

건조 효모와 포도 품종에 따른 적포도주의 발효 특성 변화

김홍식¹ · 육철² · 성창근³ · 김현주 · 이석호 · 김영호 · 이기열 · 이재웅[†]
충북농업기술원 포도연구소, ¹충북대학교 농업생명환경대학, ²영동대학교 와인발효식품학과
³충남대학교 식품공학과

Characteristics of Red Wines Fermented with Different Strains of Dry

Hong-Sik Kim¹, Cheol Yook², Chang-Keun Sung³, Hyun-Ju Kim, Seok-ho Lee,
Young-Ho Kim, Ki-Yeol Lee and Jae-Wung Lee[†]

Chungbuk Agricultural Research and Extension Service, Grape experiment station, Ochang, 373-881, Korea

¹Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

²Department of Food Science & Technology, Youngdong University, Youngdong, 370-701, Korea

³Department of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

Abstract

This study investigated the effects of 3 different strains of dry yeast (*Saccharomyces cerevisiae* Montrachet (UCD #522), *S. bayanus* Pasteur Champagne (UCD #595), and *S. cerevisiae* Epemay (CEG)) and two grape varieties (Tannara and M.B.A) on the quality of red wines. During fermentation, sugar content decreased and alcohol content increased. Addition of dry yeast increased fermentation speed for both grape varieties. Sensory quality tests and tests with an electronic tongue showed that red wine made from M.B.A grapes was superior to that made from Tannara grapes and that red wine made without the addition of dry yeast was better than that made by using dry yeast.

Key words : red wine, dry yeast strain, electronic tongue, grape varieties

서론

우리나라의 포도의 가공제품 현황을 보면 총 14,797톤으로 이중 음료가 7,309톤으로 가장 높고 포도주로의 이용은 507톤으로 극히 적은 수준이다. 그것은 1990년도 포도주 수입시장의 개방으로 생산기반이 붕괴되고 국내 포도주 생산업체는 원액을 수입하거나 OEM 방식으로 전환되어 1996년 이후 포도주 가공량이 크게 감소하고 있기 때문이다. 그러나 포도주 수요는 국내 포도주 생산의 위축으로 일시적인 소비둔화 현상을 보였으나 잠재수요의 증가 추세에 있으며 현재 국민 1인당 0.24 L에 불과하나 식생활의 서구화, 소득증가 및 음주문화의 변화로 포도주의 소비 및 수입은 계속 증가할 것으로 예상된다(1).

우리나라 포도품종 및 포도주 효모에 관한 연구(2-5)를 살펴보면 Park 등(2)은 캠벨얼리의 산도, 당도 및 유기산 등 포도주 발효에 관련되는 화학적 성분을 분석하였고 Lee 등(3)은 국내산 포도품종 캠벨, 머루, 거봉 등으로 포도주를 제조하여 발효과정 및 저장 중 포도주의 색도변화 및 총페놀 함량을 분석하였다. Kim 등(6)의 보고에 의하면 야생 효모량은 평균 $4\sim 8 \times 10^5$ cells/g으로 나타나 포도주 발효를 위해서는 가당과 효모첨가가 필요하다고 하였고 초기 당도를 24 °Brix, 초기 효모농도를 5×10^6 cells/mL로 하여 25°C에서 발효시킨 경우 9일 만에 발효가 종료하였다고 하였으며 Yoo 등 (7)은 한국산 포도를 우량 효모 균주 배양액을 사용하여 포도주를 발효시키고 품질을 평가하였을 때 주모는 5% 사용을 권장하였다.

한편 포도주의 품질은 관능적인 검사에 의한 결과가 매우 중요한데 관능검사에 있어서 사람의 관능평가를 대신하여 전자혀를 통한 맛이 평가되고 있다(8-10). 즉 이온센서를

[†]Corresponding author. E-mail : leejaewung@cb21.net,
Phone : 82-43-220-5410, Fax : 82-43-220-5419

이용함으로써 사람의 미각평가에서는 불가능한 객관적이고 정량적인 수치로 맛을 평가하는 방법이다.

본 연구에서는 국내산 포도를 이용한 좋은 적포도주 개발의 일환으로 우리나라 포도 품종 중 비교적 양조용으로 적합하다고 알려진 “Muscat Bailey A”와 원예연구소에서 육성한 “탐나라” 두 품종의 포도에 대표적인 활성 건조 효모 3종을 사용하여 발효특성 및 관능적 특성을 살펴보고 전자혀를 이용한 맛의 차이 여부를 확인하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 탐나라는 포도연구소에서 자체 생산한 과실을 8월 하순에 수확하여 사용하였고 M.B.A는 충북 영동군 학산면에서 2004년도에 생산된 과실을 10월 상순에 수확하여 사용하였으며 각각 외관과 과립의 성숙이 동일한 송이를 엄선하였다. 건조 효모는 (주) 대덕 바이오에서 분양 받은 *Saccharomyces cerevisiae* Montrachet(UCD #522), *Saccharomyces bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595), *Saccharomyces cerevisiae* Epernay II(CEG) 3종을 사용하였다.

포도주 제조

포도주 제조는 Lee(11)의 제조방법과 동일하게 포도를 손으로 파쇄한 후 설탕을 첨가하여 24 °Brix 과즙으로 만들었다. 그 후 total SO₂가 50 ppm 되게 potassium metabisulfite를 첨가한 후 2시간 후에 활성건조효모 3종을 각각 별도로 500 ppm을 첨가하였다. 발효는 10 L 크기의 발효조에서 15°C, 30일간 1차 발효시켰으며 2차 발효는 10°C에서 60일 실시하였다.

발효 속도

발효 속도는 10 L 발효조의 두께에 U자 깔대기에 물을 채워 막은 후 발생하는 CO₂ 기포수를 균주를 첨가 후 14일간 측정하여 조사하였으며 1차 발효는 15°C에서 30일 발효하였고 2차 발효는 10°C에서 60일 발효하였다.

총산 및 pH

총산의 측정은 tartaric acid 함량으로 계산하였다. 즉 100mL 95°C 뜨거운 물에 5 mL의 포도즙을 섞은 후 phenolphthalein 용액(1% in methanol) 5방울을 첨가한 후 이것을 교반기 위에서 교반하면서 burette를 이용하여 0.1N NaOH 용액으로 적정하였다. 포도즙액이 분홍색으로 15초 정도 변색을 유지시키는 NaOH양을 측정한 후 이 양에 0.15를 곱하여 산출하였으며 pH는 Orion Research사의 Ionalyzer EA920으로 측정하였다.

품질특성 조사

균주에 따른 발효 속도, 1차 발효 후 Hunter color value와 Hue value를 측정하였다. 색도는 시료를 0.45 µm membrane filter로 여과 후 색차계(Minolta, Japan)로 측정하여 L, a, b 값으로 나타내었으며 Hue value는 420 nm 흡광도의 값을 520 nm 흡광도 값으로 나눈 수치로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 충남대학교 식품공학과 대학원생을 대상으로 triangle difference test 결과와 신뢰성, 건강, 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 8명을 선정하였으며, 평가는 9점 채점법으로 검사를 실시하여 9점은 excellent이고 1점은 extremely poor로 하였다.

전자혀 분석

전자혀를 통한 맛의 평가는 electronic taste analyzer (MC5001E16)를 사용하였으며 시료 : 증류수 = 1 : 3의 비율로 혼합 후 시료 측정값을 McAnalyzer 프로그램을 통해 PCA 분석하였다.

결과 및 고찰

발효 속도

효모 균주를 첨가하여 각 처리별 발효 속도를 1분당 발생하는 CO₂ 기포수를 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 무첨가구인 대조구에 비하여 탐나라, M.B.A 모두 효모 균주를 첨가하였을 때 발효 속도가 빨랐으며 탐나라는 발효 6일 후에 M.B.A는 발효 8일 후에 가장 많은 CO₂ 기포수가 발생하여 발효를 가장 왕성하게 보이다가 그 이후에는 감소하였고 14일 이후에는 급격히 기포수가 적어져 1차 발효가 거의 완료되었음을 알 수 있었다. Kim 등(6)은 캠벨얼리를 재료로 시험한 결과 20°C에서는 8일 정도에 이르러 포도주의 전 발효가 거의 끝나는 것으로 보고하였으며 발효 2일에 이르러 1분당 평균 기포수가 140방울로 본 실험보다 기포수가 많았는데 이는 발효온도의 차이에 기인한 것으로 보여지며 또한 본 실험에서 사용한 10 L의 유리 발효조보다 작은 5 L 유리 발효조를 사용했기 때문에 기포수가 더 많이 관찰되었으리라 판단된다. 발효가 진행됨에 따른 당 함량은 최초당도 24 °Brix에서 점차 감소하였으며 Fig. 2와 같이 효모 균주를 첨가하였을 때 감소폭이 더욱 커서 효모 균주 첨가가 발효를 빠르게 진행시킨다는 것을 알 수 있었다.

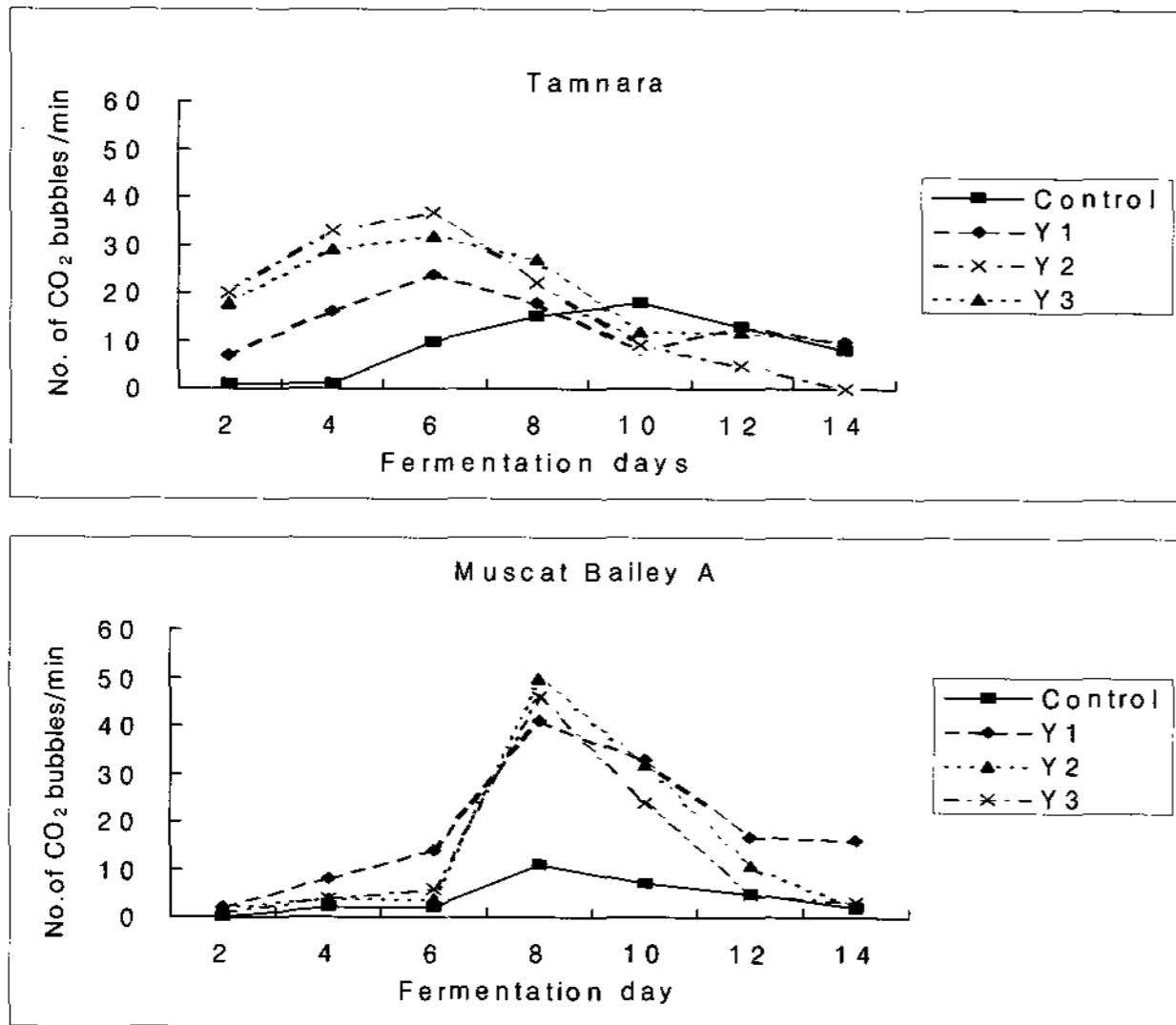


Fig. 1. Number of CO₂ bubbles per minutes during red wine fermentation using different dry yeast strains.

Control : Non-yeast addition
 Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)
 Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)
 Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II (CEG).

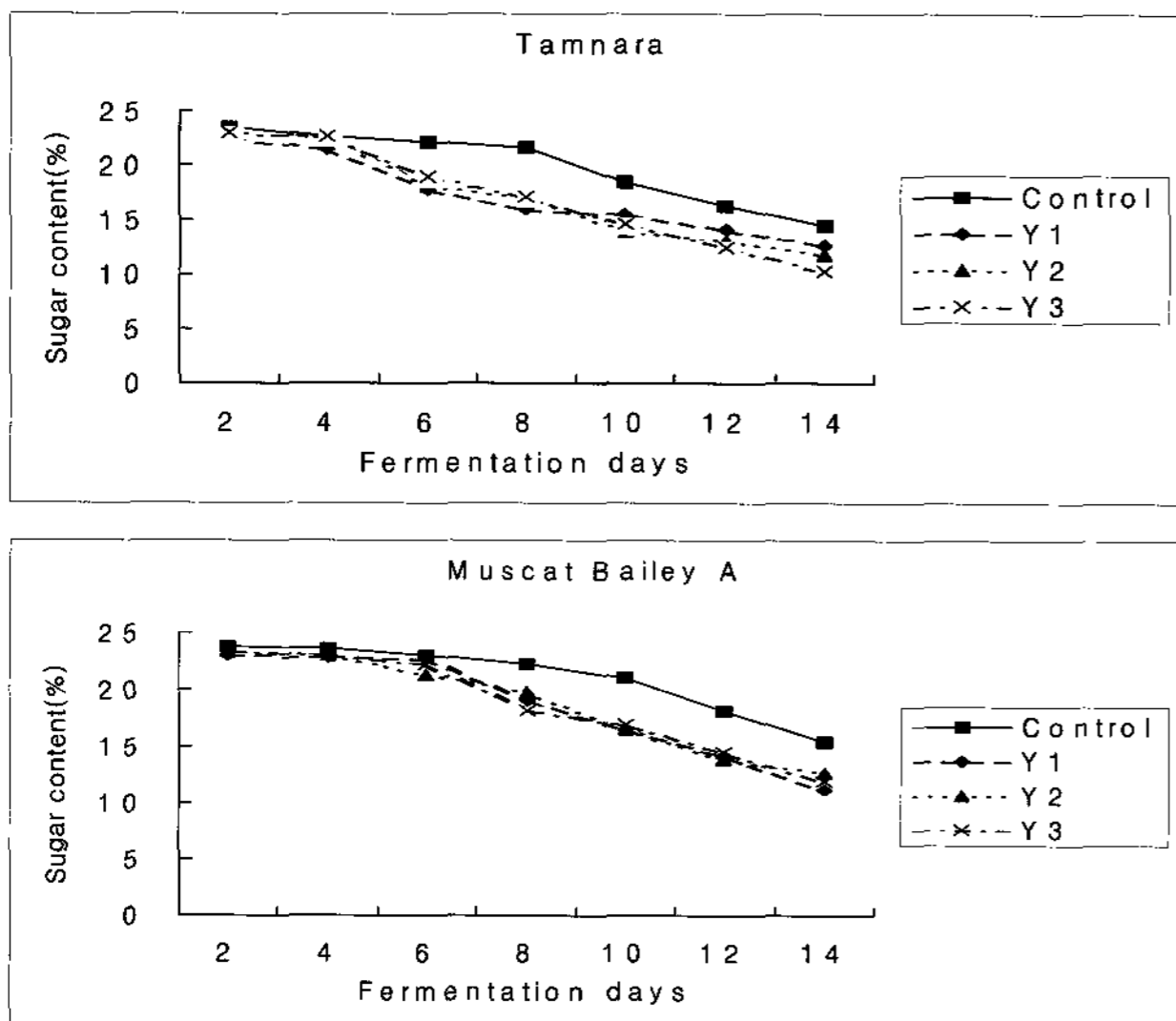


Fig. 2. Changes of sugar content during red wine fermentation using different dry yeast strains.

Control : Non-yeast addition
 Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)
 Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)
 Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II (CEG).

총산 및 pH

활성 건조 효모를 사용하여 발효 중 총산함량의 변화를 보면 Fig. 3과 같이 발효 2일부터 서서히 증가하여 발효 4~6일 후에 가장 높아 0.74~0.88 g/100 mL를 나타내었고 그 이후에는 서서히 감소하는 경향을 보였다. Kim 등(6)은 캠벨을 이용하여 25°C에서 20일간 발효하여 총산 0.86

g/100mL 정도에서 0.80 g/100mL 정도로 약간 감소하였다고 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 거의 일치하였다.

발효가 진행됨에 따른 pH의 변화는 Fig. 4에서 보는 것처럼 활성건조 효모 및 발효기간에 따라 큰 변화가 없었으며 전 발효가 완성한 발효 4~8일까지는 다소 증가하는 경향을 보였으나 발효 10일이 지난 후 발효 및 숙성기간 중에는 pH가 거의 변화지 않고 일정하였다.

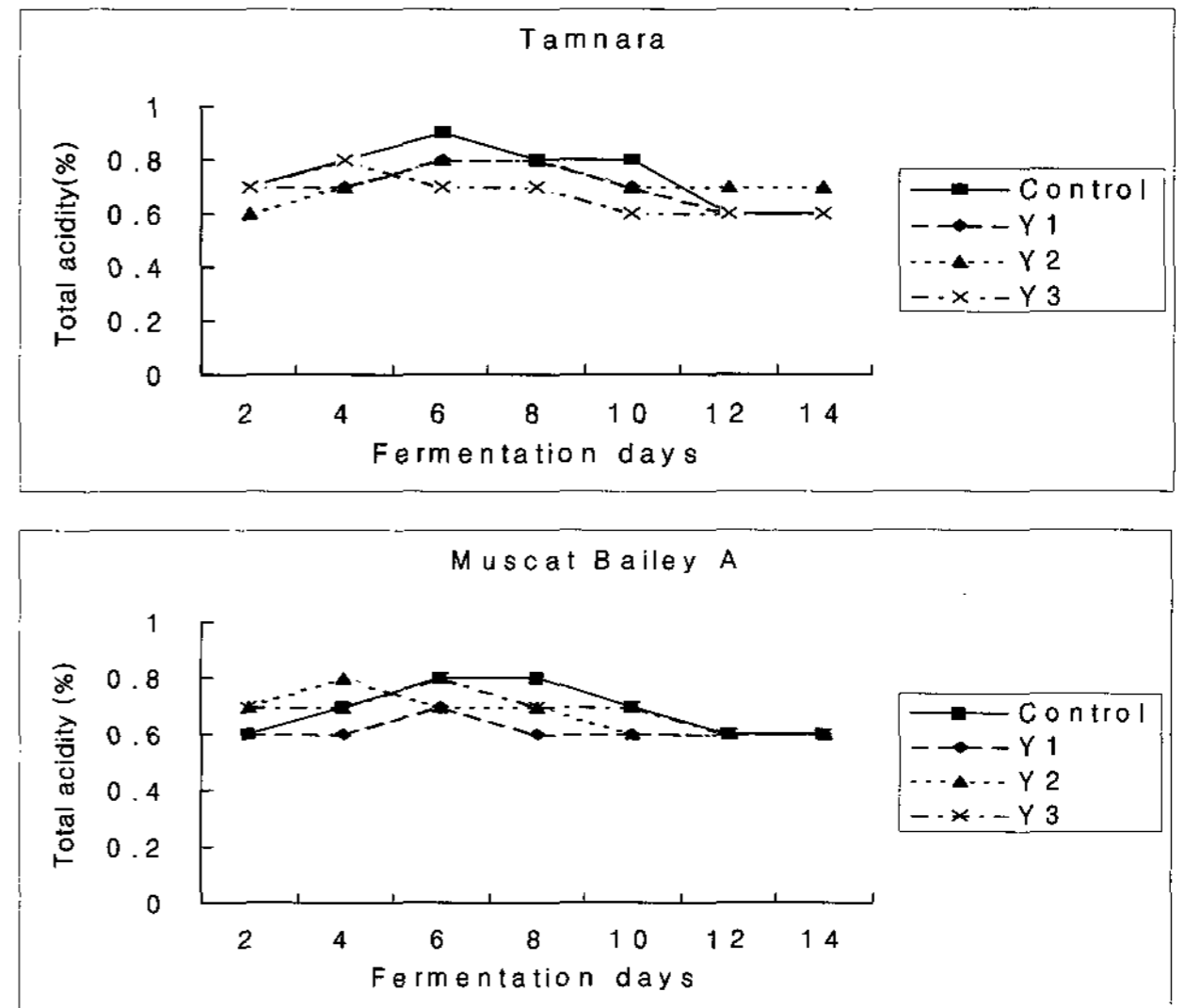


Fig. 3. Changes of total acidity during red wine fermentation using different dry yeast strains.

Control : Non-yeast addition
 Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)
 Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)
 Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II (CEG).

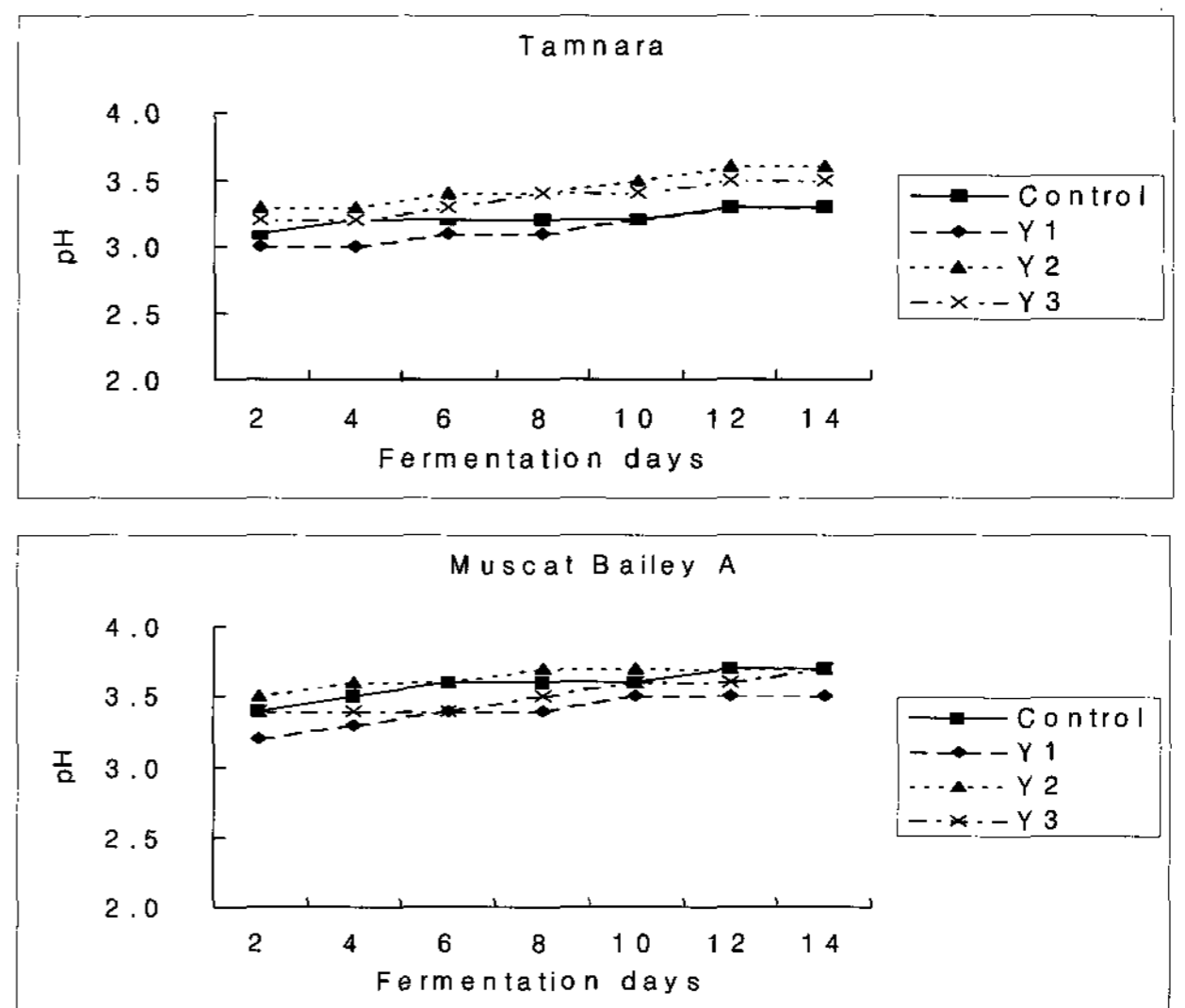


Fig. 4. Changes of pH during red wine fermentation using different dry yeast strains.

Control : Non-yeast addition
 Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)
 Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)
 Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II (CEG).

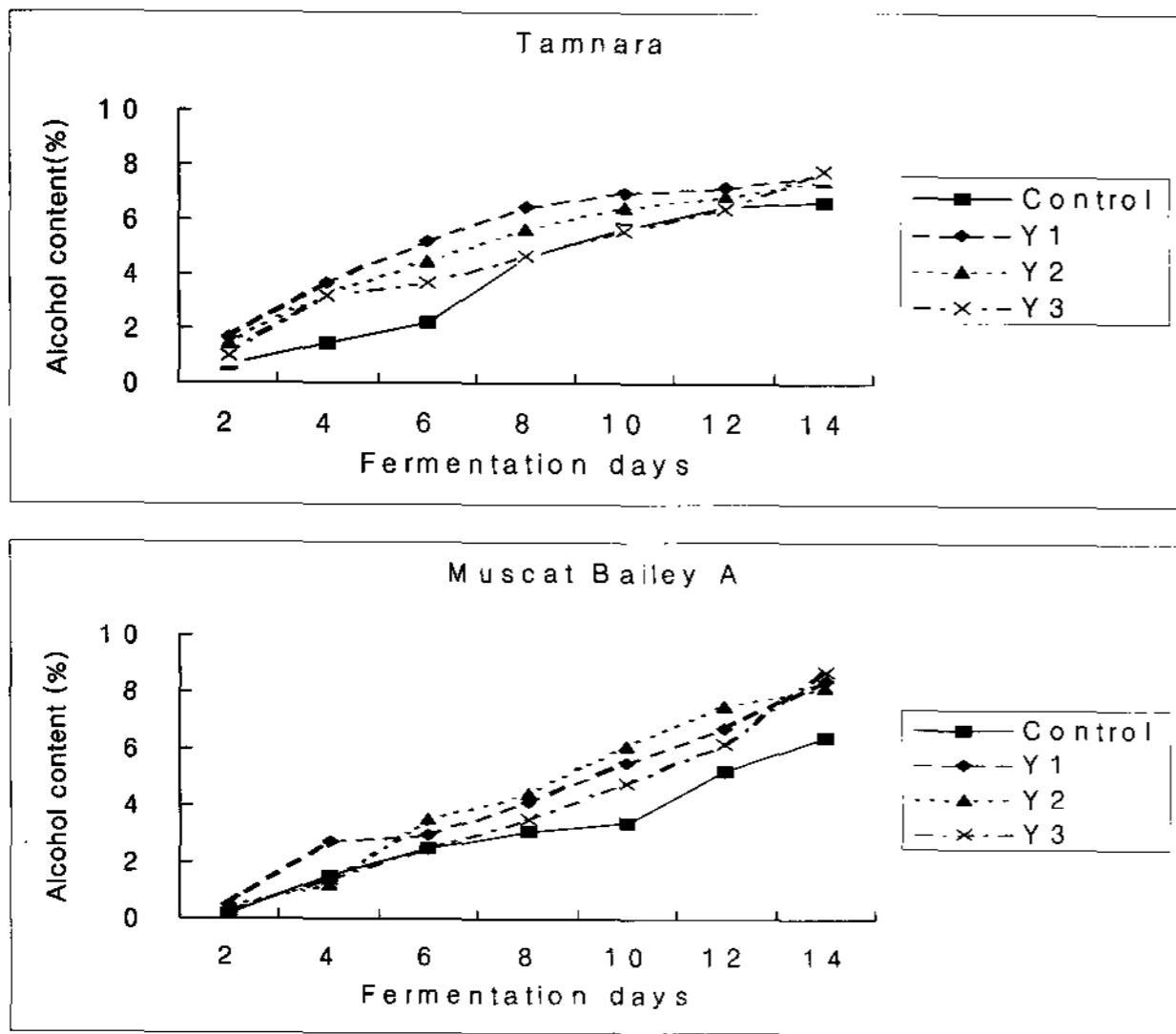


Fig. 5. Changes of alcohol content during red wine fermentation using different dry yeast strains.

Control : Non-yeast addition
 Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)
 Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)
 Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II(CEG).

알코올 함량

일반적으로 당도가 20% 이상이 되어야 알코올 농도가 11% 정도의 포도주를 만들 수 있다(12). 본 실험에서는 탐나라, M.B.A 두 품종 모두 발효기간 14일이 지나도록 알코올 함량이 지속적으로 상승하여 14일 까지 아직 1차 발효가 끝나지 않았음을 알 수 있는데 이는 1차 발효온도가 15°C로 비교적 낮은 온도에서 진행되었기 때문으로 생각된다. 2가지 포도 품종의 초기 14일간 알코올 발효 특성을 비교해보면 두 품종 모두 14일이 지난 후의 알코올 함량에는 6.4~8.7%로 큰 차이가 없었으나 탐나라의 경우 발효 10일까지는 급격히 알코올 함량이 증가하다가 그 이후 서서히 증가하는 형태를 보여준 반면 M.B.A의 경우 14일까지 지속적으로 상승곡선을 그려 두 품종간 약간 차이가 있음을 보여주었다. 한편 효모 균주를 첨가하였을 때 두 포도 품종 모두 효모의 종류에 관계없이 무첨가구에 비하여 알코올 생성이 많이 되었으며 효모 간에는 약간의 차이는 있었으나 발효 14일이 지난 후에 생성된 알코올 함량에는 큰 차이가 없었다.

Hunter color value

Hunter color value의 L(lightness)값은 품종간 그리고 효모균주 처리여부에 따라 Table 1에서와 같이 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 하지만 a(redness) 값의 경우 탐나라가 31~35, M.B.A는 40~43 정도로 M.B.A에서 다소 높았으며 b값의 경우에도 M.B.A가 탐나라보다 높게 나타났는데 이는 과피의 안토시아닌 함량이 높아 붉은 색 수치가 높은 것으로 생각된다. 그러나 두 품종 모두 효모첨가여부에 따라 포도

주 색상에는 큰 차이가 나타나지 않았다. Hue value 값은 완전 발효가 되었을 때 적색포도주는 0.5 내외, 백색포도주는 1.0 이상의 값을 나타내는 것으로 알려졌는데 본 실험에서 1차 발효 후의 Hue value 값이 탐나라와 M.B.A 모두 0.5보다는 다소 높아 아직도 발효가 계속 진행되고 있는 상태임을 알 수 있었다.

Table 1. Hunter color and Hue values after 14 days of fermentation using different dry yeast strains

Cultivar	Treatment	Hunter color value			Hue value
		L	a	b	
Tamnara	Control	14.01±0.21 ^c	31.72±1.52 ^a	7.92±0.06 ^a	0.606±0.003 ^{1)a}
	Y1	16.79±0.10 ^b	35.33±1.67 ^a	6.05±0.23 ^c	0.547±0.03 ^a
	Y2	18.08±0.17 ^a	35.90±1.20 ^a	7.02±0.09 ^b	0.477±0.01 ^b
	Y3	17.25±0.27 ^b	32.16±2.60 ^a	5.13±0.37 ^d	0.566±0.04 ^a
Muscat Bailey A	Control	17.27±0.87 ^a	43.53±3.04 ^a	24.93±4.59 ^a	0.757±0.06 ^a
	Y1	14.70±0.38 ^b	40.28±4.30 ^a	21.79±1.22 ^a	0.615±0.09 ^a
	Y2	15.68±0.97 ^{ab}	40.83±4.07 ^a	21.45±1.59 ^a	0.584±0.03 ^a
	Y3	16.12±0.88 ^{ab}	41.87±2.08 ^a	23.65±2.93 ^a	0.607±0.02 ^a

¹⁾The values are means±S.D.

^{a-d)}Means with different superscript letters in each column are significantly different(p 0.05).

Control : Non-yeast addition
 Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)
 Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)
 Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II(CEG).

관능검사

포도 두 품종에 대하여 효모 균주를 달리하여 제조한 포도주의 맛에 대한 관능평가 결과를 Table 2에 나타내었다. 두 품종으로 제조한 포도주의 관능검사결과를 보면 효모첨가여부에 관계없이 M.B.A가 탐나라보다 기호도가 상대적으로 높음을 확인하였다. 그리고 효모첨가에 따른 기호도 특성은 유의적인 차이는 없으나 두 품종 모두 효모첨가구의 기호도가 효모를 첨가하지 않은 것보다 기대했던 바와 달리 낮게 나타났다. 하지만 Byun(13)의 연구결과에 따르면 본 연구결과와는 달리 효모를 첨가하여 발효시키는 것이 포도주 품질 면에서 자연 발효시키는 것보다 우수하다고 보고하였는데 이는 적당한 효모선별이 포도주 발효 특성 뿐만 아니라 품질에 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 한편 전자혀를 이용하여 측정된 맛의 분포도를 보면(Fig. 4) 이온 센서를 통한 절대값(mV) 분포가 PCA 이미지에서 탐나라와 M.B.A 두 포도품종 간에는 차이가 있었으나 효모균주 간에는 차이가 없음을 보여주어 기계적인 측정과 관능검사의 결과가 동일함을 보여주었다.

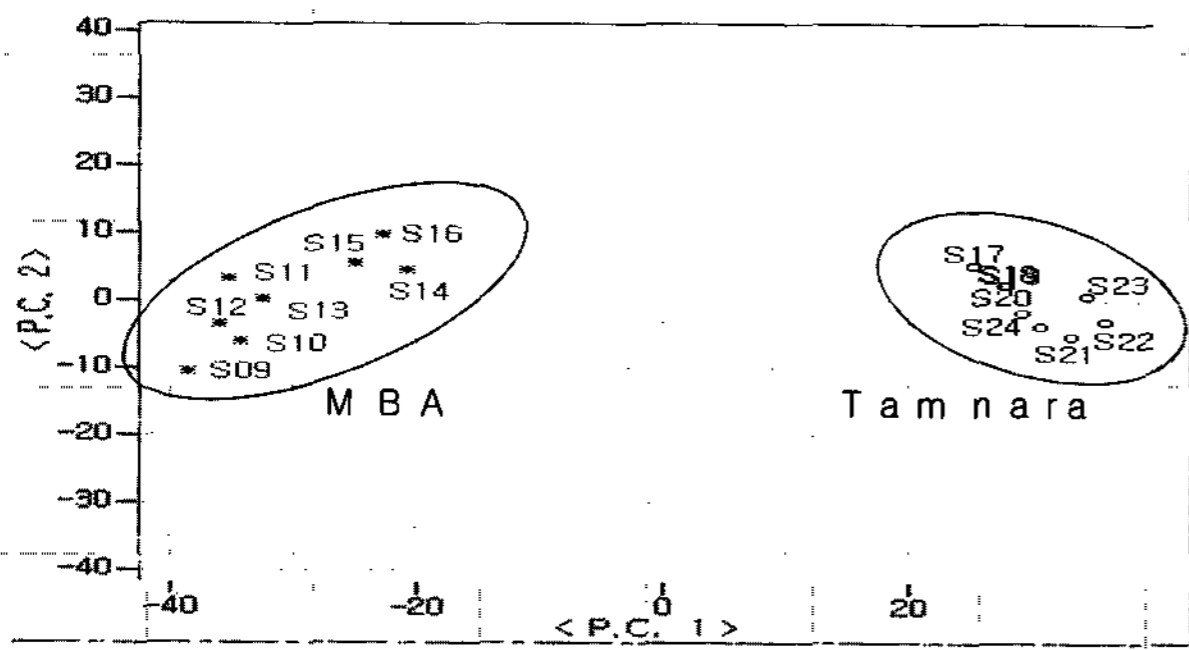


Fig. 6. PCA image of wines made from Tamnara and M.B.A measured by using the electronic tongue.

Table 2. Sensory quality of wines made from Tamnara and M.B.A using different dry yeast strains

Cultivar	Panel group	Active dry yeast strain			
		Control	Y1	Y2	Y3
Tamnara	Male	5.42±0.11	4.00±0.22	4.71±0.06	3.95±0.20 ¹⁾
	Female	5.92±0.31	4.66±0.19	4.41±0.11	4.05±0.16
	Mean	5.67±0.14 ^a	4.33±0.27 ^a	4.56±0.12 ^a	4.00±0.17 ^a
Muscat Bailey A	Male	6.85±0.24	5.15±0.11	6.32±0.28	5.54±0.16
	Female	7.59±0.19	5.29±0.14	5.90±0.29	5.80±0.18
	Mean	7.22±0.20 ^b	5.22±0.21 ^a	6.11±0.13 ^{ab}	5.67±0.11 ^{ab}

¹⁾The values are means±S.D.

^{a,b}Means with different superscript letters in each column are significantly different(p 0.05).

Control : Non-yeast addition

Y1 : *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522)

Y2 : *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595)

Y3 : *S. cerevisiae* Epernay II(CEG).

요 약

탐나라, M.B.A 두 포도품종을 이용하여 건조 효모 *S. cerevisiae* Montrachet(UCD #522), *S. bayanus* Pasteur Champagne(UCD #595), *S. cerevisiae* Epernay II(CEG) 3종을 첨가하여 포도주 발효 특성과 관능적 검사를 비교하였다. 포도 두 품종을 15°C에서 1차 발효시킨 결과 발효과정 중 당함량이 감소되고 알코올이 증가되는 발효 형태 및 발효 속도에는 큰 차이가 없었으나 두 품종 모두 효모 첨가로 인해 발효 속도는 효모 종류에 관계없이 매우 빨라졌다. 30일간의 1차 발효 후 10°C에서 60일 발효하여 관능검사를 실시한 결과 효모첨가여부에 관계없이 M.B.A가 탐나라보다 기호도가 상대적으로 높았으며 두 품종 모두 효모 첨가의 기호도가 유의적인 차이는 없었으나 효모를 첨가하지 않은 것보다 낮게 나타났다. 전자혀를 이용하여 측정된 맛의 분포도에 있어서 탐나라와 M.B.A 두 포도품종 간에는 차이가 있었으나 효모균주 간에는 차이가 없음을 보여주어 기계적인 측정과 관능검사의 결과가 동일함을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 농림부 지역특화기술개발에 의해 수행된 과제의 일부로서 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Alcohol Beverage News, March, 11 (2001) Korea alcohol Liquor Industry association.
2. Park, W.M., Park, H.G., Rhee, S.J., Lee, C.H. and Yoon, K.E. (2002) Suitability of domestic grape ; Cultivar campbell's early for production of red wine. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 590-596
3. Lee, J.E., Shin, Y.S., Sim, J.K., Kim, S.S. and Koh, K.H. (2002) Study on the color characteristics of Korean red grapes. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 164-169
4. Jeong, S., Goto, N. and Choi, J. (2001) Fermentation characteristics of wine yeast strains. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 320-325
5. Lee, S.O. (1989) Formation of medium chain fatty acid by wine yeasts. Korean J. Food Sci. Technol., 21, 832-837
6. Kim, J.S., Kim, S.H., Han, J.S., Yoon, B.T. and Yook, C. (1999) Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using campbell early. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 516-521
7. Yoo, J.Y., Seog, H.M., Shin, D.H. and Min, B.Y. (1984) Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine(in Korea). Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 12, 185-190
8. Legin, A., Rudnitskaya, A., Vlasov, Y., Natale, C.D., Mazzone, E. and D'Amico, A. (2000) Application of electronic tongue for qualitative and quantitative analysis of complex liquid media. Sensor and Actuator B., 65, 232-234
9. Kiyoshi, T. (1998) Electronic tongue. Biosensors & Bioelectronics, 13, 701-709
10. Natale, C.D., Paolesse, R., Macagnano, A., Mantini, A., D'Amico, A., Ubigli, M., Legin, A., Lvova, L., Rudnitskaya, A. and Vlasov, Y. (2000) Application of a combined artificial olfaction and taste system to the quantification of relevant compounds in red wine. Sensors Actuators B., 69, 342-347
11. Moon, Y.J., Seong, C.G. and Lee, M.S. (2004) The fermentation properties of red wine using active dry yeast strains. Korean J. Food Sci. Technol., 17, 450-457
12. Winkler, A.J., Cook, J.A., Kilewer, W.M. and Lider, L.A. (1974) General viticulture 2nd. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, USA, 556-621
13. Byun, S.S. (1980) A comparative study on the manufacturing processes of red wine. Korean J. Nutr. 13, 139-144

(접수 2008년 1월 3일, 채택 2008년 3월 14일)