

효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효 및 숙성 중 품질 변화

오현정¹ · 임상빈²

¹제주대학교 생명과학기술혁신센터

²제주대학교 식품생명공학과

Quality Changes in Kiwifruit Wines during Fermentation and Aging with Different Yeasts

Hyun-Jeong Oh¹ and Sang-Bin Lim²

¹Biotechnology Regional Innovation Center and

²Department of Food Bioengineering, Jeju National University

ABSTRACT Kiwifruit wine was prepared with the domestic new cultivars 'Jecy Sweet' and 'Jecy Gold', and quality characteristics were investigated during fermentation with *Saccharomyces bayanus* Lalvin and *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin and aging for 120 days at 15°C. Total acidities were 0.94% and 1.22% for 'Jecy Sweet' and 'Jecy Gold' at the beginning, respectively, and increased gradually during fermentation; highest acidities were 1.49% and 1.26%, respectively, on the 6th day of fermentation regardless of yeast strain. Alcohol content increased greatly from the 4th day of fermentation and was highest (10.2%) in 'Jecy Sweet' fermented by *S. bayanus* Lalvin, followed by 9.2% in 'Jecy Sweet' fermented by *S. cerevisiae* Fermivin and 9.4% in 'Jecy Gold' fermented by Lalvin and Fermivin on the 12th day of fermentation. Soluble solid content was 24.8°Brix at the beginning and decreased gradually during fermentation. The lowest soluble solid content was 9.7°Brix on the 6th day of fermentation regardless of kiwifruit cultivar and yeast strain. Total phenols in 'Jecy Sweet' (1,127 mg/L) were 1.32-fold higher than those in 'Jecy Gold' (848 mg/L) and decreased greatly until the 6th day of fermentation, after which they increased slightly until the 12th day of fermentation. During aging, total phenols increased until the 30th day and were maintained for 120 days. Quality characteristics of kiwifruit wines were similar between the two yeast strains but were different between kiwifruit cultivars. Contents of ethanol and total phenolics were higher in 'Jecy Sweet' wine than in 'Jecy Sweet' wine.

Key words: kiwifruit, wine, yeast, quality characteristics

서 론

최근 웰빙 식품에 대한 관심의 증가로 녹차, 포도주 등과 같은 폴리페놀 함량이 높은 식품에 대한 요구가 증가하고 있는데, 이들 성분은 체내에서 항산화 및 항암 등과 같은 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 왔다. 또한, 프랑스인이 미국인보다 심혈관 질환의 발병률이 낮다는 French paradox가 전파되면서 세계적으로 위스키, 소주 등 알코올 도수가 높은 증류주의 소비는 점차 감소하고 있지만 알코올 함량이 낮은 와인의 소비가 급증하고 있다(1).

참다래(kiwifruit, *Actinidia deliciosa* or *chinensis* Planch)는 다래나무과(Actinidiaceae) 다래나무속(*Actinidia*)에 속하는 덩굴성 아열대성 낙엽과수로, 우리나라에서 재배되고 있는 주요 품종은 Hayward이다. 최근에 외국산

품종에 대한 수입 대체와 소비자의 요구에 따라 국내산 품종의 경쟁력을 높이고자 한라골드, 제시골드, 제시스위트 등과 같은 순수 우리 품종이 육성·개발되어 왔으며, 이들 품종은 Hayward 품종과 함께 주로 남해안 일대와 제주도에서 재배되는데 그 생산량은 해마다 증가하고 있다(2,3).

참다래는 과실의 크기가 크고 맛과 향이 다른 과실과 비교해 우수한 것이 특징이며, 비타민 C와 식이섬유의 함량이 높고 칼슘, 칼륨 등의 무기질 함량이 풍부하여 영양학적으로 우수하다(4-7). 또한, 단백질 분해효소(actinidin)가 들어있어 육류의 연육제로 사용되고 있다. 참다래는 수확 후 호흡 상승형 과실(climacteric fruit)이기 때문에 숙성됨에 따라 총당과 가용성 고형분의 증가로 단맛은 증가하지만, 펙틴질의 분해로 조직의 급격한 연화가 일어나 일정기간이 지나면 과육이 쉽게 물러져 상품성이 떨어진다. 또한, 에틸렌 생성량의 증가, 향기 및 색소 성분의 분해와 합성, 유기산 감소 등 다양한 생리 현상이 진행되어 장기 저장 시 품질이 저하되는 문제점을 가지고 있다(8,9). 이러한 문제점을 보완하기 위하여 지금까지 참다래에 대한 연구는 저장성 향상을 위한

Received 2 January 2017; Accepted 7 March 2017

Corresponding author: Sang-Bin Lim, Department of Food Bioengineering, Jeju National University, Jeju 63243, Korea
E-mail: sblim@jejunu.ac.kr, Phone: +82-64-754-3617

연구(9,10)가 대부분이며, 다양한 참다래 가공품의 개발과 산업화에 대한 연구가 미비하여 이에 대한 연구가 절실히 요구된다.

국내 와인 시장 규모는 20, 30대 소비층의 관심이 높아지면서 증가하고 있으며, 특히 최근에는 알코올 함량이 낮은 주류의 선호로 와인의 소비량이 증가하고 있다. 우리나라는 1990년부터 와인 수입이 전면 개방되어 국가 간 자유무역협정(free trade agreement, FTA)이 체결되면서 칠레와 미국에서 와인을 수입하는 물량의 증가로 와인 소비량의 약 80%를 수입산에 의존하고 있다.

지금까지 참다래 발효주 및 와인에 대한 연구로는 주로 Hayward 품종을 대상으로 참다래 발효주와 참다래 리큐르의 품질 특성 및 효모 종류에 따른 참다래 와인의 품질 특성이 있다(11-15). 참다래 와인의 개발은 과숙과나 비상품과의 이용성을 증대시킬 방안으로써, 일시적인 참다래 과다 출하를 막아 참다래 원물 가격의 안정화를 통해 참다래 재배 농가의 소득 증대에도 기여할 것으로 보인다.

따라서 본 연구에서는 국내산 참다래 와인의 고품질화 방안으로 제주도에서 육성된 참다래 품종인 제시골드와 제시 스위트를 대상으로 참다래 와인 제조에 적합한 2종의 효모를 이용하여 저온 발효 숙성한 참다래 와인의 품질 특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에 사용한 참다래는 수확(2011년 11월) 후 1°C에서 6개월간 저장한 제시골드(*Actinidia chinensis* var. Jecy Gold)와 제시 스위트(*A. chinensis* var. Jecy Sweet)를 제주도 제주시 A영농조합에서 구매하여 사용하였다. 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin 7013 strain(Inra, Narbonne, France)과 *Saccharomyces bayanus* Lalvin strain EC1118(Lallemand Inc., Montreal, Canada)을 사용하였다.

참다래 와인 제조

참다래를 수세한 후 믹서(Philips HR2860, Ya Horng Elec. Co., Ltd., Tainan, China)로 분쇄하여 사용하였다. 분쇄액 10 kg을 설탕(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Seoul, Korea)으로 25°Brix가 되게 보당할 후 각각 *S. bayanus* Lalvin과 *S. cerevisiae* Fermivin을 접종하였고, 발효온도가 높을 경우 급속 발효되어 품질 특성이 급격하게 변하므로 15°C에서 12일간 저온 발효하면서(13) 성분 변화를 측정하였다. 또한, 발효를 완료한 액은 1차 여과(Whatman No. 3, Whatman Ltd., Maidstone, UK)한 다음 2차 여과(0.45 µm membrane filter)하여 15°C 향온배양기(Qualicool 500, LTE Scientific Ltd., Greenfield, UK)에서 4개월 동안 숙성시키면서 1개월 간격으로 품질 특성을 측정하였다.

본 연구에서는 제시골드 참다래 품종을 Lalvin과 Fermivin 효모로 발효한 와인을 각각 JG-L과 JG-F로 나타내었고, 제시 스위트 참다래 품종을 Lalvin과 Fermivin 효모로 발효한 와인을 각각 JS-L과 JS-F로 나타내었다.

총산도, pH, 가용성 고형분 및 에탄올 함량 측정

총산도는 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정하여 초산으로 환산하였다(13). pH는 pH meter(Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 가용성 고형분은 굴절당도계(N-1, Atago, Toyko, Japan)를 사용하여 측정하였다. 에탄올 함량은 시료를 100 mL 취하여 증류한 후 주정계(DK-AL-S/L, Daekwang Co., Ltd., Seoul, Korea)로 측정하였고, Gay Lussac Table을 이용하여 15°C로 보정하였다(13).

색도, 탁도 및 갈색도 측정

색도는 색차계(Chroma Meter CR-200b, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L값(백색도), a값(적녹도), b값(황청도)을 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었는데, 이때 사용한 표준백판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 96.88, -0.16, -0.29였다. 갈색도와 탁도는 UV-visible spectrophotometer(TU1800-PC, Purkinje General Instrument Co., Ltd., Beijing, China)를 이용하여 각각 660 nm와 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

유리당 함량 분석

유리당 함량은 시료를 SepPak C18 cartridge(Waters, Milford, MA, USA)에 통과시킨 후 0.45 µm membrane filter(Woongki Science Co., Ltd., Seoul, Korea)로 여과한 것을 HPLC(Waters 2695, Waters)로 분석하였다. 분석 컬럼은 Prevail™ Carbohydrate ES(4.6×250 mm, 5 µm, Grace, Deerfield, IL, USA), 검출기는 ELSD, 이동상으로는 acetonitrile과 3차 증류수를 7:3으로 혼합하여 분당 0.8 mL의 유속으로 이동시켰다. 유리당 함량은 농도별로 제조한 표준물질(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 HPLC로 분석하여 얻은 표준곡선으로부터 정량하였다.

총페놀 함량 분석

총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법에 의해 시료 200 µL와 증류수 1.8 mL를 혼합한 후 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co.) 200 µL를 가하여 잘 섞어 상온에서 6분간 반응시킨 다음, 20% Na₂CO₃ 600 µL를 넣어 혼합한 후 증류수를 가하여 4 mL로 조정하였다. 이 용액을 90분간 실온에서 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총페놀 함량은 표준물질로 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 얻은 검량선으로부터 산출하였다(16).

통계분석

모든 실험 결과는 3회 반복하여 평균값으로 나타내었으며, 실험 결과의 통계처리는 SPSS(version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA의 Duncan's multiple range test와 Student's t-test로 수행하였다. 통계분석 결과는 평균과 표준편차로 표시하였으며, 각 처리구 간의 유의적인 차이는 $P < 0.05$ 에서 검증하였다.

결과 및 고찰

총산도와 pH 변화

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간과 숙성기간 중 총산도의 변화를 측정하였다(Fig. 1). 제시스위트 발효액의 총산도는 발효 시작 전에는 0.94%였으나 발효 2일 후에는 JS-L과 JS-F가 각각 1.26%와 1.32%로 급격히 증가하였다가 발효 6일 후에 각각 1.48%와 1.49%로 가장 높은 값을 나타내었고 발효 12일까지 거의 일정한

경향을 보였다. 제시골드 발효액의 총산도는 발효 시작 전에는 1.22%였으나 발효 2일 후에는 JG-L과 JG-F가 각각 1.01%와 1.08%로 감소하였다가 그 이후 서서히 증가하여 발효 6일 후에 각각 1.23%와 1.26%로 가장 높은 값을 나타내었다. 제시스위트와 제시골드 발효액 모두 효모의 종류에 따른 총산도의 변화는 거의 없었다. 120일간 숙성하는 동안 총산도가 제시스위트 와인은 다소 감소하는 경향을 보였으나, 제시골드 와인은 거의 변화가 없었다. 한편 발효 시작 전 원료의 총산도가 낮은 제시스위트 발효액이 원료의 총산도가 높은 제시골드 발효액보다 발효 12일 후에 총산도가 높은 것으로 보아 제시스위트 품종의 발효능이 높은 것으로 추정되었다.

pH(Fig. 2)는 발효 시작 전에 제시스위트가 3.63이었으나 발효 2일 후에는 JS-L과 JS-F가 각각 3.41과 3.37로 감소하였다가 발효 12일까지 조금씩 증가하는 경향을 보였으며, 제시골드의 경우는 발효 시작 전에 3.45였으나 발효 4일 후에는 JG-L과 JG-F가 각각 3.34와 3.34로 다소 감소하였다가 발효 12일까지 조금씩 증가하는 경향을 보였다.

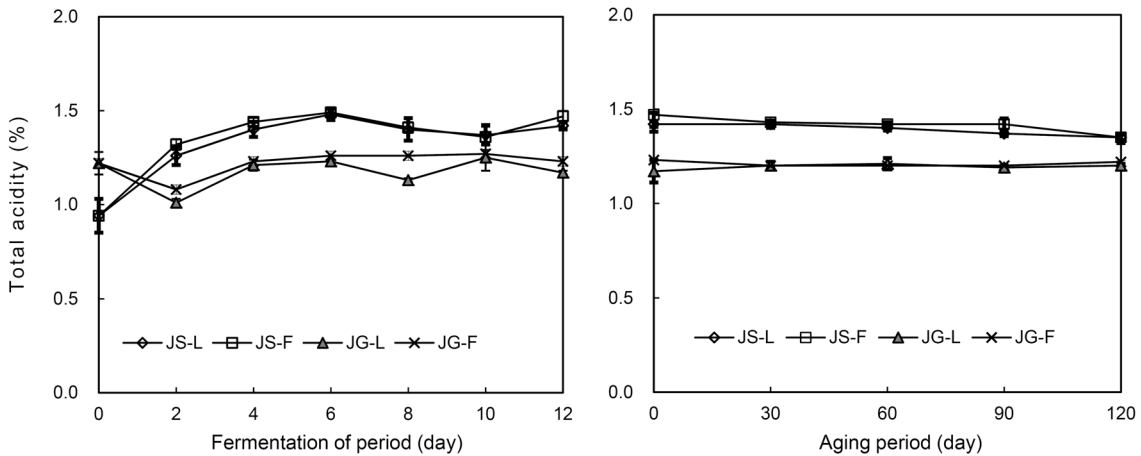


Fig. 1. Changes in total acidity of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *Saccharomyces bayanus* Lalvin, F: *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin.

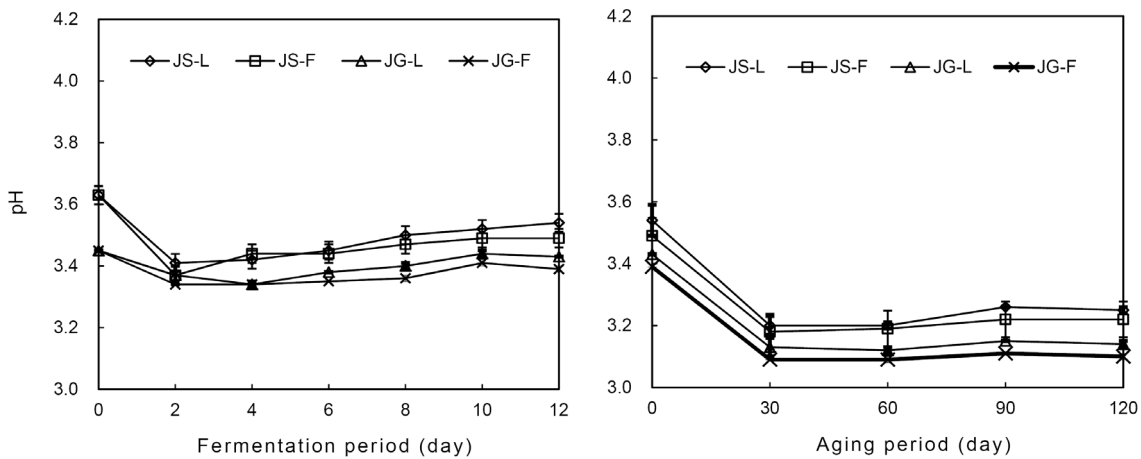


Fig. 2. Changes in pH of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *S. bayanus* Lalvin, F: *S. cerevisiae* Fermivin.

120일간 숙성하는 동안 pH의 경우 제시스위트 와인은 JS-L과 JS-F가 각각 3.54와 3.49에서 3.25와 3.22로 감소하였고, 제시골드 와인은 JG-L과 JG-F가 각각 3.43과 3.39에서 3.14와 3.10으로 감소하였다. 제시스위트 와인이 제시골드 와인보다 pH가 다소 높았으며, Lalvin 효모로 발효한 와인이 Fermivin 효모로 발효한 와인보다 pH가 다소 높았다.

총산도와 pH는 참다래의 발효과정에서 생성되는 유기산의 종류와 농도에 의해 영향을 받게 되며, 발효의 진행 정도를 판단할 수 있는 중요한 지표이다. Woo 등(13)의 보고에 따르면 효모 균주에 따른 참다래 Hayward 와인의 총산도는 발효 초기 1.03~1.04%에서 발효 120일 후 1.15~1.33%로 발효가 진행됨에 따라 다소 증가한다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. Towantakavanit 등(14)은 3종의 효모로 발효한 참다래 Hayward 와인의 총산도는 초기에는 0.55~0.57%였으나 발효하는 동안 조금씩 증가하였고 발효 16주 후에는 효모의 종류에 따라 0.68~0.72%였으며, 초기 pH는 3.67로 높았지만 발효 16주 후에는 3.49로 다소 감소하였다고 보고하였다. Kang 등(15)은 키위 와인 발효 20일째에 0.75~0.79%로 총산도가 감소하였다고 보고하였다.

일반 과실주의 총산 함량이 0.4~0.6%인 것(17)과 비교하였을 때 본 연구에서 120일간 숙성한 참다래 와인의 총산도가 1.20~1.35%로 높았는데, 이는 참다래 과즙 자체의 총산도가 0.94~1.22%로 높았기 때문으로 추정되었다. Lee 등(18)도 효모 종류별 복분자 발효주의 총산도가 약 0.9%로 일반 과실주보다 높았는데, 이는 복분자 과즙 자체의 총산도가 약 1% 높았기 때문이라고 보고하였다. 따라서 참다래 와인의 총산도는 발효원인 효모보다는 발효기질인 과실의 영향을 더 많이 받을 수 있었다.

에탄올 함량, 가용성 고형분, 유리당 함량의 변화

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간

과 숙성기간 중 에탄올 함량의 변화를 측정하였다(Fig. 3). 발효 2일까지는 에탄올이 생성되지 않았으나 발효 4일부터 급격히 증가하였으며, 발효 12일에는 JS-L이 10.2%로 가장 높은 함량을 나타내었고 JS-F, JG-L, JG-F는 각각 9.2%, 9.4%, 9.4%로 거의 비슷하였다. 숙성기간에 따른 참다래 와인의 에탄올 함량은 제시스위트인 경우 JS-L은 10.2%에서 11.0%로 0.8% 증가하였고, JS-F는 9.2%에서 10.6%로 1.4% 증가하였으며, 제시골드인 경우 JG-L은 9.4%에서 10.2%로 0.8% 증가하였고, JG-F는 9.4%에서 10.8%로 1.4% 증가하여 Fermivin 효모로 발효한 와인이 Lalvin 효모로 발효한 와인보다 에탄올 생성이 다소 많았다.

Choi 등(19)의 연구에서 일반 과실주의 에탄올 함량은 약 12%로 알려져 있으며, Woo 등(11)은 참다래 Hayward 품종을 효모로 발효한 발효주의 경우 에탄올 함량이 발효 2일째부터 급격히 증가하였고 발효 8일 후에는 12.0~13.0%라고 보고하였다. Soufleros 등(20)은 참다래 Abbot, Monty, Hayward 및 Bruno 품종을 혼합하여 효모로 발효시킨 와인의 에탄올 함량은 6.1~10.1%라고 보고하였고, Towantakavanit 등(14)도 발효 16주 후에 알코올 농도는 모든 균주가 비슷하였으며 효모 종류에 따라 12.5~13.8%였다고 보고하였는데, 본 연구에서는 120일 숙성 후 참다래 와인의 에탄올 함량은 10.2~11.0%로 다소 낮았으며, 발효 균주와 참다래 품종에 따라 에탄올 생성능이 다를 수 있었다.

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간과 숙성기간 중 가용성 고형분 함량의 변화를 측정하였다(Fig. 4). 가용성 고형분 함량은 참다래 품종과 효모 종류에 관계없이 비슷한 변화를 보였는데 발효 초기에 약 24.8°Brix로 발효가 진행됨에 따라 서서히 감소하였고 발효 6일 후에 약 9.7°Brix로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 그 이후 발효 12일까지 거의 일정한 경향을 나타내어 발효기간에 따른 에탄올 함량의 변화와 유사한 경향을 보였다. 120일 숙성기간 동안 가용성 고형분 함량의 변화는 거의 없었다. Woo 등(13)은 참다래 Hayward 품종을 5종의 효모 균주로 발효

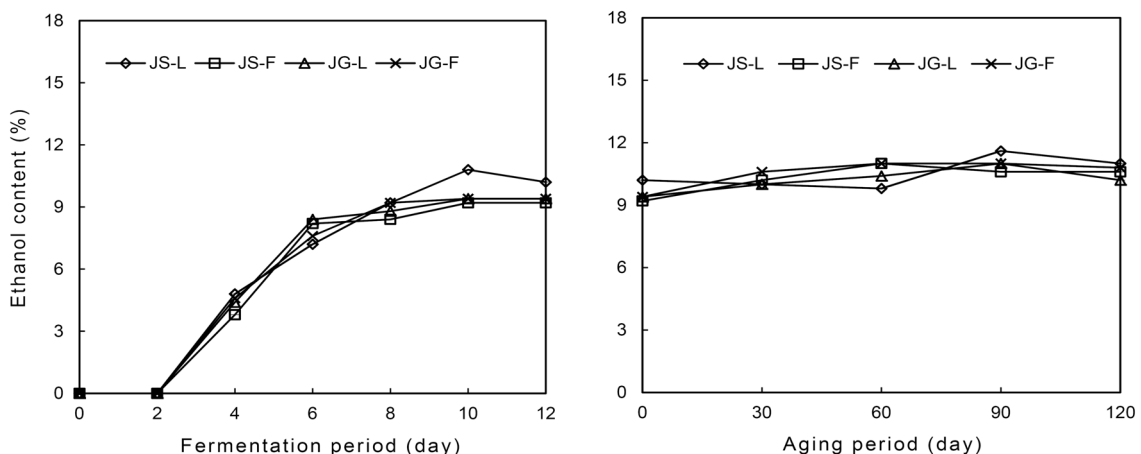


Fig. 3. Changes in ethanol content of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *S. bayanus* Lalvin, F: *S. cerevisiae* Fermivin.

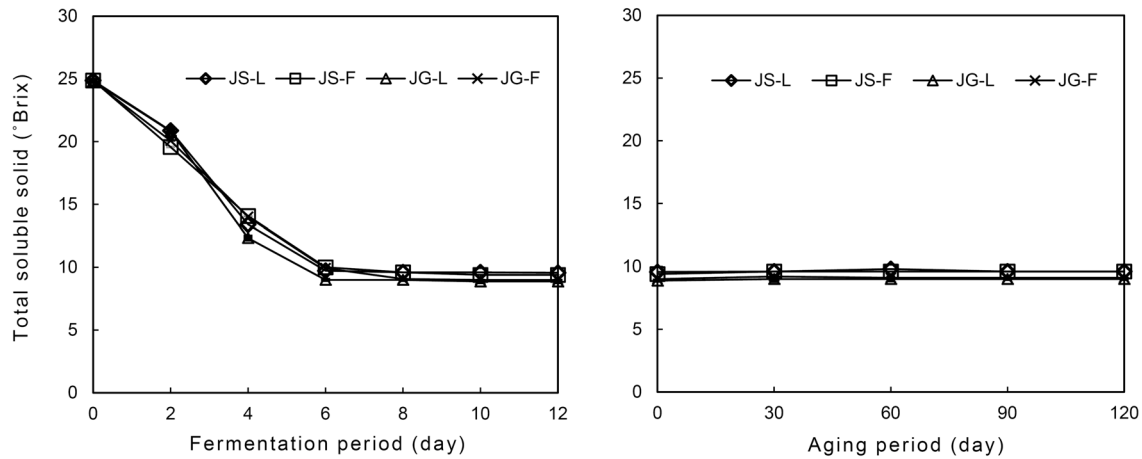


Fig. 4. Changes in total soluble solid of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *S. bayanus* Lalvin, F: *S. cerevisiae* Fermivin.

시 가용성 고형분은 발효 초기에 25°Brix에서 발효 8일 후에 8°Brix까지 감소하였다고 보고하였고, Towantakanit 등(14)은 3종의 효모 균주로 참다래 와인 발효 시 가용성 고형분은 발효 초기에 22°Brix에서 발효 16주 후에는 효모

종류에 따라 6.0~7.3°Brix로 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간과 숙성기간 중 유리당 함량의 변화를 측정하였다(Table 1).

Table 1. Changes in free sugar contents of kiwifruit wines during fermentation with different cultivars and yeasts (mg%)

Kiwi wine	Period (day)	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Jecy Sweet-L ¹⁾ (JS-L)	0	5,095±20 ^{h3)}	5,396±21 ^l	7,857±67 ^f	18,349±100 ⁱ
	2	8,001±196 ^k	7,899±152 ^o	690±513 ^b	16,590±475 ^g
	4	3,750±52 ^d	1,908±11 ^g	707±3 ^b	6,366±64 ^c
	6	260±3 ^a	465±9 ^{de}	331±1 ^a	1,057±10 ^a
	8	274±13 ^a	509±9 ^e	332±0 ^a	1,116±22 ^{ab}
	10	255±2 ^a	477±5 ^{cde}	336±5 ^a	1,068±12 ^a
	12	256±0 ^a	496±3 ^{de}	326±0 ^a	1,079±3 ^a
Jecy Sweet-F ²⁾ (JS-F)	0	5,095±20 ^h	5,396±21 ^l	7,857±67 ^f	18,349±100 ⁱ
	2	4,770±82 ^g	4,482±62 ^k	1,051±2 ^c	10,304±146 ^f
	4	4,667±122 ^f	1,941±23 ^g	748±10 ^b	7,357±140 ^d
	6	524±4 ^b	439±1 ^{bcd}	330±2 ^a	1,293±4 ^b
	8	285±4 ^a	675±10 ^f	326±5 ^a	1,287±18 ^b
	10	257±1 ^a	475±4 ^{cde}	336±2 ^a	1,069±7 ^a
	12	256±2 ^a	460±3 ^{cde}	339±1 ^a	1,056±6 ^a
Jecy Gold-L (JG-L)	0	3,424±9 ^c	3,359±10 ^j	12,347±103 ^g	19,132±122 ^j
	2	7,726±78 ^j	7,785±69 ⁿ	1,415±5 ^d	16,927±153 ^h
	4	4,363±56 ^e	2,302±22 ^h	768±68 ^b	7,435±80 ^d
	6	264±10 ^a	382±5 ^{ab}	322±0 ^a	969±15 ^a
	8	256±0 ^a	373±2 ^{ab}	322±0 ^a	952±2 ^a
	10	255±0 ^a	385±0 ^{ab}	322±0 ^a	964±1 ^a
	12	255±1 ^a	387±1 ^{ab}	322±0 ^a	964±1 ^a
Jecy Gold-F (JG-F)	0	3,424±9 ^c	3,359±10 ^j	12,347±103 ^g	19,132±122 ^j
	2	6,313±34 ⁱ	5,744±22 ^m	4,714±42 ^e	16,772±99 ^{gh}
	4	5,042±102 ^h	2,383±34 ⁱ	1,005±0 ^c	8,431±136 ^c
	6	259±4 ^a	363±5 ^a	322±0 ^a	945±8 ^a
	8	257±2 ^a	380±5 ^{ab}	322±0 ^a	960±7 ^a
	10	254±0 ^a	424±1 ^{abc}	322±0 ^a	1,001±1 ^a
	12	255±0 ^a	418±2 ^{abc}	322±0 ^a	996±2 ^a

¹⁾*S. bayanus* Lalvin, ²⁾*S. cerevisiae* Fermivin.

³⁾Data are given as the mean±SD (n=3).

Means with different letters (a-o) in each column are significantly different by Duncan's multiple range tests at P<0.05.

유리당으로서 fructose, glucose, sucrose이 검출되었으며, sucrose가 fructose와 glucose보다 높은 함량을 나타내었다. 제시스위트에는 fructose, glucose, sucrose가 각각 5,095, 5,396, 7,857 mg% 함유되어 있었으며, 제시골드에는 fructose, glucose, sucrose가 각각 3,424, 3,359, 12,347 mg% 함유되어 있었는데, 제시스위트는 제시골드보다 fructose와 glucose의 함량이 1.48~1.60배 높았으나 제시골드는 제시스위트보다 sucrose 함량이 약 1.57배 높았다.

발효기간 중 유리당 함량의 변화를 보면 fructose, glucose, sucrose 모두 발효 6일까지 급격히 감소하였는데, 이는 효모에 의해 에탄올로 전환되었기 때문으로 보인다. 참다래 품종과 효모 종류별로는 그다지 큰 차이를 나타내지 않았다. Park 등(21)은 2종의 참다래 발효주의 유리당 함량을 분석한 결과 sucrose, glucose, fructose가 검출되었으나 fructose 함량이 가장 높은 것으로 보고하였으며, 알코올 함량은 발효 1주까지 급격히 증가하였고 이에 상응하여 환원당은 급격히 감소한다고 보고하였는데, 환원당 함량은 효모에 의한 발효 정도를 나타내는 지표로 효모의 영양원이나 발효기질로 이용되었기 때문에 발효가 진행되면서 알코올 함량이 급격히 증가함에 따라 환원당 함량도 급격히 감소하였다고 보고하였다.

갈색도와 탁도의 변화

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간과 숙성기간 중 갈색도와 탁도의 변화를 측정하였다. 갈색도(Fig. 5)는 참다래 품종에 따라 큰 차이를 나타내었는데 발효 시작 전에는 제시골드가 제시스위트보다 3.17~4.79배 이상 높았으며, Lalvin 효모를 첨가한 경우는 Fermivin 효모를 첨가한 경우보다 다소 높았다. 발효기간 동안 갈색도는 모든 발효액의 경우 서서히 감소하였으며 발효 12일 후에 JS-L, JS-F, JG-L, JG-F는 각각 초기 값의 53.5%, 36.4%, 58.2%, 67.4%가 감소하였는데, 초기 갈색도가 높은 제시골드 발효액의 감소폭이 컸으며 Fermivin 효모를 첨가하여

발효한 제시골드 발효액의 감소폭이 67.4%로 가장 컸다.

숙성기간 동안에는 제시스위트 와인의 갈색도는 서서히 증가하였으며, 제시골드 와인의 경우에는 JG-L이 큰 폭으로 감소했지만 JG-F는 숙성 30일 후 다소 증가한 후 그 값을 유지하였다. Woo 등(13)은 5종의 다른 효모를 사용하여 참다래 Hayward 품종 와인 제조 시 갈색도는 발효 초기에는 1.89였으나 발효기간의 증가에 따라 급격히 감소하였다가 숙성 시에는 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과의 제시스위트와 유사한 변화 양상을 나타내었다.

탁도(Fig. 6)도 참다래 품종에 따라 큰 차이를 나타내었는데 발효 시작 전에는 제시골드가 제시스위트보다 Lalvin 효모를 첨가한 경우에는 3.71배 이상 높았으며, Fermivin 효모를 첨가한 경우보다는 4.26배 이상 높았다. 발효기간 동안 탁도는 모든 발효액의 경우 서서히 감소하였으며 발효 12일 후에 JS-L, JS-F, JG-L, JG-F는 각각 초기 값의 78.6%, 78.0%, 72.0%, 75.8%가 감소하였다. Woo 등(13)도 참다래 와인을 제조하여 탁도 변화를 측정한 결과 발효 2일째 급속히 감소하여 0.35 내외의 수치를 보였고, 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 감소하는 경향을 보였다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

숙성기간 동안에는 JS-L과 JS-F는 낮은 탁도값을 유지하였으나, JG-L의 경우는 숙성 30일 후 탁도가 급격히 감소하였으며, JG-F의 경우에는 숙성기간 중에 다소 높은 탁도값을 유지하는 특이한 현상을 나타내었는데, 이는 Woo 등(13)의 보고와 마찬가지로 발효 완료 후 여과과정을 거쳐 숙성시키는 과정에서 침전물의 생성으로 인하여 높은 탁도값을 나타내는 것으로 보인다.

색도 변화

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간과 숙성기간 중 색도 변화는 Table 2와 같았다. 발효 시작 전에 L값은 제시스위트보다 제시골드가 다소 높았으며, 발효기간 동안 JS-L의 경우 발효 2일에 증가하였고 JS-F,

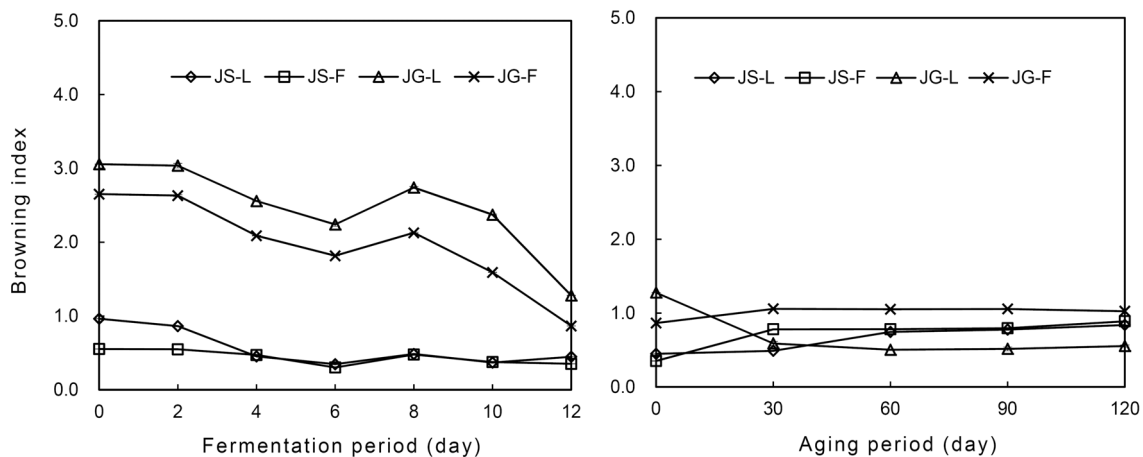


Fig. 5. Changes in browning index of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *S. bayanus* Lalvin, F: *S. cerevisiae* Fermivin.

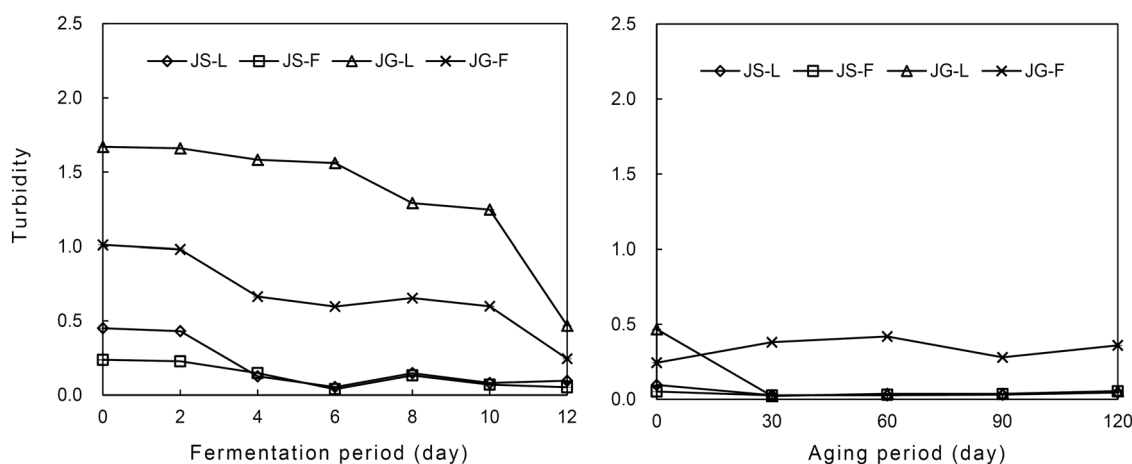


Fig. 6. Changes in turbidity of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *S. bayanus* Lalvin, F: *S. cerevisiae* Fermivin.

Table 2. Changes in lightness, redness, and yellowness of Kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts

Color value	Period (day)	Jecy Sweet-L ¹⁾ (JS-L)	Jecy Sweet-F ²⁾ (JS-F)	Jecy Gold-L (JG-L)	Jecy Gold-F (JG-F)		
L value	During fermentation	0	36.77±0.71 ^{k3)}	36.77±0.71 ^k	38.79±0.23 ^l	38.79±0.23 ^l	
		2	43.07±0.31 ^m	34.26±0.44 ^h	35.78±0.06 ^j	37.03±0.11 ^k	
		4	35.21±0.75 ⁱ	34.22±0.10 ^h	33.53±0.00 ^{efg}	33.80±0.74 ^{fgh}	
		6	32.63±0.07 ^{abc}	33.70±0.03 ^{fgh}	35.60±0.04 ^{ij}	32.93±0.04 ^{abcd}	
		8	32.37±0.04 ^a	33.35±0.08 ^{def}	34.09±0.13 ^{gh}	33.49±0.03 ^{def}	
		10	32.51±0.05 ^{ab}	33.00±0.04 ^{bcde}	33.13±0.13 ^{cde}	32.55±0.12 ^{ab}	
	During aging	12	33.73±0.13 ^{fgh}	32.41±0.07 ^a	34.27±0.06 ^h	35.74±0.16 ^{ij}	
		30	33.48±0.09 ^G	33.06±0.28 ^F	36.73±0.04 ^O	35.39±0.05 ^K	
		60	32.05±0.02 ^D	30.81±0.05 ^B	39.55±0.13 ^P	34.40±0.06 ^I	
		90	33.74±0.03 ^H	31.45±0.04 ^C	35.79±0.02 ^{LM}	34.68±0.01 ^J	
		120	30.55±0.02 ^A	31.34±0.09 ^C	35.90±0.02 ^{MN}	35.96±0.02 ^N	
		a value	During fermentation	0	-4.35±0.15 ^d	-4.35±0.15 ^d	-4.29±0.09 ^d
	2			-7.01±0.08 ^a	-4.26±0.22 ^{de}	-5.65±0.05 ^c	-5.79±0.06 ^b
	4			-3.83±0.10 ^{gh}	-4.10±0.09 ^f	-4.06±0.03 ^f	-3.71±0.11 ^{hi}
6	-4.13±0.02 ^{ef}			-4.00±0.04 ^f	-4.14±0.04 ^{ef}	-3.17±0.03 ^j	
8	-4.07±0.01 ^f			-4.34±0.05 ^d	-3.86±0.05 ^g	-3.00±0.02 ^k	
10	-4.04±0.06 ^f			-4.06±0.02 ^f	-3.65±0.11 ⁱ	-3.18±0.03 ^j	
During aging	12		-4.02±0.05 ^f	-3.82±0.04 ^{gh}	-3.62±0.03 ⁱ	-3.30±0.07 ^j	
	30		-3.72±0.03 ^{EF}	-3.62±0.03 ^G	-4.45±0.03 ^A	-3.44±0.03 ^J	
	60		-3.71±0.02 ^F	-3.55±0.05 ^{HI}	-4.34±0.04 ^B	-3.56±0.05 ^{GHI}	
	90		-3.70±0.02 ^F	-3.81±0.02 ^D	-4.09±0.03 ^C	-3.70±0.03 ^F	
	120		-3.69±0.02 ^F	-3.51±0.08 ^{HI}	-4.42±0.04 ^A	-3.78±0.03 ^{DE}	
	b value		During fermentation	0	7.20±0.28 ^b	7.20±0.28 ^b	8.13±0.13 ^c
2				14.19±0.12 ^k	6.86±0.66 ^b	8.85±0.06 ^c	8.28±0.03 ^c
4				8.47±1.70 ^c	10.21±0.33 ^d	10.34±0.04 ^{de}	10.96±0.14 ^{ef}
6		13.73±0.04 ^{jk}		15.10±0.11 ^l	6.78±0.17 ^b	8.46±0.07 ^c	
8		11.38±0.12 ^{fg}		11.66±0.10 ^g	8.60±0.04 ^c	6.86±0.04 ^b	
10		8.55±0.04 ^c		12.57±0.02 ^{ij}	8.55±0.04 ^c	8.14±0.02 ^c	
During aging		12	12.34±0.10 ^h	13.21±0.17 ^{ij}	8.13±0.05 ^c	5.72±0.83 ^a	
		30	11.26±0.10 ^C	12.65±0.51 ^{EF}	12.09±0.12 ^D	8.68±0.01 ^A	
		60	13.97±0.02 ^H	13.97±0.02 ^{FG}	9.99±0.06 ^B	10.01±0.34 ^B	
		90	10.55±0.08 ^C	10.55±0.08 ^C	11.89±0.03 ^D	10.97±0.06 ^C	
		120	19.19±0.03 ^K	19.19±0.03 ^K	16.08±0.04 ^J	14.90±0.05 ^I	

¹⁾*S. bayanus* Lalvin. ²⁾*S. cerevisiae* Fermivin. ³⁾Data are given as means±SD (n=3).

Means with different letters during fermentation or aging are significantly different by Duncan's multiple range tests at *P*<0.05.

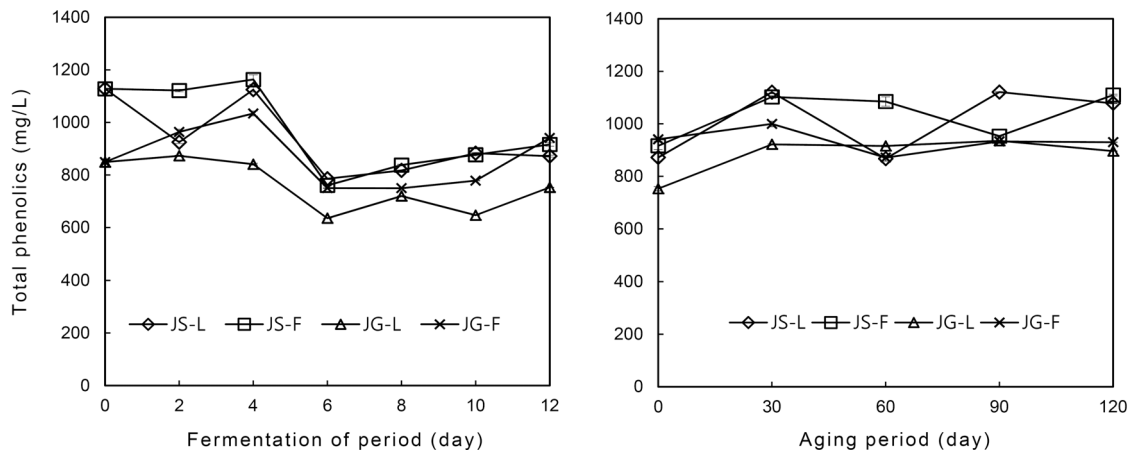


Fig. 7. Changes in total phenolics of kiwifruit wines during fermentation and aging with different cultivars and yeasts. JS: Jecy Sweet, JG: Jecy Gold, L: *S. bayanus* Lalvin, F: *S. cerevisiae* Fermivin.

JG-L, JG-F는 감소하였으며, 발효 4일 후부터는 모든 발효액의 경우 발효 12일까지 큰 변화가 없었고 효모 종류에 따른 차이도 거의 없었으며, 숙성기간 동안에도 거의 변화가 없었다. 발효 시작 전에 a값은 모두 거의 같았으나, 발효 2일 후에 JS-L, JG-L, JG-F는 급격히 감소하였다가 발효 4일부터 초기값을 회복하여 발효기간 내내 그 값을 유지하였으며, JG-F는 발효기간 동안 다른 발효액보다 높은 a값을 나타내었다. 숙성기간 동안에는 모든 발효액의 경우 거의 일정한 a값을 나타내었는데, 특히 JG-L은 다른 발효액보다 낮은 a값을 나타내었다. Lee와 Ahn(22)은 black raspberry 발효주의 a값은 발효 과정을 거치면서 낮아졌는데, 이는 색소 안정화에 기여하던 유기산 함량 및 총산도가 발효를 통해 감소했기 때문이라고 보고하였다.

발효 시작 전에 b값은 제시스위트보다 제시골드가 다소 높았으며, 발효기간 동안 JS-L은 증감을 반복하였으나 JS-F, JG-L, JG-F는 발효 4일 후 증가하였다가 감소하여 거의 일정한 값을 유지하였으며, 효모 종류에 관계없이 제시스위트 발효액이 제시골드 발효액보다 높은 값을 유지하였다. 숙성기간 동안에는 숙성 90일까지 거의 일정한 값을 유지하다가 숙성 120일 후에 급격히 증가하는 특이한 현상을 나타내었다.

Woo 등(13)은 효모 균주에 따른 참다래 와인의 품질 특성 분석에서 전반적으로 균주 종류에 따른 발효기간 중 색도 차이는 크지 않았으며 숙성 중 침전물 생성에 의한 밝기 감소와 갈변화에 의한 a값 증가 및 b값 감소가 나타났다고 보고하였는데 본 결과와는 약간 다른 경향을 보였다. Towantakavanit 등(14)은 L값이 초기에는 72였다가 발효가 진행됨에 따라 증가하여 발효 16일 후에는 약 93까지 증가하였고, a값은 모든 와인에서 초기에 1.74에서 발효 2주 후에는 -0.16까지 감소하였다가 그 이후에는 발효 종기까지 일정한 값을 나타내었으며, b값은 초기에 9로 노란색을 띠었으며 16주 발효 후에는 7까지 감소하였다고 보고하였다. Jang 등(12)은 4주 발효 후 숙성기간 동안 L과 b 값은 감소했지만

a값은 많이 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 다른 현상을 나타내었다.

총페놀 함량의 변화

참다래 품종과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효기간과 숙성기간 중 총페놀 함량의 변화를 측정하였다(Fig. 7). 발효 시작 전에 총페놀 함량은 제시스위트(1,127 mg/L)가 제시골드(848 mg/L)보다 1.32배 높았으며, 발효기간 동안에는 발효 6일 후 급격히 감소하였다가 발효 12일까지 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 숙성기간 동안에도 숙성 30일 후 증가하였다가 숙성 120일까지 거의 일정한 값을 유지하였다.

Towantakavanit 등(14)은 효모 종류에 따른 참다래 Hayward 와인의 품질 변화에서 총페놀 함량은 발효 초기에 약 300 mg/L에서 발효기간 동안에 서서히 감소하였고 발효 16주 후에 195 mg/L였다고 보고하였다. Towantakavanit 등(23)은 8종의 참다래 품종의 총페놀 함량이 16주 발효 동안에 감소하였는데 이는 페놀화합물이 반응성이 강한 화합물이라서 산화물과 침전물의 생성 반응에 관여하였기 때문이며(24), 16주 발효 후 참다래 품종별로 604~790 mg/L 함량을 나타내었다고 보고하였다. 특히 페놀화합물은 와인의 중요한 품질 요인 중의 하나로서 와인의 색, 짙은 맛, 쓴맛 등 관능적 특성에 영향을 미침은 물론 높은 항산화성을 가지는 중요한 성분이다. 참다래 와인에는 비타민 C, 카로티노이드, 루틴, 페놀산, 플라보노이드 등의 생리활성 물질이 다량 함유되어 있으므로 체내에서 항산화 작용을 통하여 노화 방지, 항암 효과, 항당뇨 효과 등과 같은 다양한 건강기능성이 있을 것으로 추정된다(20,25).

요 약

국내산 참다래 와인의 고품질화 방안으로 제주도에서 육성된 참다래 품종인 제시골드와 제시스위트를 대상으로 참다

래 와인 제조에 적합한 2종의 효모를 이용하여 저온 발효 숙성한 참다래 와인의 품질 특성을 비교 분석하였다. 총산도는 발효 초기에 제시스위트와 제시골드가 각각 0.94%와 1.22%였으나 발효가 진행됨에 따라 조금씩 증가하여 발효 6일에는 각각 1.49%와 1.26%로 가장 높은 값을 나타내었으며 균주별로는 차이가 없었다. 에탄올 함량은 발효 4일부터 급격히 증가하였으며 발효 12일에는 제시스위트의 *S. bayanus* Lalvin 발효액이 10.2%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 제시스위트의 *S. cerevisiae* Fermivin 발효액이 9.2%, 제시골드의 Lalvin과 Fermivin 발효액이 각각 9.4%와 9.4%였다. 가용성 고형분 함량은 참다래 품종과 효모 종류에 관계없이 비슷한 변화를 보였는데, 발효 초기에 약 24.8°Brix로 발효가 진행됨에 따라 서서히 감소하였으며 발효 6일 후에 약 9.7°Brix로 가장 낮은 값을 나타내었다. 총페놀 함량은 발효 시작 전에 제시스위트(1,127 mg/L)가 제시골드(848 mg/L)보다 1.32배 높았으며, 발효기간 동안에는 발효 6일 후 급격히 감소하였다가 발효 12일까지 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 숙성기간 동안에도 숙성 30일 후 증가하였다가 숙성 120일까지 거의 일정한 값을 유지하였다. 본 연구 결과 효모 종류에 따른 참다래 와인의 품질 특성은 다소 유사한 경향을 보였으나 참다래 품종별로는 차이를 보였으며, 에탄올 함량과 총페놀 함량에 있어서 제시스위트 품종으로 발효한 와인의 품질이 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 지역특화산업 육성사업으로 수행된 연구 결과입니다.

REFERENCES

- Renaud S, De Lorgeril M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet* 339: 1523-1526.
- Jeong CH, Lee WJ, Bae SH, Choi SG. 2007. Chemical components and antioxidant activity of Korean gold kiwifruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 859-865.
- Ro NY, Kim SC, Kim M, Jang KC, Song EY, Moon DY. 2008. A new kiwifruit cultivar, 'Halla Gold' early harvesting with yellow flesh. Proceedings of the 89th Spring Meeting of the Korean Society for Horticultural Science. Seoul, Korea. p 72.
- Lee DH, Lee SC, Hwang YI. 2000. Processing properties of kiwifruit treated with protopectinase. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 401-406.
- Romain C. 2004. Le kiwi. *J Pediatr Pueric* 17: 125-127.
- Lee JW, Kim IW, Lee KW, Rhee C. 2003. Effects of pasteurization and storage temperatures on the physicochemical characteristics of kiwi juice. *Korean J Food Sci Technol* 35: 628-634.
- Park YS, Jung ST. 2002. Quality changes of fresh-cut kiwi-fruit slices under controlled atmosphere storage. *Korean J Hortic Sci Technol* 43: 733-737.
- Tavarini S, Degl'Innocenti E, Remorini D, Massai R, Guidi L. 2008. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chem* 107: 282-288.
- Macrae EA, Lallu N, Searle AN, Bowen JH. 1989. Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *J Sci Food Agric* 49: 413-430.
- Manolopoulou H, Papadopoulou P. 1998. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem* 63: 529-534.
- Woo SM, Choi IW, Jeong YJ. 2006. Effect of kiwi wine and kiwi liqueur on sensory characteristics as cooking alcohol. *Korean J Food Preserv* 13: 519-523.
- Jang SY, Woo SM, Kim OM, Choi IW, Jeong YJ. 2007. Optimum alcohol fermenting conditions for kiwi (*Actinidia chinensis*) wine. *Food Sci Biotechnol* 16: 526-530.
- Woo SM, Lee MH, Seo JH, Kim YS, Choi HD, Choi IW, Jeong YJ. 2007. Quality characteristics of kiwi wine on alcohol fermentation strains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 800-806.
- Towantakavanit K, Park YK, Park YS. 2010. Quality changes in 'Hayward' kiwifruit wine fermented by different yeast strains. *Korean J Food Preserv* 17: 174-181.
- Kang SD, Ko YJ, Kim EJ, Son YH, Kim JY, Seol HG, Kim IJ, Cho HK, Ryu CH. 2011. Quality characteristics of Kiwi wine and optimum malolactic fermentation conditions. *J Life Sci* 21: 509-514.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
- Kim YJ, Song GC, Lee YH, Jang GH, Jeong ST, Jeong C. 2012. *Fruit wine: science and application*. Soohaksa, Seoul, Korea. p 384-400.
- Lee Y, Kim JC, Hwang KT, Kim DH, Jung CM. 2013. Quality characteristics of black raspberry wine fermented with different yeasts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 784-791.
- Choi SH, Baek SY, Yeo SH, Park HD. 2012. Rapid fermentation of freeze-concentrated ice apple wine by a sugar tolerant yeast, *Saccharomyces cerevisiae* SS89. *Korean J Food Preserv* 19: 413-419.
- Soufleros EH, Pissa I, Petridis D, Lygerakis M, Mermelas K, Boukouvalas G, Tsimitakis E. 2001. Instrumental analysis of volatile and other compounds of Greek kiwi wine; sensory evaluation and optimisation of its composition. *Food Chem* 75: 487-500.
- Park KL, Hong SW, Kim YJ, Kim SJ, Chung KS. 2013. Manufacturing and physicochemical properties of wine using hardy kiwi fruit (*Actinidia arguta*). *Korean J Microbiol Biotechnol* 41: 327-334.
- Lee SJ, Ahn B. 2009. Changes in physicochemical characteristics of black raspberry wines from different regions during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 41: 662-667.
- Towantakavanit K, Park YS, Gorinstein S. 2011. Quality properties of wine from Korean kiwifruit new cultivars. *Food Res Int* 44: 1364-1372.
- Revilla I, González-SanJosé ML. 2003. Compositional changes during the storage of red wines treated with pectolytic enzymes: low molecular-weight phenols and flavan-3-ol derivative levels. *Food Chem* 80: 205-214.
- Du G, Li M, Ma F, Liang D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chem* 113: 557-562.