

## HIYAR TURŞUSU ÜRETİMİNDE KONTROLLÜ FERMENTASYON CONTROLLED FERMENTATION OF CUCUMBERS

Filiz ÖZÇELİK, Erhan İÇ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

**ÖZET:** Geleneksel yöntemlerle hıyar turşusu üretiminde, gelişen çok çeşitli mikroorganizma grupları ve bununla ilgili değişik faktörler ürün kalitesinin düşmesine yönelik önemli sorunlara neden olabilirler. Kontrollü fermentasyon ve fermente ürünün anaerobik koşullarda depolanması bu sorunları gidermeyi amaçlamaktadır.

Uzun yıllar süren çalışmaların sonunda ortaya konan kontrollü fermentasyon; hıyarların yıkanması, salamuranın klorlanması, asitlendirilmesi, *L. plantarum* starter kültürü ile aşılması ve fermentasyon sırasında oluşan CO<sub>2</sub> gazının bir inert gaz yardımıyla uzaklaştırılması işlemlerini içermektedir.

Kontrollü fermentasyon kapsamındaki işlemlerin çoğu ticari olarak uygulanmaktadır. Ancak; bu işlem endüstride yaygın biçimde kullanılmadan önce, teknolojik ve ekonomik yönden uygunluğu gözönüne alınmalıdır.

**SUMMARY:** In conventional fermentation of cucumbers, highly variable microbial groups and interrelated factors may give rise to a serious problems due to low product quality. Controlled fermentation with subsequent anaerobic storage of fermented product aims to avoid such problems.

The controlled fermentation procedure, developed over several years, includes thorough washing of the cucumbers, chlorination of the cover brine, acidification, buffering, inoculation with a starter culture of *L. plantarum* and purging with an inert gas to remove carbon dioxide produced during fermentation.

Some features of the controlled fermentation procedure are in commercial use. However, technological and economic factors must be considered before widespread use of this procedure in the industry.

### GİRİŞ

Hıyar turşusu fermentasyonunda salamura ve hıyarın kendisine özgü fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri vardır. Turşuluk hıyarlar salamuraya konduğu zaman bunların herbiri fermentasyonu önemli ölçüde etkiler. Mikrobiyel popülasyonun ve sonraki metabolik aktivitelerin kontrolü "Kontrollü Fermentasyon Stratejisi" için anahtar bir özellik taşımaktadır (DAESCHEL ve FLEMING, 1987). Ticari doğal fermentasyonların çoğu doğal olarak ortaya çıkan mikroorganizmaların gelişmesiyle olmaktadır. Ancak spontan olarak gelişen bu mikroorganizmalar bir çok sorunu da beraberinde getirmektedir (FLEMING, 1982). Fermente olmuş hıyarlarda ortaya çıkan bozulma problemlerinin bazıları şöyle özetlenebilir:

1. Fermente olabilen şekerlerin tamamen asite dönüştürülememesi ve sonuçta pastörize olmamış ürünlerde sonradan ikinci bir mikrobiyel gelişmenin ortaya çıkması (DAESCHEL ve FLEMING, 1987).
2. Fermentasyon süresince hıyar içinde yoğun CO<sub>2</sub> basıncının oluşması ve şişme zararının görülmesi (FLEMING ve ark., 1973a).
3. Sertlik/tekstür kaybı (FLEMING, 1982).
4. İçte ve dışta ağarma (ETCHELLS ve ark., 1975).
5. İstenmeyen koku ve tat oluşması (ETCHELLS ve ark., 1975).

Turşu fermentasyonunda ve üretilen turşularda görülen bu tür sorunları gidermek için başlangıçta "Saf Kültür Fermentasyonu" daha sonraları ise "Kontrollü Fermentasyon" üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

### KONTROLLÜ FERMENTASYON NEDİR?

Kontrollü fermentasyon, turşu fermentasyonunda doğal olarak ortaya çıkan laktik asit bakterilerinden daha çok, gelişmesi istenilen starter kültürler için gerekli çevre koşullarını sağlamayı hedefleyen bir uygulamadır. Bu sayede;

1. Starter kültürle aynı substrat için rekabet eden mikroorganizmalar elimine edilir veya baskılır.
2. Starter kültürün hızlı gelişmesi için gerekli koşullar hazırlanır.

3. Fermente olabilen tüm şekerlerin starter kültür tarafından metabolize edilmesi sağlanır (DAESCHEL ve FLEMING, 1987).

Kontrollü fermentasyon uygulamasının prensipleri ilk kez ETCHELLES ve ark. (1973) tarafından ortaya konmuştur.

Kontrollü fermentasyon uygulamasının aşamaları aşağıda kısaca açıklanmıştır:

1. Turşu üretimi için seçilen hastalıksız, sağlam görünüşlü hıyarlar yıkanır,
2. Yıkanan hıyarlar bastırma tahtası hizasına kadar fermentasyon kabına doldurulur ve bastırma tahtası yerleştirilir,
3. Yaklaşık % 6,5 tuz içeren klorlanmış salamura bastırma tahtasının üstünü bir miktar aşacak şekilde fermentasyon kabına doldurulur,
4. Daha sonra salamura yaklaşık % 0,16 düzeyinde asetik asitle veya eşdeğer miktarda asetik asit içeren sirke ile asitlendirilir,
5. Salamuraya koyma işleminden hemen sonra fermentasyon sırasında oluşan CO<sub>2</sub>'in şişmeye yol açmasını önlemek için N<sub>2</sub> gazı ile temizleme işlemine başlanırken, temizleme hızı ve miktarı hıyar büyüklüğüne ve fermentasyon kabının hacmine göre değişir.
6. Starter kültür eklenmesinden birkaç saat önce % 0,5 oranında sodyum asetat eklenir,
7. Daha sonra fermentasyon kabına starter kültür olarak tek başına *L. plantarum* veya *Pediococcus cerevisiae* ile karışık olarak eklenir,
8. Bütün bu kontrollü fermentasyon uygulaması süresince tuz oranı % 6,5 civarında tutulurken, sıcaklık ise yaklaşık 25-30°C arasında tutulmaya çalışılır ve fermentasyon 7-12 gün devam eder.

HIYAR

↓

YIKAMA

↓

BASTIRMA TAHTASI  
KONMASI

↓

SALAMURA DOLUMU

↓

ASİTLENDİRME

↓

TEMİZLEME  
(N<sub>2</sub> İLE)

↓

BUFFER İLAVESİ

↓

STARTER KÜLTÜR  
İLAVESİ

↓

TUZ İLAVESİ

↓

FERMENTASYON

↓

DEPOLAMA

#### KONTROLLÜ FERMENTASYON UYGULAMASININ GELİŞİMİ

Turşu endüstrisinde, fermentasyon sırasında ortaya çıkan doğal mikroorganizmaların neden olduğu kalite kayıplarını ortadan kaldırmaya yönelik olarak yapılan çalışmaların başlangıç noktası saf kültür ekleyerek fermentasyonları yönlendirmek şeklinde olmuştur. PEDERSON ve ALBURY tarafından 1961 yılında yapılan çalışmada, ısıtma işlemi uygulamadan (pastörize edilmemiş) salamuraya konulan hıyarlara laktik asit bakterilerinin çeşitli suşlarından oluşan starter kültür eklendiğinde, *Lactobacillus plantarum*'un yüksek asit toleransına sahip olması nedeniyle, eklenen laktik asit bakterisi suşlarına rağmen, fermentasyon aşamasında tamamen baskın suş olduğu belirlenmiştir (MCDONALD ve ark., 1991). Bu konuda ETCHELLES ve ark. (1964) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise doğal olarak gelişen mikroorganizmaları inhibe etmek amacıyla gama radyasyon (0,83-1,00 µrad) ve sıcak suda blanching (66-82°C'de 5 dak.) uygulamasından sonra *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis*'in çeşitli suşlarından oluşan karışık kültürler ile inokülasyon yoluyla saf kültür fermentasyonu gerçekleştirilmiştir.

Ancak bu tür saf kültür fermentasyonu uygulamaları ticari anlamda ekonomik ve teknik olarak da pratik bulunmamıştır (DAESCHEL ve FLEMING, 1987). Sonraki yıllarda ise ETCHELLES ve ark. (1973) tarafından daha önceden değinilen "Kontrollü Fermentasyon" uygulaması geliştirilmiş, ETCHELLES ve ark. (1975)'nin kontrollü fermentasyon koşullarında yaptıkları çalışmada starter kültür olarak eklenen *Lactobacillus plantarum* kültürünün ortama hakim olduğu bildirilmiştir. FLEMING ve ark. (1975) ise kontrollü fermentasyon koşullarında kapalı ve açık fermentasyon kaplarında gerçekleştirdikleri çalışmada,

bu uygulamanın ticari salamuralanmış hıyar stok kalitesini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ise (ETCHELLS ve ark., 1976) kontrollü fermentasyon koşullarında sertlik, renk ve kokunun normal, şişme zararının oldukça az olduğu yüksek kalitede salamuralanmış hıyar stokları elde edilmiştir. Dilimlenmiş hıyarlar için kontrollü fermentasyon uygulamasının yapıldığı bir çalışmada (FLEMING ve ark., 1978) hıyarlar dilimlendikten sonra, önce ısıtılmış daha sonra soğutulup, NaCl ve kalsiyum asetat içeren salamura içerisine konularak *Lactobacillus plantarum* kültürü inoküle edilmiştir. Bu çalışmada kalsiyum asetatın hem dokuyu sertleştirici hem de buffer görevi yaptığı bildirilmiştir. MCDONALD ve ark. (1991) ise kontrollü fermentasyon amacıyla yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, salamuraya koyma işleminden sonraki ilk 15 gün içinde doğal olarak gelişen laktik asit bakterisi sayısında bir azalma görülmezken, doğal laktik asit bakterisi suşları nedeniyle, eklenen starter kültür suşların fermentasyona hakim olmadıklarını bildirmişlerdir.

Kontrollü fermentasyon uygulamasının günümüze değin süren gelişimi sırasında turşu kalitesini önemli ölçüde azaltan şişme zararının önlenmesine ilişkin olarak da bir çok araştırma ve öneriler yapılmıştır. Fermentasyonda ortaya çıkan ve şişme zararına neden olan CO<sub>2</sub>, Aerobakter cinsine ait suşlar (PRESCOT ve DUNN, 1949), heterofermentatif laktik asit bakterileri (ETCHELLS ve ark., 1968) ve az miktarda da olsa homofermentatif laktik asit bakterileri (FLEMING ve ark., 1973a; FLEMING ve ark., 1973b) tarafından üretilmektedir. Bunun yanısıra, FLEMING ve ark. (1973a) fermentasyon sırasında üretilen CO<sub>2</sub>'in yaklaşık yarısının hıyar dokusundan kaynaklandığını belirlemişlerdir. Gerçekten de daha sonraları yapılan çalışmalarda, malik asitin hıyarlarda bulunan başlıca organik asit olduğu (MCFEETERS ve ark., 1982a) ve malolaktik bir reaksiyon sonucu bu organik asitten CO<sub>2</sub> oluştuğu bildirilmiştir (MCFEETERS ve ark., 1982b). Yapılan çalışmalarla (FLEMING ve ark., 1973a; FLEMING ve ark., 1975; COSTILOW ve ark., 1977; COSTILOW ve UEBERSAX, 1982) salamuradan CO<sub>2</sub>'in temizlenmesinin şişme zararını önlediği saptanmıştır. Günümüzdeki uygulamalarda azot veya hava ile salamuranın CO<sub>2</sub>'den temizlenmesi vazgeçilmez bir işlem olmuştur. DAESCHEL ve ark., (1984) tarafından malik asitten CO<sub>2</sub> üretmeyen *Lactobacillus* suşlarının mutasyon ve seleksiyonla eldesinden sonra ise kontrollü fermentasyon uygulamalarında bunlar gibi suşlar starter kültür olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Turşu kalitesini azaltan önemli diğer bir problem olan yumuşama üzerinde de "Kontrollü Fermentasyon" uygulaması içerisinde çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Hıyarlarda görülen yumuşamaya mikrobiyel kaynaklı poligalakturonaz (PG) enziminin neden olduğu ve salamuradaki tuz konsantrasyonu artırılarak bunun önlenebileceği bildirilirken (BELL ve ETCHHELLS, 1961), daha sonraları başlangıçta salamuraya CaCl<sub>2</sub> eklendiği zaman geleneksel olarak kullanılan daha az tuz içeren salamuralarda bile yumuşamanın önlenebileceği bildirilmiştir. THOMPSON ve ark., (1979) kontrollü fermentasyon koşullarında yaptıkları çalışmada, % 5,5 tuz içeren salamuraya eklenen % 0,1 CaCl<sub>2</sub>'ün yardımıyla 15,5°C'lik depolama sıcaklığında iyi kalite turşular elde etmişlerdir. HUDSON ve BUESCHER (1980) ise kontrollü fermentasyon koşullarında, % 4,4 NaCl ve 0,1 M CaCl<sub>2</sub> içeren salamurada fermentasyona bırakılan hıyar turşularında depolama sırasında yumuşamanın önlendiğini bildirmişlerdir. FLEMING ve ark. (1987)'nin kontrollü fermentasyon koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada % 0 tuz ve % 0,2 CaCl<sub>2</sub> içeren salamurada hıyarlar fermente ettirilmiş, ancak depolama aşamasında yumuşamayı önlemek için bir miktar tuz ilavesi gerekmiştir.

Bugün kontrollü fermentasyon uygulamasının bazı aşamaları ticari üretimde kullanılmaktadır. Örneğin salamuranın CO<sub>2</sub>'den temizlenmesi (N<sub>2</sub> veya hava ile) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı firmalar salamurayı değişen konsantrasyonlarda asitlendirmekte, bazıları laktik asit bakterilerinin bir starter kültürünü eklemektedir. Ancak komple uygulama çeşitli nedenlerle endüstriye adapte edilememiştir. Bunun nedenleri olarak uygulamadaki zorluğu; asit, buffer ve starter kültürün ayrı ayrı eklenmeyi gerektirmesi sayılabilir. Belki de en önemlisi, şimdiki şekliyle, tankların ağızlarının açık olmasının mikrobiyel kontrol ve starter kültürlerin kullanımında sorunlar yaratmasıdır (MCDONALD ve ark., 1991).

Bugüne değin yapılan kontrollü fermentasyon uygulamaları turşu endüstrisinde genel olarak kullanılan açık tanklarda denenmiştir (MCDONALD ve ark., 1991). Turşu endüstrisinde hıyarlar ahşap, fibreglass veya polietilen tanklarda salamuraya konurlar. Bunların ağzının açık olması güneşten kaynaklanan U.V. ışınlarının salamura yüzeyinde gelişen oksidatif mayalar ve küflerin gelişmesini baskılması yanında; oksijen, yağmur suyu ve yabancı maddelerin girişine de neden olmaktadır (DAESCHEL ve FLEMING,

1987). Bu nedenle FLEMING ve ark. (1983) tarafından kontrollü fermentasyon uygulamasına yönelik olarak kapalı bir tank dizayn edilmiştir. Bu tank sayesinde fermentasyon için kontrollü bir çevre sağlanırken; salamura hazırlamada kullanılan tuz miktarı ve atık sorunu önemli ölçüde azaltılmış, bunun yanında ürün kalitesi ve sanitasyon koşulları iyileştirilmiştir. FLEMING ve ark., (1988) ise kapalı tanklar için basitleştirilmiş bir salamuralama yöntemi geliştirmişlerdir. Bu çalışmada hıyarlar 0,018 M CaCl<sub>2</sub>, 0,045 M kalsiyum asetat, % 2,7 - % 4,6 NaCl içeren salamurada fermentasyona bırakılırken, inokülasyon *Lactobacillus plantarum* kültürü ile yapılmıştır. Hıyar dokusunun sertliğinin korunabildiği bu çalışmada doğal olarak gelişen laktik asit bakterisi suşları fermentasyonun sonuna doğru baskın hale gelmiş ve fermentasyonu tamamlamışlardır. Bu konuda çalışmalar yapan HUMPHRIES ve FLEMING (1989)'de anaerobik koşullarda hıyar fermentasyonu ve depolamasının gerçekleştirilebileceği yeni bir kapalı tank sistemi dizayn etmişlerdir.

Günümüzdeki kapalı tank dizaynı kavramı N<sub>2</sub> gazı içeren tavan boşluğunu da kapsamaktadır. N<sub>2</sub> gazı ürün kalitesini düşürür veya bozar, aynı zamanda starter kültürler ile rekabet eden oksidatif mikroorganizmaların gelişmesini de baskılamaktadır (HUMPHRIES ve FLEMING, 1989). Görüldüğü gibi kapalı tanklar turşu endüstrisinde tuz oranının azaltılması, geliştirilmiş ve daha üniform ürün kalitesi ve geliştirilmiş sanitasyon gibi faydalar sağlamaktadır. Kapalı tank sistemiyle birlikte kalsiyum tuzlarının kullanılması NaCl kullanımını önemli ölçüde azaltacaktır. Bununla birlikte uygulamadaki ekonomik ve teknik faktörler de gözardı edilmemelidir (FLEMING, 1982).

## SONUÇ

Doğal olarak gerçekleştirilen laktik asit fermentasyonu karışık bir mikrofloranın gelişmesi sonucu oluşur. Ancak bu kontrolsüz mikrobiyel aktivite fermentasyonda bazı problemlere neden olurken son üründe ve depolanmış üründe ise kalite kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle turşu endüstrisinde, saf kültür fermentasyonlarından son olarak kapalı tankta kontrollü fermentasyon uygulamalarına kadar devam eden çabalar kalitenin yükselmesine öncelik olarak sürdürülmektedir.

Doğal mikrofloranın etkisiyle ancak pastörize edilmiş hammaddelerle yapılan fermentasyonlarda olumlu sonuçlar veren saf kültür fermentasyonu uygulaması, ekonomik olmayışı ve ticari üretimdeki uygulama zorluğu nedeni ile kabul görmemiştir. Sonraları ortaya çıkan "Kontrollü Fermentasyon" uygulaması ise zaman içinde geliştirilerek "Kapalı Tankta Kontrollü Fermentasyon" a kadar uzanan geniş bir süreçte gelişimine devam etmiştir.

Kontrollü fermentasyonun bugünkü koşullarında, doğal mikrofloranın etkisi nedeniyle, eskiden beri amaçlanan saf kültür fermentasyonu gerçekleşmemektedir. Bu nedenle, laktik asit fermentasyonlarının başarısı açısından hıyarların kontrollü fermentasyonu için geliştirilen uygulamalarda, koşullar eklenen starter kültürlerin gelişmesini ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesinin baskılanmasını veya elimine edilmesini sağlamalıdır. Aynı zamanda hıyar turşusu kalitesini olumsuz etkileyen yumuşama problemlerinin çözümü için kalsiyum klorür veya buffer olarak kullanılan sodyum asetat yerine kalsiyum asetat kullanılması, şişme zararını önlemek için ise starter olarak malik asiti CO<sub>2</sub>'e parçalayamayan suşların kullanılması ve oluşan CO<sub>2</sub>'i uzaklaştırmak için N<sub>2</sub> veya hava ile temizleme yapılması öncelik taşımaktadır. Daha ileri bir aşama olarak da artık açık tankta fermentasyon yerine teknolojik gelişmeyi yakalayarak fermentasyonun daha kolay kontrol edilebildiği, kapalı tankların kullanılmasına geçilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- BELL, T.A. ve ETCHHELL, J.L., 1961. Influence of Salt (NaCl) on Pectinolytic Softening of Cucumbers. *Journal of Food Science.*, 26, 84-90.
- COSTILOW, R.N., BEDFOD, C.L., MINGUS, D. ve BLACK, D., 1977. Purging of Natural Salt-Stock Pickle Fermentations to Reduce Bloat Damage. *Journal of Food Science.*, 42, 134-240.
- COSTILOW, R.N., ve 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., ve SANOZY, 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.

- DAESCHEL, M.A. ve FLEMING, H.P., 1987. Achieving Pure Culture Cucumber Fermentations: A Review., Developments in Industrial Microbiology (J. Ind. Microbiol, Suppl. No. 2). G. Pierce, Ed., Society for Industrial Microbiology, Arlington, V.A., 28, 141-148.
- ETCHELLS, J.L., COSTILOW, R.N., ANDERSON, T.E. ve BELL, T.A., 1964. Pure Culture Fermentation of Brined Cucumbers, Applied Microbiology. 12(6), 523-535.
- 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., FLEMING, H.P., KELLING, R.E., ve THOMPSON, R.L., 1973. Suggested Procedure for the Controlled Fermentation of Commercially Brined Pickling Cucumbers-The Use of Starter Cultures and Reduction of Carbon Dioxide Accumulation. Pickle Pak Science. 3, 4-14.
- ETCHELLS, J.L., FLEMING, H.P. ve BELL, T.A., 1975. Factors Influencing the Growth of Lactic Acid Bacteria During the Fermentation of Brined Cucumbers., J.G. Carr C.V. Cutting, G.C. Whiting. Ed., Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food. Academic Press, New York. 281-305.
- ETCHELLS, J.L., FLEMING, H.P., BELL, T.A., ve THOMPSON, R.L., 1976. The Controlled Fermentation Process Compared with a Salt-Free Method for Preservation and Storage of Pickling Cucumbers. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications Advisory Statements, 7 s.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., ETCHELLS, J.L., KELLING, R.E., ve BELL, T.A., 1973a. 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. ve BELL, T.A., 1973b., Carbondioxide Production in the Fermentation of Brined Cucumbers. Journal of Food Science. 38, 504-506.
- FLEMING, H.P., ETCHELLS, J.L., THOMPSON, R.L. ve BELL, T.A., 1975. Purging of CO<sub>2</sub> From Cucumber Brines to Reduce BLOATER DAMAGE. Journal of Food Science. 40, 1304-1310.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., BELL, T.A., ve HONTZ, L.H., 1978. Controlled Fermentation of Sliced Cucumbers. Journal of Food Science, 43, 888-891.
- FLEMING, H.P., 1982. Fermented Vegetables, A.H. Rose, E.D., Economic Microbiology, Foods Fermented, Academic Press, 7, 227-258.
- FLEMING, H.P., HUMPHRIES, E.G., ve MACON, J.A., 1983. Progress on Development of an Anaerobic Tank for Brining of Cucumbers, Pickle Pak Science. VII., (1) 3-15. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications Abstracts.
- FLEMING, H.P., MCFEETERS, R.F. ve THOMPSON, R.L., 1987. Effects of Sodium Chloride Concentration on Firmness Retention of Cucumbers Fermented and Stored with Calcium Chloride. Journal of Food Science. 52(3), 953-957.
- FLEMING, H.P., MCFEETERS, R.F., DAESCHEL, M.A., HUMPHRIES, E.G. ve THOMPSON, R.L., 1988. Fermentation of Cucumbers in Anaerobic Tanks. Journal of Food Science. 53(1) 127-133.
- HUDSON, J.M. ve BUESCHER, R.W., 1980. Prevention of Soft Center Development in Large Whole Cucumber Pickles by Calcium. Journal of Food Science. 45, 1450-1451.
- HUMPHRIES, E.G. ve FLEMING, H.P., 1989. Anaerobic Tanks for Cucumber Fermentation and Storage. Journal Agric. Engng. Res. 44, 133-140.
- MCDONALD, L.C., FLEMING, H.P. ve DAESCHEL, M.A., 1991. Acidification Effects on Microbial Populations During Initiation of Cucumber Fermentation. Journal of Food Science. 56(5), 1353-1356.
- MCFEETERS, R.F., FLEMING, H.P. ve THOMPSON, R.L., 1982a. Malic and Citric Acids in Pickling Cucumbers. Journal of Food Science. 47, 1859-1861.
- MCFEETERS, R.F., FLEMING, H.P. ve THOMPSON, R.L., 1982b. Malic Acid as a Source of Carbon Dioxide in Cucumber Juice Fermentations. Journal of Food Science. 47, 1862-1865.
- PRESCOT, S.C. ve DUNN, C.G., 1949. Industrial Microbiology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. Toronto, London, 923 s.
- THOMPSON, R.L., FLEMING, H.P. ve MONROE, R.J., 1979. Effects of Storage Conditions on Firmness of Brined Cucumbers. Journal of Food Science, 44, 843-846.