

활성 건조 효모를 이용한 복분자주의 아미노산 함량

†문영자* · 이명순** · 성창근***

*우송정보대학 식품영양과, **(주)국순당엘앤비, ***충남대학교 농과대학 식품공학과

Contents of Amino Acids in Raspberry Wine Using Active Dry Yeast Strains

† Young-Ja Moon*, Myung-Soon Lee** and Chang-Keun Sung***

*Dept. of Food and Nutrition, Woosong Information College, Daejeon, Korea, 300-715

**Manager of KOOKSOONDANG L&B, 130-3, Donganri, Ockcheoneup, Chungbuk, Korea, 373-804

***Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon, Korea, 305-764

Abstract

To compare the contents of amino acids in raspberry wine, 5 types of active dry yeast strains (*Saccharomyces cerevisiae* Montrachet (UCD #522), *Saccharomyces bayanus* Pasteur Champagne (UCD #595), *Saccharomyces cerevisiae* EpernayII (CEG), *Saccharomyces bayanus* Prise de Mousse (PM), *Saccharomyces uvarum* Lalvin W15) were used. In the fermentation experiment two kinds of raspberry wine were used; *Rubus coreanus* Miquel(RCM), harvested in Gochang, and *Rubus crataegifolius* Bunge(RCB), harvested in Okcheon. In 5 kinds of RCM raspberry wines, total contents of 17 amino acids were found from 16.77 mg/ℓ in the fermented Prise de Mousse, the most amount, to 12.29 mg/ℓ in Lalvin W15, the lowest. The content of amino acid in the RCB raspberry wine fermented by Montrachet was approximately 5.5 times higher than that of the RCM raspberry wine; 90.55 mg/ℓ to 16.54 mg/ℓ. Cystine and isoleucine were detected 2.97 mg/ℓ, 0.34 mg/ℓ, respectively, in the RCB raspberry wine but not detected in the RCM raspberry wine. The amount of alanine, aspartic acid, and serine in RCB raspberry wine were found approximately 14 to 20 times larger than that of RCM raspberry wine.

Key words : active dry yeast strains, raspberry wine, amino acid, *Rubus coreanus* Miquel(RCM), *Rubus crataegifolius* Bunge(RCB)

서 론

국민들의 소득이 증가하면서 건강에 대한 관심이 고조되어 알콜 도수가 높은 독주의 소비가 감소되면서 포도주를 비롯한 저도주의 판매가 늘어나는 추세이므로 복분자주의 시장의 성장 가능성도 매우 높다고 할 수 있다¹⁾.

복분자 딸기(*Rubus coreanus* Miq.)²⁾는 장미과에 속하는 산딸기의 일종으로 5~6월에 꽃이 피고 7~8월

에 반구형의 검붉은 열매를 맺는 다년생 식물로 우리나라에서는 중부 이남의 산기슭 양지에서 야생하고 있다. 복분자는 이노제의 효능이 있고, 정력 감퇴, 유정, 빈노를 치료한다고 알려져 있어 이에 관한 다양한 생리 활성에 대한 연구가 이루어지고 있다.

생리 활성 성분에 관련되어 복분자 딸기 잎의 페놀성 화합물 연구³⁾에서는, 가수 분해성 탄닌과 플라보노이드를 분리 동정하였으며, 탄닌 화합물 연구⁴⁾에서는 sanguin H-4와 H-6을 각각 확인 동정하였고, 그 밖에

† Corresponding author : Young-Ja Moon, Dept. of Food and Nutrition, Woosong Information College, 226-2 Jayang-Dong, Dong-Gu, Daejeon, 300-715, Korea.

Tel : +82-42-629-6152, Fax : +82-42-629-6152, E-mail : yjmoon@wsi.ac.kr

복분자의 terpenoids 성분 연구^{5,6)}가 이루어져 있다. 또한 복분자의 줄기에 (-)-epicatechin, (+)-catechin proanthocyanidin⁷⁾, 외에 flavonoid 화합물이 존재하고 있음이 보고된^{8,9)} 바 있으며, 복분자의 미숙과에 gallic acid, 2,3-(s)-HHDP-D-glucopyranose, sanguin이 존재한다고 보고된¹⁰⁾ 바 있으나, 가식 부분인 완숙 복분자에 관한 연구는 미약하여 이에 관한 연구가 요구되고 있다.

한편 포도주에 함유되어 있는 아미노산 성분에 대한 연구들을 살펴보면, Lehtonen¹¹⁾은 프랑스 적포도주의 아미노산 함량에 대하여 보고하였고, Jiranek 등¹²⁾은 발효 중에 효모 균주별로 개개의 아미노산을 이용하는 정도가 각각 다르다고 보고하였으며, 또한 효모 균주별로 적포도주 발효 중 아미노산의 생성이나 질소원으로 보충되는 패턴이 거의 비슷하다고 보고한¹³⁾ 연구 등이 있으나 복분자에 함유된 아미노산에 대한 연구는 별로 없었다.

따라서 본 연구에서 효모는 대표적인 활성 건조 포도주 효모 5종을 사용하였으며, 복분자는 고창에서 수확한 *Rubus coreanus* Miquel(RCM)과 옥천에서 수확한 *Rubus crataegifolius* Bunge(RCB) 두 가지 품종에 대하여 발효실험을 하여 5종의 활성 건조 포도주 효모별 발효주 중의 아미노산 함량을 비교분석하였다.

재료 및 방법

1. 재료

복분자는 충북 옥천군 옥천읍 장야리에서 2002년 6월에 수확한 복분자 *Rubus crataegifolius* Bunge (RCB)와 전북 고창군 삼원면에서 2002년 6월에 수확한 복분자 *Rubus coreanus* Miquel (RCM)를 사용하였고, 효모는 프랑스 Lallemand사가 제조한 활성 건조 효모(active dry yeast)인 *Saccharomyces cerevisiae* Montrachet (UCD #522), *Saccharomyces bayanus* Pasteur Champagne (UCD #595), *Saccharomyces cerevisiae* Epernay II (CEG), *Saccharomyces bayanus* Prise de Mousse (PM), *Saccharomyces uvarum* Lalvin W15 등 5가지를 사용하였다.

2. 복분자의 발효

원료 복분자 RCB(8° Brix)와 RCM(8° Brix)을 파쇄한 must에 total-SO₂가 50 ppm되게 potassium meta-

bisulfite를 첨가하여 2시간이 지난 다음에 각각 별도로 활성 건조 효모 500 ppm을 첨가하고, 24시간 후에 목표 당도 27.8° Brix가 되게 정백당으로 보당하여 주발효시켰다. 주발효(25°C, 7일간)한 것을 압착하고 후발효(25°C, 9일간)시켜 착즙하였으며, 청징(60°C, 5% Bentonite 용액으로 2,500 ppm 처리하여 규조토 여과)한 후 여과하여 사용하였다. RCM 발효에는 5종의 활성 건조 효모를 각각 별도로 사용하였고, RCB 발효에는 Montrachet 균주를 사용하였다.

3. 일반 성분 분석

pH는 Orion Research사의 Ionalyzer EA920을 사용하여 측정하였고, 총산은 AOAC법으로 측정하였으며¹⁴⁾, 에탄올은 국세청 기술 연구소 주류 분석 규정¹⁵⁾에 따라 부침법으로 측정하였고, 휘발산은 Amerine¹⁶⁾등의 Sellier tube를 사용한 증류법으로 측정하였다.

4. 아미노산 분석

아미노산 분석은 시료를 0.45 μm membrane filter로 여과하여 1 ml를 취하고 0.02 N 염산으로 희석하여 25 ml로 하여 Table 1과 같은 HPLC 조건에서 분석하였고, 표준 아미노산 용액은 Sigma사 제품의 아미노산 혼합 앰플에서 2 ml를 취하여 0.02 N 염산으로 희석하여 전량을 50 ml로 하였다.

이 용액에는 여러 가지 아미노산이 함유되어 있으며, 프롤린은 4 nM 함유되어 있으며 그 밖의 아미노산은 2 nM씩 함유되어 있다. Standard chromatogram은 Fig. 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for the analysis of amino acids

Items	Conditions
Instruments	Hitachi L-8500A Amino acid analyzer
Column temp.	57°C
Column	Ion exchange resin (4.6 mmID×60 mm)
Reacting temp.	130°C
Pump 1(buffer sol.) flow rate	0.40 ml/min
Pump 2(ninhydrin sol.) flow rate	0.35 ml/min
N ₂ Gas pressure	0.35~0.4 kg/cm ²
Injection volume	20 μl

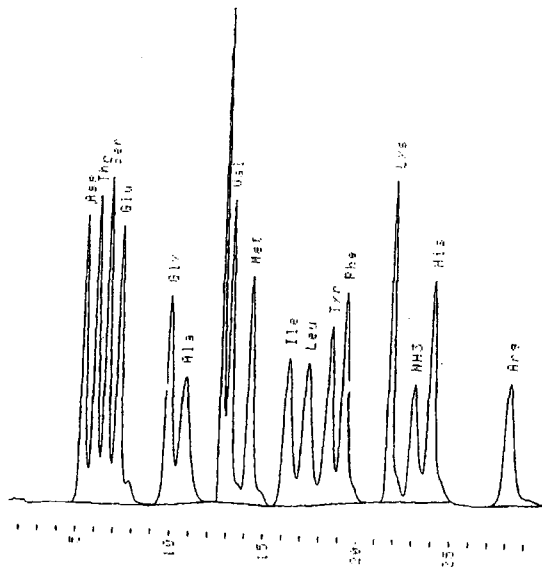


Fig. 1. Standard chromatogram of various amino acids with HPLC.

Asp : Aspartic acid, Thr : Threonine, Ser : Serine, Glu : Glutamic acid, Gly : Glycine, Ala : Alanine, Cys : Cystine, Val : Valine, Met : Methionine, Ile : Isoleucine, Leu : Leucine, Tyr : Tyrosine, Phe : Phenylalanine, Lys : Lysine, NH₃ : Ammonium chloride, His : Histidine, Arg : Arginine.

결과 및 고찰

1. 복분자주의 일반 성분

복분자 RCM은 각기 다른 5종의 활성 건조 효모로 발효시켰으며, 복분자 RCB는 Montrachet 균주로 발효시켜 효모 균주 간의 특성 및 복분자 품종간의 성분 차이를 조사하여 Table 2에 나타내었다.

효모 균주를 달리한 RCM 발효주의 에탄올 함량은 Lalvin W15 균주로 발효된 복분자주가 15.3%로 가장 높았고, Prise de Mousse 균주로 발효된 복분자주가 14.4%로 가장 낮아 그 차이가 0.9% 정도였다. 또한 Montrachet 균주로 발효된 RCM 발효주와 RCB 발효주의 에탄올 함량은 14.9%와 14.3%로 0.6% 차이가 있었다. 이 차이는 원료에 의한 차이로 RCB(8° Brix)가 RCM(8° Brix)에 비하여 과육이 적고 씨가 많아 가용성 당분이 적기 때문인 것으로 판단된다. 일반적인 포도주의 에탄올 함량 12%보다 복분자주의 에탄올 함량이 높은 이유는 발효 후기의 에탄올 생성 능력 및 잔당의 양을 확인하기 위하여 목표 당도를 27.8° Brix로 높게 잡았기 때문이다.

효모 균주를 달리한 RCM 발효주의 pH는 3.58~3.63으로 효모 균주에 따른 차이는 별로 없었으나 RCB 발효주의 pH는 3.98로 더 높았다. 포도주¹⁷⁾의 평균 pH의 범위는 3.10~3.90이고, 최적의 pH 범위는 3.25~3.80이다. pH 3.4 이상에서는 포도주의 방부성 및 맛의 신선도 등에서 문제가 될 수 있으므로 세심한 품질 관리가 필요할 것으로 판단된다.

Table 2. Analytical data of raspberry wine fermented by the various wine yeast strains

Strains	Alcohol (V/V%)	pH	Total acidity (g/100 ml)	Volatile acidity (g/100 ml)	
RCM	ADY 1	14.9	3.63	1.46	0.096
	ADY 2	14.8	3.63	1.38	0.111
	ADY 3	14.8	3.61	1.35	0.102
	ADY 4	14.4	3.59	1.35	0.105
	ADY 5	15.3	3.58	1.42	0.084
RCB	ADY 1	14.3	3.98	1.12	0.084

ADY 1 : *Saccharomyces cerevisiae* Montrachet (UCD # 522).

ADY 2 : *Saccharomyces bayanus* Pasteur Champagne (UCD # 595).

ADY 3 : *Saccharomyces cerevisiae* Epernay II (CEG).

ADY 4 : *Saccharomyces bayanus* Prise de Mousse (PM).

ADY 5 : *Saccharomyces uvarum* Lalvin W15.

RCM : *Rubus coreanus* Miquel.

RCB : *Rubus crataegifolius* Bunge.

각기 다른 효모를 사용하여 발효된 RCM 발효주의 총산은 Montrachet 균주로 발효된 복분자주가 1.46 g/100 ml로 제일 높았으며, Montrachet 균주로 발효된 RCB 발효주는 1.12 g/100 ml로 제일 낮았다. Amerine 등¹⁶⁾은 sweet wine과 desert wine의 총산 범위는 0.4~0.65 g/100 ml라고 한 것에 비하면 복분자주의 총산은 상당히 높았다. 휘발산은 Pasteur champagne 균주로 발효된 RCM 발효주가 0.111 g/100 ml으로 제일 높았고, Lalvin W15 균주로 발효된 RCM 발효주와 Montrachet 균주로 발효된 RCB 발효주의 휘발산은 0.084 g/100 ml로 제일 낮았다.

2. 아미노산의 함량

5종의 활성 건조 효모와 복분자 품종 2가지를 가지고 발효된 복분자주의 여러 아미노산 함량은 Table 3과 같고, RCB를 사용하여 Montrachet 균주로 발효된 복분자주의 아미노산 chromatogram은 Fig. 2와 같다. 5종의 활성 건조 효모로 발효된 RCM 발효주의 아미노산 함량의 특징을 비교해 보면, 여러 종류의 아미노산의 합계량은 RCM 발효주 중에서 Prise de Mousse 균주로 발효된 복분자주가 16.77 mg/l로 제일 많았으며, Lalvin W15 균주로 발효된 복분자주가 12.29 mg/l로 제일 적었다. Montrachet 균주로 발효된 RCB 발효주의 아미노산 합계량은 90.55 mg/l로, RCM 발효주의 아미노산 합계량에 비해 5~7배 정도 많았다.

시스틴과 이소루신은 RCM 발효주 중에서는 검출

Table 3. Amino acid contents of raspberry wine fermented by the various wine yeast strains (unit : mg/l)

Amino acid	RCM					RCB
	ADY 1	ADY 2	ADY 3	ADY 4	ADY 5	ADY 1
Aspartic acid	0.68	0.69	0.65	0.64	0.52	10.52
Threonine	0.47	0.45	0.44	0.46	0.37	6.23
Serine	0.64	0.53	0.69	0.49	0.43	9.67
Glutamic acid	2.94	3.11	3.04	3.17	2.35	13.33
Proline	2.38	3.14	2.99	3.42	1.43	2.72
Glycine	0.58	0.89	0.77	0.62	0.47	3.75
Alanine	1.04	0.95	1.10	1.04	0.72	22.82
Cystine	-	-	-	-	-	2.97
Valine	1.43	1.32	1.30	1.39	1.24	1.78
Methionine	1.03	0.47	0.49	0.46	0.46	0.55
Isoleucine	-	-	-	-	-	0.34
Leucine	0.49	0.46	0.40	0.53	0.33	1.28
Tyrosine	0.86	0.77	0.73	0.85	-	1.47
Phenylalanine	1.15	0.97	0.89	1.03	1.61	1.49
Lysine	1.10	0.91	0.90	1.00	0.90	1.73
Ammonium chloride	0.21	0.24	0.22	0.21	0.19	2.00
Histidine	0.54	0.46	0.50	0.49	0.44	1.71
Arginine	1.00	0.82	0.84	0.97	0.83	6.19
SUM	16.54	16.18	15.95	16.77	12.29	90.55

ADY 1 : *Saccharomyces bayanus* Montrachet (UCD # 522).

ADY 2 : *Saccharomyces bayanus* Pasteur Champagne (UCD # 595).

ADY 3 : *Saccharomyces cerevisiae* Epemay II (CEG).

ADY 4 : *Saccharomyces bayanus* Prise de Mousse (PM).

ADY 5 : *Saccharomyces uvarum* Lalvin W15.

RCM : *Rubus coreanus* Miquel.

RCB : *Rubus crataegifolius* Bunge.

- : not detected.

되지 않았고, RCB 발효주에서는 2.97 mg/l 와 0.34 mg/l 로 나타났다. 알라닌의 함량은 RCM 발효주 중에서는 Epemay II 균주로 발효된 복분자주가 1.10 mg/l 로 가장 많았지만 Montrachet 균주로 발효된 RCB 발효주는 22.82 mg/l 로, Epemay II 균주에 의한 RCM 발효주에 비해 약 20배 정도 더 많게 나타났다. 아스파르트산의 함량은 RCM 발효주에서는 0.52~0.69 mg/l 로 효모 균주별 차이는 거의 없었고, Montrachet 균주로 발효된 RCB 발효주는 10.52 mg/l 로 RCM 발효주들에 비해 약 16배 이상 많게 나타났다. 세린의 함량도 RCM 발효주에서는 Epemay II 균주로 발효된 복분자주가 0.69 mg/l 로 가장 많았으나, RCB 발효주는 9.67 mg/l 로 약 14배 이상 많게 나타났다.

한편 프롤린의 함량은 Prise de Mousse, Pasteur Champagne, Epemay II, Montrachet, Lalvin W15 균주로 발효된 RCM 발효주가 각각 3.42 mg/l, 3.14 mg/l, 2.99 mg/l, 2.38 mg/l, 1.43 mg/l 의 순서였고, Montrachet 균주로 발효된 RCB 발효주는 2.72 mg/l 로 RCM 발효주보다 비교적 적거나 조금 많았지만 그다지 차이가 크지 않았다. 또한 메티오닌의 함량은 Montrachet 균주로 발효된 RCM 발효주가 1.03 mg/l 로 가장 많았고,

나머지 4개의 효모 균주로 발효된 RCM 발효주는 0.46~0.49 mg/l 로 차이가 없었으며, RCB 발효주의 함량은 0.55 mg/l 로 Montrachet 균주로 발효된 RCM 발효주보다 적었다. Lalvin W15 균주로 발효된 RCM 발효주의 아미노산의 함량이 대부분 제일 적었으나, 페닐알라닌의 함량은 1.61 mg/l 로 RCB 발효주 1.49 mg/l 보다 많아 최고의 함량을 나타냈다.

Lehtonen¹¹⁾은 프랑스 적포도주의 가장 풍부한 아미노산은 프롤린이며, 전체 아미노산의 함량의 약 30~85%를 차지한다고 보고하였으며, 7개의 프랑스 적포도주의 전체 아미노산 함량은 393~1,050 mg/l 이며 그 중 프롤린은 380~790 mg/l 이었다. 메티오닌은 검출되지 않았으며, 프롤린 다음으로 많은 아미노산은 알라닌, 글루탐산, 아르기닌 순서로 26~64 mg/l, 26~54 mg/l, 23~64 mg/l 로 거의 비슷한 수준으로 보고하였다. 본 실험에서는 RCM 발효주의 전체 아미노산 함량 중 프롤린과 글루탐산이 가장 풍부한 아미노산이었으며, 이것은 위에 언급한 프랑스 적포도주에 대한 실험 결과와 거의 일치하였다. 또한 메티오닌은 위의 프랑스 적포도주에서는 검출되지 않았으나 본 실험의 RCM 발효주에서는 0.46~1.03 mg/l 이었고 RCB 발효주에서는 0.55 mg/l 로 검출되었다.

Jiranek 등¹²⁾은 발효 중에 효모 균주별로 개개의 아미노산을 이용하는 정도가 각각 다르다고 보고하였다. 본 실험에서 Prise de Mousse 균주로 발효된 RCM 발효주가 여러 종류의 아미노산 함계량이 16.77 mg/l 로 제일 많았는데 에탄올 함량은 14.4%로 제일 낮았고, Lalvin W15 균주로 발효된 RCM 발효주의 아미노산 함계량이 12.29 mg/l 제일 적었는데 에탄올 함량은 15.3%로 제일 높았다. 각각 아미노산의 종류에 따라 다르겠지만, 전체적으로 에탄올 함량이 높은 포도주에 사용된 효모가 전체 아미노산의 소모량이 많은 것으로 판단된다.

발효 중 아미노산의 급격한 감소 현상은 효모에 의해 아미노산이 이용되기 때문이며 발효 말기나 발효 후 효모와 접촉시켜둘 경우, 아미노산 증가 현상은 효모의 세포 외부로 아미노산을 배출하기 때문이며, 또한 Montrachet와 Prise de Mousse 2가지 균주로 적포도주 발효 중 아미노산의 생성이나 질소원으로 보충되는 패턴이 거의 비슷하다고 보고¹³⁾하였는데, 본 실험에서도 5가지 효모 균주로 발효된 RCM 발효주의 전체 아미노산의 함량은 Montrachet와 Prise de Mousse

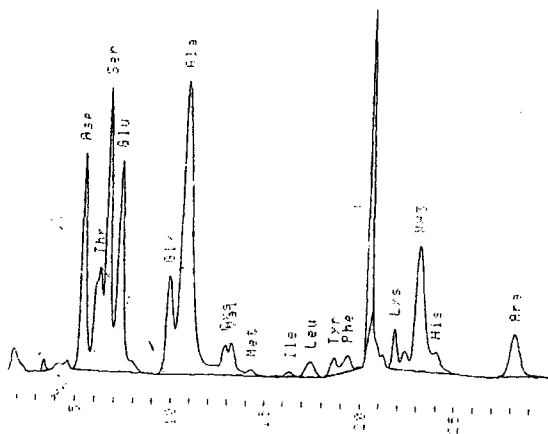


Fig. 2. Chromatogram of various amino acids in raspberry(RCB) wine with HPLC.

Asp : Aspartic acid, Thr : Threonine, Ser : Serine, Glu : Glutamic acid, Gly : Glycine, Ala : Alanine, Cys : Cystine, Val : Valine, Met : Methionine, Ile : Isoleucine, Leu : Leucine, Tyr : Tyrosine, Phe : Phenylalanine, Lys : Lysine, NH₃ : Ammonium chloride, His : Histidine, Arg : Arginine, RCB : *Rubus crataegifolius* Bunge.

균주로 발효된 복분자주가 16.54 mg/l, 16.77 mg/l 으
로 거의 비슷하여 적포도주 발효에서와 거의 같은 경
향을 나타냈다.

이상과 같이 본 실험의 결과로부터 다음과 같은 결
론을 얻을 수 있었다. RCM 발효주의 여러 가지 아미노
산 총량은 Prise de Mousse 균주로 발효된 복분자주가
16.77 mg/l 로 제일 많았으며, Montrachet 균주로 발효
된 RCB 발효주의 아미노산 총량은 90.55 mg/l 로 RCM
발효주의 16.54 mg/l 보다 약 5.5배 많았다. 시스틴과 이
소루신은 RCM 발효주 중에서는 검출되지 않았으나
RCB 발효주에서의 함량은 2.97 mg/l 와 0.34 mg/l 이었
다. 알라닌, 아스파르트산, 세린의 함량은 RCM 발효주
에서보다 RCB 발효주에서 약 14~20배 정도로 거의
모든 아미노산 함량이 RCM 발효주보다 RCB 발효주
중에 더 많이 함유되어 있음을 알 수 있었다.

요 약

복분자주의 양조에 있어서 대표적인 활성 건조 효
모 5종을 선정하여 실시한 복분자주의 아미노산 함량
을 조사한 결과는 다음과 같다.

RCM 발효주의 17가지 아미노산 총량은 Prise de
Mousse 균주로 발효된 복분자주가 16.77 mg/l 로 제일
많았으며, Lalvin W15 균주로 발효된 복분자주가 12.29
mg/l 로 제일 적었다. Montrachet 균주로 발효된 RCB
발효주의 아미노산 총량은 90.55 mg/l 로 RCM 발효주
의 16.54 mg/l 보다 약 5.5배 많았다. 시스틴과 이소루
신은 RCM 발효주 중에서는 검출되지 않았고, RCB 발
효주에서의 함량은 2.97 mg/l 와 0.34 mg/l 이었다. 알
라닌, 아스파르트산, 세린의 함량은 RCM 발효주에서
보다 RCB 발효주에서 약 14~20배 정도 많았으나, 프
롤린 함량은 RCB 발효주가 RCM 발효주보다 비교적
적거나 조금 많았지만 그다지 차이가 크지 않았다.

참고문헌

1. Korea alcohol Liquor Industry association. Alcohol
Beverage News, March, p.11. 2001
2. 원색한국식물도감. 교학사. 1998. <http://www.bok-bunja.net/junmenu.html>. 2006. 7. 1 방문
3. Kim, MS. Phenolic compounds from the leaves of
Rubus coreanum. M.S. thesis, Chungang Univ., Ko-

rea. 1996

4. Bang, GC., Tannins from the fruits of *Rubus coreanum*. M.S. thesis, Chungang Univ., Korea. 1996
5. Chou, WH, Oinaka, T, Kanamaru, F, Mizutani, K, Chen, FH and Tanaka, O. Diterpene glycoside from leaves of chinese *Rubus chingii* and fruits of *R. suavis-mus* and identification of the source plant of the chinese folk medicine "fu-pen-zi." *Chem. Pharm. Bull.* 35:3021-3024. 1987
6. Hattori, M, Kuo, KP, Shu, YZ, Tezuka, Y, Kikuchi, T and Namba, TA. Triterpenes from the fruits of *Rubus chingii*. *Phytochemistry*. 27:3975-3976. 1988
7. Lee, YA and Lee, MW. Tannins from *Rubus coreanum*. *Korean J. Pharmacogn.* 26:27-30. 1995
8. Lee, MW. Phenolic compounds from the leaves of *Rubus coreanum*. *Yakhak Hoeji* 39:200-204. 1995
9. Kim, MS, Pang, GS and Lee, MW. Flavonoids from the leaves of *Rubus coreanum*. *Yakhak Hoeji* 41:1-6. 1997
10. Pang, GC, Kim, MS and Lee, MW. Hydrolyzable tannins from the fruits of *Rubus coreanum*. *Korean J. Pharmacogn.* 27:366-370. 1996
11. Lehtonen, P. Determination of amines and amino acids in wine-A Review. *Am. J. Enol. Vitic.* 47(2): 127-133. 1996
12. Jiranek, V, Langridge, P and Henschke, A. Amino acid and ammonium utilization by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts from a chemically defined medium. *Am. J. Enol. Vitic.* 46(1):75-83. 1995
13. Ough, CS and Stashak, RM. Further studies on proline concentration in grape and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 25:7-12. 1974
14. William H. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. pp.183-191. 1970
15. 국세청 기술연구소 주류 분석 규정. 12-5 과실주 주정분. 국세청훈령 제1248호. 1996
16. Amerine, MA and Ough, CS. Methods for analysis of musts and wines. A Wiley-Interscience Publication. 48-52. 1979
17. Dinsmoor, WA. Chemistry of wine making. *J. Am. Che. Soc.* 96:94-96. 1974

(2006년 10월 12일 접수; 2006년 12월 15일 채택)