

## HUBUBAT BAZLI FERMENTE ÜRÜNLER VE FERMENTASYON İŞLEMİNİN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR

### CEREAL BASED FERMENTED PRODUCTS AND THE ADVANTAGES OF FERMENTATION PROCESS

Ömre HANCIOĞLU, Mehmet KARAPINAR

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Bornova, İZMİR

**ÖZET:** Hububat bazlı fermente ürünler özellikle Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika'da geleneksel yöntemlere uygun olarak üretilmektedir. Bu tip ürünlerin fermentasyonunda laktik asit bakterileri ve mayalar rol oynamaktadır. Fermentasyon işleminin ürüne sağladığı pek çok avantaj mevcuttur. Hala geleneksel yöntemlere göre spontan ya da bir önceki üründen inoküle edilmek suretiyle hazırlanan bu tip ürünler için starter kültür geliştirilmesi ürünlerin kalitesinin artmasına yardımcı olacaktır.

**ABSTRACT:** Cereal based fermented products are produced in Mid-Asia, Middle East and Africa by traditional methods. Lactic acid bacteria and yeasts play role in the fermentation of these products. Fermentation provides many advantages to the products. Developing starter cultures will improve the quality of the product, which is still produced by traditional methods like spontaneous fermentation or inoculation from previous batch.

#### **GİRİŞ**

Fermentasyon yüzyıllardan beri uygulanmakta olan en ekonomik gıda üretim ve koruma yöntemlerinden biridir (ADEGOKE ve BABALOLA, 1988). Fermente ürünler dünyanın çoğu ülkesinde beslenmede önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu tip fermente ürünler arasında fermente süt ürünleri, tahıl bazlı ürünler, alkollü içecekler ve fermente yağlı tohumlar sayılmaktadır.

Bu ürünler içerisinde özellikle *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* gibi fekal orijinli laktik asit bakterilerini içeren süt ürünleri tüketiminin bağırsak enfeksiyonlarını önleyici, serum kolesterol düzeyini düşürücü ve bağırsaklarda laktoz kullanımını artırıcı etkileri vardır. Ayrıca fekal orijinli laktik asit bakterilerinin antikarsinojenik veya antimutajenik aktiviteye sahip oldukları saptanmıştır (DEĞİRMENÇİ ve ÜNLÜTÜRK, 1994).

Hububat bazlı fermente ürünler, besleyici değeri bakımından önemli olup, fermentasyonda rol oynayan laktik asit bakterileri gıda bozulmalarına ve gıda zehirlenmelerine neden olabilen mikroorganizmaların inhibisyonunu sağlamaktadır. Ayrıca fermentasyon sırasında oluşan lezzet ve aroma bileşenleri ürünlerin tipik özelliklerini oluşturmaktadır.

Bu makalede çeşitli ülkelerde geleneksel olarak üretilmekte olan hububat bazlı fermente ürünler üzerinde yapılan çalışmalar derlenmiştir.

#### **HUBUBAT BAZLI FERMENTE ÜRÜNLER**

Laktik asit fermentasyonuna dayanan tahıl bazlı gıdalar özellikle Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika'da yaygın olarak geleneksel yöntemlere göre üretilip tüketilmektedir (HESSELTINE, 1979). Çizelge 1'de Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika'da üretilmekte olan tahıl bazlı fermente ürünler ve bu ürünlerin fermentasyonu sırasında rol oynayan mikroorganizmaların listesi verilmiştir. Bu ürünlerin üretildikleri ülkelerin coğrafyaları, kültürleri, dinleri farklı olmalarına rağmen paylaştıkları ortak özellikler şu şekilde özetlenebilir (HESSELTINE, 1979).

- a) Bu fermente ürünlerin çoğu darı, mısır, buğday, sorgum gibi tahıl bazlıdır.
- b) Süt ürünleri gibi hayvansal ya da baklagiller gibi bitkisel orijinli protein kaynakları ile besin değerleri zenginleştirilmiş durumdadır.
- c) Fermantasyonda rol oynayan mikroorganizmalar kullanılan hammaddenin mikroflorasında bulunan mikroorganizmalardır. Endüstriyel üretime geçilmiş Bantu birası ve mahewu dışında tüm ürünlere fermentasyon spontan olarak gerçekleşmektedir.
- d) Ürünlerin çoğunda fermentasyon Uzak Doğu ürünlerinden farklı olarak sıvı fazda gerçekleşmektedir.
- e) Fermantasyon sırasında önemli rol oynayan mikroorganizmalar laktik asit bakterileri ve mayalardır. Uzak Doğu ülkelerinde üretilmekte olan fermente ürünlere ise küfler daha önemli bir rol oynamaktadır.

Çizelge 1. Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika'da üretilmekte olan tahıl bazlı fermente ürünler

Ürün Adı	Ülke	Hammadde	Mikroorganizma	Referans
Boza	Türkiye, Volga çevresi, Kırım, Kafkaslar, Balkanlar, İran, Mısır	mısır, arpa, yulaf, buğday, darı gibi hububat unları	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. carlsbergensis</i> , <i>Streptococcus spp.</i> <i>Lactobacillus spp.</i>	PAMİR (1961)
Busaa	Kenya	mısır, finger millet malt	<i>Candida krusei</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Lactobacillus spp.</i> , ( <i>L. helveticus</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. viridescens</i> , <i>L. plantarum</i> ), <i>Pediococcus spp.</i> ( <i>P. damnosus</i> , <i>P. parvulus</i> )	NOUT (1980 a), NOUT (1980 b)
Dhokla	Hindistan	nohut	<i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Hansenula silvicola</i>	JOSHİ ve ark. (1989)
Foo-foo	Nijerya	manyot yumrusu	<i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Corynebacterium</i> ve <i>Candida</i>	OKAFOR ve ark., (1984)
Gari	Kamerun, Nijerya	manyot yumrusu	<i>Lactobacillus spp.</i> , <i>Streptococcus spp.</i>	NGABA ve LEE (1979), OKAFOR (1977)
Idli	Hindistan	black gram dhal ve pirinç	<i>Lactobacillus</i> , <i>S. faecalis</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>L. mesenteroides</i> , <i>Hansenula ananola</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>C. sake</i> ,	STEINKRAUS ve ark. (1967), THYAGARAJA ve ark. (1991), (1992),
Kenkey	Ghana		<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Lactobacteria</i>	MULLER ve NYARKO-MENSAH (1972)
Merissa	Sudan	sorgum	laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri ve mayalar	DIRAR (1978)
Tapé	Endonezya	pirinç	<i>Rhizophus spp.</i> <i>Saccharomyces spp.</i> <i>Streptococcus</i>	SUPRIANTO ve ark. (1989)
Uji	Kenya	mısır	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. cellobiosus</i> , <i>L. fermenti</i> , <i>L. buchneri</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> ve <i>P. pentosaceus</i>	MBUGUA (1987), MBUGUA ve ark. (1984)

## FERMANTASYONUN AVANTAJLARI

Hububat bazlı fermente ürünlerde fermentasyon işleminin ürüne sağladığı pek çok yarar vardır. Son yıllarda minimum işlem görmüş, kimyasal koruyucu içermeyen, doğala özdeş gıdalara karşı artan tüketici istekleri alternatif gıda muhafaza yöntemlerinin geliştirilmesini gerektirmiştir. Bunlar arasında laktik asit bakterilerinin önemli rol oynadığı biyolojik koruma yöntemi büyük bir önem oluşturmaktadır. Laktik asit bakterileri ve mayaların birlikte rol oynadıkları kapalı kaplarda gerçekleştirilen fermentasyon sırasında ortam hızla anaerobik, asidik, CO<sub>2</sub> ile doymuş ve alkollü bir ortama dönüşür. Bu şartların kombinasyonu doğal olara gıda bozulmalarına ve gıda zehirlenmelerine neden olabilecek mikroorganizmaların inhibisyonunu sağlamaktadır (WOOD ve HODGE, 1985). Peynir, turşu, şarap gibi diğer fermente ürünlerle kıyaslandıklarında daha yüksek su aktivitesi ve daha düşük asit ve alkol konsantrasyonuna sahip olduklarından raf ömürlerinin daha kısa oldukları gözlenmektedir. Ancak hububat bazlı fermente ürünlerde lezzet ve doku gelişimi ürünün raf ömründen daha fazla önem taşımaktadır. Laktik fermente ürünlerde antimikrobiyal etki fermentasyon sırasında oluşan organik asitler, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve bakteriosin gibi metabolik ürünlerden kaynaklanabilmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Laktik asit bakterilerinin oluşturdukları metabolik ürünler (HOLZAPFEL ve ark. 1995)

Metabolit	Yararları	Olumsuz yönleri
Laktik asit	Muhafaza, lezzet oluşumu sindirim ve besin elementleri alınımı kolaylaştırma	Asit oluşumu
Asetik asit	Aroma	Kötü lezzet
Diasetil/asetoin	Aroma (süt ürünleri)	Kötü lezzet (bira)
CO <sub>2</sub>	Muhafaza, lezzet oluşumu	Gaz üretimi
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Muhafaza	Rengin bozulması yeşil renk oluşumu
Biyojenik aminler	--	Sağlık (allerji)
Slime (yapışkanlık)	Stabilizasyon (örn. yoğurt)	Duyusal
Metantiol, H <sub>2</sub> S	Aroma	Duyusal (kötü lezzet ve koku)
Gelişme faktörleri	Aroma, Besin değeri	Clostridia ve maya gelişimini teşvik
Bakteriosinler	Muhafaza (birbirine yakın bakterilerin inhibisyonu)	Sağlık? Yararlı laktik asit bakterilerinin inhibisyonu
Geniş spektrumlu antimikrobiyaller	Patojen ve bozulma yapan mikroorganizmaların inhibisyonu	Allerji? Bağırsak mikroorganizmalarının direncinin azalması

Laktik asit fermentasyonunda ürün olarak ortaya çıkan laktik ve asetik asit gibi organik asitler pH'yı düşürerek zararlı mikroorganizmalar için koruyucu bir etki yaratmaktadır. NOUT ve ark. (1989 a) doğal fermentasyonla elde edilmiş ürün ile %5-10 konsantrasyonda inoküle edilerek hızlandırılmış fermentasyonla üretilen bir çeşit çocuk mamasının *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları pH<3.96'nın en yüksek antimikrobiyal etkiyi sağladığını ve bu etkinin başka bir antimikrobiyal etki olmaksızın sadece oluşan laktik asit ve asetik asit ile pH'nın düşmesi sonucu gerçekleştiğini göstermiştir. NOUT ve ark. (1989 b) yaptıkları bir çalışmada inokülasyon dozu olarak %10 laktik asit bakterisi kültürü kullanıldığında hem fermentasyon işleminin hızlandığını hem de fermente edilebilir karbohidratların laktik asit bakterileri tarafından kı-

sa sürede kullanımının gerçekleşmesi ile diğer rekabet edici zararlı mikroorganizmaların inhibisyonunun sağlandığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada 24 saatlik fermentasyona tabi tutulan ürünler *S. typhimurium* ve *S. aureus*'un öldüğü saptanmıştır. Ghana'da üretilen fermente mısır hamuru ile yapılan bir çalışmada ürüne inoküle edilmiş *Shigella flexneri* ve enteropatojenik *Escherichia coli* (ETEC)'nin test edilen suşlarının yarısının fermentasyon işlemi sonucunda inhibe edildiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, pişirme işlemi uygulanan fermente ürünün, pH'sının önemli ölçüde değişmemiş olmasına rağmen (pH 3.6) antimikrobiyal aktivitesini kaybetmiş olmasını bu ürünlerdeki antimikrobiyal etkinin, düşük pH'dan kaynaklanmadığı, fermente üründe oluşan ısısal iş-

lemden etkilenen antimikrobiyal maddelerden kaynaklanabileceği sonucuna varmışlardır (MENSAH ve ark. 1991). Fermentasyon sırasında laktik asit bakterilerinin metabolizması sonucu oluşan antimikrobiyal maddelerden biri protein yapısında olan bakteriyosinlerdir (HOLZAPFEL, 1995). LARSEN ve ark. (1993) ekşi mayadan izole ettikleri laktik asit bakterileri içinde *Lactobacillus bavaricus* M1401 tarafından üretilen bavaricin A adlı bakteriyosini elde ederek tanımlamışlardır. Bu bakteriosinin *Listeria monocytogenes* üzerinde bakterisidal etkisini saptamışlardır. VARADARAJ ve ark. (1993) dahi adlı fermente üründen elde edilen *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* izolatlarının nötrale edilmiş ekstraselüler kültür filtratlarının *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *B. brevis*, *B. circulans*, *B. coagulans*, *B. laterosporus*, *B. subtilis* ve *Pseudomonas aeruginosa*'yı inhibe ettiklerini saptamışlardır.

Fermente ürünlerin fermente olmamış substratlarıyla kıyaslandığında besin değerlerinde özellikle protein miktarında artış gözlenmektedir (HAMAD, 1979; MORCOS ve ark., 1973; MBUGUA, 1987). ODUNFA (1985) fermentasyon sırasındaki bu protein miktarındaki artışın mikroorganizmaların proteinaz aktivitelerinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. CAMACHO ve ark. (1991) *L. acidophilus* B-1910 ile inoküle edilen yahudi baklası fermentasyonu sırasında riboflavin içeriğinde artış saptamışlardır. Son yıllarda lifin beslenmedeki öneminin gittikçe artması ile birlikte bu tip hububat bazlı fermente ürünlerin de önemi artmıştır. Bantu kabilelerinde yapılan çalışmalarda peklik, bağırsak kanseri, bağırsak iltihaplanması ve diğer mide-bağırsak sistemi hastalıkları gibi batı ülkelerinde sıklıkla görülen hastalıkların hiç gözlenmediği ortaya çıkmıştır (HESSELTINE, 1979).

Öte yandan hububat bazlı fermente ürünlerde laktik asit bakterileri D- ve L- laktat izomerlerinin karışımını üretmektedir. D- laktat insan vücudunda çok zayıf metabolize olan bir izomerdir. İnsan beslenmesinde D- Laktatın fazla tüketimi ya da bağırsak fonksiyonlarındaki bozukluk nedeniyle vücut içinde fazla üretimi, D- laktat asidosise neden olmaktadır. Bu nedenle Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) D- ve DL- Laktik asitin özellikle bebekler için hazırlanan gıdalara kesinlikle eklenmemesini önermektedirler. Günlük alınabilir D- laktat miktarı 100 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir (YUSOF ve ark., 1993).

## STARTER KÜLTÜR GELİŞTİRİLMESİ

Fermente hububat bazlı ürünler hala geleneksel yöntemlere göre, kontrolsüz inokülasyon ile spontan fermentasyon ya da bir önceki üründen inoküle etmek suretiyle üretilmektedir. Bu da ürünün kalitesinde ve stabilitesinde değişmelere neden olmaktadır. Starter kültür kullanarak ürünün optimizasyonu peynir, yoğurt, turşu, bira gibi diğer fermente ürünlerde başarı ile uygulanmaktadır. Japonya'da miso, soyu, natto adlı fermente ürünler için koji adı ile bilinen starter kültür kullanılırken, tipik Endonezya fermente gıdası tempeh için *Rhizopus oligosporus* kültürü starter kültür olarak kullanılmaktadır (ODUNFA ve ADEWUYI, 1985). Tahıl bazlı fermente ürünler için starter kültür geliştirilmesi ve uygulanması pratikte fazla başarılı olamamıştır. FLEMING ve ark. (1985) geleneksel teknoloji ile birlikte starter kültür uygulamasının tüketici tarafından tercih edilen ve daha ekonomik bir ürün geliştirilmesi konusunda olumlu sonuç vermediğini belirtmişlerdir (HAMMES ve ark., 1992).

Starter kültür kullanarak küçük ölçekli endüstriyel üretimin kurulması için dikkat edilmesi gerekli noktalar şu şekilde belirlenebilir: Geleneksel yöntemlere göre fermente ürünlerin hazırlanmasında ürünün nemi, kullanılan substratların miktarı, fermentasyon sıcaklığı ve süresi ile ürünün organoleptik karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunlar ürünün geleneksel görünüş ve lezzetini değiştirmeksizin proses optimizasyonunda baz oluşturacaktır. Ürünün tüketici tarafından kabul edilmesinde kritik önem taşıyan aroma karakteristikleri saptanması hakkında günümüzde çok az bilgi mevcuttur. Diğer bir basamak olan starter kültür geliştirilmesi için öncelikle ürünlerin fermentasyonunda rol oynayan mikroorganizmaların izole edilerek tanımlanması ve kültürlerin değişkenliği dikkate alınarak her izolatin rolünün belirlenmesi gerekmektedir. Tanımlanan kültürler fermentasyon denemelerinde kullanılarak fermentasyon için en uygun organizma veya organizmalar seçilmelidir (SANNI, 1993).

## KAYNAKLAR

- ADEGOKE, G.O., A.K. BABALOLA. 1988. Characteristics of microorganisms of importance in the fermentation of fufu and ogi-two Nigerian foods. *J. Appl. Bacteriol.* 65: 449-453.
- CAMACHO, L., C. SIERRA, D.MARCUS, E. GUZMAN, R. CAMPOS, D.VON B ER, L. TRUGO. 1991. Nutritional quality of lupine (*Lupinus albus* cv. Multolupa) as effected by lactic acid fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 14: 278-286.
- DEĞİRMENÇİ, D., ÜNLÜTÜRK, A. 1994. Fekal orijinli laktik asit bakterileri ile üretilen fermente süt ürünleri. *E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Gıda Mühendisliği Cilt: 1-2 Sayı: 12.* 189-197.
- DIRAR, H.A. 1978. A microbiological study of Sudanese merissa brewing. *J. Food Sci.* 43: 1683-1686.
- FLEMING, H.P., R.F. McFEETERS, M.A. DAESCHEL. 1985. The Lactobacilli, Pediococcus and Leuconostoc: vegetable products, p. 97-118. In S.E. Gilliland (ed.) *Bacterial starter cultures for foods.* CRC Press, Inc., Boca Rota, FL. (Hammes ve ark. 1992'den alınmıştır).
- HAMAD, A.M, M.L., FIELDS. 1979. Evaluation of the protein quality and available lysine of germinated and fermented cereals. *J. Food Sci.* 44(2): 456-459.
- HAMMES, W.P., N.WEISS, W.HOLZAPFEL. 1992. The genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. In "The procaryotes" 2<sup>nd</sup> ed. Springer-Verlag: 1535-1594.
- HESELTIME, C.W. 1979. Some important fermented foods of Mid-Asia, the Middle East and Africa. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 56: 367-374.
- HOLZAPFEL, W.H., R. GEISEN, U. SCHILLINGER. 1995 Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *Int. J. Food Protec.* 24: 343-362.
- JOSHI, N., S.H. GODBOLE, P.KANEKAR. 1989. Microbial and biochemical changes during dhokla fermentation with special reference to flavour compounds. *J. Food Sci. Technol.* 26(2): 113-115.
- LARSEN, A.G., F.K. VOGENSEN, J.JOSEPHSEN. 1993. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from sour doughs: purification and characterization of bavaricin A, a bacteriocin produced by *Lactobacillus bavaricus* M1401. *J. Appl. Bacteriol.* 75:113-122.
- MBUGUA, S.K. 1987. The nutritional and fermentation characteristics of uji produced from dry milled maize flour (*Unga baridi*) and whole wet milled maize. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 10: 154-161.
- MBUGUA, S.K., R.A. LEDFORD, K.H. STEINKRAUS. 1984. Application of pure lactic cultures on the fermentation of uji (an East African sour cereal porridge). *Lebensm. -Wiss. u.- Technol.* 17: 252-256.
- MENSAH, P., A.M. TOMKINS, B.S. DRASAR, T.J. HARRISON. 1991. Antimicrobial effect of fermented Ghanaian maize dough. *J. Appl. Bacteriol.* 70: 203-210.
- MORCOS, S.R., S.M. HEGAZI, S.T.ED-DAMHOUGY. 1973. Fermented foods in common use in Egypt I. the nutritive value of kishk. *J. Sci. Fd Agric.* 24: 1153-1156.
- MULLER, H.G. and B.NYARKO-MENSAH. 1972. Studies on kenkey, a Ghanaian cereal food. *J. Sci. Food Agric.* 23: 544-545.
- NGABA, P.R., J.S.LEE., 1979, Fermentation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J. Food Sci.* 44: 1570-1571.
- NOUT, M.J.R. 1980a. Process development and preservation of busaa, a Kenyan traditional opaque maize beer. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 6: 175-182.
- NOUT. M.J.R. 1980b. Microbiological aspects of the traditional manufacture of busaa, a Kenyan opaque maize beer. *Chem. Mikrobiol. Lebensm.* 6: 137-142.
- NOUT, M.J.R., F.M.ROMBOUTS, G.J.HAUTVAST. 1989a. Accelerated natural lactic fermentation of infant food formulations. *Food and Nutrition Bulletin.* 11(1): 65-73.
- NOUT, M.J.R., F.M.ROMBOUTS, A.HAVELAAR. 1989b. Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant food ingredients on some pathogenic microorganisms. *Int. J. Food Microbiol.* 8:351-361.
- ODUNFA, S.A. 1985. Biochemical changes in fermenting African locust bean (*Parkia iglobosa*) during "iru" fermentation. *J. Food Technol.* 20: 295-303.
- ODUNFA, S.A., E.Y. ADEWUYI. 1985. Optimization of process conditions for the fermentation of African locust bean (*Parkia biglobosa*) II. Effect of starter cultures. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 9:118-122.
- OKAFOR, N. 1977. Microorganisms associated with cassava fermentation for garri production. *J. Appl. Bacteriol.* 42:279-284.
- OKAFOR, N., B.IJIOMA, C.OYOLU. 1984. Studies on the microbiology of cassava retting for foo-foo production. *J. Appl. Bacteriol.* 56:1-13.
- PAMİR, H. 1961. Boza üzerinde mikrobiyolojik ve kimyasal araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 176 Çalışmalar: 109 A.Ü. Basımevi.
- SANNI, A.I. 1993. The need for process optimization of African fermented foods and beverages. *Int. J. Food Microbiol.* 18: 85-95.
- STEINKRAUS, K.H., A.G. VEEN, D.B. THIEBEAU. 1967. Studies on idli- an Indian fermented black gram-rice food. *Food Technol.* 21: 916-919.
- SUPRIANTO, R.OHBA, T.KOGA, S.UEDA. 1989. Liquefaction of glutinous rice and aroma formation in tapé preparation by ragi. *J. Ferment. Bioengineer.* 67(4): 249-252.
- THYAGARAJA, N., H. OTANI, A. HOSONO. 1991. Microflora in "idly", a traditional fermented cereal pulse product from India. *Lebensm. -Wiss.u.-Technol.* 24: 504-507.
- THYAGARAJA, N., H. OTANI, A.HOSONO. 1992. Studies on microbiological changes during the fermentation of "idly". *Lebensm. -Wiss.u.-Technol.* 25: 77-79.
- VARADARAJ, M.C., N.DEVI, N.KESHAVA, S.P. MANJREKAR. 1993. Antimicrobial activity of neutralized extracellular culture of lactic acid bacteria isolated from a cultured Indian milk product (dahi). *Int. J. Food Microbiol.* 20:259-267.
- WOOD, B.J.B., M.M. HODGE. 1985. Yeast-lactic acid bacteria interactions and their contribution of fermented foodstuffs. *Microbiology of Fermented Foods.* 1, Chapter 7: 263-293.
- YUSOF, R.M., J.B. MORGAN, M.R. ADAMS. 1993. Bacteriological safety of a fermented weaning food containing L-lactate and nisin. *J. Food Protec.* 56: 5, 414-417.