

HIYAR TURŞUSU FERMENTASYONUNDA ŞİŞME ZARARINI ÖNLEMENİN İÇİN SALAMURADAN CO₂'İN UZAKLAŞTIRILMASI¹

PURGING OF CO₂ FROM THE BRINES TO REDUCE BLOATER DAMAGE IN CUCUMBER FERMENTATION

Filiz ÖZÇELİK, Mübin YILDIRIR, Erhan İÇ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: Hıyar turşularının kalite özellikleri, denge noktasında %4 tuz içeren, 0,05 M kalsiyum setat ile pH 4,5'e tamponlanmış salamurada, *Lactobacillus plantarum* kültürü ile gerçekleştirilen üretim sonunda değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, salamuradaki CO₂'in azot ile (sürekli ve kesikli olarak) ve hava ile uzaklaştırıldığı, ayrıca CO₂ uzaklaştırılması işlemi yapılmayan başlatıcı kültürü ve kültürsüz, 5 farklı uygulama denenmiştir. Fermentasyonun gidişi belli aralıklarla pH, titrasyon asitliği, tuz, indirgen şeker, çözünmüş CO₂ ve mikrobiyolojik analizler yapılarak izlenmiş; fermentasyon sonunda doku sertliği ve şişme zararı belirlenmiştir.

CO₂ uzaklaştırma işlemi yapılan salamuralarda çözünmüş CO₂ konsantrasyonu 5,1-57,2 mg/100 mL arasında değişmiş, ancak uzaklaştırma işlemi yapılmayan salamuralarda çözünmüş CO₂ konsantrasyonu 121,1 mg/100 mL'ye kadar çıkmış ve %32 oranında şişme zararı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; hıyar fermentasyonu sırasında salamuradan CO₂'in azot veya hava ile uzaklaştırılması işlemi şişme zararı oluşumunu önemli ölçüde azaltmaktadır.

ABSTRACT: Cucumber pickle characteristics were evaluated in brines equilibrated at 4% NaCl, buffered with 0.05 M calcium acetate and acetic acid to 4.5 of pH and used starter culture of *Lactobacillus plantarum*. Five different treatments were tested which involved either purging with nitrogen (continuously and intermittently) or air and also unpurging applications with or without starter culture. Fermentation brines were assayed periodically for pH, titratable acidity, salt, reducing sugar, dissolved CO₂ and microbiological populations during fermentation. Cucumber firmness and bloater damage were also determined after fermentation.

In purged brines, the concentrations of dissolved CO₂ were changed between 5.1-57.2 mg/100mL, but in brines which not purged, dissolved CO₂ concentrations were measured up to 121.1 mg/100mL and %32 bloater damage was observed. As a result, purging of CO₂ from the brine of cucumber fermentation with nitrogen or air strongly reduced the formation of bloater damage.

GİRİŞ

Geleneksel yöntemlerle hıyar turşusu üretiminde; üretim süresinin uzaması, ürün kalitesinin düşmesi ve bozulma gibi önemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu olumsuzlukları giderebilmek için kontrollü fermentasyon uygulamaları başlatılmıştır. Kontrollü fermentasyon, turşu fermentasyonunda doğal olarak ortaya çıkan laktik asit bakterilerinden çok, gelişmesi istenilen kültürler için gerekli çevre koşullarını sağlamayı hedefleyen bir uygulamadır (ÖZÇELİK ve İÇ 1996).

Hıyar turşularında şişme, yumuşama, içte ve dışta ağarma, doğal olmayan renkler, doğal olmayan koku ve tat gibi bozulmalar ortaya çıkabilmekte, bu bozulmaların önemli bir bölümünü şişme zararı oluşturmaktadır. FLEMING ve ark. (1978) hıyarlardaki şişme zararının, genellikle salamura içerisindeki çözünmüş CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak arttığını belirterek; şişmenin oluşum mekanizmasını şöyle açıklamışlardır: Hıyar içindeki çözünmüş CO₂ hıyar dokusundaki mikro ve makro gaz paketleri ile dengeye ulaşmakta, salamuradaki çözünmüş CO₂ konsantrasyonu artarken gaz paketleri içindeki CO₂ basıncı da artmaktadır. Dokunun gaz basıncına olan dayanıklılığına göre, gaz paketleri artan basınca ve sonuç olarak da artan bir hacme neden

¹Bu çalışmada TÜBİTAK tarafından desteklenen projenin (TÜBİTAK/TARP 2070) bir bölümüdür.

olmaktadır. Aynı araştırmacılar, şişme zararının CO₂ konsantrasyonundan çok, ortamdaki CO₂'in doygunluk seviyesi ile ilgili olduğunu belirterek, salamuranın CO₂ seviyesi yarı doygunluk seviyesini aşmadığı sürece, ciddi bir şişme zararına neden olmayacağını bildirmişlerdir.

Saf kültürle gerçekleştirilen homolaktik hıyar fermentasyonunda oluşan CO₂'in yaklaşık yarısı hıyar dokusundaki reaksiyonlardan kaynaklanırken, diğer yarısı bakteri gelişmesine bağlı olarak oluşmaktadır. Fermentasyonda aşılama kültürü olarak kullanılan *Lactobacillus plantarum* suşu da CO₂ oluşumuna neden olmakla birlikte, bu oranın heterofermentatif laktik asit bakterileri gibi fazla miktarda CO₂ üreten mikroorganizmalarla kıyaslandığında çok daha az olduğu tespit edilmiştir. Hıyar dokusundaki reaksiyonlardan kaynaklanan CO₂'in oluşumunda hıyardaki başlıca organik asit olan malik asitin önemli bir rolü olup, malolaktik bir reaksiyon sonucunda bu organik asitten CO₂ oluştuğu bilinmektedir. Bunların yanısıra hıyarların boyutu, çeşit farklılıkları, salamura hıyar oranı, salamuranın tuz konsantrasyonu, yüksek sıcaklık, pH gibi faktörler de şişme zararı oluşumunu etkilemektedir (ÖZÇELİK ve İÇ 1994).

Hıyar turşusu fermentasyonu sırasında oluşan CO₂'i ortamdaki uzaklaştırmanın amacı salamurada çözünen CO₂'in seviyesini düşürmektir. Fermentasyon aşamasında ve fermente üründe oluşabilecek istenmeyen reaksiyonlardan kaçınmak için salamuradaki CO₂'in inert bir gaz olan azot gazı ile temizlenmesi işlemi, hıyar turşularındaki şişme zararını büyük ölçüde azaltmıştır (FLEMING ve ark. 1973, COSTILOW ve ark. 1977, COSTILOW ve UEBERSAX 1982, HUMPHERIES and FLEMING 1988, Mc DONALDS ve ark. 1991, RODRIGO ve ark. 1992).

Salamuradan CO₂'in uzaklaştırılması için azot gazı önerilmesine rağmen bazı araştırmacılar, ekonomik nedenlerle, uzaklaştırma işleminde yaklaşık %80 oranında azot içeren havayı kullanmışlardır (COSTILOW ve ark. 1981, GATES ve COSTILOW 1981, COSTILOW ve UEBERSAX 1982, POTS ve FLEMING 1982, RODRIGO ve ark. 1992). Ancak, bu durumda hıyarlarda yumuşama, renk değişimi, salamura yüzeyinde ince tabaka halinde maya ve küf gelişmesi ve yabancı aromaya sahip ürünlerin elde edilmesi gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma ile hıyar turşusu üretiminde CO₂ oluşturmeyen homofermentatif bir laktik asit bakterisi kültürü olan *Lactobacillus plantarum* kullanılarak tamponlanmış salamura içerisinde fermentasyonun tamamlanması, ayrıca azot veya hava ile salamuranın CO₂'den arındırılarak şişme zararının önlenmesi ve bu uygulamaların elde edilen ürünün kalitesine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Atatürk Orman Çiftliği Turşu İşletmesi aracılığı ile Bursa yöresinden 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 Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir.

Fermentasyon denemeleri 10 litrelik, saydam PVC bidonlarda gerçekleştirilmiştir. Plastik kapakta açılan 3 delikten birincisi ince bir hortumun kabın dibine kadar uzatılıp, ucundaki gaz dağıtıcı yardımıyla ince zerreler halinde gaz vermek amacıyla kullanılmıştır. İkincisi kabın ortasına kadar uzatılmış ince hortum yardımıyla örnek almak amacıyla kullanılmış, üçüncü deliğe fermentasyon başlığı takılarak verilen gazın salamurayı yıkadıktan sonra uzaklaştırılması sağlanmıştır. Salamura içerisindeki çözünmüş CO₂ gazını uzaklaştırmak amacıyla %99.9 saflıkta azot gazı ya da bir akvaryum pompası yardımıyla sağlanan hava kullanılmıştır.

Hıyarlar TS 11112 (ANONIM 1993)'de belirtilen normlara uygun olarak 2 numara hıyarları içerecek biçimde sınıflandırılmıştır. Musluk suyu ile yıkanarak toz ve çamur uzaklaştırılmış, klorlu su içerisinde (20 litre musluk suyunda 10 mg aktif klor içeren bir 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 0.05 M kalsiyum asetat (Merck) ilave edilmiş ve pH buzlu asetik asit ile 4,5'e tamponlanmıştır.

Fermentasyon denemeleri aynı içerikte hazırlanmış ve %2 oranında başlatıcı kültür ilave edilmiş 4 ayrı fermentasyon kabında başlatılmış, beşinci fermentasyon kabına başlatıcı kültür ilave edilmemiştir. Ancak, fermentasyon aşamasında oluşacak CO₂ gazının salamuradan uzaklaştırılmasına yönelik farklı uygulamalardan yararlanılmıştır. Denemenin uygulama deseni

Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1: Deneme Deseni

ÖRNEK NO	STARTER	UYGULAMA
1	<i>L. plantarum</i>	Sürekli, 25 mL/dakika N ₂ gazı
2	<i>L. plantarum</i>	6 saat/gün, 50 mL/dakika N ₂ gazı
3	<i>L. plantarum</i>	6 saat/gün, 50 mL/dakika hava
4	<i>L. plantarum</i>	Yapılmadı
5		Yapılmadı

Fermentasyon denemeleri 22±2°C'de karanlık bir odada gerçekleştirilmiştir. Bidonların kapakları açılmadan hergün belirli saatte alınan salamura örneklerinde pH, titrasyon eşitliği, tuz tayini TS 11112 (ANONİM 1993)'ye göre, indirgen şeker tayini değiştirilmiş MILLER yöntemi (FOROUCHI and GUNN 1983) ile spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Salamurada çözünmüş CO₂ tayini FLEMING ve ark. (1974)'na göre titrimetrik olarak yapılmıştır. Örnek almak için kabın üzerindeki silikon hortumda yükselen salamura bir enjektör yardımıyla gazın kaçmasına olanak verilmeyecek şekilde alınmış ve hemen çözünmüş CO₂ analizi için kullanılmıştır. Salamura temizlemesinin kesikli yapıldığı 2 ve 3 no'lu denemelerde, örnekler temizleme işleminden hemen önce alınmıştır.

Mikrobiyolojik analizler için 3 günde bir alınan örneklerde laktik asit bakterileri MRS Agar (Difco), mezofil aerob bakteriler Plate Count Agar (Difco), maya ve küf Patato Dextrose Agar (Difco), enterobakter sayımları %1 glikoz ilave edilmiş Violet Red Bile Agar (Difco) üzerinde koloni sayımları yapılarak belirlenmiştir (FLEMING ve ark 1992).

Fermentasyon sonunda hıyar turşularında sertlik analizi EVERWELL CF-372 tip Fruit Hardness Tester (USA) ile 5/16 inç'lik (7,9mm) delici uç kullanılarak, her bidondan 20 adet hıyar turşusu örneğinde ve her örnekten 3 ölçüm alınarak yapılmıştır (BELL ve ETCHELLS 1961). Şişme zararı ve tipi ETCHELLS ve ark (1974) tarafından verilen şişme zararı fotoğrafı dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Fermentasyon sonunda hıyar turşularında sertlik analizi EVERWELL CF-372 tip Fruit Hardness Tester (USA) ile 5/16 inç'lik (7,9mm) delici uç kullanılarak, her bidondan 20 adet hıyar turşusu örneğinde ve her örnekten 3 ölçüm alınarak yapılmıştır (BELL ve ETCHELLS 1961). Şişme zararı ve tipi ETCHELLS ve ark (1974) tarafından verilen şişme zararı fotoğrafı dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fermentasyon denemeleri, bir örneğe başlatıcı kültür ilave edilmemesi dışında, aynı biçim ve içerikte hazırlanmış kaplarda başlatılmıştır. Bu nedenle, başlatıcı kültürün katkısı dışında, salamura örnekleri arasında fermentasyon seyrinde görülebilecek değişikliklerin önemli ölçüde, salamuradaki CO₂'in uzaklaştırılmasına yönelik farklı uygulamalardan kaynaklanması beklenmiştir.

Fermentasyon denemelerinde kullanılan tüm salamuraların başlangıçta 4,5 pH'ya tamponlanmasına rağmen, fermentasyonun 1.gününde alınan salamura örneklerinin pH değerleri 4,55-4,70 arasında değişmiştir. Başlatıcı kültür kullanılan tüm salamura örnekleri fermentasyonun 5.gününden itibaren sabit pH değerine (pH 3.84-4.00) ulaşmışlar, daha sonraki günlerde pH'da önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Başlatıcı kültür kullanılmayan 5 no'lu örnekte ise fermentasyon ancak bir hafta sonra sabit pH değerine (pH 3.94) ulaşabilmiştir. Salamuraya ilave edilen tampon sayesinde salamura pH'sı aşırı düşmemiş, böylece laktik asit bakterilerinin kolayca faaliyet göstererek, tüm şekeri fermente edebilecekleri bir ortam hazırlanmıştır.

Fermentasyonun 1. gününde örneklerin titrasyon asitlikleri, laktik asit cinsinden, %0,47-0,63 arasında değişmiştir. Salamuraya gerek azot, gerekse hava verilerek yapılan CO₂ uzaklaştırma işlemi örneklerin fermentasyon sonundaki titrasyon asitlikleri değerlerini etkilemiş, bu uygulamalarda fermentasyon sonunda titrasyon asitlikleri %1,3 civarında saptanırken, CO₂ uzaklaştırma işlemi uygulanmayan örneklerde %1,42 titrasyon asitliği değerine ulaşılmıştır.

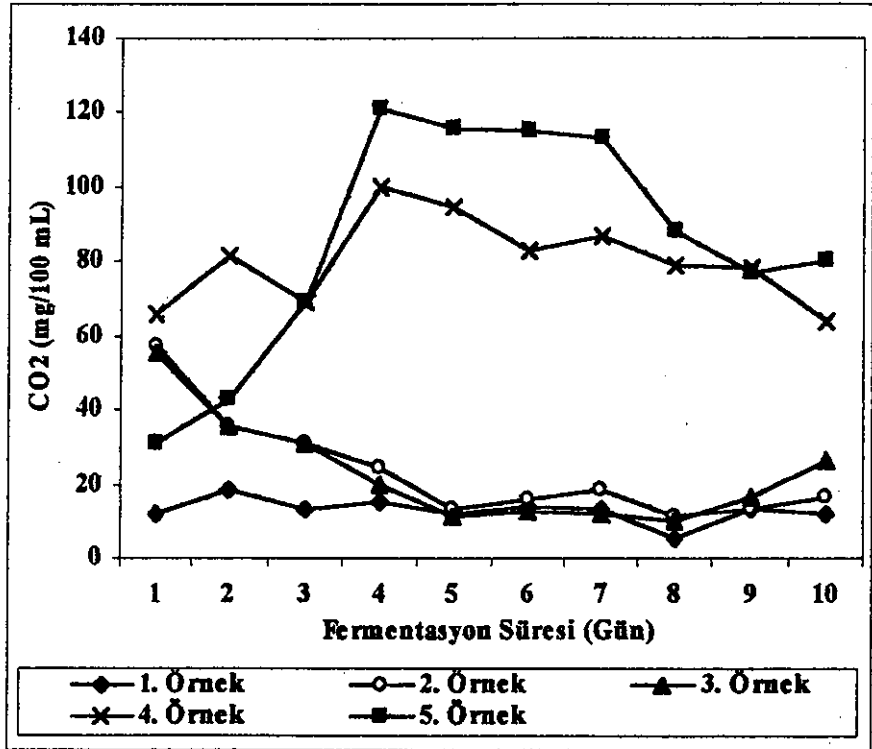
Denge noktasında %4 NaCl içerecek şekilde hazırlanan salamuralarda tuz konsantrasyonu tüm örneklerde birbirine yakın olarak belirlenmiş ve fermentasyonun 4. gününde dengeye ulaşarak, %4,05-4,20 arasında sabit kalmıştır.

Fermentasyonun ilk gününde salamuralardaki indirgen şeker miktarı %1,22-1,58 arasında saptanmış, fermentasyonun 5. gününe kadar düzenli bir azalma göstererek, 6. günden itibaren en düşük düzeylere inmiştir. Fermentasyon sonunda ancak %0,02-0,03 indirgen madde belirlenmiş olması, fermente olabilen şekerlerin hemen tamamının kullanıldığını göstermektedir.

Fermentasyon sırasında örneklerin salamuralardaki çözünmüş CO₂ konsantrasyonu yönünden önemli farklılıklar görülmektedir (Şekil 1). Sürekli CO₂ uzaklaştırma işleminin yapıldığı 1 no'lu örnekte, salamuradaki CO₂

konsantrasyonu ilk gün 12,1 mg/100mL belirlenmiş, ikinci gün 18,7 mg/100mL'ye çıkarak daha sonraki günlerde bu değer biraz daha altına düşmüştür. Kesikli temizleme işleminin yapıldığı 2 ve 3 no'lu örneklerde, fermentasyonun birinci gününde temizleme işleminden hemen önce alınan örneklerde en yüksek CO₂ konsantrasyonu, sırasıyla 52,2 ve 55,0 mg/100mL olarak belirlenmiş, fermentasyonun 5. gününe kadar giderek azalan ve daha sonraki günlerde önemli ölçüde değişmeyen değerler ölçülmüştür. Şekil 1'de görüldüğü gibi, CO₂ uzaklaştırma işlemi uygulanan ilk üç örneğin salamuralarında çözünmüş CO₂ konsantrasyonları, fermentasyon boyunca yüksek değerlere çıkmamıştır.

Salamuradan CO₂ uzaklaştırma işleminin uygulanmadığı, ancak başlatıcı kültür ilave edilen 4 no'lu örnekte, CO₂ konsantrasyonu ilk gün 66,0 mg/100mL olarak ölçülmüş, fermentasyonun 4.gününe kadar düzenli bir artış göstererek en yüksek değere (100,1 mg/100mL) ulaşmıştır. Daha sonraki günlerde belli oranlarda düzenli bir azalma göstererek fermentasyon sonunda 63,8 mg/100mL olarak belirlenmiştir. CO₂ uzaklaştırma işleminin uygulanmadığı ve starter kullanılmayan 5 no'lu örnekte, başlangıçta kısmen düşük değerde ölçülen CO₂ konsantrasyonu fermentasyonun 4. gününde en yüksek değere (121,1 mg/100mL) ulaşmış, izleyen günlerde önce yavaş, sonra hızlı bir azalma göstermiş, fermentasyon sonunda 80,3 mg/100mL olarak ölçülmüştür. FLEMING ve ark. (1973) salamuradaki CO₂ konsantrasyonu 60 mg/100mL'ye ulaştığında şişme zararının başladığını, FLEMING ve ark. (1978) hiyarlarda görülen şişme zararının salamura



Şekil 1. Fermentasyon süresince salamura örneklerinde çözünmüş CO₂ konsantrasyonu

içindeki CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak arttığını belirtmektedirler. Bu deneme kapsamındaki 4 ve 5 no'lu örneklerin salamuralarında bu değerlerden daha yüksek CO₂ konsantrasyonları belirlendiğinden, söz konusu örneklerdeki hıyarların şişme göstermesi muhtemeldir.

Fermentasyon sırasında salamuralardaki mikrobiyolojik gelişmeleri belirleyebilmek amacıyla, 3'er gün aralıklarla alınan örneklerde laktik asit bakterisi, mezofil aerob bakteri, maya-küf ve enterobakter sayımları yapılmış, sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Başlatıcı kültür olarak *L.plantarum* 11B ilave edilen örneklerde fermentasyonun ilk gününde yüksek oranda laktik asit bakterisi gelişmesi tespit edilmiş, en yüksek laktik asit bakterisi sayısı 2, 3 ve 4 no'lu örneklerde fermentasyonun 4. gününde, 1 no'lu örnekte ise 7. günde belirlenmiştir. Başlatıcı kültür ilave edilmeyen 5 no'lu örnekte ilk gün daha düşük sayıda laktik asit bakterisi tespit edilmiş, ancak 4. günde en yüksek sayıya (5.8x10⁸) ulaşmıştır.

Salamuralardaki laktik asit bakterisi ve mezofil aerob bakteri sayılarının birbirine yakın olması, mezofil aerob bakteriler içinde laktik asit bakterilerinin de sayıldığı izlenimini vermektedir. Benzer şekilde, MCDONALDS ve ark. (1991) fermentasyonunda 5. gününde, FLEMING ve ark. (1995) fermentasyonun ilk 15 gün süresince laktik asit bakterileri ve toplam aerob bakteri sayısının birbirine çok yakın olduğunu belirtmektedirler. Fermentasyonun 1. günü alınan örneklerde bazı salamuralarda enterobakter tesbit edilmiş olmasına karşın, daha sonraki günlerde belirlenememiştir.

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; MCDONALDS ve ark (1991) fermentasyon başında 103 kob/mL, FLEMING ve ark. (1995) ise 104 kob/mL olan enterobakteri düzeyinin fermentasyonun 5. gününde tespit edilemediği bildirmektedirler. Fermentasyonun 7.gününden itibaren salamuralarda maya gelişmesi tespit edilmeye başlanmış olup, en yüksek maya sayısının salamuraya hava verilen 3 no'lu örnekte belirlenmesi doğal karşılanmalıdır. Denemelerde, fermentasyon süresince küf tespit edilememiştir.

Salamuraya koymadan önce gelişigüzel seçilmiş 42 adet taze hıyar meyvesi ve fermentasyondan sonra her fermentasyon kabından 20 adet hıyar turşusu üzerinde, herbirinin uçları ve ortasından olmak üzere üç ölçüm alınarak sertlikleri ölçülmüştür. Fermentasyon öncesi ve sonrası elde edilen değerlerin ortalamaları kıyaslanarak, % sertlik değişimi şeklinde, Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Fermentasyon Sırasında Salamuralardaki Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları (kob/mL)

Örnek No.	Mikroorganizma	Fermentasyon Süresi (Gün)			
		1	4	7	10
1	LAB*	6.0x10 ⁷	1.51x10 ⁸	7.1x10 ⁸	1.6x10 ⁸
	MAB**	1.1x10 ⁸	2.4 x10 ⁸	1.1x10 ⁹	1.2x10 ⁸
	ENT***	4.3x10 ³	<10	<10	<10
	MAYA	<10	<10	9.0x10	1.9x10 ³
2	LAB*	1.7x10 ⁸	8.6x10 ⁸	7.1x10 ⁸	1.0x10 ⁸
	MAB**	3.0x10 ⁸	8.2x10 ⁸	6.2x10 ⁸	1.5x10 ⁸
	ENT***	<10	<10	<10	<10
	MAYA	<10	<10	4.9x10 ²	3.9x10 ⁴
3	LAB*	2.3x10 ⁸	4.7x10 ⁸	1.5x10 ⁸	1.3x10 ⁸
	MAB**	1.9x10 ⁸	5.9x10 ⁸	2.4x10 ⁸	1.8x10 ⁸
	ENT***	3.2x10 ²	<10	<10	<10
	MAYA	<10	<10	6.2x10 ²	6.0x10 ⁵
4	LAB*	6.5x10 ⁸	7.6x10 ⁸	4.4x10 ⁷	4.8x10 ⁷
	MAB**	6.1x10 ⁸	8.2x10 ⁸	6.5x10 ⁷	1.7x10 ⁸
	ENT***	4.6x10 ²	<10	<10	<10
	MAYA	<10	<10	1.1x10 ²	4.0x10 ⁴
5	LAB*	3.2x10 ⁶	5.8x10 ⁸	5.6x10 ⁸	1.5x10 ⁸
	MAB**	1.1x10 ⁸	6.7x10 ⁸	4.6x10 ⁸	1.5x10 ⁸
	ENT***	8.6x10 ²	<10	<10	<10
	MAYA	<10	<10	7.0x10	6.2x10 ³

* LAB : Laktik asit bakterileri

** MAB : Mezofil aerob bakteri

*** ENT : Enterobakterler

Fermentasyon sonunda sertlik değerleri 5.46-6.15 arasında ölçülmüş olup, tüm örneklerde yumuşama gözlenmiştir. Deneme kapsamındaki uygulamalar arasında en fazla doku yumuşaması hava verilerek salamura temizlemesi yapılan 3 no'lu örnekte (%16.0) tespit edilmiştir.

Fermentasyon sırasında oluşan CO₂ gazının salamura içinde yüksek konsantrasyonlara

ulaşması neticesinde hıyar bünyesinde şişme ve çekirdek yuvasında ayrılmalar görülmekte, bu tür hıyar turşuları kalite özelliklerini yitirmektedirler. Hıyar turşularında görülen şişme zararı meyvenin çekirdek yuvasında boylamasına yarıma (balon tipi), enine yarıma (lens tipi) ya da çekirdek yuvasının değişik kesimlerinde "bal peteği" tipinde küçük kesecikler şeklinde olmaktadır. Deneme kapsamındaki örneklerden gelişigüzel seçilen 50 adet hıyar turşusunun boyuna kesitleri alınarak şişme zararı belirlenmiş, bulgular % olarak Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Hıyarların Fermentasyon Öncesi ve Sonrasındaki Sertlik Değerleri

Örnek No	Fermentasyon Öncesi Sertlik (kg)*	Fermentasyon Sonrası Sertlik (kg)**	Sertlik Değişimi (%)
1	6.50	6.15	-5.38
2	6.50	6.06	-6.77
3	6.50	5.46	-16.00
4	6.50	6.04	-7.04
5	6.50	5.98	-8.00

* 126 ölçüm ortalamasıdır.

** 60 ölçüm ortalamasıdır.

Çizelge 4. Hıyar Turşularında Şişme Zararı Tayini Sonuçları

Örnek No	Şişme Tipi										Toplam	Şişme %
	Balon			Lens			Bal peteği			Yok		
	A	N	Ç	A	N	Ç	A	N	Ç			
1	3									47	50	6
2	3						1	46	50	8		
3	3	1				1			45	50	10	
4	8	2		1			2			37	50	26
5	11	1		1	1		2			34	50	32

A : Az, N : Normal, Ç : Çok

Salamuradan gerek azot gerekse hava ile CO₂ uzaklaştırılması uygulaması yapılan 1, 2 ve 3 no'lu örneklerde sırasıyla, %6, 8 ve 10 oranında toplam şişme zararı belirlenmiştir. Salamuradan CO₂ uzaklaştırılması yapılmayan 4 no'lu örnekte toplam %26, başlatıcı kültür de kullanılmayan 5 no'lu örnekte ise %32 oranında şişme saptanmıştır. 5 no'lu örnekte doğal gelişen laktik asit bakterileri arasında heterofermentatif bakterilerin de bulunabileceği, böylece heterolaktik fermentasyonda açığa çıkan CO₂ nedeniyle şişme zararının daha yüksek olması, doğal bir sonuç olarak yorumlanmalıdır. Benzer şekilde, FLEMING ve ark. (1973), GATES ve COSTILOW (1981), ÖZÇELİK ve İÇ (1994) hıyar fermentasyonunda homofermentatif L. plantarum suşu kullanılmasının şişme zararını azaltacağını belirtmişlerdir.

Fermentasyonu bitirmiş hıyar turşularında duyu analizi 14 kişilik grup tarafından gerçekleştirilmiş ve her panelistin, değerlendirme formuna uygun olarak, turşunun değişik özelliklerine göre puanlama yapması istenmiştir. Genel izlenim olarak 1, 2, 4 ve 5 no'lu örnekler, 5 üzerinden 4 puan karşılığı, "hoşa giden" turşular şeklinde beğenilmiş, ancak salamuranın hava ile temizlendiği 3 no'lu örnek, 5 üzerinden 2 puan karşılığı, "biraz tiksindirici" bulunmuştur. Salamuradan CO₂'in uzaklaştırılması işleminin ekonomik nedenlerle azot gazı yerine hava ile yapılması durumunda hıyarlarda yumuşama, renk değişimi, maya ve küf gelişmesi sonucunda yabancı aromaya sahip ürünlerin elde edilmesi gibi kalite kayıpları ile karşılaşılacağı POTTS ve FLEMING (1982), RADRIGO ve ark. (1992) ve ÖZÇELİK ve İÇ (1994) tarafından da belirtilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Hıyar turşusu fermentasyonunda salamuranın kalsiyum asetat ile tamponlanması ile pH'nın aşırı düşmesi önlenmiş, böylece laktik asit bakterilerinin kolayca faaliyet göstererek tüm şekeri fermente edebilecekleri bir ortam hazırlanmıştır.
2. Başlatıcı kültür kullanılarak, laktik asit bakterilerinin kısa sürede ortamda baskın mikroorganizmalar olmaları ve kısa sürede fermentasyonu tamamlamaları sağlanabilmektedir.
3. Salamuradan CO₂'in uzaklaştırılması işlemi ile salamuradaki çözünmüş CO₂ gazı konsantrasyonunun yükselmesi önlenmiş, böylece gerek azot gerekse hava ile yapılan CO₂ uzaklaştırma işleminin hıyar turşularındaki şişme zararını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.
4. Salamuradan CO₂'i uzaklaştırma amacıyla verilen azot gazının laktik asit bakterilerinin gelişmeleri üzerine belirgin bir etkisi gözlenememiştir.
5. Salamuradan CO₂'i uzaklaştırmak amacıyla azot gazı yerine hava kullanılması durumunda; doku yumuşaması, maya gelişmesi ve tatta bozulma gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

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. *J. Food Sci.* 26, 84-90.
- COSTILOW, R. N., BEDFORD, C. L., MINGUS, D. and BLACK, D. 1977. Purging of Natural Salt Stock Pickle Fermentations to Reduce Bloaters Damage. *J. Food Sci.* 42, 234-240.
- COSTILOW, R. N., GATES, K. and BEDFORD, C. L. 1981. Air Purging of Commercial Salt-Stock Pickle Fermentations. *J. Food Sci.* 6, 278-282.
- COSTILOW, R. N., and UEBERSAX, M. 1982. Effects of Various Treatments on the Quality of Salt-Stock Pickles from Commercial Fermentations Purged with Air. *J. Food Sci.* 47, 1866-1868.
- ETCHELLS, J. L., BELL, T. A., FLEMING, H. P., KELLING, R. E. and THOMPSON, R. L., 1974. North Carolina Agricultural Experiment Station, Food Science Department, North Carolina State University; and, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Southern Region, Raleigh, 27607, USA. Published and distributed by Pickle Packers International, Inc., P. O. Box 31, St. Charles, IL 60174, USA.
- FLEMING, H. P., THOMPSON, R. L., ETCHELLS, J. L., KELLING, R. E. and BELL, T. A. 1973. Bloaters Formation in Brined Cucumbers Fermented by *Lactobacillus plantarum*. *J. Food Sci.* 38, 499-503.
- FLEMING, H. P., THOMPSON, R. L., ETCHELLS, J. L., 1974. Determination of Carbon Dioxide in Cucumber Brines. *Journal of the AOAC*, 57, 130-133.
- FLEMING, H. P., THOMPSON, R. L. and MONROE, R. J. 1978. Susceptibility of Pickling Cucumbers to Bloaters Damage by Carbonation. *J. Food Sci.* 43, 892-896.
- FLEMING, H. P., McFEETERS, R. F., DAESCHEL, M. A., HUMPHRIES, E. G. and THOMPSON, R. L. 1988. Fermentation of Cucumbers in Anaerobic Tanks. *J. Food Sci.* 53, 127-133.
- FLEMING, H. P., McFEETERS, R. F., DAESCHEL, M. A. 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., McDONALD, L. C., McFEETERS, R. F., THOMPSON, R. L. and HUMPHRIES, E. G. 1995. Fermentation of Cucumbers Without Sodium Chloride. *J. Food Sci.* 60, 312-315.
- FOROUCHI, E. and GUNN, D. J. 1983. Some Effects of Metal Ions on the Estimation of Reducing Sugars in Biological Media. *Biotechnol. and Bioeng.* 25, 1905-1911.
- GATES, K. and COSTILOW, R. N. 1981. Factors Influencing Softening of Salt-Stock Pickles in Air Purged Fermentations. *J. Food Sci.* 46, 274-277.
- HUMPHRIES, E. G. and FLEMING, H. P. 1988. Purging CO₂ from Cucumber Fermentation and Storage Tanks. *Applied Engineering in Agriculture*, 4, 166-171.
- McDONALDS, L. C., FLEMING, H. P. and DAESCHEL, M. A. 1991. Acidification Effects on Microbial Populations During Initiation of Cucumber Fermentations. *J. Food Sci.* 56, 1353-1359.
- ÖZÇELİK, F. ve İÇ, E. 1994. Hıyar Turşularında Şişme Zararı. *Gıda*, 19, 161-165.
- ÖZÇELİK, F. ve İÇ, E. 1996. Hıyar Turşusu Üretiminde Kontrollü Fermentasyon. *Gıda*, 21, 49-53.
- POTTS, E. A. and FLEMING, H. P. 1982. Prevention of Mold Induced Softening in Air-Purged Brined Cucumbers by Acidification. *J. Food Sci.* 47, 1723-1727.
- RODRIGO, M., LAZARO, M. J., GARCIA, G., CONESA, F. and SAFON, J. 1992. Pilot Study of Cucumber Fermentation: Diffusing Gases and Bloaters Damage. *J. Food Sci.* 57, 155-160.