

복분자주 발효과정 중 이화학적 특성의 변화

최한석 · 김명곤^{1,*} · 박효숙² · 신동화

전북대학교 식품공학과, ¹익산대학 특용작물가공과, ²원광대학교 농화학과

Changes in Physicochemical Characteristics of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) Wine during Fermentation

Han-Seok Choi, Myung-Kon Kim^{1,*}, Hyo-Suk Park², 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

Effects of different yeast strains on physicochemical characteristics of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) fruits alcohol fermentation were investigated. *Bokbunja* fruit must was inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224 (Sc-24), wild-type *Bokbunja* yeast (Bok-3), *Saccharomyces coreanus* (Yak-7), and Sc-24 + Yak-7. Ethanol contents of Sc-24, Bok-3, Yak-7, and Sc-24 + Yak-7 were 11.08, 10.62, 10.18, and 10.26%, respectively after 10 days fermentation. Addition of pectinase (500 ppm) increased ethanol content by 0.1-1.5%. Organic acids of *Bokbunja* wine were citric, malic, shikimic, formic, and oxalic acids. Citric and malic acid contents remarkably decreased, whereas that of acid increased by fermentation. Total acidity of *Bokbunja* wine was dependent on citric acid content. Sc-24, Yak-7, and Bok-3 + pectinase were more efficient for improvement of wine-color, although color values of *Bokbunja* wine significantly decreased during early stage of fermentation. Sc-24 and Bok-3 + 500 ppm of pectinase, and 8-10 days of fermentation could enhance quality of *Bokbunja* wine.

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

서 론

복분자 딸기(*Rubus coreanus* Miq.)는 장미과에 속하는 산딸기의 일종으로 5-6월에 흰색의 꽃이 피고 7-8월에 반구형의 검은 열매를 맺는 다년생 식물로 우리나라에서는 황해도 이남 지방에서 야생하고 있다(1). 일반적으로 한약재로 사용되는 복분자(覆盆子)는 달익은 과일을 건조시킨 것으로(2), 동의보감에 의하면 신정(腎精), 신(身) 및 간(肝)을 보호하고 눈을 밝게 하며 스테미너 증진에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(3). 근래에 들어와 항암활성 및 면역증진효과(4), 항산화 및 항균효과(5-7), Hepatitis B virus억제(8) 등 다양한 생리활성에 대한 연구가 이루어지고 있다.

복분자주는 강정(強精)효과가 높고 독특한 향취미가 있는 술로, 強精效果가 지나쳐 髓子(요강)를 뒤엎는다는 데서 유래된 술로서도 잘 알려져 있다. 완숙된 과실을 이용한 복분자주는 그 효능 및 높은 기호성 때문에 전국적으로 높은 선호도를 보

이고 있다. 현재의 복분자주 제조 방법은 완숙 복분자 딸기에 설탕을 혼합한 다음 밀폐시킨 후 2-3일에서 길게는 1주일간 발효시킨 후 여기에 다시 주정을 첨가하여 40-60일 동안 딸기성분을 재추출하는 방법으로 발효주라고 하기보다 침출주(리큐르주)에 가까운 방법으로 제조되고 있다. 이와 같은 방법은 긴 침출기간 동안에 씨로부터 탄닌 성분이 다량 용출되어 떫은맛이 강하게 되는 문제점이 있으며, 발효관리 미숙으로 인한 복분자주의 색상저하 및 불완전 발효에 의한 미숙취 발생 등 많은 문제점이 대두되고 있다. 복분자 발효주에 관하여 Hong 등(9)의 연구가 있으나 아직까지 많은 연구가 부족한 실정이며, 복분자 발효주에 대한 체계적인 연구가 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 효모 종류 및 효소첨가에 따른 복분자주 발효과정 중 이화학적 특성 분석을 통해 복분자주의 적정발효 기간 및 효모를 제시하여 복분자주 품질향상에 도움이 되고자 한다.

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.

*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

공시균주 및 주모제조

전북대학교 식품공학과 가공실험실에서 분리보관중인 약주 효모(Yak-7)와 복분자로부터 분리한 복분자 야생효모(Bok-3) 그리고 분양균주로 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224(Sc-24)를 사용하였으며, 12°Brix로 되게 조정된 복분자 착즙액 slant 배지에서 활성화시켜 본 실험에 이용하였다. 복분자 착즙액에 가당하여 12°Brix당도로 조절한 배양액에 활성화된 효모를 접종하고 30°C에서 2일간 배양하여 주모를 제조하였고, 복분자 발효 시 주모의 첨가량은 5%로 하였다.

발효조건

발효기간 중 성분변화와 각 효모의 발효특성을 확인하기 위하여 모든 처리구는 복분자 열매 2.5 kg에 가당하여 24°Brix농도로 조절한 후 아황산량이 100 ppm되도록 K₂S₂O₅를 첨가하였다. 또한, 발효초기 pH를 내려 잡균의 오염을 방지하기 위하여 매실즙을 10%(v/v)농도로 첨가하였다. 효소 처리구는 pectinase (Pectinex 100 L, 5000 FDU/mL at 55°C, Novozyme Co., Denmark)를 500 ppm되게 첨가하였다. 이 후 주모를 5%(v/v)되게 접종하고 상온에서 발효하였으며, 호기성 유해균의 번식을 막기 위해 매일 2회 소독한 기구로 교반하였다. 주발효 시 술덧의 품온을 20-25°C가 되도록 유지시키면서 10일간 발효시켰으며, 2일단위로 sampling 하여 분석시료로 사용하였다.

색도측정

색도는 CM3500d(Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter의 L(lightness), a(redness), b(yellowness)로 표현하였다.

적정산도 측정

발효액 10 mL을 취하고 여기에 증류수 90 mL을 가한 후 0.1 N NaOH를 사용하여 pH 7.0이 될 때까지 적정하였으며 그 값을 적정산도로 나타내었다.

유기산, 유리당 및 알코올분석

각 발효액을 원심분리 (4°C, 10,000×g, 30 min)한 후 상정액은 유기산 및 유리당 분석을 위하여 HLB Sep-pak cartridge (Waters Co., USA)를 통과시키거나 알코올분석을 위해서 증류를 행하였다. 각 성분은 HPLC를 이용하여 분석하였고 모든 시료는 분석 전에 0.45 µm membrane filter로 여과하여 사용하였다. HPLC는 Sycam(S-series, Germany)사의 pump, 20 µL의 loop를 가진 autoinjector 및 UV 또는 RI detector를 사용하였다. 유리당 및 알코올은 Supelguard Ag2(50×4.6 mm)를 부착한 Supelcogel Ag2(7.8×300 mm, USA) column과 이동상으로는 deionized water를 이용, 65°C에서 0.5 mL/min의 유속으로 분리시킨 후 RI detector를 사용하여 분석하였다. 유기산은 Aminex HPX-87H(300×7.8 mm, Bio-rad Co.) column을 이용, 8 mM sulfuric acid를 이동상으로 하여 35°C에서 0.6 mL/min의 유속으로 분리 후 210 nm에서 검출하였다.

결과 및 고찰

에탄올 생성량의 변화

복분자 발효주 제조과정 중 에탄올 함량 변화를 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 복분자주의 발효기간 중 효모의 종류 및 발효기간에 따른 에탄올 생성량은 모든 처리구에서 발효 4일까지 당소모와 비례적으로 급격하게 증가하다가(9.52-11.5%) 이

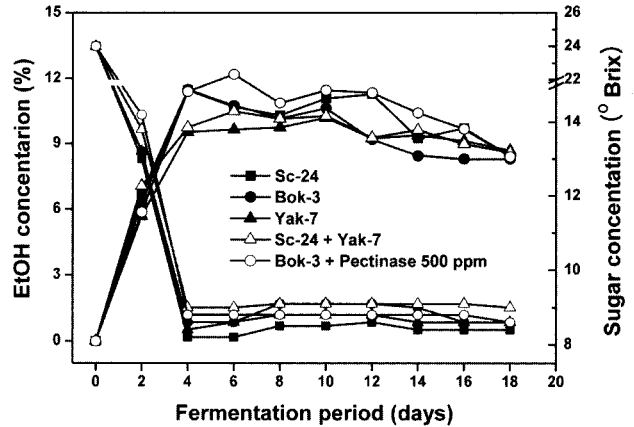


Fig. 1. Changes in ethanol and sugar content of Bokbunja wine during alcohol fermentation with different yeasts. Sugar contents were adjusted to 24°Brix, and 100 ppm of S₂O₅²⁻ was added and then fermented for 18 days at 20-25°C. Bok-3 and Yak-7 were isolated from *Rubus coreanus* fruit and *Yakju*, respectively, and Sc-24 is *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224. Pectinase (500 ppm, v/v) was added in the must before the fermentation.

후 발효 10일까지는 완만하였으며(10.18-11.46%), 10일경과 후에는 다소 감소하는(8.27-8.68%) 경향을 나타내었다. 각 효모별로는 Sc-24 균주와 Bok-3 균주가 서로 유사한 생성능을 가지고 있었던 반면 Yak-7 균주가 비교적 낮은 결과를 보여주었다. Sc-24균주와 Yak-7 균주를 혼합하여 발효하였을 경우 발효 2일째 에탄올 농도가 7.06%로 다른 처리구에 비하여 0.4-1.4% 높은 생산력을 보여 주었다. 그러나 발효 4일 이후부터는 Yak-7 균주 단일발효보다 알코올 농도가 높았지만 Sc-24균주보다는 낮아 알코올을 생산 측면에서 두 균주의 synergy효과는 없었다.

한편, Bok-3균주에 pectinase를 첨가하여 발효하였을 경우 발효 4일 이후부터는 무첨가구 보다 0.1-1.5% 높은 알코올 함량을 나타내 더욱 효과적이었다. 이는 발효 2일째 무첨가구와 비교하여 알코올 생성량은 유사하지만 잔당이 비교적 높은 것으로 미루어 pectinase의 작용에 의한 발효성 당의 증가에 기인하는 것으로 생각된다. 포도주 제조 시 pectinase(0.05-0.1%)의 첨가는 과육 및 과피를 분해시켜 착즙 및 색의용출을 용이하게 하나 씨를 분해시켜 씨에 포함되어있는 tannin성분을 용출시키는 단점이 있다(10). 그러나 본 실험과 같이 매우 낮은 농도(500 ppm)로 사용한다면 알코올 생성량을 증가시킬 수 있으며 과육에 존재하거나 수용액 중에 colloid상태로 분포되어 있는 pectine질을 분해시킴으로써 착주 및 여과가 용이할 것으로 생각되나 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 발효 10일 이후부터는 알코올 함량의 감소가 두드러지므로 주발효의 적정발효 일수는 4-10일이 적절하였다. Hwang 등(11)은 수박을 이용한 발효주 제조에서 발효 7일 이후 에탄올 함량이 감소한다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 보였다.

유리당의 변화

복분자주 발효 중 유리당의 변화는 Fig. 2와 같다. 모든 균주에서 sucrose는 발효초기에 급격하게 감소하여 발효 2일경과 후에는 검출되지 않았으며, glucose역시 발효 4일부터는 검출되지 않았다. 이에 반하여 fructose는 발효 2일까지는 오히려 증가하다가 2일 경과 후부터 감소하여 발효 4일째 대부분 이용되었으나 발효 18일까지 검출 가능한 농도(0.57-0.71 g/100 mL)로 존재하고 있는 것으로 나타났다. 발효 2일째 fructose의 증

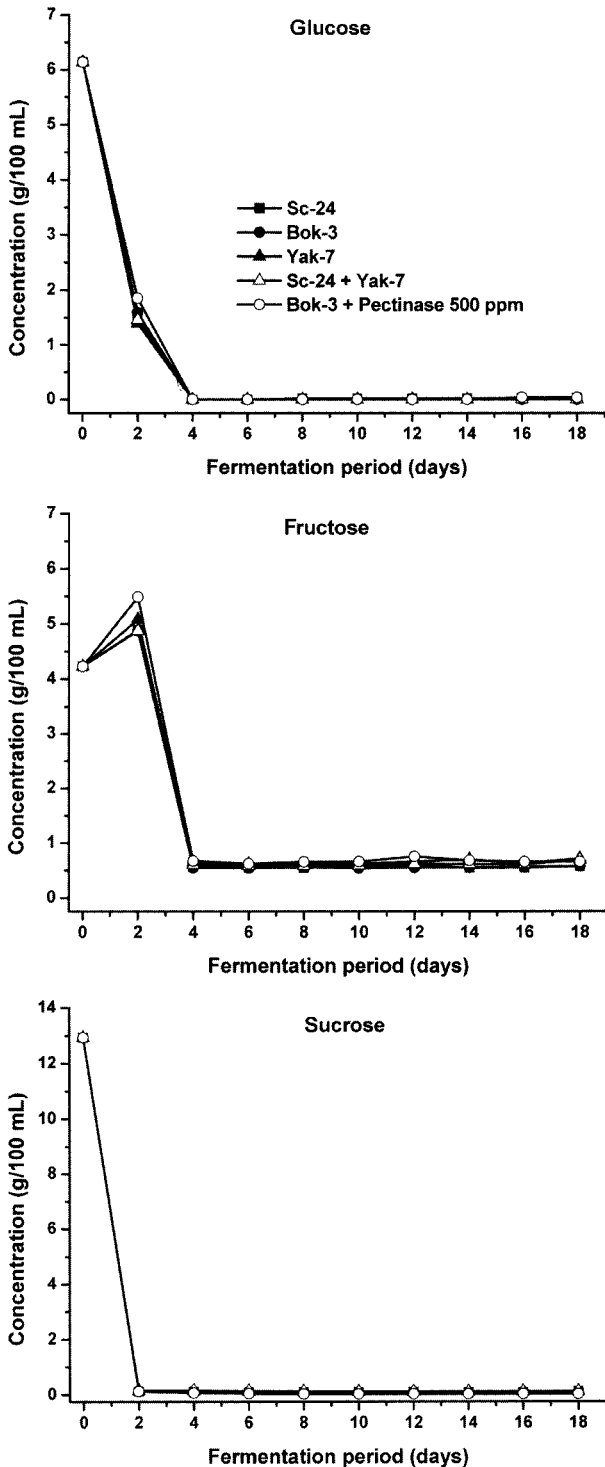


Fig. 2. Changes in free sugar content in the wine must during the fermentation with different yeasts.

가는 sucrose의 분해에 기인하는 것으로 판단되며, fructose의 증가량이 sucrose의 감소량에 비하여 낮은 것으로 미루어 sucrose, glucose, fructose 순의 이용률을 가지는 것으로 추측된다. 그러나 fructose는 sucrose 및 glucose와 달리 발효 4일 이후에도 여전히 미발효 상태로 남아 있어 복분자 발효를 위해서는 fructose 발효능이 높은 균주 선발도 충분히 고려할 필요가 있다고 생각된다. Woo와 Lee(12)는 꽃감주 제조시험에서 glucose는 발효 6일 fructose는 발효 8일까지 유의적으로 감소하였으나 fructose

는 발효 3개월까지 3% 수준으로 남아 있었다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 보였다.

또한 발효 2일째 pectinase 첨가구의 glucose 및 fructose의 함량이 다소 높은 것으로 나타났는데 이는 과육 pectin질의 분해 및 이로 인한 과육내부의 당이 용이하게 용출되어 나오는 한편 효모 및 효소 접근의 용이성에 의한 것으로 생각되며 이는 Fig. 1의 pectinase 처리구에서 비교적 높은 알코올 생성능과 연관되어 있을 것으로 추측된다.

유기산의 변화

복분자 발효과정 중 복분자 발효주의 맛에 결정적인 영향을 주는 유기산류를 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 발효주의 유기산성분은 oxalic, citric, malic, shikimic, formic acid 등으로 발효에 의해 citric acid와 malic acid가 다른 성분에 비하여 큰 폭으로 감소되었다. 또한, 발효 전기간에 걸쳐 모든 처리구에서 tartaric, succinic, lactic, acetic acid는 검출되지 않았다. 발효과정 중 citric acid의 경우는 발효 2일째 모든 처리구에서 큰 폭으로 감소되었는데 Sc-24 + Yak-7균주에서 10.7%, Sc-24 + pectinase 처리구에서 20.4%가 감소되는 것으로 나타났으며 그 외의 균주는 15.3-19.4% 범위를 보였다. Wine 제조 시 발효에 의한 citric acid 및 malic acid의 감소는 일반적이다. 특히, citric acid는 발효에 의해서 lactic acid로 전환되기도 하며, lactic acid bacteria에 의해 acetic acid로 전환될 수 있다. 그러나 lactic acid와 acetic acid가 검출되지 않았던 것은 아황산의 첨가효과뿐만 아니라 발효초기 높은 농도의 유기산함량에 의해 lactic acid 및 acetic acid bacteria의 증식이 억제되어 비정상적인 발효가 일어나지 않았기 때문인 것으로 추정된다. 이에 반해서 malic acid의 경우 발효 2일째 Yak-7균주를 제외한 모든 처리구에서 유의적인 증가(2.3-2.8배)를 보인 후 발효 6일까지 가파르게 감소하기 시작하여 발효 12일까지 감소하였으며 그 이후에는 검출되지 않았다. 그러나 Yak-7균주의 경우 발효 6일까지의 경향은 비슷하나 6일 이후 더 이상 감소하지 않고 0.47-0.59 mg/mL 수준으로 남아있었다. Malic acid는 자연계에서 대부분 L-form으로 존재하고 물보다는 에탄올에 약 2.5배 높은 용해성을 가지고 있으며(13), wine의 발효 과정 중 malolactic fermentation과정을 거치면서 감소되어 지는 것으로 알려져 있다(10). 따라서 발효초기 에탄올농도의 증가와 각종 효소작용에 의한 과육의 붕괴에 따른 에탄올용액의 침투용이성으로 인하여 발효액 중 malic acid의 농도가 증가하는 것으로 판단되며 이후의 감소는 malolactic fermentation과정을 거치는 것으로 생각된다. Citric acid와 malic acid는 맛에 주요한 성분으로 전자는 wine 향의 신선함을 증가시키고(10) 후자는 wine의 신맛을 부드럽게 하여 주지만 많은 양으로 존재할 경우는 풋내를 증가시키기도 한다. 따라서 유기산의 측면에서는 malic acid가 어느 정도 남아 있는 6-10일 사이가 적당한 발효기간으로 생각되며 fumaric acid를 첨가하여 malolactic fermentation을 억제시키는 것도 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

적정산도의 변화

복분자 발효를 행하면서 경시적인 적정산도의 변화를 검토한 결과는 Fig. 4와 같다. 복분자주 발효 중 적정산도는 발효액 중의 citric acid의 함량변화와 거의 유사한 경향을 보였으며, 발효 2일째 적정산도의 감소는 동일한 시기 citric acid의 감소와 비례적이었으나 malic acid의 증가는 적정산도에 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서 복분자주 발효액 중의 적정

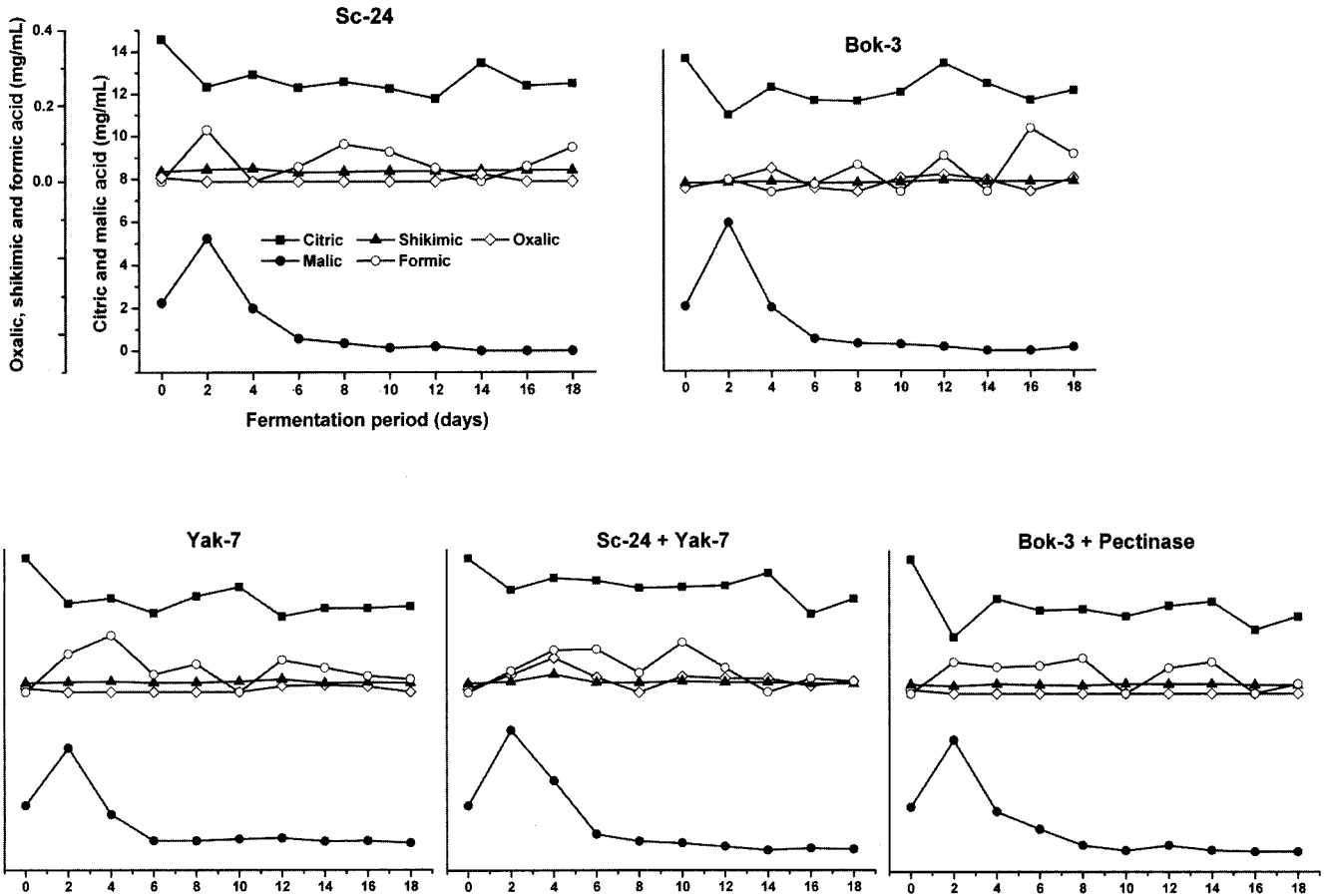


Fig. 3. Changes in organic acid content in the wine must during the fermentation with different yeasts.

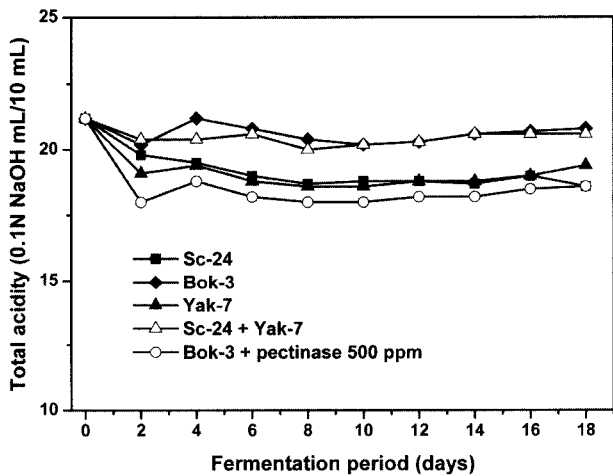


Fig. 4. Changes in total acidity during the fermentation.

산도는 주요 유기산인 citric acid에 의해 주로 영향을 받는 것으로 판단된다. Wine의 산도(acidity)가 낮으면 단조롭고 특색이 없는 맛을 내며 너무 높으면 신맛을 증가시킬 수 있으므로 적정산도 측면에서 발효의 적정기간은 산도가 감소되었다가 다시 증가 후 평행상태가 유지되는 8-14일 정도가 적당하리라 생각된다.

증발잔사량의 변화

복분자주 발효를 행하면서 발효과정 중 증발잔사량을 비교

Table 1. Changes in soluble solid content of *Bokbunja* wine, fermented with various yeasts or a supplemented pectinase

Fermentation period (days)	Strains	Soluble solid (g/100 mL)
0	Control (fruit extract)	19.04
10	Sc-24	3.46
	Bok-3	3.66
	Yak-7	3.40
	Sc-24 + Yak-7	3.65
	Bok-3 + pectinase 500 ppm	2.95

한 결과는 Table 1과 같다. 발효 전과 발효 후의 증발잔사의 양은 발효 초기가 월등히 높아 큰 차이를 보이고 있는데 이는 발효 초기 보당을 위해 첨가한 비휘발성 성분인 설탕에 기인하는 것으로 추정된다. 그러나 발효기간이 경과함에 따라 설탕 성분이 휘발성 성분인 에탄올로 전환됨에 따라 주발효 후에는 3.2-3.6 g/100 mL 범위를 보였다. 한편, pectinase 처리구에서는 2.95 g/100 mL로 증발잔사량이 시험구 중 가장 낮게 나타났는데 이는 효소적 분해작용에 의해 효모의 비소화성인 pectin류가 분해됨으로서 증발잔사량이 감소하였던 것으로 판단된다.

색도의 변화

복분자 발효효모의 종류를 달리하고 발효를 행하면서 경시적인 색도의 변화를 살펴본 결과는 Table 2와 같으며 발효가 진행되면서 심한 색도의 변화가 유발되는 것으로 나타났다. 과

Table 2. Changes in color characteristics of *Bokbunja* wine during the fermentation with different yeasts

Strains	Color values											
	0 day			2 day			10 day			18 day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Sc-24	4.46	9.06	2.15	2.66	5.72	1.16	2.71	5.55	1.3	2.04	4.39	0.8
Bok-3	4.66	8.94	2.23	2.21	4.55	0.91	1.96	4.37	0.97	1.68	3.56	0.82
Yak-7	4.23	9.04	1.96	2.96	6.14	1.4	2.67	5.5	1.18	2.03	4.31	1.02
Sc-24+Yak-7	4.12	8.87	1.84	2.32	4.87	0.98	2.1	4.49	0.78	1.73	3.56	0.67
Bok-3+pectinase	4.51	9.15	2.31	2.97	6.04	1.35	2.57	5.23	1.28	2.34	4.96	0.88

실주 발효 시 안토시아닌 색소류는 유기산, 페놀화합물 및 당 등이 안정성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(14-17). 본 실험에서도 발효과정 중 복분자주 색도의 변화는 발효과정 중에 유기산의 소모(Fig. 3)로 인한 산도의 감소(Fig. 4)와 술덧의 pH의 상승, 색소 안정화에 기여하였던 발효성 당들이 알코올 발효에 소모됨으로서 발생하였던 것으로 판단된다. 그러나 Sc-24, Yak-7 및 Bok-3 + pectinase 처리구는 다른 처리구에 비하여 적정산도가 낮았음(Fig. 4)에도 불구하고 색도가 높게 나타나 당 및 유기산 이외의 다른 물질이 색소안정화에 기여한 것으로 추정되며 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다. 색도의 측면에서 고려해볼 때 Sc-24, Yak-7 및 처리가 양호하였으며 발효 10일까지는 비교적 색도가 안정하므로 발효기간을 10일 전후로 행하는 것이 복분자주의 품질에 좋을 것으로 판단된다.

이화학적 성분의 변화를 고려할 때도 알코올은 4-10일, 유기산은 6-10일, 적정산도는 8-14일, 색도는 10일 전후를 보여 복분자주 제조를 위한 주발효는 8-10일이 적당할 것으로 판단되며, 복분자주 제조에 적합한 Sc-24 및 Bok-3균주에 pectinase 첨가시 복분자주의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

복분자 발효주의 품질향상을 위하여 효모 종류 및 효소 등 처리방법을 달리하여 발효과정 중의 이화학적 특성을 검토한 결과 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224(Sc-24), 복분자 분리효모(Bok-3), 약주분리(Yak-7), *Saccharomyces cerevisiae*(Sc-24)와 약주효모(Yak-7) 혼합균주의 주발효 후 알코올 함량은 각각 11.08%, 10.62%, 10.18%, 10.26%이었으며, pectinase 첨가시 알코올 함량을 0.1-1.5% 증가시킬 수 있었다. 발효주의 유기산은 oxalic, citric, malic, shikimic, formic acid 등이었으며, 발효과정 중 citric acid와 malic acid가 큰 폭으로 감소되었다. 복분자주 발효 중 적정산도는 발효액 중의 citric acid의 함량변화에 의존적이었다. 복분자주의 색도는 발효초기에 유의적으로 감소되었으며 Sc-24, Yak-7 및 Bok-3 + pectinase 처리구가 발효에 의한 색도의 변화가 비교적 낮았다. 이화학적 성분의 변화를 고려할 때 복분자주의 발효는 8-10일이 적당하였으며, Sc-24 및 Bok-3균주와 500 ppm의 pectinase 첨가가 발효에 효과적이었다.

감사의 글

이 논문은 고창균청 “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. Donguibogam 1-5, Yeogang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 62, 296, 334, 617, 984, 1085, 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. Medicinal Crop Sci. 11: 5-12 (2003)
5. Cha HS, Park MS, Park KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415 (2001)
6. 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)
7. Yoon I, Wee JH, Moon JH, Ahn TH, Park KH. Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 499-502 (2003)
8. 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). Phytotherapy Res. 11: 179-182 (1997)
9. Hong JS, Kim IK, Kim MG, Yoon S. Processing Development of *Bokbunja*-wine. Agricultural R&D Promotion Center, Seoul, Korea (1995)
10. Jung DH. Fermentation and Microbiology. Sunjinmunhwasa. Seoul, Korea. pp. 244-248 (1996)
11. Hwang Y, Lee KK, Jung GI, Ko BR, Choi DC, Choi YG, Eun JB. Manufacturing of wine with watermelon. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 50-57 (2004)
12. Woo KL, Lee SH. A study on wine-making with dried persimmon produced in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 204-212 (1994)
13. The Merck Index. 11th ed. Merck & Co. Publisher, Rahway, New Jersey, USA. p. 896 (1989)
14. 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. Natl. Acad. Sci. USA 94: 14138-14143 (1997)
15. Hwang, IK, Ahn SY. Studies on the Anthocyanins in wild vines (*Vitis amurensis* Ruprecht). J. Korean Agric. Chem. Soc. 18: 183-187 (1975)
16. 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)
17. 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)