

HIYAR TURŞULARINDA KÜF KAYNAKLI ENZİMATİK YUMUŞAMA VE ÖNLEMLERİ

MOLD-INDUCED ENZYMATIC SOFTENING IN CUCUMBER PICKLES AND SUGGESTED PRECAUTIONS

Erhan İÇ, Filliz ÖZÇELİK

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

ÖZET: Hıyar turşularında görülen yumuşama, pektolitik ve selüloolitik enzim sistemlerinin faaliyetinin direkt bir sonucudur. Bu enzimlerin aktivitesi esas olarak hıyartar salamuraya kondukları zaman büyük oranda üzerlerinde bağlı olarak kalan çiçeklerdeki küf gelişimi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bu yayın hıyar çiçeklerindeki hidrolitik enzim sistemleri hakkındaki bilgileri ve hıyar turşularında görülen küf kaynaklı yumuşama probleminin azaltılması veya önlenmesi için alınabilecek tedbirleri özetlemektedir.

ABSTRACT: Softening in cucumber pickles is the direct result of hydrolytic action by pectolytic and cellulolytic enzyme systems. These enzymes activity is mainly result of the growth of molds in cucumber flowers and many of these flowers remain attached to the cucumbers when brined. This paper summarizes the information about hydrolytic enzyme systems in cucumber flowers and also offers possible means of reducing or eliminating the problem of mold - induced softening in cucumber pickles.

GİRİŞ

Tekstür hıyar turşularında önemli bir kalite kriteridir ve tüketiciler sert ve gevrek yapıdaki hıyar turşularını tercih etmektedirler. Bu nedenle hıyar turşularının fermentasyonu ve depolaması sırasında ortaya çıkan yumuşama zararı ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Salamuralanan hıyarlarda görülen yumuşama zararının potansiyel kaynağı, küfler tarafından üretilen enzimlerdir ve salamuraya konulan hıyarların üzerinde kalan, yoğun olarak küflenmiş hıyar çiçekleri tarafından fermentasyon salamurasına taşınmaktadır. Yapılan çalışmalar yüksek oranda çiçek içeren fermentasyon kaplarından alınan örneklerin yüksek enzim aktivitesine sahip olduğunu göstermiştir (ETCHELLS ve ark. 1955).

Küflerin ürettiği oldukları pektolitik ve selüloolitik enzimler hıyar turşularında doğrudan doğruya yumuşamaya neden olmaktadır. Bu aşamada bakteriyel poligalakturonazların çoğunun fermentasyon ve depolama koşullarındaki pH aralığında aktif olmaması nedeniyle, bakteriyel kaynaklı poligalakturonazın neden olduğu yumuşama önemsizdir (FLEMING 1982). Bununla birlikte hıyar meyvesi de doğal pektolitik enzimleri içermektedir. Ancak bu enzimlerin hıyar turşularının fermentasyonu ve depolanması sırasında hıyar meyvesinin yumuşamasına yardım ettiği belirlenmemiştir (MCFEETERS 1986). Doğrudan bir ilişki olmamasına rağmen, hıyar meyvesinin mekanik olarak zarara uğramasının meyvenin doğal enzimlerini aktive edebileceği gibi yumuşamaya neden olan mikroorganizmaların gelişmesini de teşvik edebileceği belirtilmektedir (WALTER ve ark. 1985). Pektolitik enzimlerin yanı sıra selüloolitik enzimler de yumuşama zararı açısından önemli görülmektedir. BUESCHER ve HUDSON (1984) fermentasyon salamurasında bulunan selüloolitik enziminin, geç de olsa hıyar turşularında ciddi olarak yumuşamaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

HIYAR TURŞULARINDA GÖRÜLEN ENZİMATİK YUMUŞAMANIN NEDENLERİ

Hıyar turşusu fermentasyonlarında ortaya çıkan yumuşama zararının nedenleri araştırılmaya başlandığı zaman pektolitik bir enzim olan poligalakturonaz enzimi üzerinde durulmuştur. Ticari koşullarda salamuraya konulan hıyarlarda enzim kaynaklı yumuşamanın varlığı ilk kez BELL ve ark. (1950) tarafından bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada çeşitli turşu üretim bölgelerinden sağlanan ve yumuşama olduğu saptanmış hıyar turşularında poligalakturonaz aktivitesi belirlenmiş ve yumuşamanın bu enzimin aktivitesi ile ilgili olduğu ortaya konulmuştur.

BELL (1951) tarafından yapılan bir çalışmada hıyar bitkisi ve meyvesinin (*Cucumis sativus L.*) pektolitik enzim kaynağı olduğu saptanmıştır. Bu enzimin tohumlarda, erkek çiçek, çiçeklerin tozlanmış dişi organlarında ve olgun hıyar meyvesinde çok aktif olduğu belirlenmiştir. Ancak ham meyvenin olgunlaşması sırasında alınan örneklerin bazılarında enzim aktivitesinin zayıf, bazılarında ise hiç olmadığı saptanmıştır.

BELL ve ark. (1958) çeşitli turşu üretim merkezlerinden sağlanan ve turşuluk hıyarlar üzerinde kalan çiçeklerde pektolitik enzim aktivitesinin 31-308 ünite/g (ort. 120 ünite/g) olarak, hıyar üretim alanlarından sağlanan yeni açmış hıyar çiçeklerinde ise pektolitik enzim aktivitesini 350-1.737 ünite/g (ort. 875 ünite/g) olarak saptamışlardır. Analiz edilen bütün örnekler göz önüne alındığında; tarlalardan sağlanan çiçeklerdeki pektolitik enzim aktivitesini diğerlerinden 7 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu bölgelerden sağlanan çiçeklerdeki selüloz aktivitesi incelendiğinde; hıyar üretim alanlarından sağlanan çiçeklerdeki selüloz aktivitesinin 102-221 ünite/g (ort. 151 ünite/g), diğerlerinden sağlanan örneklerde ise 213-2.199 ünite/g (ort. 680 ünite/g) olduğu belirlenmiş; selüloz aktiviteleri karşılaştırıldığında ise turşu üretim merkezlerinden sağlanan örneklerin diğerlerine göre 4.5 kat daha aktif olduğu belirtilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada ise hıyar üretim sezonu içinde çiçek, ovarium ve hıyar meyvesi örneklerinde ortaya çıkan küf varlığı araştırıldığında oldukça yüksek oranda küf varlığı ve buna bağlı olarak pektolitik enzim aktivitesi saptanmıştır. Bu çalışma sırasında izole edilen 34 cins içindeki 73 küf suşunun çoğunun hem pektolitik ve hem de selüloolitik enzim aktivitesine sahip olduğu belirlenmiş, ayrıca yoğun şekilde küf gelişmiş çiçeklerin hıyar meyvesi üzerinde kalarak salamuralara geçtikleri bildirilmiştir (ETCHELLS ve ark. 1958a).

ETCHELLS ve ark. (1973a) tarafından yapılan bir araştırmada ise depolamaya alınan hıyar meyvesi örneklerinde küf varlığı saptanırken, depolama başında ve sonunda alınan örneklerde pektolitik ve selüloolitik enzim aktivitesi bulunduğu, hıyar meyvelerinin yıkanmasının enzim aktivitelerini azalttığı ancak tamamen ortadan kaldıramadığı bildirilmiştir. Depolama süresince yüksek nemli koşullarda, hıyar meyvelerinde yıkama işlemi yapılsa da yapılmassa da, düşük sıcaklık derecelerinde bile bazı küf suşlarının geliştiği görülmüştür. Depolama süresince (0-6 gün) düşük nem oranlarında (%55-%60 nispi nem) bile sıcaklık arttıkça, pektolitik özellikle de selüloolitik enzim aktivitesinin arttığı saptanmıştır.

Hıyar meyvesinde gelişen küflerin neden olduğu enzim aktivitesinin yanı sıra hıyar meyvesinin kendi doğal enzimlerinin de doku yumuşaması üzerindeki rolü araştırıldığında (PRESSEY ve AVANTS 1975) hıyar meyvesinden izole edilen poligalakturonazın molekül ağırlığının 59.000 dalton, pH 3-8 arasında aktif olan bu enzimin optimum aktivite pH'sinin 5.5 olduğu belirlenmiş, enzim aktivitesinin küçük boyutlu hıyarlarda 0.29 ünite/ml, orta büyüklükteki hıyarlarda 0.63 ünite/ml, büyük boyutlu hıyarlarda ise 0.87 ünite/ml düzeyinde bulunduğu bildirilmiştir.

MCFEETERS ve ark. (1980) tarafından ise olgun turşuluk hıyarlarda ilk defa, molekül ağırlığı 35.000 dalton ve optimum pH değeri 5.6 olan homojen bir endopoligalakturonaz izole edilmiştir. SALTWEIT ve MCFEETERS (1980) hıyar meyvesinde doğal bir poligalakturonaz aktivitesi bulunduğunu ve hasat edilen hıyarlarda pH 4.6-6.2 arasında pH değeri azalırken poligalakturonaz aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca hıyar meyvesinin olgunlaşması sırasında ise tohum boşluğundaki enzim aktivitesinin 20 kat arttığını saptamışlardır.

HIYAR TURŞULARINDA ENZİMATİK YUMUŞAMAYI KONTROL ETMEK AMACIYLA BAŞVURULAN YÖNTEMLER

1950'li yıllardan başlayarak hıyar turşularında yumuşamaya neden olan etkenlerin ortaya konmasıyla birlikte bu sorunu çözmeye yönelik bir çok araştırma yapılmış ve kontrol yöntemleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Yüksek Konsantrasyonda Tuz İçeren Salamuraların Kullanılması

Salamuraya koyma işleminde kullanılan yüksek konsantrasyonlardaki tuzun hıyar turşularında yumuşamaya neden olan pektolitik enzimler üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada (BELL ve ETCHHELLS 1961) poligalakturonaz aktivitesinin doğrudan doğruya NaCl konsantrasyonu ile ilgili olduğu, %6 NaCl içeren salamurada ortaya çıkan yumuşamanın %20 NaCl içeren salamurada ortaya çıkan yumuşamaya oranla 2 kat daha fazla olduğu ve yüksek oranda NaCl kullanılarak poligalakturonaz aktivitesinin önlenebileceği bildirilmiştir. Ancak fermentasyonun hızlı olması ve tamamlanabilmesi için düşük NaCl oranının gerekli olması, yumuşamanın önlenmesi için yüksek oranda NaCl kullanılmasını olanaksız hale getirmektedir (ETCHELLS ve ark. 1964).

Fermentasyon Salamurasının Değiştirilmesi

Hıyar turşularında görülen yumuşamanın önlenmesi için fermentasyonun başında salamuranın değiştirilmesi de aynı dönemde bir yöntem olarak gündeme gelmiş ve 1954 yılından itibaren doğal hıyar turşusu fermentasyonlarında uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntem göre, hıyarlar salamuraya konduktan 36-48 saat sonra fermentasyon kaplarından salamura boşaltılmakta ve aynı tuz konsantrasyonunda yeni salamura fermentasyon kabına doldurulmaktadır. Böylece hıyarların üzerlerinde kalan çiçeklerde gelişen küflerin neden olduğu enzim aktivitesinin ortadan kaldırılabileceği bildirilmiştir (ETCHELLS ve ark. 1973b, FLEMING 1982). Ancak bu işlemin ortaya çıkaracağı maliyet artışı ve atılacak salamuranın yaratacağı çevre kirliliği sorunları göz ardı edilmemelidir.

Bitki Ekstraktlarının Enzim Aktivitesine Karşı İnhibitör Olarak Kullanılması

Hıyar turşularında görülen yumuşamayı önlemek için yapılan çalışmalar kapsamında çeşitli bitki yapraklarından izole edilen spesifik, doğal, toksik olmayan inhibitör maddelerin kullanılması için yoğun araştırmalar yapılmıştır. Geleneksel olarak asma yapraklarının turşu fermentasyonlarında yumuşamayı önlediğine inanılarak kullanılmış olması araştırmalar için bir başlangıç noktası oluşturmuştur.

Bu konuda gerçekleştirilen bir çalışmada (ETCHELLS ve ark. 1958b) Scuppernong (*Vitis rotundifolia*) üzüm çeşidine ait asma yapraklarından izole edilen bir ekstraktın hıyar turşusu salamurasına eklendiği zaman pektolitik ve selüloolitik enzimlerin hıyar turşularında neden olduğu yumuşamayı önlediği, artan inhibitör konsantrasyonu ile sertliğin de arttığı bildirilmiştir. Suda çözünür nitelikte olan bu maddenin yoğun küf gelişmesinin görüldüğü hıyar çiçeklerinden izole edilen ve saflaştırılan pektinaz (poligalakturonaz) ve selülaz aktivitesini önlediği belirtilmektedir.

Yapılan diğer bir çalışmada ise (BELL ve ark. 1960) Muscadine grubu içinde yer alan 6 üzüm çeşidine ait olgun yapraklardan izole edilen maddenin küflenmiş hıyar çiçeklerinden izole edilen selülazın inhibisyonunda etkili olduğu bildirilirken, bu çalışmada izole edilen inhibitörün karbonhidrat veya protein yapısında olmadığı, yüksek molekül ağırlığına sahip organik bir bileşik olduğu belirtilmiştir. Daha sonra ise PORTER ve ark. (1961) tarafından, 17 farklı bitki yaprağının incelendiği çalışmada bu bitkilerden izole edilen maddenin pektolitik enzim aktivitesini engellediği, kimyasal yapısı araştırıldığında ise tanen veya tanen benzeri bir bileşik olduğu saptanmıştır.

İnhibitör elde edebilmek için *Sericea (Lespedeza cuneata)* bitkisinin yapraklarının kullanıldığı bir başka çalışmada ise (BELL ve ark. 1965a) izole edilen inhibitör madde, hıyar turşusu fermentasyonunda salamuraya hıyar çiçeklerinden elde edilen pektolitik ve selüloolitik enzimler eklendiği zaman bu enzimlerin aktivitesini önemli ölçüde azaltmış, enzim aktivitesindeki azalmanın doğrudan doğruya artan ekstrakt konsantrasyonu ile ilişkili olduğu ve laktik asit fermentasyonu üzerine herhangi bir etkisi görülmeyen bu inhibitörün tuz-stok hıyar turşularının sertliğinin korunmasına yardım ettiği bildirilmiştir.

Yine aynı yıl yapılan başka bir çalışmada, 7 farklı bitki yaprağından izole edilen inhibitörlerden üçünün (*Sericea*, Muscadine üzümü, Trabzon hurması) küf kaynaklı pektolitik ve selüloolitik enzim aktivitesini önlediği, asma yaprağı ve *Sericea* bitkisi yapraklarından elde edilen inhibitör maddelerin molekül ağırlıklarının sırasıyla 14.000 ve 20.000 dalton olduğu; inhibitör olarak izole edilen bu tanenli bileşiklerin kateşinler veya lökoantosianinlerin yoğunlaşmış polimerleri olabileceği bildirilmiştir (BELL ve ark. 1965b).

Gerçekleştirilen bu araştırmalarda bu tür inhibitörlerin ticari salamuralarda kullanılması durumunda hıyar turşularında sertliği artırdığı, titrasyon asitliği, pH ve salamura üzerine açık bir etkisi olmadığı belirlenmişse de; renkte kararmaya yol açması ve salamuraya koyma işlemleri için gereken inhibitör maddesinin fazla olması çeşitli zorlukları ortaya çıkarmış ve bu inhibitörlerin kullanılmalarını engellemiştir (ETCHELLS ve ark. 1958b, 1975).

SALAMURADAN CO₂'İN UZAKLAŞTIRILMASINDA KULLANILAN HAVANIN HIYAR TURŞULARINDA GÖRÜLEN YUMUŞAMA ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

Hıyar turşusu üretiminde şişme zararını önlemek amacıyla fermentasyon süresince ortaya çıkan CO₂'in salamuradan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu uygulama sırasında, genelde taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmasına rağmen bazı firmalar ekonomik nedenlerle hava kullanmaktadırlar. Ancak bu durumda da salamurada küf gelişmesine bağlı olarak hıyar turşularında yumuşamanın ortaya çıktığına ilişkin bilgiler bulunmaktadır.

FLEMING ve ark. (1975) tarafından laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen doğal fermentasyonlarda hava ile temizleme (2 saat/_{gün}-425 ml/_{dek}) yapıldığında salamuraya koyma işleminden sadece 7 gün sonra küf gelişmesine bağlı yumuşamanın ortaya çıktığı ve salamura yüzeyinde küf misellerinin geliştiği saptanmıştır. Laboratuvar koşullarında yapılan diğer bir çalışmada ise (GATES ve COSTILOW 1981) hava ile temizlemede verilen hava miktarı arttıkça yumuşama oranının da arttığı, ancak pektolitik enzim aktivitesi ile yumuşama arasında bir korelasyon bulunmadığı belirtilmiştir. Kontrollü fermentasyon koşullarında salamuraya potasyum sorbat ilave edildiğinde, fermentasyonun ilk günlerinde azot gazı ve daha sonra hava ile temizleme yapmanın yumuşamaya neden olmadığı bildirilmiştir. Birkaç örnekte rastlanılan yumuşamaya sadece bazı sorbik asite dayanıklı mikroorganizmaların gelişmesinin neden olabileceği belirtilmiştir.

Ticari koşullarda gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise 28 adet turşu fermentasyonunda temizleme gazı olarak hava kullanıldığı zaman sadece bir tankta, tankın üst kısmındaki temizleyici çıkışının altında, çözülmüş oksijen miktarının çok fazla olması nedeniyle yumuşamış bir miktar turşu bulunduğu, ancak bütün tanka yayılmadığı bildirilmiştir (COSTILOW ve ark. 1981). A.B.D.'nde geniş kapsamlı olarak yapılan bir çalışmada ise fermentasyonun başında temizleme yapılmaması veya temizleme gazı olarak azot kullanılması durumunda daha sonraki günlerde havanın temizleme gazı olarak güvenle kullanılabilceği belirtilmiştir (COSTILOW ve UEBERSAX 1982).

POTTS ve FLEMING (1982) tarafından yapılan çalışmada ise temizlemede hava kullanılması durumunda salamuraya asetik asit katılmasının yumuşama üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmada hava ile temizlenen fermentasyon salamurasına denge noktasında %0.16 olacak şekilde asetik asit eklendiği zaman küflerin neden olduğu yumuşamaya rastlanmadığı, asetik asit seviyesi %0.12 veya daha aşağıya düştüğünde ise pektolitik enzim aktivitesi ve hıyarların yumuşamasında artış olduğu gözlenmiştir. Asit ilavesi yapılmamış doğal fermentasyonlarda, salamura pH'sı 4'e ulaştıktan sonra temizleme işlemine geçildiğinde ise yumuşamaya rastlanmamıştır.

SONUÇ

Hıyar turşusu salamuralarında yumuşamaya neden olan hidrolitik enzim konsantrasyonunun azaltılması veya etkilerinin en aza indirilmesi için önerilebilecek yöntemler şunlardır:

1. Üzerinde en az oranda çiçek kalan hıyar çeşitlerinin yetiştirilmesi,
2. Hıyar üretim alanlarında küflere karşı etkili fungusit ve insektisitlerin kullanılması,
3. Turşuluk hıyarlar üzerinde kalan çiçeklerin mekanik olarak ayrılması,
4. Turşuluk hıyarların hasattan itibaren en kısa sürede işlenmesi,
5. Fermentasyon sırasında ortaya çıkan CO₂'in uzaklaştırılması amacıyla azot gazı kullanılarak temizleme yapılması,
6. Eğer hava ile temizleme yapılacaksa;
 - a. Fermentasyonun ilk iki günü içinde azot gazının tercih edilmesi veya hava ile yapılacak temizlemenin 3. günden itibaren başlatılması,
 - b. Uygun temizleme hızı ve süresinin seçilmesi,
 - c. Fermentasyon sırasında salamura pH'sı 4'e düştükten sonra temizleme işlemine geçilmesi,
 - d. Salamuraya denge noktasında %0.16 olacak şekilde asetik asit eklenmesi,
7. Hıyar turşularının fermentasyonu ve depolanması süresince hava ile olan teması ortadan kaldırmak için kontrollü fermentasyon ve depolama koşullarının sağlanabileceği kapalı tankların kullanılması,
8. Depolama işlemi sırasında tuz konsantrasyonunun kabul edilebilir oranlarda yüksek tutulması,
9. Hıyar turşularının yumuşamasını önlemek için uygun konsantrasyonlarda CaCl₂ veya Ca⁺⁺ içeren bileşiklerin salamuraya katılması,
10. Taze hıyarlara fermentasyondan önce kısa süreli ısı işlem (77°C'de 3 dakika) "blanching" uygulanması ve starter kültür ilavesinden sonra fermentasyonun gerçekleştirilmesi,
11. Enzim aktivitesini tamamen ortadan kaldırmak amacıyla pastörizasyon işleminin uygulanması.

KAYNAKLAR

- BELL, T.A., ETCHELLES, J.L. and JONES, I.D. 1950. Softening of Commercial Cucumber Salt-Stock in Relation to Polygalacturonase Activity. *Food Technology*, 4, 157-163. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- BELL, T.A. 1951. Pectolytic Activity in Various Parts of the Cucumber Plant and Fruit. *Botan. Gaz.*, 113, 216-221. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- BELL, T.A., ETCHELLES, J.L. and COSTILOW, R.N. 1958. Softening Enzyme Activity of Cucumber Flowers from Northern Production Areas. *Food Res.*, 23, 198-204. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- BELL, T.A., AURAND, L.W. and ETCHELLES, J.L. 1960. Cellulase Inhibitor in Grape Leaves. *Botan. Gaz.*, 122, 143-148. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- BELL, T.A. and ETCHELLES, J.L. 1961. Influence of Salt (NaCl) on Pectinolytic Softening of Cucumbers. *Journal of Food Science*, 26, 84-90.
- BELL, T.A., ETCHELLES, J.L., SINGLETON, J.A. and SMART, W.W.G. 1965a. Inhibition of Pectinolytic and Cellulolytic Enzymes in Cucumber Fermentations by *Sericea*. *Journal of Food Science*, 30, 233-239.
- BELL, T.A., ETCHELLES, J.L. and SMART, W.W.G. 1965b. Pectinase and Cellulase Enzyme Inhibitor from *Sericea* and Certain Other Plants. *Botan. Gaz.*, 126, 40-45. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- BUESCHER, R.W. and HUDSON, J.M. 1984. Softening of Cucumber Pickles by Cx-Cellulase and Its Inhibition by Calcium. *Journal of Food Science*, 49, 954-955.
- COSTILOW, R.N., GATES, K. and BEDFORD, C.L. 1981. Air Purging of Commercial Salt-Stock Pickle Fermentations. *Journal of Food Science*, 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. *Journal of Food Science*, 47, 1866-1868.
- ETCHELLES, J.L., BELL, T.A. and JONES, I.D. 1955. Studies on the Origin of Pectinolytic and Cellulolytic Enzymes in Commercial Cucumber Fermentation. *Food Technology*, 9, 14, 16. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publication's Abstracts.
- ETCHELLES, J.L., BELL, T.A., MONROE, R.J., MASLEY, P.M. and DEMAIN, A.L., 1958a. Populations and Softening Enzyme Activity of Filamentous Fungi on Flowers, Ovaries and Fruit of Pickling Cucumbers. *Applied Microbiology*, 6, 427-440. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- ETCHELLES, J.L., BELL, T.A. and WILLIAMS, C.F. 1958b. Inhibition of Pectinolytic and Cellulolytic Enzymes in Cucumber Fermentations by *Scuppernon* Grape Leaves. *Food Technology*, 12, 204-208.
- ETCHELLES, J.L., COSTILOW, R.N., ANDERSON, T.E. and BELL, T.A. 1964. Pure Culture Fermentation of Brined Cucumbers. *Applied Microbiology*, 12 (6) 523-535.
- ETCHELLES, J.L., BELL, T.A., COSTILOW, R.N., HOOD, C.E. and ANDERSON, T.E. 1973a. Influence of Temperature and Humidity on Microbial, Enzymatic and Physical Changes of Stored Pickling Cucumbers. *Applied Microbiology*, 26(6) 943-950.
- ETCHELLES, J.L., BELL, T.A., FLEMING, H.P., KELLING, R.E. and THOMPSON, R.L. 1973b. Suggested Procedure for the Controlled Fermentation of Commercially Brined Pickling Cucumbers - the Use of Starter Cultures and Reduction of Carbon Dioxide Accumulation. *Pickle Pack Science*, 3,4-14.
- ETCHELLES, J.L., FLEMING, H.P., HONTZ, L.H., BELL, T.A. and MONROE, R.S. 1975. Factors Influencing Bloat Formation in Brined Cucumbers During Controlled Fermentation. *Journal of Food Science*, 40, 569-575.
- FLEMING, H.P., ETCHELLES, J.L., THOMPSON, R.L. and BELL, T.A. 1975. Purging of CO₂ From Cucumber Brines to Reduce Bloat Damage. *Journal of Food Science*, 40, 1304-1310.
- FLEMING, H.P. 1982. Fermented Vegetables., In: A.H. Rose (Editor), *Economic Microbiology-Fermented Foods*, Academic Press, 7, 228-258. London, N.Y., Paris.
- GATES, K. and COSTILOW, R.N. 1981. Factors Influencing Softening of Salt-Stock Pickles in Air Purged Fermentations. *Journal of Food Science*, 46, 274-277.
- MCFEETERS, R.F., BELL, T.A. and FLEMING, H.P. 1980. An Endo-Polygalacturonase in Cucumber Fruit. *Journal of Food Biochemical*, 4(1)1-16. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- MCFEETERS, R.F. 1986. Pectin Methylation Changes and Calcium Ion Effects on the Texture of Fresh, Fermented and Acidified Cucumbers. In: M.L. Fishman and J.J. Jen (Editors), *Chemistry and Function of Pectins*, ACS Symposium Series, No. 310, American Chem. Society., 217-229.
- PORTER, W.L., SCHWARTZ, J.H., BELL, T.A. and ETCHELLES, J.L. 1961. Probable Identity of the Pectinase Inhibitor in Grape Leaves. *Journal of Food Science*, 26, 600-605.
- POTTS, E.A. and FLEMING, H.P. 1982. Prevention of Mold Induced Softening in Air-Purged Brined Cucumbers by Acidification. *Journal of Food Science*, 47, 1723-1727.
- PRESSEY, R. and AVANTS, J.K. 1975. Cucumber Polygalacturonase. *Journal of Food Science*, 40, 937- 939.
- SALTVEIT, M.E. and MCFEETERS, R.F. 1980. Polygalacturonase Activity and Ethylene Synthesis During Cucumber Fruit Development and Maturation. *Plant Physiology*, 66(6) 1019-1023. Alınmıştır. U.S. Food Fermentation Laboratory Publications' Abstracts.
- WALTER, W.M., FLEMING, H.P. and TRIGIANO, R.N. 1985. Comparison of the Microstructure of Firm and Stem-End Softened Cucumber Pickles Preserved by Brine Fermentation. *Food Microstructure*, 4, 165-172.