

HIYAR TURŞULARINDA ŞİŞME ZARARI

BLOATER DAMAGE IN FERMENTED CUCUMBERS

Filiz ÖZÇELİK, Erhan İÇ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü-ANKARA

ÖZET: Hıyar turşularında görülen şişme zararı, genellikle, salamura içerisindeki çözünmüş CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak artar ve önemli ekonomik kayıplara neden olur. Şişme zararı oluşumunu etkileyen faktörlerden bazıları; salamuradaki mikrobiyal aktivite, yüksek sıcaklık, hıyarın büyüklüğü ve çeşididir.

Bu yayında şişme oluşumunun mekanizması açıklanarak, şişme zararının engellenmesi veya en aza indirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

SUMMARY: BLOATER damage in brined-fermented cucumbers usually increases with concentration of dissolved CO₂ in brine and causes serious economic losses to the pickle industry. Microbial activity in the brine, higher incubation temperature, larger size of fruit, varietal differences in cucumbers, etc. have been suggested as factors influencing bloater damage in brined cucumbers.

The objectives of this paper are to explain the mechanism for bloater formation and to discuss how bloater damage can be controlled.

GİRİŞ

Gıda maddelerinin muhafazasında laktik asit fermentasyonundan uzun süreden beri yararlanılmaktadır. Bu yöntemle çok değişik sebze ve meyvalardan "Turşu" olarak adlandırılan, kendine özgü lezzet ve aromaya sahip dayanıklı besinler üretilirken, bu sebze ve meyvalar bol olarak buldukları mevsimlerden az veya hiç bulunmadıkları dönemlere kadar korunmaktadırlar.

Bu uygulama ile laktik asit fermentasyonu, ortamdaki fermente olabilen şekerlerin aside dönüşmesini sağlayarak istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini önlemekte, ürünlerin daha uzun süre muhafazasını olanaklı hale getirmekte ve bu gıdaların tat ve kokularının zenginleşmesi için potansiyel yaratmaktadır (FLEMING ve Ark., 1983).

Günümüzde, Türkiye'de en fazla turşusu üretilen sebze olarak hıyar görülmektedir. Ülkemizde hıyar turşusu üretimi; küçük işletmeler tarafından iç piyasaya yönelik olarak, büyük fabrikalar tarafından ise önemli oranda dış piyasalara yönelik olarak sürdürülmektedir. Ülkemizde hıyar üretimi, turşu endüstrisindeki talep artışına paralel olarak, eski hıyar çeşitlerinin yerini turşuluk yeni hibrit çeşitlerin almasıyla birlikte büyük bir artış göstermiştir (Çizelge 1).

Hıyar turşusu üretiminde fermentasyonu etkileyen oldukça kompleks, değişken ve birbirleriyle ilgili bir çok faktör vardır. Farklı salamura uygulamaları, çevre koşulları ve başlangıçtaki mikroorganizma popülasyonları mikrobiyal aktiviteyi yönlendirmektedirler.

Hıyar turşularında şişme, yumuşama, iç ve dışta ağarma, doğal olmayan renkler, doğal olmayan koku ve tat gibi bozulmalar ortaya çıkabilmektedir. Bu bozulmaların önemli bir bölümünü şişme zararı oluşturmaktadır. Şişme zararı oluşumu nedenlerinin ve mekanizmasının bilinmesi bu zararın ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesine yönelik çalışmalara ışık tutacaktır.

ŞİŞME ZARARI NASIL OLUŞUR?

Aerobakter cinsine ait suşlar ve mayalar (PRESCOTT ve DUNN, 1949) ile heterofermentatif laktik asit bakterileri (ETCHELLS ve Ark., 1968) gibi büyük miktarda CO₂ üreten mikroorganizmalar, ticari

Çizelge 1. Yıllara göre ülkemizde hıyar üretimi (ANONYMOUS,1992)

Yıllar	Üretim (Ton)
1981	510.000
1982	550.000
1983	600.000
1984	675.000
1985	780.000
1986	750.000
1987	800.000
1988	800.000
1989	800.000
1990	1.000.000

olarak uygulanan doğal fermentasyonlarda, şişme zararının nedeni olarak bilinmekteydiler. Daha sonraki çalışmalarda CO₂'in salamura edilen hıyar dokusuna ve hıyarların fermentasyonu süresinde görülen homofermentatif *Lactobacillus plantarum* tarafından da meydana getirildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte hıyarlar homofermentatif *L. plantarum*'un saf kültürü ile fermente edildiğinde üretilen CO₂'in, heterofermentatif laktik asit bakterileri tarafından üretilene oranla nispeten az olduğu belirlenmiştir (FLEMING ve Ark., 1973 a, 1973 b).

FLEMING ve Ark. (1973 a) hıyarlardaki şişme oluşumunun salamuradaki CO₂'in yarı doygunluk seviyelerinde ortaya çıktığını belirlemişlerdir. CO₂'in yarı doygunluk seviyelerinde, fizikokimyasal şekliyle şişme zararının oluşum mekanizması şöyle açıklanabilir: Hıyar içindeki çözünmüş CO₂ hıyar dokusundaki mikro ve makro gaz paketleri ile dengeye ulaşır. Salamuradaki çözünen CO₂'in konsantrasyonu artarken gaz paketleri içindeki CO₂ basıncı da artar. Dokunun gaz basıncına olan dayanıklılığına göre gaz paketleri artan basınca ve sonuç olarak da artan bir hacme neden olacaktır (FLEMING ve Ark., 1978).

ETCHELLS ve Ark. (1968)'nin bildirdiğine göre; CO₂, hıyar meyvesindeki yapısal zayıflıkların bulunduğu aşağıdaki bölgelerde birikmektedir:

I. Bölge : Üç çekirdek bölmesinin birleştiği nokta (Balon tipi şişme)

II. Bölge : İç çekirdeklerin çevresindeki jelatinli bölge. Bu bölgede başlangıçta bal peteğine benzer bir gaz birikimi oluşur. Fermentasyonda açığa çıkan gazın devam eden baskısı altında tipik lens tipi şişme gelişebilir. Daha ileriki aşamalarda ise ilerlemiş lens tipi gözenekler ve baloncuklardan oluşan bir şişme kombinasyonu gelişir.

Şişme Zararı Nasıl Belli Olur ?

Salamura seviyesindeki yükselme şişme zararının meydana geldiğinin en önemli belirtisidir. Salamura seviyesindeki bu yükselme hıyar içindeki gaz nedeniyle oluşan hacim genişlemesinden kaynaklanmaktadır. (ETCHELLS ve Ark., 1968). Hacim artışı olarak adlandırılan bu olay FLEMING ve Ark. (1973 a) ve FLEMING ve Ark. (1978) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda kantitatif olarak şişme oluşumunun ölçülmesinde kullanılmış ve salamuradaki hacim artışı ile CO₂ konsantrasyonu arasında kesin bir ilişki belirlenmiştir.

Şişme zararının varlığını belirlemek için hıyarlar kesildiği zaman, şişme olayı süresince sıvı hıyar dokusundan çıktığından, hıyarların içindeki kuruluk açık olarak görülebilmektedir. Azot gazı ile uzaklaştırma yoluyla salamuradan CO₂'in ayrılması üzerine hıyarlar şişmiş görünümlerini kaybetmektedirler (FLEMING ve Ark., 1973 a).

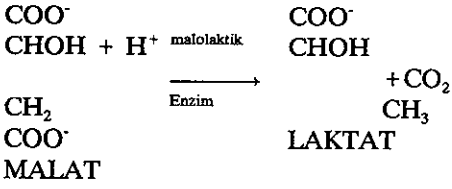
CO₂ Oluşum Mekanizmaları

Saf kültürle gerçekleştirilen homolaktik hıyar fermentasyonlarında üretilen CO₂'in yaklaşık olarak yarısı hıyar dokusundaki reaksiyonlardan kaynaklanırken, diğer yarısı bakteri gelişmesine bağlı olarak oluşmaktadır (FLEMING ve Ark., 1973 b). Bununla birlikte hıyarlardan kaynaklanan CO₂'e ilaveten homofermentatif *L. plantarum* tarafından üretilen az miktardaki CO₂'in bile, ciddi bir şişme zararının meydana gelmesi için, yeterli olduğu belirlenmiştir (FLEMING ve Ark., 1973 a; FLEMING ve Ark., 1973 b; ETCHELLS ve Ark., 1975).

Hıyar dokusundaki reaksiyonlardan kaynaklanan CO₂'in oluşumunda malik asitin rolü büyüktür. Malik asit turşuluk hıyarlarda bulunan başlıca organik asittir ve miktarı taze ağırlık üzerinden % 0,2- % 0,3 arasında değişmektedir (McFEETERS ve Ark., 1982 a). SHULTS ve RADLER'e göre *L. plantarum* aktif bir malolaktik enzime sahip olup, bu enzim malatı laktat ve CO₂'e dekarboksile etmektedir (McFEETERS ve Ark. 1982 b).

Turşuluk hıyarların pH'sı normal olarak 5,3-6,0 arasında değişir. Bu pH aralığında malik asit dianyon olarak ortaya çıkar. Hıyarların fermentasyonu sırasında malolaktik reaksiyon aşağıdaki şekilde gerçekleşir (McFEETERS ve Ark., 1982a). FLEMING ve Ark. (1973 b) 100 g hıyardan fermentasyon sonunda 84 mg CO₂ oluştuğunu belirlemişlerdir.

DAESCHEL ve Ark. (1984)'nin yaptıkları bir çalışma ile malattan CO₂ oluşturmeyen *L. plantarum* mutanı elde edilmiştir.



Bu sonuçlar FLEMING ve Ark. (1973 b) tarafından ileri sürülen, saf kültür ile gerçekleştirilen homolaktik hıyar fermentasyonlarında üretilen CO₂'in yaklaşık yarısının hıyar dokusundaki reaksiyonlardan kaynaklandığı, diğer yarısının ise bakteri gelişmesi süresince üretildiği şeklindeki teoriyi doğrulamaktadır.

CO₂ Çözünürlüğünü Etkileyen Faktörler

Salamura edilmiş hıyarlardaki şişme zararı salamura içerisinde çözünen CO₂ konsantrasyonunun yükselmesiyle artmaktadır. Salamuradaki CO₂'in çözünürlüğünü etkileyen faktörler şunlardır:

1. QUINN ve JONES'a göre CO₂'in çözünürlüğü yüksek sıcaklık ve yüksek tuz konsantrasyonlarında azalmaktadır (FLEMING ve Ark., 1973 a).

2. Salamura pH'sı da çözünürlüğü etkileyen diğer bir faktördür. pH CO₂, H₂CO₃, HCO₃⁻ ve CO₃⁻²'den oluşan toplam CO₂ içeriğinin çözünme oranını etkilemektedir (FLEMING ve Ark., 1973 a).

3. Açık kaplarda gerçekleştirilen fermentasyonlarda oluşan CO₂ kolaylıkla atmosfere karıştığından çözünen oranı daha düşüktür (FLEMING ve Ark., 1973 a).

Kritik CO₂ Konsantrasyonu

Oluşan CO₂'in ortamdan uzaklaştırılması uygulaması salamuralama işleminde bir ek emek ve masrafa neden olduğundan şişme zararı için CO₂'in maximum tolerans seviyeleri veya kritik CO₂ seviyesinin belirlenmesi yönünde çalışmalar yapılmıştır (FLEMING ve Ark., 1978).

Salamurada çözünmüş CO₂ konsantrasyonunu 20 mg/100 ml'nin altında tutmanın büyük hıyarlarda şişme zararını önlediği bildirilmiştir (ETCHELLS ve Ark. 1973). FLEMING ve Ark. (1978) tarafından şişme zararının CO₂ konsantrasyonundan çok ortamdaki CO₂'in % doyumluk seviyesi ile ilgili olduğu ileri sürülmüş, salamuranın CO₂ seviyesi % 50 doyumluk düzeyini aşmadığı zaman ciddi bir şişme zararına neden olmayacağı bildirilmiştir.

Şişme Oluşumunun Başlama Zamanı

FLEMING ve Ark. (1973 a)'nın gerçekleştirdikleri bir çalışmada farklı boyutlardaki hıyarları içeren 3 hıyar örneği grubunda görünür şişme zararı sadece 2 gün sonra, CO₂ konsantrasyonu yaklaşık 60 mg/100 ml düzeyindeyken başlamıştır. Salamuradaki CO₂ konsantrasyonunu salamuralama işleminden sonraki ilk birkaç gün boyunca kontrol etmek çok zor olduğundan gaz uzaklaştırma işlemine hıyarlar salamura ile kaplandıktan hemen sonra başlanması tavsiye edilmektedir (COSTILOW ve Ark., 1977).

ŞİŞME OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Şişme zararı oluşumunu etkileyen faktörler şöyle sıralanabilir:

1.Genel olarak şişme zararının büyük hıyarlarda çok daha ciddi bir problem olduğu, benzer CO₂ seviyelerinde büyük hıyarların küçük olanlardan daha kolay şiştiği bildirilmiştir(FLEMING ve Ark.,1973 a).

2.Hem doğal hem de kontrollü koşullarda şişme zararı yüksek sıcaklıkta daha fazla ortaya çıkmaktadır. BOYLE gaz yasasına göre ısınan CO₂ gazının hacmi genişler ve yüksek sıcaklıkta büyük basınç yaratır. Bu da gazın toplandığı bölgenin daha fazla şişmesine neden olur (ETCHELLS ve Ark., 1975).

3.Salamuradaki tuz oranının yüksek olması şişme zararının artmasına neden olmaktadır (FLEMING ve Ark., 1973 a).

4.Hıyarlardaki çeşitli farklılıklar, şişme zararı oluşumunda etkili olmaktadır (FLEMING ve Ark., 1973 a).

5.Salamura içindeki hıyar oranı arttıkça gaz oluşumu da artmaktadır (ETCHELLS ve Ark., 1975).

6. Sıkıca yerleştirilen bastırma tahtaları CO₂'in salamuradan atmosfere geçişini sınırlamaktadır. Bu nedenle bastırma tahtalarının hıyarların üzerine aralıklı olarak dizilmesi veya bunların delinmesi tavsiye edilmektedir (ETCHELLS ve Ark., 1973).

7.Mekanik hasar görmüş hıyarlar yüksek oranda şişme zararı oluşumuna neden olabilir (ETCHELLS ve Ark., 1975).

8.Salamura sirkülasyonu CO₂ birikimini azaltmakta, ancak şişme zararı oluşumunu engellememektedir (ETCHELLS ve Ark., 1975).

9.Silindirik açık salamura kaplarında derinlik salamurada CO₂ tutulmasını etkiler. Bu nedenle kaplar fazla derin olmamalıdır (ETCHELLS ve Ark., 1975).

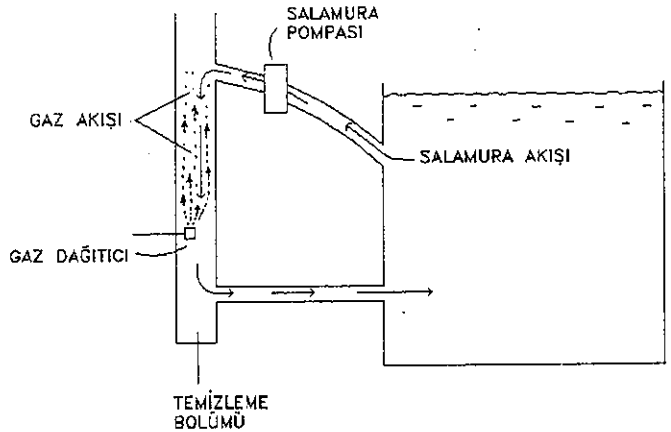
OLUŞAN CO₂'İN ORTAMDAN UZAKLAŞTIRILMASI

Hıyarın fermentasyonu sırasında oluşan CO₂'i ortamdan uzaklaştırmaya çalışmanın amacı salamurada çözünen CO₂'in seviyesini düşürmektir (ETCHELLS ve Ark.,1968;FLEMING ve Ark., 1973 a; FLEMING ve Ark., 1973 b; ETCHHELLS ve Ark., 1975). Yapılan çalışmalarla (FLEMING ve Ark.,1973 a; FLEMING ve Ark., 1975; COSTILOW ve Ark., 1977; COSTILOW ve UEBERSAX, 1982), salamuradan CO₂'in uzaklaştırılmasının şişme zararını önlemede etkili bir tedbir olduğu gösterilmiş ve bu uygulama son yıllarda endüstride kullanılmaya başlanmıştır (FLEMING ve Ark., 1988).

Fermentasyon aşamasında ve sonuçta oluşabilecek istenmeyen reaksiyonlardan kaçınmak için uzaklaştırma işleminde inert bir gaz kullanılmış ve ilk çalışmalar rektifiye edilmiş azot gazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (FLEMING ve Ark., 1973 a). Azot gazı ile uzaklaştırma işlemi hem kontrollü (ETCHELLS ve Ark., 1973; FLEMING ve Ark., 1975; FLEMING ve Ark., 1988) hem de doğal fermentasyonlarda (COSTILOW ve Ark., 1977) şişme oluşumunu büyük oranda azaltmıştır.

Azotun CO₂'i bağlama mekanizması ise basit olarak şöyle açıklanabilir: 27°C'de CO₂'in sudaki çözünürlüğü azotun yaklaşık 80 katıdır. Azot gazı CO₂ içeren çözeltinin veya hıyar salamurasının altından verildiğinde, çözelti içinde yükselirken CO₂'i absorbe eder. Böylece; CO₂ salamurada çok zor çözünen azot gazına bağlanarak ortamdan uzaklaştırılır. Bunun yanısıra hava da yaklaşık % 80 azot içerir ve bunun gibi düşük çözünürlüğe sahip diğer gazlarda muhtemelen CO₂'i uzaklaştırabilir. Ancak çeşitli nedenlerle azot gazı tercih edilmektedir (FLEMING ve Ark., 1975).

Bugüne dek salamura ortamından CO₂'in uzaklaştırılması için bazı sistemler ve teknikler geliştirilip, kullanılmıştır. FLEMING ve Ark. (1975) salamura kabının tabanından bir gaz difüzör yardımıyla azot gazı veya hava vermek suretiyle CO₂'i salamuradan uzaklaştırmışlardır. Daha sonraki bir çalışmada (COSTILOW ve Ark., 1977) salamuradan CO₂'in uzaklaştırılması için, aralarında yan kollu gaz uzaklaştırıcının da (Sidearm purger) bulunduğu, çeşitli sistemleri geliştirip kullanmışlardır. Bu sistemlerde salamura bir motor yardımıyla sirküle ettirilirken bunun içine azot gazı verilmiş veya temizlemede kullanılan azot gazı aynı zamanda sirkülasyonu sağlamıştır. Bu sistemler içinde en etkilisinin yan kollu gaz uzaklaştırıcı olduğu belirtilmektedir. POTTS ve FLEMING (1982) gerçekleştirdikleri bir çalışmada; yan kollu gaz uzaklaştırıcı sistemini kullanarak, salamura yüzeyine yakın bir yerden bir motor yardımıyla salamurayı alıp kabın tabanına yakın bir yerden geri verirken, salamura akış yönüne ters yönde azot gazı veya hava vererek CO₂'in salamuradan uzaklaştırılmasını sağlamışlardır (Şekil 1). FLEMING ve Ark. (1983)'nın yaptıkları bir çalışmada ise yine yan kollu gaz uzaklaştırıcı sistemi kullanılmış, ancak salamura kabının altından alınan salamura azot gazı ilavesinden sonra yüzeye yakın bir yerden geri verilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada (RODRIGO ve Ark., 1992) T şeklinde bir gaz difüzörü ile salamuranın üst yüzeyinden azot gazı verilerek uzaklaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Yan kollu gaz uzaklaştırıcı ile salamuranın CO₂'den temizlenmesi (POTTS and FLEMING, 1982).

Azot gazı ile CO₂'in uzaklaştırılmasında kullanılan sistem kadar kullanılan gazın akış hızı da büyük önem taşımaktadır. Salamura işleminden sonraki ilk birkaç gün kritik görüldüğünden bu süre boyunca yüksek gaz akış hızı gerekebilir ve geri kalan aktif fermentasyon süresince gaz akışı azaltılabilir (COSTILOW ve Ark., 1977). Yapılan çalışmaların çoğunda 19 litrelik fermentasyon kabı için 25 ml/dakika düzeyinde azot gazı akış hızı kullanılmıştır (FLEMING ve Ark., 1983; HSIAO ve McFEETERS, 1983; FLEMING ve Ark., 1987; McDONALD ve Ark., 1991). Gerçekleştirilen diğer çalışmalarda ise 19 litre hacim için 10 ml/dakika (FLEMING ve Ark., 1975), 3,8 litre için 5 ml/dakika (POTTS ve FLEMING, 1982), 220 litre için 10 litre/saat (RODRIGO ve Ark., 1992) düzeyindeki azot gazı akış hızları yeterli bulunmuştur.

Hava ile Uzaklaştırma Yapmanın Sakıncaları

Salamuradan CO₂'in uzaklaştırılması için taşıyıcı olarak azot gazı önerilmesine rağmen, bazı ticari firmalar ekonomik nedenlerle uzaklaştırma işleminde havayı kullanmaktadırlar. Ancak bu durumda hıyarlarda yumuşama, renk değişimi, salamura yüzeyinde ince tabaka halinde maya ve küf gelişmesi ve yabancı aromaya sahip ürünlerin elde edilmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (POTTS ve FLEMING, 1982; RODRIGO ve Ark., 1992). Bu tür sorunlarla karşılaşmamak için bazı işletmeler havayla uzaklaştırma işlemini belirli aralıklarla gerçekleştirirken, diğerleri fermentasyon başlayana kadar azot gazı ile uzaklaştırma yapmaktadırlar (POTTS ve FLEMING, 1982).

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1992. 1990 Tarım İstatistikleri Özeti, Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Ankara, 24 Sayfa.
- COSTILOW, R.N., BEDFORD, C.L., MINGUS, D., BLACK, D. 1977. Purging of Natural Salt-Stock Pickle Fermentations to Reduce Bloater Damage. *Journal of Food Science*. 42, 234-240.
- COSTILOW, R.N., UEBERSAX, M. 1982. Effects of Various Treatments on the Quality of Salt-Stock Pickles From Commercial Fermentations Purged with Air. *Journal of Food Science*. 47, 1866-1868.
- DAESCHEL, M.A., McFEETERS, R.F., FLEMING, H.P., KLAENHAMMER, T.R., SANOSKY R.B. 1984. Mutation Selection of *Lactobacillus plantarum* Strains That Do Not Produce Carbon Dioxide From Malate. *Applied and Environmental Microbiology*. 47(2) 419-420.
- ETCHELLS, J.L. 1968. Bloater Formation by Gas-Forming Lactic Acid Bacteria in Cucumber Fermentations. *Applied Microbiology*. 16 (7) 1029-1035.
- ETCHELLS, J.L., BELL, T.A., COSTILOW, R.N., HOOD, C.E., ANDERSON, T.E. 1973. Influence of Temperature and Humidity of Microbial, Enzymatic and Physical Changes of Stored Pickling Cucumbers. *Applied Microbiology*. 26 (6) 943-950.
- ETCHELLS, J.L., FLEMING, H.P., HONTZ, L.H., BELL, T.A., MONROE, R.S. 1975. Factors Influencing Bloater 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., BELL, T.A. 1973 a. Bloater Formation in Brined Cucumbers Fermented by *Lactobacillus plantarum*. *Journal of Food Science*. 38, 499-503.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., ETCHELLS, J.L., KELLING, R.E., BELL, T.A. 1973 b. Carbon Dioxide Production in the Fermentation of Brined Cucumbers. *Journal of Food Science*. 38, 504-506.
- FLEMING, H.P., ETCHELLS, J.L., THOMPSON, R.L., BELL, T.A. 1975. Purging of CO₂ From Cucumber Brines to Reduce Bloater Damage. *Journal of Food Science*. 40, 1304-1310.
- FLEMING, H.P., R.L. THOMPSON, R.J. MONROE, 1978. Susceptibility of Pickling Cucumbers to Bloater Damage by Carbonation. *Journal of Food Science*, 43, 892-896.
- FLEMING, H.P., McFEETERS, R.L. THOMPSON, D.C. SANDERS, 1983. Storage Stability of Vegetables Fermented with pH Control. *Journal of Food Science*, 48, 975-981.
- FLEMING, H.P., R.F.McFEETERS, H.L. THOMPSON, 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., R.F.McFEETERS, M.A.DAESCHEL, E.G. HUMPHRIES, R.L. THOMPSON, 1988. Fermentation of Cucumbers in Anaerobic Tanks. *Journal of Food Science*. 53(1) 127-133.
- HSIAO, C.L.T., R.F. McFEETERS, 1983. Relationships Among Cell Wall Constituents, Calcium and Texture During Cucumber Fermentation and Storage. *Journal of Food Science*. 48, 66-70.
- MCDONALD, L.C., H.P.FLEMING, M.A.DAESCHEL, 1991. Acidification Effects on Microbial Populations During Initiation of Cucumber Fermentation. *Journal of Food Science*. 56 (5) 1353-1356.
- McFEETERS, R.F., H.P.FLEMING, R.L.THOMPSON, 1982 a. Malic and Citric Acids in Pickling Cucumbers. *Journal of Food Science*. 47, 1859-1861.
- McFEETERS, R.F., H.P.FLEMING, R.L.THOMPSON, 1982 b. Malic Acid as a Source of Carbon Dioxide in Cucumber Juice Fermentations. *Journal of Food Science*. 47, 1862-1865.
- POTTS, E.A., H.P.FLEMING, 1982. Prevention of Mold Induced Softening in Air-Purged, Brined Cucumbers by Acidification. *Journal of Food Science*. 47, 1723-1727.
- PRESCOT, S.C., C.G.DUNN, 1949. *Industrial Microbiology*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London, 923 sayfa.
- RODRIGO, M., M.J.LAZARO, G.GARCIA, F.CONESA, J.SAFON, 1992. Pilot Study of Cucumber Fermentation: Diffusing Gases and Bloater Damage. *Journal of Food Science*. 57 (1) 155-160.