

젖산균 및 효모를 이용한 전통 안동식혜 제조

최 청 · 김 성 · 최희진 · 우희섭 · 이희덕
영남대학교

Traditional Andong *sikhe* Preparation using Lactic Acid Bacteria and Yeast

Cheong Choi, Sung Kim, Hee-Jin Choi, He-Sob Woo and Hee-Duk Lee

Department of Food Science and Technology, Yeungnam University

Abstract

This study aimed to investigate of Andong *sikhe* by using pure culture inoculation technique and the improvement of storage stability by the addition of stabilizers to the product. Microorganisms were selected for the pure culture inoculation in the fermentation. The changes in chemical composition such as total acidity, sugar content, amino acid and various forms of nitrogen during fermentation were determined. The changes in pH of the product, the enzyme activities and the population of lactic acid bacteria and yeast were also followed in the process of fermentation.

Key words: Andong *sikhe*, lactic acid bacteria, yeast, fermentation

서 론

전통 안동식혜는 우리나라 고유의 발효식품으로 숙성이 진행됨에 따라 전분 및 단백질 등의 분해로 생성되는 단맛, 신맛 및 구수한 맛과 지방의 전통적인 특색에 따른 향신료 등이 잘 조화된 우리 고유의 발효식품이다⁽¹⁾. 전통 안동식혜의 맛은 젖산균과 효모 발효에 의해서 산미와 이산화탄소의 생성으로 인한 독특한 맛과 생강 및 고추가루에 존재하는 향신료에 의하여 고유의 맛을 나타내게 된다. 식혜 제조에 관한 최근의 연구로는 엿기름을 밀, 쌀보리, 걸보리로 각각 소재를 달리하여 제조후 특성 비교⁽²⁾, 식혜 제조시 쌀 품종에 따른 당도변화⁽³⁾, 습열처리 방식으로 물리적 변성에 의한 쌀의 당화 특성⁽⁴⁾, 새로운 식혜제조 방법⁽⁵⁾, 관능적 특성⁽⁶⁾ 등의 연구 보고가 된 바 있으나 전통 안동식혜에 관한 연구는 매우 미비한 실정이다.

본 연구에서는 우리나라 경상도 북부 안동지방에서 전해 내려온 전통 안동식혜의 제조방법을 계승 보존하고 상품성이 있는 가공식품으로 개발할 목적으로 안동식혜에서 분리된 젖산균과 효모를 이용하여 혼합 발효를 실시하면서 발효양상 등을 조사 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

Choi 등⁽¹⁾이 보고한 경상도 전통 안동식혜의 제법에 따라 1996년 2월에 대구시 농협공판장에서 구입한 참쌀(*Japonica type*), 무(*Raphanus sativus L. radish*), 생강(*Zingiber officinale Ginger*), 고추가루(*Capsicum annum L.*)를 사용하였다.

사용균주 및 배지

본 실험에 사용한 starter 균주는 안동식혜로부터 분리된 젖산균 *L. acidophilus* LAS 10 (이하 LAS), *L. bulgaricus* LBS 47 (이하 LBS), *Lc. lactis* LLS 56 (이하 LLS)과 효모 *S. cerevisiae* SCS 5 (이하 SCS)를 사용하였다. 젖산균은 MRS broth (Difco사)와 Elliker broth (Difco사)에, 효모는 malt extract broth (pH 5.4)⁽⁵⁾에 배양하여 사용하였다.

젖산균 및 효모를 이용한 안동식혜의 제조

안동식혜의 제조시 재료의 조성은 증자된 쌀 1.6 kg, 맥아 1.0 kg, 무 2.0 kg, 생강 0.16 kg, 고추가루 0.08 kg, 물 10 L를 사용하였으며, 제조방법은 Fig. 1과 같이 쌀을 침지, 물빼기 및 증자하여 식혜밥을 만들었다. 맥아는 15°C에서 7일간 발아시켜 분쇄한 다음 당화 후

Corresponding author: Choi Cheong, Department of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyeongsan, 214-1, Korea

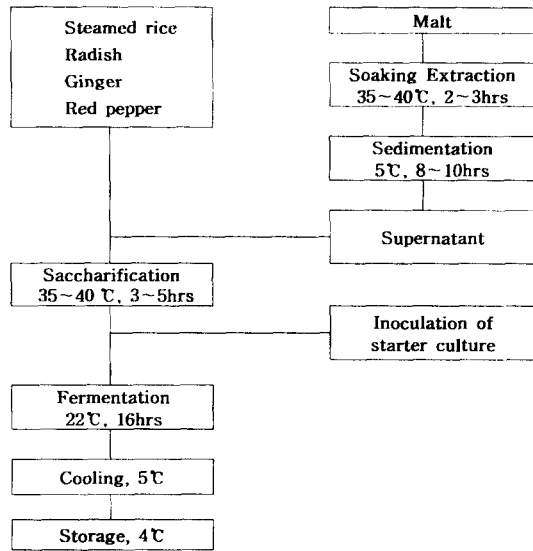


Fig. 1. Protocol for the preparation of Andong sikhe.

5°C에서 냉각 후 cheese cloth로 여과하여 상징액을 이용하였고 고추가루는 여과된 엇기름 물에 넣어 고추 물을 추출하였다. 이상과 같이 준비된 식혜밥, 3 mm³로 잘게 썬 무우, 생강즙과 고추가루 추출물을 혼합하여 엇기름물을 넣어 조정하고 40°C에서 4시간 당화한 후 공시균주를 0.5% 접종한 후 5°C에서 2일동안 저온 발효시켜 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

제법을 달리한 식혜의 발효

전통 안동식혜(이하 대조구)의 재료를 80~85°C에서 15분간 저온 살균처리한 실험구(이하 SS), 전통식혜를 제조한 후 젖산균의 초기성장 pH 6.5로 1 N NaOH로 조정한 실험구(이하 SA), 쌀을 제외한 안동식혜의 모든 재료를 균질화한 실험구(이하 SH)를 각각 1일에서 15일간 숙성 및 저장하였을 때 pH, 적정산도 및 균수의 변화를 조사하였다.

젖산균 및 효모의 단독발효

안동식혜에서 분리된 젖산균 LAS, LBS, LLS균주와 효모, SCS균주를 이용하여 전통 식혜 제법에서 당화직후 1%의 배양물을 단독 접종하여 pH, 적정산도 및 균수의 변화를 관찰하였다.

젖산균과 효모의 혼합발효

안동식혜로부터 분리된 젖산균과 효모를 젖산균과 젖산균의 상호 혼합발효 양상을 조사하기 위하여 LAS+LBS, LAS+LLS, LAS+SCS과 젖산균과 효모의

혼합발효 LAS+SCS, LBS+SCS, LLS+SCS를 통하여 식혜의 숙성 및 저장과정 중 pH, 적정산도 및 균수의 변화를 조사하기 위하여 당화직후 starter 균주를 전체 1.0% (v/v)의 배양물의 접종량이 되도록 각각 0.5% (v/v)접종하여 안동식혜를 제조하였다.

일반성분

식혜의 수분, 조단백, 조지방, 조섬유, pH, 적정산도, 총당, 환원당 및 회분함량 분석은 AOAC⁽⁷⁾에 준하여 측정하였으며, 아미노태 질소는 Formol적정법⁽⁸⁾, 암모니아태 질소는 Folin법⁽⁹⁾으로 측정하였다.

비휘발성 유기산

Turkelsond와 Richard 등⁽⁹⁾과 Buslig 등⁽¹⁰⁾의 방법에 따라 일정량의 시료를 Waring blender로 마쇄하고 10,000 g에서 10분간 원심분리한 후 그 상징액 10 mL를 Amberite IRA-900 (Sigma)에 흡착한 다음 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거하였다. Column (300×15 mm)에 남아 있는 유기산은 6 N formic acid로 용출하여 감압 농축기로 건조시킨 후 인산용액 5 mL로 정용하고 0.45 μ membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다.

효소활성 측정

Protease 활성은 Anson⁽¹¹⁾ 및 Hagawara⁽¹²⁾의 방법에 따라 0.6% casein을 기질로 30°C에서 10분간의 반응 조건으로 pH 3.0에서 산성 protease 활성을 측정하였으며 protease 역가단위는 효소액 1 mL가 나타내는 660 nm의 흡광도 값으로 표시하였다.

액화효소의 활성도⁽⁶⁾는 1% 가용성 전분액을 기질로 하여 pH 5.0, 40°C에서 30분간 반응시킨 뒤 I₂로써 발색시켜 효소활성을 측정하였으며 효소단위는 효소액 1 mL가 30분 동안 분해하는 1% 가용성 D₃₀ 전분액의 mL수로서 그 작용력을 표시하였다.

당화효소의 활성도⁽⁶⁾는 2.0% 가용성 전분액을 기질로 pH 4.4에서 30°C, 60분간 반응시켜 당화효소의 활성을 측정하였으며 효소단위는 효소액 1 mL가 1분간에 1 μ의 환원당을 생성하는 것을 1 unit로 정하였다.

Lipase 활성은 Funatsu 등⁽¹³⁾의 방법에 의하여 실시하였다. 즉 0.5 M KCl 1.0 mL, 5×10⁻³ M CaCl₂ 1.0 mL, 효소용액 0.5 mL, H₂O 7.3 mL의 혼합액을 35°C에서 10분간, tributyrin 0.2 mL에서 15분간 각각 반응시킨 다음 생성된 지방산을 0.05 N NaOH로 phenolphthalein을 지시약으로 하여 적정함으로써 효소활성을 측정하였다. 효소단위는 매 분당 기질 중의 ester

결합 1 μmol 을 가수분해하는 효소의 양을 1unit로 하였다.

관능검사

영남대학교 식품가공학과 대학원생 및 본교 안동지역 거주 대학생들 10명을 panel로 선정하여 제조한 식혜를 4°C에서 30분간 두었다가 제공하여 맛, 향, 색깔, 속도 등 종합적 기호도로 실시하였다. 평가는 아주 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 매우 좋다(5점)로 하였으며, 관능검사의 유의성은 ANOVA test, data간의 유의성은 Duncan's multiple range test⁽¹⁴⁾에 의하였다.

결과 및 고찰

제법을 달리한 안동식혜

전통 안동식혜에서 분리된 젖산균 LAS, LBS, LLS 균주와 효모 SCS를 이용하여 전통적인 제법 및 전처리를 달리한 시험구와 젖산균과 효모를 단독발효한 시험구의 숙성 및 혼합발효한 시험구의 숙성 및 발효 과정에서 pH, 적정산도와 균수의 변화를 관찰한 결과는 Fig. 2~4와 같다.

전처리를 달리한 안동식혜의 pH 변화는 처리구 모두 저장 및 숙성 15일동안 pH 3.5에서 4.0으로 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나 적정산도의 변화는 초기 숙성일 2일에서 3일사이에 쌀을 제외한 모든재료를 균질처리한 시험구가 0.80%에서 0.84%로 높게 나타

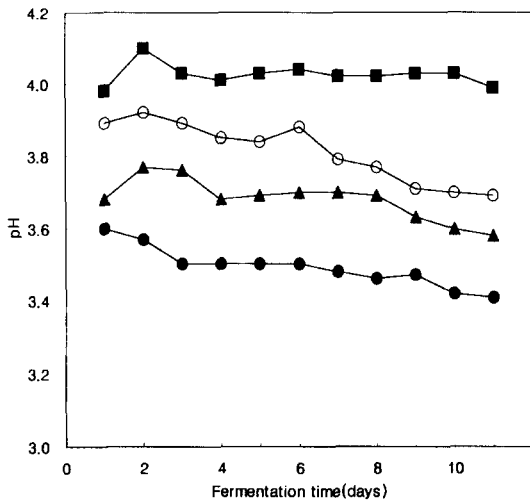


Fig. 2. Changes of pH of Andong sikhe during incubation with each treatment. Control: ●-●, LTLT: ■-■, Adjusted at pH 6.5: ▲-▲, Homogenized: ○-○

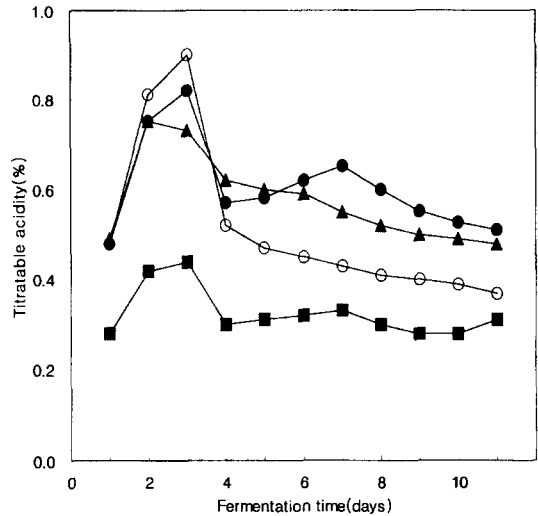


Fig. 3. Changes of titratable acidity of Andong sikhe during incubation with each treatment. Control: ●-●, LTLT: ■-■, Adjusted at pH 6.5: ▲-▲, Homogenized: ○-○

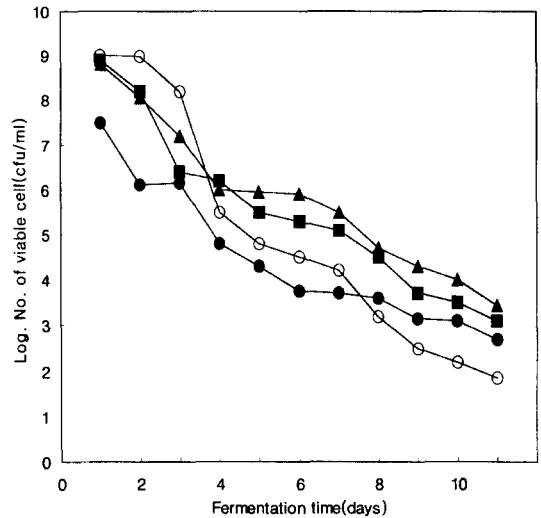


Fig. 4. Cell growth of Andong sikhe during incubation with each treatment. Control: ●-●, LTLT: ■-■, Adjusted at pH 6.5: ▲-▲, Homogenized: ○-○

났으며 저온 살균처리한구는 0.40%에서 0.42%로 가장 낮았다.

균수의 변화는 전통제법에서 초기숙성 1~2일째 $10^{6.7}$ CFU/mL로 나타났으며, 처리를 달리한 3구의 시험구는 저장 4일째 $10^{4.6}$ CFU/mL로 균수의 급격한 감소를 나타내었으며 저장 15일까지 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 Teotiste와 Luh 등⁽¹⁵⁾에 의한 20°C에서 3달간 저장후 키위 주스의 pH 3.5~3.7과

비슷하였다.

적정산도는 0.50~0.78%로 저온열처리하여 제조한 식혜를 제외한 나머지는 모두 높게 나타났다. 이러한 결과는 열처리한 경우 식혜내 재료에 존재하는 젖산균과 효모를 사멸한 결과로 생각된다.

젖산균 및 효모의 단독 발효

젖산균과 효모를 각각 식혜제조시 1.0% (v/v) 단독 접종하여 pH, 적정산도 및 세포수의 변화를 관찰한 결과는 Fig. 5~7과 같다. LAS와 LBS 균주는 숙성 및 저장기간동안 pH 5.2에서 pH 4.9으로 큰 변화는 없었으며 LLS 균주를 접종한 구는 pH 4.4으로 가장 낮게 나타났다. 효모 CSS 균주는 저장기간동안 pH 5.3으로 뚜렷한 변화를 보이지 않았지만 LAS과 LBS 균주의 처리구에 비해 pH는 가장 높은 결과를 나타내었다. Abraham 등⁽¹⁶⁾은 *L. bulgaricus*의 경우 밀크베지에서 배양 5시간 이후 pH 5.0 이하로 낮아졌음을 보고하였으며, Fleming 등^(17,18)은 채소발효물의 저장에서 발효물내에 존재하는 모든 당을 배제하고 pH는 3.8이하로 유지하여 혐기적 조건으로 저장하여야 한다고 하였다.

적정산도의 변화는 초기숙성 2일에서 3일 사이에 LLS 균주는 0.40%에서 0.41%로 가장 높게 나타났고 LAS과 LBS 균주의 처리구도 초기숙성 2일에서 3일에 0.27%에서 0.28%, 0.31%에서 0.29%로 저장기간 중 높

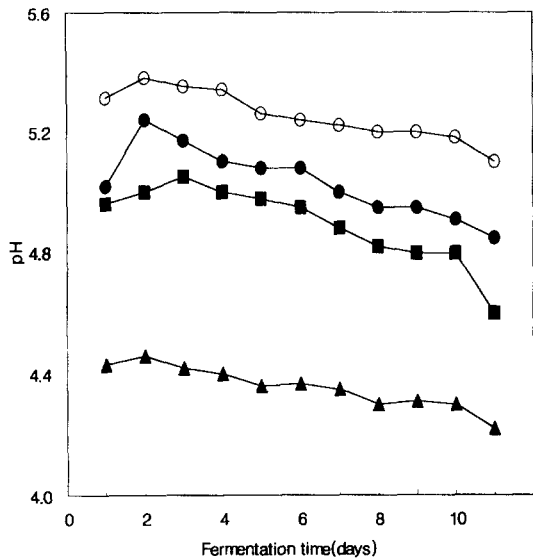


Fig. 5. Changes in pH of Andong sikhe during incubation with each single culture. *L. bulgaricus* LBS 47: ●-●, *L. acidophilus* LAS 10: ■-■, *Lc. lactis* LLS 56: ▲-▲, *S. cerevisiae* SCS 5: ○-○

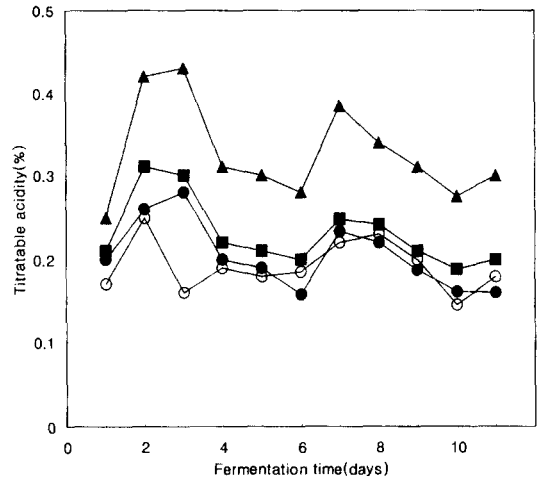


Fig. 6. Changes in titratable acidity of Andong sikhe during incubation with each single culture. *L. bulgaricus* LBS 47: ●-●, *L. acidophilus* LAS 10: ■-■, *Lc. lactis* LLS 56: ▲-▲, *S. cerevisiae* SCS 5: ○-○

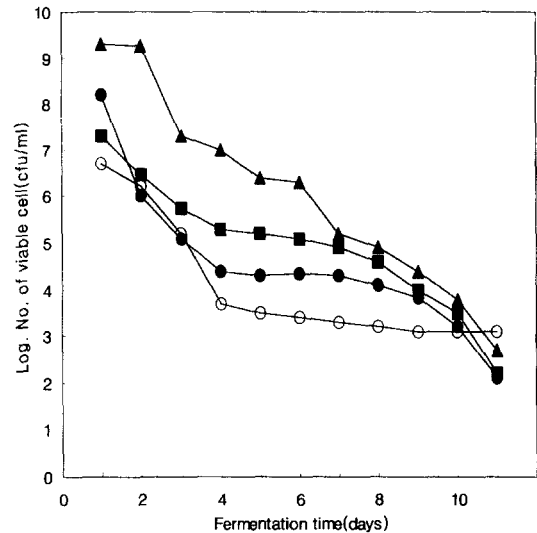


Fig. 7. Growth of during incubation with each single culture in Andong sikhe. *L. bulgaricus* LBS 47: ●-●, *L. acidophilus* LAS 10: ■-■, *Lc. lactis* LLS 56: ▲-▲, *S. cerevisiae* SCS 5: ○-○

은 값을 나타내었다. 효모, CCS 균주는 숙성 2일째 0.25%에서 3일째 0.18로 급격한 변화를 나타내어 젖산균에 비해 매우 낮았다. 균수의 변화는 LLS 균주가 초기숙성 1일에서 2일째 약 10⁶ CFU/mL로 나타났으며 효모, CSS 균주는 숙성 1일째 약 10⁶ CFU/mL, 숙성 4일째 10³ CFU/mL으로 급격한 변화를 나타내었다.

Gilliland와 Rich⁽¹⁹⁾에 의한 *L. acidophilus*의 저장 중 균수의 변화보다는 낮은 세포수를 나타내었으며,

Mikolajcik와 Hamdan⁽²⁰⁾에 의한 *L. acidophilus*의 균성장은 배양 12시간까지는 증가하였으나 그 이후 저장 14일 동안에는 균수의 변화는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 우유와 식혜재료의 배지성분의 차이와 식혜의 낮은 pH에 기인한다고 사료된다.

젖산균과 효모의 혼합발효

저장기간동안 젖산균과 효모와의 혼합발효를 통하여 식혜의 숙성 및 저장과정 중 변화를 조사한 결과는 Fig. 8~10과 같다. LAS과 SCS 균주를 혼합접종한 경우는 초기숙성 3일에 pH 3.58과 적정산도 0.44%로 나타나 LAS과 SCS 균주를 혼합접종한 경우보다는 pH는 높게 적정산도는 낮게 나타났으며, LLS과 SCS 균주를 혼합접종한 구보다는 pH는 낮게 적정산도는 높은 결과를 보였다. 3개의 혼합접종구에서 숙성 2일과 3일 사이에 pH와 적정산도는 변화가 높게 나타났으나 3일 이후 15일까지는 큰 변화는 나타내지 않았다.

이러한 결과는 Subramanian과 Shanker⁽²¹⁾에 의한 *L. acidophilus*-111과 *C. pseudotropicalis*의 혼합배양시의 산도 0.52% 보다 낮았다. 이러한 것은 안동식혜의 숙성 및 저장기간동안 젖산균이 생성하는 젖산이 효모가 분비하는 알코올과의 완충작용에 기인된다고 사료된다. 균수의 변화는 모든 혼합접종구에서 약간의 차이는 있었으나 숙성 3일에 약 108 CFU/mL로서 최대의 균수를 나타내었다.

Vegarud 등⁽²²⁾에 의하면 발효채소물내에 존재하는

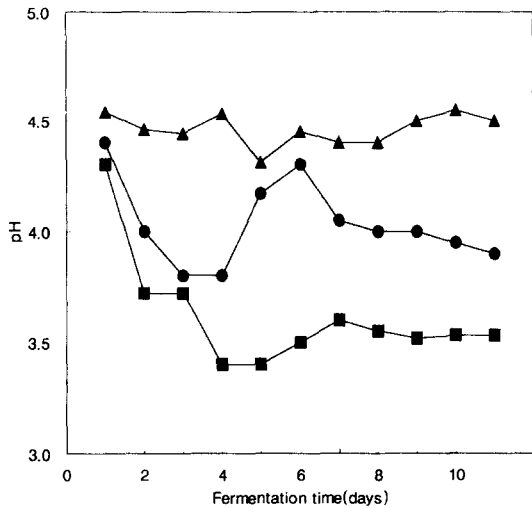


Fig. 8. Changes of pH during incubation with mixed culture of lactic acid bacteria and yeast in Andong sikhe. *L. bulgaricus* LBS 47+*S. cerevisiae* SCS 5: ●—●, *L. acidophilus* LAS 10+*S. cerevisiae* SCS 5: ■—■, *Lc. lactis* LLS 56+*S. cerevisiae* SCS 5: ▲—▲

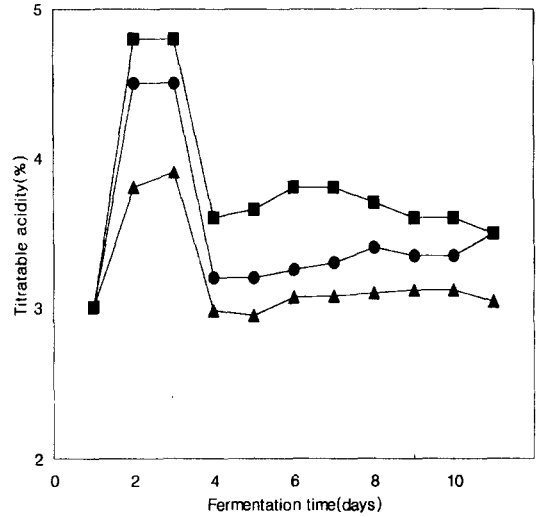


Fig. 9. Changes of titratable acidity during incubation with mixed culture of lactic acid bacteria and yeast in Andong sikhe. *L. bulgaricus* SML 47+*S. cerevisiae* SY 5: ●—●, *L. acidophilus* LAS 10+*S. cerevisiae* SCS 5: ■—■, *Lc. lactis* LLS 56+*S. cerevisiae* SCS 5: ▲—▲

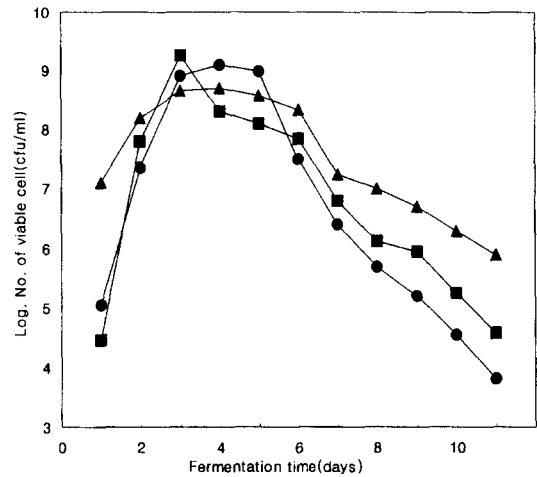


Fig. 10. Growth of during incubation with mixed culture of lactic acid bacteria and yeast in Andong sikhe. *L. bulgaricus* LBS 47+*S. cerevisiae* SCS 5: ●—●, *L. acidophilus* LAS 10+*S. cerevisiae* SCS 5: ■—■, *Lc. lactis* LLS 56+*S. cerevisiae* SCS 5: ▲—▲

탄소원인 lactose가 glucose로 전환하였을 때 젖산균의 성장과 자가소화율이 증가된다고 하였다.

젖산균과 젖산균의 혼합발효

식혜에서 분리된 3개의 젖산균을 서로 혼합발효하여 숙성 및 저장 중 pH, 적정산도 및 세포수의 변화를 관찰한 결과 Fig. 11~13과 같다. LAS과 LLS 균주를

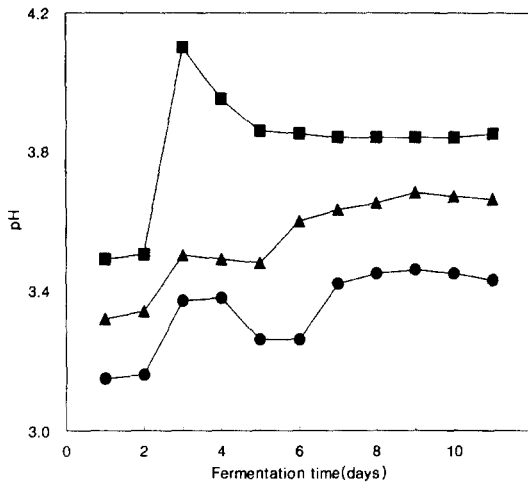


Fig. 11. Changes of pH during incubation with mixed culture of lactic acid bacteria and yeast in Andong sikhe. *L. bulgaricus* LBS 47+*L. acidophilus* LAS 10: ●—●, *L. bulgaricus* LBS 47+*L. lactis* LLS 56: ■—■, *L. acidophilus* LAS 10+*L. lactis* LLS 56: ▲—▲

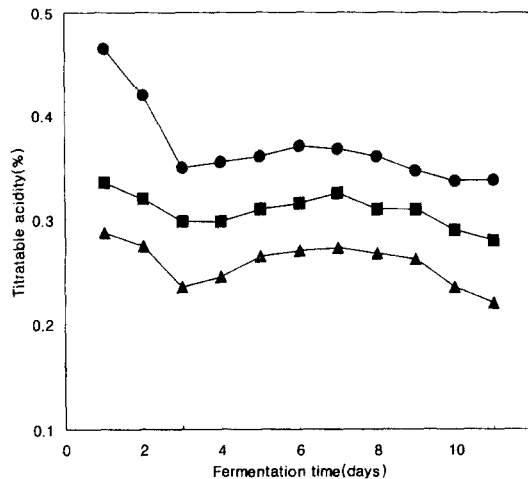


Fig. 12. Changes of titratable acidity during incubation with mixed culture of lactic acid bacteria and yeast in Andong sikhe. *L. bulgaricus* LBS 47+*L. acidophilus* LAS 10: ●—●, *L. bulgaricus* LBS 47+*L. lactis* LLS 56: ■—■, *L. acidophilus* LAS 10+*L. lactis* LLS 56: ▲—▲

혼합발효하였을 경우 저장 기간동안에는 pH 3.5로 큰 변화는 나타나지 않았다. LAS과 LBS 10균주의 혼합 발효경우 숙성 4일까지 pH 3.5로 유지하였다. 젖산균과의 혼합발효에서 동속간이 이속간 보다 낮은 pH 변화를 나타내었다.

균수의 변화는 LAS과 LBS 균주에 의한 혼합발효 시 저장초기에는 6.9×10^6 CFU/mL로 3개의 시험구보다 높은 세포수를 나타내었으나 저장 5일에 8.3×10^1

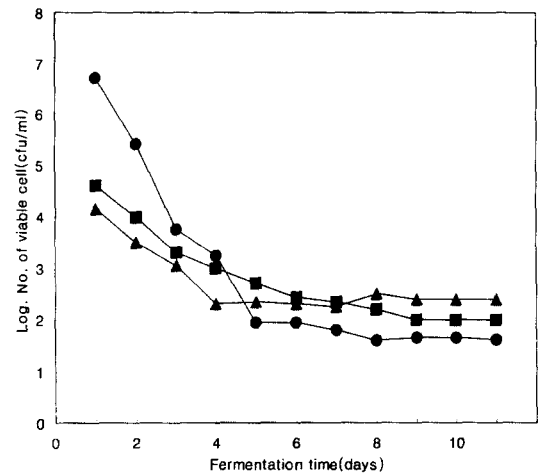


Fig. 13. Growth of during incubation with mixed culture of lactic acid bacteria and yeast in Andong sikhe. *L. bulgaricus* LBS 47+*L. acidophilus* LAS 10: ●—●, *L. bulgaricus* LBS 47+*L. lactis* LLS 56: ■—■, *L. acidophilus* LAS 10+*L. lactis* LLS 56: ▲—▲

CFU/mL로 다른 시험구에 비하여 세포수가 가장 낮게 나타내었다. LAS, LBS과 LLS 균주에 의한 혼합발효시에는 초기 약 10^6 CFU/mL에서 저장 5일에 10^2 CFU/mL로 급격한 균수의 변화를 보이다가 그 후에는 큰 변화는 없었다.

Nancy와 Reinbord⁽²³⁾에 의하면 *L. bulgaricus*와 *L. thermophilus*의 혼합발효시 배양 12시간에 산도 0.75%의 결과 보다 높게 나타났다. 젖산균간의 상호혼합 발효는 유제품에 있어서 요구르트 제조시 많이 이용되어왔는데 배양동안 상호 성장촉진인자와 산생성을 높이기 위하여 사용되었다. 그러나 본 실험에 이용한 젖산균간의 상호성장관계는 나타나지 않았다.

Hull 등⁽²⁴⁾에 의한 acidophilus 요구르트 제조에 있어서 3달간의 저장기간동안 균수변화와 비슷한 결과를 나타내었다. 저장중의 균수의 급격한 저하는 식혜내의 *Lactobacilli* sp.에 의한 과산화수소때문인 것으로 판단되어진다.

균체의 생육 및 성분분석

일반성분: 젖산균과 효모를 이용하여 맛과 향이 우수한 안동식혜를 제조하기 위하여 전통제법 및 처리를 달리한 방법, 분리 균주의 단독배양 및 혼합배양에 의한 숙성 3일째의 일반성분은 Table 1과 같다. 조지질의 함량은 젖산균 단독이 효모의 단독발효와 젖산균과 효모에 의한 혼합발효 보다 조금 높게 나타났으며 효모 단독발효와 젖산균과 효모에 의한 혼합발효

Table 1. General composition of Andong sikhe fermented with various treatment at the 3rd day of fermentation (%)

Strain	Moisture	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	NFE ¹⁾	Ash	pH	TA ²⁾	"brix" ³⁾
Control	88.17	0.51	1.16	0.08	9.90	0.19	3.5	0.84	11.2
SS	89.90	0.47	1.17	0.07	9.11	0.18	4.2	0.47	11.6
SA	89.06	0.41	1.17	0.08	9.13	0.18	3.8	0.76	11.4
SH	89.07	0.42	1.16	0.07	9.10	0.19	3.9	0.89	11.7
LBS	89.07	0.45	1.17	0.08	9.64	0.18	5.2	0.28	12.2
LAS	89.06	0.41	1.18	0.08	9.31	0.18	5.1	0.30	11.9
LLS	89.09	0.42	1.18	0.08	9.12	0.18	4.5	0.42	11.8
SCS	88.00	0.38	1.19	0.08	9.20	0.18	5.1	0.17	10.4
LBS+SCS	88.07	0.31	1.20	0.09	9.31	0.19	3.8	0.43	12.3
LAS+SCS	88.04	0.33	1.19	0.07	9.24	0.19	3.7	0.45	11.9
LLS+SCS	88.03	0.39	1.18	0.08	9.42	0.18	4.4	0.39	11.7
LBS+LAS	89.08	0.41	1.19	0.08	9.14	0.19	3.5	0.35	11.2
LBS+LLS	89.06	0.48	1.19	0.07	9.27	0.19	4.2	0.31	11.3
LAS+LLS	89.07	0.49	1.17	0.07	9.31	0.20	3.5	0.26	11.6

¹⁾NFE: Nitrogen free extraction.

²⁾TA: Titratable acidity.

³⁾brix: Brix of sugar.

에서 가장 낮게 나타났으며, LBS+SCS첨가군이 가장 낮게 나타났다. 조단백의 함량은 대조군보다 젖산균과 효모에 의한 단독 및 혼합첨가군이 대체로 높게 나타났다. pH와 적정산도의 변화는 저장 3일째 LAS+LLS군이 3.5로 가장 낮았으며, 적정산도는 대조군이 0.84로 높게 나타났고, 젖산균 단독발효시에는 pH 4.5에서 5.2로 나타났고 혼합발효시에서 pH는 LAS+LLS첨가군이 3.5로 가장 낮게 나타났다. 당도는 대조군이 11.2%인데 비하여 LBS+SCS첨가군은 12.3로 가장 높았다.

이러한 결과는 Teotiste와 Luh⁽¹⁵⁾에 의한 저장 3달 후 키위쥬스의 당도 13.9~14.0과 수분 85.3~85.5보다 당도는 낮게 수분함량은 높은 결과를 나타내었다.

관능검사

안동식혜의 맛에 대한 관능검사를 실시한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 식혜 100 mL에 젖산균 배양액을 1.0% (v/v) 접종할때 LBS+SCS군이 0.5% (v/v) 접종한 SH, LAS군이 1.0% (v/v) 접종한 대조군,

SS, SH, LBS+SCS, LAS+SCS, LLS+SCS, LBS+LAS, LBS+LLS, LAS+LLS군이 좋은 성적을 얻었으나 LBS+SCS군에 LBS 0.5% (v/v)와 SCS 0.5% (v/v)를 혼합하여 1.0% (v/v)를 접종했을 경우에 가장 좋은 성적을 얻었다. 맛의 차이를 분산분석을 통하여 검증한 결과로서 균주간의 접종량 첨가량과 젖산균과 효모에 의한 혼합발효에 각각의 현저한 유의성을 보이고 있다. 따라서 당의 생성과 맛에 대한 차이는 현저한 유의성을 나타내고 있으며, 이상의 젖산균과 효모를 이용한 단독발효 및 혼합발효에 의한 안동식혜를 제조한 후 관능검사를 실시한 결과 조단백질, 당도 및 산도가 잘 조화된 젖산균주 LAS과 효모 SCS 균주에 의한 혼합발효가 가장 좋은 성적을 나타내었다.

따라서 관능검사결과 LAS과 효모 SCS 균주에 의한 혼합발효를 통하여 숙성 및 저장기간동안의 일반성분을 실시한 결과 Table 3과 같다. pH의 변화는 초기숙성 및 저장 3일과 4일에서 3.8, 3.9로 가장 낮은 pH의 저하를 나타내었으며, 적정산도는 0.43%로 나타났다.

Table 2. Sensory evaluation for taste of traditional Andong sikhe fermented with pure culture of lactic acid bacteria and yeast

Inoculum	Sample														
	Control	SS	SA	SH	LAS	LBS	LLS	SCS	LAS+LBS	LAS+LLS	LAS+SCS	LBS+LLS	LBS+SCS	LLS+SCS	
0.5%	4.1 ^{ab}	2.3 ^c	1.7 ^c	4.2 ^{ab}	4.2 ^{ab}	4.4 ^a	2.4 ^c	1.5 ^c	4.3 ^{ab}	4.2 ^{ab}	3.5 ^b	4.2 ^{ab}	4.0 ^{ab}	3.4 ^b	
1.0%	3.3 ^{cd}	3.2 ^{cd}	3.4 ^{cd}	3.3 ^a	4.3 ^a	4.3 ^a	3.4 ^{cd}	2.7 ^d	3.3 ^{cd}	3.5 ^{bc}	4.4 ^a	4.2 ^{ab}	4.5 ^a	3.2 ^{cd}	
2.0%	2.5 [±]	2.5 [±]	1.5 ^g	2.5 [±]	3.9 ^{de}	4.1 ^{a-d}	3.6 ^{bc}	1.6 ^g	4.3 ^{abc}	3.3 ^{dc±}	4.4 ^{ab}	3.5 ^{cdc}	4.4 ^a	3.2 ^{c±}	

*: In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level.

Table 3. General composition during the fermentation and storage at 4°C of Andong sikhe fermentation with mixed culture (%)

	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	
Moisture	88.06	88.07	89.07	88.07	88.24	88.61	88.74	88.87	88.93	
Crude fat	0.23	0.29	0.30	0.31	0.41	0.51	0.52	0.51	0.52	
Crude protein	1.13	1.13	1.18	1.19	1.19	1.18	1.12	1.06	1.05	
NFE ¹⁾	9.49	9.38	9.36	9.31	8.71	8.39	8.36	8.28	8.21	
Ash	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	
pH	5.2	4.4	4.0	3.8	3.9	4.3	4.1	4.1	4.0	
TA ²⁾	0.18	0.43	0.43	0.43	0.30	0.34	0.32	0.30	0.33	

¹⁾NFE: Nitrogen free extraction.

²⁾TA: Titratable acidity.

비휘발성 유기산

전통식혜의 숙성 및 저장과정에 있어서 비휘발성 유기산 함량의 변화는 Table 4과 같다. 젖산과 fumaric acid의 함량 증가가 관찰되었고, 특히 젖산의 증가는 다른 유기산 보다 현저하였다. 이러한 양상으로 보아 젖산은 충분한 발효과정이 진행되면서 생성되는 반면 다른 유기산들은 충분히 발효가 일어나기 전에 이미 상당량 존재하고 있는 것으로 생각되며 산도변화의 경향이 젖산의 함량변화와 유사한 점으로 보아 전통식혜의 산도는 주로 젖산의 생성과 상관이

있을 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Yook 등⁽⁴⁾과 Chen 등⁽²⁵⁾이 보고한 김치 및 푸른콩 발효 중 유기산과 젖산의 함량변화에서도 비슷한 결과를 얻었다.

지방산

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중 지방산의 함량변화는 Table 5과 같이 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid가 주요 지방산으로서 각각 43.3~44.8%, 26.7~31.5% 및 19.0~24.5%를 차지하여 총지방산의 90% 이상을 차지하였다. Oleic acid는 시간이 경과함에 따라서 점차 감소하였고 palmitic acid는 시간이 지남에 따라서 점차 증가하여 대조를 이루었으며 linoleic acid를 포함한 다른 지방산들은 숙성 및 저장중 함량의 변화는 거의 없었다.

Table 4. Contents of organic acid in Andong sikhe during fermentation and storage at 4°C (mg/100 g)

	Fermentation and storage(days)			
	0	1	3	6
Lactic acid	0.49	6.25	18.10	19.37
Oxalic acid	1.24	1.18	1.04	0.99
Succinic acid	0.41	0.51	0.72	0.88
Citric acid	1.27	1.32	1.37	1.50
Malic acid	0.17	0.15	0.12	0.13
Fumaric acid	0.03	0.17	0.26	0.45
Malonic acid	1.35	1.03	0.70	0.65

효소활성의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중에 있어서 산성 protease, 전분액화 및 당화 효소력 그리고 lipase의 활성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 식혜의 protease의 주체인 산성 protease는 3일째 1.92 unit/mL로서 식혜의 아미노태질소의 함량이 대체로 낮은 사실로 보

Table 5. Fatty acid composition of Andong sikhe with mixed culture during fermentation and storage at 4°C

Fatty acid (%)	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	
12:0	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	
14:0	1.23	1.29	1.33	1.32	1.32	1.31	1.39	1.28	1.30	
16:0	26.53	28.50	30.08	30.33	30.42	30.36	31.16	31.22	31.38	
18:0	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	
18:1	24.38	23.36	22.02	21.74	21.47	21.29	18.87	19.47	19.50	
18:2	44.67	44.06	43.59	43.15	43.81	43.87	44.15	44.38	4.16	
18:3	2.19	2.09	1.98	2.46	2.00	2.14	2.80	2.65	2.66	

아 본 실험에 사용한 식체의 산성 protease의 활성이 낮은 것으로 추측된다. 액화효소의 활성은 발효 2일째 12.94 D₅₄₀였으며, 3일째 13.79 D₅₄₀로서 최고치를 나타내었으며 그 후부터 차차 감소하는 경향을 나타내었다.

당화효소의 활성은 3일째 3.56 unit/mL로서 최대의 활성을 나타내었으며 그 후 부터는 차차 감소하였다. lipase의 활성은 전 발효과정을 통하여 미약하였다. 본 실험의 결과에서 안동식체의 amylase 활성은 Nam 등⁽²⁶⁾이 서울식체에 있어서 당화력을 측정 한 보고의 결과 보다 훨씬 높았다.

요 약

전통안동식체의 제조법을 계승 보존하고 제조 공정 및 상품성을 높여 보다 우수한 가공식품으로 개발할 목적으로 안동식체의 발효에 관여하는 젖산균과 효모를 분리한 균주를 이용하여 안동 식체를 제조하여 숙성 및 저장 과정 중 성분과 품질의 변화를 조사하였다.

전통안동식체로부터 분리동정된 균주는 젖산 균주로서 *L. bulgaricus* LBS 47, *L. acidophilus* LAS 10 및 *Lacto. lactis* LLS 56의 3 균주와 효모 *S. cerevisiae* SCS 5의 한 균주를 분리하여 단독 및 혼합 균주를 start로 사용하여 숙성시킨 후 관능검사를 한 결과 LBS와 SCS 균주를 혼합배양하였을 때 가장 좋았다.

문 헌

1. Choi, C., Seog, H.M., Cho, Y.J., Lim, S.I. and Lee, W. J.: A study on establishment of the fermentation process for traditional Andong Sikhe (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 724-731 (1990)
2. Suh, H.J., Chung, S.H. and Whang, J.H.: Characteristics of Sikhe produced with malt of naked barley, covered barley and wheat (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 716-721 (1997)
3. Lee, S.K., Joo, H.K. and Ahn, J.K.: Effects of rice varieties on saccharification in producing sikhe (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 470-475 (1997)
4. Yook, C. and Cho, S.C.: Application of heat/moisture-treated rices for sikhe preparation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1119-1125 (1996)
5. Harrigan, W.F. and Mc Cane, M.E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology, *Academic press*, p.213-214 (1976)
7. A.O.A.C.: Official methods analysis 14th ed. Association of official analytical chemists, *washington* D.C. (1984)
8. Department of Food engineering Yonsei university: Experiment in food science and engineering, Tamgudang (1975)
9. Turkelson, V.T. and Richards, M.: Separation of the citric

- acid cycle acids by liquid chromatography, *Anal. chem.*, **50**, 1420-1429 (1978)
10. Buslig, B.S., Wilson, C.W. and Shaw, P.E.: High-performance liquid chromatographic separation of carboxylic acids with anion-exchange and reverse-phase columns, *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 342-345 (1982)
11. Anson, M.L.: The estimation of pepsin, papain and cathepsin with hemoglobin, *J. Physiol.*, **22**, 79-85 (1938)
12. Hagawara, S.: Method of Enzymatic analysis Vol.2, 237-246, Tokyo, Japan (1956)
13. Funatsu, M., Aizono, Y., Hayashi, K., watanabe, M. and Et., M.: Biochemical studies on rice bran lipase. Part I. purification and physical properties, *Agr. Biol. Chem.*, **35**, 735-742 (1974)
14. Larmond, E.: Methods for sensory evaluation of foods. Canada, Department of Agriculture (1970)
15. Teotiste, W. and Luh, B.S.: Effect of sweetner types on quality and composition of canned kiwi nectars, *J. Food Sci.*, **46**, 387-392 (1981)
16. Abraham, A.G., Graciela L., De Anaton, and Añon, M. C.: Proteolytic activity of *Lactobacillus bulgaricus* growth in milk, *J. Dairy Sci.*, **76**, 1498-1452 (1993)
17. Fleming, H.P., MCFeeters, R.F. and Thompson, R.L.: Test for susceptibility of fermented vegetables to secondary fermentation, *J. Food Sci.*, **48**, 982-988 (1983)
18. Fleming, H.P., MCFeeters, R.F., Thompson, R.L. and Sanders, D.C.: Storage stability of vegetables fermented with pH control, *J. of Food Sci.*, **48**, 975-982 (1983)
19. Gilliland S.E. and Rich, C.N.: Stability during frozen and subsequent refrigerated storage of *Lac. acidophilus* growth at different pH., *J. Dairy Sci.*, **73**, 1187-1192 (1990)
20. Mikolajcik, E.M. and Hamdan, I.Y.: *Lactobacillus acidophilus*, I: growth characteristics and metabolic products, *Cultured Dairy Products J.*, **33**, 11-18 (1975)
21. Subramanian, P. and Shanker, P.A.: Commensalistic interaction between *Lactobacillus acidophilus* and lactose-fermenting yeasts in the preparation of acidophilus-yeast milk, *Cultured Dairy Products J.*, **74**, 17-22 (1985)
22. Vegarud, G., Castberg, H.B. and Langsrud, T.: Autolysis of Group N streptococci. Effects of media composition modifications and temperature, *J. Dairy Sci.*, **66**, 2294-2298 (1983)
23. Nancy J.M. and Reinbold, G.W.: Commensalism and competition in mixed cultures of *Lactobacillus bulgaricus* and *Sterptococcus thermophilus*, *Milk Food Technol.*, **39**, 337-342 (1976)
24. Hull, R.R., Roberts, A.V. and Mayes, J.J.: Survival of lactobacillus acidophilus in yoghurt, *J. Dairy Technol.*, **44**, 164-171 (1984)
25. Chen, K.H., MCFeeters, R.F. and Fleming, H.P.: Complete heterolactic acid fermentation of green beans by *Lactobacillus cellobiosus*, *J. Food Sci.*, **48**, 967-972 (1983)
26. Nam, S.J. and Kim, K.O.: Characteristics of sikhye (Korean traditional drink) made with different amount of cooked rice and malt and with different sweeteners, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 197-202 (1989)