

Characteristics of Alcohol Fermentation in Citrus Hydrolysate by Different Kinds of Sugar

Chan-Woo Park¹, Seung-Mi Woo¹, Se-Young Jang¹, In-Wook Choi², Sang-il Lee³
and Yong-Jin Jeong^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Keimyung University Daegu 704-701, Korea and KMF Co, Ltd, Daegu 704-801, Korea

²Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

³Department of Food, Nutrition & Cookery, Keimyung College University, Daegu 704-703, Korea

첨가당의 종류에 따른 감귤 가수분해물의 알코올발효 특성

박찬우¹ · 우승미¹ · 장세영¹ · 최인욱² · 이상일³ · 정용진^{1*}
¹계명대학교 식품가공학과 및 (주)KMF, ²한국식품연구원,
³계명문화대학 식품영양조리학부

Abstract

This study investigated the alcohol fermentation characteristics of citrus hydrolysate by adding various sugars(sucrose, honey, fructose and fructooligosaccharide). As a result, the alcohol content was shown to be similar among all the sugars. Fructose, glucose, sucrose and maltose were detected as a major free sugar. In particular, the contents of fructose and glucose were shown to be higher in sucrose addition, lactic, citric and malic acids were detected as major organic acids of citrus wine. When the sensory characteristics of citrus wines were compared, flavor was shown to have a sensory score of 5.1 in sucrose addition, showing the most preference. However, no significant difference in preference was found among the sugars. Color, taste and overall acceptability were shown to have the most preference in sucrose addition, and then in honey, fructose, and fructooligosaccharide in order. Therefore, a further study on the improvement of quality and sensory preference using aging process and complex sugars is required.

Key words : citrus, hydrolysate, alcohol fermentation, wine, sugar

서 론

감귤은 Citrus속 과일로 독특한 풍미와 색깔 그리고 유기산과 vitamin C 및 vitamin E가 풍부하다. 우리나라에서는 전체 과실 중 30%를 감귤류가 차지하고 있으며 그 중 20~25%가 가공용으로 소비되고 있다(1). 그러나 감귤은 한정된 계절에 생산되어, 보존 및 가공에 있어 현실적으로 많은 문제점이 있는 것으로 지적되어 왔으며(2), 장기 저장이 어려운 감귤의 소비 확대를 위해서는 저장 및 가공기술의 개발이 필요한 실정이다. 현재 감귤은 감귤 농축액, 음료, 잼, 차, 식초, 요구르트 등의 가공품이 일부 생산되고 있으나

(3-5) 대부분이 생과로 이용되고 있어, 물량조절기능과 비규격품을 이용한 감귤의 제주도 특산품으로서의 새로운 가공품 개발이 절실히 요구된다.

과실주는 과일의 당이 미생물의 작용에 의해 알코올을 생산하는 과정을 통해 만들어진 발효음료로, 과일 특유의 향과 색이 다양한 음식에 잘 어울려 최근 소비량이 증가하고 있는 추세이다(6). 특히 포도 와인의 flavonoid들이 심장 질환으로 인한 사망률을 낮추는데 기여하는 것이 알려지면서(6,7), 와인에 대한 관심과 소비가 증가되고 있다. 감귤류에는 다양한 flavonoid가 존재하며 현재까지 약 60여종 이상의 구조가 밝혀져 있으며, 항산화 작용(8-11), 고지혈증 억제작용(12,13), 충치예방효과(14)와 naringin의 항균효과(15), hesperidin의 혈압강화 효과(16) 등이 보고되었다. Lee

*Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-5557

등(17)은 감귤을 효소로 가수분해 하면 flavonoid 조성 및 기능적 특성이 향상된다고 보고한 바 있어 효소로 가수분해 시킨 감귤 가수분해물을 이용하면 기능성이 차별화 된 와인의 개발이 가능할 것으로 기대된다. 하지만 감귤의 방향성 분인 정유는 효모의 생육을 저해하고 펙틴, 섬유질 등 고분자 물질은 혼탁의 원인으로 과실주 제조에 장애 요인이 되고 있다(18). 국내산 과실을 이용한 알코올발효 및 주류제조에 관한 연구는 다양하게 이루어지고 있으나(6,7,18) 감귤 알코올발효에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구진은 전보(19)에서 감귤 가수분해물을 이용한 감귤와인 개발을 위하여 감귤와인용 효모를 선별하였으며, 초기산도 및 초기당도에 따른 알코올발효 조건에 관하여 보고하였다. 그러나 감귤은 일반 와인과 비슷한 12%의 알코올 함량을 위하여 발효과정에서 보당이 필요하며 이에 따른 발효특성에 관한 연구가 요구되었다.

본 연구에서는 감귤 가수분해물을 이용한 품질이 향상된 감귤와인을 개발하기 위하여 첨가 당의 종류에 따른 감귤 가수분해물의 알코올발효 특성을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 감귤은 제주특별자치도 서귀포시에서 2010년 수확된 감귤(*Citrus aurantium var*)을 할인마트에서 구입하여 사용하였다. 보당에 사용된 설탕, 포도당 및 과당은 (주)삼양제넥스(Samyang Genex Co, Ltd, Seoul, Korea), 프락토올리고당(CJ Cheiljedang, Co, Seoul, Korea)은 대구 지역 할인마트, 꿀은 성주지역 농가에서 양봉한 아카시아 꿀을 구입하여 실온에 보관하면서 사용하였다. 감귤 알코올발효에 사용된 효모 *Saccharomyces bayanus* EC-1118 (Lalvin, Lallemand, Inc, Montreal, Canada) 및 보산용 혼합산(acid blend)은 와인킷 코리아(Wine Kit Korea Co, Ltd, Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였으며, 가수분해를 위한 효소제는 cellulase (80,000 unit/g, Nippon Chemical Industrial Co, Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하였다(19).

Starter 및 주모 배양

Starter는 *S. bayanus* EC-1118을 YPD 배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, pH 6.0)에 0.02% (w/v) 접종한 후 30°C 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Bucheon, Korea)에서 24시간 배양하여 사용하였다. 감귤을 마쇄하여 착즙한 후 200% (v/w) 가수하여 설탕으로 10°Brix로 보당하였다. 121°C에서 15분 동안 멸균한 후 starter를 5% (v/v) 접종하여 항온배양기에서 30°C, 24시간 배양하여 주모로 사용하였다.

감귤 가수분해물 제조

감귤 가수분해물은 Jang 등(19)의 방법으로 감귤 전과를 마쇄하고 정제수로 200% (v/w)를 가수한 후 cellulase를 0.5% (w/v) 첨가하여 50°C 진탕배양기(HB 205SWM, Hanbaek Scientific Co, Bucheon, Korea)에서 100 rpm으로 1시간 동안 가수분해 시켜 제조하였다.

당 종류에 따른 감귤 가수분해물의 알코올발효

감귤 전과로 제조한 감귤 가수분해물에 설탕, 꿀, 과당, 및 프락토올리고당으로 24°Brix가 되도록 각각 보당한 후 혼합산(acid blend)을 이용하여 초기산도를 0.2%로 조절하여 starter 5% (v/v)를 접종하여 30°C 항온배양기에서 6일 동안 알코올 발효시켰다. 발효 종료 후 부직포로 여과한 다음 13,000 rpm으로 5분 동안 원심분리 시킨 상등액을 분석시료로 사용하였다.

알코올 함량 및 당도

알코올 함량은 시료 100 mL를 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정된 후 Gay Luccac Table을 이용하여 15°C로 보정하여 측정하였다(20). 당도는 시료를 0.45 µm membrane filter로 여과한 다음 digital refractometer (PR-101, ATAGO Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

적정산도 및 pH

적정산도는 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 citric acid (%)로 환산하였고, pH는 pH meter (Metrohm 691, Metrohm, UK Ltd, Herisau, Switzerland)로 측정하였다.

유리당 및 유기산

유리당 및 유기산은 알코올발효액을 Sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시키고 0.45 µm membrane filter로 여과하여 High Performance Liquid Chromatography (HPLC, Waters 1515, Waters Co, Milford, MA, USA)로 분석하였다(21). 이때 유리당 분석 column은 carbohydrate analysis column (4.6×250 mm, Waters Co), mobile phase는 75% acetonitrile (JTbaker Co, Phillipsburg, NJ, USA)을 사용하였고 flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL, detector는 RI (Waters 2414, M410 RI, Waters Co) detector를 사용하였다. 유기산 분석 column은 AtlantisTM dC₁₈ (3.9×150 mm, Waters Co), mobile phase는 20 mM NaH₂PO₄ (pH 2.7)를 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL, detector는 UV detector (210 nm)를 사용하였다.

관능검사

당 종류를 달리하여 제조한 감귤와인 4종의 관능적 특성을 조사하였다. 훈련된 20 및 40대 성인 각 15명의 관능요원을 선발하여 반복된 랜덤화 완전 블록 계획(replicated

randomized complete block design)에 따라 색, 향, 맛 및 전반적 기호도를 7점 평점법으로 평가하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 3회 반복하여 실험군당 평균과 표준편차로 나타내었으며, 관능검사 결과는 SAS (Statistical Analysis System) 통계 프로그램(22)을 이용하여 각각 일원 배치분산분석(One-way ANOVA Test)을 하고 Duncan's multiple range test (DMRT)로 평균간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

알코올 함량 및 당도

감귤의 알코올발효에 적합한 당을 조사하기 위하여 감귤 가수분해물에 각각 24 °Brix로 보당하여 알코올발효 특성을 조사한 결과는 Fig. 1 및 2와 같다. 알코올 함량은 꿀

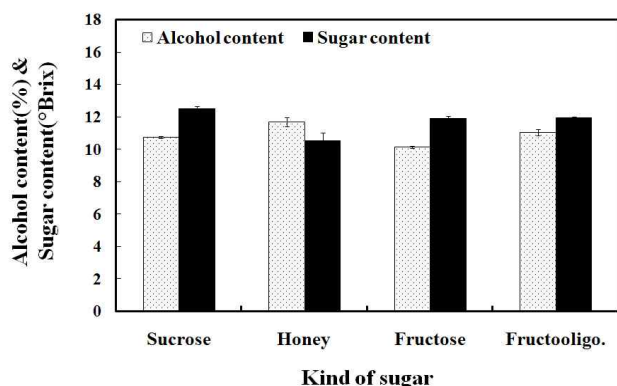


Fig. 1. Alcohol and sugar contents of citrus wine by different kind of sugar.

Values are mean ± SD (n=3).

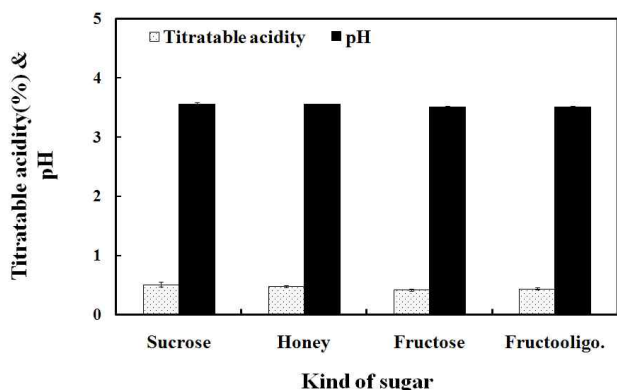


Fig. 2. Titratable acidity and pH of citrus wine by different kind of sugar.

Values are mean ± SD (n=3).

보당구에서 11.70%로 가장 높았고 프락토올리고당 보당구 11.05%, 설탕 보당구 10.75%, 과당 보당구 10.15% 순이었다. 이는 Woo 등(23)의 연구에서 효모의 당 이용성이 glucose, fructose, mannose순으로 나타난 것과 비교할 때 포도당의 이용성이 과당보다 높은 것은 같은 경향이었다. 본 실험에서 사용된 균주 *S. bayanus* EC-1118의 탄소원 이용성은 꿀에서 가장 높고, 그 다음으로 프락토올리고당>설탕>과당으로 나타났다. 발효 후 당 함량은 설탕 보당구에서 12.50 °Brix로 가장 높았다. 적정산도는 프락토올리고당 보당구에서 0.42%로 가장 낮았으나 다른 보당구에서도 약 0.47%로 나타나 비슷한 수치를 나타내었다(Fig. 2). pH는 3.51~3.55 범위로 당 종류에 따른 큰 차이를 보이지 않았으며, 밀감양조주의 알코올발효 특성을 조사한 Roh 등(24)의 보고에서 pH가 3.0~3.7이었다는 결과와 비슷한 경향이었다. Iverson(25)에 따르면 포도주의 경우 pH가 3.6 이상이면 잡균이 발생할 가능성이 높고, 반대로 pH가 3.2 이하이면 지나치게 신맛이 난다고 보고하여 감귤 발효주의 pH는 3.51~3.55로 잡균 발생 가능성이 적을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 4종의 보당 종류에 따른 감귤 알코올발효액의 품질특성 비교에서는 큰 차이를 보이지 않았으며 향후 숙성과정에서 소비와 기호도를 고려한 선택이 필요하여 유리당, 유기산 및 관능적 특성에 관한 연구가 요구되었다.

유리당 함량

당 종류에 따른 감귤 가수분해물 알코올발효액의 유리당 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 주요 유리당으로는 fructose, glucose, sucrose 및 maltose가 검출되었으며, 설탕 보당구의 경우 다른 당에 비해 fructose 및 glucose의 함량이 높았다. 이는 sucrose의 가수분해에 의해 전환된 것으로 판단된다. 꿀 보당구는 다른 당에 비해 maltose의 함량이 1,930 mg%로 가장 높았다. 과당 보당구는 fructose 함량이 가장 높았으며, glucose, maltose, sucrose 순으로 나타났다. 프락토올리고당 보당구는 fructose의 함량이 2,899 mg%로 가장 높았다. 이는 당 종류에 따라 유리당 조성 및 함량에 차이가 있는 것으로 보인다. 또한 감귤을 이용한 알코올발효에서 전반적인 유리당 함량은 fructose, glucose, sucrose순으로

Table 1. Free sugar content of citrus wine by different kind of sugar

Samples	Free sugar content(mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Sucrose	5,656±20 ¹⁾	2,232±12	133±2	236±7
Honey	1,621±11	268±8	51±4	1,930±17
Fructose	4,677±15	1,122±8	53±6	578±11
Fructo-oligosaccharide	2,899±16	761±4	310±8	234±9

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

높은 경향을 보였으며, 이러한 결과는 꾀감주(26)와 복분자주(27) 알코올발효 과정 중 이화학적 특성 변화에 관한 연구에서 효모의 당 이용성이 sucrose, glucose, fructose순인 것으로 보고된 내용과 유사한 결과를 나타내었다.

유기산 함량

당 종류에 따른 감귤 가수분해물 알코올발효액의 유기산 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 유기산 중 lactic acid는 499~671 mg%, citric acid는 136~153 mg%, malic acid는 48~54 mg%로 검출되었고, oxalic, tartaric, acetic 및 succinic acid는 검출되지 않았다. 제주도산 감귤 발효주의 주된 유기산은 citric 및 malic acid였으며, 그 외 oxalic, lactic 및 succinic acid도 소량 존재하였다는 Koh 등(28)의 보고와 일부 유사하였으나 감귤품종, 수확시기, 재배환경 등에 따라서 유기산 조성 및 함량에 차이가 있는 것으로 생각된다. 와인 제조에서 citric acid와 malic acid는 맛에 중요한 성분으로 citric acid는 와인의 향에 신선함을 증가시키고, malic acid는 와인에 상큼한 신맛을 주지만 많은 양이 존재 할 경우 풋내를 증가시키기도 한다(29). 또한 와인의 경우 알코올 발효 후 말로락틱 발효가 진행되면서 malic 및 lactic acid는 상호보완적으로 감소 또는 증가되는 현상이 발생되어서 자극적인 신맛이 줄어들고 부드러운 신맛과 바디감이 형성되기 때문에 와인의 숙성·저장 중 유기산 변화에 관한 연구는 지속적 관찰이 요구되었다.

Table 2. Organic acid content of citrus wine by different kind of sugar

Samples	Organic acid content (mg%)						
	Oxalic acid	Tartaric acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid
Sucrose	N.D. ¹⁾	N.D.	54±5 ²⁾	671±2	N.D.	153±1	N.D.
Honey	N.D.	N.D.	48±1	499±6	N.D.	139±3	N.D.
Fructose	N.D.	N.D.	54±3	661±3	N.D.	143±3	N.D.
Fructo-oligosaccharide	N.D.	N.D.	52±3	643±1	N.D.	136±4	N.D.

¹⁾Not detected

²⁾Values are mean ± SD (n=3).

관능적 품질특성

당 종류에 따른 감귤 가수분해물 알코올발효액의 관능적 기호도를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 색(color)에서는 설탕 보당구가 5.8로 가장 높았고 꿀, 과당, 프락토올리고당 보당 순으로 높게 나타났다. 향(flavor)에서는 설탕 보당구가 5.1로 가장 높았고 과당 및 프락토올리고당 보당구에서 4.8, 꿀 보당구에서 4.2로 나타났으나 시료들간의 유의적인 차이는 없었다. 설탕 보당구는 최종 알코올 함량이 낮고 부드러운 향을 나타내기 때문에 가장 선호하는 것으로 생각되며 꿀 보당구는 단백질이 함유되어 가수분해 과정에서

열에 따른 불쾌취가 향 점수에 있어 낮은 기호도의 원인인 것으로 생각된다(30). 맛(taste)은 설탕 보당구에서 5.3으로 가장 높았고 꿀 및 과당 보당구에서 각각 5.0 및 4.6으로 낮았으나 시료들간의 유의적인 차이는 없었다. 또한 프락토올리고당 보당구에서는 3.7로 가장 낮은 기호도를 보였다. 전반적 기호도에서는 모든 시료들간의 유의적인 차이를 보여 설탕 보당구에서 5.7로 가장 높았고 꿀 보당구가 5.0, 과당 보당구가 4.4, 프락토올리고당 보당구가 3.9로 가장 낮았으며, 특히 과당 및 프락토올리고당 보당구에서는 평균이하의 점수로 평가되어 기호적으로 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 관능검사에 참여한 20 및 40대 관능요원 대부분이 저알코올 및 단맛을 선호하는 것으로 생각된다. 또한 설탕 이외에 꿀이 알코올발효 및 관능적 특성에서도 적합한 것으로 나타나 향후 다양한 당을 활용하여 품질개선 및 관능적 기호도를 향상시킬 수 있는 알코올발효 조건에 관한 연구가 요구되었다.

Table 3. Sensory evaluation of citrus wine by different kind of sugar

Samples	Attributes ¹⁾			
	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
Sucrose	5.8±0.1 ^{ad2)}	5.1±0.3 ^a	5.3±0.5 ^a	5.7±0.4 ^a
Honey	5.3±0.4 ^b	4.2±0.5 ^a	5.0±0.5 ^a	5.0±0.5 ^{ab}
Fructose	5.0±0.1 ^b	4.8±0.3 ^a	4.6±0.3 ^a	4.4±0.1 ^{bc}
Fructo-oligosaccharide	4.4±0.2 ^c	4.8±0.1 ^a	3.7±0.2 ^b	3.9±0.2 ^c

^{abc)}Values with different superscripts indicate significant difference from each other(p<0.05).

¹⁾Attributes is represented 7-point hedonic scale

²⁾Values are mean ± SD (n=3).

요 약

본 연구에서는 감귤 가수분해물에 각각의 당(설탕, 꿀, 과당, 프락토올리고당)으로 보당하여 알코올발효 특성을 조사하였다. 그 결과, 알코올 함량은 모든 보당구에서 큰 차이가 없었다. 주요 유리당으로는 fructose, glucose, sucrose 및 maltose가 검출되었다. 특히 설탕 보당구에서 fructose 및 glucose 함량이 높게 나타났다. 감귤와인의 주요 유기산은 lactic, citric 및 malic acid로 총 3종이 검출되었다. 관능적 기호특성을 비교한 결과, 향은 설탕 보당구에서 5.1로 가장 높은 기호특성을 보였으나 시료들간의 유의적인 차이는 없었다. 색, 맛 및 전반적 기호도는 설탕 보당구에서 가장 높은 기호특성을 보였고 꿀, 과당, 프락토올리고당 순이었다. 따라서 향후 숙성과정 및 복합당을 활용한 품질 및 관능적 기호도 향상에 관한 연구가 요구되었다.

참고문헌

1. Lee HY, Seog HM, Nam, YJ, Chung DH (1987) Physico-chemical properties of korean mandarin (*Citrus reticula*) orange juice. Korean J Food Sci Technol, 19, 338-345
2. Moon SW, Kang SH, Jin YJ, Park JG, Lee YD, Lee YK, Park DB, Kim SJ (2004) Fermentation of *Citrus unshiu* marc. and functional characteristics of the fermented products. Korean J Food Sci Technol, 36, 669-676
3. Choi KH, Jeong JS, Moon CH, Kim ML (2004) Effect of carbon source supplement on the gel production from citrus juice by *Gluconacetobacter hansenii* TL-2C. J Korean Soc Food Sci Nutr, 33, 170-175
4. Chung SK, Kim SH, Choi YH, Song EY, Kim SH (2000) Status of citrus fruit production and view of utilization in Cheju. Food Industry Nutr, 5, 42-52
5. Hwang OS, Park HJ, Chun HK, Chang CM (1990) A study on the manufacturing of vinegar from fallen apples. Res Rept RDA 32, 40-47
6. Jeong MR, Cha JD, Yun SI, Han JH, Lee YE (2005) Manufacturing of wine with Korean figs(*Ficus carica* L.) and quality improvement by adding fig leaves. J East Asian Soc Dietary Life, 15, 112-118
7. Fang F, Li JM, Pan QH, Huang WD (2007) Determination of red wine flavonoids by HPLC and effect of aging. Food Chem, 101, 428-433
8. Jeong WS, Park SW, Chung SK (1997) The antioxidative activity of korean *Citrus unshiu* peels. Foods Biotechnol, 6, 292-296
9. Kim HJ, Bae KH, Lee HJ, Eun JB, Kim MK (1999) Effects of hesperidin extracted from tangerine peel on Cd and lipid metabolism, and antioxidative capacity in rats. Korean J Nutr, 32, 137-149
10. Anagnostopoulou MA, Kefalas P, Papageorgiou VP, Assimopoulou AN, Boskou D (2006) Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). Food Chem, 94, 19-25
11. Mokbel MS, Hashinaga F (2006) Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis* Osbeck) fruit tissues. Food Chem, 94, 529-534
12. Kurowska EM, Borradaile NM, Spence JD, Carroll KK (2000) Hypocholester-olemic effects of dietary citrus juice in rabbits. Nutr Res, 20, 121-129
13. Kim BK, Cha JY, Cho YS (1999) Effects of citrus flavonoid, hesperidin and naringin on lipid metabolism in HepG2 cells. Korean J Life Sci, 9, 382-388
14. Lip M, Uyeda M, Iwanami T, Nakagawa Y (1984) Flavonoid as a possible preventive of dental carries. Agric Biol Chem, 48, 2143-2145
15. Han SS, You IJ (1988) Studies on antimicrobial activities and safety of natural naringin in Korea. Korean J Mycol, 16, 33-40
16. Son HS, Kim HS, Kwon TB, Ju JS (1992) Isolation, purification and hypotensive effect of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 21, 136-142
17. Park YH (1975) Studies on the grape variety and selection of yeast strain for wine-making in Korea. J Korean Soc Appl Biol Chem, 18, 219-227
18. Kim GC (1969) Study on the peach wine and peach brandy. Bull Chungbuk University, 17, 51-57
19. Jang SY, Woo SM, Park CW, Choi IW, Jeong YJ (2010) Characteristics of alcohol fermentation of citrus fruit hydrolysates. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1236-1241
20. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. (2008) National Tax Service Technical Service Institute, Korean, p 62-66
21. Shin JS, Jeong YJ (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
22. SAS (1998) SAS User's Guide Statistics, 3th ed, Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA
23. Woo KY, Lee SH (1994) A study on wine-making with dried persimmon produced in Korea. Korean J Food Sci Technol, 26, 204-212
24. Roh HI, Chang EH, Joeng ST, Jahng KY (2008) Characteristics of fermentation and wine quality. Korean J Food Preserv, 15, 317-324
25. Iverson J (2000) Home wine making step by step: A guide to fermenting wine grapes. 3rd ed. Stonemark publishing Co, Medford, Massachusetts, p 115-125
26. Woo KL, Lee SH (1994) A study on wine-making with dried persimmon produced in Korea. Korean J Food Sci Technol, 26, 204-212
27. Choi HS, Kim MK, Park HS, Shin DH (2005) Changes in physicochemical characteristics of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 37, 574-578
28. Koh JS, Koh NK, Kang SS (1989) Citrus wine-making from mandarin orange produced in Cheju Island. J Korean Agric Chem Soc, 32, 416-423
29. Park WM, Park HG, Rhee SJ, Kang KI, Lee CH, Yoon

KE (2004) Properties of wine from domestic grape, *vitis labrusca* cultivar. 'campbell's early', fermented by carbonic maceration vinification process. Korean J Food Sci Technol, 36, 773-778

30. Rhim JW, Kim DH, Jung ST (1997) Production of fermented honey wine. Korean J Food Sci Technol, 29, 337-342

(접수 2011년 3월 21일 수정 2011년 8월 18일 채택 2011년 8월 26일)