

HIYAR TURŞULARARININ DÜŞÜK TUZLU SALAMURADA FERMENTASYONU ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

A STUDY ON THE FERMENTATION OF CUCUMBER IN LOW-SALT BRINE

Erhan İÇ, Filiz ÖZÇELİK

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: İki yıl süreli olarak gerçekleştirilen bu araştırmada, ilk yıl denge noktasında 0,2%, 0,4% CaCl_2 + 3,4,5% NaCl + 0,2% asetik asit; ikinci yıl ise aynı bileşimlerde fakat CaCl_2 oranı 0, 0,1, 0,2 olan salamuralarda, hıyarların doğal fermentasyonları izlenmiştir (29 gün). Denemeler süresince salamuralarda periyodik olarak pH, titrasyon asitliği, indirgen şeker, tuz tayinleri ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Bütün salamuralarda, laktik asit fermentasyonları genellikle 14 günde tamamlanmış, pH 3.30-3.42, titrasyon asitliği ise 0.78-1.13 seviyelerinde tespit edilmiştir. Salamuralara katılan CaCl_2 'ün salamuralarda tuzun dengeye ulaşmasını geciktirmesi dışında, asit oluşumu, pH ve şeker tüketimi üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir.

Laktik asit bakterisi sayısı, fermentasyonun 5-8. günlerinde en yüksek düzeye ($\approx 10^8$ adet/mL) ulaşmış, daha sonraki günlerde azalmıştır. Başlangıçta maya gelişmesi belirlenmezken, fermentasyonun 2. haftasından itibaren hızlı bir maya gelişmesi gözlenmiş, fermentasyon sonunda 10^6 adet/mL düzeyinde maya belirlenmiştir.

ABSTRACT: During 2 years experiments, natural fermentation of cucumbers were carried out in brines containing equilibrium concentrations 0, 0.2, 0.4% CaCl_2 + 3, 4, 5% NaCl + 0.2% acetic acid in first year. Second year, the same brine compositions were used in experiments except CaCl_2 (0, 0.1, 0.2%). Brine solutions were assayed periodically for pH, acidity, reducing sugar, salt and microbiological population during experiment periods (29 days). Fermentations were completed within 14 days and the values of pH and titratable acidity were measured between 3.30-3.43 and 0.78-1.13 %, respectively. CaCl_2 in brines has no effect on lactic acid production, pH and fermentation of sugar, except equilibration of salt.

The number of lactic acid bacteria was reached to the highest value ($\approx 10^8$ cells/mL) in 5-8 th days of fermentation and a decrease was observed after that. Yeast growth was not observed at first, but a remarkable yeast growth ($\approx 10^6$ cells/mL) was determined at the end of the fermentation.

GİRİŞ

Laktik asit fermentasyonu ile elde edilen gıda ürünleri içinde, turşular önemli bir yere sahiptir. Turşu denildiğinde, salamura içinde laktik asit fermentasyonuna uğratılarak elde edilen ve daha çok garnitür olarak tüketilen değişik sebze ürünleri anlaşılmaktadır. Günümüzde hıyar turşusu üretiminde fermentasyon süresince laktik asit bakterilerinin hızla gelişmesini sağlamak amacıyla hıyarlar %5-8 tuz içeren salamurada yaklaşık 1 ay süreyle fermentasyona bırakılırlar. Fermentasyondan sonra ise tuz konsantrasyonu depolama amacına uygun olarak %8-16'ya çıkarılmakta, eklenen fazla tuz depolama süresince bozulmaya karşı ürünün korunmasını sağlamaktadır. (FLEMING ve ark. 1987, FLEMING ve ark. 1996).

Geleneksel yöntemle gerçekleştirilen doğal fermentasyonlarda, özellikle yüksek tuz oranlarında, fermentasyondan sonra ortamda kalan fermente olabilir şekerler mayalar tarafından kullanılarak ikinci bir fermentasyona neden olabilmektedirler. Kontrollü fermentasyonla turşu üretimi ise, yıkama, salamura dolumu, asetik asit veya sirke ile asitlendirme, N_2 gazı ile temizleme, tampon katılması, starter kültür ile inokülasyon, tuz katılması ve fermentasyon aşamalarından oluşmaktadır (FLEMING 1982).

OGABI ve PAMİR (1973) tarafından farklı turşuların (hıyar, biber, yeşil domates, lahanası) hazırlandığı bir çalışma kapsamında 3 farklı doğal hıyar turşusu fermentasyonu gerçekleştirilmiş, %4, %4.4 ve %8 tuz içeren salamuralarda fermentasyonlar 6-11. günlerde tamamlanmış, düşük tuzlu salamuralarda %0.9-%1 laktik asite ulaşılırken %8 tuz içeren salamurada bu değer %0.63 düzeyinde kalmıştır. Laktik asit bakterisi sayısı 1 No'lu salamurada 13 günde (9×10^9), 2 No'lu salamurada 11 günde (1.1×10^8), 3 No'lu salamurada 12. günde (2.5×10^{10}) düzeyine ulaşmış ve fermentasyon sonuna kadar giderek azalmıştır.

Salamurada çözünen CO₂ konsantrasyonu ile hıyar turşularında ortaya çıkan şişme zararı arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada (FLEMING ve ark. 1973a), kontrollü fermentasyon genel olarak 13. günde tamamlanarak yaklaşık %1 laktik asit miktarına ulaşılmış ve daha sonra fazla değişmeden kalmıştır.

ETCHELLS ve ark. (1975) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fermentasyon süresince (1.-20. günler) 89 adet laktik asit bakterisi izole edilirken, 1-3. günler 2 adet *Leuconostoc sp.*, 3-5. günler 2 adet *Pediococcus sp.* ve 3-20. günler arasında ise 85 adet *Lactobacillus sp.* belirlenmiştir. Doğal fermentasyonda maya sayısı salamuraya koyma işleminden 1 gün sonra 50-100 adet/mL olarak belirlenirken, 7. günde yaklaşık 100 adet/mL düzeyinde kalmıştır. Koliform bakteri sayısı ise 1 gün sonra 15000 adet/mL olmuş, daha sonra oluşan laktik asitin etkisi ile 3. gün yaklaşık 100 adet/mL'den az bulunmuş, sonraki günlerde ise belirlenememiştir.

Kapalı fermentasyon tankları için basitleştirilmiş bir kontrollü fermentasyon uygulamasının denendiği bir çalışmada (FLEMING ve ark. 1988) ise başlangıç pH değerleri 4.5 olan salamuralarda son pH yaklaşık 3.4 olarak bulunmuş ve denge noktasında %4.6 tuz içeren salamurada fermentasyon 13. günde tamamlanmıştır. Salamuralara eklenen *L. plantarum* kültürü gelişmiş ancak baskın olamamıştır. Zayıf bir maya gelişmesi olsa da önemsiz düzeyde kalmıştır. Bu çalışmada farklı oranlarda tuz içeren salamuralarda toplam aerob bakteri sayısı fermentasyon boyunca toplam laktik asit bakterisi sayısı ile aynı sayıda veya daha fazla olmuştur. Salamuralara tampon katılması başlangıçta yaklaşık 10⁶ CFU/mL düzeyinde bulunan *Enterobacter* gelişimini etkili olarak baskılamış ve 3. günden sonra *Enterobacter* gelişmesi belirlenememiştir.

Salamuranın asitlendirilmesinin mikrobiyel popülasyon üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışma sırasında (MCDONALD ve ark. 1991) heterofermentatif laktik asit bakterileri 1. günde %60-100 oranında baskın olarak gelişmiştir. 3. günde ise homofermentatif laktik asit bakterileri asetik asit + tampon içeren hıyar dokuları ve salamuralarda >%99 oranında baskın hale gelmiş, asitlendirilmemiş hıyarlarda ise 3. günde %50, ama 5. günde > %99 oranında gelişmişlerdir.

Hıyar turşusunun doku sertliğinin korunmasında CaCl₂ ve K-sorbatın birlikte kullanılması için optimum koşulların araştırıldığı bir çalışmada (GUILLLOU ve ark. 1992), K-sorbat içermeyen doğal fermentasyonlarda, 0-%5 tuz içeren salamuralarda başlangıçta 10²-10³ CFU/g düzeyinde olan laktik asit bakteri popülasyonu ikinci haftada yaklaşık 10⁹ CFU/g düzeyine ulaşırken, %10 tuz içeren salamuralarda sayıları 10⁷ CFU/g düzeyine ulaşabilmiştir. Maya sayısı ise 0-%10 tuz içeren ancak K-sorbat içermeyen salamuralarda ilk 4 hafta içinde 10¹-10⁷ CFU/g arasında değişirken, küf sayısı K-sorbat içermeyen ancak 0-%10 tuz içeren örneklerin bazılarında 10⁵ CFU/g düzeyine çıkmıştır.

Isıl işlem uygulamasının sertlik üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise (FLEMING ve ark. 1995) ısıl işlem görmeyen hıyarlar Ca-asetat tamponu kullanılarak pH'sı 4.6'ya ayarlanmış ve %4 tuz içeren salamurada 30 gün süreyle fermentasyona bırakıldığında, 16. günde pH 3.6, titrasyon asitliği %1.01 olup, fermentasyon sonuna kadar aynı kalmıştır. Tuz içeren ancak ısıl işlem uygulanmamış salamuralarda fermentasyonun ilk 15 günü süresince laktik asit bakterisi ve toplam aerob bakteri sayıları benzer bulunmuştur.

pH stabilitesinin hıyar fermentasyonuna etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (ÖZÇELİK ve ark. 1998), tampon içermeyen salamuralarda yaklaşık 12 gün süren fermentasyon sonunda pH 3.4 seviyesine düşmüş, titrasyon asitliği %0.85-0.9 seviyesinde kalmıştır. Ca-asetat içeren salamuralarda fermentasyon daha kısa sürede tamamlanmış; pH, salamuradaki tampon konsantrasyona göre, 4.06-4.44, titrasyon asitliği ise %1.3-1.52 seviyelerinde tespit edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada A.O.Ç. (Atatürk Orman Çiftliği) kanalıyla Bursa yöresinden sağlanan Kornişon çeşidi 2 numara turşuluk hıyarlar kullanılmıştır. Salamura hazırlamada ise Hıyar Turşusu Standardı TS11112'ye (ANONYMOUS 1993) uygun tuz ve su, CaCl₂.5 H₂O (Merck), glasiyel asetik asit (Merck) kullanılmıştır. Fermentasyonun izlenmesi denemelerinde kapağı açılmadan örnek alabilmesi mümkün kılan, özel örnek alma düzeneğine sahip, 3 litre hacimli cam kavanozlardan yararlanılmıştır.

Yöntem

Fermentasyonun izlenmesi denemesi

Hasadı izleyen 6-8 saat içerisinde laboratuvara getirilen hıyarlar öncelikle toz, toprak, yabancı maddeler ve tarımsal ilaç atıklarından arındırmak amacıyla yıkanmış, ardından fermentasyonda homojenliği sağlamak amacıyla TS11112'de belirtilen (ANONYMOUS 1993) hıyar normlarına göre seçme işlemine tabi tutulmuşlardır. Taze yıkanmış hıyarlar, %50 hıyar %50 salamura oranına göre 3 litrelik, özel örnek alma tertibatlı cam kavanozlara doldurulmuş ve ardından salamuranın da doldurulmasıyla kavanozların kapakları kapatılmıştır. Salamura, 3 farklı tuz konsantrasyonuna (denge noktasında %3, %4, %5) karşılık, 3 farklı CaCl₂ konsantrasyonunda (denge noktasında 1.yıl: 0, %0.2, %0.4, 2.yıl: 0, %0.1, %0.2) olmak üzere 9 farklı bileşimde hazırlanabilmesi için, salamuralar, başlangıçta yukarıda belirtilenlerin 2 katı konsantrasyonda hazırlanmış ve %50 hıyar %50 salamura dolum oranına göre eşit ağırlıktaki hıyarın salamuraya konulmasıyla birlikte salamura bileşenlerinin konsantrasyonları zamanla dengeye ulaşmıştır (Çizelge 1).

Fermentasyon denemeleri 22±2 C'de sıcaklık kontrollü karanlık bir odada gerçekleştirilmiş olup, denemeler paralelli yapılmıştır. Anaerobik koşulların korunmasına özen gösterilerek haftada iki kez alınan salamura örneklerinde pH, titrasyon asitliği, tuz, indirgen şeker ve mikrobiyolojik analizler (toplam laktik asit bakterisi, mezofil aerob bakteri, maya ve küf sayımı) yapılarak 1 aylık süre içerisinde ortaya çıkan kimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler izlenmiştir.

Çizelge 1. I. ve II. Araştırma Yıllarında Turşu Hazırlamada Kullanılan Salamuraların Başlangıç Bileşimleri

Salamura no.	Tuz I. Yıl ve II. Yıl	CaCl ₂ (%)		Asetik asit (%) I. Yıl ve II.Yıl
		I. Yıl - II.Yıl	I. Yıl - II.Yıl	
1		0	0	
2	6	0.4	0.2	0.4
3		0.8	0.4	
4		0	0	
5	8	0.4	0.2	0.4
6		0.8	0.4	
7		0	0	
8	10	0.4	0.0	0.4
9		0.8	0.4	

Analizler

Salamura örneklerinde pH analizi Orion Research (Model 701) dijital tip pH metre kullanılarak TS11112'ye göre (ANONYMOUS 1993), titrasyon asitliği ve tuz analizleri TS11112'ye göre (ANONYMOUS 1993), indirgen şeker analizi değiştirilmiş Miller yöntemi ile DNS (3,5-Dinitrosalisilik asit) kullanılarak SPECTRO 22 (USA) dijital tip spektrofotometrede FOROUCHI ve GUNN (1983)'a göre, toplam laktik asit bakterisi sayımı MRS Agar (Oxoid) besiyeri kullanılarak, mezofil aerob bakteri sayımı Plate Count Agar (Difco) besiyeri ve toplam maya ve küf sayımı Potato Dextrose Agar (Difco) besiyeri üzerinde koloni sayımı yapılarak GÜRGÜN ve HALKMAN (1988)'a göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

I. Araştırma Yılı Sonuçları

Salamuraların kimyasal analizlerine alt bulgular

Hazırlanan salamuralara (Çizelge 1) hıyarların konmasıyla birlikte hızlı bir besin ve madde alışverişi başlamıştır. Bu sırada fermente olabilir şekerler ve diğer besin maddeleri yavaş yavaş salamuraya geçmiş ve hıyarların üzerinde doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri tarafından kullanılarak salamuraların titrasyon asitliği değerleri artmıştır.

I. Araştırma yılında, titrasyon asitliği değerlerinin %3 tuz içeren salamuralarda genellikle 11. günde, %4 ve %5 tuz içerenlerde ise 14. günden başlayarak sabit bir düzeye geldiği ve bu süreden sonra çok küçük değişimler olmakla birlikte genelde aynı kaldığı Çizelge 2'de görülmektedir. Böylece laktik asit fermentasyonları-

nın 11-14 gün içerisinde önemli ölçüde tamamlandığı söylenebilir. 29. gün sonunda ise salamuralarda belirlenen titrasyon asitliği değerleri laktik asit olarak %0.55-0.92 arasında belirlenmiştir. Bu çalışmada salamuralar farklı konsantrasyonlarda tuz içermesine rağmen, (5 No.lu salamura hariç, %0.55) ortalama %0.78-0.92 arasında değişen titrasyon asitliği değerlerine ulaşılmıştır. Elde edilen titrasyon asitliği değerleri OGABI ve PAMİR (1973), FLEMING ve ark. (1973a), FLEMING ve ark. (1978), BUESCHER ve ark. (1979), FLEMING ve ark. (1989), GUILLOU ve ark. (1992) ve FLEMING ve ark. (1995)'nin bildirdikleri titrasyon asitliği değerlerinden düşük bulunurken, ETCHELLS ve ark. (1975)'nin elde ettiği değerlerden yüksek, RODRIGO ve ark. (1992)'nin sonuçları ile benzer bulunmuştur.

Fermentasyon sırasında artan titrasyon asitliği değerlerine bağlı olarak örneklerin pH değerleri de 2. günden başlayarak belirgin olarak azalmıştır. Örneklerdeki pH değerlerinde 11-14. günden sonra meydana gelen değişmelerin çok az düzeyde gerçekleştiği Çizelge 2'de görülmektedir. Fermentasyon sonunda ise (29. gün), salamuralarda belirlenen pH değerleri 3.31-3.85 arasında saptanmıştır. Bu çalışma sırasında, fermentasyon sonunda elde edilen pH değerlerinin (5 No'lu salamura hariç, pH 3.85) 3.31-3.43 arasında değiştiği görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen pH değerleri OGABI ve PAMİR (1973), FLEMING ve ark. (1989), GUILLOU ve ark. (1992), RODRIGO ve ark. (1992) ve FLEMING ve ark. (1995)'nin belirttikleri değerlerden düşük bulunurken, FLEMING ve ark. (1973b), ETCHELLS ve ark. (1975) ve BUESCHER ve ark. (1979)'nin belirledikleri değerlerden yüksek, FLEMING ve ark. (1973a), FLEMING ve ark. (1988) ve ÖZÇELİK ve ark. (1998)'nin saptadıkları pH değerleri ile de uyumlu bulunmuştur. Ancak sonuçlar irdelenirken FLEMING ve ark. (1973a), FLEMING ve ark. (1988), FLEMING ve ark. (1989), RODRIGO ve ark. (1992) FLEMING ve ark. (1995) ve BUESCHER ve ark. (1979) tarafından yapılan çalışmalarda salamuraların tampon içerdiği ve asetik asit ilavesi ile pH'nın ayarlandığı unutulmamalıdır. Çünkü yapılan bu çalışmaların bazılarında salamuraya ilave edilen zayıf ya da kuvvetli özellikteki tampon bileşikler nedeniyle pH değerinde önemli değişimler gözlenmemiştir.

Salamuralardaki tuz miktarı ise, başlangıçtaki tuz konsantrasyonları (%6, %8, %10) dikkate alındığında, yaşanan madde alışverişi nedeniyle ilk 2 gün içinde hızlı bir düşüş göstermiş olup, daha sonraki günlerde değişim yavaşlamıştır (Çizelge 2). Gerçekleştirilen bu çalışma sırasında salamuralardaki tuz miktarının genellikle 8-17. günler arasında dengeye ulaştığı ifade edilebilir. Bu sonuçlar OGABI ve PAMİR (1973) ve FLEMING ve ark. (1989)'nin fermentasyonun 5. gününde tuzun dengeye ulaştığını bildirdikleri sonuçlarla paralellik göstermemektedir.

Salamuralarda bulunan indirgen şeker miktarları da mikrobiyel popülasyonun aktivitesindeki artışlara bağlı olarak 2.günden başlayarak hızla azalmış, 11. günde %0.1'in altına düştüğü saptanmıştır. Genellikle 11-14. günden sonra, çok küçük değişimler olsa da, indirgen şeker miktarının yaklaşık olarak aynı düzeyde kaldığı Çizelge 2'de görülmektedir.

Fermentasyon sonunda salamuralarda %0.02-0.07 arasında düşük seviyede indirgen şeker belirlenmesi fermentasyonların 8-11. günde tamamlandığını göstermektedir. Fermentasyon sonunda salamuralarda kalan indirgen şeker miktarı göz önüne alındığında, indirgen şekerle ait elde edilen sonuçlar ETCHELLS ve ark. (1975)'nin belirledikleri değerden düşük bulunurken, OGABI ve PAMİR (1973) ve FLEMING ve ark. (1989)'nin bulgularından yüksek, FLEMING ve ark (1973a), FLEMING ve ark. (1973b), RODRIGO ve ark. (1992), FLEMING ve ark. (1995) ve ÖZÇELİK ve ark. (1998)'nin belirlediği değerler ile uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 2. I. Araştırma Yılı Salamura Örneklerin Kimyasal Analiz Bulguları

Salamura No	Analizler	Fermentasyon Süresi (Gün)								
		2	5	8	11	14	17	21	25	29
1	T. Asitliği (%)*	0.33	0.73	0.87	0.90	0.91	0.89	0.89	0.89	0.89
	pH	4.19	3.55	3.55	3.47	3.46	3.42	3.40	3.41	3.43
	Tuz (%)	3.75	3.19	3.22	3.22	3.20	3.16	3.16	3.16	3.16
	İ. şeker (%)	0.86	0.16	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
2	T. Asitliği (%)*	0.32	0.70	0.81	0.89	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92
	pH	4.19	3.49	3.45	3.38	3.36	3.33	3.33	3.34	3.34
	Tuz (%)	3.78	3.51	3.54	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45
	İ. şeker (%)	1.39	0.22	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
3	T. Asitliği (%)*	0.33	0.74	0.89	0.92	0.91	0.89	0.91	0.88	0.90
	pH	4.10	3.41	3.36	3.27	3.33	3.30	3.28	3.33	3.31
	Tuz (%)	4.46	3.84	3.81	3.81	3.80	3.77	3.73	3.66	3.65
	İ. şeker (%)	1.30	0.25	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
4	T. Asitliği (%)*	0.32	0.68	0.77	0.79	0.80	0.78	0.87	0.91	0.91
	pH	4.21	3.54	3.55	3.49	3.54	3.48	3.34	3.36	3.33
	Tuz (%)	4.74	4.42	4.30	4.24	4.30	4.27	4.33	4.33	4.33
	İ. şeker (%)	1.15	0.28	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
5	T. Asitliği (%)*	0.34	0.41	0.51	0.54	0.57	0.53	0.55	0.55	0.55
	pH	4.02	3.93	3.87	3.83	3.83	3.84	3.84	3.85	3.85
	Tuz (%)	5.53	5.15	4.94	4.85	4.77	4.71	4.73	4.74	4.74
	İ. şeker (%)	0.99	0.78	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
6	T. Asitliği (%)*	0.33	0.54	0.66	0.70	0.75	0.76	0.78	0.77	0.78
	pH	4.06	3.54	3.64	3.49	3.45	3.45	3.38	3.41	3.42
	Tuz (%)	5.56	5.36	5.15	5.05	5.00	4.94	4.77	4.80	4.80
	İ. şeker (%)	1.00	0.32	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07
7	T. Asitliği (%)*	0.33	0.63	0.74	0.79	0.83	0.86	0.87	0.86	0.87
	pH	4.10	3.46	3.49	3.38	3.36	3.37	3.33	3.36	3.35
	Tuz (%)	6.41	6.12	6.00	5.91	5.82	5.56	5.56	5.49	5.53
	İ. şeker (%)	0.89	0.39	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
8	T. Asitliği (%)*	0.35	0.56	0.67	0.76	0.81	0.84	0.86	0.86	0.85
	pH	3.92	3.53	3.47	3.33	3.37	3.32	3.28	3.30	3.32
	Tuz (%)	7.61	6.85	6.53	6.44	6.35	6.23	5.94	5.88	5.88
	İ. şeker (%)	0.83	0.54	0.16	0.09	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
9	T. Asitliği (%)*	0.36	0.58	0.65	0.73	0.78	0.80	0.80	0.80	0.80
	pH	4.08	3.58	3.51	3.38	3.35	3.32	3.31	3.33	3.35
	Tuz (%)	7.23	6.64	6.26	6.14	6.06	5.97	5.96	5.96	5.96
	İ. şeker (%)	1.26	0.51	0.13	0.07	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04

* Laktik asit olarak verilmiştir.

Salamuraların mikrobiyolojik sayımlarına ait bulgular

Spontan laktik asit fermentasyonu çok kompleks bir mikrobiyel aktiviteye sahip olup, hıyar üzerinde az sayıda bulunan laktik asit bakterileri zamanla baskın mikroflora haline gelmekte ve salamurada bulunan en önemli mikrobiyel popülasyonu oluşturmaktadırlar. Bu çalışma sırasında da, beklenildiği gibi, hıyarların salamuraya konmasıyla birlikte doğal laktik asit bakterileri hızla çoğalmışlar ve genel olarak bütün salamuralarda

kuvetli laktik asit fermentasyonları ortaya çıkmıştır. Salamuralarda laktik asit bakterileri en yüksek sayıya ulaştığında $\approx 10^7-10^8$ düzeyinde bir gelişme görülmüştür. Ortamda asit birikmesi nedeniyle titrasyon asitliği değerlerinin artması ve buna bağlı olarak pH değerlerinin düşmesi nedeniyle giderek azalan laktik asit bakterilerinin sayısı fermentasyonun sonunda (29. gün) $3.35 \times 10^4-4.36 \times 10^6$ adet/mL düzeyine inmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. I. Araştırma Yılında Gerçekleştirilen Fermentasyonun İzlenmesi Denemesine Ait Salamuraların Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları

Sal. No	M.O. Grubu	Fermentasyon Süresi (Gün)								
		2	5	8	11	14	17	21	25	29
1	LAB*	2.16×10^5	5.8×10^7	1.28×10^8	3.62×10^7	1.18×10^7	3.38×10^6	1.5×10^6	8.54×10^5	6.25×10^5
	MAB**	2.5×10^5	1.22×10^8	5.24×10^8	5.2×10^7	1.07×10^7	7.69×10^6	6.55×10^5	5.78×10^5	4.7×10^5
	MAYA	<10	2.25×10^5	2.13×10^5	1.47×10^5	1.53×10^5	2.46×10^5	3.43×10^5	2.65×10^5	4.65×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2	LAB*	4.9×10^5	9.2×10^7	9.65×10^7	2.04×10^7	1.23×10^7	3.07×10^6	3.65×10^5	3.66×10^5	1.87×10^5
	MAB**	5.65×10^5	1.4×10^8	3.68×10^8	1.87×10^7	1.09×10^7	3×10^6	6.25×10^5	3.26×10^5	1.78×10^5
	MAYA	<10	1.47×10^4	9.19×10^4	1.79×10^5	5×10^5	1.49×10^5	3.5×10^5	1.9×10^4	2.88×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
3	LAB*	5×10^4	1.32×10^8	1.52×10^8	1.08×10^7	8.65×10^6	6.6×10^5	8.75×10^5	9.15×10^5	5.86×10^5
	MAB**	8.02×10^5	2.17×10^8	1.42×10^8	2.11×10^7	6.85×10^6	7.3×10^5	2.85×10^5	1.25×10^5	1.08×10^5
	MAYA	<10	3.7×10^4	1.92×10^3	9.54×10^4	2.56×10^5	2.85×10^5	3.5×10^5	3.2×10^5	5.45×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4	LAB*	2.95×10^4	1.21×10^8	1.73×10^8	3.24×10^7	8.4×10^6	2.11×10^6	3.21×10^7	1.6×10^7	4.36×10^6
	MAB**	4.35×10^4	1.65×10^8	9.2×10^7	2.87×10^7	2.56×10^7	1.76×10^6	1.86×10^7	1.1×10^7	3.36×10^6
	MAYA	<10	<10	5.52×10^3	7.77×10^3	3.8×10^4	1.5×10^5	4.1×10^4	4.8×10^4	4.6×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
5	LAB*	3.05×10^6	6.15×10^7	1.06×10^8	1.33×10^8	3.86×10^7	5×10^6	4.04×10^5	5.41×10^5	5.29×10^5
	MAB**	3.9×10^6	9.55×10^7	2.06×10^8	9.65×10^7	1.69×10^8	4.51×10^6	1.8×10^6	7.3×10^5	2.6×10^5
	MAYA	<10	2.07×10^3	2.28×10^5	1.63×10^5	1.8×10^5	1.12×10^5	2.72×10^5	1.71×10^5	1.04×10^6
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
6	LAB*	9×10^3	8.5×10^7	1.15×10^8	1.43×10^8	3.64×10^7	2.8×10^7	4.76×10^6	1.44×10^6	3.95×10^5
	MAB**	4.75×10^5	1.44×10^8	1.33×10^8	1.1×10^8	1.31×10^8	6.53×10^6	8.45×10^5	9.3×10^5	1.37×10^5
	MAYA	<10	1.85×10^3	3.6×10^3	9.42×10^4	3.08×10^4	3.15×10^5	2.31×10^5	3.85×10^5	6.1×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
7	LAB*	5.69×10^6	1.08×10^8	7.05×10^7	3.1×10^7	1.76×10^7	1.7×10^6	1.19×10^6	4.15×10^5	1.93×10^5
	MAB**	5.22×10^7	1.61×10^8	6.25×10^7	2.42×10^7	1.04×10^7	5.2×10^6	7.35×10^5	4.25×10^5	2.05×10^5
	MAYA	<10	6.2×10^3	7.45×10^4	6.89×10^4	8.65×10^4	1.19×10^5	6.4×10^4	1.35×10^5	2.25×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
8	LAB*	1.43×10^4	3.4×10^7	2.55×10^7	1.4×10^7	1.1×10^7	4.2×10^6	1.52×10^6	1.66×10^5	7.35×10^4
	MAB**	9.15×10^4	6.45×10^7	4.56×10^8	2.78×10^7	3.92×10^7	2.45×10^6	8.2×10^5	1.11×10^5	7.45×10^3
	MAYA	<10	<10	1.76×10^5	1.81×10^5	1.94×10^5	1.39×10^5	1.53×10^5	1.17×10^5	2.8×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
9	LAB*	1.97×10^4	2.5×10^7	9.56×10^7	6.6×10^6	5.6×10^6	4.45×10^5	2.48×10^5	6.7×10^4	3.35×10^4
	MAB**	5.45×10^4	1.72×10^8	2.15×10^7	1.75×10^5	6.15×10^5	3.4×10^5	3.2×10^4	5.95×10^3	3.35×10^3
	MAYA	<10	1.52×10^3	1.17×10^5	1.36×10^5	1.66×10^5	1.1×10^5	9.5×10^4	2.3×10^5	3.16×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

*LAB: Laktik asit bakterisi sayısı, **MAB: Mezofil aerob bakterisi sayısı

Bu sonuçların ETCHELLS ve ark. (1975), GUILLOU ve ark. (1992) ve GUILLOU ve FLOROS (1993)'in çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Başlangıçta salamura örneklerindeki en büyük popülasyonu mezofil aerob bakteriler oluştururlarken zamanla sayılarının azaldığı görülmüştür. Salamura örneklerindeki toplam mezofil aerob bakteri sayısının 3,4,6,7,9 No'lu salamuralarda 5. günde; 1,2,5 ve 8 No'lu salamuralarda ise 8. günde en yüksek sayıya ulaştığı belirlenmiştir. Salamuralardaki mezofil aerob bakteri sayısı fermentasyonun sonuna doğru giderek azalan bir değişim göstermiştir (Çizelge 3).

Bu sonuçlar FLEMING ve ark. (1988), MCDONALD ve ark. (1991), GUILLOU ve FLOROS (1993) ve FLEMING ve ark. (1995)'nin fermentasyonun ilk günlerinde toplam laktik asit bakterisi sayısının toplam mezofil aerob bakteri sayısı ile yaklaşık aynı veya daha fazla olduğu yönündeki bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Laktik asit fermentasyonunda önemli diğer bir mikroorganizma grubunu oluşturan mayalar fermentasyonun başlangıcında salamuralarda <10 adet/mL düzeyinde bulunurlarken, pH değerinin düşmesi sonucu gelişmeleri sınırlanan laktik asit bakterinin yararlanamadıkları şekerleri kullanarak gelişme olanağı bulmuşlardır. Bununla birlikte fermentasyon sırasında maya sayısında büyük bir artış olmamış, fermentasyonun sonunda salamuralardaki maya sayısı $2.88 \times 10^5 - 1.04 \times 10^6$ adet/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu çalışmada, salamuralarda fermentasyonun başında düşük oranda mayaya rastlanması hıyarların başlangıçta yıkanmasından kaynaklanmış olabilir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, fermentasyon sırasında belirlenen maya sayısına ilişkin veriler, GUILLOU ve ark. (1992), RODRIGO ve ark. (1992) ve AKTAN ve ark. (1994)'nin saptadıkları sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

5 No'lu örnek hariç, hemen tüm salamuralarda fermentasyonun 11-14. günlerinde asit gelişmesinin tamamlandığı ve pH'nın 3.5 veya altındaki bir değere düştüğü gözlenmiştir. Öncelikle şekerin kullanımının tamamlanması ve pH'nın 3.5 veya daha da altına düşmesi nedeniyle bu noktadan itibaren laktik asit bakterilerinin gelişmeleri baskılanmış ve sayılarında bir azalma belirlenmiştir. Fermentasyonun daha sonraki günlerinde indirgen şeker miktarındaki azalma maya gelişmesi ile açıklanabilir. Özellikle 5 No'lu salamurada 5-29. günler arasında titrasyon asitliği ve pH değerlerinin yaklaşık olarak aynı düzeyde kalmasına rağmen indirgen şeker miktarı hızla azalmıştır. Bu örnekte diğerlerinden daha yoğun bir maya gelişmesinin görülmesi ($\approx 10^6$) ortamda arta kalan indirgen şekerin yanı sıra, $\approx 10^8$ düzeyine çıkan laktik asit bakterisi popülasyonunun oluşturduğu laktik asitin de mayalar tarafından parçalandığını göstermektedir. Bu da salamuradaki oksidatif mayaların toplam maya popülasyonu içinde fermentatif mayalar kadar yoğun olarak geliştiklerinin belirtisidir.

Hıyar turşularında yumuşamaya neden olan pektolitik enzimleri üretmeleri nedeniyle, fermentasyon sırasında alınan salamura örneklerinde küf sayımları yapılmış, sayımı yapılan en düşük dilüsyonlardaki petrilere bile küf kolonisi belirlenememiştir (Çizelge 3). Gerçekleştirilen bu çalışmada kullanılan araştırma materyalinin kısa sürede işlenmesi ve işleme öncesi yapılan ayıklama ve seçme işlemleri sırasında üzerlerinde çiçek kalan hıyarlardan bunların ayrılması ve fermentasyonların kapalı kaplarda gerçekleştirilmesinin küf popülasyonunun gelişmesini önlediği düşünülmektedir.

II. Araştırma Yılı Sonuçları

Salamuraların kimyasal analizlerine ait bulgular

II. Araştırma yılında, başlangıç tuz konsantrasyonu %6, %8, %10; CaCl_2 konsantrasyonu 0, %0.2, %0.4, asetik asit konsantrasyonu %0.4 olan, 9 farklı bileşimdeki salamuralara (Çizelge 1) hıyarların konmasıyla birlikte meydana gelen fermentasyonlarda titrasyon asitliği değerlerinin genellikle 8-11.güne kadar arttığı, daha sonraki günlerde salamuralarda gözlenen ufak değişimlere rağmen genellikle sabit kaldığı, Çizelge 4'de görülmektedir. Fermentasyonun 29. günü sonunda ise farklı tuz konsantrasyonundaki salamuralarda belirlenen titrasyon asitliği değerleri laktik asit olarak %0.87-1.13 arasında bulunmuştur. Çalışma sırasında elde

edilen sonuçlar OGABI ve PAMİR (1973), FLEMING ve ark. (1973a), FLEMING ve ark. (1978), BUESCHER ve ark. (1979), FLEMING ve ark. (1989), GUILLOU ve ark. (1992), RODRIGO ve ark. (1992) ve FLEMING ve ark. (1995)'nin belirttikleri değerler ile benzerlik gösterirken, ETCHELLS ve ark. (1975)'nin elde ettiği değerlerden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4. II. Araştırma Yılı Salamura Örneklerinin Kimyasal Analiz Bulguları

Salamura No.	Analizler	Fermentasyon Süresi (Gün)								
		2	5	8	11	14	17	21	25	29
1	T. Asitliği (%)*	0.37	0.68	0.90	0.96	1.00	1.03	1.01	0.96	0.96
	pH	4.01	3.57	3.44	3.36	3.36	3.31	3.32	3.32	3.34
	Tuz (%)	3.63	3.37	3.33	3.30	3.27	3.28	3.28	3.28	3.28
	İ. Şeker (%)	0.77	0.39	0.12	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2	T. Asitliği (%)*	0.40	0.75	1.07	1.15	1.22	1.24	1.16	1.12	1.02
	pH	4.09	3.53	3.36	3.28	3.27	3.25	3.30	3.34	3.36
	Tuz (%)	3.95	3.69	3.63	3.60	3.57	3.60	3.60	3.54	3.51
	İ. şeker (%)	0.83	0.60	0.16	0.10	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
3	T. Asitliği (%)*	0.40	0.80	0.98	1.08	1.09	1.15	1.05	1.05	1.01
	pH	4.09	3.44	3.38	3.31	3.31	3.29	3.33	3.35	3.36
	Tuz (%)	3.98	3.75	3.69	3.63	3.63	3.63	3.63	3.69	3.69
	İ.şeker (%)	0.82	0.55	0.35	0.17	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04
4	T. Asitliği (%)*	0.41	0.62	0.93	1.05	1.10	1.20	1.14	1.14	1.13
	pH	4.04	3.60	3.44	3.34	3.33	3.26	3.31	3.33	3.33
	Tuz (%)	5.18	4.80	4.54	4.48	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42
	İ. şeker (%)	0.56	0.60	0.34	0.11	0.10	0.08	0.05	0.04	0.03
5	T. Asitliği (%)*	0.39	0.61	0.83	0.99	1.04	1.03	0.95	0.93	0.87
	pH	4.17	3.64	3.44	3.34	3.32	3.32	3.34	3.39	3.42
	Tuz (%)	4.65	4.59	4.45	4.39	4.39	4.42	4.45	4.48	4.50
	İ. şeker (%)	0.95	0.76	0.58	0.31	0.21	0.14	0.10	0.09	0.07
6	T.Asitliği (%)*	0.44	0.68	0.96	1.08	1.10	1.10	1.06	1.05	1.03
	pH	3.91	3.50	3.34	3.29	3.29	3.28	3.30	3.34	3.34
	Tuz (%)	5.85	5.24	4.86	4.82	4.76	4.74	4.68	4.68	4.65
	İ.şeker (%)	0.55	0.67	0.36	0.17	0.13	0.09	0.09	0.08	0.06
7	T. Asitliği (%)*	0.44	0.67	0.87	0.94	1.02	1.05	1.03	1.05	1.05
	pH	3.81	3.48	3.37	3.31	3.30	3.28	3.28	3.31	3.32
	Tuz (%)	7.26	6.32	6.09	5.85	5.74	5.56	5.56	5.56	5.56
	İ. şeker (%)	0.24	0.46	0.34	0.27	0.19	0.14	0.11	0.09	0.07
8	T. Asitliği (%)*	0.43	0.60	0.82	0.91	0.95	0.99	1.00	1.02	0.98
	pH	3.92	3.53	3.34	3.29	3.28	3.26	3.28	3.31	3.30
	Tuz (%)	7.37	6.64	6.35	6.20	6.03	6.03	5.88	5.73	5.71
	İ. şeker (%)	0.44	0.64	0.48	0.33	0.19	0.16	0.15	0.12	0.10
9	T. Asitliği (%)*	0.43	0.53	0.76	0.87	0.90	0.95	0.97	0.98	0.96
	pH	3.92	3.76	3.49	3.40	3.36	3.33	3.34	3.33	3.35
	Tuz (%)	7.17	6.44	6.32	6.12	6.03	6.00	5.88	5.97	5.97
	İ. şeker (%)	0.55	0.68	0.57	0.36	0.25	0.16	0.15	0.14	0.12

* Laktik asit olarak verilmiştir.

Fermentasyon sırasında örneklerin pH değerleri de asit miktarındaki artışa bağlı olarak 2.günden başlayarak belirgin bir düşüş göstermiştir. Salamuralardaki pH değerleri titrasyon asitliği değerlerine paralel olarak 8-11. günden sonra yaklaşık olarak sabit kalmıştır. 29. gün sonunda ise, salamuralarda belirlenen pH değerleri 3.30-3.42 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). II. Araştırma yılı denemelerinde saptanan pH değerleri I. Araştırma yılında saptananlarla (5 No.lu salamura hariç) büyük uyum göstermektedir.

Salamura örneklerindeki tuz miktarları ise, ilk 2.gün içinde yaşanan madde alış verişi nedeniyle hızlı bir düşüş göstermiş ve örneklerdeki tuz miktarı genel olarak 8-11. günden sonra, bazı küçük değişimler olsa da, sabit kalmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma sırasında salamuralardaki tuz miktarının I.Araştırma yılında olduğu gibi, genellikle 8-17. günler arasında dengeye ulaştığı görülmektedir (Çizelge 4).

İndirgen şeker miktarları ise, salamuralardaki mikrobiyel popülasyonların hızla çoğalmasına paralel olarak 2. günden başlayarak hızla azalmış, 14-21. günlerden sonra yaklaşık olarak aynı düzeyde kalmıştır. 8 ve 9 No'lu salamuralarda ise fermentasyon sonunda indirgen şeker miktarının hala %0.1'in üzerinde bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Fermentasyon sonunda salamuralarda %0.02-0.12 arasında değişen miktarlarda düşük indirgen şekere rastlanması, fermentasyonların 14-21. günler arasında tamamlandığını göstermektedir (Çizelge 4).

Salamuraların mikrobiyolojik sayımlarına ait bulgular

Hıyar turşularının fermentasyonuna farklı mikroorganizma grupları aktif olarak katılırsa da, fermentasyon salamuralarında bulunan en önemli popülasyonu laktik asit bakterileri oluşturmaktadır. Fermentasyon sırasında laktik asit bakterisi hıyarların salamuralara konmasıyla birlikte hızlı bir artış göstermiş ve salamuralarda laktik asit bakterisi sayısı fermentasyonun 5. ve 8. günlerinde yüksek değerlere ulaşmıştır. Ancak ortamda asit birikmesi ve buna bağlı olarak pH değerlerinin düşmesi nedeniyle laktik asit bakterilerinin sayısı zamanla azalmış ve fermentasyonun sonunda 1.11×10^5 - 6.25×10^6 adet/mL düzeyinde oldukları saptanmıştır (Çizelge 5).

Salamura örneklerindeki mezofil aerob bakteri sayısı salamuralarda başlangıçta en büyük sayıya sahipken, fermentasyon sonuna doğru sayıları giderek azalmıştır. Fermentasyon sırasında alınan salamura örneklerinde mezofil aerob bakteri sayıları yapıldığında 1,2,3,5,6,7,8 No'lu salamuralarda mezofil aerob bakteri sayısının 5. günde, 4 ve 9 No'lu salamuralarda ise 8. günde en yüksek sayıya ulaştığı belirlenmiştir. Salamuralardaki mezofil aerob bakteri sayısı fermentasyonun sonuna doğru giderek azalmıştır.

Laktik asit fermentasyonunda ortamda kalan şekeri tüketerek asit verimini azaltmaları nedeniyle önemli görülen maya sayısının fermentasyonun başlangıcında <10 adet/mL düzeyinde iken, daha sonra ortamda bulunan şekerden yararlanarak bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Fermentasyonun sonunda (29. gün) ise salamuralarda maya sayısı 1.4×10^5 - 5.35×10^5 adet/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

II. Araştırma yılına ait mikrobiyolojik bulguların I. Araştırma yılı bulgularıyla büyük benzerlik gösterdiği görülmektedir.

SONUÇ

- I. ve II. Araştırma yıllarına ait bulgular birlikte değerlendirildiğinde, sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:
- Doğal fermentasyon koşullarının geçerli olduğu bu çalışmada, iki hafta içinde tamamlanan fermentasyon sonunda, örneklerde yeterli düzeyde titrasyon asitliği değerlerine (I. Yıl: %0.78-0.92; II. Yıl %0.87-1.13) ulaşılmıştır.
- Fermentasyonun güvenli şekilde tamamlanması ve salamuralarda mayaların ikinci bir fermentasyona uğratamayacağı düzeyde indirgen şeker kalması, hıyar turşusunun sertliğinin korunması ve gerekli flavor oluşumu için 15 günlük fermentasyon süresi yeterli görülmektedir.
- Hıyar dokusuna sertlik kazandırmak amacıyla salamuralara katılan CaCl_2 'ün salamuralarda tuzun dengeye ulaşmasını geciktirmesi dışında asit oluşumu, pH ve şeker tüketimi üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir.
- Salamuraların tuz içerikleri salamuralara katılan CaCl_2 miktarının artmasıyla birlikte geç dengeye ulaşmıştır. Örneğin I. Araştırma yılında, başlangıçta %6 tuz içeren salamuralardan sadece tuz içeren örnekte (1 No'lu salamura) fermentasyon sonunda tuz miktarı %3.16 olarak belirlenirken, %0.2 CaCl_2 içeren 2 No'lu salamurada %3.45, %0.4 CaCl_2 içeren 3 No'lu salamurada ise %3.65 olarak saptanmıştır. Bu durum CaCl_2 'ün hıyar bünyesinde neden olduğu sertleşme sonucu tuzun geçişini bir miktar engellemesinden kaynaklanmıştır. Benzer bir sonuç BUESCHER ve ark. (1979) tarafından da saptanmış, %1.11 CaCl_2 + %4.5-9 tuz içeren salamurada gerçekleştirilen fermentasyon sonunda arta kalan tuz miktarının CaCl_2 'ün etkisiyle, 1.5-2 Sal (%0.396-0.528) yüksek belirlendiği bildirilmiştir.

5. Laktik asit bakteri sayısı fermentasyonun 5-8. günlerinde en yüksek düzeye ($\approx 10^8$ adet/mL) ulaşmış, daha sonraki günlerde bir azalma gözlenmiştir.
6. Salamuradaki mezofil aerob bakteri sayısı laktik asit bakterisi sayısına yakın bulunmuştur.
7. Başlangıçta maya gelişmesi belirlenmezken, fermentasyonun 2. haftasından itibaren, düşen pH'nın da bakteri gelişmesini baskılaması sonucu, hızlı bir maya gelişmesi gözlenmiş; fermentasyon sonunda 10^6 adet/mL düzeyinde maya belirlenmiştir.

Çizelge 5. II. Araştırma Yılında Gerçekleştirilen Fermentasyonun İzlenmesi Denemesine Ait Salamuraların Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları

Sal. No	M.O. Grubu	Fermentasyon Süresi (Gün)								
		2	5	8	11	14	17	21	25	29
1	LAB*	3.2×10^5	2.62×10^8	8×10^7	2.76×10^7	7.55×10^6	2.64×10^6	1.58×10^6	9.85×10^5	4.55×10^5
	MAB**	4.7×10^5	3.62×10^8	8.65×10^7	3.51×10^7	8.2×10^6	4.6×10^6	1.33×10^6	4.85×10^5	1.38×10^5
	MAYA	<10	7.1×10^4	7.45×10^4	2.85×10^5	2.91×10^5	3.24×10^5	3.82×10^5	5.85×10^5	2.95×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2	LAB*	5.6×10^6	1.63×10^8	1.03×10^8	3.1×10^8	2.47×10^7	1.28×10^7	4.45×10^6	1.36×10^6	5.32×10^5
	MAB**	7.8×10^6	1.96×10^8	1.14×10^8	6.25×10^7	2.69×10^7	1.2×10^7	4.12×10^6	1.4×10^6	1.68×10^5
	MAYA	<10	2.87×10^3	4.1×10^5	5×10^5	4.75×10^5	2.95×10^5	1.48×10^5	3.78×10^5	3.08×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
3	LAB*	1.32×10^5	4.75×10^8	2.68×10^8	5.27×10^7	2.35×10^7	7.24×10^6	4.8×10^6	2.67×10^6	6.25×10^6
	MAB**	2.8×10^5	6.15×10^8	3.13×10^8	7.45×10^7	2.04×10^7	3.04×10^7	4.25×10^6	3.31×10^6	5.25×10^6
	MAYA	<10	1.23×10^4	2.2×10^5	4.6×10^5	4.95×10^5	2.95×10^5	1.93×10^6	6.9×10^5	5.35×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4	LAB*	4.4×10^6	1.68×10^8	2.8×10^8	2.75×10^7	4.54×10^7	1.9×10^7	4.75×10^6	1.36×10^6	5.95×10^5
	MAB**	5.1×10^6	2.34×10^8	3.31×10^8	2.73×10^8	6.2×10^7	3.2×10^7	5.34×10^6	1.71×10^6	1.67×10^5
	MAYA	<10	<10	2.99×10^4	3.04×10^5	3×10^5	4.15×10^5	4.38×10^5	3.65×10^5	4.45×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
5	LAB*	8.3×10^5	1.48×10^8	3.65×10^7	2.3×10^6	4.85×10^5	1.15×10^6	1.24×10^6	2.07×10^6	3.17×10^6
	MAB**	1.03×10^6	1.7×10^8	4.5×10^7	2.85×10^6	5×10^5	1.2×10^6	6.65×10^5	3.85×10^6	3.73×10^6
	MAYA	<10	<10	1.4×10^4	3.39×10^5	3.85×10^5	6.41×10^5	3.63×10^6	6.44×10^5	4.6×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
6	LAB*	3.9×10^6	4.11×10^8	3.85×10^8	1.36×10^8	3.2×10^7	3.39×10^6	1.11×10^6	8.05×10^5	7×10^5
	MAB**	4.5×10^6	4.45×10^8	4.25×10^8	1.97×10^8	3.98×10^7	3.24×10^7	1.08×10^6	5.2×10^5	2.95×10^5
	MAYA	<10	<10	5.25×10^4	8.36×10^4	1.53×10^5	2.34×10^5	1.8×10^5	2.99×10^5	3.75×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
7	LAB*	3.8×10^5	3.08×10^8	1.13×10^8	2.71×10^7	1.61×10^7	1.05×10^6	9.25×10^5	4.98×10^5	5.1×10^5
	MAB**	5.1×10^5	3.94×10^8	1.29×10^8	3.05×10^7	1.71×10^7	1.07×10^6	1.58×10^6	3.05×10^5	1.57×10^5
	MAYA	<10	<10	<10	2.3×10^4	3.64×10^5	3.2×10^5	5.15×10^5	2.85×10^5	3.65×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
8	LAB*	7.3×10^6	1.3×10^8	5.75×10^7	1.71×10^7	2.1×10^6	1.15×10^6	2.38×10^5	1.33×10^5	1.11×10^5
	MAB**	8×10^6	1.61×10^8	6.55×10^7	1.69×10^7	2.02×10^6	1.27×10^6	1.71×10^5	2.8×10^5	5.25×10^5
	MAYA	<10	<10	<10	9.16×10^4	7.17×10^4	1.04×10^5	1.05×10^5	1.05×10^5	1.4×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
9	LAB*	1.23×10^4	6.68×10^7	8.05×10^7	2.63×10^7	4.05×10^6	8.25×10^5	4.95×10^5	4.28×10^5	4.13×10^5
	MAB**	1.5×10^4	7.86×10^7	9.25×10^7	2.87×10^7	4.19×10^6	8.95×10^5	2.73×10^5	1.4×10^5	1.4×10^5
	MAYA	<10	<10	4.94×10^4	2.24×10^5	4.4×10^5	2.65×10^5	3×10^5	2.76×10^5	3.4×10^5
	KÜF	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

*LAB: Laktik asit bakterisi sayısı, ** MAB: Mezofil aerob bakterisi sayısı

KAYNAKLAR

- AKTAN, N., YÜCEL, U., ARICI, Ö. ve GÖNÜL, Ş.A. 1994. Enine Dilimli Olarak Piyasaya Sunulan Büyük Boy Hıyar Turşularında İç Boşalmasının Önlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 5; 345-349.
- ANONYMOUS 1993. Hıyar Turşusu Standardı (TS 11112), TSE, Ankara.
- BUESCHER, R.W., HUDSON, J.M. and ADAMS, J.R. 1979. Inhibition of Polygalacturonase Softening of Cucumber Pickles by Calcium. *J. Food Sci.*, 44; 1786-1787.
- ETCHELLS, J.L., FLEMING, H.P., HONTZ, L.H., BELL, T.A. and MONROE, R.J. 1975. Factors Influencing Bloaters Formation in Brined Cucumbers During Controlled Fermentation. *J. Food Sci.*, 40; 569-575.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., ETCHELLS, J.L., KELLING, R.E. and BELL, T.A. 1973a. Bloaters Formation in Brined Cucumbers Fermented by *Lactobacillus plantarum*. *J. Food Sci.*, 38; 499-503.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., ETCHELLS, J.L., KELLING, R.E. and BELL, T.A. 1973b. Carbon Dioxide Production in the Fermentation of Brined Cucumbers. *J. Food Sci.*, 38; 504-506.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L., BELL, T.A. and HONTZ, L.H. 1978. Controlled Fermentation of Sliced Cucumbers. *J. Food Sci.*, 43; 888-891.
- FLEMING, H.P. 1982. Fermented Vegetables. In: A.H. Rose (Editor), *Economic Microbiology-Fermented Foods*, Academic Press, 7, P. 228-258. London, N.Y., Paris.
- FLEMING, H.P., MCFEETERS, R.F. and THOMPSON, R.L. 1987. Effects of Sodium Chloride Concentration on Firmness Retention of Cucumbers Fermented and Stored with Calcium Chloride. *J. Food Sci.*, 52(3); 653-657.
- 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(1); 127-133.
- FLEMING, H.P., DAESCHEL, M.A., MCFEETERS, R.F. and PIERSON, M.D. 1989. Butyric Acid Spoilage of Fermented Cucumbers. *J. Food Sci.*, 54(3); 636-639.
- 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(2); 312-315.
- FLEMING, H.P., THOMPSON, R.L. and MCFEETERS, R.F. 1996. Assuring Microbial and Textural Stability of Fermented Cucumbers by pH Adjustment and Sodium Benzoate Addition. *J. Food Sci.*, 61(1); 832-836.
- FOROUCHE, E. and GUNN, D.J. 1983. Some Effects of Metal Ions on the Estimation of Reducing Sugars in Biological Media. *Biotechnol. Bioeng.*, 25; 1905-1911.
- GUILLOU, A.A., FLOROS, J.D. and COUSIN, M.A. 1992. Calcium Chloride and Potassium Sorbate Reduce Sodium Chloride Used During Natural Cucumber Fermentation and Storage. *J. Food Sci.*, 57(6); 1364-1368.
- GUILLOU, A.A. and FLOROS, J.D. 1993. Multiresponse Optimization Minimizes Salt in Natural Cucumber Fermentation and Storage. *J. Food Sci.*, 58(6); 1381-1389.
- GÜRGÜN, V. ve HALKMAN, A.K. 1988. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Demeği Yayın No: 7*, 146 s., Ankara.
- MCDONALD, L.C., FLEMING, H.P. and DAESCHEL, M.A. 1991. Acidification Effects on Microbial Populations During Initiation of Cucumber Fermentations. *J. Food Sci.*, 56(5); 1353-1359.
- OGABI, F. ve PAMİR, M.H. 1973. Türk Turşuları Üzerinde Araştırmalar. II. Turşu Kurma Tekniklerinin ve Turşu Çeşitlerinin Fermentasyonun Gıdışı ve Bununla İlgili Olarak Laktik Asit Bakterilerinin Çoğalmaları Üzerine Etkileri. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 23;317-367.
- ÖZÇELİK, F., İÇ, E. ve YILDIZ, Ş. 1998. Hıyar Turşusu Üretimindeki pH Stabilesinin Fermentasyon Üzerine Etkisi. *Gıda* 23(2): 87-95.