

하향주의 랫드에 대한 알코올 대사 특성

정희경 · 박치덕 · 황미현¹ · 박승춘¹ · 김대익 · 홍주현[†]
대구신기술사업단 바이오산업지원센터, ¹경북대학교 수의과대학

Characteristics of Alcohol Metabolism of *Hahyangju* in Rats

Hee-Kyoung Jung, Chi-Duck Park, Mi-Hyun Hwang¹, Seung-Chun Park¹,
Dae-Ik Kim and Joo-Heon Hong[†]

Bio Industry Center, Daegu New Technology Agency, Daegu 704-801, Korea

¹College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

This study was conducted to examine the volatile flavor compounds of *Hahyangju*, a traditional Korean liquor, and to evaluate the effect of the beverage on alcohol metabolism in rats. By GC/MS analysis, 17 volatile flavor compounds including iso-butyl alcohol and iso-amyl alcohol were detected in *Hahyangju*. The concentrations of acetaldehyde and ethylacetate in *Hahyangju* were decreased by filtration. Alcohol (0.035 mg/dL) and acetaldehyde (0.29 mg/dL) levels in the blood of rats given *Hahyangju* (HT animals) were lower than in rats given 17% (v/v) alcohol (AT rats). Also, alcohol dehydrogenase (ADH) and acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) activities in HT rats were 24.63 ± 1.8 μ moles/mg protein and 9.8 ± 1.3 μ moles/mg protein, respectively, and were higher than in AT animals. The increases in ADH and ALDH activity in HT animals resulted in decreases in alcohol and acetaldehyde concentrations in blood, compared to the levels seen in rats given 17% (v/v) alcohol. These results suggest that *Hahyangju* may increase alcohol metabolizing activity, and consumption of *Hahyangju* may result in less of a hangover than follows ingestion of beverages (such as wine) containing about 17% (v/v) alcohol.

Key words : *Hahyangju*, alcohol metabolism, alcohol dehydrogenase, acetaldehyde dehydrogenase

서 론

삼국시대 이전부터 제조되어져온 전통주는 전성기에는 양조기술이 다른 나라에 전해지기도 하였으며, 각 지역별 또는 가문마다 술을 빚어 어느 나라 보다 다양한 술이 존재 하였으나 일제의 민족문화 말살정책으로 자가 양조 금지에 의해 대부분의 전통주는 전승되지 못하고 단절되었다(1). 그러나 최근 국민들의 건강에 대한 관심의 증가와 전통주의 생리 기능성에 관한보고(2)에 따라 전통주의 소비자 선호도는 증가되고 있다(3).

우리나라 전통주 중 대구지역 무형문화재 제11호로 지정된 하향주는 유기주, 음동주, 백일주 등의 이름으로도 불리

고 있으며, 멧과 연꽃 향기가 어우러진 술로 대구광역시 달성군 유가면에서 현재 소규모의 가양주 형태로 기술전수자에 의해 제조되고 있다. 하향주는 우리나라 전통주의 양조방법과 동일하게 찹쌀과 누룩을 이용하여 자연발효를 시켜 제조하며, 밀술을 만들고 덧술을 치는 이양주 방법으로 제조된다. 특히 덧술 시기에 인동초, 약쭈, 들국화와 같은 약초의 열수 추출물이 첨가되는 것이 하향주의 특징이다(4).

약초 추출물을 첨가하여 발효시킨 전통주들은 페놀화합물 함량이 높으며, 항산화능과 같은 생리 기능성을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(5). 또한 발효된 약초 추출물은 민간요법에서도 이용되어 왔으며, 다양한 질병에도 효과가 있는 것으로 알려져 왔다(6). 하향주의 생리적 기능성을 조사한 결과, 하향주는 항산화능, 혈전용해능 및 angiotensin converting enzyme(ACE) 저해활성과 같은 기능성을 가지고 있음을 확인하였다(4).

[†]Corresponding author. E-mail : betabio@empal.com,
Phone : 82-53-602-1823, Fax : 82-53-602-1898

본 연구에서는 하향주의 알코올 해독과 관련한 기능적 특성을 조사하고자 휘발성 향기성분 및 퓨젤오일을 분석하였고 경구 투여한 랫드에서 혈중 알코올 농도와 간에서의 alcohol dehydrogenase (ADH) 및 acetaldehyde dehydrogenase (ALDH)의 활성을 분석하여 하향주의 품질 우수성에 대해 확인하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 찹쌀은 대구광역시 달성군 유가면 음동 지역에서 2006년에 생산된 것을 이용하였으며, 누룩은 하향주의 기술전수자가 직접 제조한 것을 사용하였다.

하향주 제조

본 연구를 위한 하향주 제조의 재료 조성은 전통적으로 내려오는 하향주 주조법대로 다음과 같이 제조하였다. 우선 찹쌀 8 kg을 물에 약 2시간가량 침지 시키고 물을 뺀 후 광목으로 싸서 증기로 약 1시간가량 증자하고 방냉하여 충분히 식힌다. 분쇄한 누룩 5 kg을 물 12 L에 침지시켜 누룩 침출액을 준비하고 충분히 식은 증미를 누룩 당화액에 혼합하여 전통 옹기에서 9일간 발효시켜 밀술을 제조하였다. 덧술은 밀술 담금과 동일하게 찹쌀 80 kg을 증자하고 누룩 5 kg과 정제수 78 L를 첨가하고 인동초, 약쭉, 들국화를 각각 300 g씩 1:1:1로 혼합한 다음 열수 추출한 추출물 20 L을 첨가하고 90일간 발효시켜 17%의 알코올 농도를 가지는 하향주를 제조하였다.

휘발성 향기성분 분석

향기성분 분석은 발효가 완료된 하향주를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 0.2 μ m로 여과한 후 SPME 방법으로 GC-MS (Agilent 6890N, CA, USA)를 이용하여 3회 반복 분석하였으며, 기기분석 조건은 Table 1과 같다(7).

Table 1. Condition for analysis of volatile compounds

Instrument	Agilent 6890N
Column	HP-INNOWAX (0.25 mm \times 30 mm \times 0.25 μ m)
Detector	Agilent 5973N mass selective detector
Inlet Temp.	250 $^{\circ}$ C
Oven Program	60 $^{\circ}$ C (2min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 240 $^{\circ}$ C (5min)
Transfer line heater	280 $^{\circ}$ C
Flow rate	0.9 mL/min (He)

실험동물 및 실험식이

본 실험에서는 110~120 g의 Sprague-Dawley종의 웅성 랫드를 사용하였으며, 온도 23 \pm 3 $^{\circ}$ C, 상대습도 50 \pm 10%, 환기횟수 13~18회/시간, 조명시간 12시간(오전 7시~오후 7

시), 조도 150~300 Lux로 설정하여 사육하였다. 사료는 실험동물용 고형사료(제일사료 주식회사)를 방사선 조사 멸균하여 자유 섭취시켰으며, 물은 일차증류수를 자유 섭취시켰다. 입수 후 1주간 순화를 거친 뒤 일반상태를 관찰하여 건강하다고 판정되는 것을 18시간 절식시킨 뒤 스테인레스제 철망사육 상자(220W \times 410L \times 200H mm)에 각각 5마리씩 배치하여 실험하였다.

시료의 투여는 5 mL/kg의 양으로 1회 경구 투여하였으며, 증류수 투여군, 하향주 투여군(Hahyangju treatment, HT), 하향주와 동일 농도인 17% 알코올 투여군(alcohol treatment, AT), 양성 대조군으로 시판 중인 숙취 해소제 투여군(hangover drink treatment, DT)으로 4개로 나누어 수행하였다.

혈중 알코올 농도 및 아세트알데히드 측정

시간경과에 따른 혈중 알코올 농도를 측정하기 위해 알코올의 경구 투여 후 ethyl ether 마취 상태에서 1, 3, 5시간 마다 0.2 mL 혈액을 채취하고 trichloroacetic acid를 첨가한 후 실온에서 5분간 방치시켰다. 이를 600 \times g에서 15분간 원심분리후 상층액을 회수하고 혈중 알코올농도와 아세트알데히드 농도를 Ethanol assay kit (Roche, Germany)와 Acetaldehyde assay kit (K-ACHYD, Megazyme, Ireland)를 이용하여 측정하였다.

간 조직 중 알코올 대사효소 활성측정

1투여 5시간 뒤 실험동물을 모두 희생시키고 간조직을 적출한 뒤 4 $^{\circ}$ C이하에서 절편으로 만들었다. 여기에 4배량(v/w)의 0.25 M sucrose 용액을 넣은 후 homogenizer를 이용하여 균질액을 제조하였다. 이 균질액을 600 \times g에서 10분간 원심 분리하여 상등액을 회수한 후 핵 및 미체 부분을 제거하고 10,000 \times g에서 20분간 원심분리한 후 미토콘드리아 분획을 얻었다. 이때 상등액은 105,000 \times g에서 1시간 동안 초고속 원심분리하여 cytosol 분획을 회수하였다(8). Cytosolic ADH 활성은 증류수 1.4 mL, ethanol 0.3 mL, 20 mM NAD $^{+}$ 0.3 mL에 cytosolic 분획 0.2 mL를 첨가 후 1.0 M Tris buffer로 0.75 mL의 혼합액을 제조하고 30 $^{\circ}$ C에서 10분간 방치 후 30 $^{\circ}$ C에서 5분간 흡광도 변화를 측정하였다. 미토콘드리아의 ALDH 활성은 증류수 50 mM sodium phosphate buffer(pH 8.8), 1 mM NAD $^{+}$, 2 mM pyrazole, 10 mM acetaldehyde를 혼합한 반응액 2.8 mL에 시료 0.2 mL을 첨가한 후 30 $^{\circ}$ C에서 5분간 반응시킨 후 흡광도를 측정하였다(9).

단백질 정량

단백질 정량은 Lowry 등(10)의 방법에 따라 분석하였으며, 표준 단백질로 bovine serum albumin을 이용하여 표준곡선을 작성 하였다.

통계적 분석

모든 실험결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 각 그룹 및 평균간 통계적 유의성은 SPSS 10.0(SPSS Inc, IL, USA)를 이용하여 one-way ANOVA 분석 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

휘발성 향기성분 분석

발효가 완료된 하향주의 향기성분을 GC/MS를 이용하여 분석한 결과, 주요 향기성분은 주류의 대표적인 알코올류인 ethyl acetate와 발효주에서 일반적으로 존재하는 iso-butyl alcohol, iso-amyl alcohol이었으며, 그 외 hexadecanoic acid, ethyl ester, decanoic acid, ethyl ester 등 다수의 ethyl ester류 화합물로 총 17종이 검출되었다(Fig. 1, Table 2). 손바닥 선인장 열매를 이용하여 제조한 전통주(11)나 탁주 술덧의 향기성분(12)과 비교시 하향주의 휘발성 향기성분은 단순하여 차후 보관을 통해 향의 관능적 품질을 높여야 할 것이다. 숙취와 두통의 원인이 되는 아세트알데히드와 퓨젤오일을 조사한 결과, 아세트알데히드는 발효 완료 시점에 144 ppm이었으나 여과 후 80 ppm으로 감소하는 것으로 나타났고 퓨젤오일 중 ethylacetate는 여과 과정을 거치는 동안 50% 이상 감소하였으나 iso-butyl alcohol과 iso-amyl alcohol은 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하는 경향을 나타내었다(Table 3). 또한 쌀을 주원료로 사용하는 청주에서 많이 나타나는 2-propanol(13)은 하향주에서는 검출되지 않았다.

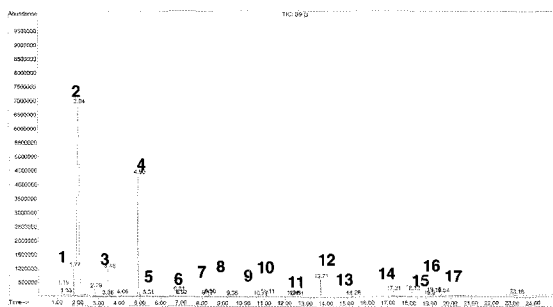


Fig. 1. GC/MS chromatogram of volatile compounds in the Hahyangju.

혈중알코올 농도의 변화

하향주의 랫드에 대한 알코올 대사 특성을 조사하기 위해 17% 알코올, 하향주, 숙취제를 경구적으로 투여시키고 혈액 중 알코올의 농도변화를 관찰하였다. 그 결과, 투여시 1시간째 혈중 알코올 농도는 17% 알코올 투여군(AT) 보다

하향주(HT) 및 숙취제 투여군(DT)이 다소 낮았다($p < 0.05$). 섭취된 알코올은 20~120분 사이에 최고 혈중 농도에 도달한 후 감소한다는 보고(14)와 동일하게 1시간 이후 혈중 알코올 농도는 감소하였으며, 5시간째 혈중 알코올 농도는 17% 알코올 투여군에서 0.056 ± 0.021 mg/dL, 하향주 투여군에서 0.035 ± 0.016 mg/dL, 양성대조군인 숙취제 투여군에서 0.012 ± 0.012 mg/dL이었다(Fig. 2). 따라서 하향주 투여군에서는 같은 농도의 알코올 투여군보다 혈중 알코올 농도가 유의적으로 낮게 분석되었다($p < 0.05$).

Table 2. Volatile compounds of Hahyangju

Peak No.	Volatile compound	RT	Peak area %
1	Ethyl acetate	1.77	3.11
2	Ethanol	2.04	68.76
3	Isobutyl alcohol	3.46	2.83
4	Isoamyl alcohol	4.90	15.24
5	Hexanoic acid, ethyl ester	5.31	0.13
6	1-Hexanol	6.92	0.07
7	Octanoic acid, ethyl ester	8.17	0.15
8	Acetic acid	8.30	0.27
9	Decanoic acid, ethyl ester	10.77	trace
10	Butanedioic acid, diethyl ester	11.11	0.21
11	4-(3,4-Dimethoxybenzlidene)-1-(4-nitrophenyl)-3-phenyl-2-pyrazolin-5-one	12.41	trace
12	Benzene ethanol	13.71	1.70
13	Tetradecanoic acid, ethyl ester	15.26	0.82
14	Hexadecanoic acid, ethyl ester	17.21	trace
15	Octadecanoic acid, ethyl ester	19.01	0.10
16	Ethyl oleate	19.16	0.60
17	Linoleic acid ethyl ester	19.54	0.36

Table 3. Change of acetaldehyde and fusel oils during Hahyangju processing

Compounds	Fermentation time(days)			
	30	60	90	After filtration
Acetaldehyde	86.66	143.00	144.32	80.98
2-propanol	-	-	-	-
Ethylacetate	205.50	364.60	180.45	81.62
Iso-butyl alcohol	107.34	93.38	124.92	165.56
n-butanol	-	-	-	-
Iso-amyl alcohol	113.81	107.89	138.88	201.13

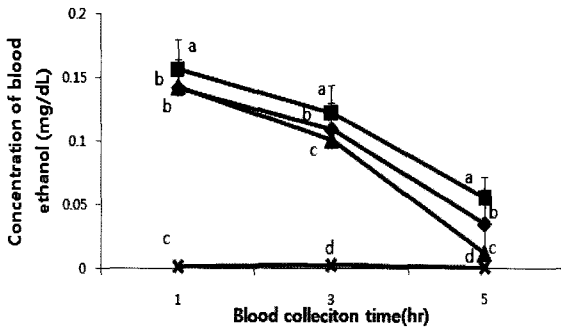


Fig. 2. Blood alcohol concentration in rats after oral administration.

Each point represented the mean±S.D. of five rats. Means with the different alphabet are significantly different (p<0.05) among groups by Duncan's multiple range test. ■ : 17% alcohol administration, ◆ : Hahyangju administration, ▲ : The group administrated drink for reduction of hangover, -x- : water administration.

또한 5시간째 아세트알데히드 농도는 Fig. 3과 같이 17% 알코올을 투여한 랫드에서는 0.32±0.05 mg/dL, 하향주 투여군이 0.29±0.02 mg/dL, 숙취제 투여군이 0.22±0.02 mg/dL를 나타내었다. 알코올 대사를 통해 형성되는 아세트알데히드 농도도 일반 알코올 투여군보다 하향주 투여군이 유의적으로 낮게 분석되었다(p<0.05).

아세트알데히드는 ALDH에 의해 아세테이트로 대사되며, 대사가 되지 못한 아세트알데히드가 과량일 경우 혈류를 통하여 뇌와 다른 장기로 이동하여 유해한 영향을 미칠 뿐만 아니라 ALDH의 활성도를 감소시키는 것으로 알려져 있다(15). 따라서 하향주는 동일 농도의 알코올 섭취와 비교 시 아세트알데히드 농도가 낮아 ALDH feed back 저해효과가 낮을 것으로 사료된다. 또한 일부 식물 추출물들은 알코올을 섭취 한 랫드에서 숙취의 원인물질인 혈중 아세트알데히드의 감소시킬 수 있다고 보고(16)하였는데 이상의 결과들로 볼 때 하향주 제조시 인동초, 약쑥, 들국화 추출물의 첨가는 아세트알데히드의 농도를 감소시키며, 알코올 섭취 후 숙취에 의한 불쾌감을 감소시킬 수 있을 것이라 사료된다.

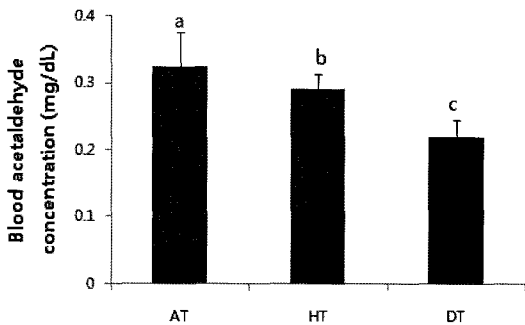


Fig. 3. Blood acetaldehyde concentration in rats after oral administration.

Each bar represented the mean±S.D. of five rats. Means with the different alphabet are significantly different (p<0.05) among groups by Duncan's multiple range test. AT : 17% alcohol administration, HT : Hahyangju administration, DT : The group administrated drink for reduction of hangover.

랫드에서의 ADH 및 ALDH 활성

알코올의 체내대사과정은 ADH에 의해 아세트알데히드로 산화되고 다시 ALDH에 의하여 아세테이트로 산화된다(17). 따라서 하향주의 혈중 알코올 농도 및 아세트알데히드 농도가 낮은 것이 ADH와 ALDH의 활성과 관계가 있는지를 조사하였다. 그 결과, 간조직 중 cytosol 분획에서 알코올 대사 효소 중의 하나인 ADH의 경우, 17% 알코올 투여군(AT)은 18.5±2.3 μM/mg protein, 하향주 투여군(HT) 24.6±1.8 μM/mg protein으로 17% 알코올 투여군과 비교시 하향주 투여군(HT)은 ADH 활성이 32% 가량 높았다(Fig. 4). 또한 미토콘드리아 ALDH는 알코올 산화로부터 생성되는 아세트알데히드 대사에 주로 관여한다. 따라서 간으로부터 미토콘드리아 분획을 채취하여 분획의 ALDH 활성을 측정 한 결과, 하향주 투여군(HT)에서는 9.8±1.3 μM/mg protein, 17% 알코올 투여군(AT)에서는 8.9±0.7 μM/mg protein의 ALDH 활성을 나타내어 하향주는 동일 농도의 알코올 투여군에 비해 ALDH 활성이 높았다(Fig. 5). 이상의 결과로 볼 때, 17% 알코올 투여군(AT)과 비교시 하향주 투여군(HT)에서 혈중 알코올 농도와 아세트알데히드 농도가 낮은 것은 하향주가 ADH 및 ALDH 활성을 증가시켜 알코올 대사율을 촉진시키기 때문이다.

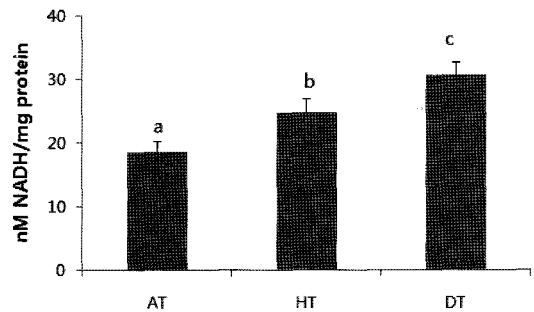


Fig. 4. ADH in rats after oral administration.

Each bar represented the mean±S.D. of five rats. Means with the different alphabet are significantly different (p<0.05) among groups by Duncan's multiple range test. AT : 17% alcohol administration, HT : Hahyangju administration, DT : The group administrated drink for reduction of hangover.

숙취는 체내에서 알코올의 섭취시 알코올 및 대사산물을 분해하는 효소들의 활성이 한계에 도달할 때 알코올 대사산물의 독성 및 흡수장애에 의해 유발된다. 따라서 전통방법으로 제조된 하향주의 ADH 및 ALDH의 활성을 증가시키는 하향주의 섭취시 원활한 알코올 대사를 유지시켜 숙취의 유발을 감소시킴을 확인하였다. 알코올 음료에서 기능적 효과는 알코올 음료 원료나 발효 과정 중에 생성된 물질의 복합 상승작용에 의해 일어날 수 있는데(6), Kim 등(18)은 ADH 및 ALDH 활성을 증가시키는 갈화, 갈근, 상엽, 지구자의 열수 추출물을 소주에 혼합 제조하여 알코올에 대한 유해성을 최소화 하였다. 이러한 연구결과와 같이 하향주

의 ADH 및 ALDH의 활성 증가는 하향주 발효과정 중에 생성된 물질이나 첨가된 약초 추출물의 복합작용에 의한 것으로 사료된다.

최근 주류시장에서는 약재의 잎이나 뿌리 등을 부원료로 이용하여 알코올 해독과 건강보조 및 질병예방 등의 기능을 가지는 건강기능성 주류 개발이 진행되고 있다(17). 따라서 하향주는 알코올 대사에 있어서 같은 농도의 알코올 섭취와 비교하여 알코올에 대한 유해성이 낮아 주류시장에서 충분한 경쟁력을 가질 수 있음을 확인하였다. 하지만 대구무형문화재 제11호인 하향주의 경구 투여시 랫드 간조직에서의 ADH 및 ALDH의 활성 증가에 대한 그 원인물질에 대한 규명이 더 연구되어야 할 것이다.

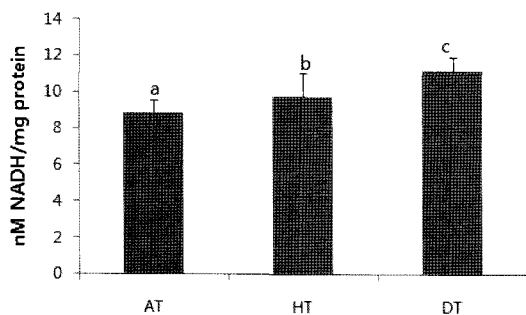


Fig. 5. ALDH of rats after oral administration.

Each bar represented the mean±S.D. of five rats. Means with the different alphabet are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test. AT : 17% alcohol administration, HT : Hahyangju administration, DT : The group administrated drink for reduction of hangover.

요 약

본 연구는 대구 무형문화재 제11호인 하향주의 품질 우수성을 규명하고자 향기성분 분석 후 랫드에 대한 알코올 대사 특성을 조사 하였다. GC/MS 분석시, 하향주는 iso-butyl alcohol과 iso-amyl alcohol 등을 포함하여 17가지의 향기성분이 분석되었고 여과에 의해 acetaldehyde와 ethylacetate의 농도는 낮아짐을 확인하였다. 하향주와 동일한 농도인 17% 알코올을 SD계 랫드에 단회 경구 투여시 혈중 알코올 농도와 acetaldehyde 농도가 하향주 투여군이 낮았으며, 5시간 뒤 간조직에서 alcohol dehydrogenase와 acetaldehyde dehydrogenase의 농도는 하향주 투여군이 17% 알코올 투여군보다 높았다. 따라서 하향주는 동일농도의 17% 알코올 투여군보다 알코올 대사를 촉진시켜 숙취를 감소시킴을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역산업기술개발사업(과제번호

: 1002441)의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Kim, Y.J. and Han, Y.S. (2006) The use of Korean traditional liquors and plan for encouraging it. Korean J. Food Culture, 21, 31-41
- Lee, D.H., Park, W.J., Lee, B.C., Lee, J.C., Lee, D.H. and Lee, J.S. (2005) Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using Gugija (*Lycii fructur*). Korean J. Food Sci. Technol., 37, 789-794
- Kim, J.H., Lee, D.H., Choi, S.Y., and Lee, J.S. (2002) Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 118-122
- Park, C.D., Jung, H.K., Kim, D.I., Lee, I.S. and Hong, J.H. (2007) Fermentation and functional properties of Korean traditional liquor, Hahyangju. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36, 464-469
- Shin, J.H., Choi, D.J. and Sung, N.J. (2004) Nutritional properties of Yakju brewed with natural plants. Korean J. Food Nutr., 17, 18-24
- Kim, S.J., Ko, S.H., Lee, W.Y. and Kim, G.W. (2004) Cytotoxic effects of Korean rice-wine (Yakju) on cancer cells. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 812-817
- Lee, T.S. and Han, E.H. (2001) Volatile Flavor Components in Mash of Takju prepared by using *Aspergillus oryzae* Nuruk. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 336-372
- Kim, D.H., Kim, J.H., Kim, C.H., Kwon, M.C., Kim, H.S., Chung, H.G., Kang, H.Y., Lee, H.J. and Lee, H.Y. (2006) Effects of alcohol oxidation of *Brassica rapa* L. extraction process in Kang-Hwa. Korean J. Med. Crop Sci., 14, 45-48
- Kim, S.J., Lee, H.B. and Joo, C.N. (1994) Effect of ginsenosides on bovine liver mitochondria aldehyde dehydrogenase activity. Korean J. Ginseng Sci., 18, 10-16
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. (1954) Protein measurement with the Folin-phenol reagents. J. Biol. Chem., 193, 265-275
- Bae, I.Y., Yoon, E.J., Woo, J.M., Kim, J.S., Lee, H.G. and Yand, C.B. (2002) The Development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus - indica* var, saboten-I, characteristics of mashes and Sojues. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 45, 11-17

12. Lee, T.S. and Choi, J.Y. (2005) Volatile flavor components in mash of Takju prepared by using *Aspergillus kawachii* Nuruks. Korean J. Food. Sci. Technol., 37, 944-950
13. Kang, M.Y., Yoo, S.S., Park, Y.S., Mok C.K. and Chang, H.G. (1999) Analysis of flavors in heat-sterilized YakJu. Food Eng. Process, 3, 170-175
14. Lee, J.H., Pantuck, C.B. and Pantuck, E.J. (1993) Effect of ginseng on plasma levels of ethanol in the rat. Planta Med., 59, 17
15. Park, E.M., Ye, E.J., Kim, S.J., Choi, H.I. and Bae, M.J. (2006) Eliminatory Effect of health drink containing *Hovenia Dulcis* Thunb extract on ethanol-Induced hangover in rats. Korean J. Food Culture, 21, 71-75
16. Yang, D.S., Hong, S.G., Choe, S.M., Kim, B.N., Seong, H.J. and Yun, Y.S. (2004) Effect of an oriental herbal composition, Jang Baek Union (JBU), on alcohol-induced hangover and CCl₄-Induced liver Injury in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 78-82
17. Kim, T.Y., Kim, E.S., Eun, J.B. and Wang, M.H. (2007) Change in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, Yakju prepared with different amount of red yeasts rice. Korean J. Food Sci. Technol., 39, 309-314
18. Kim, D.H., Jo, Y.H., Jo, J.S., Ham, T.S., Lee, J.W. and Lee, C. (2004) Development of liquid phase product from red ginseng and medicinal herbs for alcoholic beverage. Korean J. Ginseng Sci., 28, 45-51

(접수 2007년 11월 30일, 채택 2008년 1월 18일)