

국내 복분자 주요 산지별 복분자주 제조 및 발효특성 분석

이승주* · 안봄이¹

세종대학교 외식경영학과, ¹한국식품연구원 전통식품연구단

Changes in Physicochemical Characteristics of Black Raspberry Wines from Different Regions During Fermentation

Seung-Joo Lee* and Bomi Ahn¹

Department of Food Service Management, Sejong University

¹Traditional Food Research Division, Korea Food Research Institute

Abstract In this study, four Korean black raspberry wines were developed using raspberries from different regions in Korea; Gochang (G), Hoengseong (H), Jeongeup (J), Sunchang (S). Sample wines were monitored for titratable acidity, ethanol, pH, reducing sugar content, color intensity, hue, total phenolic content, and organic acids during alcoholic fermentation and aging. After fermentation was complete, the pH levels in the four wines were in a similar range (3.43-3.52), while total acidity levels ranged from 9.98 to 16.2 g/L, which were significantly different among the four wines. During 120 days of aging, the ethanol content ranged from 15.8 to 16.40% which corresponds to a good conversion rate of sugars. Among the four samples tested, the wine made with Jeongeup raspberries showed the highest levels of total phenolic content, and other color values such as hue and intensity. The predominant organic acids were citric acids (3.30-4.89 mg/mL) and succinic acids (1.92-3.48 mg/mL). Overall the wine made with Jeongeup raspberries showed differences in physico-chemical compositions compared to the other wines made with Gochang, Hoengseong, and Sunchang raspberries, respectively.

Key words: Korean black raspberry wine, growing region, fermentation, physico-chemical composition

서 론

복분자주는 강장효과가 높고 향취미가 있는 술로(1), 최근 건강을 고려한 저도주에 대한 관심 증가로 국내 복분자주 시장은 성장을 거듭하고 있다(2). 국내 관련 주류 시장 현황을 살펴보면 매출액이 감소하고 있는 약주의 시장과는 달리 국내 복분자주 시장의 규모는 2004년 400억 원, 2005년 650억 원, 2006년 800억 원으로 연평균 30%씩 꾸준히 증가하여 2007년에는 1,000억 원을 돌파했다(2). 또한 시장규모 확대에 따라, 기존의 중소규모의 민속주 제조업체 위주의 시장에서 주류관련 대기업의 진출도 활발하게 진행되고 있다.

복분자주 시장의 성장과 더불어 전국적 복분자 생산량도 큰 증가세를 나타내고 있다. 전북 고창군 선운산 일대에서 1993년부터 복분자 묘목을 공급하여 재배된 것을 시작으로 전국적으로 2004년 2,750톤, 2005년 6,033톤으로 119% 높은 증가세를 나타내고 있다(2). 국내 지역별 복분자 생산비율은 고창군 45.3%, 순창군 24.9%, 정읍시 11.6%의 순이며 기타지역 18.2%로 나타났다(3). 국내 복분자주 제조업체는 전북 고창, 정읍, 순창, 전남 장성, 함

평, 강원 횡성 및 제주지역을 비롯해 20여개 업체가 제품을 생산하고 있다(2).

기존의 국내산 복분자 원료에 관해서는 다양한 생리 기능성 관련 연구가 진행되어, 항암활성 및 면역증진효과(4), Hepatitis B virus 억제(5), anaphylaxis 억제(6), 항산화 및 항균효과(7) 등 생리활성에 대한 접근이 이루어져 왔으며, 항산화활성을 지닌 5종의 phenolic acid와 2종의 유기산이 동정되었다(8). 반면 복분자주에 관해서는 Choi 등(1,9)의 효모 균주를 달리한 발효 특성에 대한 연구와 Moon 등(10,11)의 활성건조효모를 이용한 복분자주의 발효 및 아미노산 함량 변화에 대한 연구가 보고되었으나, 복분자주의 품질에 영향을 주는 주요 요소인 산지, 기후, 토양과 제조 방법 등에 따른 다양한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 복분자주의 품질에 가장 큰 영향을 주는 원재료인 복분자의 국내 주요 산지별(고창, 순창, 정읍, 횡성) 복분자주를 제조하여 발효 및 숙성 중 이화학적성분의 변화를 비교 검토하였다. 이를 통해 다양한 복분자주의 품질관리 및 제품개발에 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

복분자주 제조 실험에 사용한 복분자는 우리나라의 복분자 주요 산지인 고창(G), 순창(S), 정읍(J), 횡성(H)에서 2007년 6월 재배된 복분자를 각 지역농협을 통하여 동결된 상태로 구매하여 -20°C의 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 발효에 사용된 효

*Corresponding author: Seung-Joo Lee, Department of Food Service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea
Tel: 82-2-3408-3187
Fax: 82-2-3408-4313
E-mail: sejlee@sejong.ac.kr
Received August 3, 2009, revised October 19, 2009, accepted October 19, 2009

모는 *Saccharomyces cerevisiae*(DSM Food Specialties, Fermivin No. 7013 INRA NARBONNE, Servian, France)를 사용하였다. 아황산, 에탄올 및 유기산 분석에 사용된 시약은 Boehringer Mannheim Biochemicals(Munche, Germany)사에서 구입하였다.

복분자주 제조

4개 산지로부터 받은 각 10 kg의 복분자는 제조하기 전날 냉동된 원료를 5°C 정도로 해동하여 파쇄기(Waring, Torrington, CT, USA)를 이용하여 파쇄작업을 거쳤다. 파쇄된 복분자액에 100 ppm의 아황산염을 첨가하고 이후 최종 제품의 알코올 농도를 맞추기 위하여 백설탕(CJ Co., Seoul, Korea)을 첨가해 당도를 26°Bx로 맞추었다. 전체 함량에 대해 건조효모(Fermivin No. 7013 INRA NARBONNE)를 0.04%를 계량하여 5% 설탕용액에 38°C에서 배양하여 활성화시켜 복분자액에 첨가하였다. 이를 대형 발효조에 옮긴 후, 품온이 25°C 이상 올라가지 않도록 20°C 저장고에서 30일 동안 혐기적으로 발효시켰다. 발효가 완료된 복분자주는 여과기와 압력기를 사용하여 압착한 후, 100 ppm의 아황산염을 첨가하였다. 그 다음 구조토를 이용해 1차 여과를 실시하여 불순물을 걸러내었다. 유리병에 밀폐시킨 복분자주는 15±1°C의 저장고에 넣고 4개월간 숙성시켰다. 숙성이 끝난 복분자주는 2번에 걸쳐 1차 2.5 µm membrane filter(Buon vino Mgf. INC, Ontario, Canada), 2차로 0.7 µm membrane filter로 걸러 2차 여과를 실시하였다. 여과가 끝난 복분자주는 750 mL 유리병에 담아 15±1°C에서 저장하였다.

일반성분 분석

pH는 pH meter(Orion Model EA 940, Boston, MA, USA)로 측정하였다. 총산도는 AOAC방법(12)에 의해 3회 반복 측정하였다. 황성탄을 이용하여 색소를 제거시킨 복분자주를 0.1 N NaOH로 적정하여 citric acid로 나타내었다. 당도는 상온에서 hand refractometer(Atago Pocket Pal-1, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다. 환원당은 dinitrosalicylic acid method에 따라 UV/VIS spectrophotometer(diod-array) HP 8453(Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA)을 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질 glucose(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 농도별로 제조하여 정량하였다(13). 알코올 함량은 복분자주를 냉각기에 연결하여 가열한 후, 수기에 충분히 알코올을 받아 증류수로 전량을 100 mL로 맞추고 주정계를 이용하여 측정하였다(14). 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다(15). 10배 희석한 시료 1 mL에 증류수 60 mL를 가하고, Folin-Ciocalteu's(Sigma

Co.) 5 mL를 가하여 30초간 반응시켰다. 이에 15 mL의 포화 탄산나트륨을 첨가한 후 증류수로 100 mL 부피를 맞추고 2시간 후에 765 nm에서 흡광도를 측정하여 gallic acid를 이용, phenolic content mg/L GAE로 환산하였다. Zoecklein 등(16)의 방법에 따라 포도주와 같은 과실주의 색상 정도를 알아보는 데 많이 사용되는 hue와 intensity 측정을 위해 복분자주를 여과하여 각각 420, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. Hue는 420 nm/520 nm의 비율로, intensity는 420 nm+520 nm의 합으로 하였다. 색도는 색차계(Hunter Lab Color Quest II, Richmond, VA, USA)를 이용해 3번씩 측정하여 Hunter scale에 의해 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내었다. 모든 측정은 3회 반복하여 실시 후 평균값으로 표시하였다.

유기산 분석

유기산은 시료 1 mL을 Bio-Rex 5 anion exchange resin(100-200 mesh chloride form, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 이용하여 당을 제거한 뒤, 20% sulfuric acid 2 mL에 의해 유리된 산을 증류수 10 mL를 이용하여 얻은 후 0.45 µm syringe filter(Xpertenk, Rivonia, Republic of South Africa)로 여과하여 Aminex HPX-87H(300 mm×7.8 mm) column을 사용하였으며 이동상 흐름속도 0.6 mL/min, column oven 온도 35°C, injection volume 10 µL, UV 210 nm에서 분석하였다(17). 기기는 HPLC(Jasco UV-975 UV/VIS detector, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

통계처리

복분자 및 복분자주의 이화학적 특성 분석 결과는 SAS(Statistical Analysis Systems) for Windows 7.2를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

지역별 복분자 생과의 이화학적 특성

지역별 원료 복분자의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 각 산지별 복분자의 pH 수준은 3.43-3.52로 유사한 수준을 나타내고 시료 간의 유의적 차이가 없었다. 총산도는 고창산 복분자가 9.98 g/L로 다른 산지의 복분자(13.65-14.78 g/L)에 비해 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다. 이는 Cha 등(18)이 보고한 2006년산 고창산 복분자 완숙과의 총산도가 16.9 g/L로 본 연구 결과와 차이를 나타내었다. 향후 복분자 생과의 이화학적 특성에 대한 체

Table 1. Physico-chemical properties of black raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang)

	G	H	J	S
pH	3.52 ^a ±0.02	3.49 ^b ±0.02	3.46 ^c ±0.01	3.43 ^a ±0.02
Total acidity (g/L)	9.98 ^b ±0.15	14.40 ^a ±0.22	14.78 ^a ±0.17	13.65 ^a ±0.16
°Bx	7.0 ^b ±0.12	6.9 ^b ±0.08	7.0 ^b ±0.12	7.8 ^a ±0.11
Reducing sugar (g/100mL)	4.49 ^a ±0.04	3.33 ^{bc} ±0.07	2.57 ^c ±0.03	3.78 ^b ±0.06
Total phenolics (mg/L GAE)	2538.64 ^b ±68.90	2209.09 ^a ±68.90	4521.82 ^a ±72.36	2370.91 ^{bc} ±52.09
Hue	0.54 ^b ±0.01	0.57 ^b ±0.01	0.76 ^a ±0.02	0.56 ^b ±0.01
Intensity	37.06 ^b ±1.20	32.93 ^a ±2.10	60.49 ^a ±1.80	31.46 ^b ±2.60
L	0.52 ^a ±0.03	0.29 ^b ±0.02	0.18 ^b ±0.00	0.23 ^b ±0.02
a	3.05 ^a ±0.02	1.85 ^b ±0.01	0.55 ^c ±0.00	1.11 ^c ±0.03
b	0.76 ^a ±0.03	0.41 ^b ±0.02	0.16 ^b ±0.01	0.25 ^b ±0.01

^{a-c)}Means within a row not sharing a superscript letter are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

계적인 이해를 위해 연도별 및 지역별 모니터링이 필요한 것으로 여겨진다. 당도의 경우는 순창산의 경우 7.8°Bx로 가장 높게 나타났고 다른 3개 산지의 경우 유사한 6.9-7.0°Bx로 나타났었다. 환원당은 고창·순창·횡성·정읍 순으로 높게 나타났으며, 2.57-4.49 g/100 mL로 당도에 비해 산지별 차이를 나타냈다. 총 페놀 함량의 경우 4개 시료 간의 차이가 크게 나타났으며 특히 정읍산 북분자가 4521 mg/L로 다른 산지의 북분자(2209-2538 mg/L)에 비해 두 배 정도 높은 함량을 가진 것으로 나타났다. 북분자의 색도는, 고창산 북분자가 명도를 나타내는 L 값과 황색 정도를 나타내는 b 값에서 다른 산지의 북분자에 비해 높게 나타났다. 고창산 북분자의 색상이 밝고 투명하였고, 정읍산의 경우 붉은색이 어두운 것으로 나타났다. Hue와 intensity는 과실주에서 품질 및 색도 변화를 파악하는 주요 지표로 hue는 색상을 의미하고, intensity는 색상의 진하기를 나타낸다(20). Hue는 고창, 횡성과 순창산 북분자가 0.54-0.57로 유사한 수준을 나타냈고 정읍산이 0.76으로 다른 시료에 비해 유의적으로 높은 특성을 나타내었고, intensity는 정읍산이 60.49로 다른 지역의 북분자에 비해 가장 높은 수준을 나타냈다.

북분자주 발효 및 숙성 중 pH 및 총산도 변화

4개의 산지에서 수거한 북분자를 이용하여 제조한 북분자주의 4개월간 발효 및 숙성과정을 모니터링 한 결과, pH와 총산도의 변화는 Fig. 1, 2와 같다. 처음 원료 북분자의 pH는 3.43-3.52 수준이었고, 발효가 진행됨에 따라 발효 초기에는 감소하다가 증가하는 작은 변화가 있었으나 숙성 기간 중에는 거의 변화 없이 일정하였다. 여과 종료 후의 pH는 순창산 북분자주가 3.64, 정읍이 3.62, 횡성이 3.6, 고창이 3.58로 발효 전에 비해서는 전체적으로 조금씩 증가했음을 알 수 있었다.

본 연구에서 제조된 북분자주의 총산도는 발효가 처음 시작된 초기에 감소하다가 발효 및 숙성이 진행됨에 따라 점차 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 하지만 고창의 경우는, 초기의 총산도가 9.98 g/L로 다른 산지의 총산도보다 낮았으며 발효 시작 후에도 감소하지 않고 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. 최종 북분자주의 총 산도는 횡성산 북분자주가 16.2 g/L로 가장 높게 나타났고, 다음이 순창(14.7 g/L), 정읍(14.63 g/L), 고창(13.43 g/L) 순으로 나타났다. Choi 등(9)의 논문에서 북분자주의 총 산도는 처음 18-22 g/L 수준에서 감소되었다가 다시 증가 후 평행상을 나타내는 것으로 보고되었고, 그 외 포도주를 원료로 한 Kim 등(20)의 논문에 의해서는 총산도가 발효과정에서 다소 감소하는 것으로 나타났다. 와인과 같은 과실주의 경우 산도가 낮으면 단조롭고 특색이 없는 맛을 내며 너무 높으면 신맛을 증가시킬 수 있으므로 적정산도를 유지하는 것이 중요하다(9).

당도, 에탄올, 환원당의 변화

산지별 북분자주의 발효 및 숙성과정 중의 당도, 에탄올 및 환원당 함량 변화는 각각 Fig. 3, 4, 5와 같다. 본 실험에서는 처음 원료 북분자에 가당을 하여 당도를 모두 26°Bx로 맞추어 발효를 하였다. 발효 10일차까지는 당도가 급격히 감소하였고, 에탄올 함량이 급격히 증가함을 보아 발효가 정상적으로 진행됨을 알 수 있었다. 발효가 끝난 후에는 당도와 알코올 모두 평행상태를 유지하였다. 최초 발효 시 당도를 각 산지별 동일하게 맞추어서 발효 진행 과정에서 시료 간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 발효가 끝난 후의 당도는 정읍 11.1, 횡성 10.7, 고창 10.2, 순창이 9.6°Bx로 전반적으로 유사한 수준을 보였다. 에탄올 함량은 고창과 횡성산 북분자주가 16.4%로 같았고, 순창은 16%, 정읍은

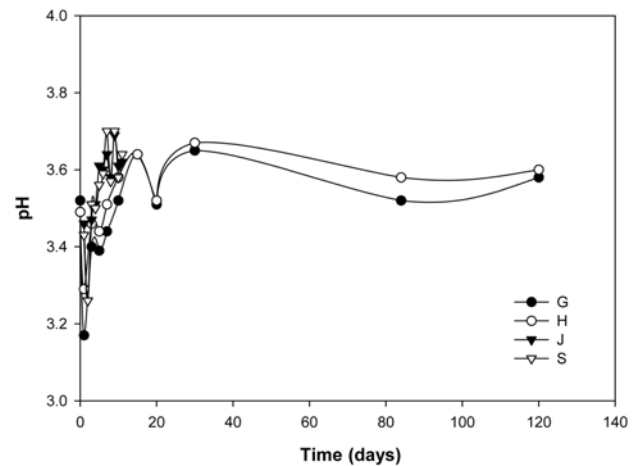


Fig. 1. Changes in pH values of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

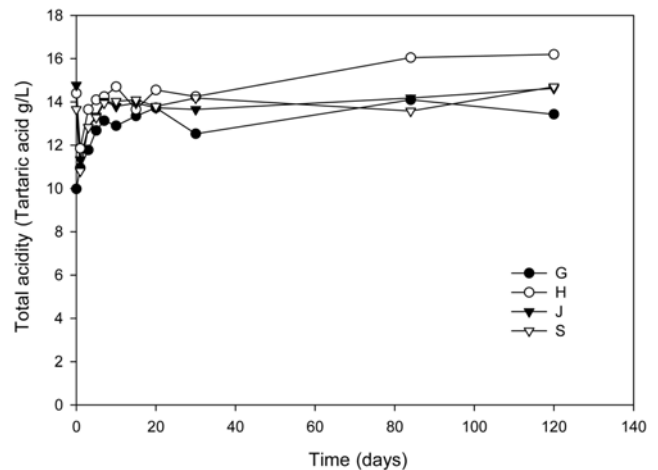


Fig. 2. Changes in total acidity of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

15.8%이었다. 일반적으로 에탄올 생성량은 발효성 당의 55% 정도로 여겨지는데(21), 본 실험에서는 발효기간이 30일로 길었기 때문에 일반적인 발효기간(10-15일)보다 에탄올 함량이 높게 나타났다. 발효 과정 중의 환원당 함량은 당도 변화와 유사한 진행을 보여 발효가 진행됨에 따라 발효 후 10일까지는 급격히 감소하였고, 그 이후에는 평행상태를 유지하였다. 발효가 끝난 후의 환원당의 함량은 정읍 1.47, 횡성 1.34, 순창 1.34, 고창 1.3 g/100 mL로 지역별로 큰 유의적 차이가 없었고, 이는 Lee 등(22)의 보고와 비슷한 수치로 나타났다.

총 페놀함량의 변화

과실주의 양조 시 총 페놀 함량은 생과의 품종, 양조 기술, 발효 온도, 착즙의 정도 등에 큰 영향을 받는다(23). 일반적으로 포도주 양조과정에서 포도 껍질과 함께 발효시킨 포도주는 발효 과정 중 에탄올의 생성으로 포도 껍질의 페놀성분이 포도주로 용출되어 높은 총 페놀 함량을 가지게 된다(23). 과실주에서 페놀 성분은 flavan-3-ols, flavan-3,4-diols, anthocyanin, anthocyanidin, flavanol, flavone 같은 hydroxybenzoic acid, hydroxycinnamic acid, flavonoid의 유도체를 포함하고 있다(4). 일반적으로 숙성 전에는

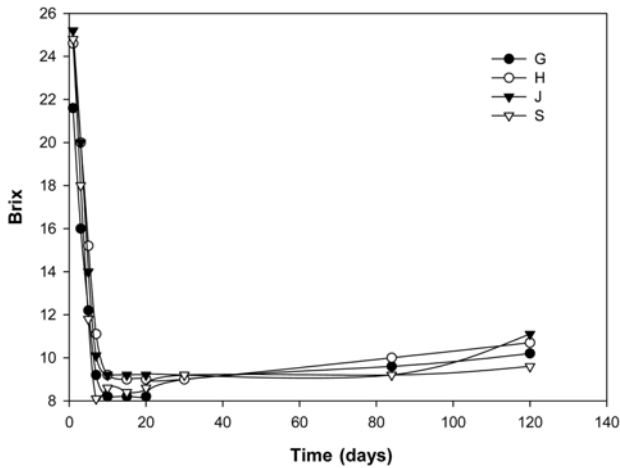


Fig. 3. Changes in soluble solid contents of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

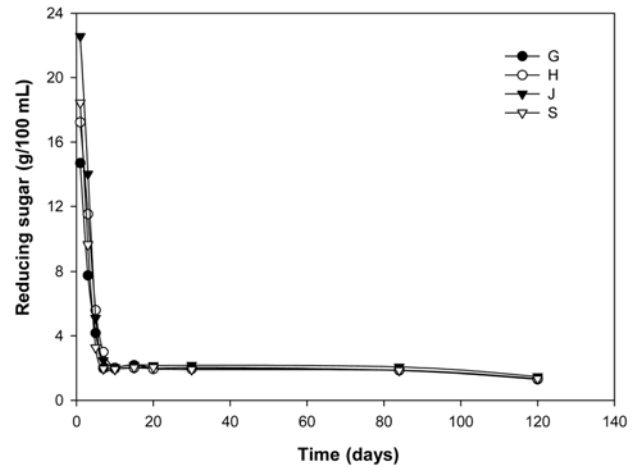


Fig. 5. Changes of reducing sugar contents of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

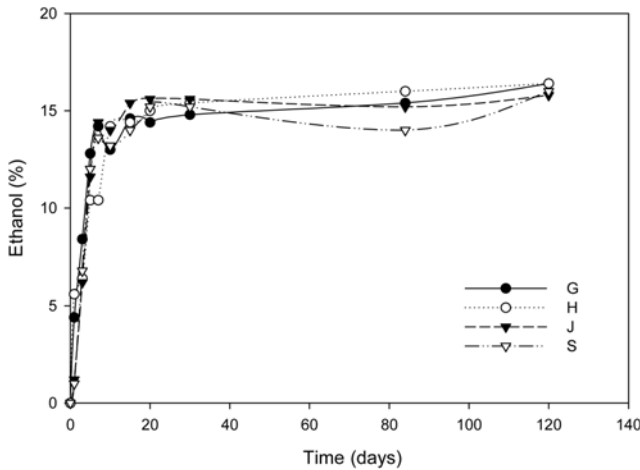


Fig. 4. Changes in ethanol contents of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

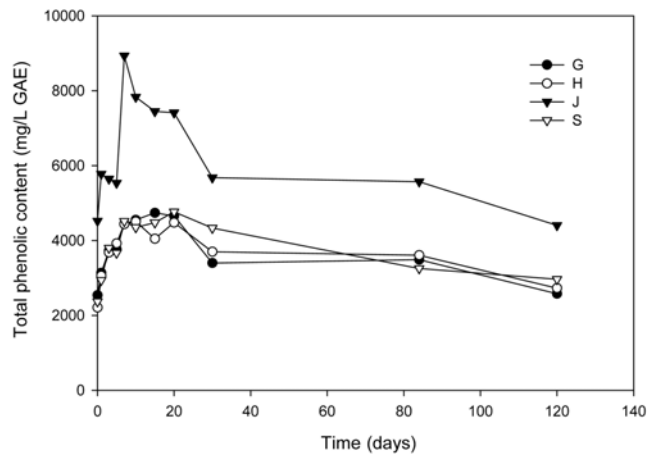


Fig. 6. Change of total phenolic contents of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

카테킨 (catechin), 에피카테킨 (epicatechin), 프로시아니딘 (procyanidin) B2, B3, B4, 퀘르세틴 (quercetin), 갈릭산 (gallic acid) 등의 저분자량을 가진 페놀성분이 주를 이루다가, 숙성을 통해 이들 성분은 서로 중합하여 고분자의 페놀성분을 생성한다(24). 따라서 포도주 발효가 진행되면서 탄닌과 안토시아닌의 중합체 형성으로 안토시아닌의 함량은 점차적으로 감소하게 되고, 이러한 copigmentation은 pH의 변화와, SO₂ 첨가에 안정하여 숙성 후 포도주의 색소 안정에 큰 기여를 하는 것으로 여겨진다.

본 실험에서는 복분자주의 총 페놀함량 (Fig. 6)은 초기 발효과정에서 증가하다 착즙 전 최고치를 보이고 숙성과정 중 다소 감소하는 것으로 나타났다. 이는 국산 포도를 원료로 하여 발효과정을 모니터링한 Lee 등(22)과 Lee 등(23)의 논문과 같은 경향을 나타내었다. 최종 총 페놀함량은 정읍산 복분자주의 함량이 원과에서와 같이 가장 높은 수준인 4405.5 mg/L를 나타내었고, 순창 (2964.5 mg/L), 횡성 (2727 mg/L), 고창 (2580 mg/L) 순으로 나타났다. 이는 Lee 등(19)이 보고한 국내산 거봉과 캠벨로 제조한 포도주의 각각 총 페놀 함량 1573.6, 2209.4 mg/L와 비교해 높은 수준으로 나타났다. 따라서 복분자주의 기능성 측면을 부각시키기

위해 페놀 성분을 이루는 구성성분 등에 대한 연구가 필요하리라 여겨진다.

Hue 및 Intensity의 변화

산지별 복분자주의 hue 및 intensity 변화는 각각 Fig. 7, 8과 같다. Hue 값의 변화를 살펴보면 발효가 시작되면서 일정하진 않지만 작은 변화로 증가하였다가 발효 30일 이후에는 서서히 감소하여 최종 hue 값은 발효 전과 거의 비슷한 수준으로 나타났다. 최종 hue 값은 고창이 0.54, 횡성이 0.56, 정읍이 0.75, 순창이 0.56을 나타내어 정읍산이 다른 지역 복분자주에 비해 다른 색상을 나타내는 것으로 나타났다. 일반적으로 과실주의 양조 과정 중의 색상변화는 발효과정, 혹은 숙성 정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 한다. 숙성 중 산화적 숙성이라 일컫는 숙성 (maturation)은 산소가 관여하는 산화적 숙성으로, 백포도주의 갈변과 적포도주의 색이 벽돌색으로 변하는 과정이 그 전형적인 예라 할 수 있다(23). 적포도주의 hue 값은 미국 적포도주는 0.5 부근이며, 과도하게 산화된 경우에는 1.0 이상의 값을 갖게 된다고 보고된 바 있다(19). Intensity 또한 hue와 같이 증가하였다가 서서히 감소하는 비슷한 추이를 보였고 정읍산 복분자주의 색상은

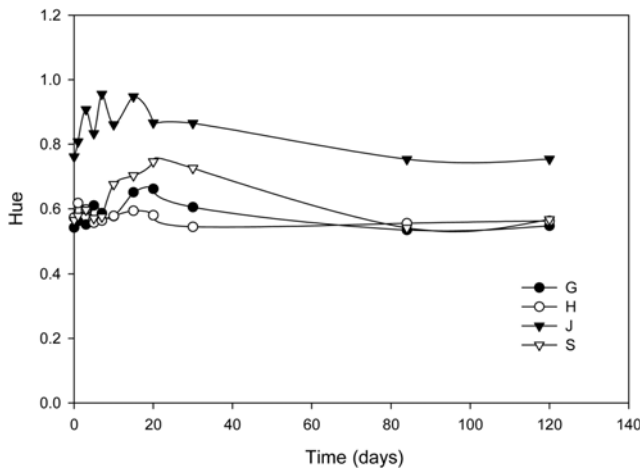


Fig. 7. Changes of Hue values of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

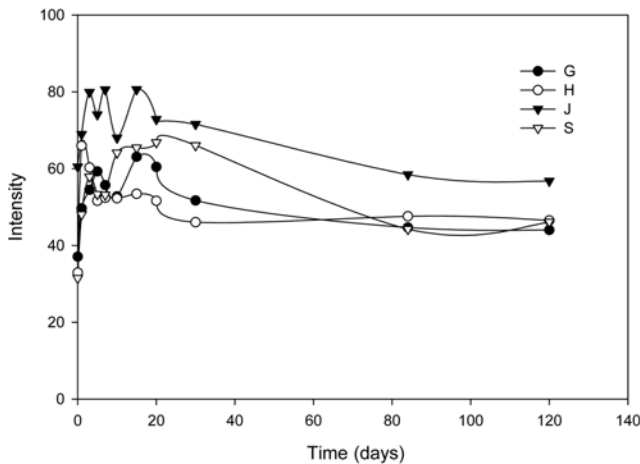


Fig. 8. Change of Intensity values of wines made with raspberries from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang).

하기가 다른 시료에 비해 높게 나타났다. 최종 intensity 값은 고창 44.01, 횡성 46.50, 정읍 56.79, 순창은 46.12로 나타났다. 본 연구 결과 제조된 복분자주의 총 페놀 함량과 intensity 값은 강한 양의 상관관계를 나타내었다($R=0.98$, $p<0.001$).

색도 변화

복분자주 네 개 시료의 발효 및 숙성과정의 색도 변화 중, L 값의 경우 발효 시작 전 각 시료는 고창 0.52, 횡성 0.30, 정읍

0.18, 순창 0.24의 수치를 나타내었다. 발효 초기에는 증가되거나 감소되는 일정한 추이를 볼 수 없었으나 발효 30일 이후에는 서서히 증가함을 볼 수 있었다. 일반적으로 과실주의 L 값(명도)은 발효 초기 불투명한 붉은 빛을 띠다가 발효와 숙성을 거치면서 점점 투명하고 짙은 붉은색을 띠게 된다(19). 최종 L 값은 고창, 횡성 및 순창산 복분자주로 0.35-0.38로 유사한 수준을 나타냈으나, 정읍산은 0.13로 가장 낮은 수치를 나타내어 다른 시료에 비해 어둡고 탁한 것으로 나타났다. 산지를 달리한 복분자주의 a 값과 b 값의 변화도 L 값과 비슷한 추이로 나타났다. 최종 a 값은 고창 1.75, 횡성 1.735, 정읍 0.23, 순창 1.64였고, b 값은 고창이 0.415, 횡성 0.395, 정읍 0.04, 순창 0.36으로 나타났다. 고창, 횡성, 순창산 복분자주는 색도에서 거의 비슷한 수치를 나타냈으나 정읍은 복분자주의 색상에서 다른 시료에 비해 짙고 불투명한 붉은색으로 차이를 나타냈다.

유기산 함량

최종 숙성된 복분자주 시료 4종의 유기산 함량은 Table 2와 같다. 복분자주의 주요 유기산은 citric acid와 succinic acid인 것으로 나타났다. Choi 등(9)의 효모 균주를 달리한 고창산 복분자주의 발효 특성 연구에서는 citric acid와 malic acid가 주요 유기산으로 보고되었고, Moon 등(11)은 활성 건조효모를 이용한 고창 및 옥천산 복분자주의 주요 유기산으로는 citric acid와 oxalic acid로 보고하여 citric acid 이외의 주요 유기산 조성에서는 차이를 나타내었다. 주요 유기산인 citric acid의 함량은 횡성산이 4.89 mg/mL로 가장 높은 수치를 나타내었고, 다음으로 고창산(4.74 mg/mL), 순창산(4.42 mg/mL)순으로 나타났고, 정읍산(3.31 mg/mL) 복분자주에서 가장 낮은 수준을 나타냈다. 분산분석 결과 정읍산이 다른 시료에 비해 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 와인 과 같은 과실주의 제조 시 발효에 의해 일반적으로 citric acid와 malic acid가 감소하는 것으로 보고되어 있으며, citric acid는 발효에 의해 lactic acid로 전환되기도 하며, lactic acid bacteria에 의해 acetic acid로 전환될 수 있다(9). 본 연구에서는 횡성과 정읍산 복분자주에서 lactic acid와 acetic acid가 검출되어 이러한 과정이 발효과정 중 일부 진행된 것으로 여겨진다. Malic acid의 함량은 시료 간 차이를 나타내지 않고 유사한 수준(0.19-0.22 mg/mL)으로 나타났고 lactic acid는 정읍산 복분자주가 가장 높은 수준(0.46 mg/mL)을 보였고 다른 시료의 경우 유사한 수준(0.19-0.24 mg/mL)을 나타냈다. Malic acid의 경우 너무 많은 경우 과실주에 시고 쪄는 맛을 주어 기호도에 나쁜 영향을 주는데 이를 줄이는 방법으로 알코올 발효가 끝난 후 2차 발효라 일컬어지는 malolactic fermentation 과정을 거치기도 한다. Malolactic fermentation은 malic acid를 lactic acid로 전환시키므로, malic acid를 선택적으로 감소시키고, 결과적으로 총산도를 낮출 수 있다(25). 또한, malolactic fermentation을 거친 포도주는 부드러운 맛을 갖게 된

Table 2. Organic acid contents of finished black raspberry wines from four different regions (G: Gochang, H: Hoengseong, J: Jeongeup, S: Sunchang)

	G	H	J	S	
Organic acid (mg/mL)	Malic acid	0.22 ^a ±0.03	0.21 ^a ±0.02	0.19 ^a ±0.01	0.22 ^a ±0.02
	Lactic acid	0.19 ^b ±0.01	0.24 ^b ±0.01	0.46 ^c ±0.03	0.20 ^b ±0.02
	Succinic acid	1.92 ^c ±0.04	3.49 ^d ±0.09	2.86 ^b ±0.06	2.39 ^{bc} ±0.07
	Citric acid	4.75 ^a ±0.08	4.89 ^a ±0.10	3.31 ^b ±0.06	4.42 ^a ±0.10
	Acetic acid	ND ¹⁾	0.20 ^d ±0.01	0.23 ^{cd} ±0.01	ND

¹⁾ND: not detected.

^{a-c)}Means within a row not sharing a superscript letter are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

다고 보고된 바 있다(22). 복분자주에 대해서도 malo-lactic fermentation 적용에 관한 연구가 필요한 것으로 여겨진다.

요 약

국내 복분자 생산 주요 산지인 고창, 순창, 정읍과 황성산 복분자를 수거하여 각 산지별 복분자주를 제조하고 이들 시료의 발효 및 숙성과정에서 이화학적 성분 변화를 관찰하였다. 원료 복분자의 pH는 3.43-3.52 수준으로 산지별 차이가 없었고 발효과정 중에도 pH는 산지별 비슷한 수치를 보이며 변화하였다. 총산도는 고창산 복분자주가 발효초기(9.98 g/L)와 발효 후(13.43 g/L) 모두 다른 산지의 복분자에 비해 낮게 나타났다. 원료 복분자의 초기 당도는 6.9-7.8°Bx로 비슷하였고, 발효 후 복분자주의 알코올 함량은 15.8-16.4% 범위였다. 환원당 함량은 원료복분자의 경우 2.57-4.49 g/100 mL이었고, 복분자주의 발효가 진행됨에 따라 당이 알코올로 발효되면서 감소하여 최종 1.3-1.47 g/100 mL로 나타났다. 산지별 차이를 많이 보인 이화학적 특성으로는 총 페놀함량과 색도, hue, intensity를 들 수 있다. 총 페놀함량은 정읍산 복분자주(4405.5 mg/L)가 다른 지역산 시료에 비해 2배 정도 높은 수준을 나타내었고, 색도 또한 정읍산이 원료 복분자와 최종 복분자주에서 모두 다른 시료에 비해 낮게 나타나 가장 짙고 불투명한 붉은색을 나타내었다. 전반적으로 고창, 황성, 순창산 복분자주는 유사한 수준을 나타내었고, 정읍 제품은 차이를 보였다. 향후 복분자주에 대한 품질 관리 및 개선을 위해 연도별 및 지역별 복분자 및 복분자주의 다양한 이화학적 및 생물학적 특성에 대한 데이터베이스화 작업이 필요하리라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(GA0660) 연구결과 의 일부로서 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Choi HS, Kim MK, Park HS, Kim YS, Shin DH. Alcoholic fermentation of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 543-547 (2006)
- Korea alcohol Liquor Industry Association. Alcohol Beverage News 3: 11 (2001)
- Ahn YH, Kim YH. Distribution and ecological characteristics of native *Rubus coreanus* in Korea. Korean J. Env. Eco. 21: 176-185 (2007)
- Lee MK, Lee HS, Choi GP, Oh DH, Kim JD, Yu CY, Lee HY. Screening of biological activities of the extracts from *Rubus coreanus* Miq. Korea L. Med. Crop Sci. 11:5-12 (2003)
- Chung TH, Kim JC, Lee CY, Moon MK, Chae SC, Lee IS, Kim SH, Hahn KS, Lee IP. Potential antiviral effects of *Terminalis chebula*, *Sanguisorba officinalis*, *Rubus coreanus*, and *Rheum palmatum* against duck hepatitis B virus (DHBV). Phytother. Res. 11:179-182 (1997)
- Shin TY, Kim SH, Lee ES, Eom DO, Kim HM. Action of *Rubus coreanus* extract on systemic and local anaphylaxis. Phytother. Res. 16:508-513 (2002)
- Cha HS, Park MS, Park KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415 (2006)
- Yoon I, Cho JY, Kook JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park KH. Identification and activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanus* fruit. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 898-904 (2002)
- Choi HS, Kim MK, Park HS, Shin DH. Changes in physico-chemical characteristics of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 574-578 (2005)
- Moon YJ, Lee MS, Sung CK. Contents of amino acids in raspberry wine using active dry yeast strains. Korean J. Food Nutr. 19: 392-397 (2006)
- Moon YJ, Lee MS, Sung CK. Physicochemical properties of raspberry wine using active dry yeast strains. Korean J. Food Nutr. 18: 302-308 (2005)
- AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 16th ed. Method 991.43. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1995)
- Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-428 (1959)
- Che SK, Kang KS, Ma SJ, Bang KU, Oh MH. Standard Food Analysis. Ji-gu Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 45-52 (2000)
- Ough, CS, Amerine MA. Methods for Analysis of Musts and Wines 2nd ed. John Wiley and Sons, New York, NY, USA. pp. 85-93 (1988)
- Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS. Production Wine Analysis. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA. pp. 129-168 (1990)
- Bruce WZ, Kenneth CF, Barry HG, Fred SN. Wine Analysis and Production. Chapman & Hall, New York, NY, USA. pp. 447-449 (1995)
- Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Mique during maturation. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 476-479 (2007)
- Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. Study on the color characteristics of Korean red wines. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 164-169 (2002)
- Kim JS, Kim SH, Han JS, Yoon BT, Yook C. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using *Campbell Early*. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 516-521 (1999)
- NTSTS Institute. Textbook of alcoholic beverage-making. National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea. pp. 135-136 (1997)
- Lee JE, Won YD, Kim SS, Koh KH. The chemical characteristics of Korean red wine with different grape varieties. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 151-156 (2002)
- Lee SJ, Lee JE, Kim SS. Development of Korean Red Wines Using Various Grape Varieties and Preference Measurement. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 911-918 (2004)
- Boulton RB, Singleton VL, Bisson LF, Kunkel RE. Principles and Practices of Wine Making. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, ML, USA. pp. 174-185 (1996)
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Lee CH, Yoon KE. Suitability of domestic grape, cultivar *Campbell's Early* for production of red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 590-596 (2002)