

오디 착즙액을 이용한 와인발효 특성

김강일¹ · 김미림^{1*}

대구한의대학교 한방식품조리영양학부

Characteristics of Wine Fermented from Mulberry Juice

Kang-il Kim¹ and Mi-Lim Kim^{1*}

¹Department of Faculty of Herbal Cuisine and Nutrition, Daegu Hanny University, Gyeongsan 712-715, Korea

Abstract

We sought to ferment wine from mulberry (*Morus alba*) juice. The soluble solid content was 9.5~14.5°brix on day 6 of fermentation, and gradually fell later; sugar was not further consumed when 3°brix was attained. Alcohol content rose dramatically on day 6 of fermentation, being 4.5% (v/v) at fermentation temperatures of 16C and 18C, 6.5% (v/v) at 20C, and 8.0% (v/v) at 25C, rising further to 10.5~11.5% (v/v) on day 48, at higher culture temperatures. Citric acid, malic acid, and oxalic acid were present in mulberries. The levels of both citric and oxalic acid fell after fermentation, whereas malic acid concentration increased. All of fructose, glucose, maltose, and sucrose were fermented. Electron-donating ability (EDA) was elevated to over 90% of the control value in mulberry juice diluted to 40% (v/v). SOD-like activities in juice and wine were 80.1% and 72.1% of the control value. Nitrite-scavenging abilities (NSAs) were 86.2% and 85.2% of control in undiluted juice and wine, respectively. Mulberry juice had an activation level higher than that of mulberry wine, but functionality neither rose nor fell after fermentation. Insensory evaluation, the overall wine score was better than average, at 5.00, demonstrating the commercial potential of mulberry wine.

Key words : *Morus alba*, mulberry, mulberry wine, alcohol fermentation

서 론

건강에 대한 관심 증가, 생활수준의 향상과 여성의 사회 진출, 저가의 와인 공급 등으로 와인의 대중화를 불러왔으며(1), 주류 선택권이 여성으로 바뀌면서 알코올 도수가 높은 주류보다 저 알코올 주류를 선호하는 것으로 변화하였다. 최근 와인전문점, 대형할인마트 등 와인 구입경로가 쉽고 다양해지면서 대중적인 술로 자리 잡을 수 있겠다(1-3). Jeon(1)의 와인소매점에서 주로 와인을 구매하는 소비자를 대상으로 와인 구매 및 음용 동기에 따른 세분집단별 와인선택속성과 행동의도에 관한 연구 보고에 의하면 38.8%가 월평균 1~2회 음용하며, 41.1%가 친구, 연인과 34.9%가 가족과 마신다고 조사되었다. 와인의 구매 및 음용 동기는 이벤트 요인으로 특별한 기념일 축하하기 위해, 선

물을 하기 위해, 고급스런 분위기를 위해, 건강 및 친목 요인으로서는 수면을 위해, 건강을 위해 마신다고 하였다. 와인 시장의 성장과 함께 성인병 예방에 효과가 있음이 밝혀지면서 단감(4), 오디(5,6), 머루(7), 살구(8), 배(9) 등 다양한 원료를 이용한 와인관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 와인의 발효과정에는 포도에 포함되어 있는 당을 분해하여 에탄올과 이산화탄소를 생산하는 주발효와 잔류당분을 이용하여 오크통이나 저장탱크에서 진행되는 유산균을 이용한 감산발효로 나눌 수 있다(10).

오디(*Morus alba*, Mulberry)는 뽕나무과(Moraceae) 뽕나무속(Morous)에 속하는 낙엽 활엽교목의 열매로 완숙오디는 다량의 과당과 포도당을 함유하고 있으며, 구연산, 사과산 등의 다양한 유기산을 지니고 있다(11). 당도는 13 °brix, 산도는 0.08% 정도로 좋은 식미감을 가지고 있으며, 다량의 안토시아닌 색소를 함유하고 있어 색깔도 우수하다(5). 동의보감에서의 오디는 성질은 차고 맛은 달며 독이 없으며, 소갈증을 낮게 하고 오장을 편안하게 한다. 또한, 오디를

*Corresponding author. E-mail : mlk8742@dhu.ac.kr,
Phone : 82-53-819-1493, Fax : 82-53-819-1272

오래 먹으면 백발이 검게 변하고 노화를 방지한다고 기록되어 있다(12). 현재 오디에 대한 기능성 연구로는 오디 추출물의 성분분석 및 생리활성에 관한 연구(13), 용매에 따른 병잎과 오디의 생리활성 효과(14), 오디즙 및 오디박 분말이 streptozotocin 유발 당뇨쥐의 혈당 및 혈청지질 강하와 적혈구 항산화 효소계에 미치는 영향(15), 오디 추출물의 신경세포 보호활성 및 항균활성(16), 오디로부터 분리한 페놀성 물질의 항산화 효과(17)에 대한 연구보고가 있으며, 오디 가공 연구로는 Kim 등의 오디 와인의 최적 발효조건 및 발효 특성(6)과 오디 분말을 이용한 젤리제조(18), 오디 분말차(19), 요구르트(20), 녹말오디다식(21), 오디과실주스 제조(22) 등이 보고되었다. 오디를 이용한 연구는 많으나 발효주에 관한 연구는 미비하다.

여름철에 생산되는 오디는 저장기술의 발달로 냉동보관 등의 방법으로 저장하였다가 판매하고 있으나 주로 생과로 판매될 뿐 상품성을 높이기 위한 가공화 노력이 부족하다. 따라서 본 연구는 오디를 이용하여 과실의 소비촉진과 함께 소득제고의 활로를 모색하기 위한 하나의 방편으로 오디와인을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

오디(*Morus alba*, Mulberry)는 2008년 생산된 청일 품종의 오디를 전라남도 선운산 농협에서 구입하여 blender (Waring, USA)를 이용하여 파쇄한 후 줄기 등을 제거하기 위해 여과포에 걸러 1 L씩 포장하여 -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다. 실험직전 실온에서 자연 해동시킨 후 사용하였으며, 설탕은 시판 백설탕(제일제당, 한국)을 사용하였다.

와인제조조건 설정

오디 과즙(이하 MBI로 약함)에 시판 백설탕을 첨가하여 22, 24 및 26 °brix로 조정하여 5일 간격으로 25일간 발효특성을 조사하면서 알콜발효에 적당한 당도를 조사하였다. 또한, 초기당도를 24 °brix로 조정하고 발효온도를 16, 18, 20 및 25°C로 달리하여 최적 발효온도를 조사하였다. 발효 경과일에 따른 pH, 산도, 당도 및 알콜함량의 변화를 6일 간격으로 54일간 조사하였다. 와인 발효 균주는 오디 과즙을 자연발효시킨 후 야생효모를 분리하여 사용하였다.

이화학적 성분분석

일반성분 분석

오디 시료를 일정하게 취하여 수분은 수분측정기(HA-300, Presia)로, 조지방은 Soxhlet 지방추출법, 조단백은 Kjeldahl법으로, 조회분은 직접회화법을 이용하여 측정하였다(23).

당도, pH, 산도 및 알콜함량 측정

발효액을 4°C 에서 원심분리(8,000 rpm \times 15 min)하여 균체를 제거한 후 이화학적 조사에 사용하였다. pH는 pH meter (HM-25R, Japan)로 측정하였으며, 총산 함량은 AOAC법(23)에 따라 삼각 flask에 배양액 10 mL를 취한 다음 bromothymol blue 2~3방울 넣어 0.1N NaOH로 중화 적정하였으며 소요된 NaOH의 양을 malic acid 농도(% w/v)로 환산하여 나타내었다. 가용성고형물은 휴대용 굴절당도계(ATC-1E, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알콜함량은 국제청기기술연구소 주류분석규정(24)에 따라 알콜발효액을 원심분리하여 균체를 제거한 후 상정액 100 mL를 증류하여 유액이 70 mL가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 증류액을 100 mL로 눈금까지 채운다음 15°C 에서 주정계(alcohol hydrometer)를 사용하여 측정하였다.

색도측정

색도는 Park 등(25)과 같이 오디 과즙과 25°C 에서 48시간 배양한 오디와인(이하 MBW으로 약함)을 색차계(3600D, Minolta, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정한 후 그 평균값을 Hunter 값(L: lightness, a: redness, b: yellowness)으로 나타내었다.

발효액의 유기산 및 유리당 함량 측정

유기산 정량

유기산 정량은 Park 등(25)과 같이 Gancedo와 Luh의 방법(26)에 따라 일정량의 시료를 균질화한 후 8,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 상정액을 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 음이온 교환수지 column (Amberlite IRA-400)에 흡착시킨 후 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거하고 sep-pak C₁₈ cartridge로 색소 및 단백질 성분을 제거한 후 이온크로마토그래피(IC) 분석용 시료로 사용하였다. 이온크로마토그래피(Metrohm IC)의 조건은 다음과 같다. Column은 metrosep organic acids (7.8 \times 250 mm)를 사용하였으며, mobile phase는 0.5 mM H₂SO₄와 10% acetone 혼합액을 사용하였으며, detector RI, flow rate 0.5 mL/min, injection volume은 20 μL 이었다. 표준시약은 Sigma Chemical Co. 제품의 acetic, citric, lactic, malic 및 succinic acid를 사용하였다.

유리당 정량

Park 등(25)과 같이 시료는 유기산 분석에 사용된 동일한 발효액을 사용하였으며, 유리당 정량은 Cristina와 Brandes의 방법(27)에 따라 행하였다. 검체 약 5 g을 50 mL 메스플라스크에 정밀히 달아 물 25 mL를 가하여 녹인 후 아세트니트릴로 50 mL까지 채우고 이를 0.45 μm membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 하였다. 그리고 fructose, glucose, maltose, sucrose, lactose의 표준품을 각각 100 mL용 메스플

라스크에 정밀히 달아 물 50 mL로 녹인 후 아세트니트릴로 100 mL까지 채운 후, 희석하여 표준용액으로 사용하였다. HPLC (Waters, USA)의 조건은 다음과 같다. Column은 (300 mm × 4 mm)을 사용하였으며, carbohydrate detector RI, mobile phase는 water : acetonitrile를 17 : 83 비율로 혼합한 액을 사용하였으며, flow rate 1.0 mL/min, injection volume 은 20 µL이었다.

DPPH에 대한 전자공여능 측정

Park 등(25)과 같이 시험용액의 전자공여능(Electron Donating Ability, EDA)은 1-1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH)를 사용한 Blois의 방법(28)을 변형하여 측정하였다. 시료는 MBJ 및 MBW를 1, 5, 10, 20 및 40%(v/v) 농도에서 조사하였다. 각 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH용액 1.0 mL를 넣고 혼합한 후 30분 동안 방치한 다음 분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, 전자공여능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였다.

$$\text{EDA}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{공시험의 흡광도}}\right) \times 100$$

SOD 유사 활성 측정

Park 등(25)과 같이 SOD 유사활성 측정은 Marklund와 Marklund의 방법(29)에 따라 분석하였다. MBJ 및 MBW를 5, 10, 25, 50 및 100%(v/v) 농도에서 조사하였다. 각 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer (50 mM tris[hydroxymethyl] amino-methane + 10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyrogarol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1N HCl 1 mL로 반응을 정지시키고, 반응액 중 산화된 pyrogarol의 양을 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 감소율(%)로 표시하였다.

$$\text{SOD-like activity}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{공시험의 흡광도}}\right) \times 100$$

아질산염 소거능 측정

Park 등(25)과 같이 아질산염 소거작용 측정은 Kato 등의 방법(30)에 준하였다. MBJ 및 MBW를 5, 10, 25, 50 및 100%(v/v) 농도에서 조사하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 2 mL에 각 시료 1 mL를 가하고, 0.2 M 구연산 완충액으로 반응용액의 pH를 각각 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 보정한 다음 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37 °C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1 mL를 취하여 2% 초산용액 2 mL와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent (1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1 : 1) 0.4 mL를 가한

후 혼합하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하고 아래식에 의하여 아질산염 소거율(%)을 구하였다. 대조군은 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였다.

$$\text{NSA}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{공시험의 흡광도}}\right) \times 100$$

관능검사

Park 등(25)과 같이 관능적 품질평가는 대구한의대학교 한방식품조리영양학부 대학원생 중 훈련된 20명(남자 10명, 여자 10명)을 선정하여 실험에 대한 이해와 평가기준 등을 숙지시킨 후 설문지를 사용하여 색, 향, 맛 및 밸런스에 대한 관능항목에 대하여 7점 척도법으로 평가하였다. 특성이 강할수록 높은 점수를 주었으며, 시료는 MBW를 8,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 균체를 제거하고 4°C 냉장고에 넣어 차게 만든 후 크기가 동일한 흰색컵에 30 mL씩 담아 관능검사원들에게 동시에 제공하였다.

통계처리

Park 등(25)과 같이 모든 데이터는 3회 이상 반복 측정된 후 평균과 표준편차로 나타내었으며, 평균간의 유의성 분석은 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중검증법으로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

오디의 일반성분 분석 결과 Table 1과 같이 수분 87.31%, 조회분 0.86%, 조단백 1.85%, 조지방 0.24%, 탄수화물 10.15%이었다. Kim 등(6)의 결과에서의 83.75% 보다 수분 함유량이 높았으나 조회분 0.97%, 조단백 1.95%, 조지방 0.22%는 비슷한 결과이었다. Jung 등(5)의 보고에서도 수분 85.7%, 조회분 0.8%, 조단백 2.1%, 조지방 0.2%, 탄수화물 11.2%로 비슷한 결과이었다. 일부 함량의 차이는 품종 및 시료 채취 부위 등에 의한 영향으로 판단된다.

Table 1. Proximate composition of mulberry fruit

Proximate composition	Mulberry
Moisture	87.31±1.45
Ash	0.86±0.02
Crude protein	1.85±0.03
Crude fat	0.24±0.02
Carbohydrate	9.74±1.44

초기당도에 따른 발효성상

오디과즙을 이용하여 발효에 적합한 최적당도를 조사한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. pH는 발효 전기간동안 서서히 낮아져 pH 3.6 부근까지 낮아졌다. 총산 함량은 증가하여 0.42~0.45, 알콜 함량은 22, 24, 26 °brix에서 각각 9.5, 10.5, 11.5%로 초기당도가 높을수록 알콜 함량이 높았다. 그러나 pH, 총산, 가용성 고형물 및 알콜 함량은 발효 전기간동안 유의적인 차이가 없어 Kim 등(6)의 결과를 참고하여 초기당도를 24 °brix로 선정하였다. Kim 등(6)은 24, 26, 28 및 30 °brix로 당도를 달리하여 26°C에서 8일간 발효한 오디와인의 pH는 4.35~4.40, 총산은 0.64~0.72%, 알콜 함량은 11.7~14.4%로 초기당도가 낮을수록 pH와 총산 함량, 알콜 함량이 낮았다. Kim 등(6)의 오디와인이 빠른 시간에 높은 알콜 생성 능력을 보였는데, 이는 알콜 생성능력이 확인된 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224로 발효 하였고, 본 실험에서는 발효에 사용한 오디과육에서 야생효모를 분리하여 사용하였기 때문에 알콜 생성량이 낮아 상당한 차이를 보인 것으로 보인다.

발효온도에 따른 발효성상

오디과즙을 이용하여 발효에 적합한 발효온도를 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. Jung 등(5)은 여러 종류의 당원 중 설탕이 맛과 향이 우수하고 알코올 생성에도 문제가 없다고 보고하여 본 실험에서도 설탕으로 초기당도를 24 °brix로 보당하여 실험하였다. pH는 0일째 4.57에서 발효 48일째 3.2~3.6으로 발효 전기간동안 지속적으로 감소하는 경향이였으며, 발효온도가 낮을수록 pH 감소폭이 낮았다. 발효온도가 높을수록 감소폭이 증가하였으며, pH가 16°C에서 발효하는 것보다 25°C에서 발효하는 것이 낮게 측정되었다. 총산 함량은 초기 0.19~0.20%에서 발효 48일째 0.40~0.53으로 증가하는 경향이였으며 이후에도 지속적으로 증가하였다. 온도가 높을수록 산도가 높았다. 가용성 고형물은 0일째 24 °brix에서 발효 6일째 9.5~14.5 °brix로 급격히 감소하였으며 이후에도 지속적으로 감소하였다. 발효 36일 이후에는 3 °brix 부근에서 더 이상의 당 소모 없이 일정하게 유지되는 것으로 보아 알콜 발효는 36일에서 정지되는 것으로 보인다. 발효 초기에는 발효온도에 따라 가용성 고형물 변화에 차이를 보였으나 발효 36일째는 거의 비슷한 수치를 보였다. 알콜 함량은 발효 6일째 가장 급격히 증가하여 16°C와 18°C는 4.5%, 20°C는 6.5%, 25°C는 8.0%로 배양온도가 높을수록 증가하였다. 이후에도 지속적으로 증가하여 48일째 10.5~11.5%로 측정되었다. Kim 등(6)에 의하면 15°C 발효의 경우 발효 초기 0.78%에서 발효 4일째 1.02%로 증가하였다가 발효 10일째 0.70%로 감소하였으며, 20, 26°C의 경우도 비슷한 경향을 보였다고 보고하였다. 그러나 본 결과에서는 발효기간이 훨씬 길지만 총산 함량은 Kim 등(6) 보다 낮은 0.40~0.53을 나타내 상당한 차이가

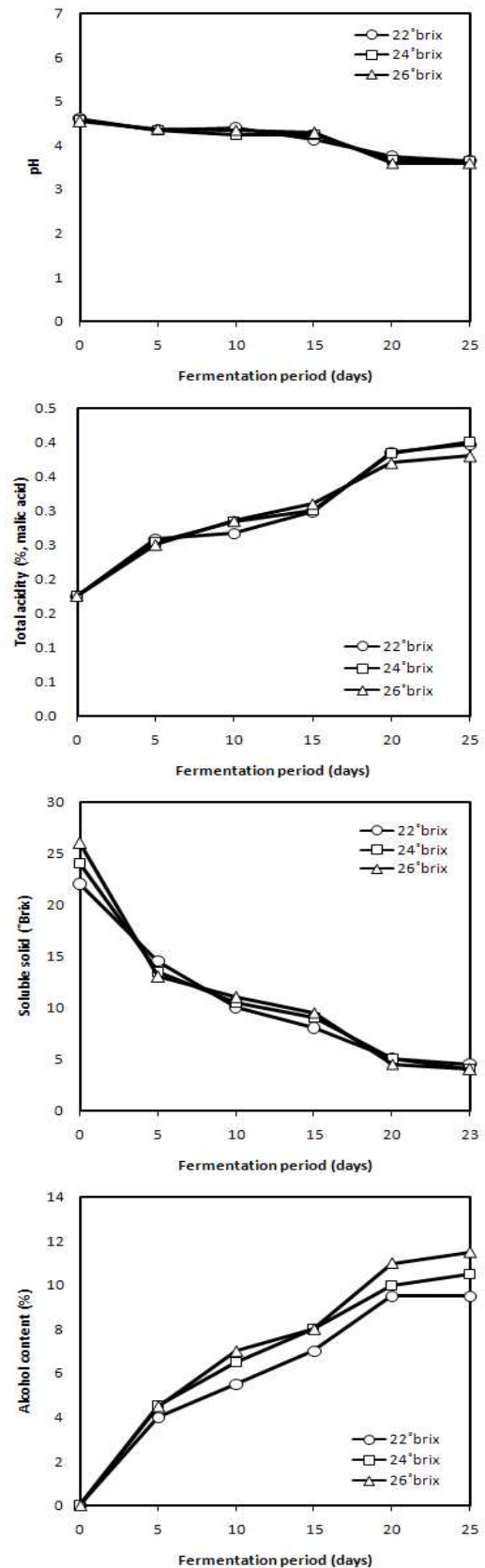


Fig. 1. Changes in quality characteristics (pH, acidity, soluble solid and alcohol content) of mulberry wine fermented by different initial sugar.

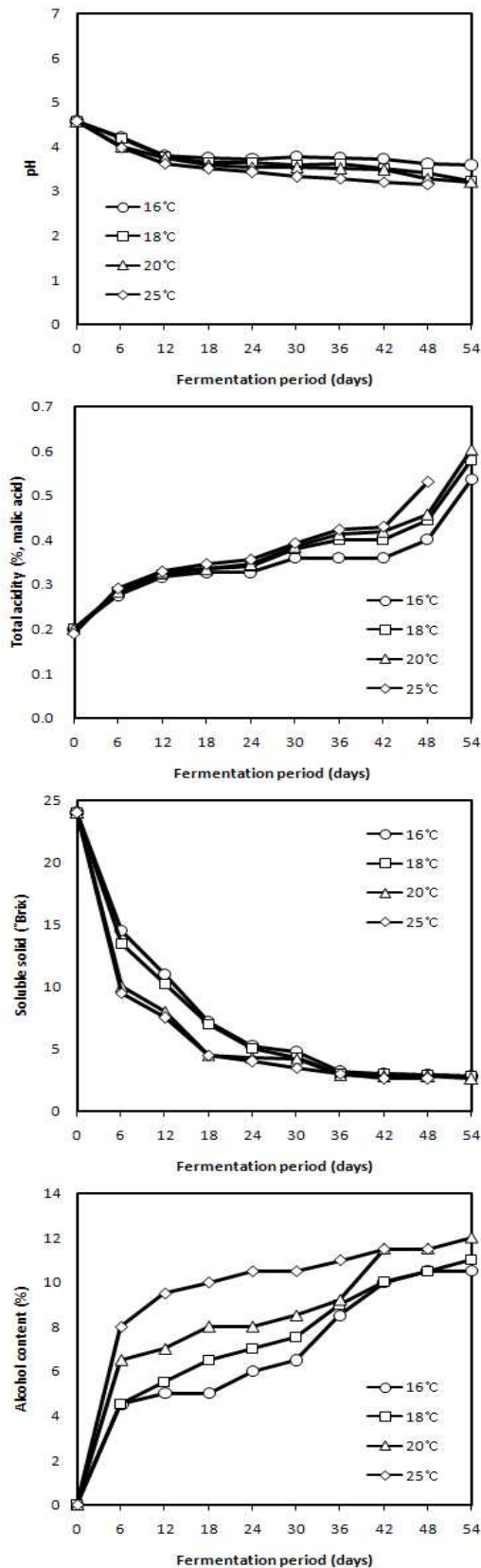


Fig. 2. Changes in quality characteristics (pH, acidity, soluble solid and alcohol content) of mulberry wine fermented by different temperature.

있었다. Song 등(9)의 배를 이용한 발효에서 알콜 함량은 9.9~12.8%로 높았으나 총산 함량이 0.36~0.49%로 발효기간에 차이가 있었으나 알콜 생성정도와 총산 함량은 본 결과와 비슷한 수준이었다.

색도측정

오디와인(MBW)의 색도를 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. MBW의 L값(명도)은 발효기간동안 큰 변화 없이 비슷한 경향이였으며, a값(적색도)은 발효 24일째 급격히 감소하였다. b값(황색도)은 완만하게 증가하였다.

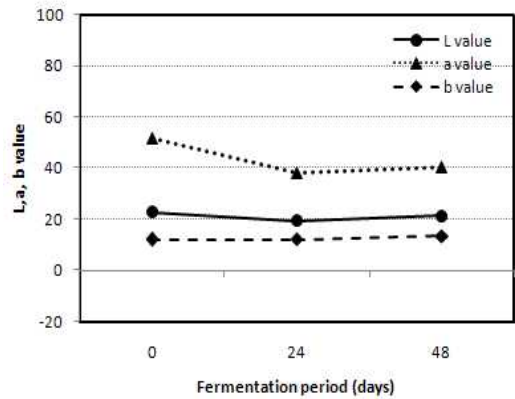


Fig. 3. Change in color of wine during fermentation

발효액의 유기산 및 유리당 함량

유기산 변화

유기산 분석에 사용된 시료는 발효특성 조사에 사용된 동일한 시료로 측정하였으며, 그 함량 변화는 Table 2와 같다. 발효 전 MBJ는 254.5 mg/mL에서 발효 후 MBW는 439.6 mg/mL로 약 1.7배 증가하였다. MBJ는 citric acid, malic acid, oxalic acid가 각각 75.8 mg/mL, 170.4 mg/mL 및 8.3 mg/mL 검출되었다. MBW도 citric acid, malic acid, oxalic acid가 검출되었으며, citric acid와 oxalic acid는 발효 후 57.1mg/mL, 3.3 mg/mL으로 감소하였으며, malic acid는 379.2 mg/mL로 증가하였다. Acetic acid와 succinic acid는 MBJ, MBW 모두 검출되지 않았다. Kim 등(6)과 Lee 등(31)은 citric acid, malic acid, succinic acid가 주요 산으로 검출되었으나, 본 결과에서는 succinic acid는 전혀 검출되지 않고

Table 2. Comparison of organic acids of before and after fermentation of mulberry juice

Sample	Organic acids (mg/mL, ×50 dilutions)					Total
	Oxalic	Citric	Malic	Succinic	Acetic	
MBJ ¹⁾	8.3	75.8	170.4	-	-	254.5
MBW ²⁾	3.3	57.1	379.2	-	-	439.6

¹⁾MBJ; mulberry juice, ²⁾MBW; mulberry wine

오히려 oxalic acid가 소량 검출되어 차이를 보였다. 그러나, Koh(31)는 citric acid, malic acid, oxalic acid가 검출되었다고 보고하여 함량에는 차이가 있었으나 검출 유기산의 종류는 같았다.

유리당 변화

발효액의 유리당 함량 분석 결과는 Table 3과 같다. 당의 종류로는 fructose, glucose, maltose, sucrose가 확인되었으며, 발효 전 과정에서 lactose는 검출되지 않았다. Kim 등(6)의 결과에서는 glucose와 fructose가 검출되고 sucrose는 검출되지 않았으며, Koh(32)는 fructose, glucose, sucrose, maltose가 검출되었으며, lactose도 극소량 검출되었다고 보고하여 보고된 연구결과들에 차이가 있었다. 발효 전 MBJ는 2860.3 mg/mL에서 발효 후 MBW는 796.5 mg/mL로 2063.8 mg/mL이 감소하였다. MBJ는 fructose, glucose, maltose, sucrose 순으로 각각 1640.8 mg/mL, 1000.5 mg/mL, 193.9 mg/mL 및 25.1 mg/mL이 검출되었으며, MBW는 fructose, glucose, sucrose, maltose 순으로 각각 741.6 mg, 29.6 mg, 15.8 mg/mL 및 9.5 mg/mL이 검출되었다. 오디 발효에서 가장 많이 이용된 당은 glucose와 maltose 이었다.

Table 3. Free sugar contents of before and after fermentation of mulberry juice

Sample	Free sugars (mg/mL, ×50 dilutions)					Total
	Fructose	Glucose	Maltose	Sucrose	Lactose	
MBJ ¹⁾	1640.8	1000.5	193.9	25.1	-	2860.3
MBW ²⁾	741.6	29.6	9.5	15.8	-	796.5

¹⁾MBJ; mulberry juice, ²⁾MBW; mulberry wine

DPPH를 이용한 전자공여능

MBJ 및 MBW의 전자공여능을 비교한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. MBJ와 MBW의 EDA는 1%(v/v) 농도에서 각각 36.2%, 33.6%, 5%(v/v) 농도에서는 65.1%, 63.23%, 10%(v/v) 농도에서는 84.2%, 72.1%, 20%(v/v) 농도에서는 92.3%, 85.7%, 40%(v/v) 농도에서는 96.2%, 91.2%로 MBJ는 20%, 40%(v/v) 농도에서, MBW는 40%(v/v) 농도에서 90% 이상의 높은 활성을 나타내었으며, MBW 보다 MBJ가 더 높은 활성을 나타내었다. Ju 등(14)에 의하면 오디 물 추출물이 77.3%, 50% 에탄올 추출물에서는 80.7%의 높은 결과를 제시하였으나, 본 실험의 MBJ 10%(v/v) 농도에서 84.2%는 Ju 등(14) 보다도 높은 결과이었다. 발효 후 활성이 증가하지는 않았으나, 활성도가 일정 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

SOD 유사활성

MBJ 및 MBW의 SOD 유사활성을 비교한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 100%(v/v) 농도에서 활성이 MBJ, MBW가

각각 80.1%, 72.1% 이었다. 50%(v/v) 농도에서는 각각 62.4%, 60.3%, 25%(v/v) 농도에서는 각각 40.2%, 35.6%, 10%(v/v) 농도에서는 26.2%, 20.1%, 5%(v/v) 농도에서는 19.0%, 10.2%를 나타내었다. Ju 등(14)은 오디의 물 추출물에서 27.1%의 낮은 활성을 보고하였는데 본 결과의 MBJ 10%(v/v) 농도에서와 비슷한 활성을 보였다. 발효 후 항산화능이 증가하지는 않았으나, 항산화능이 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

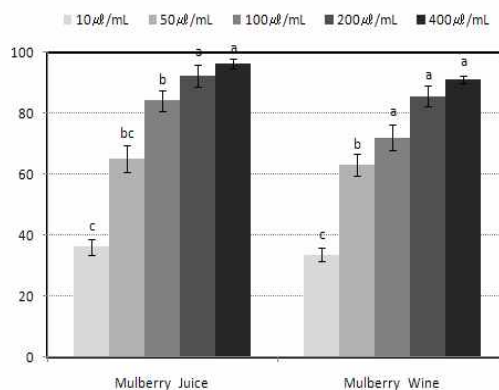


Fig. 4. Electron donating ability of mulberry juice(MBJ) and mulberry wine(MBW)

Mulberry wine and watermelon wine fermentation was performed for 48 days at 25°C. The values represent the mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters within same extract are significantly different at p<0.05.

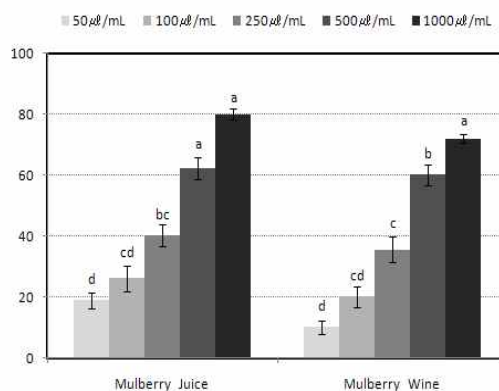


Fig. 5. SOD-like activity of mulberry juice(MBJ) and mulberry wine(MBW)

Mulberry wine and watermelon wine fermentation was performed for 48 days at 25°C. The values represent the mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters within same extract are significantly different at p<0.05.

아질산염 소거능

MBJ 및 MBW의 아질산염 소거능을 Fig. 6에 나타내었다. 100%(v/v) 농도에서 MBJ와 MBW가 비슷한 수준으로 가장 높은 소거능을 보였다. MBJ와 MBW는 5%(v/v) 농도에서는 각각 30.2%, 19.7%, 10%(v/v) 농도에서는 각각 53.6%, 43.2%, 25%(v/v) 농도에서는 각각 66.5%, 53.7%, 50%(v/v)

농도에서는 각각 80.2%, 70.2%, 100%(v/v) 농도에서는 각각 86.2%, 85.2%의 소거능을 보였다. MBJ는 50%(v/v) 농도 이상에서 80% 이상의 소거능을 보였으며, MBJ가 MBW보다 높은 소거능을 보여 발효한 액보다 발효전 액이 훨씬 높은 소거능을 보였다. 발효 후 아질산염 소거능이 증가하지는 않았으나, 아질산염 소거능이 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 발효기간이 48일로 길어서 활성도가 오히려 낮아진 것인지 일정간격으로 발효액을 회수하여 전자공여능, SOD 유사활성 및 아질산염 소거능 등의 기능성을 확인해 볼 필요가 있겠다.

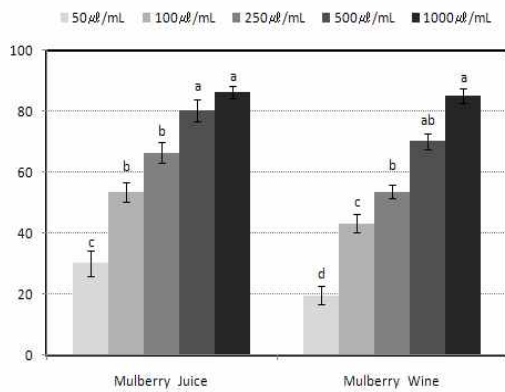


Fig. 6. Nitrite scavenging ability of mulberry juice(MBJ) and mulberry wine(MBW)

Mulberry wine and watermelon wine fermentation was performed for 48 days at 25°C. The values represent the mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters within same extract are significantly different at p<0.05.

관능평가

오디 와인(MBW)의 관능평가 점수는 Table 4에 나타내었다. 색은 5.79로 높은 편이었으나, 향은 4.63으로 보통이었으며, 맛은 5.21로 높게 평가되었다. 전체적인 밸런스는 5.00로 보통 이상으로 평가되어 오디착즙액을 발효한 발효주의 산업 가능성을 확인할 수 있었다.

Table 4. Sensory evaluation of mulberry wine

Sample	Sensory evaluation ¹⁾			
	Color	Flavor	Taste	Balance
MBW ²⁾	5.79±0.92	4.63±1.11	5.21±1.08	5.00±1.05

¹⁾Rating scale : 0 (very bad) to 7(very good).

²⁾MBW; mulberry wine.

요약

본 연구는 여름철에 집중 생산되는 오디를 이용하여 오디와인을 개발하고자 하였다. 발효 종료시점 오디과즙의 pH는 3.2~3.6, 총산 함량은 0.40~0.53%, 당도는 발효 6일째

9.5~14.5 °brix로 급격히 감소하였으며 이후에도 지속적으로 감소하여 발효 36일 이후에는 3 °brix 부근에서 더 이상의 당 소모는 없었다. 알콜 함량은 발효 6일째 급격히 증가하여 16°C와 18°C는 4.5%, 20°C는 6.5%, 25°C는 8.0%로 배양온도가 높을수록 증가하여 48일째 10.5~11.5%로 측정되었다. 오디와인은 citric acid, malic acid, oxalic acid가 검출되었으며, citric acid와 oxalic acid는 발효 후 감소하였으며, malic acid는 증가하였다. 당의 종류로는 fructose, glucose, maltose, sucrose가 확인되었으며, 오디 발효에서 가장 많이 이용된 당은 glucose와 maltose 이었다. 알콜 생성량이 가장 높은 조건은 20°C와 25°C이었으며, 두 온도간에는 유의적인 차이는 없었다. 전자공여능은 40%(v/v) 농도에서 오디와인은 90% 이상의 높은 활성을 나타내었다. SOD 유사활성은 100%(v/v) 농도에서 오디과즙, 오디와인이 각각 80.1% 및 72.1%이었다. 아질산염 소거능은 100%(v/v) 농도에서 오디과즙과 오디와인은 각각 86.2%, 85.2%의 소거능을 보였다. 오디와인 보다 오디과즙이 더 높은 활성을 나타내었으며, 발효 후에 기능성이 증가하지는 않았지만 비슷한 수준으로 유지됨을 볼 수 있었다. 관능평가에서 전체적인 밸런스는 오디와인이 5.00로 보통 이상으로 평가되어 오디를 이용한 발효주의 산업 가능성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 대구한의대학교 학술연구비지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jeon, H.M. (2009) A study on wine selection attributes and behavioral intention by segmentation based on purchase and drinking motive -Focused on wine retail shop customers in seoul. J. Foodservice Management Soc. Korea, 12, 29-50
2. Cho, S.H. and Choi, H.J. (2009) Research on the differences of selection attribute according to the involvement of wine consumers. Korean J. Culinary Res. 15, 240-253
3. Kim, Y.K. and Kim, J.Y. (2009) A study on the lifestyles of wine consumers in relationship with wine selections attributes, values and satisfaction. Korean Acad. Soc. Tourism Management, 23, 239-258
4. Bae, S.M., Park, K.J., Kim, J.M, Shin, D.J., Hwang, Y.I and Lee, S.C. (2002) Preparation and characterization of sweet persimmon wine J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol, 45, 66-70

5. 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
6. Kim, Y.S., Jeong, D.Y. and Shin, D.H. (2008) Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. Korean J. Food Sci. Technol., 40, 1-7
7. Kang, B.T., Yoon, O.H., Lee, J.W. and Kim, S.H. (2009) Qualitative properties of wild grape wine having different aging periods. Korean J. Food Nutr. 22, 548-553
8. Jung, G.T., Ju, I.O., Ryu, J., Choi, J.S. and Choi, Y.G. (2003) Studies on manufacture of wine using apricot. Korean J. Food Preserv., 10, 493-497
9. Song, J.H., Chun, J.P., Na, K.C., Moon, J.H., Kim, W.S. and Lee, J.S. (2009) Optimal fermentation condition for development of high quality pear wine and characteristics of pear wines. Korean. J. Microbiol. Biotechnol, 37, 213-218
10. Oh, K.K. (2004) Wine story, Asian Congress on Biotechnol., 11, 60-63
11. Kim, H.R., Kwon, Y.H., Kim, H.B. and Ahn, B.H. (2006) Characteristics of mulberry fruit and wine with varieties. J. Korean Soc. Appl. Bioi. Chem., 49, 209-214
12. Dongeuhak Institute, Dongeubogam (Oriental Medicine, original author; Hur, J.), (1994) Ryo-gang Pub. Co., Seoul, Korea. p.2803
13. Lee, S.K., Lee, H.J., Kang, H.Y., Choi, D.H., Jo, H.J. and Lee, T.S. (2009) Studies on the chemical constituents biological activities of mulberry extracts. Korean J. Wood Sci. Technol., 37, 105-113
14. Ju, M.J., Kwon, J.H. and Kim, H.K. (2009) Physiological activities of mulberry leaf and fruit extracts with different extraction conditions. Korean J. Food Preserv., 16, 442-448
15. Kwon, E.H., Jang, H.S., Kim, S.W., Choi, S.W., Rhee, S.J. and Cho, S.H. (2007) Effects of mulberry juice and cake powders on blood glucose and lipid lowering and erythrocytic antioxidative enzyme activities in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J. Nutr. Soc., 40, 199-210
16. Kim, H.B., Kim, S.Y., Lee, H.Y., Kim, S.L and Kang, S.W. (2005) Protective Effect against Neuronal Cell and Inhibitory Activity against bacteria of mulberry fruit extracts. Korean Soc. Crop Sci., 50, 220-223
17. Cha W.S., Shin, H.R., Park, J.H., Oh, S.L., Lee, W.Y., Chun, S.S., Choo, J.W. and Cho, Y.J. (2004) Antioxidant activity of phenol compounds from mulberry fruits. Korean J. Food Preserv., 11, 383-387
18. Kim, A.J., Yuh, C.S., Bang, I.S., Park, H.Y. and Lee, G.S. (2007) An Investigation the preparation and physicochemical properties of oddi jelly using mulberry fruit powder. Korean J. Soc. Food Nutr., 20, 27-33
19. Cho, M.Z. and Kim, A.J. (2007) The manufacturing and physiological evaluation of mulberry fruit tea. Korean J. Soc. Food Nutr., 20, 173-178
20. Suh, H.J., Kim, Y.S., Kim, J.M. and Lee, H. (2006) Effect of mulberry extract on the growth of yogurt starter cultures. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 26, 144-147
21. Lee, J.H., Woo, K.J., Choi, W.S., Kim, A.J. and Kim, M.W. (2005) Quality Characteristics of Starch Oddi Dasik Added with Mulberry Fruit Juice. Korean. J. Soc. Food Cookery Sci., 21, 629-636
22. Kim, I.S., Lee, J.Y., Lee, S.J., Yun, G.S. and Choi, S.W. (2004) Preparation of minimally processed mulberry (*Morus spp.*) juices. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 321-328
23. A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis 17th Ed. Association of official Analytical Chemists. Washington DC., USA
24. National tax service technical service institute (2000) 12-5 Fruit wine jujeongbun. <http://www.i.nts.go.kr>
25. Park, C.S. and Kim, M.L. (2010) Preparation and Characterization of Watermelon wine. Korean J. Food Preserv. 17(4), 549-556
26. Gancedo, M.C. and Luh, B.S. (1986) HPLC analysis of organic acids and sugar in tomato juice. J. Food Sci., 51, 571-580
27. Cristina, J.K. and Brandes, W.B. (1974) Determination of sucrose, glucose and fructose by liquid chromatography. J. Agric. Food Chem., 22, 709-715
28. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1224
29. Marklund, S. and Marklund, G. (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem., 47, 469-474
30. Kato, H., Lee, Cheon, N.V., Kim, S.B. and Hayase, F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric. Biol. Chem., 51, 1333-1338
31. Lee, H.W., 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
32. Koh, G.C. (1995) Production and utilization technology of mulberry fruits(II). GOVP1199511593. Rural Development Administration, Korea