

품종에 따른 오디와 오디발효주의 특성

김혜련 · 권영희¹ · 김현복² · 안병학*

한국식품연구원 전통식품연구본부, ¹한국기능식품연구원 분석실, ²농업과학기술원 농업생물부

Characteristics of Mulberry Fruit and Wine with Varieties

Hye-Ryun Kim, Young-Hee Kwon¹, Hyun-Bok Kim², and Byung-Hak Ahn*

Traditional Food Research Division, Korea Food Research Institute

¹Analysis Division, Korea Health Supplement Institute

²Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology

Received March 7, 2006; Accepted July 20, 2006

Various varieties of mulberry fruit and wines were investigated to determine their chemical properties and fermentation characteristics. Mulberry wines were manufactured with ‘Cheongnosang’, ‘Cheonhyunosang’, ‘Deokcheonsang’, ‘Hwachosipmunja’, ‘Hwanyoupdaceyoup’, ‘Jasan’, ‘Mansaengbaeckpinosang’, ‘Palcheongsipyung’, ‘Sabangso’ and ‘Susungppong’. The factors for wine fermentation and quality such as soluble solids, polyphenol and organic acids were analyzed. The contents of soluble solid, reducing sugar and polyphenol, which were affected significantly by each other, were higher for ‘Hwanyoupdaceyoup’, ‘Jasan’ and ‘Palcheongsipyung’ mulberry than other varieties. Organic acids such as citric, malic, succinic and acetic acid were detected in the mulberry fruits. ‘Palcheongsipyung’ mulberry fruit had a higher content of soluble solids (14.6°Brix) and polyphenol compounds (2.15 mg/ml). After fermentation, ‘Palcheongsipyung’ mulberry wine showed the lowest acetic acid in 3.23 mg/ml and the highest citric acid in 12.3 mg/ml. From these results, ‘Palcheongsipyung’ mulberry fruit was the most suitable for the fermentation of mulberry wine.

Key words: mulberry fruit, wine, variety, fermentation, organic acids

서 론

오디(桑椹子)는 뽕나무 열매로서 한방에서 상심(桑椹), 상실(桑實), 오심(烏椹), 흑심(黑椹) 등으로 지칭되며, 뽕나무과(Moraceae) 뽕나무속(Morous)의 성숙한 과실이다. 오디(불국상 품종)는 주요 색소인 anthocyanin이 170.47 mg/100 g으로 포도 48.57 mg/100 g, 사과 7.07 mg/100 g에 비해 현저히 많고¹⁾, 맛 성분인 유리당으로서 glucose와 fructose를 다량 지니고 있다²⁾.

뽕나무 종류에 따른 오디의 연구로는 뽕나무 계통별 오디의 유리당 조성 및 함량³⁾, 뽕나무 품종별 오디의 화학적 특성⁴⁾, 몇 가지 뽕 품종에 따른 오디의 형태 및 화학적 성분의 특성⁵⁾, 양잠용 뽕 품종인 “수원뽕”의稔性 및 오디의果實的 特性⁶⁾ 등이 있고 뽕나무 오디 과실 가공에 관한 연구는 고의서에 기록된 약효를 근거로 기능성 식품개발 차원에서 관심의 대상이 되어 오디를 이용한 가공식품 개발²⁾, 뽕나무 품종별 오디가공품의 관능적 특성⁷⁾ 이외의 발표된 자료가 거의 없으며 특히 과실발효에 관한 자료는 청일뽕 단일품종을 이용한 오디 와인 제

조 및 품질특성⁸⁾의 보고가 있을 뿐이다. 따라서 양잠산업의 부산물로서의 뽕나무 오디열매가 아닌 오디의 영양성분과 특성을 이용한 가공식품을 활용하여 농가의 부가소득원을 창출하기 위한 일환으로 오디발효주에 관한 연구 수행이 절실히 요구된다.

오디가 갖고 있는 고유의 강한 색상과 향은 당의 첨가에 의해 희석되지 않기 때문에 발효주 생산을 위한 과실로서 적당하며 특성 있는 술로서 개발이 가능하다. 2006년 현재 우리나라에 유전자원으로 보존 중인 뽕나무는 620계통이며, 품종에 따라 오디가 결실되는데 원숙오디의 수확시기에 따라 조숙종(6월 5~10일), 중숙종(6월 15~25일), 만숙종(6월 25일 이후)으로 분류된다. 과실의 당도와 과실 평균중량이 품종에 따라 다양하고 과육의 색과 관능적 특성도 다르기 때문에 오디발효주 제조를 위한 품종별 발효 특성 검토가 필수적이다.

따라서 본 연구는 품종에 따른 오디 과실의 특성과 함께 각각의 과실을 이용하여 오디발효주를 제조함으로써 저장 중 anthocyanin 등 생리활성물질이 감소되어 그 활성이 경감할 우려가 있는 생과오디를 발효과정을 거침으로써 생리활성물질(anthocyanin: 산성에 안정됨)을 안정화시켜 심혈관질환자들에게 유리하게 생산·공급함으로써 국민보건증진 및 농가소득향상을 목적으로 본 연구를 실시하게 되었다.

*Corresponding author
Phone: 82-31-780-9102; Fax: 82-31-709-9876
E-mail: bhahn@kfri.re.kr

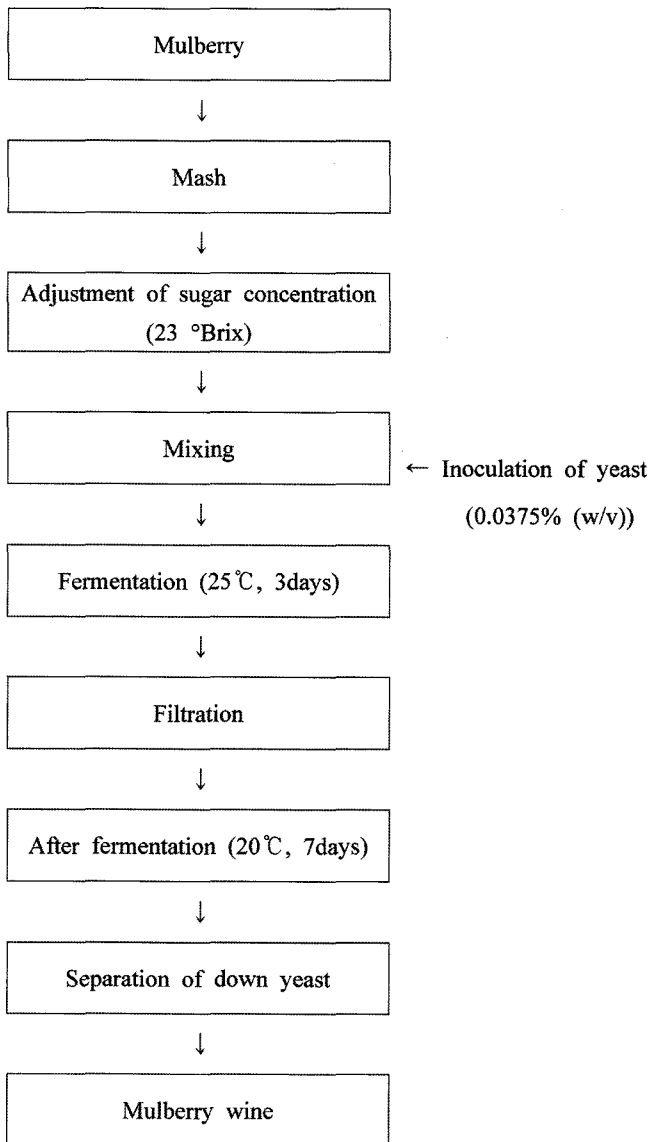


Fig. 1. Procedure for manufacturing of mulberry wine.

재료 및 방법

재료. 품종이 다른 10종의 오디는 농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부에서 분양 받아 사용하였고, 활성 건조 효모는 Pasteur Red(Activated dry wine yeast, Universal Food Corporation, Wisconsin, USA)를 사용하였으며 설탕은 (주)CJ의 백설탕을 사용하였다.

오디 발효주 제조. 오디발효주의 제조공정은 Fig. 1에 표시한 바와 같다. 이물질을 제거하고 세척하여 냉동상태로 되어있는 오디를 해동하여 발효주 제조에 사용하였다.

이화학적 분석. 알코올 함량은 시료 100 ml에 증류수 30 ml을 가하여 증류액이 70 ml이 되도록 증류한 다음, 증류수를 가하여 100 ml로 정용하여 주정계로 측정된 다음 주정분 온도 환산표를 이용하여 15°C에서의 주정분을 알코올 함량으로 하였다⁹⁾. 원숙 오디를 착즙하여 얻은 과즙과 오디 발효주의 당도는 hand refractometer(ATAGO, Japan)로 측정하였으며 °Brix로 표

Table 1. HPLC conditions for organic acids of mulberry wine

Items	Conditions
Instrument	Jasco UV-975 UV/VIS detector
Column	Aminex HPX-87H (300 mm × 7.8 mm)
Oven temperature	35°C
Mobile phase	0.01 N H ₂ SO ₄
Flow rate	0.6 ml/min
Injection volume	20 μl
UV wave length	210 nm

시하였고 pH는 pH meter(Orion Model EA 940, USA)를 이용하여 측정하였다. 환원당 함량은 Dinitrosalicylic acid Method¹⁰⁾에 따라 UV/VIS spectrophotometer(Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, USA)을 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질 glucose(Sigma, USA)를 농도별로 제조하여 정량하였다.

Polyphenol 함량은 Singleton & Rossi법에 따라 오디 과즙과 발효주를 0.45 μm syringe filter(HAtype, XPERTEK, USA)로 여과하여 시료 0.5 ml에 0.2 N Folin-Ciocalteu's Phenol Reagent 2.5 ml을 가한 후, saturated sodium carbonate 2 ml를 첨가한 뒤, 2시간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다¹¹⁾. 색도는 색차계(Hunter Lab Color QUEST II, USA)를 이용하여 Hunter scale에 의해 L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 나타내었다.

유기산 분석. 유기산 함량은 시료 1 ml을 Bio-Rex 5 resin (100-200 mesh chloride form, Bio-rad, USA)에 증류수와 함께 통과시켜 당을 제거한 뒤 20% sulfuric acid 2 ml에 의해 유리된 산을 증류수 10 ml을 이용하여 얻은 후, 0.45 μm syringe filter로 여과하여 Aminex HPX-87H(Bio-rad, California, USA) column을 사용하여 HPLC(Jasco UV-975 UV/VIS detector, Tokyo, Japan)로 분석하였고¹²⁾ 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

통계처리. 실험 결과는 SAS(Statistical Analysis Systems) for Windows 7.2를 이용하여 분석하였고, Fisher's least significant difference(LSD) test($\alpha = 0.05$)로 오디품종간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

품종별 오디의 특성. 품종에 따른 원숙 오디의 품질특성은 Table 2에 나타내었다. 50개 오디의 평균 단과중(單果重)은 '천현노상'과 '수성뽕'이 3.10, 3.05 g으로 가장 높게 나타나 Park 등⁶⁾이 보고한 3.06 g의 '청일뽕'과 유사하였으며 대과형 계통(단과중 3.0 g 이상)에 속하였고 '덕천상'과 '환엽대엽'이 1.13 g으로 가장 낮게 나타나 Lee 등⁵⁾이 보고한 1.25 g의 '대륙뽕'과 유사하였고 '사방소'와 '청노상'은 1.95 g으로 중간 수준을 나타내었다.

원숙 오디의 당도는 '환엽대엽'이 15.9°Brix로 가장 높았고 이는 Park 등⁶⁾이 높은 당도로서 우수한 오디라고 밝힌 '수원뽕'(15.6°Brix)과 비슷한 수준이었으나 Lee 등⁵⁾이 보고한 '국상 20호', 'Cataneo' 오디의 당도 18.0, 19.4°Brix 보다는 낮았다. '자

Table 2. Chemical content in ten varieties of mulberry fruit

Variety	Single fruit wt. (g)	Soluble solid (Brix %)		pH	Reducing sugar* (g/100g fruit)	Polyphenol* (mg/100g fruit)	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾
		After harvesting	After thawing						
Cheongnosang	1.95	13.0	9.6	5.52	3.31±0.30 ^e	100.5±4.50 ^f	1.24	0.11	-0.18
Cheonhyunnosang	3.10	12.9	11.6	5.27	4.48±0.63 ^b	126.0±3.00 ^e	2.24	2.96	0.07
Deokcheonsang	1.13	13.2	11.2	5.78	4.44±0.34 ^b	114.0±4.05 ^e	1.49	0.95	-0.08
Hwachosipmunja	2.16	14.7	5.8	4.73	0.51±0.07 ^e	120.8±12.0 ^{cd}	1.06	-0.25	0.03
Hwanyoupaeyoup	1.13	15.9	15.0	5.91	5.09±0.22 ^a	138.0±9.05 ^b	1.06	-0.22	-0.01
Jasan	1.39	15.8	12.4	5.48	5.02±0.12 ^a	156.0±10.0 ^a	4.97	0.58	-0.28
Mansaengbaeckpinosang	2.55	12.0	6.0	5.67	3.46±0.17 ^c	88.5±2.70 ^g	2.68	1.50	0.66
Palcheongsipyung	1.83	14.6	12.6	4.83	4.99±0.19 ^a	161.3±11.75 ^a	1.24	0.32	-0.27
Sabangso	1.95	10.7	6.4	4.59	1.95±0.09 ^d	125.3±8.75 ^c	1.47	0.49	-0.23
Susungppong	3.05	10.4	7.6	4.13	3.10±0.20 ^c	116.3±13.05 ^{de}	1.37	0.77	0.00

*Mean±SD with the same letter in a row is not significantly different at $p < 0.05$ level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

¹⁾Lightness

²⁾Redness

³⁾Yellowness

산', '팔청시평' 오디는 각각 15.8, 14.6°Brix로 타 품종에 비해 높은 당도를 나타냈으며, '사방소', '수성뽕' 오디는 가장 낮은 당도 함량을 나타냈으나 모두 10°Brix 이상이였다.

Kim 등³⁾에 의하면 일반적으로 뽕나무 오디의 과실적 특성 분석에 있어 당도분석을 실시하게 되는데, 굴절당도계를 이용하여 오디즙 또는 오디즙의 상등액에 대하여 측정된 값을 읽음으로써 품종간 또는 계통간 단맛의 정도를 가늠하는 척도로 사용해 왔으나 당도는 기상환경, 재배조건, 채취시기 및 채취부위 등에 영향을 받는다고 하였다. 따라서 엄밀한 의미에서 당도는 가용성 고형물에 대한 굴절률을 나타낸 것이며, 실제 과실류의 단맛을 결정하는 인자는 주로 sucrose, glucose, fructose, maltose 및 polysaccharides 등에 의해 결정되는 유리당 함량이라고 지적하였다.

품종에 따른 환원당 분석에서 '환엽대엽', '자산' 그리고 '팔청시평'이 5.09~4.99 g/100 g fruit으로 Jung 등⁸⁾이 보고한 '청일뽕' 4.55(% wet basis) 보다 높은 함량을 나타내었고 세 품종 간에는 서로 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, '덕천상', '천현노상', '만생백피노상'은 4.44, 4.48, 3.46 g/100 g fruit을 보였고 나머지 4종류의 오디는 3.31 g/100 g fruit 이하로 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$).

포도주의 건강기능성 물질로 알려진 폴리페놀은 오디에도 풍부하여 '자산'과 '팔청시평' 오디가 156 mg/100 g fruit이상으로 가장 높게 나타났고 두 품종 간 유의적 차이는 없었으며 '청노상', '만생백피노상'이 100.5, 88.5 mg/100 g fruit으로 유의적으로 가장 낮았고($p < 0.05$) 그 외의 품종은 114~138 mg/100 g fruit의 함량을 보여 기능성이 있는 오디발효주로 제조할 가능성을 볼 수 있었다.

오디 발효주 제조 시 외관상 가장 중요시되는 오디 즙액의 색도는 L값이 1.06~4.97, a값이 -0.25~2.96, b값이 -0.28~0.66 범위에 있어 Lee 등³⁾이 보고한 L값과는 '자산' 오디를 제외하고는 모두 낮았으며 적색도와 황색도는 유사한 범위에 속했다. 본 연구에서는 '자산' 품종 오디의 명도가 4.97로 가장 높았고 다음으로 '만생백피노상'과 '천현노상'이 2.68과 2.24로 높았

며, 적색도는 '천현노상'이 2.96으로 가장 높았고 황색도는 '만생백피노상'이 0.66으로 가장 높게 나타났다.

오디의 유기산 함량. 품종별 오디에 함유되어 있는 공통 유기산으로는 citric, malic, succinic 그리고 acetic acid가 검출되었으며(Table 3), Lee 등⁵⁾의 보고와는 달리 acetic acid가 추가된 것이다. 과즙에 많이 함유되어 있는 citric acid는 '수성뽕', '화조십문자', '사방소' 그리고 '팔청시평' 오디에서 0.55~0.81 g/100 g fruit의 높은 함량을 보였고 수성뽕이 나머지 세 품종보다 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), '환엽대엽', '덕천상' 그리고 '만생백피노상' 오디는 0.13 g/100 g fruit으로 유의적으로 가장 적은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). Malic acid는 모든 품종에서 0.15~0.31 g/100 g fruit의 유사한 함량을 보였으며 특히 citric acid 함량이 가장 적었던 '환엽대엽'과 '덕천상' 오디에서 0.31 g/100 g fruit의 가장 높은 값을 나타냈고, succinic acid는 '환엽대엽', '청노상', '화조십문자' 그리고 '덕천상' 오디에서만 0.23 g/100 g fruit 이상의 값을 보였고 나머지 품종에서는 모두 0.07 g/100 g fruit 이하의 함량을 보였고 품종 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 유기산 중 자극성의 취기와 신맛을 갖는 acetic acid는 '환엽대엽', '자산', '덕천상' 그리고 '청노상' 품종에서 0.70 g/100 g fruit 이상의 높은 함량을 보였고 '수성뽕'이 0.21 g/100 g fruit으로 유의적으로 가장 적게 나타났다($p < 0.05$). Total 유기산 함량은 acetic acid 함량이 많은 '환엽대엽'과 '자산' 품종이 유의적으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$).

품종별 오디 발효주의 특성. 품종을 달리하여 제조한 오디 발효주의 특성은 Table 4와 같다. 수확 직후 모든 오디품종의 당도는 10°Brix 이상이였으나 -20°C로 냉동하였다가 실온에서 해동한 오디의 당도는 모두 감소하게 나타났다. 이는 냉동과 해동 과정을 거치는 동안 오디표면의 수분이 흡입되어 당도가 낮아진 것으로 판단되고 그 정도차이는 앞으로 수행되어야 할 문제이다. 포도주는 초기당도가 20°Brix 이상이 되어야 알코올 농도 11% 이상의 포도주를 제조할 수 있다.¹²⁾ 오디 발효주는 오디 자체의 당도만으로는 알코올 함량 10% 이상의 발효주를 제조하기 어려워 부족한 당의 보충이 필요하다. 따라서 설탕을 첨

Table 3. Organic acid content in ten varieties of mulberry fruit

(unit: g/100g fruit)

Variety	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Acetic acid	Total acid
Cheongnosang	0.22 ± 0.03 ^d	0.26 ± 0.05 ^{bc}	0.36 ± 0.08 ^a	0.70 ± 0.10 ^d	1.53 ± 0.20 ^{bc}
Cheonhyunnosang	0.35 ± 0.05 ^c	0.21 ± 0.04 ^d	0.06 ± 0.04 ^c	0.41 ± 0.06 ^{ef}	1.03 ± 0.19 ^e
Deokcheonsang	0.11 ± 0.03 ^c	0.31 ± 0.08 ^a	0.23 ± 0.03 ^b	0.83 ± 0.12 ^c	1.48 ± 0.25 ^{cd}
Hwachosipmunja	0.61 ± 0.09 ^b	0.16 ± 0.04 ^c	0.32 ± 0.05 ^a	0.36 ± 0.06 ^f	1.45 ± 0.23 ^d
Hwanyoupdacyou	0.07 ± 0.03 ^e	0.31 ± 0.01 ^a	0.33 ± 0.03 ^a	1.07 ± 0.12 ^a	1.77 ± 0.18 ^a
Jasan	0.32 ± 0.07 ^c	0.29 ± 0.08 ^{ab}	0.07 ± 0.02 ^c	0.92 ± 0.12 ^b	1.61 ± 0.24 ^b
Mansaengbaeckpinosang	0.13 ± 0.04 ^e	0.15 ± 0.04 ^e	0.06 ± 0.01 ^c	0.46 ± 0.11 ^c	0.79 ± 0.19 ^h
Palcheongsipyung	0.55 ± 0.14 ^b	0.23 ± 0.04 ^{cd}	0.07 ± 0.01 ^c	0.46 ± 0.05 ^e	1.31 ± 0.21 ^{ef}
Sabangso	0.56 ± 0.11 ^b	0.26 ± 0.05 ^{bc}	0.06 ± 0.04 ^c	0.39 ± 0.09 ^f	1.27 ± 0.28 ^f
Susungppong	0.81 ± 0.10 ^a	0.26 ± 0.02 ^{bc}	0.05 ± 0.02 ^c	0.21 ± 0.02 ^g	1.33 ± 0.15 ^e

Mean ± SD with the same letter in a row is not significantly different at $p < 0.05$ level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

Table 4. Chemical content in mulberry wine from different varieties

Variety	Sucrose consumption (%)	Alcohol content (%)	Soluble solid (Brix %)	pH	Reducing sugar* (mg/ml)	Polyphenol* (mg/ml)	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾
Cheongnosang	16.1	10.5	6.4	4.65	2.50 ± 0.20 ^b	1.52 ± 0.04 ^{ef}	1.43	0.66	-0.16
Cheonhyunnosang	13.7	10.8	6.0	4.55	2.70 ± 0.10 ^{ab}	1.45 ± 0.13 ^f	1.92	2.15	0.03
Deokcheonsang	14.2	10.7	6.4	4.51	2.10 ± 0.17 ^c	1.28 ± 0.16 ^g	1.96	2.33	0.07
Hwachosipmunja	20.6	10.2	6.4	4.43	2.97 ± 0.12 ^a	1.95 ± 0.08 ^b	1.13	-0.15	0.05
Hwanyoupdacyou	9.6	0.4	6.6	4.73	2.60 ± 0.26 ^b	1.64 ± 0.05 ^d	1.42	0.61	-0.27
Jasan	12.7	11.0	5.8	5.22	2.10 ± 0.10 ^c	2.58 ± 0.13 ^a	2.31	-0.23	-0.18
Mansaengbaeckpinosang	20.4	10.7	6.0	4.43	2.50 ± 0.26 ^b	1.81 ± 0.10 ^c	1.39	0.36	-0.29
Palcheongsipyung	12.5	10.6	6.4	4.30	2.50 ± 0.10 ^b	1.87 ± 0.08 ^{bc}	1.10	-0.14	-0.04
Sabangso	19.9	10.8	6.0	4.18	2.10 ± 0.10 ^c	1.62 ± 0.13 ^{de}	1.54	1.19	-0.16
Susungppong	18.5	10.4	6.4	3.86	2.70 ± 0.36 ^{ab}	1.59 ± 0.08 ^{de}	1.16	3.79	0.62

*Mean ± SD with the same letter in a row is not significantly different at $p < 0.05$ level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

¹⁾Lightness

²⁾Redness

³⁾Yellowness

가하여 당도를 23°Brix까지 올렸으며 설탕 소비량은 원료 오디 자체의 당도에 따라 차이가 크게 나타나 당도가 15.9°Brix로 가장 높았던 '환연대엽'의 설탕 소비량이 원료오디 무게에 대해 9.6%(w/w)로 가장 적었고 발효주 제조당시 당도가 5.8°Brix로 가장 낮았던 '화조심문자'가 20.6%(w/w)로 가장 많았다.

발효가 끝난 오디 발효주에서의 당도는 5.8~6.6°Brix로 그 차이가 미미하여 모든 발효가 정상적으로 일정하게 진행되었음을 알 수 있었고 알코올 함량도 10.2~11.0%로 비슷한 수준을 보였으며, Jung 등⁸⁾이 보고한 당 종류가 알코올 발효에 미치는 영향에서 꿀이나 포도당(Alc, 9.5~10.4%)보다 설탕(Alc, 10.6, 11.0%)이 높게 나온 사실과 일치하였으며 Kim 등¹³⁾이 보고한 포도주에서는 포도당(Alc, 12%)이 가장 높은 것으로 보고되었다. 오디 발효주의 pH는 '자산'이 5.22로 가장 높았고 '수성뽕'이 3.86으로 가장 낮았으며 나머지 오디 발효주에서는 모두 4.18~4.73으로 비슷한 수준을 나타냈다.

환연당이라고 불리며 C₆(H₂O)₆로 표시되는 glucose와 fructose는 알코올 발효 시 효모에 의하여 이용되고 남은 잔당의 양을 측정하여 발효 정도를 판가름 하는 것대로 쓰이며 품종을 달리한 오디 발효주에서는 알코올 함량이 높은 '자산', '사방소' 품종 오디 발효주의 환연당 함량이 2.1 mg/ml로 유의적으로 가장 낮게 나타났고($p < 0.05$) 전체적으로는 2.5~3.0 mg/ml 수준을 보였다.

페놀화합물은 포도 품종, 양조 기술, 발효 온도, 착즙의 정도 등에 큰 영향을 받고 포도주의 건강 기능성 물질로 알려져 있다¹⁴⁾. 본 연구에서 나타난 오디 발효주의 폴리페놀 함량은 '자산' 오디를 이용한 발효주가 2.58 mg/ml로 유의적으로 가장 높게 나타나($p < 0.05$) Bac 등¹⁵⁾이 보고한 *Saccharomyces cerevisiae*로 발효한 포도주의 총 페놀함량 1.34~1.64 mg/ml 보다 높았으며 나머지 품종의 오디 발효주는 비슷한 수준이었고 '덕천상' 오디 발효주만이 1.28 mg/ml로 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$).

색도는 와인 품질평가의 중요 항목 중 하나로 폴리페놀 함량, 미생물 활성 등에 영향을 받는다¹⁶⁾. Bae 등¹⁵⁾의 보고에 나타난 포도주에서 페놀함량과 색도의 상관관계는 명도와 황색도는 총 페놀함량과 음의 상관관계를, 적색도는 양의 상관관계를 보였으나 포도주보다 월등히 색이 검붉은 오디 발효주에서는 이러한 상관관계를 찾을 수 없었으며 명도, 적색도, 황색도의 범위 또한 1.10~2.31, -0.23~3.79, -0.29~0.62로 현저히 낮게 나타났다. 본 연구에서는 '자산' 오디 발효주의 명도가 가장 높았으며 '수성뽕' 오디 발효주의 적색도와 황색도가 가장 높게 나타났다.

오디 발효주의 유기산 함량. 오디 품종을 달리하여 제조한 발효주의 유기산 함량을 Table 5에 나타내었다. Volatile acid로서

Table 5. Organic acid content in mulberry wine from different varieties

(unit: mg/ml)

Variety	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Acetic acid	Total acid
Cheongnosang	7.99 ± 0.12 ^{ef}	4.89 ± 0.08 ^d	1.19 ± 0.09 ^{bc}	9.98 ± 0.18 ^c	24.05 ± 0.31 ^c
Cheonhyunnosang	8.49 ± 0.13 ^d	4.47 ± 0.10 ^e	0.97 ± 0.11 ^{de}	5.15 ± 0.13 ^f	19.08 ± 0.20 ^g
Deokcheonsang	8.02 ± 0.11 ^e	5.26 ± 0.08 ^c	1.25 ± 0.14 ^b	8.90 ± 0.15 ^d	23.43 ± 0.25 ^d
Hwachosipmunja	12.20 ± 0.11 ^b	4.48 ± 0.13 ^e	1.04 ± 0.12 ^{cd}	3.67 ± 0.13 ^g	21.39 ± 0.09 ^e
Hwanyoupdayeoup	7.93 ± 0.13 ^{ef}	6.15 ± 0.10 ^a	1.33 ± 0.17 ^b	12.40 ± 0.21 ^b	27.81 ± 0.26 ^b
Jasan	7.27 ± 0.12 ^g	5.72 ± 0.08 ^b	1.71 ± 0.07 ^a	14.20 ± 0.22 ^a	28.90 ± 0.19 ^a
Mansaengbaeckpinosang	7.75 ± 0.13 ^f	4.07 ± 0.18 ^f	1.17 ± 0.09 ^a	5.84 ± 0.13 ^e	18.83 ± 0.40 ^g
Palcheongsipyung	12.30 ± 0.20 ^b	3.70 ± 0.13 ^g	0.78 ± 0.06 ^f	3.23 ± 0.09 ^h	20.01 ± 0.36 ^f
Sabangso	10.60 ± 0.10 ^c	3.89 ± 0.12 ^{fg}	0.80 ± 0.09 ^{ef}	2.39 ± 0.11 ⁱ	17.68 ± 0.07 ^h
Susungppong	13.30 ± 0.15 ^a	3.45 ± 0.12 ^h	0.82 ± 0.06 ^{ef}	2.53 ± 0.06 ⁱ	20.10 ± 0.04 ^f

Mean ± SD with the same letter in a row is not significantly different at $p < 0.05$ level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

자극적인 신향을 내는 acetic acid는 ‘자산’, ‘환엽대엽’ 오디를 이용한 발효주에서 각각 14.2, 12.4 mg/ml로 월등히 높아 유의적으로 차이가 있었으며($p < 0.05$) 그 밖의 품종에서는 9.98 mg/ml 이하의 함량을 나타내어 Park 등⁶⁾이 보고한 포도주에서의 acetic acid 함량과 유사하였고 ‘사방소’ 오디 발효주가 2.39 mg/ml로 유의적으로 가장 낮은 함량으로 나타났다($p < 0.05$). Fixed acid인 citric, malic 그리고 succinic acid는 모든 품종에서 citric acid가 7.27~13.30 mg/ml로 월등히 높은 함량으로 나타났다 품종별 차이는 있었으나 malic acid의 2배 정도를 보였으며 succinic acid는 0.78~1.71 mg/ml로 미량 검출되었다. 이는 Choi 등¹⁷⁾이 보고한 복분자주에서 발효 18일의 citric acid (11~13 mg/ml) 함량과 유사하였으며 malic acid(1~3 mg/ml)는 약간 높은 값이다. Volatile acid와 fixed acid를 합한 total acid는 acetic acid 함량이 높은 ‘자산’, ‘환엽대엽’ 오디를 이용한 발효주에서 각각 28.90, 27.81 mg/ml로 유의적으로 가장 높게 나타나($p < 0.05$) 오디 자체의 품종에 따른 결과와 동일하게 나타났다.

초 록

품종이 다른 국내산 오디 10종의 품질특성을 분석하고 각각의 발효주를 제조하여 품종에 따른 오디발효주의 특성을 조사하였다. 품종별 완숙 오디의 평균 단과중(單果重)은 ‘천현노상’, ‘수성평’이 가장 높았고 당도는 품종 간에 큰 차이를 보였으나 모두 10°Brix 이상이였다. ‘환엽대엽’, ‘자산’ 및 ‘팔청시평’ 오디의 경우 당도, 환원당 및 폴리페놀 함량이 타 품종에 비해 높았으며, 당도, 환원당 및 폴리페놀 함량은 서로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 오디에 존재하는 유기산으로 citric, malic, succinic, acetic acid가 검출되었다. 품종에 따른 오디 발효주 제조 시 당도가 가장 높은 ‘환엽대엽’의 설탕 소비량이 원료 무게에 대해 9.6%(w/w)로 가장 적었다. 오디발효주의 알코올 함량, 환원당 함량 및 폴리페놀 함량은 각각 10.2~11%, 2.1~3.0 mg/ml, 1.28~1.95 mg/ml 수준이었으며, 원료 오디에 비해 명도는 감소한 반면 적색도는 증가하였으며 황색도는 일정하였다. 오디 발효주의 유기산 함량은 사용 원료인 품종에 따라 각각 다르게 나타났는데, ‘팔청시평’ 등 6종의 발효주에서는 citric acid의 함량이 가장 높았고, 4종의 발효주에서는 acetic acid의

함량이 가장 높았다.

본 연구에서 사용한 10가지 품종 원료 오디 중 ‘팔청시평’은 당도가 12.6°Brix로 높아 발효주 제조 시 설탕 소비량이 비교적 적으며, 기능성 성분인 폴리페놀 함량이 161.3 mg/100 g fruit으로 높다. 또한 발효주의 맛에 중요한 영향을 미치는 인자인 유기산 함량의 경우 자극적이고 강한 신미를 가지는 acetic acid 함량이 적고, 일반적으로 과실에 많이 함유되어 있으면서 감칠맛을 내는 citric acid가 acetic acid에 비해 4배 정도 많으므로 오디발효주 제조에 가장 적합한 것으로 판단되었다.

Key words: 오디, 오디발효주, 품종, 발효, 유기산

감사의 글

이 연구는 농림부 농림기술개발사업 연구의 일부로서 연구비 지원에 감사드립니다(2002-2003).

참고문헌

- Koh, G. C. (1994) In *Production and industrial technology in Mulberry fruits* (I). Rural Development Administration, Korea.
- Koh, G. C. (1995) In *Production and industrial technology in Mulberry fruits* (II). Rural Development Administration, Korea.
- Kim, H. B., Kim, S. L., Moon, J. Y. and Chang, S. J. (2003) Quantification and varietal variation of free sugars in mulberry fruits. *Korean J. Seric. Sci.* **45**, 80-84.
- Kim, H. B., Bang, H. S., Lee, H. W., Seuk, Y. S. and Sung, G. B. (1999) Chemical characteristics of mulberry syncarp. *Korean J. Seric. Sci.* **41**, 123-128.
- Lee, H. Y., Shin, D. H. and Lee, W. C. (1998) Morphological and chemical characteristics of mulberry (*morus*) fruit with varieties. *Korean J. Seric. Sci.* **40**, 1-7.
- Park, K. J., Sung, G. B. and Lee, Y. K. (2002) The fertility and the characteristics of mulberry fruit on the suwonppong for silkworm rearing (*morus* spp.). *Korean J. Seric. Sci.* **44**, 19-21.
- Kim, H. B. and Ryu, K. S. (2000) Sensory characteristics of mulberry fruit jam and wine. *Korean J. Seric. Sci.* **42**, 73-77.
- Jung, G. T., Ju, I. O. and Choi, D. G. (2005) Quality characteristics and manufacture of mulberry wine. *Korean J. Food Preserv.* **12**, 90-94.

9. National Tax Service Technical Service Institute (1997) In *textbook of alcoholic beverage-making*, Seoul, Korea. pp. 365-367.
10. Gail Lorenz Miller(1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* **31**, 426-428.
11. Bruce W. Z., Kenneth C. F., Barry H. G. and Fred S. N. (1995) In *Wine analysis and production*. Chapman & Hall, New York, USA. pp. 455-458.
12. Bruce W. Z., Kenneth C. F., Barry H. G. and Fred S. N. (1995) In *Wine analysis and production*. Chapman & Hall, New York, USA. pp. 447-449.
13. Kim, J. S., Sim, J. Y. and Yook, C. (2001) Development of red wine using domestic grapes, Campbell Early. Part (I)-Characteristics of red wine fermentation using Campbell Early and different sugars. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 319-326.
14. Pietta P. G. (2000) Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.* **63**, 1035-1042.
15. Bae, I. Y., Lee, K. Y., Shin, M. S. and Lee, H. G. (2004) Development of red wine using *Monascus anka*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 744-748.
16. Park, W. M., Park, H. G., Rhee, S. J., Lee, C. H. and Yoon, K. E. (2002) Suitability of domestic grape, cultivar Campbell's Early, for production of red wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 590-596.
17. Choi, H. S., Kim, M. K., Park, H. S. and Shin, D. H. (2005) Changes in physicochemical characteristics of Bokbunja (*Rubus coreanus* Miq.) wine during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 574-578.