

복분자 발효주의 양조특성

최한석 · 김명곤^{1,*} · 박효숙² · 김용석 · 신동화

전북대학교 식품공학과, ¹익산대학 특용작물기공과, ²원광대학교 농화학과

Alcoholic Fermentation of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) Wine

Han-Seok Choi, Myung-Kon Kim^{1,*}, Hyo-Suk Park², Yong-Suk Kim, and Dong-Hwa Shin

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

¹Department of Industrial Crop Production and Processing, Iksan National College

²Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University

Abstract In order to improve wine quality, the selection of yeast strain and of additives in the manufacture of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine was investigated. The chemical composition of the edible portions of *Bokbunja* fruits was 86.5% moisture, 0.2% crude protein, 0.9% crude fat, 6.6% crude fiber, 0.5% ash and 10°Brix sugar, and was 2.99% fructose, 2.53% glucose and 0.07% sucrose in fruit extract. The predominant organic acids in the fruit were citric acid (14.57 mg/mL) and malic acid (2.24 mg/mL) with smaller amounts of shikimic, pyroglutamic and oxalic acid. During fermentation, citric and malic acid levels decreased, while formic and acetic acid were released. *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224 (Sc-24) was more favorable for alcoholic fermentation of *Bokbunja* and the addition of 200 ppm of potassium metabisulphite to must was more efficient than other SO₂ sources with a higher overall acceptability score. Sc-24 increased alcohol production from 9.8 to 14.8% in a sugar concentration dependent manner (18-28°Brix). The color value of early stage *Bokbunja* must was improved by supplementing with Japanese apricot extract, but this did not influence the color value of *Bokbunja* wine after primary fermentation. The astringent taste of *Bokbunja* wine was reduced by removing the seed from the fruit. Sugar solution (50%, w/v) was used instead of sugar power to prevent the possibility of undissolved sugar due to insufficient mixing. This substitution did not influence sensory evaluation.

Key words: *Bokbunja* wine, *Rubus coreanus* Miq., fermentation, alcohol

서 론

복분자(*Rubus coreanus* Miq.)는 장미과에 속하는 낙엽 활엽관목으로 높이는 3 m에 달하고 끝이 휘어져 땅에 닿으면 뿌리를 내리며 줄기는 자주색 또는 적색이고 백분(白粉)으로 덮혀 있는 산딸기 일종이다. 5-6월에 흰색의 꽃이 피고 7-8월에 반구형의 검붉은 색 열매를 맺는 다년생 식물로 우리나라의 황해도 이남지방과 일본, 중국에서 야생하고 있다(1).

흔히, 한약재로 쓰이는 복분자는 털익은 과일을 말하며(2), 간(肝)을 보호하고 눈(目)을 밝게 하며 신(身)을 보하고 따뜻하게 하는가 하면 신경(腎精)보강 및 정력감퇴 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(3). 근래에 들어와 항암활성 및 면역증진효과(4), Hepatitis B virus 억제(5), anaphylaxis 억제(6), 항산화 및 항균효과(7) 등 다양한 생리활성에 대한 접근이 이루어져 왔으며, 항산화 활성을 지닌 5종의 phenolic acid와 2종의 유기산이 동정(8,9)되기도 하였다.

최근에 이러한 생리활성이 보고되면서 복분자 딸기 및 잎을 이용한 가공식품(10) 및 유산발효(11)에 대한 연구개발이 시도되었으며, 술, 음료, 떡, 잼, 양갱, 전병, 환 등 다양한 가공식품의 형태로 판매되고 있을 뿐만 아니라 복분자는 과실을 따는 노력이 많이 드는 이외에 생산비가 아주 적게 들어 농가소득에 큰 공헌을 하고 있다.

특히, 복분자주는 강정(強精)효과가 높고 독특한 향취미가 있는 술로, 강정효과가 지나쳐 罂子(요강)를 뒤엎는다는 데서 유래된 술로서도 잘 알려져 있으며, 근래에 들어 소비량이 증가 하면서 복분자주 공장 역시 증가 되어왔다. 현재의 복분자주 제조 방법은 완숙 복분자 딸기에 설탕을 혼합한 다음 밀폐하고 2-7일간 발효시킨 후 주정을 첨가하여 40-60일간 딸기성분을 추출하는 방법으로 발효주라고 하기보다 침출주(리큐르주)에 가까운 방법을 적용하고 있기 때문에 제품의 품질관리가 어려운 실정이며 정통 와인이라 생각하기 어렵다. 복분자주를 리큐르 형태로 가공할 경우 긴 침출기간 동안 씨로부터 탄닌 성분이 다량 용출되어 떫은 맛이 강하게 되고, 발효관리 미숙으로 인한 색상의 저하 및 불완전 발효에 의한 미숙취 발생 등 많은 문제점이 발견되고 있다. 복분자 발효주에 관련하여 발효기간중 이화학적 성분의 변화에 대한 Hong 등(12) 및 Choi 등(13)의 연구가 있으나 이외의 분야에 대해서는 후속연구가 많이 미흡한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 복분자 원료의 처리방법, 보당방법, 복분자 색상의 저하방지를 위한 처리방법을 제시하여 복분자주 품질향상에 도움이 되고자 한다.

*Corresponding author: Myung-Kon Kim, Department of Industrial Crop Production and Processing, Iksan National College, Ma-dong, Iksan 570-752, Korea

Tel: 82-63-850-0732

Fax: 82-63-850-0729

E-mail: kmyuko@iksan.ac.kr

Received January 25, 2006; accepted June 13, 2006

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 복분자는 아산농업협동조합(전북 고창군)에서 동결된 상태로 제공받아 -20°C 냉동고에 저장하면서 실온에서 자연 해동시킨 후 일정량을 취하여 복분자 발효주제조용으로 사용하였다. 매실즙은 순창동계농협으로부터 매실을 구입 후 유압식압착기로 착즙하여 냉장보관 하면서 사용하였다.

공시균주 및 주모제조

공시균주로는 전북대학교 식품공학과 가공실험실에서 분리보관 중인 약주효모(Yak-7)와 복분자로부터 분리한 복분자야생효모(Bok-3) 그리고 표준균주로 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224(Sc-24)를 사용하였으며, 12°Brix 로 조정된 복분자 착즙액에 2%(w/v) agar를 첨가하여 살균 후 고화시킨 slant 배지를 이용하여 30°C 에서 1일 동안 활성화시켰다.

복분자 착즙액에 설탕을 첨가하여 12°Brix 당도로 조절하고 멸균 후 활성화된 효모를 접종하였으며, 30°C 에서 2일간 배양을 통해 주모를 제조하였다. 발효 시 주모의 첨가량은 5%(w/v)로 하였다.

발효조건

발효 기간 중 성분변화와 각 효모의 발효특성을 확인하기 위하여 모든 처리구는 5L 원통형 유리병(15 cm×30 cm)에 복분자 열매 2.5 kg을 첨가 후 가당하여 24°Brix 농도로 조절되었으며, 200 ppm의 아황산염을 첨가하였다. 이 후 5%(w/v)의 주모를 접종하고 실내에서 발효하였으며, 호기성 유해균의 번식을 막기 위해 매일 2회 소독한 기구로 교반하였다. 주발효시 술덧의 품온은 $20-25^{\circ}\text{C}$ 로 유지시키면서 10일간 발효시켰으며, 보당은 설탕을 이용하여 $18-28^{\circ}\text{Brix}$ 까지 2°Brix 단위로, 아황산염은 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, Na_2SO_3 를 사용하여 비교 실험하였다.

일반성분

수분, 회분, 단백질, 지방, 탄수화물 분석은 AOAC(14)에 준하였고 당도는 굴절당도계(Atago, JP)를 이용하여 $^{\circ}\text{Brix}$ 로 나타내었으며 색도는 CM3500d(Minolta Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter의 L (lightness), a(redness), b(yellowness)로 표현하였다.

유기산, 유리당 및 알코올분석

각 발효액을 원심분리(4°C , $10,000\times\text{g}$, 30 min)한 후 상정액은 유기산 및 유리당 분석을 위하여 HLB Sep-pak cartridge(Waters Co., Milford, MA, USA)를 통과시키거나 알코올분석을 위하여 증류를 행하였다. 각 성분은 HPLC를 이용하여 분석하였고 모든 시료는 분석 전에 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter로 여과하여 시료로 사용하였

다. HPLC는 Sycam(S-series, Fürstenfeldbruck, Germany)사의 pump, $20\ \mu\text{L}$ 의 loop를 가진 autoinjector 및 UV 또는 RI detector를 이용하였다. 유리당 및 알코올은 Supelguard Ag2(5 cm×4.6 mm)를 부착한 Supelcogel Ag2(7.8 mm×300 mm, USA) column과 이동상으로는 deionized water를 이용, 65°C 에서 0.5 mL/min의 유속으로 분리시킨 후 RI detector를 사용하여 분석하였다. 유기산은 Aminex HPX-87H(300 mm×7.8 mm, Bio-rad Co., Hercules, CA, USA) column을 이용, 8 mM sulfuric acid를 이동상으로 35°C 에서 0.6 mL/min의 유속으로 분리 후 210 nm에서 검출하였다.

관능검사

복분자액의 향기는 발효가 끝난 액에 대하여 관능평가요원 4명을 대상으로 실시하였으며, 복분자주의 품질은 평소 술에 친숙한 사람들을 대상으로 남녀 각각 5명을 대상으로 하여 색, 향, 맛을 포함한 전체적인 기호도에 대하여 5점법으로 실시하였으며, 분산분석을 수행하여 평균값±표준오차($p < 0.05$)로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

Table 1에 나타낸 것처럼 발효주의 원료인 복분자의 일반성분은 수분 86.5%, 조단백 0.2%, 조지방 0.9%, 조섬유 6.6%, 회분 0.5%이었고 10°Brix 정도의 당함량을 가지고 있었으며, 착즙액은 fructose(2.99%) 및 glucose(2.53%)가 주요 유리당 성분으로 sucrose(0.07%)의 함량은 극히 낮은 것으로 나타났다. 또한, 유기산의 경우 Table 2와 같이 citric acid(14.569 mg/mL)와 malic acid(2.241 mg/mL)가 주요성분으로 나타났으며 oxalic, shikimic, formic, pyroglutamic acid는 소량 함유되어 있었고 lactic, succinic, formic, acetic acid는 검출되지 않았다. 와인제조에 있어 유기산의 함량 및 조성은 제품의 맛과 향에 많은 영향을 미치는 인자중 하나이기 때문에 원료선정에 있어 충분히 고려되어야 하나 복분자 발효주의 경우 이에 관련된 연구가 전무하여 추가적인 연구가 필요한 실정이다. Lee 등(15)은 복분자 딸기의 유리당 함량은 sucrose 1.52%, fructose 3.98%, glucose 1.24%이었으며, citric(10.2%), oxalic(6.29%), malic(1.94%) acid가 주요 유기산이라 보고하여 본 연구와 다소 차이를 보이거나 이는 재배방법, 수확시기, 기후조건, 저장 또는 유통 중의 변질 및 변화로(16) 판단된다.

적정균주선발

적정 균주 선발을 위해 복분자 효모(Bok-3), *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM 12224, Sc-24), 약주효모(Yak-7)를 대상으로 발효주를 제조하였으며, 그 결과를 Table 3과 4에 나타내었다. 실험에 사용된 균주의 알코올 생산량은 24°Brix 에서 12.1-12.4%로

Table 1. Proximate composition and free sugar contents of *Rubus coreanus* fruit

| Chemical composition (% wet basis) | | | | | pH | Sugar ($^{\circ}\text{Brix}$) | Free sugar (g/100 mL) | | |
|------------------------------------|---------------|-----------|-------------|-----|-------|---------------------------------|-----------------------|---------|----------|
| Water | Crude protein | Crude fat | Crude fiber | Ash | | | Sucrose | Glucose | Fructose |
| 86.5 | 0.2 | 0.9 | 6.6 | 0.5 | 3.694 | 10.0 | 0.07 | 2.53 | 2.99 |

Table 2. Contents of organic acid in *Rubus coreanus* fruit

| Organic acid (mg/mL) | | | | | | | | |
|----------------------|--------|------------------|-------|----------|----------|--------|--------|--------------|
| Oxalic | Citric | Lactic | Malic | Succinic | Shikimic | Formic | Acetic | Pyroglutamic |
| 0.011 | 14.569 | ND ¹⁾ | 2.241 | ND | 0.026 | ND | ND | 0.017 |

¹⁾Not detected.

Table 3. Chemical, sensory characteristics and changes in free sugar contents of Bokbunja wine fermented with some yeasts

| Strains | pH | Alcohol (%) (conversion ratio ¹⁾ , %) | Residual sugar (°Brix) | Free sugar (mg/100 mL) | | | Overall acceptability ²⁾ | |
|----------------------------|------------|---|---------------------------|------------------------|---------|------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | | Sucrose | Glucose | Fructose | | |
| Fruit extract | - | 3.765 | - | 24.0 | 12,930 | 6,130 | 4,230 | - |
| After primary fermentation | Bok-3 (mg) | 3.644 | 12.4 (51.7) | 9.1 | 172.53 | ND ³⁾ | 13.75 | 4.1 ± 0.74 ^a |
| | Sc-24 (mg) | 3.547 | 12.2 (50.8) | 8.5 | 112.35 | ND | 41.57 | 4.2 ± 0.79 ^a |
| | Yak-7 (mg) | 3.685 | 12.1 (50.4) | 8.8 | 29.47 | 157.81 | 87.96 | 4.1 ± 1.05 ^a |

Sugar contents were adjusted to 24°Brix and added 200 ppm of K₂S₂O₅, then carried out primary fermentation for 10 days at 20-25°C. Bok-3 and Yak-7 were isolated from *Rubus coreanus* fruit and Yakju, respectively, and Sc-24 is *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224.

¹⁾means conversion percentage from sugar to alcohol by fermentation.

²⁾was evaluated considering all factors (color, flavor and taste): 1, dislike (poor); 2, fair; 3, acceptable; 4, good; 5, excellent ($p < 0.05$).

³⁾Not detected.

Table 4. Organic acid contents (mg/mL) of Bokbunja wine fermented with some yeasts

| Organic acid | Strains | | |
|--------------|------------------|--------|--------|
| | Bok-3 | Yak-7 | Sc-24 |
| Oxalic | 0.030 | 0.029 | 0.029 |
| Citric | 10.098 | 10.821 | 11.676 |
| Lactic | ND ¹⁾ | ND | ND |
| Malic | 0.712 | 1.246 | 0.675 |
| Succinic | ND | ND | ND |
| Shikimic | 0.030 | 0.037 | 0.030 |
| Formic | 0.184 | 0.171 | 0.182 |
| Acetic | 0.162 | ND | 0.117 |
| Pyroglutamic | 0.014 | 0.019 | 0.028 |

¹⁾Not detected.

Bok-3균주가 다소 높았으며 이때의 당발효에 의한 알코올 변환율은 50.4-51.7% 범위로 나타났다. 일반적으로 알코올생성량은 발효성 당의 50% 정도가 생산되는데(17,18) 3균주 모두 정상발효된 것으로 추정된다. 특히, Bok-3 및 Sc-24균주의 경우 glucose이 용률이 다른 당보다 높아 알코올 생산 또는 효모증식에 glucose 농도가 주요한 요인으로 작용할 것으로 판단된다. 그러나 Yak-7 균주경우 glucose 및 fructose의 함량이 다른 균주에 비하여 상대적으로 높고 sucrose의 함량이 낮은 것은 sucrose의 분해에 기인하는 것으로 판단되나 malic acid가(Table 4) 다른 균주에 비하여 높은 것은 명확하지 않다. 발효 후 잔당은 굴절당도계로 8.5-9.1 °Brix 범위였으며, pH는 3.5-3.6사이로 Sc-24균주의 pH가 다소 낮았는데 이는 citric acid가(Table 4) 많이 남아있기 때문으로 판단된다. Table 4에 나타난 것처럼 유기산의 경우 발효에 의하여 formic acid와 acetic acid가 생성되었으며 citric acid와 malic acid는 감소되었다. 와인 제조시 발효에 의한 citric acid와 malic acid의 감소는 일반적이며, malic acid는 후발효 동안 lactic acid bacteria에 의해 분해되어 향과 맛을 증가시키는 malolactic fermentation(MLF)과정을 거치게 되는데 낮은 pH, 높은 알코올 및 SO₂ 농도에서 더욱 효과적이다(19). 관능평가에서는 Sc-24균주가 4.2점으로 가장 높은 점수를 얻었으나 효모별 유의적($p < 0.05$) 차이는 없는 것으로 나타났는데 이는 복분자의 특성상 강한 향과 색택을 가지고 있어 관능평가에서 뚜렷한 차이를 구별하기 어렵기 때문으로 추정된다. 주발효가 길어지면 잡균의 오염 및 떼은맛이 용출되는 등의 문제점으로 발효관리가 어렵고 후발효동안의 MLF 과정을 고려한다면 Sc-24균주가 복분자주 발효 효모로 적절할 것으로 판단하여 이후 실험은 Sc-24균주를 사용하여 수행하였다.

Table 5. Effect of SO₂ source on the alcoholic fermentation and sensory characteristics of Bokbunja wine

| SO ₂ source | Concentration | pH | Alcohol (%) | Overall acceptability ¹⁾ |
|---|---------------|-------|-------------|-------------------------------------|
| Control | - | 3.793 | 12.6 | 2.2 ± 0.92 ^b |
| K ₂ S ₂ O ₅ | 200 ppm | 3.547 | 13.1 | 4.3 ± 0.82 ^a |
| Na ₂ SO ₃ | 200 ppm | 3.762 | 13.3 | 3.7 ± 0.67 ^a |
| Na ₂ S ₂ O ₅ | 200 ppm | 3.867 | 13.1 | 3.8 ± 0.79 ^a |

¹⁾Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

아황산염의 선택

복분자주 발효시 오염방지를 위한 아황산염의 종류로 K₂S₂O₅, Na₂SO₃, Na₂S₂O₅ 등과 무처리구를 대조구로 하여 발효실험을 수행한 결과를 Table 5에 나타내었다. 알코올 생산력에 있어 무첨가구는 12.6%였던 반면 첨가구는 13.1-13.3% 범위로 많은 차이를 보였으며 관능적 측면에서도 아황산염 첨가구가(3.7-4.3점) 무첨가구(2.2점) 보다 주류 품질에 더욱 양호하였다. 아황산은 잡균 번식을 억제할 뿐만 아니라 강산으로 술덧의 pH를 내려 적색색소의 안정화에 기여하고 과피 및 씨로부터 색소의 용출을 증가시키며 tartaric acid의 석출을 억제하는 작용을 한다(20). 따라서 아황산염 첨가구가 복분자주의 적색색소를 안정화 시켜 관능적으로 더욱 높은 점수를 얻은 것으로 생각되며, 아황산 종류로는 K₂S₂O₅ 200 ppm 첨가구가 4.3점으로 가장 높은 점수를 얻었으나 유의적($p < 0.05$) 차이는 나타나지 않았다. 또한, 포도주 제조시 아황산의 첨가량은 총산이 5 g/L인 경우 50-100 ppm, 부패과인 경우 155-300 ppm(20)정도를 권장하고 있으며 복분자 자체도 상당량의 유기산(Table 2) 함유하고 있을 뿐만 아니라 일부세균에 항균활성(7)을 가지고 있기 때문에 그 첨가량을 낮추어도 정상적인 발효가 가능할 것으로 생각된다.

당농도와 알코올 발효

복분자 발효주의 알코올 생산을 위한 적정 보당량을 확인한 결과는 Fig. 1과 같다. 복분자주 제조에 있어 발효술덧의 당함량이 증가할수록 알코올의 생산량도 비례적으로 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 즉, 당농도가 18-28°Brix로 증가하면서 알코올농도는 9.2-14.8%의 범위를 나타내었고 발효성당으로부터 알코올로의 변환율은 49.0-52.9%이었으며, 28°Brix의 비교적 높은 당농도에서도 정상적인 발효를 수행하였다. 수박(21), 무화과(22)를 이용한 발효주 실험에서 24°Brix를 초과하여 28°Brix 당농도가 상승할수록 오히려 알코올농도가 낮아지는 경향으로 나타났으나 본 실험에 사용된 Sc-24효모는 상기 보고된 효모보다 내당성이 비교적 높

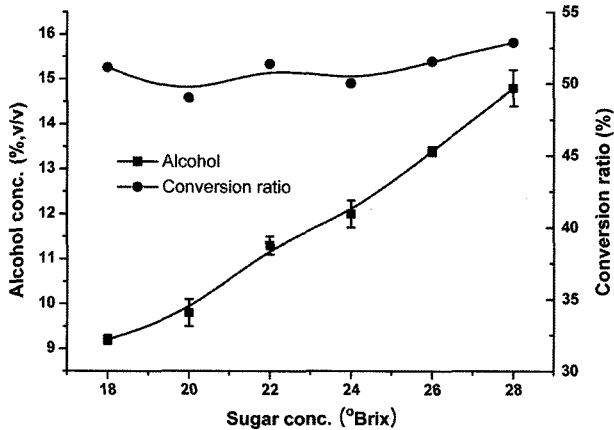


Fig. 1. Effect of sugar concentration on alcohol production and conversion ratio from sugar to alcohol by *Saccharomyces Cerevisiae* KCCM 12224.

은 것으로 판단된다. 그러나 관능검사를 통한 알코올의 적정량은 11-13%로 이때의 당농도는 22-26%이었다.

색상의 개선

과실주 발효시 안토시아닌 색소류는 유기산, 페놀화합물 및 당의 함량에 따라 안정성에 차이가 있는 것으로 알려져 있다(23-26). 복분자 색소의 안정화를 위해 천연소재로서 유기산 및 폴리페놀 함량이 높은 매실즙을 복분자 발효액에 첨가하고 발효 및 숙성 실험을 행하였다. Table 6에서와 같이 발효전 복분자 착즙액에 매실즙의 첨가에 의해 pH는 비례적으로 감소하였고 L, a, b값 또한 15%까지는 의존적으로 증가하다가 20%이상에서는 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 5-15% 범위의 매실즙 첨가는 발효초기 복분자주 색상에 영향을 미쳐 색상이 밝아지는 긍정적 효과가 있었다. 그러나 발효후 복분자주의 L, a, b값은 모든 처리구에서 급격하게 감소하여 발효초기 매실즙의 첨가가 발효후 색상 개선에는 기여하지 못하는 것으로 나타났다. 이는 장기간에 걸친 발효과정 중에 술덧의 pH가 다시 상승하고 또한 색상개선에 기여하였던 발효성 당들이 알코올발효에 소모되었던 원인으로 매실즙첨가는 복분자주의 색상 개선에 뚜렷한 영향을 줄 수

는 없는 것으로 판단된다. 따라서 매실첨가는 pH와 당의 함량에서 변화가 적은 복분자 주스, 복분자 쨌이나 복분자 리큐르주 제조에 더 효과적일 것으로 판단된다.

한편, 20%까지 매실즙을 첨가하여도 알코올 생산에 큰 영향을 나타내지 않았으나 관능적으로는 매실 5-10% 첨가구(4.1-4.3)가 다른 처리구(1.4-3.1)에 비하여 우수한 것으로 나타났는데 이는 발효후 남아있는 유기산의 차이(Table 7)로 생각된다. Table 7과 같이 발효액에 매실즙첨가(10%, v/v)는 malic, formic, pyroglutamic acid의 양을 증가시켰으며, acetic acid의 생성을 억제시키는 등 유기산량의 변화로 관능평가(Table 6)에서 높은 점수(4.3)를 얻은 것으로 생각된다.

뽀은 맛 및 보당방법의 개선

복분자 발효주 제조과정 중 발생하는 뽀은 맛 개선을 위해 원료처리조건으로 복분자 원료를 원형 그대로, 파쇄(씨 제거)처리, 착즙처리 등을 하여 발효주를 제조하여 그 특성을 검토하였다. Table 8과 같이 씨를 포함하지 않은 과즙 펄프나 과즙 상태로 발효시켰을 때 관능적으로 뽀은맛이 약간 감소하는 것으로 나타나 복분자주의 뽀은맛은 복분자 씨의 탄닌성분으로부터 유래되는 것으로 추정된다. 그러나 복분자의 수확기는 6월로 기온이 20°C 이상을 유지하기 때문에 상온에서 발효기간을 10일 이내에서 수행하는 경우 씨앗에서 용출되는 탄닌류에 의한 차이는 비교적 적기 때문에 씨 제거는 필수적인 것은 아니라고 판단되어지나 발효기간을 길게 행하는 경우에는 씨가 제거된 과즙 펄프나 과즙 상태로 실행하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

공장규모의 발효주 제조시 보당을 위하여 첨가되는 설탕은 용해가 불량하여 용해되지 못하고 발효탱크의 밑부분에 침전됨으로 인하여 정상적인 알코올 생산이 어렵고 주질이 저하되는 결과가 발생하기 때문에 결정화 방지를 위하여 가당 조건을 가루설탕, 용해설탕(50%, 100 g/100 mL)처리 등으로 달리하여 발효주 제조한 결과(Table 9), 가당 방법에 따라 알코올의 생산 및 육안적 선택 등에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 공장규모의 대용량 발효탱크에서 발효하는 경우 복분자 과피가 떠올라 두꺼운 덮개를 형성함으로써(26) 충분한 교반이 불가능하기 때문에 설탕의 결정화가 종종 발생할 수 있다. 따라서 설탕을 용해시켜 첨가하는 방법은 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 6. Effect of Japanese apricot extract on color and sensory characteristics of *Bokbunja* wine

| Japanese apricot extract conc. (% v/v) | Alcohol (%) | Before fermentation | | | | After fermentation | | | | Overall acceptability ¹⁾ |
|--|-------------|---------------------|--------------|------|------|--------------------|--------------|------|------|-------------------------------------|
| | | pH | Color values | | | pH | Color values | | | |
| | | | L | a | b | | L | a | b | |
| 0% | 12.4 | 3.757 | 2.64 | 5.28 | 1.29 | 3.905 | 1.95 | 4.22 | 0.89 | 3.1 ± 0.74 ^b |
| 5% | 12.5 | 3.605 | 2.98 | 6.01 | 1.37 | 3.713 | 1.91 | 3.80 | 0.88 | 4.1 ± 0.74 ^a |
| 10% | 12.2 | 3.474 | 4.46 | 9.06 | 2.15 | 3.711 | 1.71 | 3.85 | 0.75 | 4.3 ± 0.68 ^a |
| 15% | 12.1 | 3.383 | 5.02 | 9.96 | 2.42 | 3.596 | 1.69 | 3.77 | 0.83 | 2.8 ± 0.63 ^b |
| 20% | 11.6 | 3.342 | 4.60 | 8.94 | 2.23 | 3.553 | 1.77 | 3.88 | 0.80 | 1.4 ± 0.52 ^c |

¹⁾Means in the same column with different letters are significantly different (p < 0.05).

Table 7. Changes in organic acid contents (mg/mL) of Japanese apricot extract supplemented-*Bokbunja* wine¹⁾

| Organic acid (mg/mL) | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|------------------|----------|----------|--------|--------|--------------|
| Oxalic | Citric | Malic | Lactic | Succinic | Shikimic | Formic | Acetic | Pyroglutamic |
| 0.030 | 11.615 | 1.437 | ND ²⁾ | ND | 0.030 | 0.249 | ND | 0.032 |

¹⁾Japanese apricot extract was supplemented by 10% (v/v) before the alcoholic fermentation.

²⁾Not detected.

Table 8. Effect of seed removing from fruit on the taste of Bokbunja wine

| Materials | pH | Alcohol (%) | Overall acceptability ¹⁾ |
|--------------------------------|-------|-------------|-------------------------------------|
| Seed contained | 3.711 | 10.2 | 3.5 ± 0.53 ^a |
| Seed removed (pulp) | 3.483 | 10.9 | 4.3 ± 0.67 ^a |
| Seed + flesh removed (extract) | 3.479 | 10.8 | 4.4 ± 0.52 ^a |

¹⁾Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 9. Effect of sugar solution on alcoholic fermentation and sensory evaluation of Bokbunja wine¹⁾

| Sugar | pH | Alcohol (%) | Overall acceptability ²⁾ |
|------------------------------|-------|-------------|-------------------------------------|
| Powder | 3.467 | 10.2 | 4.3 ± 0.67 ^a |
| Solution (50%, 100 g/100 mL) | 3.510 | 10.1 | 4.2 ± 0.63 ^a |

¹⁾Sugar contents were adjusted to 24°Brix with either powder or solution to prevent insoluble sugar by bad mixing.

²⁾Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

요 약

복분자 딸기의 일반성분은 수분 86.5%, 조단백 0.2%, 조지방 0.9%, 조섬유 6.6%, 회분 0.5%, 10°Brix 정도의 당함량을 가지고 있었으며, 착즙액의 유리당은 fructose(2.99%), glucose(2.53%) 및 sucrose(0.07%)로 구성되어 있었다. Citric acid(14.57 mg/mL)와 malic acid(2.24 mg/mL)가 주요유기산 성분이었으며, shikimic, pyroglutamic, oxalic 순으로 미량 함유되어 있었다. 본 실험에 이용된 3가지 균주중 Sc-24 균주가 복분자 발효에 적당한 것으로 판단되었으며, 발효시 오염방지를 위한 아황산 종류로는 K₂S₂O₅ 200 ppm 첨가가 양호하였다. Sc-24 균주의 알코올 생산력은 18-28°Brix의 당농도 범위에서 당농도에 비례적으로 증가하여 9.2-14.8%의 범위를 나타내었다. 매실즙의 첨가는 발효초기 복분자주 색상향상에 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났으나 발효과정을 거치면서 색상 개선에 뚜렷한 영향을 볼 수는 없었다. 발효주의 유기산성분은 citric acid와 malic acid가 주요성분으로 발효과정에 의하여 상당량 감소되었고 formic acid와 acetic acid가 생성되었다. 씨를 포함하고 있지 않은 과즙 펄프나 과즙 상태로 발효시켰을 때 떫은맛이 약간 감소하였으며, 설탕의 용해처리는 외관상 주류의 품질에 영향을 미치지 않았다.

감사의 글

이 논문은 고창균형 “고품질 복분자주 개발시험 연구 학술용역” 사업 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Yuk CS. Coloured Medicinal Plants of Korea. Academy Publishing Co., Seoul, Korea. p. 275 (1990)
2. Bea GH. The Medicinal Plants of Korea, Kyohaksa Publishing Co., Seoul, Korea. p. 231 (2001)
3. Heo J. (translator: Donguihak Research Institute) Donguibogam 1-5, Yeogang Publishing Co., Seoul., Korea. p. 62, p. 296, p.

- 334, p. 617, p. 984, p. 1085, p. 2679 (1994)
4. Lee MK, Lee HS, Choi GP, Oh DH, Kim JD, Yu CY, Lee HY. Screening of biological activities of the extracts from *Rubus coreanum* Miq. Korean J. Med. Crop Sci. 11: 5-12 (2003)
5. 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)
6. 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)
7. Cha HS, Park MS, Park KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415 (2001)
8. Yoon I, Cho JY, Kook JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park KH. Identification and activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanum* fruit. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 898-904 (2002)
9. Yoon I, Wee JH, Moon JH, Ahn TH, Park KH. Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanum* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 499-502 (2003)
10. Choi YH. The chemical characterization and optimization for manufacturing beverage in *Rubus coreanus* Miquel. MS Thesis, Chonbuk National University, Jeonju, Korea (2004)
11. Park YS, Chang HG. Lactic acid fermentation and biological activities of *Rubus coreanus*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 46: 367-375 (2003)
12. Hong JS, Kim IK, Kim MG, Yoon S. Processing development of *Bokbunja*-wine. Agricultural R&D Promotion Center, Seoul, Korea (1995)
13. 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)
14. AOAC. Official methods of analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA (1995)
15. Lee JW, Do JH. Chemical compounds and volatile flavor of *Rubus coreanum*. Korean J. Food Nutr. 13: 453-459 (2000)
16. Kitagawa H. Postharvest Technology of Horticultural Foods. Yokendo, Tokyo, Japan. p. 19 (1986)
17. Kim HS. Wine Making (theory and application). National tax service technical service institute, Korea. pp. 1-97 (1997)
18. Kim HS. Textbook for wine making. National tax service technical service institute, Korea (2002)
19. Comitini F, Ferretti R, Clementi F, Mannazzu I, Ciani M. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and malolactic bacteria: preliminary characterization of a yeast proteinaceous compound(s) active against *Oenococcus oeni*. J. Appl. Microbiol. 99: 105-111 (2005)
20. Jung DH. Fermentation and Microbiology. Sunjinmunhwasa. Seoul, Korea. pp. 244-248 (1996)
21. Hwang Y, Lee KK, Jung GT, Ko BR, Choi DC, Choi YG, Eun JB. Manufacturing of wine with watermelon. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 50-57 (2004)
22. Lee HB, Yang CB, Yoo TJ. Studies on the chemical composition of some fruit vegetables and fruits in Korea (I). Korean J. Food Sci. Technol. 4: 36 (1972)
23. Gehm BD, McAndrews JM, Chien PY, Jameson JL. Resveratrol, a polyphenolic compound found in grapes and wine, is an agonist for the estrogen receptor. Proc. Nat'l. Acad. Sci. USA 94: 14138-14143 (1997)
24. Hwang, IK, Ahn SY. Studies on the Anthocyanins in wild vines (*Vitis amurensis* Ruprecht). J. Korean Agric. Chem. Soc. 18: 183-187 (1975)
25. Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. Study on the color characteristics of Korean Red (II). Korean J. Food Sci. Technol. 34: 164-169 (2002)
26. Rhim JW, Lee JW. Degradation kinetics of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato pigment concentrates and a Japanese plum juice based beverage. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 238-243 (2002)