

찰쌀의 종류와 전처리를 달리한 약주의 특성 및 휘발성 향기 성분

권영희 · 조성진 · 김재호 · 안병학*

한국식품연구원 우리술연구센터

Fermentation Characteristics and Volatile Compounds in *Yakju* Made with Various brewing Conditions; Glutinous Rice and Pre-treatment. Kwon, Young-Hee, Sung-Jin Jo, Jae-Ho Kim, and Byung-Hak Ahn*. *Alcoholic Beverage Research Center Korea, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea* – *Yakju*, a Korean traditional alcoholic beverage, is made from glutinous-rice flour or rice starch with *nuruk*. In this study, we investigated that fermentation characteristics in *yakju* was made with glutinous rice and pre-treatment. The yeast and *nuruk* were used Y90-9 and SP1800 (a kind of improved *nuruk*), respectively. pH and brix degree of *yakju*, brewed with glutinous rice flour by heating, were higher than the others during fermentation process. Total acid contents were 0.2~0.3 and the highest alcohol degree (15.75%(v/v)) was fermented glutinous rice flour by heating. Reducing sugar contents were 3.5-3.9 mg/mL. *Yakju*, which brewed with glutinous rice flour, of amino acid degree, UV absorbance and color degree was higher than *yakju* which brewed with glutinous rice starch. Succinic acid was the highest organic acid among 6 organic acids and free sugar contents described as glucose > maltose > fructose. Twenty one components were identified including 3 alcohols, 17 esters and one aldehyde. Of these, ethyl palmitate, which was described as mild flavor, was the highest %area except ethyl alcohol. Overall, the fermentation performed using glutinous rice flour by heating and improved-*nuruk* showed the best results for *yakju* production.

Key words: Glutinous rice flour, glutinous rice starch, *yakju*, *nuruk*, fermentation

서 론

술이란 탄수화물이 미생물의 분해 작용을 받아 알코올을 비롯한 대사산물이 생성된 일종의 발효음료이다. 이중 약주는 찰쌀이나 멥쌀을 원료로 하고 발효제로서 누룩을 첨가하여 병행 복합발효로 제조하는 우리나라 고유의 전통주이다[23]. 이 때 발효원료로서는 전분질을 주성분으로 하는 곡류, 서류와 당분을 주성분으로 하는 과일류 등이 이용된다. 전분질은 미생물이나 맥아(麥芽)에 의하여 생성되는 당화효소에 의하여 발효성 당으로 전환되고[31] 당분은 효모에 의하여 혐기적 상태에서 알코올과 탄산가스로 분해된다. 결국 알코올 생성에는 당화(糖化)작용과 알코올 발효과정의 필요한 것인데 전분질 원료를 사용하는 우리나라의 약주를 만들기 위해서는 두 과정이 모두 필요하다. 술을 만들려면 곡류 등의 전분질을 발효성 당으로 전환되어야 하는데 여기에 필요한 것이 효소로 이는 완성된 주류의 품질에 일차적인 영향을 미치는 요인이 된다[8]. 이러한 효소 중 곡자는 원료곡물의 부착 미생물을 이용한 것이고, 일본 청주에 이용되는 *koji*는 증자한 원료곡물에 미생물을 인공 접종한 것으로 양조에서 술

덧의 pH를 산성으로 유지시켜 안전 발효를 가능케 하고 양조 시간의 단축과 알코올 수율을 높이는 데 이용되고 있다[21].

찰쌀의 약 80%를 구성하는 전분은 아밀로펙틴으로 되어 있어 아밀로오스와 아밀로펙틴을 모두 함유한 멥쌀전분과는 다른 특성을 나타낸다[26]. 생전분은 물 분자나 효소와의 친화력이 약하여 당화가 어려운데 비하여 호화전분은 규칙적인 분자 배열이 없어 효소 작용이 쉽고 당화가 잘 이루어진다[19]. 이러한 생전분의 단점에도 불구하고 고려 시대 이후부터 애용되어 온 백하주는 그 원료를 증자하지 않고 뜨거운 물을 사용하는 것이 특징으로 현재 사용되고 있는 무증자법의 효시라고 할 수 있다[12].

최근에는 인삼 등의 한약재를 첨가하여 제조한 기능성 약주가 개발되어 그 효능이 보고되고 있으며[4, 5, 10, 11] 전통 약주에 관한 연구로는 재래식 형태의 제조 기술 개발[6], 원료 및 술덧의 이화학적 성분 분석[14], 누룩 및 술덧 중의 미생물과 효소의 분포[16] 등의 연구가 보고되고 있다. 그러나 대부분의 연구가 전분질을 증자하는 확실적인 방법으로 제조되었고 그 전분질 또한 멥쌀이 주를 이루고 있으며 또한 김 등[15], 이 등[20]과 김 등[13]의 연구처럼 곡자와 시판 효모를 사용하여 약주를 제조하는 것이 일반적으로 전분질 형태의 종류, 전처리의 유/무, 선발 효모와 무증자용 누룩을 이용한 약주에 따른 연구는 미미한 상태이다.

본 실험에서는 약주 제조 시 찰쌀의 처리에 의하여 생성

*Corresponding author

Tel: 82-31-780-9102, Fax: 82-31-709-9876

E-mail: bhahn@kfri.re.kr

된 찹쌀 가루와 찹쌀 전분 그리고 시판되는 증자용 개량누룩과 무증자용 개량누룩을 이용하여 약주를 제조 후 원료에 따른 발효 차이 특성과 향기성분을 관찰하는데 연구의 목적이 있다.

재료 및 방법

재료

전분질 원료로 찹쌀가루(GLUTINOUS RICE FLOUR, THAILAND)와 찹쌀전분(GLUTINOUS RICE STARCH, THAILAND)을 사용하였으며 각각을 100°C에서 30분간 호화한 것과 그렇지 않은 것으로 나누어 사용하였다. 누룩으로부터 분리한 효모 중 Y90-9 균주를 선발하여 사용하였다. 발효제로 H 곡자회사에서 제조한 증자용 개량누룩(SPI1800)과 무증자용 개량누룩(SPI1800)을 물에 침출하여 사용하였으며, 엿기름 당화액은 엿기름과 5배 양의 증류수를 혼합하여 60°C에서 한 시간 동안 당화한 후 착즙하여 그 액을 사용하였다.

약주 제조

약주의 제조 공정은 Fig. 1에서 표시한 바와 같다. 전체 양의 2%가 되도록 주모(찹쌀 전분과 찹쌀가루, 효모 0.01%, 개량누룩 9.0%, 물)를 제조하여 20°C에서 하루 동안 발효하였다. 밀술(찹쌀 전분과 찹쌀가루, 개량누룩 9.0%, 물)을 제조하여 주모와 혼합한 후 15°C에서 4일 동안 발효하였으며 덧술(찹쌀 전분과 찹쌀가루, 개량누룩 9.0%, 엿기름 당화액 2.9%)과 혼합하여 15°C에서 21일 동안 발효 과정을 거쳤다. 찹쌀 전분과 찹쌀 가루의 각 단계별 첨가량은 전체양의 0.74, 5.00, 29.00%였다. 발효 용기는 유리병이었고 급수량은 160%였으며 발효가 끝난 약주는 여과를 통하여 분석에 사용하였다.

일반 성분 분석

찹쌀전분 - 일반성분은 A.O.A.C 방법[2]에 준하였으며 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였다.

약주 - 알코올 함량은 DB-ALC2 column(30 m length 0.53 mm I.d 2 μm film thickness: J & W Scientific, Folsom, CA, USA)이 장착된 GC(Hewlett Packard 6890N, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 oven 70°C, injector 200°C 그리고 detector 250°C에서 정량 분석하였다. pH와 고형분 함량은 각각 pH meter(HORIBA D-51, Kyoto, Japan)와 당도계(ATAGO Pocket PAL-1, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 총산은 시료 10 mL에 bromothymol blue와 neutral red의 혼합지시약 가하여 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 그 소비량을 succinic acid로 환산하여 나타내었고, 이 후 phenolphthalein 지시약과 중성 formalin용액 5 mL을 가하여 유리된 아미노산은 0.1N NaOH 용액으로 담홍색을 나타낼

때까지 적정한 mL 수를 glycine으로 나타내었다[27]. 환원당 함량은 Dinitrosalicylic acid(DNS) 방법을 이용하여 UV/VIS Spectrophotometer(HP 8453: Hewlett-Packard Co., USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도 측정하여 정량하였다[10]. 자외부 흡수와 착색도는 시료를 10~20배 희석하여 UV/VIS spectrophotometer(HP 8453: Hewlett-Packard Co., USA)를 이용하여 각각 280 nm와 430 nm에서 흡광도를 측정하였다[25].

유기산 · 유리당 분석

유기산과 유리당은 시료를 0.45 μm membrane filter (Whatman, Maidstone, England)로 여과하여 HPLC(Jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석용 column으로는 각각 Aminex HPX-87H(300 mm × 7.8 mm: Bio-Rad Laboratories, CA, USA)와 Aminex HPX-87C(300 mm × 7.8 mm: Bio-Rad Laboratories, CA, USA)를 사용하였으며 Jasco UV-975 UV/VIS detector(Jasco, Tokyo, Japan)와 Jasco RI-930 detector(Jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다[3].

휘발성 향기성분 분석

휘발성 향기성분은 시료 20 mL을 50 mL 유리 vial에 담아 알루미늄 캡을 이용하여 capping 후 SPME(solid phase microextraction) 방법을 이용하여 분석하였다. 시료를 60°C에서 20분간 평형시킨 후 100 μm polydimethylsiloxane이 코팅된 fiber를 이용하여 40분간 향을 포집하여 Stabilwax®-DA column(30 m length × 0.25 mm I.d × 0.25 μm film thickness: Restek Corp., Bellefonte, PA, USA)이 장착된 Hewlett-Packard 7890A GC/HP-5973N mass selective detector(MSD)(Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 사용된 GC의 oven 온도는 50°C에서 5분간 유지 후 200°C까지 3°C/min의 속도로 상승시켰으며 injector 온도는 250°C, carrier gas로 helium을 사용하였다. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250°C, ion source temperature 230°C, EI ionization voltage 70eV, mass range 45-550 a.m.u, 그리고 scan rate 2.2 scan/sec였고 휘발성 화합물 동정은 retention indices(RI), mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

결과 및 고찰

찹쌀가루와 찹쌀전분의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 찹쌀가루와 찹쌀전분의 수분함량은 각각 10.40, 9.29%였고 조단백질 함량은 찹쌀가루가 6.55%, 찹쌀전분이 0.31%로 약 20배 가량의 차이를 나타내었다. 각 시료에 따른 조지방 함량 또한 찹쌀가루가 0.38%, 찹쌀전분이 0.02%로 조단백질 함량과 마찬가지로 약 20배 가량의 차이를 보

Table 1. Proximate analysis of glutinous rice flour and glutinous rice starch (%).

Raw materials	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Glutinous rice flour	10.40	6.55	0.38	0.13
Glutinous rice starch	9.29	0.31	0.02	0.16

었다. 조회분 함량은 찹쌀가루와 찹쌀전분 모두 0.13~0.16% 였다.

찹쌀 전분으로 제조한 약주의 발효 과정 중 pH와 고형분 함량은 전분질 원료의 종류와 전처리유무에 관계없이 유사한 경향을 보였다. 담금 직후의 pH는 찹쌀가루를 이용한 약 주가 높게 나타났고 이는 발효 종료 시까지 같은 경향을 보 였다. 전처리로 호화를 거친 경우가 그렇지 않은 경우보다 높았으며 발효 11일에 가장 높은 값을 나타내었다(Fig. 2). 발효 초기 높은 값을 나타낸 호화를 시킨 찹쌀전분 약주의 고형분 함량은 발효일이 경과됨에 따라 낮아지는 경향을 나 타낸 반면 무처리한 찹쌀전분 약주의 고형분 함량은 차츰 증 가하였으며 찹쌀가루를 이용한 약주도 이와 유사한 경향을 나타내었다(Fig. 3). 발효 과정 중의 산도 변화는 Fig. 4에

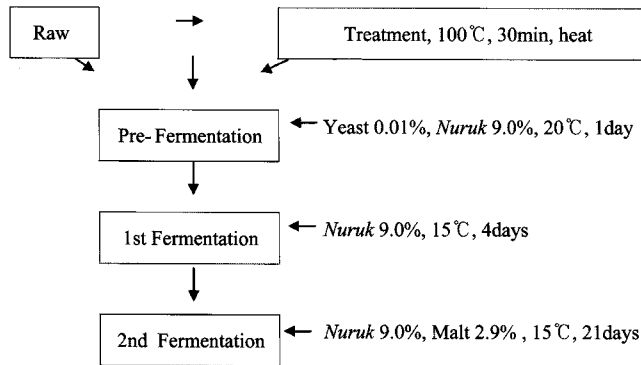


Fig. 1. Procedure for manufacturing of yakju.

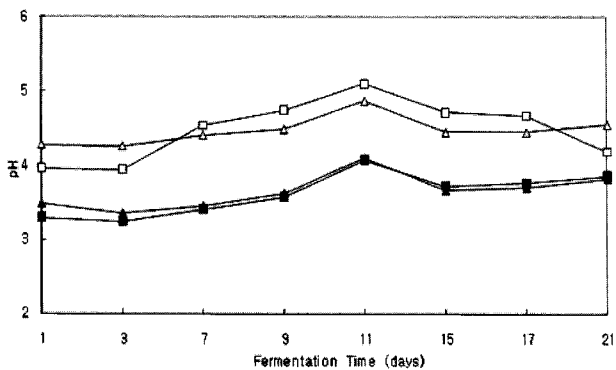


Fig. 2. Changes in pH of yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and treatment during fermentation time (days). Δ , GFT (Glutinous rice flour, treatment); \square , GFR (Glutinous rice flour, raw); \blacktriangle , GST (Glutinous rice starch, treatment); \blacksquare , GSR (Glutinous rice starch, raw).

나타내었다. 무처리한 찹쌀가루의 초기 산도는 0.5 이상으로 실험구 중 가장 높았으며 발효 종료 후의 산도는 네개의 실험구 모두 0.2~0.3 사이의 값을 보였다.

발효 종료 후의 분석결과는 Table 2에 나타내었다. 알코올 함량은 찹쌀가루를 사용한 약주가 찹쌀전분을 사용한 약주보다 높게 나타났으며 그 중 전처리로 호화를 거친 찹쌀가루를 이용한 약주가 15.7% (v/v)로 가장 높은 함량을 보였다. 이는 원료의 일반성분 분석 결과 찹쌀전분에 비하여 단백질 함량이 많이 검출된 찹쌀가루가 효모의 생육에 더 용이하여 이로 인해 활발한 발효가 일어난 결과라고 볼 수 있다. pH는 찹쌀가루를 이용한 발효주가 4.00 이상의 값을 나타내었는데, 이는 찹쌀전분에 비하여 단백질, 지질 등의 성분이 함유된 찹쌀가루가 발효됨에 따라 생성된 유기산과 알코올이 상호 반응하여 ester 같은 flavor 형성에 이용되어[7, 11, 27] 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다. 고형분 함량은 무처리한 찹쌀가루를 이용한 약주가 16.1°Brix로 가장 높았

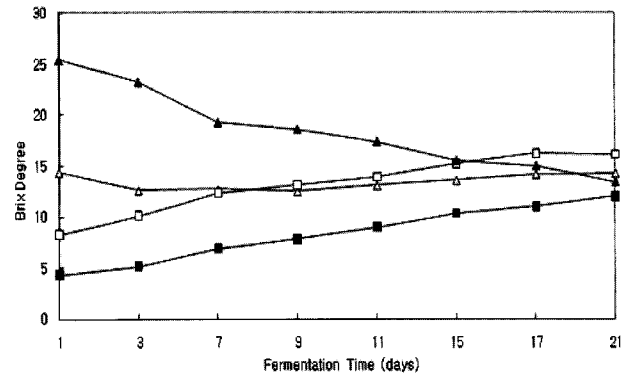


Fig. 3. Changes in brix degree yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and treatment during fermentation time (days). Δ , GFT (Glutinous rice flour, treatment); \square , GFR (Glutinous rice flour, raw); \blacktriangle , GST (Glutinous rice starch, treatment); \blacksquare , GSR (Glutinous rice starch, raw).

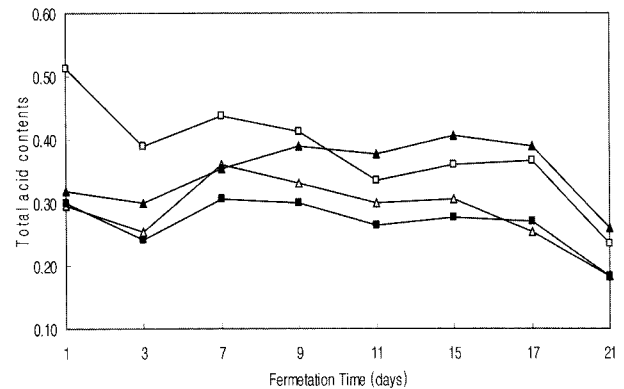


Fig. 4. Changes in total acid contents of yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and treatment during fermentation time (days). Δ , GFT (Glutinous rice flour, treatment); \square , GFR (Glutinous rice flour, raw); \blacktriangle , GST (Glutinous rice starch, treatment); \blacksquare , GSR (Glutinous rice starch, raw).

고 그 반대로 무처리한 찹쌀 전분을 이용한 약주가 12.0°Brix로 가장 낮게 나타났으며 산도는 호화를 거친 찹쌀전분을 이용한 약주에서 0.26%로 가장 높게 나타났다. 단백질의 peptide 분해로 생성되는 아미노산을 나타내는 아미노산도는 찹쌀가루를 사용한 약주가 찹쌀전분을 사용한 약주보다 약 2배 가량 높게 나타났다. 이는 알코올 함량과 마찬가지로 찹쌀가루의 단백질 함량이 찹쌀전분에 비하여 높은 것에서 기인한 것으로 사료된다. 또한 증자하지 않은 원료를 이용한 약주의 아미노산도가 그렇지 않은 약주에 비하여 약 2배 이상의 값을 나타낸 것은 김 등[17]의 실험결과와 같은 경향을 보였다. 그 중 tyrosine, phenylalanine 등의 방향족 아미노산의 지표인 자외부 흡수 또한 찹쌀 가루를 사용한 약주에서 높게 나타났다. 약주의 색을 나타내는 착색도는 누룩 자체의 색이 발효 중 용출되어 약주의 색에 기여한 것으로 생각되며 전처리의 유·무에 따른 차이는 미미하였다. 알코올 발효의 기질로 이용되고 감미도에 영향을 주는 중요한 성분이며[29], 산미, 감칠맛 등과 조화되어 탁주의 독특한 맛에 기여하는[22] 환원당 함량은 전분질의 종류에 관계없이 3.50~3.90mg/mL의 수준으로 유사한 함량을 나타내었는데 환원력이 없는 찹쌀전분이 발효 중 glucose로 분해되어 환원력을 가지므로써 찹쌀가루와 찹쌀전분에 따른 환원당 함량의 차이가 미미하게 나타난 것으로 생각된다.

유리당 함량과 유기산 함량은 Table 3에 나타내었다. 유

기산과 유리당 모두 찹쌀가루를 사용한 약주에서 높게 나타났으며 유기산 중 와인과 맥주의 common taste로 짠맛, 쓴맛, 신맛의 복합체인 succinic acid의 함량이 가장 높게 나타났는데 이는 소 등[32]이 개량누룩 술덧의 주요 유기산으로 succinic acid를 보고한 점과 일치한다. 그 다음으로 acetic acid가 높게 나타났으며 두 종의 유기산 모두 찹쌀전분 보다 찹쌀가루를 이용한 약주에서 높게 나타났다. 찹쌀가루로 만든 약주의 경우 전처리에 관계없이 lactic acid는 검출되지 않았으며 pyroglutamic acid는 모든 술에서 미량으로 검출되었다. 유리당의 조성은 glucose > maltose > fructose 순으로 나타났는데 이는 glucose > fructose > maltose 순으로 나타난 김 등[18]의 연구와는 다른 결과를 보였다. Maltose 함량은 호화를 거친 경우가 그렇지 않은 경우에 비하여 높은 함량을 나타내었는데 찹쌀가루를 사용한 약주의 경우 전처리 유·무에 따른 차이는 적었으나 찹쌀전분을 사용한 약주는 발효제의 종류와 전처리 유·무에 따라 5 mg/mL 이상의 차이가 나타났다. Fructose의 함량은 전분질 원료와 전처리에 관계없이 0.40 mg/mL 이하로 검출되었고 찹쌀전분을 호화하여 담금 한 약주에서는 검출되지 않았으며 찹쌀 전분을 사용한 약주에서 glucose의 함량이 높게 나타나 개량누룩에 의한 찹쌀전분의 분해가 가장 활발하였음을 알 수 있었다.

GC/MS에 의하여 검출된 휘발성 향기 성분 동정 결과는 Table 4에 나타내었다. 검출된 21개의 휘발성 향기 성분 중

Table 2. Chemical contents of yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and treatment.

Yakju	Alcohol (% ¹)	pH	°Brix	Total acid	Amino acid	Coloring degree	UV absorbance	Reducing sugar ²
GFT ³	15.7	4.55	14.3	0.18	0.6	0.18	0.33	3.89
GFR ⁴	13.4	4.19	16.1	0.24	1.0	0.23	0.26	3.61
GST ⁵	12.2	3.83	13.4	0.26	0.3	0.11	0.22	3.73
GSR ⁶	13.0	3.86	12.0	0.18	0.5	0.12	0.06	3.72

¹v/v

²mg/mL

³Glutinous rice flour, treatment

⁴Glutinous rice flour, raw

⁵Glutinous rice starch, treatment

⁶Glutinous rice starch, raw.

Table 3. Organic acid and free sugar contents of yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and treatment. (mg/mL)

Yakju	Organic acid						Free sugar		
	Citric acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Succinic acid	Pyroglutamic acid	maltose	glucose	fructose
GFT ¹	0.20	0.16	-	2.46	18.24	0.02	3.16	13.53	0.33
GFR ²	0.18	0.09	-	4.58	23.05	0.10	2.07	20.23	0.39
GST ³	0.16	0.43	0.12	1.83	2.37	0.02	7.70	29.48	-
GSR ⁴	0.24	0.15	0.24	0.62	1.91	0.02	0.46	32.20	0.10

¹GFT (Glutinous rice flour, treatment)

²GFR (Glutinous rice flour, raw)

³GST (Glutinous rice starch, treatment)

⁴GSR (Glutinous rice starch, raw).

Table 4. Volatile compounds of *yakju* made with various brewing conditions; glutinous rice and treatment. (unit : peak area %)

No	Compound	RI ¹	GFT ²	GFR ³	GST ⁴	GSR ⁵
1	Ethyl acetate	<1000 ⁶	0.53	0.55	ND	0.48
2	Ethanol	<1000	43.46	39.76	23.76	48.57
3	Isoamyl alcohol	1207	2.64	4.24	2.07	5.22
4	Ethyl caproate	1224	2.28	1.60	0.40	0.91
5	Ethyl enanthate	1325	0.24	0.19	ND	ND
6	Ethyl caprylate	1427	4.20	2.92	27.85	5.61
7	Benzaldehyde	1520	0.55	1.24	0.29	0.25
8	Ethyl pelargonate	1527	0.43	0.31	0.19	0.17
9	Ethyl caprate	1629	5.73	4.52	7.64	8.48
10	Isoamyl caprylate	1649	0.10	0.13	0.13	0.18
11	Diethyl succinate	1670	0.66	0.26	1.11	0.57
12	Ethyl laurate	1834	2.98	2.11	6.17	2.91
13	Isoamyl decanoate	1851	0.08	0.10	0.35	0.15
14	Benzeneethanol	1902	0.79	1.54	0.45	1.11
15	Ethyl myristate	2040	4.57	4.37	3.68	2.20
16	Ethyl pentadecanoate	2142	0.16	0.31	0.17	0.16
17	Ethyl palmitate	2249	18.44	25.66	15.51	17.21
18	Ethyl 9-hexadecanoate	2272	0.70	0.74	2.35	1.54
19	Ethyl stearate	2448	0.83	1.21	0.68	0.63
20	Ethyl oleate	2470	5.18	4.02	2.39	1.42
21	Ethyl linolate	>2500	5.44	4.24	4.81	2.22
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

¹Retention indices determined using C₁₀-C₂₅ as external reference.

²GFT (Glutinous rice flour, treatment).

³GFR (Glutinous rice flour, raw).

⁴GST (Glutinous rice starch, treatment).

⁵GSR (Glutinous rice starch, raw).

⁶Average of relative percentage of total peak area.

alcohol은 3종, ester는 17종, 그리고 aldehyde는 1종이 동정되었다. 동정된 alcohol중 고급알코올로써 탁주[24], 맥주[33], 청주[9] 등에서 중요한 향기 성분으로 평가되는 isoamyl alcohol은 전분의 종류에 관계없이 전처리하지 않은 실험구에서 높게 나타났으며 또한 장미, 오렌지 꽃과 같은 천연 정유(精油)에서 발견되며[7] 맥주에서는 방향족 알코올 성분중 가장 중요한 향기 성분으로 보고[28]되어 있는 benzeneethanol도 isoamyl alcohol과 마찬가지로 전처리하지 않은 실험구에서 1.00%area 이상의 값을 나타내었다. 동정된 ester중 ethyl caprylate, ethyl caprate, ethyl laurate, ethyl myristate, ethyl palmitate, ethyl stearate, ethyl oleate 그리고 ethyl linoleate는 맥주[33]나 청주[28]에서 향기 성분으로 인식되는 ester로 대부분이 fatty acid ethyl ester(FAEE)의 형태였으며 그 중 부드러운 향을 내는 ethyl palmitate의 %area가 가장 높게 검출되었다.

이상의 실험 결과 전체적으로 낮은 산도와 높은 아미노산의 함량이 약주의 가볍고 산뜻한 맛에 기인한 것으로 사료되며 전처리로 호화를 거친 원료가 발효제에 의한 전분질의 분해가 용이하여 그렇지 못한 경우에 비하여 발효가 활발하

게 진행된 것으로 보인다. 그 중 단백질과 인, 칼륨 등의 무기질 그리고 비타민의 함량이 높은 찹쌀가루를 이용한 약주가 찹쌀전분을 이용한 약주에 비하여 알코올의 수율이 높고 유기산의 함량이 높아 풍부한 신맛과 조화로운 향미를 생성하는 것으로 나타났다.

요 약

한국의 전통 알코올 음료인 약주를 찹쌀가루, 찹쌀 전분 그리고 누룩을 사용하여 제조하였다. 본 연구에서는 찹쌀의 종류와 전처리의 차이에 따른 발효 특성을 조사하였다. 효모는 Y90-9를 사용하였고 발효제로는 시판되는 개량누룩(SPI800)을 사용하였으며 덧술에 엿기름을 첨가하여 저온에서 발효하였다. 발효기간 중 pH와 당도는 찹쌀가루를 이용한 약주가 찹쌀전분을 이용한 경우보다 높았으며 전처리로 호화를 거친 약주가 높게 나타났고 발효초기 0.3 이상이었던 산도는 발효 종료 후 전처리에 관계없이 비슷한 수준을 나타내었으며, 알코올 함량은 전처리로 호화를 거친 찹쌀가루 약주에서 가장 높게 나타났다. 아미노산 함량은 찹쌀가

루를 사용한 경우가 더 높게 나타났고 자외부 흡수와 착색도 또한 찹쌀 가루를 사용한 약주도 같은 결과를 나타내었다. 환원당 함량은 3.5-3.9 mg/mL의 수준이었다. 술에서 맛과 산성도 조정 역할을 하는 유리당의 조성은 glucose > maltose > fructose 순으로 나타났으며 유기산은 검출된 6개 중 succinic acid가 가장 높게 나타났다. 검출된 21개의 휘발성 향기 성분 중 alcohol은 3종, ester는 17종, 그리고 aldehyde는 1종이 동정되었으며 그 중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate가 높게 나타났다. 이상의 결과들로 미루어 호화한 찹쌀가루와 개량누룩을 사용하여 제조한 약주가 알코올의 수율이 높고 풍부한 향미를 갖는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 한국식품연구원의 전통식품 세계화 연구개발사업 연구결과의 일부로서 연구비 지원에 감사 드립니다.

REFERENCES

1. A book with notes National Tax Service Method of Analysis. 1993. pp. 27-30. 4th ed. Japan Sake Brewers Association, Tokyo, Japan.
2. A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th eds., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. USA.
3. Bruce, W. Z., C. F. Kenneth, H. G. Barry, and S. N. Fred. 1995. pp. 370-372, 426-428. Wine analysis and Production, Chapman & Hall, New York, U.S.A.
4. Chang, K. S. and T. J. Yu. 1981. Studies on the components of *sokokju* and commercial *jakju*.. *Kor. J. Food Sci Technol.* **13**: 307-313.
5. Choi, S. H., J. Y. Bock, S. H. Nam, J. S. Bae, and W. Y. Choi. 1998. Effect of tannin substances from Acorn (*Quercus acutissima carruthers*) on the storage quality of rice wine. *Kor. J. Food Sci Technol.* **30**: 1420-1425.
6. Chung, H. K. 1989. Characteristics and present status of Korean traditional alcoholic beverage. *Kor. J. Dietary Cult.* **4**: 311-318.
7. Encyclopedia Chimica Vol. 11. 1964. pp. 110, 811, 847. Kyolis Publishing & Printing Co. Ltd. Tokyo, Japan.
8. Han, E. H., S. T. Lee, B. S. Noh, and D. S. Lee. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**: 555-562.
9. Hara, S. 1967. A view of sake component ; Alcohol. *J. Soc. Brew. Japan.* **62**: 1195-1205.
10. Jang, J. H. 1989. History of Korean traditional rice wine. *Kor. J. Dietary Cult.* **4**: 271-274.
11. Jin, T. Y., E. S. Kim, S. J. Wang, and M. H. Wang. 2007. Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, *Yakju* prepared different amount of red yeast rice. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **39**: 309-314.
12. Jo, J. H. 1999. The recovery of our Traditional liquor. pp. 104. *Seohaemunjib*, Seoul, Korea.
13. Kim, C. A., W. G. Lee, I. S. Lee, and M. H. Wang. 2008. Changes of physicochemical, sensory and antioxidant activity characteristics in rice wine, *yakju* added with different ratios of *Codonopsis lanceolate*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **40**: 201-206.
14. Kim, C. J., K. C. Kim, D. Y. Kim, M. J. Oh, S. K. Lee, S. O. Lee, S. T. Chung, and J. H. Chung. 1990. Fermentation Technology. pp.79-103. *Sunjinmunhasa*, Seoul, Korea.
15. Kim, J. H., J. H. Lee, H. J. Kim, S. Y. Choi, and J. S. Lee, 2003. Effects of barley koji and legumes on the quality and fibrinolytic activity of Korean traditional rice wine. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**: 1066-1070
16. Kim, L. H., W. S. Park, and Y. H. Koo. 1990. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *Nuruk*. *Kor. J. Dietary Cult.* **11**: 339-348.
17. Kim, T. Y., B. H. Ahn, H. C. Choi, and C. G. Lee. 2008. Brewing characteristics of traditional *Yakju* prepared with non-steamed rice. Proc. KSAM Fall Meeting.
18. Kim, T. Y. and I. W. Yoon. 1997. Fermentation characteristic of traditional alcohol beverages brewed with improved-*Nuruk*. *J. East Asian of Dietary Life* **7**: 399-404.
19. Kohlwey, D. E., J. H. Kendall, and R. B. Mohindra. 1995. Using the physical properties of rice as a guide to formulation. *Cereal Foods World.* **40**: 728-732.
20. Lee, D. H., W. J. Park, B. C. Lee, J. C. Lee, D. H. Lee, and J. S. Lee. 2005. Manufacture and physiological Functionality of Korean Traditional Wine by Using *Gugija(Lycii fructus)*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37**: 789-794.
21. Lee, D. Y. 1968. The ecological studies on *Aspergillus kawachii Kitahara*. *Kor. J. Microbiol.* **6**: 113-121.
22. Lee, S. M. and T. S. Lee. 2000. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. *J. Nat. Sci.* **12**: 71-79.
23. Lee, S. R. 1986. Korean Fermentation Foods. pp. 224-294. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea.
24. Lee, T. S. and J. Y. Choi. 1998. Volatile Flavor Components in *Takju* Fermented with Mashed Glutinous Rice and Barley Rice. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**: 638-643.
25. Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**: 426-428.
26. National Tax Service Technical Service Institute. 2005. Manufacturing Guideline of *Takju* and *Yakju*. pp. 31, 53-54, 195-196. Seoul, Korea.
27. NTSTS Institute. 1997. Textbook of alcoholic beverage-making. National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea.
28. Nunoka, T. 1967. A view of sake component ; Ester. *J. Soc. Brew. Japan.* **62**: 854-860.
29. Park, C. S. and T. S. Lee. 2002. Quality characteristic of *Takju* prepared by wheat flour nuruks. *Kor. J. Food Sci.*

- Technol.* **34**: 296-302.
30. Park, I. B., B.S. Park, and S.T. Jung, 2003. Brewing and functional characteristics of *hongkukju* prepared with various *hongkukus*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**: 943-950.
31. Park, J. H., S. M. Bae, C. Yook, and S. J. Kim. 2004. Fermentation characteristics of *Takju*, Prepared with old rice. *Kor. J. Food Sci. Technol* **36**: 609-615.
32. So, M. W., Y. S. Lee, S. H Han, and W. S. Noh. 1999. Analysis of Major Flavor Compounds in *Takju* mash brewed with a Modified *Nuruk*, *Kor. J. FOOD&NUTR.* **12**: 421-426.
33. Yuda, J. 1976. Volatile compounds from beer fermentation. *J. Soc. Brew. Japan.* **71**: 818-830.

(Received Sep. 14, 2009/Accepted Jan. 18, 2010)