kolayca faaliyet göstererek, kısa sürede tüm şekeri fermente edebilecekleri bir ortam hazırlamıştır.

Salamuraya ilave edilen Ca-asetat'ın fermentasyon sırasında asit gelişimi üzerindeki olumlu etkisi açıkça görülmektedir. Bu olumlu etki Fleming ve ark.(1978, 1988, 1995) ve Özçelik ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir.

Denge noktasında %3 ve 4 NaCl içerecek konsantrasyonlarda ve %50 hıyar %50 salamura oranına göre başlangıçta iki kat konsantrasyonda hazırlanan salamuralarda tuz, fermentasyonun 4. ve 5. günlerinde dengeye ulaşmıştır. Ancak, başlangıçta aynı tuz konsantrasyonlarında hazırlanmış olmalarına rağmen, tampon içeren salamura örneklerindeki NaCl konsantrasyonu yaklaşık %0,1 daha yüksek belirlenmiştir. Benzer durum Bueschner ve ark. (1979) tarafından da belirlenmiş, salamuraya 0,1M CaCl<sub>2</sub> katılması salinometre değerini 1,5-2,0 birim (%0,4-0,5) artırmıştır. Özçelik ve ark. (1998) 0,1M Ca-asetat tamponu içeren salamuralardaki tuz konsantrasyonunun yaklaşık %0,2 daha yüksek olduğunu belirtmektedirler.

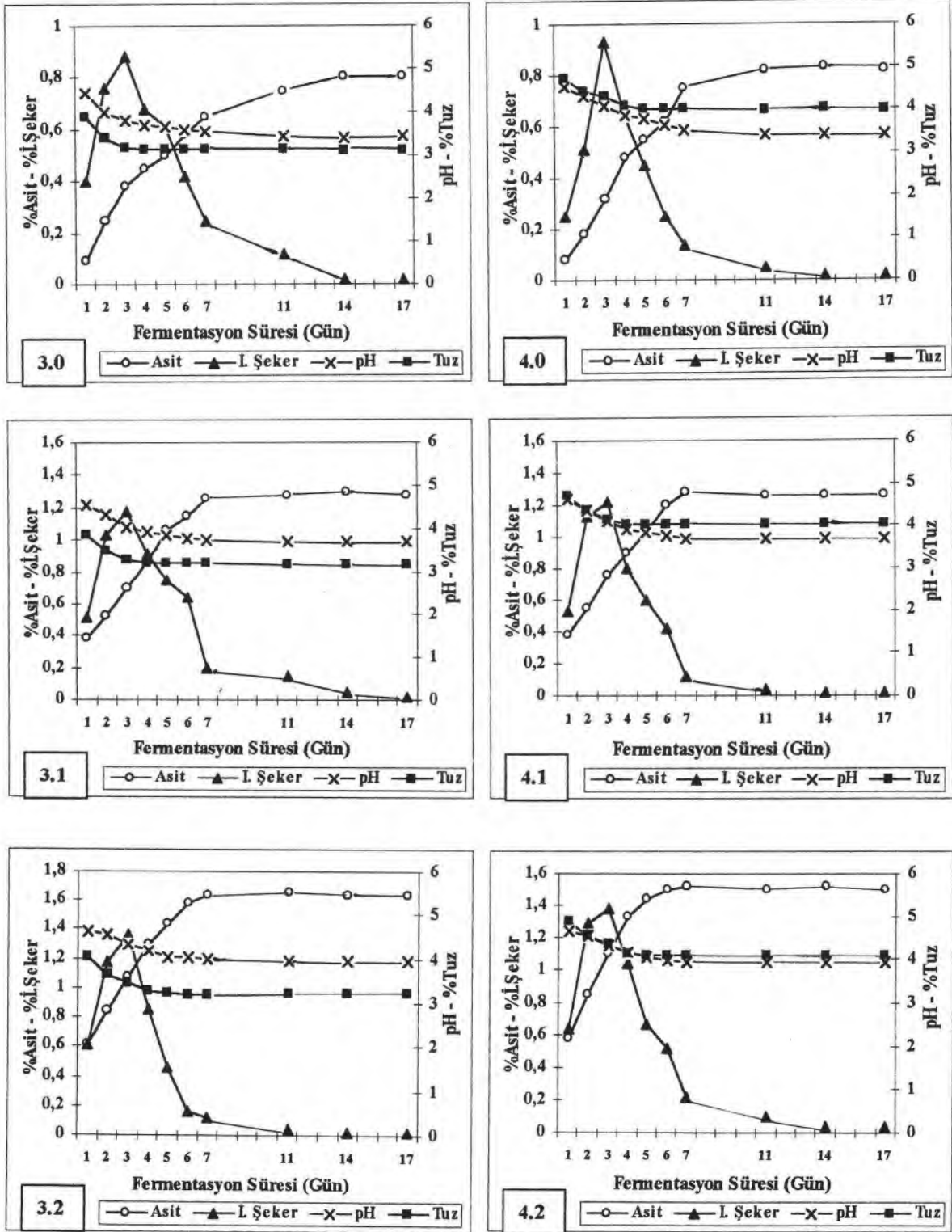
Salamura örneklerindeki indirgen şeker miktarı, fermentasyonun 2. ve 3. günlerinde en yüksek seviyelerde (%0,88-1,38) tespit edilmişse de, eş zamanlı olarak oldukça yüksek sayıya ulaşan laktik asit bakterileri tarafından ilk hafta içinde hızla tüketilerek, fermentasyon sonunda en düşük düzeylere (%0,02-0,04) inmiştir. Böylece, fermentasyon süresince fermente olabilen tüm şekerlerin kullanıldığı söylenebilir.

Fermentasyon sırasında 3'er gün aralıklarla alınan salamura örneklerinde laktik asit bakterisi, maya, kof ve enterobakter sayımları yapılmış, sonuçlar Şekil 2 de verilmiştir.

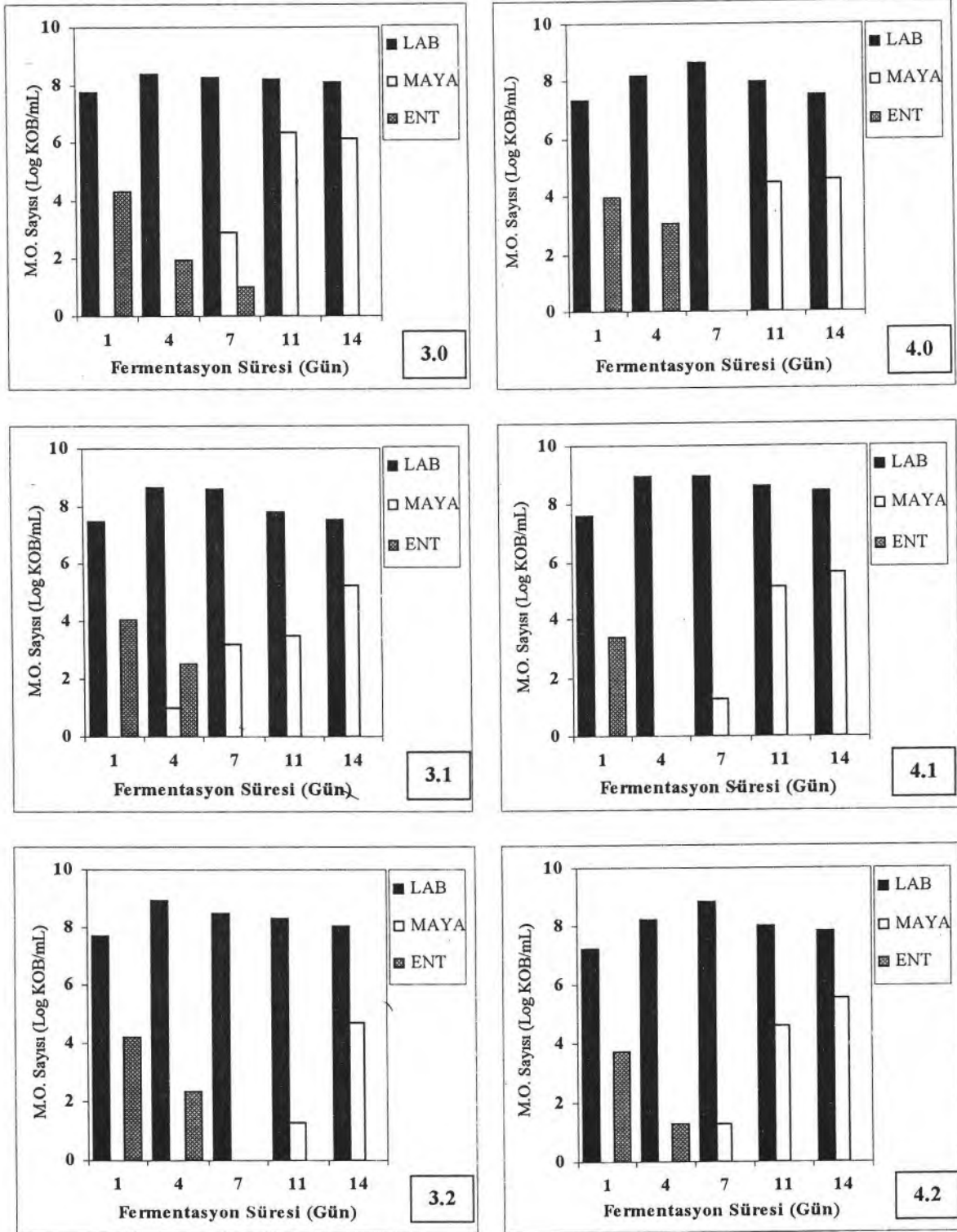
Denge durumunda %3 tuz içeren salamuralarda, fermentasyonun 1. gününde  $3,0 \times 10^7$ - $5,5 \times 10^7$  KOB/mL düzeyinde bulunan laktik asit bakteri sayısı, fermentasyonun 4. gününde en yüksek değerlere ( $2,4 \times 10^8$ - $8,3 \times 10^8$  KOB/mL) ulaşmış, daha sonraki günlerde düzenli bir azalma görülmüştür. %4 tuz içeren salamuralarda ise, fermentasyonun 1. gününde  $1,8 \times 10^7$ - $3,7 \times 10^7$  KOB/mL düzeyinde bulunan laktik asit bakteri sayısı, fermentasyonun 7. gününde en yüksek değerlerde ( $4,2 \times 10^8$ - $8,5 \times 10^8$  KOB/mL) tespit edilmiş, sonraki günlerde giderek azalmıştır. Düşük konsantrasyonlarda tuz içeren salamuralarda laktik asit bakterilerinin çok daha hızlı gelişerek ortama hakim oldukları açıkça görülmektedir.

Fermentasyonun 1. ve 4. günlerinde alınan örneklerde maya gelişmesi belirlenemezken, daha sonraki günlerde gittikçe artan ve yaklaşık  $10^6$  KOB/mL düzeylerine kadar ulaşan maya gelişmesi tespit edilmiştir.

Fermentasyonun ilk günü alınan salamura örneklerinde yaklaşık  $10^4$  KOB/mL seviyelerine kadar tespit edilebilen enterobakterler, giderek azalmış ve fermentasyonun 7. gününden sonra gelişmedikleri belirlenmiştir. Bu durum, asitlikteki yükselme nedeniyle, enterobakterlerin daha fazla gelişemedikleri şeklinde yorumlanmıştır. Bu görüşü doğrulayacak şekilde, Fleming ve ark. (1988) fermentasyonun 3. gününden itibaren enterobakter sayısının çok azaldığını; Mc Donald ve ark. (1991) fermentasyon başında  $10^3$  KOB/mL, Fleming ve ark. (1995) ise  $10^4$  KOB/mL sayıda olan enterobakterlerin fermentasyonun 5. gününden itibaren tespit edilmediğini bildirmektedirler.



Şekil 1. Fermentasyon süresince salamura örneklerinin kimyasal bileşimindeki değişimler



Şekil 2. Fermentasyon süresince salamura örneklerindeki mikrobiyel aktiviteye ilişkin sayım sonuçları. LAB: Laktik asit bakterisi sayısı, MAYA: Maya sayısı, ENT: Enterobakter sayısı

Çizelge 2. Fermentasyon sonunda hıyar turşularında yapılan sertlik analizi sonuçları

| Örnek no | Sertlik* (Kg) | Standart sapma | Sertlik değişimi (%) |
|----------|---------------|----------------|----------------------|
| 3.0      | 5,22          | 1,0610         | -27,40               |
| 3.1      | 6,84          | 0,9165         | -4,87                |
| 3.2      | 7,27          | 0,7631         | +1,11                |
| 4.0      | 6,14          | 1,0136         | -14,60               |
| 4.1      | 7,19          | 0,8769         | 0                    |
| 4.2      | 7,21          | 0,9977         | +0,28                |

\* 60 adet ölçüm ortalamasıdır.

Hıyar turşularında yumuşamaya neden olan enzimleri üretmeleri nedeniyle salamuralarda küf sayımları yapılmış; ancak, hammaddelerin hazırlanması sırasındaki ön işlemler (seçme, yıkama, klorlama vb.) ve bidonlarda anaerob koşulların sağlanabilmesi nedeniyle, küf gelişmesi tespit edilmemiştir.

Salamuraya koymadan önce gelişigüzel seçilmiş 30 adet taze hıyar meyvesi ve fermentasyondan sonra her fermentasyon kabından alınan 20 adet hıyar turşusu üzerinde, her birinin iki ucu ve ortasından olmak üzere üç ölçüm alınarak sertlikleri ölçülmüştür. Taze meyvelerdeki sertlik değeri (7,15 kg, standart sapma; 0,8547) dikkate alınarak hesaplanan % sertlik değişimleri Çizelge 2 de verilmiştir.

17 gün süren fermentasyon sonunda %3 tuz içeren tamponsuz salamuradaki (No:3,0) hıyar turşusunda %27,40, %4 tuz içeren tamponsuz salamuradaki (No:4,0) hıyar turşusunda %14,60 yumuşama tespit edilmiştir. Ca-asetat içeren salamuralardan yalnızca 3,1 no'lu salamuradaki hıyarlarda %4,87 oranında yumuşama belirlenmiş; diğerlerinde sertliğin korunduğu, hatta çok düşük oranlarda sertlik artışı gözlenmiştir. Salamuraya tampon özellik kazandırmak amacıyla ilave edilen Ca-asetat içindeki kalsiyum iyonlarının hıyar turşularındaki sertliğin korunmasına belli oranda katkıda bulunduğu, görülmekte olup; bu sonuç, kalsiyum içeren bileşiklerin hıyar turşusunun sertliğinin korunmasına yardım ettiği ve bu yolla geleneksel olarak kullanılan daha az tuz kullanılarak hıyar turşusu üretiminin gerçekleştirilebileceğini belirten kimi çalışmaların (Fleming ve ark. 1978, Yücel ve ark. 1991, Akbaş 1998, Özçelik ve ark. 1998, İç ve ark. 1999, Uylaşer ve ark. 1999) bulgularıyla uyumludur.

## Sonuç

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1-Salamuraya tampon özellikteki Ca-asetat ilavesiyle pH'nın aşırı düşmesi önlenmiş, böylece laktik asit bakterilerinin kolayca faaliyet göstererek, tüm şekeri fermente edebilecekleri bir ortam hazırlanmıştır.

2- Salamuranın Ca-asetat ile tamponlanması asit oluşumu üzerinde olumlu etki göstermiş, fermentasyon sonunda yüksek titrasyon asitliği değerlerine ulaşılmıştır.

3- Başlatıcı kültür kullanılarak, laktik asit bakterilerinin kısa sürede ortamda baskın mikroorganizmalar olmaları ve kısa sürede fermentasyonu tamamlamaları sağlanabilmektedir.

Salamuraya ilave edilen Ca<sup>++</sup> bileşikleri hıyar dokusunun sertliğinin korunmasına olumlu katkıda bulunmakta; böylece, duyuşal olarak kabul edilebilen düşük tuz konsantrasyonlarında hıyar turşusu üretimi olası görülmektedir.

## Kaynaklar

- Akbaş, H. 1998. Hıyar turşularında yumuşamanın önlenmesi ve kullanılabilir kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) 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 Yayınları No:23, İzmir, 138 s.
- 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.
- Buescher, R. W., J. M. Hudson and J.R. Adams, 1979. Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium, J. Food Sci. 44, 1786-1787.
- Daeschel, M. A. and H. P. Fleming, 1984. Selection of lactic acid bacteria for use in vegetable fermentations. Food Microbiol. 1, 303-313.
- Daeschel, M. A. and H. P. Fleming, 1987. Achieving pure culture cucumber fermentations: a review. "Ed. G. Pierce. Development in Industrial Microbiology, 28". s. 141-148, Arlington, V.A.
- Etchells, J. L., T. A. Bell, H. P. Fleming, R. E. Kelling and R. L. Thompson, 1973. Suggested procedure for the controlled fermentation of commercially brined pickling cucumbers, Pickle Pack Sci. 3, 4-11.
- Fleming, H. P., 1991. Mixed cultures in vegetable fermentations. "Ed. J. G. Zeikus, E. A. Johnson, Mixed Cultures in Biotechnology, Chapt.4", s.69-103, McGraw-Hill. Inc. New York.
- Fleming, H. P., R. L. Thompson, T. A. Bell and L. H. Hontz, 1978. Controlled fermentation of sliced cucumbers, J. Food Sci. 43, 888-891.
- 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. Humpries, 1995. Fermentation of cucumbers without sodium chloride. J. Food Sci. 60, 312-315.
- Farouchi, 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.

- İÇ, E., F. Özçelik, ve Y. Denli, 1999. Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi. *Gıda* 24, 243-250.
- McDonald, L. C., H. P. Fleming, and M. A. Daeschell, 1991. Acidification effects on microbial populations during initiation of cucumber fermentation. *J. Food Sci.* 56, 1353-1359.
- Özçelik, F. ve E. İÇ 1996. Hıyar turşusu üretiminde kontrollü fermentasyon. *Gıda* 21, 49-53.
- Özçelik, F., E. İÇ ve Ş. Yıldız, 1998. Hıyar turşusu üretiminde pH stabilitesinin fermentasyon üzerine etkisi. *Gıda* 23, 87-95.
- Rodrigo, M., M. J. Lazaro, G. Garcia, F. Conesa, and J. Safon, 1992. Pilot study of cucumber fermentation: Diffusion gases and bloater damage. *J. Food Sci.* 57, 155-160.
- Uyulaşer, V., D. Göçmen, M. Korukluoğlu, A. Yıldırım ve İ. Şahin, 1999. Hıyar turşusu üretiminde potasyumsorbat 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.