

블루베리 와인의 발효 장애 해결을 위한 효모 영양물질 첨가의 효과

서승호 · 유선아 · 박성은 · 손홍석*
동신대학교 식품영양학과

Effectiveness of Yeast Nutrients on Stuck Fermentation of Blueberry Wine

Seung-Ho Seo, Seon-A Yoo, Seong-Eun Park, and Hong-Seok Son*

Department of Food and Nutrition, Dongshin University

Abstract In this study, we investigated the effect of various yeast nutrients on stuck and sluggish fermentation of blueberry wine. Sugar consumption rates during fermentation were observed after the addition of yeast extract, diammonium phosphate, yeast energizer, raisin, or banana to fermenting blueberry wine. After fermentation, the alcohol concentrations of wines containing yeast extract (14.1%) and banana (13.3%) were higher than those of wines containing diammonium phosphate (12.6%), yeast energizer (12.4%), and raisin (11.4%). Correspondingly, levels of soluble solids were lower in wines to which yeast extract (3.9°Bx) and banana (2.5°Bx) were added than in wines to which diammonium phosphate (4.6°Bx), yeast energizer (4.6°Bx), and raisin (6.3°Bx) were added. Thus, we concluded that banana could be used as a nutritional supplement for yeast to solve stuck and sluggish blueberry wine fermentation.

Keywords: blueberry wine, stuck fermentation, sluggish fermentation, yeast nutrient, banana

서 론

블루베리는 진달래과(Ericaceae)의 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물이며, 15-21°C의 온도와 pH 4.5-5의 산성토양에서 잘 자라는 다년생 온대 과수로 하이부시 블루베리(*Vaccinium corymbosum*), 로우부시 블루베리(*Vaccinium myrtillos*) 및 래빗아이 블루베리(*Vaccinium ashei*) 등 세 종류가 상업적으로 중요한 과실로서 재배되고 있다(1). 블루베리는 전 세계적으로 400여 종이 있으며, 주로 북미 지역에 분포되어 있지만 최근 뉴욕 타임지의 10대 슈퍼푸드에 선정되는 등 건강기능성에 대한 관심이 증가하면서 그 수요가 증가하고 있다(2). 블루베리는 폴리페놀이 풍부하고, 항산화능, 시력강화, 면역시스템 증진 및 뇌졸중 방지에 효과가 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 활성산소 라디칼 흡수효과(3), 산화적 스트레스 억제효과(4), 항산화 효과(5), 이노자놀(6), 항균 및 항암활성(7-9) 등이 보고되고 있다.

우리나라에서도 고기능성 농산물의 수요 증가와 함께 블루베리의 재배면적이 급속히 증가하여, 2006년 24 ha를 시작으로 2010년 534 ha, 2011년 1,082 ha로 그 재배면적이 지속적으로 증가하고 있지만(10), 한편으로는 과잉 생산의 우려가 있어 다양한 가공품으로의 개발이 요구되고 있다. 현재 블루베리를 이용하여 잼(11), 머핀(12), 쿠키(13), 막걸리(14), 식초(15)의 제조 등에 관한 연구가 보고되고 있지만 와인의 개발에 관한 연구는 없다. 블루베리는 안토시아닌 등의 폴리페놀이 풍부하고 향이 우수하여 와

인제조에 적합하지만, 발효속도가 느리고 불규칙적으로 발효가 멈추는 발효 장애가 종종 발생하여 산업적으로 문제가 되고 있으며, 이러한 발효 장애의 해결에 관한 연구는 국내외를 통틀어 거의 없는 실정이다(16).

과실주의 발효 중에 사용되는 효모는 증식을 위해 당분 이외에도 질소원, 비타민, 미네랄 등을 필요로 한다(17). 발효 장애의 원인은 보통 이러한 영양분의 부족 때문에 발생하는 경우가 많으며, 포도주를 제조할 때는 diammonium phosphate (DAP)나 효모 추출물 등을 첨가하여 발효 장애를 해결하고 있다. 특히 용수를 첨가하여 제조하는 포도주 이외의 과실주 같은 경우에는 효모의 증식에 필수적인 영양분이 희석되므로 효모 영양분의 추가적인 공급이 중요하다. 본 연구에서는 용수의 사용 비율을 달리 한 블루베리 와인을 제조하여 발효 장애의 현상을 파악하고, 질소원이나 바나나의 첨가를 통해 블루베리 와인의 발효 장애를 해결하고자 한다.

재료 및 방법

가수량을 달리한 블루베리 와인의 제조

충청북도 음성 '블루베리원' 농장에서 2012년 6월 수확하여 -20°C로 동결된 블루베리를 실온에서 해동한 후, blender로 분쇄하여 사용하였다. 분쇄한 블루베리를 발효용기에 넣고 블루베리 중량 대비 0배, 1배, 2배, 3배의 용수와 혼합한 뒤 설탕을 첨가하여 24.5±0.5°Bx로 조정하였으며, 산화방지를 위해 메타중아황산칼륨(K₂S₂O₅) 100 ppm을 첨가하였다. 와인용 효모인 *Saccharomyces bayanus* EC-1118 (Lalvin, Montreal, Canada) 균주를 실험에 사용하였고, YM broth (배지 1L당 yeast extract 3.0 g, malt extract 3.0 g, peptone 10.0 g, dextrose 10.0 g 함유)에서 48시간 동안 정치 배양한 뒤 블루베리 머스트(must)에 1% (v/v)접종하였다. 접종 시 효모의 초기 균수는 2×10⁶ cells/mL였으며, 30°C의

*Corresponding author: Hong-Seok Son, Department of Food and Nutrition, Dongshin University, Naju, Jeonnam 520-714, Korea
Tel: 82-61-330-3222
Fax: 82-61-330-3227
E-mail: hsson@dsu.ac.kr
Received July 12, 2013; revised October 10, 2013;
accepted December 13, 2013

배양기에서 정치된 상태로 발효를 진행하였다.

효모 영양물질 첨가를 달리한 블루베리 와인의 제조

블루베리에 동량의 용수를 가한 후 위와 같은 조건으로 와인을 제조하였으며, 발효 장애의 해결을 위해 여러 효모 영양물질을 추가하였다. Yeast extract (BD, Sparks, NV, USA), diammonium phosphate (Shinyo Pure Chemicals Co., Osaka, Japan), yeast energizer (LD Carlson, Kent, OH, USA)를 각각 1,000 ppm 씩 첨가하였고 바나나와 건포도는 10% (w/v) 첨가하였다. 바나나는 껍질을 제거하고 생과 그대로 blender로 분쇄하여 첨가하였다.

이화학적 분석

발효 과정 중 당도의 측정은 술덧을 체로 거른 뒤 디지털 굴절계(PR-32, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 °Bx를 측정하였고, pH는 pH meter (ISTEK, pH/ISE Meter pH-250L, Seoul, Korea) 기를 이용하였으며, 총산도는 0.1N NaOH로 적정하여 이 때의 소비된 NaOH 함량을 tartaric acid (%)로 환산하여 계산하였다(18). 알코올 함량은 와인을 체로 걸러 시료 100 mL를 취하고 증류 방법을 통해 측정하였다. 증류액은 70 mL 이상 취한 뒤 3차 증류수를 첨가하여 100 mL로 용량을 보정하고, 주정계(Scale: 0-10; 10-20, Deakwang Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 비중을 측정하였으며, Gay-Lussac 표를 이용하여 15°C로 보정하여 알코올 함량을 % (v/v) 농도로 나타내었다(19). 또한 알코올을 측정하는 과정에서 증류되지 않고 남아있는 약 30 mL의 와인에 3차 증류수를 첨가하고 100 mL로 보정하여 알코올이 제거된 true °Bx를 측정하였다(20).

통계처리

통계처리는 SPSS (version 14.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 을 이용하여 평균 및 표준편차를 구하였으며, 각 실험의 평균 차에 대한 통계적 유의성 검증은 Duncan의 다중검증법(DMRT, Duncan's multiple range test)을 사용하여 95% 유의수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다(21).

결과 및 고찰

가수량을 달리한 블루베리 와인

본 연구에 사용된 블루베리 생과는 11.4°Bx의 당도와 2.94의 pH 그리고 1.33%의 총산도를 보였다(date not shown). 보통 레드 와인의 적정산도는 0.6-0.8%이며 총산도가 1%를 초과할 경우 자극적인 신맛이 와인의 품질에 부정적인 영향을 미치므로 산도조정이 요구된다(22). 와인의 총산도를 낮추는 방법은 여러 가지가 있지만 과실주에서는 주로 용수를 가하여 산도를 조정한다. 블루베리의 생과 중량을 기준으로 1배(A), 2배(B), 3배(C)의 용수를 첨가하여 와인을 제조하였으며, 대조구로 가수를 하지 않고 블루베리 원액만을 사용한 와인을 제조하였다. 가수량에 따른 블루베리 와인의 발효속도는 °Bx의 변화로 나타내었으며, Fig. 1과 같다. °Bx는 가용성 고형분을 나타내는 단위로 포도의 경우 0.5% 오차가 있는 등 과일에 따라 정확하게 당도의 값과 일치하지는 않지만(22), 본 연구에서는 °Bx를 당도의 단위로 사용하였다. 굴절계는 발효가 시작되어 알코올이 생기기 전까지는 오차가 없지만, 발효가 진행되어 알코올이 생기면 굴절계에 영향을 주어 원래의 값보다 더 높은 값을 보이게 된다. 발효성 당분이 남아있지 않더라도 굴절계로 측정된 과실주의 최종 °Bx는 6-7°Bx 정도로 값을 보이며 이는 알코올에 의해 발생하는 오차이다(20). 또한 발

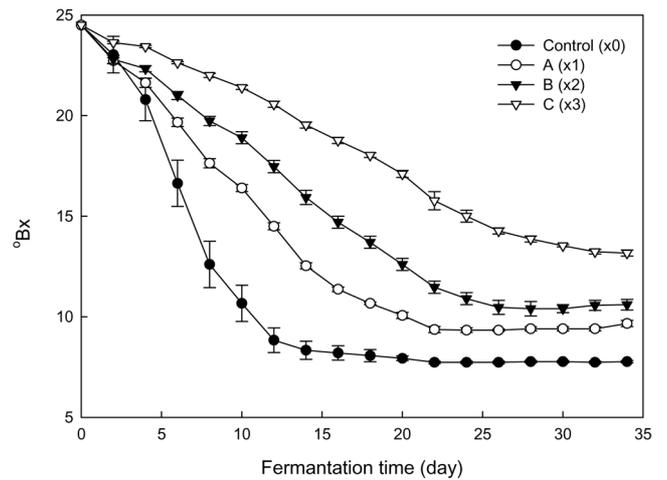


Fig. 1. Changes in °Bx of blueberry wine fermented with different proportions of water. Fermentation was conducted with 1-fold (A), 2-fold (B), and 3-fold (C) of water to blueberry, respectively.

효가 종료되어 발효성 당분이 모두 소모되고 알코올에 의한 오차를 제외하더라도, 비 발효성당, 유기산, 폴리페놀 등의 물질에 의해 실제 °Bx는 2-3.5°Bx로 측정된다. 가수를 하지 않은 블루베리 원액으로 제조한 와인은 2일째부터 급격하게 당도가 감소하여 2주 후 당도의 변화가 거의 없는 반면, 가수를 하여 제조한 실험구들은 가수량이 증가할수록 발효속도가 느려지는 모습을 보였다. 또한 담금 후 40일째 측정된 최종 당도는 블루베리 원액으로 제조한 와인의 경우 가용성 고형분의 수치가 7.7°Bx인 반면, A는 9.7°Bx, B는 10.6°Bx, C는 13.2°Bx로 가수량이 증가할수록 최종 잔당의 함량이 높았으며, 이는 발효가 종료되지 않았음을 의미한다. Kim 등(23)은 오디 와인의 경우 발효초기 24°Bx에서 발효 종료 후 8.5-8.7°Bx의 값을 보인다고 보고하였으며, Yook과 Jang(24)은 포도 와인의 경우 발효초기 21°Bx에서 발효종료 후 약 7.2°Bx의 값을 나타낸다고 하는 등 보통 발효가 종료된 과실주의 최종 당도는 7.9°Bx의 값을 보인다. 본 연구에서는 증류 전 알코올에 의해 오차가 있는 상태로 측정된 최종 당도가 8°Bx 이상(증류 후 3°Bx 이상) 또는 발효기간이 3주 이상인 경우(3주 이후 1°Bx 이상 당도의 변화가 있는 경우) 발효 장애로 규정하였다. 이 기준을 적용하였을 때 블루베리 원액으로 제조한 와인을 제외한 가수를 한 모든 실험구에서 발효 장애가 관찰되었으며, 가수량이 증가할수록 발효속도가 느리고 잔당의 함량이 높았다. 이는 블루베리가 효모의 증식을 억제하는 물질을 포함한다기 보다는, 효모가 필요로 하는 영양분이 희석되기 때문으로 추정된다. 블루베리 와인의 제조 시 대부분 가수를 하고 초기당도를 21-24°Bx로 보당하여 발효를 진행하므로 발효 장애가 발생할 수 있다. 발효 종료가 10일 이내인 다른 과실주에 비해 블루베리 와인의 경우 가수량이 증가할수록 발효속도가 느리고 잔당이 남는 발효 장애가 있는 것이 확인되었다.

효모 영양물질 첨가를 달리한 블루베리 와인

블루베리 와인의 발효 장애를 해결하기 위해 포도 와인에서 발효 촉진을 위해 주로 사용하는 효모영양제인 yeast extract (A), DAP (B), yeast energizer (C)를 첨가하여 발효를 진행하였고, 건포도(D), 바나나(E)를 첨가한 실험구와 발효속도를 비교하였다 (Fig. 2). 건포도를 첨가한 실험구를 제외한 모든 실험구들이 첨가물을 넣지 않은 대조구에 비해 담금 초기부터 빠른 당의 소모

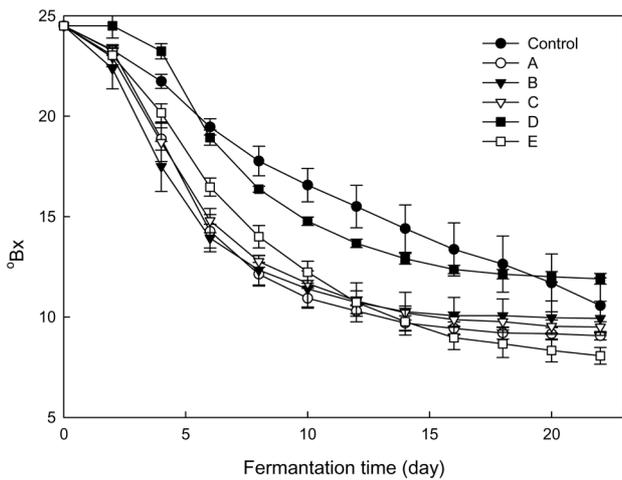


Fig. 2. Changes in °Bx of blueberry wine fermented with different yeast nutrients. Fermentation was conducted with yeast extract (A), diammonium phosphate (B), yeast energizer (C), raisin (D), and banana (E), respectively.

를 보였다. 담금 후 3주째 당도를 측정하였을 때, 대조구는 11.7°Bx로 높은 잔당을 포함하였고, yeast extract (A)를 첨가한 실험구는 9.2°Bx, DAP (B)를 첨가한 실험구는 10.0°Bx, yeast energizer (C)를 첨가한 실험구는 9.5°Bx의 값을 보였다. 또한 건포도(D)를 첨가한 실험구는 12.0°Bx로 당분의 함량이 가장 높은 반면, 바나나(E)를 첨가한 실험구는 8.3°Bx로 가장 낮은 값을 보였으며, 이는 바나나가 가장 효과적으로 블루베리 와인의 발효속도를 증가시켰음을 보여준다. 바나나를 첨가한 실험구의 초기 발효속도는 질소원을 첨가한 실험구들보다 느렸지만, 12일째부터는 질소원을 첨가한 실험구들의 발효속도가 감소한 반면 바나나를 첨가한 실험구는 지속적인 당의 소모를 보여 발효 16일째 9°Bx 미만의 값을 보였다.

발효가 종료된 블루베리 와인의 pH, 최종 알코올 그리고 알코올을 증류하여 당도에 영향을 줄 수 있는 오차를 제거한 가용성 고형분의 함량(true °Bx)을 Table 1에 나타내었다. 담금 후 3개월이 경과한 후 측정된 최종 알코올 농도는 yeast extract 첨가구(A)는 14.1%, 바나나 첨가구(E)는 13.3%로 12.8%의 알코올 함량을 보인 대조구보다 높았지만, 그 외의 실험구(B, C, D)들은 대조구보다 낮은 알코올 함량을 보였는데, 특히 건포도 첨가구(D)의 경우 11.4%의 가장 낮은 알코올 함량을 보였다. True °Bx는 최종 알코올 농도와는 반대로 대조구보다 알코올 함량이 높았던 yeast extract 첨가구(A)와 바나나 첨가구(E)는 각각 3.9°Bx, 2.5°Bx로 가장 낮게 나타났으며, 알코올 함량이 대조구 보다 낮았던 DAP 첨가구(B), yeast energizer 첨가구(C), 건포도 첨가구(D)는 각각 4.6-6.3°Bx의 잔당을 보였다. 발효 3주까지만 보면 바나나 첨가구만이 발효 장애를 해결할 수 있었지만, 담금 후 3개월 후에는 yeast extract를 첨가한 실험구에서도 발효가 종료된 모습을 보였다. 최종 알코올과 잔당, 초기 3주간의 발효속도를 고려할 때, 바나나가 블루베리 와인의 발효 장애를 해결할 수 있는 가장 좋은 재료로 판단되었다.

효모의 증식에는 당분 이외에도 질소원, 비타민, 미네랄 등을 필요로 하는데, 이 중 질소원의 부족은 와인 발효 장애의 대표적인 원인 중 하나이다(25,26). Kim과 Ahn(27)은 효모가 포도당을 소모한 시점에 yeast nitrogen base (YNB)를 첨가하니 당의 소비량과 효모의 성장이 증가한다고 보고하였으며, Mo 등(17)은 건

Table 1. Final alcohol, soluble solids, and pH of blueberry wine after fermentation

Samples	Alcohol (%)	Soluble solids (°Bx)	pH
Control	12.8±0.3 ^{bc2)}	5.2±0.6 ^c	3.1 ^a
Yeast extract (A ¹⁾)	14.1±0.4 ^d	3.9±0.3 ^b	3.3 ^b
Diammonium phosphate (B)	12.6±0.2 ^{bc}	4.6±0.1 ^{bc}	3.1 ^a
Yeast energizer (C)	12.4±0.2 ^b	4.6±0.4 ^{bc}	3.1 ^a
Raisin (D)	11.4±0.3 ^a	6.3±0.3 ^d	3.4 ^c
Banana (E)	13.3±0.5 ^c	2.5±0.2 ^a	3.3 ^b

¹⁾See footnotes in Fig. 2.

²⁾Mean±SD (n=3). Means with the same superscripts in each column are not significantly different at p<0.05.

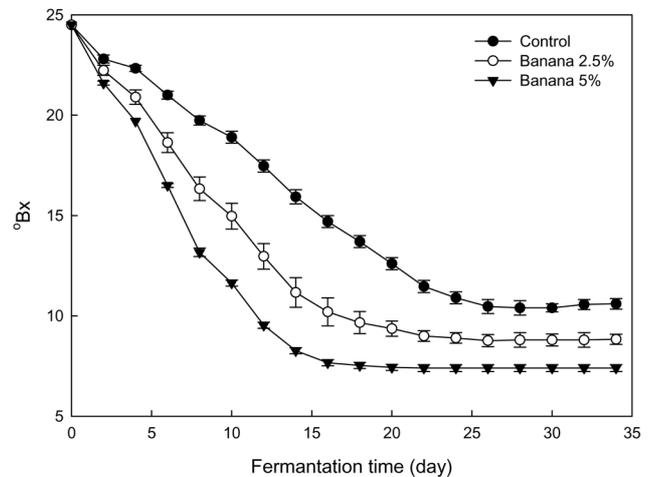


Fig. 3. Changes in °Bx of blueberry wine fermented with banana.

조 오미자 추출물을 이용한 알코올 발효 시 질소원인 urea를 첨가한 경우에 효모 증식이 촉진되었다고 보고하였다. 탄소 및 질소의 부족으로 효모의 성장이 제한될 때, 질소원의 첨가는 효모의 생육에 직접적인 영향을 미친다(28). 보통 질소원 부족으로 인한 와인의 발효 장애를 해결하기 위해 발효초기에 DAP나 yeast energizer 같은 질소원을 첨가하는데, 과도한 질소의 첨가는 미생물의 불안정 생육과 질소축적으로 이어질 수 있기 때문에 질소 보충제의 선정과 첨가량이 중요하다(25).

바나나의 첨가

바나나 첨가량에 따른 블루베리 와인의 발효속도의 변화를 관찰하기 위해 바나나의 첨가량을 달리하여 발효속도를 측정하였다(Fig. 3). 발효속도의 변화를 보다 명확하게 관찰하기 위해 가수량을 2배로 하여 발효 장애를 유도하였으며, 바나나 첨가량은 2.5%와 5%로 조정하였다. 담금 후 3주째의 당도는 대조구의 경우 11.5°Bx, 2.5% 바나나 첨가구의 경우 9.0°Bx, 5% 바나나 첨가구의 경우에는 7.4°Bx로 측정되었다. 바나나 첨가구의 경우 첨가량에 관계없이 3주 이후 당의 함량이 거의 변하지 않아(1°Bx 이내), 발효종료가 관찰되었지만, 바나나의 첨가량이 증가할수록 잔당의 함량은 감소하였다. 담금 후 40일째 최종 당도는 대조구의 경우 10.6°Bx, 2.5% 바나나 첨가구의 경우 8.8°Bx, 5% 바나나 첨가구의 경우에는 7.4°Bx로 측정되었다(date not shown). 발효속도와 최종 당도의 함량을 고려하면 바나나의 첨가는 블루베리 와인의 발효 장애를 해결할 수 있는 적합한 영양물질이지만, 농도

의존적인 경향성이 있음을 보여준다. 블루베리 와인 양조 시 가수량과 효모상태, 효모영양체의 첨가 등의 양조 조건은 다를 수 있으므로 발효 장애 해결을 위한 바나나 첨가량도 달라질 수 있다.

Carvalho 등(29)은 맥주의 양조과정에 바나나를 첨가할 경우 에탄올 생산이 증가한다고 보고하고 있으며, Karthikeyan과 Sivakumar(30)는 누룩의 제조 시 배양기질로 바나나 껍질을 사용할 경우 *Aspergillus niger*의 구연산 생성이 증가한다고 보고하고 있지만, 바나나 첨가와 와인의 발효속도 혹은 효모의 증식과의 직접적인 연관성에 관한 보고는 없다. 블루베리 와인의 경우 물로 희석할 경우 발효 장애가 관찰되는 원인은 블루베리 자체가 포함하고 있는 효모의 생육을 억제하는 물질이 존재하기 보다는, 효모의 생육에 필요한 당 이외의 영양물질이 희석되기 때문으로 추정되며 바나나의 첨가는 이를 해결할 수 있는 좋은 원료로 사료된다. 블루베리 와인 발효 시에 바나나의 첨가는 발효 장애를 해결할 수 있는 좋은 원료이지만, 바나나 첨가가 최종 와인의 품질에 미치는 영향이나 바나나의 어떠한 성분이 어떠한 기작으로 효모의 생육과 발효속도에 영향을 미쳤는지에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

요 약

본 연구는 용수의 첨가량을 달리한 블루베리 와인을 제조하여 발효 장애의 현상을 파악하고, 효모 영양물질의 첨가를 통해 발효 장애를 해결하고자 하였다. 블루베리 제조 시 가수량이 증가할수록 발효속도가 감소하고 잔당이 남는 발효 장애가 관찰되었다. 효모 영양물질의 종류에 따른 발효 장애 해결 효과를 알아보기 위해, 담금 후 3주째 당도를 측정하였을 때, 대조구가 11.7°Bx로 잔당의 함량이 가장 높았고, yeast extract를 첨가한 실험구는 9.2°Bx, DAP를 첨가한 실험구는 10.0°Bx, yeast energizer를 첨가한 실험구는 9.5°Bx, 건포도를 첨가한 실험구는 12.0°Bx의 값을 보인 반면, 바나나를 첨가한 실험구는 8.3°Bx로 가장 효과적으로 발효속도를 증진시켰다. 또한 바나나를 2.5% 첨가한 블루베리 와인보다 5% 첨가한 블루베리 와인에서 보다 빠른 발효속도와 낮은 잔당의 함량을 보였으며, 이는 블루베리 와인의 발효 장애 해결이 바나나 첨가량에 따라 달라짐을 의미한다. 블루베리 와인 제조 시 발생하는 발효 장애의 원인은 효모가 필요로 하는 영양분의 부족 때문인 것으로 추정되며, 블루베리 와인의 발효 장애를 해결하기 위한 효모 영양물질로 바나나의 첨가가 가장 효과적인 것으로 확인되었다.

References

- Kim TC, Bae KS, Kim IK, Chun HJ. Antioxidative activities of solvent extracts from blueberry. Korean J. Orient. Physiol. Pathol. 19: 179-183 (2005)
- Park HM, Yang SJ, Kang EJ, Lee DH, Kim DI, Hong JH. Quality characteristics and granule manufacture of mulberry and blueberry fruit extracts. Korean J. Food Cookery Sci. 28: 375-382 (2012)
- Zheng W, Wang SY. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. J. Agr. Food Chem. 51: 502-509 (2003)
- Joseph JA, Denisova NA, Bielinski D, Fisher DR, Shukitt-Hale B. Oxidative stress protection and vulnerability in aging: putative nutritional implications for intervention. Mech. Ageing Dev. 116: 141-153 (2000)
- Sellappan S, Akoh CC, Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of georgia-grown blueberries and blackberries. J. Agr. Food Chem. 50: 2432-2438 (2003)
- Howell AB. Cranberry proanthocyanidins and the maintenance of urinary tract health. Crit. Rev. Food Sci. 42: 273-278 (2002)
- Kalt W, Ryan DA, Duy JC, Prior RL, Ehlenfeldt MK, Kloet SPV. Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries. J. Agr. Food Chem. 49: 4761-4767 (2001)
- Wang SY, Jiao H. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals and singlet oxygen. J. Agr. Food Chem. 48: 5677-5684 (2000)
- McGhie TK, Ainge GD, Barnett LE, Cooney JM, Jensen DJ. Anthocyanin glycosides from berry fruit are absorbed and excreted unmetabolized by both humans and rats. J. Agr. Food Chem. 51: 4539-4548 (2003)
- Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. Korean J. Food Preserv. 15: 445-449 (2008)
- Cho WJ, Song BS, Lee JY, Kim JK, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Kim GS, Lee JW. Composition analysis of various blueberries produced in Korea and manufacture of blueberry jam by response surface methodology. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 319-323 (2010)
- Hwang SH, Ko SH. Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). J. East Asian Soc. Dietary Life 20: 727-734 (2010)
- Ji JR, Yoo SS. Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. J. East Asian Soc. Dietary Life 20: 433-438 (2010)
- Jeon MH, Lee WJ. Characteristics of blueberry added *makgeolli*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 444-449 (2011)
- Su MS, Chien PJ. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. Food Chem. 104: 182-187 (2007)
- Maisonnave P, Sanchez I, Moine V, Dequin S, Galeote V. Stuck fermentation: Development of a synthetic stuck wine and study of a restart procedure. Int. J. Food Microbiol. 163: 239-247 (2013)
- Mo HW, Jeong JS, Choi SW, Choi KH. Preparation of wine using wild yeast from dried omija and optimal nutritional requirements for alcoholic fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 254-260 (2012)
- Lee CH. Fermentation Technology in Korea. Korea University Press, Seoul, Korea. pp. 44-69 (2001)
- Rhee SJ, Lee CYJ, Kim KK, Lee CH. Comparison of the traditional (*Samhaejju*) and industrial (*Chongju*) rice wine brewing in Korea. Food Sci. Biotechnol. 12: 242-247 (2003)
- Son HS, Hong YS, Park WM, Yu MA, Lee CH. A novel approach for estimating sugar and alcohol concentrations in wines using refractometer and hydrometer. J. Food Sci. 75: C106-C111 (2009)
- Duncan DB. Multiple range and multiple *F* tests. Biometrics 11: 1-42 (1955)
- Margalit Y. Winery Technology and Operations. Wine Appreciation Guild, San Francisco, CA, USA. pp. 1-12 (2005)
- Kim YS, Jeong DY, Shin DH. Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 63-69 (2008)
- Yook C, Jang EM. Quality improvement of wines made from domestic grapes by the elimination or addition of grape skins. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 528-535 (2009)
- Gutierrez A, Chiva R, Sancho M, Beltran G, Arroyo-Lpez FN, Guillamon JM. Nitrogen requirements of commercial wine yeast strains during fermentation of a synthetic grape must. Food Microbiol. 31: 25-32 (2012)
- Blateyron L, Sablayrolles JM. Stuck and slow fermentations in enology: statistical study of causes and effectiveness of combined additions of oxygen and diammonium phosphate. J. Biosci. Bioeng. 91: 184-189 (2001)
- Kim JG, Ahn JH. Comparative study on ethanol production with pentose and/or hexose by *Saccharomyces cerevisiae* and/or *Pichia stipitis*. J. Life Sci. 21: 335-340 (2011)
- Parrou JL, Enjalbert B, Plourde L, Bauche A, Gonzalez B,

- François J. Dynamic responses of reserve carbohydrate metabolism under carbon and nitrogen limitations in *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 15: 191-203 (1999)
29. Carvalho GBM, Silva DP, Bento CV, Vicente AA, Teixeira JA, Felipe MGA, Almeida e Silva JB. Banana as adjunct in beer production: applicability and performance of fermentative parameters. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 155: 356-365 (2009)
30. Karthikeyan A, Sivakumar N. Citric acid production by koji fermentation using banana peel as a novel substrate. *Bioresource Technol.* 101: 5552-5556 (2010)