

## 역삼투압 시스템을 이용한 포도주의 이화학적 성분변화

이승룡 · 강현아 · 장영일 · 장규섭  
충남대학교 식품공학과

### The Changes of Physicochemical Composition of Wine by Reverse Osmosis System

Seung-Ryong Lee, Hyun-A Kang, Yeong-il Chang and Kyu-Seob Chang  
Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

#### Abstract

Reverse osmosis (RO) system was applied to improve wine quality. Control and the wines, which have different sugar contents increased until 24°Brix (RO-24) and 28°Brix (RO-28) by removing pure water using RO system without sugar addition on brewing method. And they were compared by analyzing the general components. Total acid was increased and Hunter L-value was decreased with ripening for all treatments. Turbidity, however, was decreased in the beginning of ripening and gradually increased with ripening period regardless of all treatments. The control showed lower Hunter a-value and higher b-value than both RO-24 and RO-28. Lactic and tartaric acid were increased, and citric acid, acetic acid, succinic acid, and malic acid were gradually decreased with ripening. Reducing sugar was gradually decreased, and sucrose and fructose were dramatically decreased after one month. But glucose was not detected at all. The values of pH were increased with ripening period for all treatments. Ethanol contents of treated wines were increased with ripening period. Those of both control and RO-28 were 15° and that of RO-24 was 12.5°. Phenolic compounds were increased with ripening regardless of treatments. Sugar contents in control were greatly decreased and those in RO-24, and RO-28 were gradually decreased.

Key words: wine quality, reverse osmosis

#### 서 론

포도 가공품중 제일 큰 비중을 차지하고 있으며 모든 주류중에서 그 역사가 가장 오래된 술인 포도주(Wine)의 품질을 향상시키기 위한 노력의 일환으로 최근에는 막분리 기술을 이용한 포도주의 제조가 스페인, 독일 및 이탈리아 등의 유럽지역에서 활발히 이루어지기 시작하면서 막분리 기술에 대한 국내 주류업계의 관심이 집중되고 있다. 포도주의 제조공정에 막분리 기술이 도입된 사례를 보면, Yano 등(1994)은 전발효에 들어가기 전에 역삼투 처리로 농축시킴으로써 품질을 향상시킬 수 있었다고 보고하였으며 또한, Caetano 등(1995)은 포도주양조에 미세여과(microfiltration)를 적용하여 복잡한 공정의 단순화를 이루는 한편, 전통적인 양조법에 의할 때 제품내에 잔존하던 activated carbon,

bentonite, silica sol, sodium caseinate 등의 화학물질 및 주석산염등의 침전물도 효과적으로 제거할 수 있었다고 보고하였다. 그 밖에 Bui 등(1988)은 적포도주에 역삼투 시스템을 접목시킴으로써 이를 농축하여 85%의 ethanol 배제율을 확보할 수 있었다고 보고하였다.

역삼투법은 용매인 물은 선택적으로 투과시키지만, 용질은 투과시키지 않는 반투막을 사용하고, 용액의 삼투압보다 더 큰 압력을 가하여 용매만 막을 통하여 빠져나가게 함으로써 용매와 용질을 분리하는 기술이다. 역삼투법의 적용은 해수의 담수화, 정수처리, 식품의 세척, 블랜칭 등의 전처리 과정에서 손실되는 당 단백질 등의 영양 성분의 회수, 액상 식품의 농축, 유효 성분의 분획 등을 들 수 있다. 이 중 액상식품의 농축은 기존의 농축 방법보다 제품의 품질을 더욱 향상시킬 수 있고, 진공농축 및 증발농축 등 기존의 농축 방법에 비하여 수습 배에 가까운 에너지 절감효과를 거둘 수 있어 가공 비용을 줄일 수 있는 등 식품산업 분야에서 가장 폭넓게 응용될 수 있는 분야이다

Corresponding author: Seung-Ryong Lee, Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Yuseong-gu, Taejeon 305-764, Korea

(Macrae와 Robinson, 1993).

따라서 본 연구에서는 내병성, 내한성, 수송성, 저장성 등이 뛰어나 전국재배가 가능하고, 값싸며 손쉽게 구할 수 있으나, 현재 포도주제조용으로 사용되어 있지 않고 있는 셰레단(Sheridan)품종을 이용하여 포도주 원료로서 그 이용가능성을 검토하는 한편, 날로 그 생산 및 소비량이 증대 되어가는 추세에 있는 포도주의 품질향상을 이루고자 역삼투 처리기술을 이에 적용하여 포도주의 제조공정에서 꼭 필요로 하는 보당과정이 없이 포도 착즙액 중의 순수(純水)를 제거하고 자체 당도를 높인 상태에서 포도주를 제조하여 이에 제품의 성분분석을 행하였다.

## 재료 및 방법

### 포도주의 제조

Sheridan 품종을 원료포도로 사용하여 불가식부분을 제거하고 세척한 후 파쇄하고 약 40°C 전후로 5분 정도 가열하는 가운데 처리에 의해 포도과피 부위에 부착되어 있는 색소(주로 anthocyanin 색소)의 용출을 도모하는 숙성촉진법에 적용하였다(공성재, 1984; 김찬조 등, 1975). 주모는 착즙액의 5% 분량으로 하여 포도주 효모(*Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*, 미도 Chemical Co.)를 사용하여(류진영 등, 1984), 각 실험구 당 1% 씩 첨가하였고, 메타칼리( $K_2S_2O_8$ )를 이용해 아황산( $SO_2$ )함량이 각 실험구당 150 ppm 씩 되도록 계산하여 첨가하였다. 대조구는 국내에서 시판되고 있는 포도주의 에탄올함량이 대개 11~13% (w/v) 정도인 것을 감안하고, 또 당이 감산과정(malo-lactic fermentation & malo-alcoholic fermentation)을 거치면서 알코올로 변환되는 비율이 대개 50% 정도인 점을 고려하여(American과 Cruess, 1960) 포도착즙액을 24°Brix 가 되도록 일반 정백당으로 보당하였다. 배양기의 온도를 25°C로 설정하여 알코올 생성을 위해 10일 간 주발효를 진행시켰고, 주발효가 끝난 뒤 포도주의 상등액만을 취하여 양분질과 여과작업을 진행하였다. 이후, 제조한 포도주는 저온실의 온도를 4°C로 설정하여 6개월 간 숙성시키면서 매 월 별로 1회씩 주기적으로 시료를 취하여 성분분석을 실시하였다.

### 역삼투압 시스템

본 실험에 사용된 역삼투압 시스템은 Fig. 1과 같다. 착즙된 포도즙은 모듈로 운송되기 전 pore size 5  $\mu$ m 용 섬유 예비 여과기를 통과하도록 구성하여 막의 오염을 방지하였다. 여과기와 펌프를 거친 포도즙은 곧바

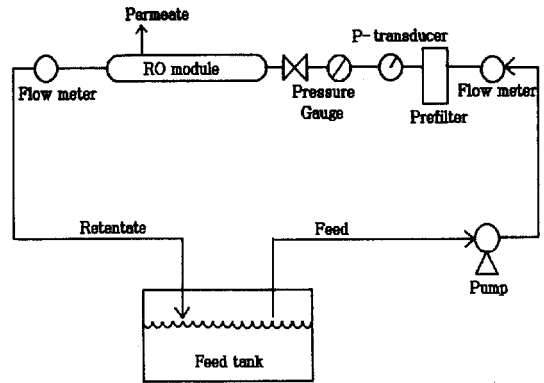


Fig. 1. Schematic diagram of reverse osmosis experimental system.

Table 1. Specification of the membrane module used in reverse osmosis

Type	Configuration	Spiral-Wound
Material	Membrane polymer	Composite Polyamide
	Maximum applied pressure	69 kg/cm <sup>2</sup>
Operating condition	Maximum operating temperature	45°C
	pH range	3.0~10.0
Salt rejection	Minimum	99.2%
Dimension (mm)	Diameter	61
	Length	1,016

로 역삼투 농축공정 시스템으로 환류되어 1.3 m<sup>3</sup>/day의 처리능력을 갖는 나선형(螺線型)막을 통해 투과액(순수)과 배제액(농축액)으로 나뉘어지게 하였다. 포도착즙액의 농축 공정에 사용된 역삼투 막은 Hydranautics社의 composite polyamide 재질로 이루어진 나선형(spiral wound) 모듈을 사용하였다(Table 1).

### 공정조건

대조구의 포도즙액은 상법에 의해 24°Brix로 보당하여 제조하였다. 또한 역삼투 시스템을 이용하여 농축한 포도즙액은 상법과 같은 농도인 24°Brix (RO-24)와 한계 조건인 28°Brix까지 농축(RO-28)시켜서 보당없이 준비하였고, 이 세가지 시료를 실험구로 하였다. 이 때의 공정조건은 공정 압력이 각각 58 kg/cm<sup>2</sup>, 65 kg/cm<sup>2</sup>이었으며, 공정온도는 20°C였다.

### 총산, 탁도 및 색도

총산은 Amerine과 Ough의 방법에 의해 0.1 N-NaOH 용액으로 적정하고 주석산으로 환산하여 나타내었다.

포도주의 탁도는 분광광도계(Spectronic GENESYS 5 MILTON ROY, USA)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다(中鴨 등, 1987). 시료의 색도는 spectrophotometer (color techno system corporation model JX-777, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b 및 ΔE 값을 구하였다.

**유기산**

시료 10 mL를 취하여 여지(Whatman #2, England)와 membrane filter (Millipore 0.45 μm, U.S.A.)로 여과하고 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge (Waters Inc, U.S.A.)로 정제한 후, Bio-LC (Dionex-500, U.S.A.)로 유기산 함량을 분석하였다.

**유리당, 당도 및 환원당**

유리당 함량은 시료 각 10 mL를 취하여 여지와 membrane filter로 여과하고 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge로 정제한 후 HPLC(Spectra-physics, U.S.A.)로 분석하였다(최선태, 1998). 당도는 20°C에서 굴절당도계(ATAGO digital refractometer PR-100, Japan)을 이용하여 °Brix로 나타내었다. 환원당은 DNSA (Dinitrosalicylic acid or 2-hydroxy-3,5-dinitrobenzoic acid : [(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(OH)COOH]법에 의하여 정량한 후, 포도당으로 환산하여 나타내었다(中村道徳와 鈴木繁男, 1977).

**에탄올함량 및 pH**

에탄올함량은 국제청 주류 분석법에 준하여 증류법으로 분석하였고, pH는 20°C에서 pH meter (Orion portable pH/ISE meters model 230A, USA)를 이용하여 측정하였다.

**페놀화합물**

각 시료의 페놀화합물의 함량은 Folin-Denis법에 의해 구하였다(AOAC, 1990).

**결과 및 고찰**

**포도주의 총산, 탁도 및 색도 변화**

포도주의 숙성 시기별 총산함량의 변화를 Fig. 2에, 탁도 및 색도의 변화량을 Table 1에 나타내었다. 포도주의 총산함량은 전발효후 General과 RO 24가 0.53%, RO 28이 0.65%로 RO 28이 가장 높은 값을 보였고, 숙성 과정중에는 모두 점차로 증가하는 경향을 나타내었는데, 숙성 6개월 후에는 각각 0.60, 0.65, 0.83%까지 증가하였다. 이는 박(1975)의 실험결과에서 Sheridan의

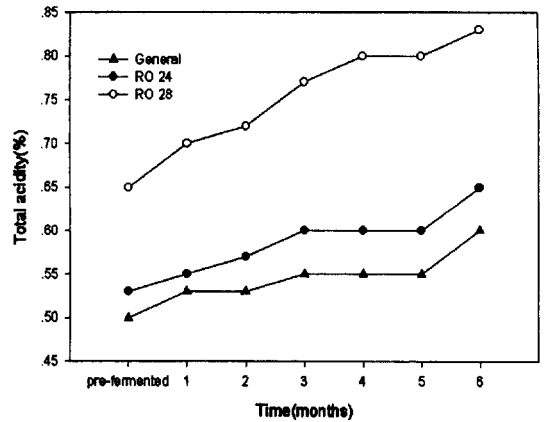


Fig. 2. Changes in the total acidity of red wine by different brewing methods during ripening period.

총산함량이 0.03%로 다른 품종, 예를 들어 Delaware (1.01%)나 Steuben (0.58%), Golden Queen (0.84%)에 비해서 현저하게 낮았다는 사실을 미루어 볼 때, 그 경향이 일치하는 것으로 나타났다.

탁도에 있어서는 세 시료 모두 숙성 초기에 탁도가 감소하다가 점차로 증가하는 추세를 나타냈다. 일반적으로 맛의 안정성은 청징도와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있는데, 산화-환원전위가 이에 관련되며, 포도주의 pH나 산의 총합량 등이 탁도형성에 있어 매우 중요한 역할을 하는데 숙성과정 중에는 주석이 침전되고, tannin과 단백질이 결합하여 침전되며, 또한 colloid성 물질이 응고되어 침전하면서 포도주가 투명해지는 것으로 알려져 있다(J'an Farka's, 1988).

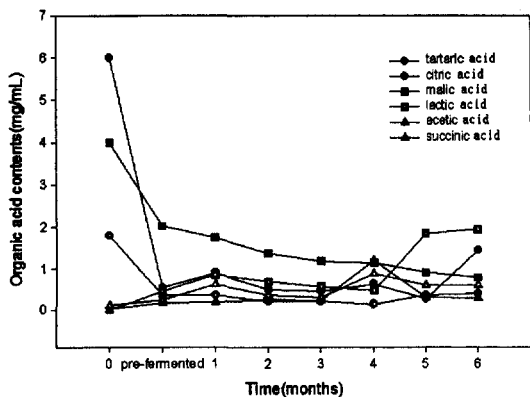
색도의 경우 Hunter L-value는 숙성 초기에 비해 숙성이 진행될수록 조금씩 감소하면서 색이 어두워지는 경향을 나타냈다. 이는 포도주의 숙성이 진행됨에 따라 숙성촉진을 위해 가온처리하는 과정에서 과도하게 용출된 anthocyanin색소 때문으로 여겨지는데, 포도과피에 함유된 anthocyanin색소가 적포도주의 주요 색소 원이라는 점과, 숙성 기간이 경과함에 따라 pH가 계속해서 4.0 부근까지 증가했던 점, 그리고 숙성과정 중 계속해서 그 함량이 증가했던 페놀화합물(phenolic acids, flavonoid류, tannin류 등)의 특성중 하나가 포도주에 대한 색상의 부여라는 점 등을 미루어 볼 때 숙성과정 중에 나타난 lightness의 감소라는 실험의 결과와 일치하는 것으로 사료되었다. Hunter a-value의 경우 General에 비하여 RO 24, RO 28의 적색도가 다소 적은 값을 나타내었으나, Hunter b-value의 경우 오히려 RO 24, RO 28의 황색도가 General에 비하여 훨씬 높은 수치를 나타내었다.

**Table 2. Changes in physical properties of red wine by different brewing methods during ripening period**

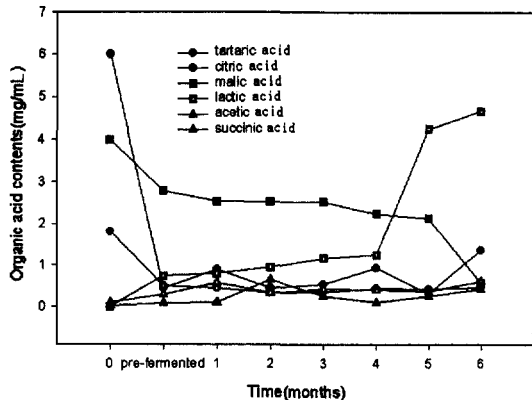
	Brewing time (month)	Turbidity (660 nm)	Color			
			L	a	b	ΔE
General	pre-ferm	0.850	66.51	39.22	35.80	85.10
	1 month	0.720	57.46	36.29	34.66	76.29
	2 month	0.560	59.22	32.13	34.59	75.74
	3 month	0.575	57.63	30.60	35.34	74.21
	4 month	0.779	56.05	29.85	37.19	73.59
	5 month	0.783	56.28	28.81	38.87	74.22
RO24	pre-ferm	0.997	64.04	31.97	47.76	86.05
	1 month	0.830	57.54	27.86	43.59	65.66
	2 month	0.544	60.01	24.98	43.67	78.31
	3 month	0.535	57.74	25.10	44.07	76.85
	4 month	0.627	54.41	26.32	47.42	76.82
	5 month	0.719	57.13	23.26	47.03	77.57
RO28	pre-ferm	0.607	57.37	38.17	48.92	78.06
	1 month	0.597	51.99	28.12	52.10	78.79
	2 month	0.668	50.95	27.41	54.99	79.82
	3 month	0.720	50.05	26.58	57.45	80.70
	4 month	0.849	49.27	26.89	56.76	79.83
	5 month	0.864	51.19	25.77	58.42	81.84
6 month	0.995	49.52	26.59	59.79	82.06	

**유기산의 변화**

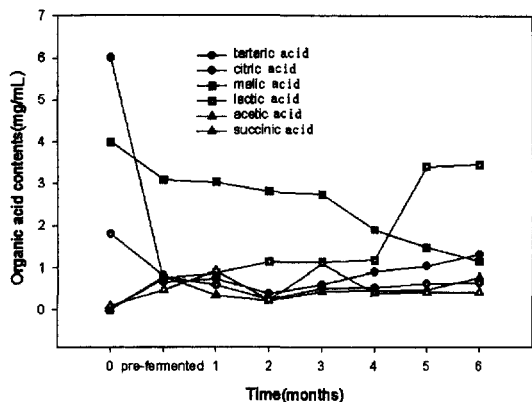
각 시료 별 유기산 함량의 변화량을 Figs. 3-6에 나타내었다. 포도주의 산은 대부분이 tartaric acid와 malic acid인데, 유기산 함량의 변화량을 살펴보면 숙성이 진행됨에 따라 malic acid의 함량은 크게 감소하는 반면, lactic acid의 함량은 그에 반해 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 젖산 박테리아인 *Leuconostoc oenos*



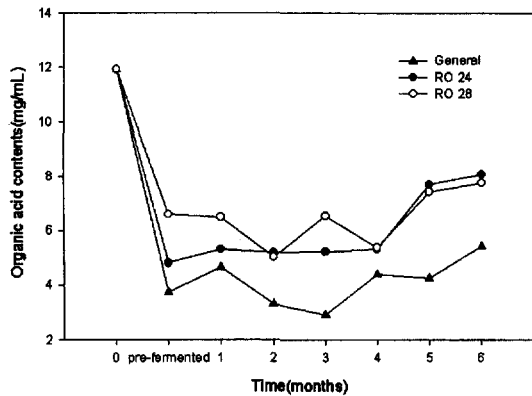
**Fig. 3. Changes in the organic acid contents of general wine during ripening period.**



**Fig. 4. Changes in the organic acid contents of RO 24 wine during ripening period.**



**Fig. 5. Changes in the organic acid contents of RO 28 wine during ripening period.**



**Fig. 6. Changes in the total organic acid contents of red wine by different brewing methods during ripening period.**

에 의한 malo-lactic fermentation에 의하여 2염기산인 malic acid가 1염기산인 lactic acid로 변화되었기 때문인 것으로 사료되었다. 이는 발효 4일 제부터 사과산

의 감소가 시작되어 발효말기에 초기 농도의 56%가 감소했다는(고경희와 장우영, 1998) 보고 보다는 다소 낮은 수치이나, 사과산의 감소가 발효 10일 만에 초기 농도의 50% 정도 였다는 Beelman (1983)의 보고와는 거의 비슷한 양상을 나타내었다. 그 외에 citric acid, acetic acid 및 succinic acid의 경우 General, RO 24, RO 28 모두 점차로 감소하는 경향을 나타내었으나, tartaric acid의 경우 전발효 이후 숙성개시 한 달 만에 그 함량이 급격하게 감소하였는데, 이는 이용수 등(1993)에 의한 *Vitis vinifera* 적포도주 휘발성분의 분리 및 동정 실험에 있어서 저장 숙성중에 특히 tartaric acid의 함량이 현저히 감소하였다는 보고와 일치하였다.

**유리당, 가용성 고형물 및 환원당 함량의 변화**

각 시료별 유리당, 가용성 고형물 및 환원당 함량의 변화를 Table 3에 나타내었다. 유리당 함량의 변화량을 살펴보면 glucose의 경우 초기함량이 90 mg/g로 나

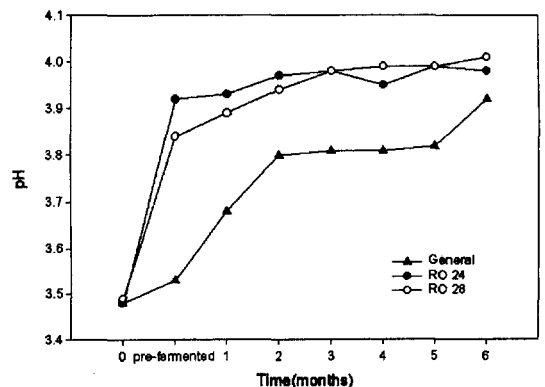
**Table 3. Changes in sucrose, fructose, soluble solids, reducing sugar content of red wine by different brewing methods during ripening period**

	Brewing time (month)	Sucrose (mg/mL)	Fructose (mg/mL)	Soluble solids (°Brix)	Reducing sugar (%)
General	0	56.20	115.5	24.50	12.10
	pre-ferm	32.96	0.55	12.40	0.71
	1 month	2.02	2.06	8.58	0.35
	2 month	0.00	0.74	8.28	0.28
	3 month	0.00	0.70	8.28	0.28
	4 month	0.00	1.00	8.13	0.27
	5 month	0.00	0.60	8.10	0.27
RO24	0	56.20	115.5	24.50	14.50
	pre-ferm	0.52	1.86	8.70	0.38
	1 month	1.56	1.73	8.60	0.35
	2 month	0.00	1.06	8.58	0.34
	3 month	0.00	1.09	8.30	0.33
	4 month	0.00	1.10	8.30	0.33
	5 month	0.00	0.60	8.23	0.30
RO28	0	56.20	115.5	28.50	18.50
	pre-ferm	0.82	21.57	11.90	0.99
	1 month	0.85	14.29	11.14	0.98
	2 month	0.17	8.03	11.10	0.97
	3 month	0.33	7.07	11.08	0.94
	4 month	0.00	6.30	11.06	0.92
	5 month	0.00	6.80	10.90	0.91
6 month	0.00	6.49	10.68	0.85	

타났으나, 주발효가 진행된 이후의 시료로부터는 그 함량이 전혀 검출되지 않았으며, sucrose와 fructose의 경우 General과 RO 28에 있어 각각 그 함량이 숙성 1달 쯤 부터는 급격하게 감소하였다. 이는 한국산 포도를 이용한 포도주발효 및 품질평가시험에서 당의 소비율이 포도당>설탕>과당의 순이었으며, 포도당첨가구의 경우 과당의 소비를 지연시켰다고 밝힌 류진영 등(1984)의 보고와 일치한 결과였는데, 실제로 RO 28의 경우 fructose의 함량이 전발효 이후부터 숙성 6개월 쯤까지 완만한 감소의 추세를 보이며 감소하는 경향을 나타냈다. 한편, 발효 및 숙성이 진행됨에 따라 당 성분은 분해되어 포도주의 MAF (malo-alcoholic fermentation)과정에 쓰여지는 것으로 알려져 있는데, 류진영 등(1984)은 알코올을 생성시키는 데에는 최소한 22°Brix의 당이 필요하다고 보고하였다. 세 가지 시료 모두 전발효가 끝나는 시점에서 그 함량이 현저하게 감소하였는데, 이는 이들이 모두 당분해로 인한 전발효 기간 중 알코올생성 과정의 에너지원으로 쓰였기 때문인 것으로 사료되었다. RO 28의 경우 약간 높은 함량을 나타냈는데 전반적으로 모두 감소하는 경향을 나타냈다.

**에탄올함량 및 pH의 변화**

각 시료 별 pH의 변화량을 Fig. 7에 나타내었다. 숙성기간 중에 포도주는 감산과정을 거치면서 총산함량은 줄고 pH가 증가하게 된다. 이는 주로 저온숙성시 chilling과정 중의 온도저하에서 기인한 tartaric acid의 용해도 감소 때문인 것으로 알려져있다. 하지만, 너무 높은 pH는 미생물의 상대적인 활력을 증가시키고, 적포도주의 색깔을 옅게 하며, SO<sub>2</sub>와 더 많이 결합되고, 유리 SO<sub>2</sub>를 감소시켜 숙성능력을 감소시킨다(김선규,



**Fig. 7. Changes in the pH values of red wine by different brewing methods during ripening period.**

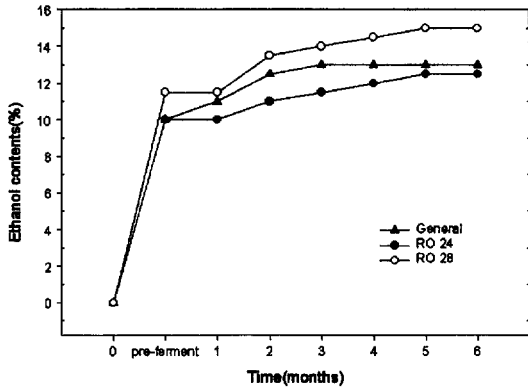


Fig. 8. Changes in the ethanol contents of red wine by different brewing methods during ripening period.

1994), 각 시료간 pH의 변화를 살펴본 결과 General, RO 24, RO 28 모두 pH 3.5에서 출발하여 숙성 기간이 경과함에 따라 조금씩 증가하는 경향을 나타내었는데, General이 3.8, 이에 비해서 역삼투 처리로 제조한 RO 24, RO 28이 4.0으로 대체로 높은 pH를 보여주었다. 고경희와 장우영(1998)은 seibel 포도즙의 발효과정에서 *Saccharomyces cerevisiae*의 경우 pH가 3.2에서 3.3으로 증가했음을 보여주었으나, Neo Muscat을 원료로 한 실험에서 pH가 3.78에서 3.57로 오히려 감소한 류진영 등(1984)의 보고도 있었다.

각 시료별 에탄올 함량의 변화는 Fig. 8에 나타내었다. 마찬가지로 숙성 기간의 경과에 따라 점점 높아지는 경향을 보였는데, 이에 관하여는 포도주 중의 사과산 성분이 *Schizosaccharomyces pombe*의 관여로 에탄올과 CO<sub>2</sub>로 분해되는 malo-alcoholic fermentation과정으로 명확하게 규명되었는데, 이에 따르면 당의 인산화로 인한 hexose phosphates의 형성과 이의 분열로 인한 dihydroxyacetone phosphate (96.5%) 및 D-glyceraldehyde-3-phosphate (3.5%)의 형성, 이후 oxido-reduction과 dephosphorylation을 거치면서 형성된 pyruvic acid, 그리고 decarboxylation에 의한 acetaldehyde형성과 이로부터의 에탄올형성이 점차로 이루어지게 된다(박연희, 1975). 그 함량을 보면 Gen과 RO 24, RO 28이 각각 12.5, 13, 15%를 나타내었다.

#### 페놀화합물 함량의 변화

포도의 파쇄, 착즙, 발효 과정 중에 껍질, 종자, 송이 줄기로부터 나오는 페놀화합물은 포도주에 쓴맛과 떼은맛을 주며 색소와 강하게 결합하는 tannin성분으로 flavonoid와 총 페놀화합물이 백포도주보다 많이 함유되어 있다. 또한, 포도주 중의 페놀화합물에는 catechin,

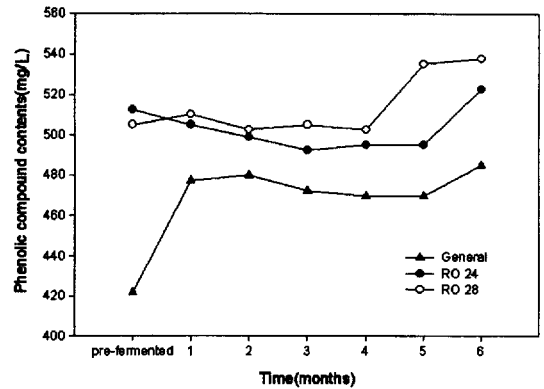


Fig. 9. Changes in the phenolic compound contents of red wine by different brewing methods during ripening period.

procyanidin (catechin dimer), quercetin, propyl gallate 등의 항산화작용을 하는 특수 성분들도 함유되어 있어 그 기능성에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 따라서, 각 시료 간 페놀화합물의 함량 변화를 살펴 보았는데 이를 Fig. 9에 나타내었다. General, RO 24, RO 28 모두 숙성 기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였는데, 이는 포도주의 향기성분을 이루는 성분의 대부분이 에스테르류와 페놀화합물인 것을 감안할 때, 매우 바람직한 현상으로 보여졌다.

#### 요 약

본 연구에서는 날로 그 생산 및 소비량이 증대되어 가는 추세에 있는 포도주의 품질향상을 이루고자 역삼투 처리기술을 이에 적용하여 시도하였는데, 포도주의 제조과정에서 필요로하는 보당과정 없이 역삼투 처리에 의해 포도 착즙액중의 순수(純水)를 제거함으로써 자체 당도를 높은 상태에서 포도주를 제조하여 일반적인 제법으로 제조한 포도주와의 비교·분석 실험을 행하였다. 총산함량은 숙성이 진행됨에 따라 General, RO 24, RO 28 모두 점차로 증가하는 경향을 나타내었다. 탁도에 있어서는 세 시료 모두 숙성 초기에 탁도가 감소하다가 점차로 증가하는 추세를 나타냈다. Hunter L-value는 숙성이 진행됨에 따라 조금씩 감소하는 경향을 나타냈고 a-value는 General에 비하여 RO 24, RO 28에서 작은 값을 나타내었으나, b-value는 RO 24, RO 28에서 General에 비하여 높은 수치를 나타내었다. 유기산의 경우 숙성이 진행됨에 따라 malic acid는 감소하는 반면, lactic acid는 증가하는 경향을 나타내었다. 그 외에 citric acid, acetic acid 및

succinic acid는 General, RO 24, RO 28 모두 감소하는 경향을 나타내었으나, tartaric acid의 경우엔 오히려 숙성 말기에 그 함량이 증가하는 추세를 보였다. 유리 당 중 glucose는 주발효가 진행된 이후 전혀 검출되지 않았으며, sucrose와 fructose는 General과 RO 28에 있어 각각 그 함량이 숙성 1달 쯤 부터는 급격하게 감소하였다. pH는 General, RO 24, RO 28 모두 숙성 기간이 경과함에 따라 조금씩 증가하는 경향을 나타내었는데, 역삼투 처리로 제조한 RO 24, RO 28이 General에 비해서 대체로 높은 pH를 보여주었다. 에탄올 함량은 General과 RO 24, RO 28에서 각각 12.5, 13, 15%에 이르렀다. 페놀화합물의 함량은 General, RO 24, RO 28 모두 숙성 기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 가용성 고형물 및 환원당의 함량은 전 발효 과정에서 현저하게 감소하였는데, RO 28이 약간 높은 경향을 나타내었다.

## 문 헌

- 고경희, 장우영. 1998. Seibel 백포도즙 발효중 화학성분의 변화. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**(3): 487-493
- 공성재. 1984. 과실주의 제조공정. *식품과학* **17**(4): 12-14
- 김선규. 1994. 세계 포도재배 현황과 포도주 주질에 영향을 끼치는 환경적, 재배적 요인. *주류공업 제44호* **15**(1): 58-70
- 김찬조, 김성렬, 오만진. 1975.12. 포도주에 관한 연구(제 2보)-포도주 양조방법 및 숙성촉진에 대하여-. *忠南大學 教 農業技術研究報告* **2**(2): 7-8
- 류진영, 석호문, 신동화, 민병용. 1984. 한국산포도를 이용한 포도주발효 및 품질평가시험. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **12**(3): 185-190
- 박연희. 1975. 국내 포도주 생산을 위한 포도의 품종선택 및 최적효모 균주의 선발에 관한 연구. *한국농화학회지* **18**(4): 219-227
- 이용수, 최진상, 심기환. 1993. *Vitis vinifera* 적포도주 휘발 성분의 분리 및 동정. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**(2): 196-201
- 최선태. 1998. 저장방법 및 저장후 유통온도에 따른 마늘의 품질변화에 관한 연구. *충남대 석사 학위논문*
- 中鴨 實, 中川秀幸, 本江 薫, 山田市二. 青木章平. 1987. 三社枋から分離した酢酸菌による 枋醋醱酵過程の成分變化. *日本食品工業學會誌* **34**(12): 818-825
- 中村道徳, 鈴木繁男. 澱粉科學. 1977. *ハンドブック*. 朝倉書店, 東京. pp188-189
- Amerine, M. A. and W. V. Cruess. 1960. *The Technology of Wine Making*. The Avi Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut. p7
- Amerine M. A. and C. S. Ough. 1980. *Methods for Analysis of Musts and Wines*. A Wiley-Interscience Publication. JOHN WILEY & SONS. p46
- A.O.A.C. 1990. *Official Method of Analysis(15th Edition) Association of Official Analytical Chemists*. p703
- Beelman. R. 1983. *Grape-Wine Short Course*. OHIO Agricultural R & D center. H.D.S., 532, pp29-33
- Bui, K., R. Dick, G. Moulin, and P. Galzy. 1988. Partial concentration of red wine by reverse osmosis. *J. Food Sci.* **53**(2): 648
- Caetano, Ana., Maria Norberta De Pinho, Enrico Drioli and Herbert Muntau. 1995. *Membrane Technology Applications to Industrial Wastewater Treatment. Environmental Science and Technology*. Vol.1, Kluwer Academic Publishers. pp157-159
- Farka's Jan., 1988. *Technology and Biochemistry of wine*. Gordon and Breach Science Publishers, Vol. 2. pp464-467
- Macrae, R., R. K. Robinson. 1993. *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. ACADEMIC PRESS. pp2966-2985
- Yano, T., R. Matsuno and K. Nakamura. 1994. *Development in food engineering*. Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ. pp662-664