

비열 및 열처리에 따른 보리의 알코올발효 특성

우승미 · 김태영¹ · 여수환¹ · 김상범¹ · 정용진[†]

계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드스, ¹농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Properties of Alcohol Fermentation from Barley Treated with Non-steam and Steam

Seung-Mi Woo, Tae-Young Kim¹, Soo-Hwan Yeo¹, Sang-Bum Kim¹
and Yong-Jin Jeong[†]

Department of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea
¹Rural Resources Development Institute, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 411-853, Korea

Abstract

This study was designed to investigate quality characteristics of alcohol fermentation from 5 barley cultivars treated with non-steam and steam. In alcohol fermentation treated with non-steam, alcohol concentration reached to 1.7% for naked barley, 2.9% for naked waxy barley and 4.3% for *Hinchalssalbori*. However, no fermentation was occurred with barley and waxy barley. When the barley cultivars were steamed, alcohol concentrations showed to be higher than those not steamed. In sugar concentration from non-steam, both barley and waxy barley showed to have approximately 9.0 °Brix and naked barley, naked waxy barley and *Hinchalssalbori* showed to have approximately 5.0 °Brix. When the barley cultivars were steamed, sugar concentration was decreased as alcohol concentration was increased. Interestingly, sugar concentrations in barley cultivars were fast dropped more than 50% following alcohol fermentation except naked barley. In alcohol fermentation treated with non-steam, total acidity of *Hinchalssalbori* was 0.51%, but the others showed more than 0.80%. So except for *Hinchalssalbori*, it was possible that acidification occurred during the fermentation. In total acidity from steam, all samples showed less than 0.3%. In free sugar from non-steam, total free sugar contents of barley and waxy barley were approximately 4,000.0 mg% and contents of naked barley, naked waxy barley and *Hinchalssalbori* were each approximately 300.0 mg%. Free sugar from steam was increased as sugar concentration increased. In conclusion, barley cultivars were evaluated to be not suitable at alcohol fermentation treated with non-steam.

Key words : barley, alcohol fermentation, non-steam, steam

서 론

보리는 밀, 벼, 옥수수과 더불어 세계 4위의 중요한 식량 작물이며 농가 소득증대는 물론 농지 이용률 제고에도 크게 기여하여 왔다(1,2). 보리에는 폴리페놀성 물질이 함유되어 있고 특히 이들 페놀성 화합물은 보리의 내부 배유조직 보다 겉질을 포함하는 외층부 및 배아부위에 더 많이 집적

되어 있으며, 우수한 항산화성 및 활성산소 소거능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(3). 또한 프로안토시아닌의 HL60 세포 분화 증강효과(4)를 가지며, β -glucan의 함량이 높아 체내 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시켜 심장질환을 예방하고 지방의 축적을 억제하는 등 성인병의 예방에 탁월한 효과가 있다(2). 보리에 관한 연구로는 보리의 품질 개선을 위한 도정·가공방법 및 품질 특성에 관한 연구(5,6), 보리 전분에 관한 연구(7), 보리 가공품 제조에 관한 연구(8,9)가 보고되고 있으며, 보리의 이용형태를 살펴보면 쌀과의 합취사 뿐만 아니라 장류와 소주 등의 양조용, 감주, 보리차,

[†]Corresponding author. E-mail : yjeong@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

유아식, 탄산맥아음료 및 비 알코올음료 등의 원료로도 이용되고 있고(10), 최근에는 빵류, 과자류, 면류 및 조리식품 등의 다양한 가공식품에 혼합하여 실용화되고 있다(1). 그러나 최근 농수산물 수입압력과 국민의 식생활 변화 및 다양화로 인해 취반식미가 나쁜 보리의 입식(粒食) 형태의 소비가 기피됨으로써 생산량이 급격히 감소추세에 있다(10,11). 따라서 지속적인 식량 자급도의 향상과 농가소득 증대를 위하여 보리의 증산 및 이를 활용한 가공방법의 다양화가 중요한 문제로 대두되고 있다(10).

소주, 탁·약주와 같은 주류의 원료로는 쌀, 보리, 밀가루 등이 활용되었으며(12,13), 이밖에 고구마(14), 옥수수(15), 감자(16), 타피오카(17)를 이용한 연구가 보고되었다. 전분질 원료를 이용한 알코올발효는 정미와 수침, 증자과정에 많은 시간과 에너지가 소요되며, 특히 증자과정에서 알코올 생산에 필요한 총 에너지의 30-40%가 소요되는 것으로 알려져 있다(18). 이를 절약하기 위해 최근 생전분 분해 조효소제를 이용하여 무증자 당화공정을 거쳐 알코올발효를 행하는 연구가 보고되고 있으며(16-19), 또한 열에 불안정한 효소, 단백질 및 비타민류 등의 변성과 파괴를 최소화할 수 있어 더욱 주목을 받고 있다(20).

따라서 본 연구에서는 비열처리 및 열처리 당화공정에 따른 보리 품종별 알코올발효 특성을 모니터링하여 비열처리 알코올발효 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서는 국내산 보리(A), 찰보리(B), 쌀보리(C), 찰찰보리(D), 흰찰찰보리(E) 5종은 농촌진흥청에서 제공받아 사용하였으며, 40 mesh 이하의 분말을 시료로 사용하였다. 비열처리 생전분 분해효소제는 *Rhizopus* sp.에서 분리 정제되었으며 당화력이 30,000 sp/g인 starch saccharifying enzyme DAIZYME G(Daiwa Kasei Co., Japan)를 사용하였고, 증자 방법은 주정 제조에 사용되는 α -amylase 및 β -amylase를 (주)이앤바이오텍에서 제공받아 사용하였다(15).

사용균주 및 주모

보리의 알코올발효에 사용된 균주는 계명대학교 발효공학실에서 보관중인 *Saccharomyces kluyveri* DJ97(KCTC 8842P)을 YPD agar배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에서 30°C, 24시간 배양한 후 4°C에 보관하면서 사용하였다. 주모는 사면 배양된 균주 한 백금이를 YPD액체배지에 접종하여 30°C, 24시간 배양한 후 10%(v/v)에 상당하는 양을 접종하였다.

비열처리에 따른 보리 알코올발효

시료분말 100 g에 수돗물을 350%(v/w) 가수한 후 효소제 0.34%(w/w), 주모 10%(v/v)를 접종한 다음 항온 배양기(HB-103-2H, Hanbeak Scientific Co., Korea)에서 30°C, 60 시간동안 정치배양 시켰으며 발효 종료 후 부직포로 여과한 여과액을 분석시료로 사용하였다.

열처리에 따른 보리 알코올발효

시료분말 100 g에 수돗물을 350%(v/w) 가수한 후 액화효소 0.04%(v/w)를 첨가하여 95°C에서 1 시간동안 처리한 다음 당화효소 0.06%(v/w)를 첨가하여 60°C에서 5 시간동안 처리해 방냉시켰다. 그 효소처리액에 주모 10%(v/v)를 접종하여 비열처리와 같은 조건으로 발효시켜 시료로 사용하였다.

알코올함량 및 당도

발효액의 알코올함량은 시료 100 mL를 취하여 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정하였으며 Gay Luccac Table을 이용하여 15°C로 보정하였다(15). 당도는 Digital refractometer (PR-101, ATAGO Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

총산도 및 pH

총산도는 0.1 N-NaOH용액으로 중화 적정하여 acetic acid로 환산하였고, pH 측정은 pH meter(Metrohm 691, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

갈색도 및 색도

갈색도와 색도는 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Japan)를 이용하였다. 갈색도는 420 nm에서 흡광도를 측정하였고, 색도는 명도(L), 적색도(a) 황색도(b)값을 측정하여 Hunter color value로 나타내었으며, 이때 대조구는 증류수(L=99.97, a=-0.01, b=0.05)를 사용하였다.

유리당 분석

유리당은 발효액의 알코올 성분을 제거한 다음 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Water 2487, Waters Co., USA)로 분석하였다(21). 이때 분석 column은 carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Waters Co.), mobile phase는 75% acetonitrile(Fisher Co.)을 사용하였고 flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μ L, detector는 RI(M410 RI) detector를 사용하였다.

통계처리

비열처리 및 열처리 알코올 발효는 3회 반복하여 측정된 평균치로 나타내었다.

결과 및 고찰

알코올함량 및 당도

비열 및 열처리에 따른 보리 5종의 알코올발효에서 알코올함량 및 당도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 비열처리구에서 알코올함량은 쌀보리(C), 찰쌀보리(D) 및 흰찰쌀보리(E)가 각각 1.7, 2.9 및 4.3%로 나타났으며 보리(A)와 찰보리(B)는 발효가 되지 않았다. 당도는 보리 및 찰보리가 9.0 °Brix 전후의 높은 당도를 나타내었고 쌀보리, 찰쌀보리, 흰찰쌀보리가 5.0 °Brix 전후의 당도로 나타났다. 열처리구에서 알코올함량은 보리, 찰보리, 쌀보리, 찰쌀보리 및 흰찰쌀보리가 각각 7.6, 8.6, 6.1, 8.5 및 7.6%로 나타나 비열처리구에 비해 높은 알코올생성능을 보였다. 당도는 알코올생성능과 반비례 경향이었으며 열처리 직후 모든 시료의 당도가 18.8-20.2 °Brix 범위로 나타났으므로 알코올발효 종료 후 쌀보리를 제외하고는 당함량이 50%이상 감소되었다. 우리나라 주세법 탁주 규격은 알코올함량은 6-8%(22)로 되어 있어서 본 실험의 비열처리 알코올발효 시료들은 탁주 규격에는 적합하지 않았으나 열처리 알코올발효 시료들은 발효 60시간에서 6%이상의 알코올 함량을 나타내어 탁주 수준의 규격에는 적합하였다. 이상의 결과는 보리의 알코올 함량에 준한 것으로 관능적 특성 등을 고려 할 때 탁·약주 제조에는 적합하지 않는 것으로 생각된다.

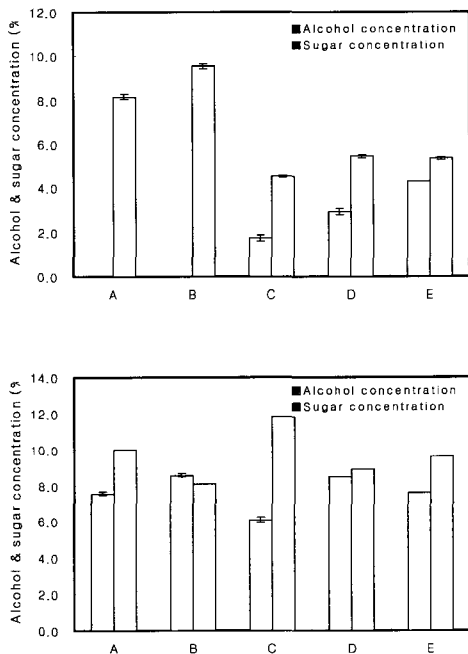


Fig. 1. Comparison of alcohol and sugar concentration on alcohol fermentation treated with non-steam(top) and steam(bottom) following barley cultivars.

A : Barley, B : Waxy barley, C : Naked barley, D : Naked waxy barley, E : Hinchalsalbori. Values are mean ± S.D. (n=3).

총산도 및 pH

알코올 발효 과정에서 이상 발효에 의한 산패정도를 확인할 수 있는 기준으로 총산 및 pH를 측정한다. 비열 및 열처리에 따른 보리 5종의 알코올발효에서 총산도 및 pH를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 비열처리구에서 총산도는 흰찰쌀보리가 0.51%로 나타났으며 나머지 시료들은 0.80% 이상의 수치를 보여 산패의 가능성을 보였고, pH는 3.7-3.9 범위로 나타났다. 열처리구에서 총산도는 모든 시료들이 0.3%전후로 나타났으며, pH는 4.0 전후의 수치를 보였다. Shin 등(23)의 생전분 분해효소를 이용한 현미 알코올발효 중 성분변화에서는 발효 60시간에서 총산도가 0.20%로 나타나 시료에 따라 다소 차이가 있는 것으로 생각된다. 또한 보리에 함유된 높은 질소화합물로 인하여 주류의 보존성에 문제가 있을 것으로 생각된다

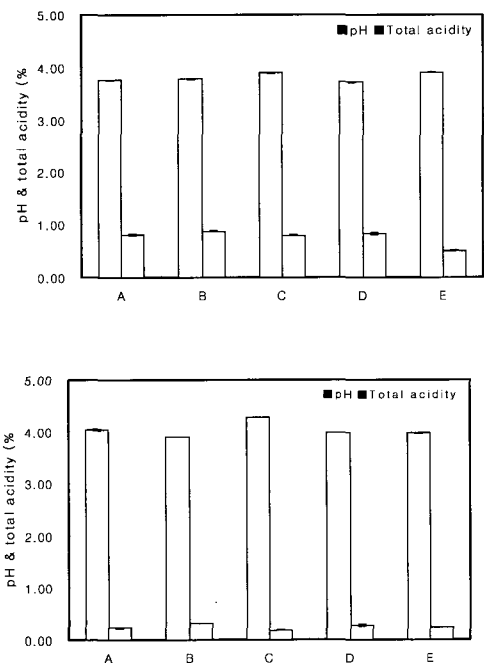


Fig. 2. Comparison of pH and total acidity on alcohol fermentation treated with non-steam(top) and steam(bottom) following barley cultivars.

Refer to Fig. 1. Values are mean ± S.D. (n=3).

갈색도 및 색도

비열 및 열처리에 따른 보리 5종의 알코올발효에서 갈색도 및 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 갈색도는 비열처리구의 모든 시료들이 0.2 정도를 나타내었고 열처리구는 0.1이하의 수치를 보여 비열처리구의 시료들이 갈색도가 더 높게 나타났다. 비열처리구의 색도에서 L값은 92.0 전후로 높게 나타났고 a값은 보리와 찰쌀보리가 각각 1.6과 1.0이었고 나머지 시료들은 0.0 전후의 수치를 보였다. b값은 찰쌀보리가 15.0이었고, 보리와 찰보리가 10.0 이상, 쌀

보리와 흰찰쌀보리가 10.0 이하로 나타나 보리와 찰쌀보리는 열은 붉은색을 띠었고 나머지 시료들은 열은 황색으로 나타났다. 열처리구의 색도에서 L값은 96.0 이상으로 매우 높게 나타났으며 a값과 b값은 각각 -1.0 전후와 5.0 이상의 수치를 보여 열처리구의 시료 모두 투명한 열은 황색을 띠는 것으로 나타났다. Mullick 등(24)의 보리 안토시아닌 색소조성을 살펴보면 청색 또는 보라색 품종에서 cyanidin과 delphinidin에 glycoside가 과피 및 호분층에 포함되어 있으며, Ryu(25)의 재배식물에 함유된 천연색소 연구에서 보리에는 cyanidin, delphinidin, pelargonidin 등 여러 개의 안토시아닌이 있음을 보고하였다. 따라서 보리의 여러 안토시아닌 색소들이 알코올발효 과정 중 추출되어져 나오는 정도에 따라 발효물의 색도에 차이를 보이는 것으로 생각된다.

Table 1. Comparison of brown color and Hunter's color on alcohol fermentation treated with non-steam and steam following barley cultivars

Physicochemical properties	Non-steam treatment				
	A ¹⁾	B	C	D	E
Brown color	0.232±0.001 ²⁾	0.197±0.007	0.192±0.004	0.245±0.002	0.160±0.008
Hunter's color					
L	90.17±0.37	92.05±1.29	92.11±0.06	90.26±0.19	93.99±0.49
a	1.65±0.13	-0.03±0.08	-0.04±0.04	1.03±0.01	0.02±0.02
b	10.91±0.04	10.15±0.69	9.12±0.37	15.00±1.27	7.98±0.16

Physicochemical properties	Steam treatment				
	A ¹⁾	B	C	D	E
Brown color	0.091±0.000 ²⁾	0.099±0.001	0.084±0.001	0.089±0.001	0.092±0.001
Hunter's color					
L	96.44±0.05	96.50±0.10	97.29±0.18	97.08±0.01	96.9±0.13
a	-0.85±0.02	-1.00±0.01	-1.05±0.03	-1.03±0.01	-1.01±0.01
b	5.32±0.03	5.63±0.03	5.03±0.04	5.53±0.01	5.34±0.09

¹⁾Refer to Fig. 1.

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

유리당 함량

비열 및 열처리에 따른 보리 5종의 알코올발효에서 유리당을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 모든 시료에서 glucose가 다량 검출되었으며, fructose, sucrose, maltose 및 maltotriose 등이 검출되었다. Park 등(12)의 밀가루 누룩으로 담금한 탁주 술덧의 유리당 분석에서도 fructose, glucose, sucrose, maltose 및 maltotriose 등 5종이 검출되었으며, 특히 maltotriose가 70-559 mg%의 함량을 보여 조금 높은 함량을 나타내었다. 비열처리구에서 보리와 찰보리가 알코올을 생성하지 않았으므로 유리당 총 함량은 4,000.0 mg%전후로 높게 나타났고 쌀보리, 찰쌀보리 및 흰찰쌀보리는 300.0 mg%전후의 함량으로 나타났다. 열처리구에서는 당도가 높을수록 유리당 총 함량이 높게 나타나 쌀보리, 보리, 흰찰

쌀보리, 찰쌀보리 및 찰보리가 각각 6,440.0, 4,359.0, 3,307.1, 2,343.8 및 1,422.1 mg%의 함량을 나타내었으며 열처리구가 비열처리구에 비해 전반적으로 당 함량이 매우 높았다. 이는 열처리구간의 시료들이 액화 및 당화 공정을 거치면서 다량의 환원당을 생성하였기 때문에 알코올 발효 과정에서 필요한 환원당이 충분히 소모되었다 하더라도 여전히 많은 양의 당들이 존재하는 것으로 판단된다. 또한 알코올 발효에서 알코올 수율 향상을 위해서는 열처리를 이용한 알코올 발효공정이 우수하지만 증자과정에서의 에너지 절감과 다양한 용도로 활용하기 위한 비열처리 공정에 관하여는 많은 보완 연구가 요구되었다.

Table 2. Comparison of free sugar content on alcohol fermentation treated with non-steam and steam following barley cultivars

Free sugar (mg%)	Non-steam treatment				
	A ¹⁾	B	C	D	E
Fructose	150.86±7.31 ²⁾	106.42±2.24	-	-	-
Glucose	3260.08±2.73	4228.35±14.62	54.03±1.98	127.48±6.54	62.09±3.34
Sucrose	107.13±2.67	97.73±5.38	46.14±0.44	42.27±1.94	42.50±2.48
Maltose	107.52±4.18	119.00±18.21	74.79±2.93	69.74±4.34	67.80±1.77
Maltotriose	129.14±4.25	131.87±4.27	104.27±0.64	97.49±3.47	105.88±1.22

Free sugar (mg%)	Steam treatment				
	A ¹⁾	B	C	D	E
Fructose	304.82±2.20 ²⁾	182.08±0.05	199.71±0.42	225.54±0.23	223.56±0.04
Glucose	3557.31±4.22	785.47±1.06	5742.82±4.73	1661.99±1.20	2630.26±6.47
Sucrose	113.73±0.19	98.22±0.33	99.18±0.50	96.63±0.12	97.57±0.76
Maltose	204.92±1.31	170.86±0.27	192.14±0.63	170.33±0.21	171.23±0.17
Maltotriose	178.25±0.50	185.43±0.20	206.12±0.26	189.29±1.49	184.47±0.43

¹⁾Refer to Fig. 1.

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

요 약

본 연구에서는 비열 및 열처리에 따른 5종류의 보리 품종별 알코올발효 특성을 조사하였다. 비열처리구에서 알코올 함량은 쌀보리, 찰쌀보리 및 흰찰쌀보리가 각각 1.7, 2.9 및 4.3%로 나타났으며 보리와 찰보리는 발효가 되지 않았다. 열처리구에서 비열처리구에 비해 전반적으로 높은 알코올생성능을 보였다. 당도는 비열처리구의 보리 및 찰보리가 9.0 °Brix 전후의 높은 당도를 나타내었고 쌀보리, 찰쌀보리, 흰찰쌀보리가 5.0 °Brix 전후의 당도로 나타났다. 열처리구의 당도는 알코올생성능과 반비례 경향이었으며 알코올발효 종료 후 쌀보리를 제외하고는 당함량이 50%이상 감소되었다. 비열처리구에서 산도는 흰찰쌀보리가 0.51%로 나타났으며 나머지 시료들은 0.80%이상의 수치를 보여

산패의 가능성을 보였고, 열처리구에서는 모든 시료들이 0.3%이하의 수치로 나타났다. 유리당은 비열처리구의 보리와 찰보리가 알코올을 생성하지 않았으므로 유리당 총 함량은 4,000.0 mg%전후로 높게 나타났고 쌀보리, 찰쌀보리 및 흰찰쌀보리는 300.0 mg%전후의 함량으로 나타났다. 열처리구에서는 당도가 높을수록 유리당 총 함량이 높게 나타났으며 이상의 결과 보리는 열처리에 비해 비열처리 알코올 발효에는 적합하지 않았다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 농림기술관리센터(ARPC) 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다(과제 번호:306002-05-1-WT011).

참고문헌

- Lee, Y.T. and Jung, J.Y. (2003) Quality characteristics of barley β -glucan enriched noodles. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 405-409
- Kim, S.R., Seog, H.M., Choi, H.D. and Park, Y.K. (2002) Cholesterol-lowering effects in rat liver fed barley and β -glucan-enriched barley fraction with cholesterol. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 319-324
- Seog, H.M., Seo, M.S., Kim, H.M., Ahn, M.S. and Lee, Y.T. (2002) Antioxidative activity of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 889-892
- Ju, W.T, Min, G.S. and Park, N.D. (2003) Characteristics of the pigments extracted from grains of colored barley. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 46, 338-343
- Kwon, T.W., Ahn, B.Y., Choi, W.S. and Cheigh, H.S. (1986) Enzymatic milling process for barley flour preparation. Korean J. Food Sci. Technol., 18, 197-203
- Jung, E.Y., Yum, C.A., Kim, S.K. and Jang, M.S. (1987) The chemical composition of pearled, cutted and pressed barleys. Korean J. Food Sci. Technol., 19, 290-293
- Chang, H.G. and Park, G.G. (1993) Changes in physicochemical characteristics of barley during kernal maturation. Korean J. Food Sci. Technol., 25, 602-607
- Kim, H.J., Park, S.H. and Park, C.H. (1985) Studies on the production of vinegar from barley. Korean J. Food Sci. Technol., 17, 350-354
- Suh, C.S. and Chun, J.K. (1981) Relationships among the roasting conditions, colors and extractable solid content of roasted barley. Korean J. Food Sci. Technol., 13, 334-339
- Rhee, S.K. and Kim, K.C. (1988) Lactic acid fermentation of barley malt syrup by *Lactocacillus acidophilus*. J. Korean Agric. Chem. Soc., 31, 255-260
- Lee, H.C., Koo, Y.J. and Shin, D.H. (1988) Mixed culture fermentation of steamed barley by a tri-culture system. Korean J. Food and Nutr., 1, 56-63
- Park, C.S. and Lee, T.S. (2002) Quality characteristics of *takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 296-302
- O, P.S., Cha, D.J. and Sub, H.W. (1986) Alcohol fermentation of naked barley without cooking. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 14, 415-420
- Ryu, B.H., Kim, W.S., Kim, S.D., Choi, M.H., Nam, K.D. and Ha, M.S. (1986) Large scale of ethanol fermentation from sweet potato cooked at low and high temperature. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 14, 233-237
- Jeong, Y.J., Shin, J.S., Jo, H.S., Lee, O.S. and Kim, K.E. (2002) Monitoring of alcohol fermentation condition of corn using raw starch enzyme. Korean J. Food Preserv., 9, 179-183
- Jeong, Y.J., Seo, J.H., Lee, J.B., Jang, S.M., Shin, S.R. and Kim, K.S. (2000) Changes in the components during alcohol fermentation of potatoes using pilot system. Korean J. Food Preserv., 7, 233-239
- Jeong, Y.J., Baek, C.H., Woo, K.J., Woo, S.M., Lee, O.S. and Ha, Y.D. (2002) Alcohol fermentation characteristics of tapioca using raw starch enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 405-410
- Jeong, Y.J., Kim, K.E., Shin, J.S., Jo, H.S. and Lee, O.S. (2002) Monitoring of alcohol fermentation condition of corn using raw starch enzyme. Korean J. Food Preserv., 9, 179-183
- Kim, J.M., Kim, D.H., Baek, S.H. and Choi, I.S. (1995) Comparison of alcohol fermentation from husked rice and barley cooked by hot air puffing and steaming. Agric. Chem. Biotechnol., 38, 297-301
- Shin, J.S. and Jeong, Y.J. (2003) Changes in the components of acetic acid fermentation of brown rice using raw starch digesting enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 381-387
- Woo, S.M., Kim, O.M., Choi, I.W., Kim, Y.S., Choi, H.D. and Jeong, Y.J. (2007) Condition of acetic acid fermentation and effect of oligosaccharide addition on kiwi vinegar. Korean J. Food Preserv., 14, 100-104

22. Kim, C.J., Kim, K.C., Kim, D.Y., Oh, M.J., Lee, S.K., Lee, S.O., Chung, S.T. and Chung, J.H. (1990) Fermentation technology, Sunjinmunwhasa, Seoul, p.79-103
23. Shin, J.S., Lee, O.S., Kim, K.E. and Jeong, Y.J. (2003) Monitoring of alcohol fermentation condition of brown rice using raw starch digesting enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 375-380
24. Mullick, D.B., Faris, D.G., Brink, D.G. and Acheson, R. (1958) Anthocyanins and anthocyanidins of the barley pericarp and aleurone tissues. Can. J. Plant Sci., 38, 445-450
25. Ryu, S.N. (2000) Recent process and future of research on anthocyanin in crops. Korean J. Intl. Agri., 12, 41-53

(접수 2007년 1월 11일, 채택 2007년 3월 23일)