

누룩에 의한 쌀죽발효액 중의 성분변화

김성철 · 김효선 · 강영주[†]

제주대학교 식품공학과

Changes of Components in the Rice-porridge Fermented by *Nuruk*

Sung-Chul Kim, Hyo-Sun Kim and Yeung-Joo Kang[†]

Dept. of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju 609-756, Korea

Abstract

Shindari, a traditional low alcoholic drink in Cheju island, was prepared with *nuruk* and the rice-porridge. The rice-porridge was fermented with 10% *nuruk* at a temperature of 25°C, 35°C, 45°C for 24 hours. In all temperature, total acidity and °Brix were increased gradually and pH were decreased gradually and viscosity were considerably decreased after 2 hours and then slightly decreased. Alcohol contents were also increased during fermentation and especially at 45°C. The organic acids were mainly found phytic acid and succinic acid. The fermented liquids rice-porridge contained maltose and glucose as free sugar, amount of them increased during fermentation. Lactic acid bacteria cell count increased at higher temperature of fermentation and reached to 10⁷ cfu/ml at 35°C for 10hr. In conclusion, the optimal fermentation conditions of Shindari preparation were at 35°C, 24hrs. pH, titratable acidity, viscosity and soluble solids in the optimal fermentation condition were 4.2, 0.18%, 190cp, 12.2°Brix, respectively.

Key words: Shindari, *nuruk*, fermentation, rice-porridge

서 론

제주지역 전통식품 중의 하나인 신타리는 찬 보리밥 또는 약간 상한 보리밥에 누룩을 첨가하여 발효시킨 후 체에 걸러서 꿀이나 설탕을 첨가하여 먹었던 저알콜성 음료인데 신타리는 대부분의 알코올음료와는 달리 발효가 제한적으로 일어나 맛이 더 좋고 소화가 잘되는 토착 발효식품이다. 식문화의 변화와 식생활의 변천에 따라 전통식품이나 향토식품의 원형을 보존하는 것보다는 현대적인 기술을 도입하고 현대인의 기호에 맞도록 약간의 변형을 가한다면 많은 종류의 전통식품을 지역 특산물로 발전시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 현재 국내에서 쌀을 기질로 하여 누룩을 이용한 전통 발효식품에 대한 연구는 주정발효에 대한 연구 이외에는 거의 없고, 최근 들어 누룩에서 특정 미생물만을 분리하여 민속주를 만드는 연구(1)가 진행되고 있을 뿐이다. 쌀은 전분이 주성분이기 때문에 유산균에 의하여 발효되지 않으나 쌀을 엇기름(麥芽)으로 가수분해하면 glucose와 maltose로 분해되기 때문에 유산균에 의한 발효가 가능해지고 이를 이용하여 곡류 호상요구르트 유사제품을 제조할 수 있게 된다. 현재 곡류를 이용한 요구르트 제조에 관한 연구로는 곡류 자체만을 가지고 유산발효를 시키는 것이 아니라 우유에 곡류

를 첨가하는 형태의 유산발효에 의한 요구르트 제조에 관한 연구(2-4)가 있을 뿐 곡류 원료로 제조된 요구르트 유사 제품에 관한 연구는 매우 드문 실정이다.

제주도 전래의 향토식품을 발굴, 현대화 공정에 맞게 개발시키는 방법의 일환으로 저자 등(5)은 쌀가루를 이용하여 제주 전통엿을 제조하기 위한 일련의 연구를 행한 바 있다. 본 연구는 제주도 전래 신타리의 제조방법을 응용하여 현대인의 기호에 맞게, 누룩에 의한 알코올 생성을 최대한 억제하면서 유산균 배양이 잘되는 조건을 구명함으로써 쌀을 이용한 호상요구르트 유사 제품을 제조하기 위한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

쌀은 일반미(전남 강진, 1997산)를 구입하여 하룻밤 물에 불린 후 분쇄하여 사용하였으며, 누룩은 전통적인 방법으로 소량씩 제조하여 판매하는 것(제주시 오일장)을 구입하여 분쇄 후 냉동보관(-20°C)하면서 사용하였다.

발효쌀죽 제조

쌀가루 1kg에 3kg의 물을 가한 후 수욕조에서 내부는

[†]To whom all correspondence should be addressed

도가 80°C에 이르면 꺼내어 흐르는 물에서 냉각하면서 쌀죽의 내부온도가 25, 35, 45°C에 이르면 쌀죽에 누룩 10%(w/w)를 첨가하여 25, 35, 45°C로 조정된 항온기 안에서 24시간 발효시켰다.

성분분석

pH, 가용성고형분(°Brix), 적정산도, 점도는 2시간마다, 알코올 함량은 4시간마다 그리고 유기산 및 유리당 함량은 8시간마다 시료를 채취한 후 80mesh 여과포로 여과하여 다음과 같이 측정하였다.

pH는 pH meter(model 220, Corning, USA)로, 점도기 점도는 Viscometer(DV II, Brookfield, USA)를 사용하여, 가용성고형분은 Abbe형 굴절 당도계(No. 501, Nippon Optical Works Co., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였다. 적정산도는 조여과액 1ml를 증류수로 10배 희석하여 1% 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 0.1N NaOH로 적정하여 그 소모량을 호박산으로 환산하여 계산하였으며, 알코올 함량은 비중법(6)에 의하여 측정하였다. 유기산 및 유리당은 시료를 조여과하고 3,000rpm에서 10분 동안 원심분리(H50Q-8, Hanil Industrial Co., Korea)한 후 상층액을 sep-pak(C18) 처리하고 나서 millipore filter(0.45µm)로 여과한 후 HPLC 주입용 시료로 사용하였다. 유기산 분석은 HPLC(M501, Waters, USA)을 사용하였으며 detector는 Waters 441 UV Detector를 사용하였으며 유기산 분석을 위한 HPLC 운영조건은 Table 1과 같다. 유리당은 HPLC(9040, Varian star, USA)을 이용하여 분석하였으며, RI(9050, Varian star, USA) detector를 사용하여 측정하였고 HPLC 운용조건은 Table 2에 나타내었다.

총균수 및 유산균수 측정(7)

총균수 측정용 배지는 한천평판배지(Difco Co, USA)를, 유산균수 측정용 배지로는 bromo cresol purple 함유

한천평판배지(Eiken Chemical Co., Ltd, Japan)를 사용하였다.

결과 및 고찰

발효액의 pH 및 적정산도의 변화

전통적인 방법은 밥알의 형태가 유지된 상태에서 발효 하였으나 물성 및 가공공정의 편이성을 위하여 쌀죽에 10%의 누룩을 첨가한 후 25, 35, 45°C에서 각각 발효시키면서 발효시간에 따른 여러 가지 성분의 변화를 측정하였다.

발효온도에 따른 pH와 적정산도의 변화는 Fig. 1과 같다. 발효액의 pH는 발효온도가 높을수록, 발효시간이 증가할수록 낮아졌는데 발효온도 25°C에서는 발효 4시간 이후부터 pH가 떨어지기 시작하여 18시간 후에는 pH 6.8로부터 pH 4.2로 감소하였으며, 18시간 이후부터는 감소폭이 작아지기 시작하여 발효 24시간 후에는 pH 4.0으로 감소하였다. 35°C에서는 발효 2시간 이후부터 급격히 떨어지기 시작하여 발효 10시간 후에는 pH 4.2로 감소하였으나 그 이후에는 pH가 매우 완만하게 감소하였다. 발효 온도 45°C에서도 35°C의 발효와 비슷한 경향을 나타내어 발효 2시간 이후부터 pH가 떨어지기 시작하였으며 발효 8시간 이후에는 거의 일정하여졌다. 발효시간에 따른 발효쌀죽의 pH 저하는 발효로 인한 유기산 생성에 기인(8)한 것으로 이러한 pH의 변화는 발효쌀죽내 여러 효소들의 활성에 영향을 미치는 것으로 여겨진다. 발효온도 25°C에서의 산도는 발효시간의 경과와 더불어 서서히 증가하여 발효 24시간 후에는 0.83%로 증가하였으며 발효 온도 35°C와 45°C에서는 발효 24시간 후 각각 1.64%와 1.93%로 증가하였다. 발효 온도 35°C나 45°C에서가 25°C에서보다 산도의 증가가 훨씬 큰 이유는 누룩 중에 포함된 산생성균들이 중온균이 대부분이어서(9) 이들 온도에서의 생

Table 1. HPLC conditions for analysis of organic acids

Column	Supelco gel C-610H(30cm×7.8mm)
Mobil phase	2% KH ₂ PO ₄ (pH 2.4 with H ₃ PO ₄)
Chart speed	0.5cm/min
Detector	Waters 441 UV detector
Injection volumn	15µl
Flow rate	0.5ml/min
Column temperature	30°C

Table 2. HPLC conditions for analysis of free sugars

Column	CHO-620 Carbohydrate column
Mobil phase	85% CH ₃ CN(v/v)
Chart speed	0.3cm/min
Detector	RI
Injection volumn	20µl
Flow rate	0.5ml/min
Column temperature	90°C

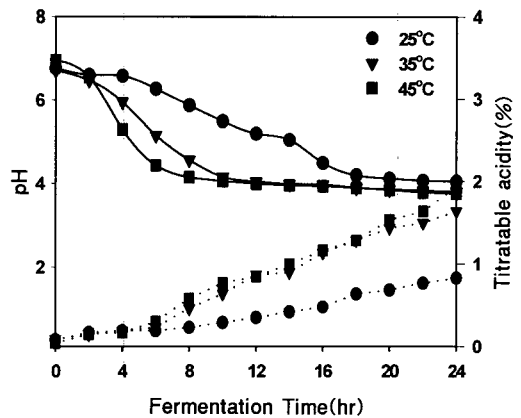


Fig. 1. Changes in the pH and the titratable acidity of the rice-porridge during fermentation.
—: pH, ...: acidity

육이 왕성하였기 때문이라 여겨진다.

본 실험에서는 발효 종료의 시점을 시판 호상요구르트를 기준으로 정하여 pH 4.2가 되었을 때를 가장 적당한 발효종점으로 하였다. 따라서 발효쌀죽의 pH가 4.2에 이르기 위하여서는 25°C, 35°C, 45°C에서 발효시킬 경우 각각 18시간, 10시간, 8시간이 걸리는 것으로 나타났다.

발효액의 가용성 고형분 및 점도 변화

발효온도에 따른 발효시간별 가용성 고형분(°Brix)과 점도의 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 가용성 고형분 함량은 발효온도가 높을수록 증가하였는데 이는 누룩미생물에 의한 전분분해효소 활성이 25°C나 35°C보다는 45°C에서 증가하기 때문으로 여겨진다. 증가폭은 25°C 발효에서는 발효 24시간 후의 가용성 고형분 함량이 11.2°Brix로 발효 초기 10°Brix보다 약 12% 증가하는데 그쳤으나 35°C에서는 약 18%, 45°C에서는 약 29% 증가하였다. 가용성 고형분의 증가는 발효 미생물의 amylase 작용에 의한 것으로, Kim과 Kang(5)은 쌀죽에 맥아 amylase를 작용시킨 제주 전통엿 제조의 최적 당화조건에서 당화온도에 따른 각 곡류들의 가용성 고형분 변화는 온도의 상승에 따라 높아졌으며 당화온도 상승에 따라 당화시간이 단축되는 유사한 경향을 보고하였다. 이렇게 발효온도 증가와 발효시간의 경과를 가용성 고형분량의 증가와 점도의 저하를 가져오는데, 멧쌀 전분을 호화시킨 초기의 겔보기 점도는 매우 높아 20,000 centipoise(CP) 이상의 점도를 갖지만 발효 2시간 경과 후에는 발효온도에 관계없이 모두 점도가 급격히 떨어져서 1,000CP 이하의 점도를 나타내었으며 발효 8시간 경과 후부터는 점도의 변화가 거의 없었다. 누룩은 전분을 기질로 하여 amylase를 생산하는 곰팡이와 효모 및 각종 미생물을 포함하는 혼합발효제이므로(9) 누룩을 첨가한 쌀죽은 주로 amylase에 의해 전분이 가수분해되어 점도가 감소한 것으로 생각된다.

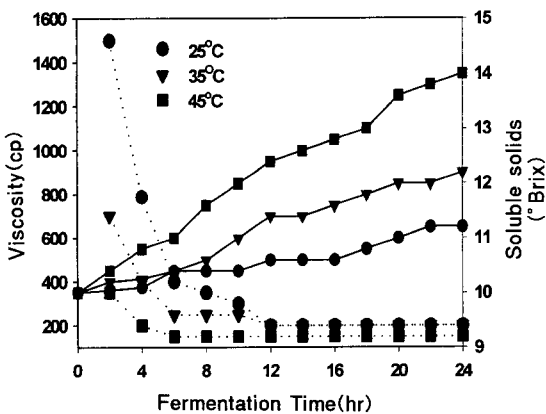


Fig. 2. Changes in the viscosity and the soluble solids of the rice-porridge during fermentation. —: soluble solids, ...: viscosity

발효액의 알코올함량 변화

비알코올성 음료 제품인 경우 알코올 함량은 1% 미만이어야 한다. 누룩을 사용하여 쌀죽을 발효시키는 동안 발효액 중의 알코올 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 발효온도 25°C 및 35°C에서는 각각 20시간과 16시간 발효 후 알코올 함량이 모두 0.3%, 24시간 후에는 모두 1%가 되었다. 그러나 발효온도 45°C의 경우 16시간 발효 후에 1.0%, 24시간 후에는 2.7%의 알코올이 검출되어 비알코올성 음료의 알코올 허용량 1%보다 높게 검출되므로서 45°C로 발효할 경우는 16시간 이상의 발효는 곤란할 것으로 생각된다. 예비실험 결과 누룩량이 10% 이상이거나 보리쌀을 원료로 하는 경우에 알코올 함량이 상당히 높아지는 것으로 조사되었다.

발효액의 유기산 및 유리당 성분의 변화

Table 3 및 Table 4는 발효 동안 발효액 중의 유기산 및 유리당의 변화를 나타낸 것이다. 발효가 진행되면서 생성된 유리당 성분 중 대부분은 maltose와 glucose였는데 시간이 경과함에 따라 그 함량이 증가하고 있다. 호화 전분에 α-amylase와 glucoamylase를 작용시키면 maltose와 glucose가 주로 생성되며 시간이 경과할수록 함량은 증가된다는 보고(10)가 있으며 α-amylase는 특히 누룩 중에서 검출되는 곰팡이인 *Rhizopus*와 *Aspergillus* 등에 의하여 생산되는 세포외 효소이고 glucoamylase는 지금까지 곰팡이에만 존재하는 것으로 알려지고 있는 세포외 효소이다(11). 따라서 발효쌀죽의 유리당 생성은 누룩 미생물에 의해 생성된 효소 중 α-amylase와 glucoamylase가 주로 관여하는 것으로 생각되어진다.

한편, 발효가 진행되면서 생성된 유기산은 주로 phytic acid와 succinic acid였는데 발효시간이 길어질수록 생성되는 유기산의 종류는 많아져서 발효온도 45°C에서 24시

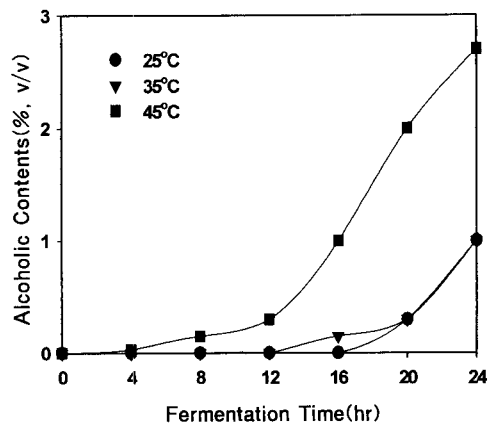


Fig. 3. Changes in the alcoholic contents of the rice-porridge during fermentation.

Table 3. Changes in the organic acid contents of the rice-porridge during fermentation

(% , w/v)

	Phytic acid			Succinic acid			Lactic acid			Citric acid			Oxalic acid		
	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C
0hr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8hr	0.95	0.68	0.54	-	0.06	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16hr	0.82	0.80	0.65	0.04	0.19	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24hr	0.59	0.88	0.53	0.10	0.28	0.60	-	-	0.03	-	-	0.01	-	-	trace

Table 4. Changes on the free sugar contents in the rice-porridge during fermentation

(% , w/v)

	Maltose			Glucose		
	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C
0hr	0.70	0.83	0.89	0.02	0.04	0.04
8hr	1.50	1.64	1.75	0.20	0.40	0.52
16hr	1.93	1.97	2.29	0.43	0.54	0.77
24hr	2.01	2.27	2.57	0.54	0.83	1.17

간 발효 후에는 phytic acid, succinic acid 이외에도 lactic acid, citric acid, oxalic acid도 소량 검출되었다. Choi 등(12)은 탁주 중에는 lactic, pyruvic, oxalic, malonic, succinic, maleic, malic, α -ketoglutaric acid 등이 존재한다고 보고하였다. Phytic acid는 곡류 중에 phosphate와 inositol의 형태로 저장되어 있고(13) 발효나 발아하는 동안에 phytase 활성에 의해 phytic acid는 감소하는 것으로 알려져 있다(14,15). 본 실험에서도 phytic acid는 감소하는 경향을 나타냈지만 35°C에서는 약간 증가하는 것으로 나타났다. Succinic acid 함량은 발효시간이 경과하면서 증가하여 발효온도 45°C에서 24시간 후에는 0.6%로 증가하였다. 이는 Choi 등(12)도 누룩을 첨가한 탁주 발효에서 탁주가 발효되면서 succinic acid 함량은 증가하였으며 탁주의 주요 맛성분은 이 succinic acid에 의한 것이라고 보고하였는데 발효쌀죽에서도 succinic acid가 주요한 맛 성분으로 작용할 것으로 생각된다.

발효액의 총균수 및 유산균 변화

발효액의 발효와 유기산 생성에 주로 관여하는 일반세균들과 유산균수의 변화를 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 총균수는 발효가 진행되면서 증가하는 경향을 나타내었고 25°C, 35°C보다는 45°C에서 크게 증가하였으며 특히, 25°C, 35°C에서는 16시간 이후에, 45°C에서는 8시간 이후에 급격히 증가하였다. 하지만 45°C 20시간 이후 증가폭이 감소하였다. 온도와 시간이 증가함에 따라 균수는 증가하다가 2일 이후 균수가 감소하였으며, 적은 이상으로 온도가 증가했을 경우 균수가 감소하였다는 보고(16)가 있는데 본 연구에서 균수의 감소가 관찰되지 않은 것은 24시간 발효 후 발효를 종료하였기 때문으로 생각한다.

유산균수는 25°C에서는 8시간, 35°C에서는 4시간 이후부터 유산균이 증식하기 시작하였는데 총균수와 마찬가지로 25°C, 35°C보다는 45°C에서 증가폭이 컸으며 25°C에서는 발효 16시간 경과 후에 35°C에서는 10시간, 45°C

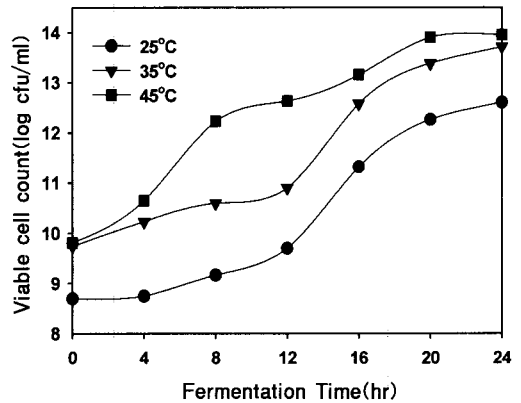


Fig. 4. Changes in the total bacteria cell count in the rice-porridge during fermentation.

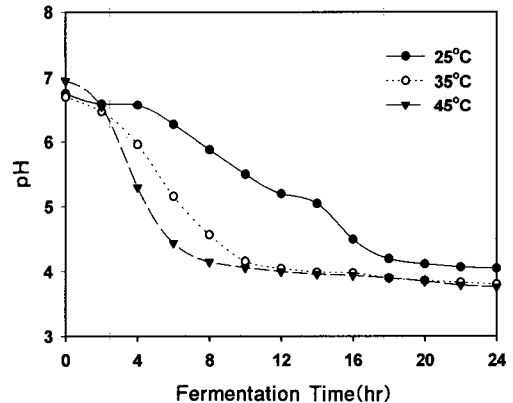


Fig. 5. Changes in the lactic acid bacteria cell count in the rice-porridge during fermentation.

에서는 4시간 경과 후에 1×10^7 cfu/ml가 되었다. 유산균은 제한된 생합성 능력만을 지니고 있으므로 아미노산, 비타민, purin, pyrimidine 등의 복합영양소를 필요로 한다(17). *L. acidophilus*의 경우 acetate, mevalonic acid, riboflavin, pantotenate, niacin, folic acid 등을 필요로 하며, *L. aceti*와 *L. delbrueckii*도 이와 유사한 발육촉진물질을 필요로 한다고 알려져 있다(18). Kim 등(19)은 제조방법에 따른 홍주 발효술덧의 성분변화에서 발효 3일째까지 유산균이 증가하였다고 보고하였고 Mok 등(20)은 호화시킨 쌀을 액·당화한 후 유산 발효시켰을 때 유산균이 증가하였다고 보고하였다. 유산균수가 증가하면서 상대적으로 일반세균수는 감소하였는데 Wood(21)는 유산균을

다른 세균과 혼합배양하면 유산균이 만들어내는 유기산에 의해 다른 세균은 사멸한다고 하였다.

이 연구는 전통적인 제조법을 토대로 제조를 하되 호상요구르트와 같은 물성을 지니는 제품을 개발해내는데 중점을 두었다. 시판되는 호상요구르트 제품은 pH 4.43 이하, 산도 1.8% 이상, 유산균수 1×10^7 cfu/ml 이상인데 이와 유사한 물성과 적정 유산균수를 가지게 되는 발효조건은 35°C, 24시간 또는 45°C, 18시간이었으나 45°C에서 발효된 쌀죽에는 알코올함량이 1% 이상 함유되어 있어 최적조건은 35°C 24시간인 것으로 조사되었다.

요 약

제주도 전래의 전통식품 중 하나인 원다리 제조원리를 적용하여 쌀을 원료로 한 유산균유료(호상요구르트) 유사 제품을 제조하기 위한 기초자료를 조사하였다. 누룩을 첨가한 쌀죽의 온도별(25°C, 35°C, 45°C), 발효시간에 따른 pH, 가용성고형분(°Brix), 적정산도, 겔보기 점도, 알코올함량, 유기산함량, 유리당함량, 총균수 및 유산균수를 측정하였다. 그 결과 pH는 24시간 후 모든 온도에서 pH 4 부근에 도달하였으며 점도는 2시간 후에 급격히 감소하여 그 이후에는 거의 변화가 없었다. 가용성고형분(°Brix)과 적정산도는 발효시간이 경과할수록 증가하였는데 25°C보다는 45°C에서 크게 증가하였다. 알코올함량은 시간이 경과함에 따라 증가하였으며 특히 45°C, 16시간 이후에 1% 이상 나타내었다. HPLC에 의한 유기산 분석에서는 주로 phytic acid와 succinic acid가 검출되었는데 45°C인 경우에는 lactic acid, citric acid, oxalic acid도 소량 검출되었다. 유리당으로는 maltose와 glucose가 검출되었는데 발효시간이 길어짐에 따라 그 양이 증가하는 경향을 보였다. 유산균수는 25°C, 16시간 발효 후 35°C, 10시간 발효 후 1×10^7 cfu/ml로 증가하였다. 결론적으로 원다리 제조를 위한 최적조건은 35°C, 24시간 발효이며, 이때의 pH는 4.2, 적정산도는 1.8%, 점도는 190cp, 당도는 12.2°Brix였다.

감사의 글

본 논문은 산·학·연 공동기술개발 제주지역 컨소시엄 사업의 일환으로 시행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 안병학 : 전통주의 품질개선기술개발. 농림수산연구보고서, pp.21-24(1995)
2. Hong, O. S. and Ko, Y. T. : Study on preparation of yogurt from milk and rice. *Korean J. Food Technol.*, **23**, 587-592(1991)
3. Kim, K. H. and Ko, Y. T. : The preparation of yogurt

- from milk and cereals. *Korean J. Food Technol.*, **25**, 130-135(1993)
4. Jeon, G. S., Kim, Y. J. and Park, S. I. : Preparation and characteristics of yogurt from milk added with soy milk and brown rice. *Korean J. Food Technol.*, **27**, 47-52(1995)
5. Kim, H. S. and Kang, Y. J. : Optimal conditions of saccharification for a traditional malt syrup in Cheju. *Korean J. Food Technol.*, **26**, 659-664(1994)
6. 국제청 : 국제청 기술연구소 주류분석규정. 국제청, 서울, pp.34-35(1973)
7. 한국식품공업협회, 1995, 식품공전, pp.713-715(1991)
8. Kang, M. S. and Kang, M. Y. : Changes in physicochemical properties of *Jeungpyon* (fermented and steamed rice cake) batter during fermentation time. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **25**, 255-260(1996)
9. Yu, T. S., Kim, J., Kim, H. S., Hyun, J. S., Ha, H. P. and Park, M. G. : Bibliographical study on microorganisms of traditional Korean *nuruk*(since 1945). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 789-799(1998)
10. Yook, C., Whang, Y. H., Back, U. H. and Park, K. W. : Preparation of *Shikhae* with starch hydrolysing enzymes/malt mixture in Tea-bag. *Korean J. Food Technol.*, **22**, 296-272(1990)
11. Cho, G. Y. and Lee, C. W. : Isolation and identification of the fungi from *nuruk*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 759-764(1997)
12. Choi, S. H., Kim, O. K. and Lee, M. W. : A study on the gas chromatographic analysis of alcohols and organic acids during *Takju* fermentation. *Korean J. Food Technol.*, **24**, 272-278(1992)
13. Laztity, R. and Lazity, L. : Phytic acid in cereal technology. American Association of cereal chemists, Vol (X), p.309(1990)
14. Toma, R. B. and Tabekhia, M. M. : Changes in mineral elements and phytic acid contents during cooking of three california rice varieties. *J. Food Sci.*, **44**, 619-621(1979)
15. Beal, L. and Mehta, T. : Zinc and phytate distribution in peas. *J. Food Sci.*, **50**, 96-100(1985)
16. Park, Y. S., Gu, Y. Z., Shin, D. W. and Min, B. Y. : Study on the cultural conditions of starch utilizing yeast *Sporobolomyces holsaticus*. *Korean J. Food Technol.*, **15**, 51-55(1983)
17. Brock, T. D. and Madigan, M. T. : *Biology of microorganism*. Prentice-Hall, New Jersey, pp.771-777(1991)
18. Buchanan, R. E. and Gibbons, N. E. : *Bergey's manual of determinative bacteriology*. The Williams and Wilkins Co., Baltimore, pp.576-579(1991)
19. Kim, Y. S., Kang, S. H. and Jung, J. H. : Studies on the processing of Korean traditional *So-Ju*, *Jindo-Hongju*. I. Changes in components of *Hongju* mash fermented by different methods. *Korean J. Dietary Culture*, **6**, 245-249(1991)
20. Mok, C. K., Han, J. S., Kim, Y. J., Kim, N. S., Kueon, D. Y. and Nam, Y. J. : Lactic acid fermentation of rice and quality improvement by amylolytic enzyme treatment during fermentation. *Korean J. Food Technol.*, **23**, 739-744(1991)
21. Wood, B. J. B. : *The lactic acid bacteria in health and disease*. Elsevier Science Publishers Ltd., England, p.395(1992)