

복숭아주 발효시 이화학적 특성변화와 한외여과에 의한 품질 향상

정재호 · 목철균 · 임상빈* · 박영서†

경원대학교 생명공학부
*제주대학교 식품공학과

Changes of Physicochemical Properties during Fermentation of Peach Wine and Quality Improvement by Ultrafiltration

Jae-Ho Chung, Chulkyoon Mok, Sangbin Lim* and Young-Seo Park†

Division of Biotechnology, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

*Dept. of Food Science and Engineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract

Peach wine was fermented at 25°C for 2 weeks using *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224, aged at 15°C for 14 weeks, and its physicochemical and microbiological changes were investigated. The viable bacterial cell numbers, 1.4×10^3 CFU/mL at the beginning of fermentation, increased to 2.8×10^6 CFU/mL after 2 weeks, but decreased to 7.0×10^3 CFU/mL after 14 weeks. The viable yeast cell numbers were changed from 3.4×10^2 CFU/mL to 2.4×10^7 CFU/mL during fermentation, and decreased to 4.0×10^4 CFU/mL after aging. Turbidity, total sugar content, reducing sugar content, solid content and b value of peach wine decreased during fermentation, but acidity, alcohol content, L and a value increased. Most physicochemical properties except alcohol content and reducing sugar content were not changed significantly during aging. When peach wine was filtered through 0.45 μ m nitrocellulose membrane followed by various ultrafiltration membranes with different molecular weight cut-off values, Biomax 100K membrane, with 79 liter/m²/h (LMH) of initial flux, was suitable for ultrafiltration process of peach wine. These membrane filtration treatments resulted in complete removal of microorganisms and decrease in turbidity and alcohol content without changes in other chemical properties. The physicochemical properties of peach wine were not changed and any microorganisms were not found during the storage at 30°C for 12 weeks.

Key words: peach wine, fermentation, ultrafiltration

서 론

복숭아는 식물성 섬유인 펙틴과 비타민 A, C가 풍부한 과일로 변비에 효과를 나타내며 피를 깨끗하게 하는 효과가 있어 한방에서는 여성의 혈액순환을 돕는 생약으로 취급되기도 한다. 또한 탄닌 성분이 존재하여 소염, 수축, 지혈, 제균 작용이 뛰어나다고 알려져 있다. 우리나라에서 복숭아 재배는 삼국사기 신라본기에 이미 복숭아가 기록되어 있는 것으로 미루어 보아 그 재배기원이 매우 오래된 것으로 추정되고 있으며 현재와 같은 복숭아 품종의 재배에 대한 기록으로는 1902년 경기도 부천의 소사농원에서 일본으로부터 도입한 복숭아 품종을 재배하였다는 기록이 있다. 복숭아의 본격적인 재배는 1906년 뚝섬에 원예모범장이 설치되면서 미국, 중국 및 일본으로부터 도입된 품종들이 재배시범을 거쳐 일반에게 보급되면서부터 시작된 것으로 판단되며 이를 기점으로 복숭아의 재배량이 매년 증가하여 현재에는 과일뿐만 아

니라 복숭아주스, 복숭아주 등의 가공식품으로서의 영역 및 소비가 확대되고 있다. 이러한 복숭아가공시 제품의 품질을 저하시키는 몇 가지 문제점이 제기되고 있는데 그 중 대표적인 문제가 과즙 추출 시 생성되는 혼탁물질과 살균시 가해지는 열에 의한 식품성분의 변화로 알려져 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 비열가공기술인 막분리공정을 들 수 있다. 막분리 기술은 정밀여과막이 1968년 생맥주의 제조에, 역삼투막이 1979년 토마토 과즙 농축에 사용되기 시작한 이후 식품가공업에서의 이용이 급속하게 발전되었다(1). 막분리는 막의 물리화학적 특성, 분리대상 물질의 물리화학적 특성, 그리고 물질의 이동현상을 조절하는 압력차, 농도차 및 전위차 등의 추진력에 의해 행해지는데 여러 가지 막분리 기술 중에서 한외여과기술은 주스산업 등의 식품산업에서 폭넓게 활용되고 있다(1). 한외여과에서의 기본적인 분리 기작은 사별공정(sieving process)으로 처리액에 함유되어 있는 물질들을 분자량의 크기에 따라 분획할 수 있는

†Corresponding author. E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr
Phone: 82-31-750-5378. Fax: 82-31-750-5273

데, 막달 구조 내에 있는 미세공극을 통해 여과를 시킬 때 용액 중의 비교적 큰 용질의 분자가 통과하지 못하게 하는 능력을 가진 분리막을 한외여과막(ultrafiltration membrane)이라 한다. 일반적으로 한외여과막을 이용하여 분리할 수 있는 분자량의 범위는 1,000~100,000 dalton이며 한외여과막을 이용하여 공정상에서 고분자량인 큰 분자를 저분자량인 작은 분자로부터 분리시키는 것을 한외여과라고 한다(2-4). 본 연구에서는 복숭아주를 발효 숙성시키는 과정에서의 미생물학적, 이화학적 특성의 변화를 관찰하고 한외여과 기술을 이용하여 복숭아주의 청징화 및 품질개선 효과를 알아보 고자 하였다.

재료 및 방법

복숭아의 품종

본 연구에서 사용한 복숭아는 충북 음성 감곡 농업협동조합에서 2000년도에 수확한 아부백도 품종을 시중에서 구입하여 사용하였다.

복숭아주의 제조

깨끗이 수세한 복숭아를 8절로 절단한 후 파쇄하고 갈변을 방지하기 위하여 200 ppm의 $K_2S_2O_5$ 를 첨가한 다음 3시간 동안 실온에서 방치한 후 여과포를 이용하여 여과하여 과즙을 추출하였다. 추출한 과즙에 설탕을 첨가하여 24°Brix로 보당하고, 스타터 효모를 과즙의 0.5%(v/v) 수준으로 접종하여 25°C에서 2주간 발효하고 15°C에서 14주간 숙성시켰다(5). 발효에 사용된 스타터 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224를 한국중균협회 부설 한국미생물보존센터에서 분양 받아 YM 액체배지(Difco, MI, USA)에 접종하여 30°C에서 12시간 배양한 후 사용하였다.

한외여과 공정

숙성이 완료된 복숭아주를 10,000×g에서 10분간 원심분리하여 상정액을 취하고 부유물을 제거하기 위해 membrane filtration apparatus(Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 이용하여 74 mmHg의 진공 하에서 pore size 0.45 μm, 막 직경 47 mm, 막표면적 17.3 cm²의 nitrocellulose membrane filter를 장착하여 1차 여과하였다. 이후 한외여과장치(Lab-scale TFF System, Millipore Co., USA)를 이용하여 polyethersulfone 재질의 Biomax 100K, 30K, 5K의 여과막과 regenerated cellulose 재질의 PLCTK 30K와 PLCCC 5K의 총 5가지 여과막을 이용하여 40 psi의 압력을 가하여 여과하였다. 사용된 모든 한외여과막은 Millipore 사 제품으로 길이 18.8 cm, 폭 3.0 cm, 막 표면적이 50 cm²이고, 잔류부피가 3.2 mL, 최대구동압력이 80 psi이다. 여과 flux(LMH)는 막표면적 m² 당 1시간에 통과하는 시료의 용량(liter)을 실측하여 계산하였으며 1회 공정에 사용되는 시료의 부피는 500 mL로 일정하게 하였다.

미생물 균수 측정

복숭아주에 존재하는 미생물 균수를 측정하기 위하여 총 균수는 PCA배지(Difco, MI, USA) 효모는 YM agar 배지(Difco, MI, USA), 곰팡이는 PDA 배지(Difco, MI, USA)를 사용하였으며 10⁰~10⁹까지 희석한 복숭아주 시료를 PCA 배지와 YM agar 배지에는 1 mL을 분주하여 표준천배양법으로 실시하였고, PDA 배지에는 0.1 mL씩 분주한 후 평판도 말하였다(6). PCA 배지는 37°C에서 하룻밤, YM agar 배지는 25°C에서 1~2일, PDA 배지는 25°C에서 3~4일 배양한 후 계수하였다.

일반성분분석

복숭아주의 탁도 측정은 복숭아주 시료를 증류수로 정량적으로 희석시킨 후 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Japan)를 사용하여 470 nm의 파장에서 흡광도를 측정하고 희석배수를 곱하여 산출하였다(7).

pH는 pH meter(740p, Istek Inc., Korea)를 사용하여 복숭아주 원액의 pH를 측정하였다(8).

색도는 희석하지 않은 복숭아주 시료 10 mL를 취하여 색차계(Color difference meter CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)를 측정하였다.

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(9)에 의해 측정하였다. 즉 시험관에 DNS 시약 0.3 mL와 시료용액 0.1 mL를 혼합한 후 boiling water bath에서 정확히 3분간 방치하고 즉시 얼음 수조에서 냉각시킨 다음 1.6 mL의 증류수를 섞어 혼합한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선으로부터 환원당 함량을 산출하였다.

산도는 복숭아주 10 mL에 증류수 20 mL를 가하여 0.1 N-NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH의 양으로부터 % citric acid로 나타내었으며(10) 당도는 복숭아주를 10,000×g에서 10분간 원심분리한 상정액을 취하여 굴절 당도계(N-2E, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다.

알코올 함량은 비중법을 이용하여 측정하였다(11). 즉 복숭아주 시료 100 mL을 증류하여 70%의 여액을 100 mL 메스실린더에 회수하여 증류수를 사용해 다시 100 mL로 정용한 뒤 여기에 주정계를 띄워 수면의 눈금을 읽는 방법으로 측정하였다.

고형물 함량은 직접건조법을 이용하여 일정량의 시료를 105°C에서 일정 시간 증발 건조한 후 건조 전후의 중량을 비교하여 산출하였다.

결과 및 고찰

발효 및 숙성 전후 복숭아주의 미생물학적 변화

복숭아 착즙액을 2주간 발효시킨 다음 14주간의 숙성기간 동안 복숭아주 내에 존재하는 미생물의 변화를 살펴 본 결과 Fig. 1(A)에 나타낸 바와 같이 총 세균수는 발효 초기 2.8×10² CFU/mL 수준으로 존재하다가 2주간의 발효 후에는 2.4

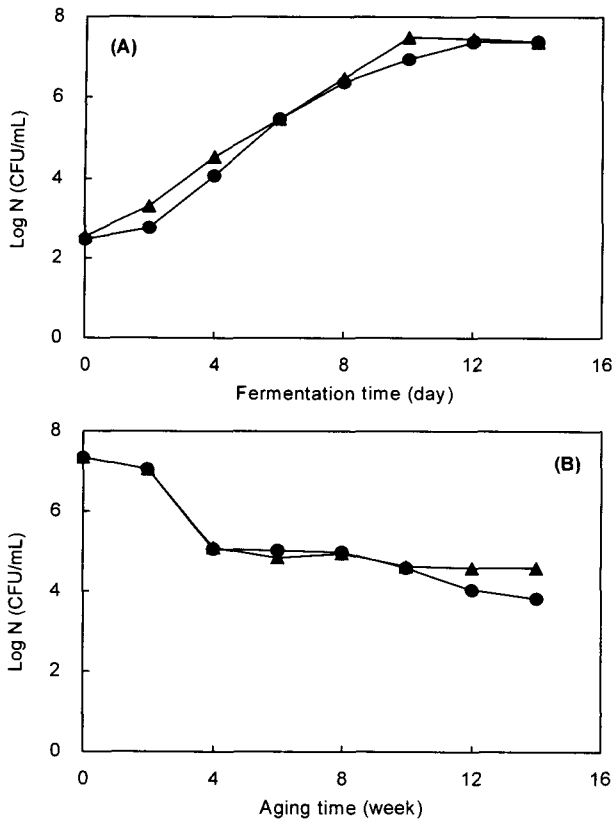


Fig. 1. Changes in viable cell numbers of peach wine during fermentation (A) and aging (B).

●: Bacteria, ▲: yeasts.

$\times 10^7$ CFU/mL 수준으로 증가하였으며 효모의 경우에는 발효 초기 3.4×10^2 CFU/mL 수준으로 존재하다가 발효 후에는 2.4×10^7 CFU/mL 수준으로 증가하였다. 숙성과정 중의 미생물의 변화는 Fig. 1(B)와 같이 숙성 4주까지 미생물의 수가 급격히 감소한 이후 완만한 감소를 나타내어 총 세균수는 14주간의 숙성과정을 거친 후 7.0×10^3 CFU/mL 수준으로 감소하였으며 효모의 경우에도 4.0×10^4 CFU/mL 수준으로 역시 감소하는 경향을 보였다. 곰팡이는 복숭아 착즙액 중에 존재하지 않았고 발효와 숙성기간 중에도 관찰되지 않았다. 복숭아주의 발효기간 중에는 미생물의 생육이 증가하고 숙성기간 중에는 감소함을 확인하였는데 이는 발효기간 중 세균은 당을 분해하여 생육하고 효모는 이를 이용하여 생육이 증가됨과 동시에 알코올 생산이 지속적으로 이루어지게 되기 때문이다. 숙성기간 중 미생물수의 감소는 알코올 발효에 이용할 당과 과즙에 있던 미량의 영양성분들이 모두 사용되었기 때문으로 사료된다. 이는 Kim 등(12)의 벌꿀 발효주의 청징과 숙성에 관한 연구에서 미생물이 당을 이용하여 알코올을 생산하고 이에 따른 미생물과 당과 알코올의 관계를 설명한 것과 동일한 결과였다.

발효 및 숙성 전후 복숭아주의 이화학적 성분 변화

복숭아주의 당도를 24°Brix로 조절한 후 25°C에서 발효한 다음 15°C에서 숙성하면서 복숭아주의 탁도, pH, 산도, 당도,

알코올 함량, 환원당 함량, 고형분 함량, 색도를 측정하였다 (Table 1).

탁도는 발효가 진행됨에 따라 2.20에서 0.12로 크게 감소하였고, 숙성기간이 지난 후에는 0.09로 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 초기 과즙에 존재하는 펙틴질이나 그 밖의 고형물질들이 발효가 진행됨에 따라 증가하는 미생물에 의해 영양물질로써 이용되어 분해되기 때문인 것으로 생각되며 일종의 자연적인 청징효과로 사료된다.

pH는 초기 4.05에서 발효 2주째에는 3.94로, 14주 동안의 숙성과정 후에는 4.06으로 큰 변화를 보이지 않았다. 산도는 발효과정 중에는 0.30%에서 0.41%로 서서히 증가하다가 숙성과정에서는 일정 수준을 유지하였다. 이는 Kim 등(11)의 가당 및 효모 첨가가 Campbell Early 포도주 발효에 미치는 영향에서 발효기간 중 pH가 3.3~3.4 수준으로 일정하게 유지되어 큰 변화를 보이지 않았으며 산도와 총산의 함량이 거의 변화하지 않았다는 보고와 유사한 결과이다. Lee 등(13)은 복숭아에 존재하는 주요 유기산으로 malic acid와 citric acid가 있으며 그 외에 tartaric acid, maleic acid, fumaric acid 및 succinic acid 등이 소량 존재한다고 보고한 바 있다.

당 함량은 발효전 24°Brix가 되도록 조절하였는데 발효 2일째부터 급속도로 감소하여 발효 6일째에 10°Brix 이하로 감소하였고 발효 14일째까지 8.1°Brix의 수준으로 일정하게 유지되었다. 숙성과정 동안에도 당 함량은 8.0°Brix로 일정한 수준을 유지하였다. 발효 초기 당함량의 급격한 감소율은 효모의 당알코올 발효가 이 기간동안 가장 왕성하기 때문으로 사료된다. 발효과정에서 당함량이 감소하는 이유는 효모가 혐기적 조건에서 당을 분해해 일정 수준의 알코올을 생산하기 때문이며 숙성기간 중 당함량이 일정 수준을 유지하는 이유는 효모생육의 적정온도에서 2주간 완전한 발효가 이루어졌기 때문으로 생각된다.

알코올 함량은 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 발효 기간 동안은 8.2%까지 지속적으로 증가하였으며, 숙성과정에 이르러서는 숙성 6주까지 직선적인 증가율을 보여 11.6%를 나타내었으며 숙성중반에 접어들면서 일정한 수준을 유지하였다. Kim 등(11)은 가당 및 효모첨가가 포도주 발효에 미치는 영향

Table 1. Changes in physicochemical properties after fermentation and aging of peach wine

	Before fermentation	After fermentation	After aging
Turbidity (OD ₄₇₀)	2.20	0.12	0.09
pH	4.05	3.94	4.06
Acidity (% citric acid)	0.30	0.41	0.40
Sugar (°Brix)	24.00	8.10	8.00
Alcohol (%)	0.00	8.20	11.60
Reducing sugar (%)	3.43	1.48	0.19
Solid content (g/mL)	0.24	0.01	0.03
L value	57.11	63.67	63.56
a value	-0.50	0.25	0.36
b value	11.94	1.55	0.86

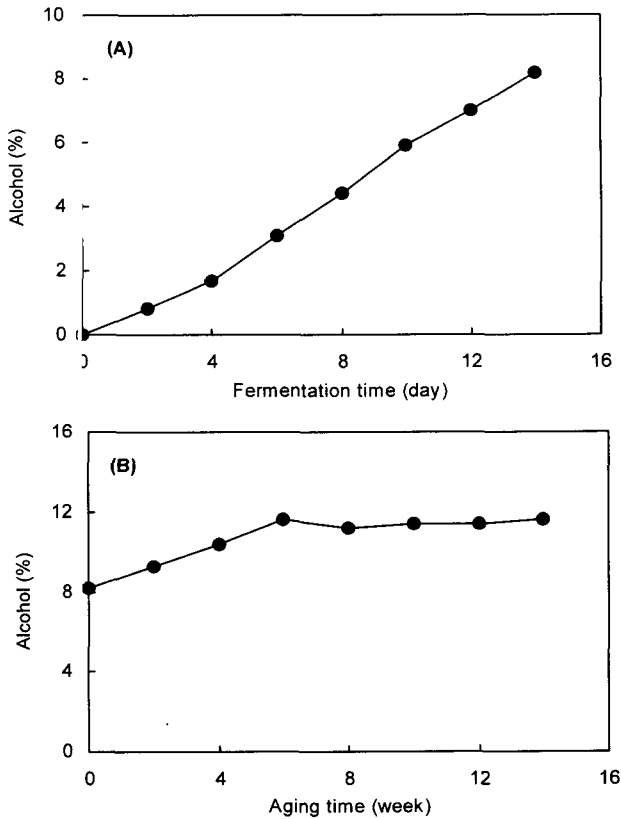


Fig. 2. Changes in alcohol content of peach wine during fermentation (A) and aging (B).

에서 효모첨가 여부에 관계없이 24°Brix로 가당한 경우에는 알코올 함량이 14.5% 이상 도달하였으며 효모를 별도로 첨가한 경우는 발효 9일 만에, 첨가하지 않은 경우는 발효 16일 만에 거의 최대 알코올 함량에 도달하여 전 발효가 끝났다고 보고하였다. 또한 Jung 등(14)의 벌꿀주 발효에 관한 연구에서는 알코올 함량은 초기 당도가 높아질수록 증가하나 30° Brix 이상이 되면 알코올 생성능이 오히려 감소한다고 보고한 바 있다.

환원당의 경우는 Fig. 3에서와 같이 발효가 진행됨에 따라 3.43%에서 1.48%로 감소하였고, 숙성 중에도 0.19%로 감소하였지만, 이는 숙성 초기 3~4주 이내의 현상으로써 발효 후 잔존하는 당에 의한 마지막 알코올 발효의 영향으로 생각되며 일정한 숙성 수준에 이르면 더 이상의 알코올 발효가 진행되지 않으므로 환원당의 수치에도 큰 변화가 없는 것으로 생각되어진다.

발효 과정 중 고형물 함량은 0.24 g/mL에서 0.01 g/mL로 급격하게 감소하였고, 숙성 중에는 0.03 g/mL으로 일정한 수준을 유지하였다. 발효과정에서의 색도를 관찰한 결과 초기 L값(명도)은 57.11에서 63.67로 증가하였고, a값(적색도)의 경우 -1.5에서 0.25로 증가한 반면 b값(황색도)은 11.94에서 1.55로 감소하여 발효과정에서는 전체적인 밝기와 색깔에 변화가 있음을 알 수 있었다. 숙성과정 중 L값은 63.56으로 a값은 0.36, b값은 0.86으로 큰 변화를 보이지 않았다.

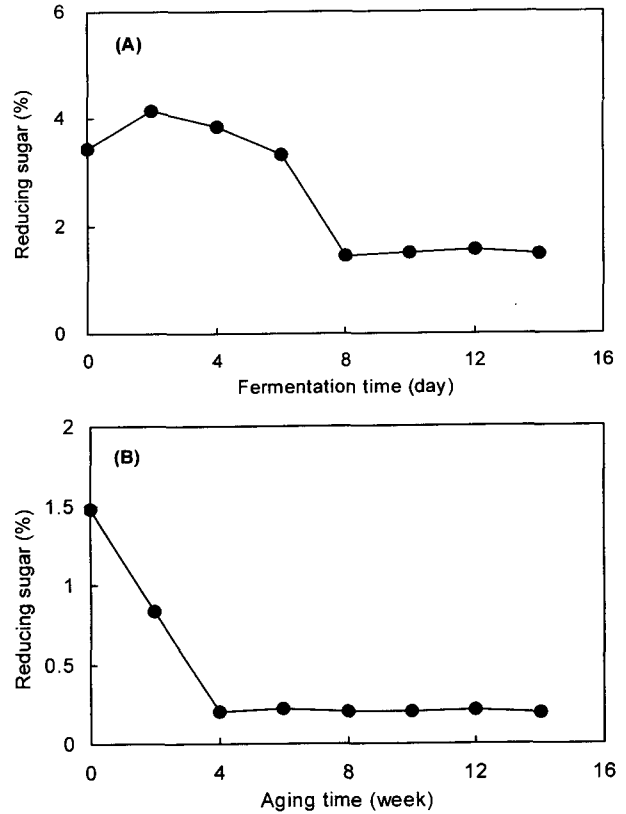


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of peach wine during fermentation (A) and aging (B).

한외여과막의 종류에 따른 여과 flux의 변화

복숭아주를 한외여과하기 전에 고속원심분리기로 4°C에서 10,000×g로 10분 동안 원심분리하여 상정액만 회수하여 복숭아주 내에 존재하는 혼탁물질이나 불용성 부유물질들을 1차 제거하였다. 불용성 부유물질들이 제거된 복숭아주를 0.45 μm의 pore size를 지닌 nitrocellulose 재질의 여과막에 여과시켜 잔존하는 부유물들을 2차 제거한 후 한외여과를 실시한 결과 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 Biomax 100K 막의 초기 flux가 78.9 LMH로 가장 높았으며 Biomax 30K, Biomax 5K의 경우에는 각각 51.6 LMH, 61.2 LMH의 초기 여과 flux를 나타내 molecular weight cutoff value가 가장 큰 막의 초기 여과 flux가 가장 높음을 알 수 있었다. 사용된 한외여과막 중에서는 PLCCC 5K의 초기 여과 flux가 가장 낮은 반면 Biomax 100K 막은 여과 시간이 지남에 따라 서로 다른 종류의 여과막에 비해 flux가 월등히 뛰어났으며 초기 flux와 비교하였을 경우에도 크게 저하되지 않음을 보여주었다. 사용한 대부분의 여과막들은 여과시간이 지남에 따라 여과 flux가 급격하게 저하되었는데 이는 막분리공정의 가장 큰 문제점 중의 하나인 fouling과 농도분극에 기인한 것으로 판단된다. 이러한 결과로부터 Biomax 100K 막의 평균 flux가 다른 막들과 비교하여 가장 우수하였기 때문에 복숭아주 한외여과의 최적막으로 선정하였다. Amar 등(15)은 한외여과를 이용하여 사과주스를 청정화할 때 여과 flux가 초기 30분 동안

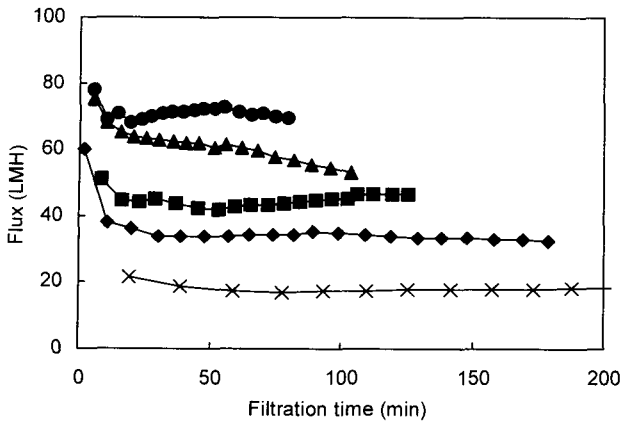


Fig. 4. Comparison of flux of peach wines when filtered through various membranes. ●: Biomax 100K, ▲: PLCTK 30K, ■: Biomax 30K, ◆: Biomax 5K, ×: PLCCC 5K.

빠르게 저하되어 정체되었으며 초기에 높은 압력에서 시작하는 것보다 서서히 압력을 증가시켰을 때 투과 flux가 더 낮았다고 보고한 바 있다. 또한 펙틴분해효소를 처리하지 않은 사과 주스를 50°C에서 한외여과하였을 경우 막투과속도는 1.0~1.2 gal/ft²hr였으나, 75% 정도 펙틴을 제거한 후 동일 조건에서 한외여과하였을 경우에는 막투과속도가 배로 증가하였으며 50°C 이상에서 처리 온도를 1°C 증가시키에 따라 막투과속도가 1.1%씩 증가한다고 보고된 바 있다(2).

최적막으로 선정된 Biomax 100K 막을 이용하여 복숭아주를 한외여과하였을 때 막 횡단압력에 따른 초기 여과 flux의 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 막 횡단압력이 40 psi까지 증가함에 따라 초기 여과 flux가 비례적으로 증가하였으나 그 이후부터는 증가율이 급격히 감소하여 60 psi에서는 95 LMH를 나타내었다. 따라서 복숭아주의 한외여과에는 40 psi 이상의 압력증가는 바람직하지 않은 것으로 판단되었다.

여과 전 후 미생물 및 이화학적 성분 변화

Biomax 100K 한외여과막을 이용하여 복숭아주를 여과한 다음 여액 중에 존재하는 미생물의 수를 측정한 결과 Table 2

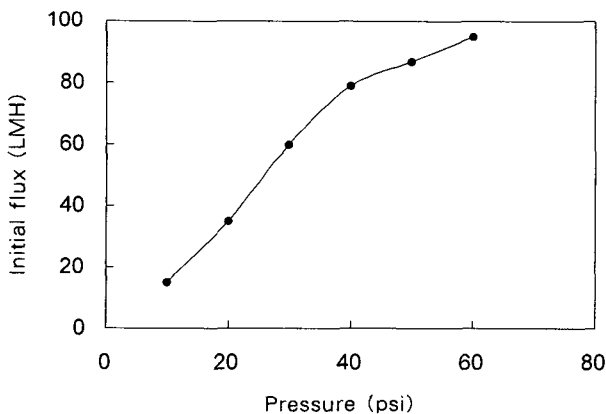


Fig. 5. Effect of transmembrane pressure on initial flux using Biomax 100K membrane.

Table 2. Changes in microbiological and physicochemical properties of peach wines treated with microfiltration followed by ultrafiltration

	No filtration	Membrane filtration	Ultrafiltration
Bacteria (CFU/mL)	7.0×10 ³	ND ¹⁾	ND
Yeasts (CFU/mL)	4.0×10 ⁴	ND	ND
Turbidity (OD ₄₇₀)	0.094	0.047	0.041
pH	4.06	4.21	4.16
Acidity (% citric acid)	0.40	0.40	0.40
Sugar (°Brix)	8.0	7.9	7.8
Alcohol (%)	11.6	10.8	10.6
Reducing sugar (%)	0.19	0.30	0.28
Solid content (g/mL)	0.03	0.02	0.02
L value	63.35	63.49	63.99
a value	0.35	0.08	0.05
b value	0.89	1.34	1.11

¹⁾ND: No detectable.

에서와 같이 여과 전 7.0×10³ CFU/mL로 존재하는 총 세균과 4.0×10⁴ CFU/mL로 존재하는 효모가 한외여과막을 통과한 후 어떠한 미생물도 검출되지 않았다. 따라서 본 연구에 사용된 여과방법은 미생물을 완벽하게 제거할 수 있는 효과적인 방법으로 확인되었다. 이는 포도주 제조 시에 저장, 숙성 전에 한외여과를 하면 쓴 맛, 떼은 맛, 산화 갈변의 원인이 되는 세균과 효모들이 제거되어 무균화되며 숙성된 발효 음료를 한외여과로 처리하면 균주가 완벽하게 제거되어 더 이상의 발효가 진행되지 않는다는 보고와 일치하는 결과이다(1).

한외여과 전 후의 이화학적 성분의 변화를 측정할 결과를 Table 2에 나타내었는데 탁도의 변화량은 여과 전 탁도와 비교하여 여과 후의 탁도가 약 50% 정도의 감소를 보여 여과막에 의한 청정 효과를 확인하였다. pH의 변화량은 여과 전 4.06에서 미세여과 후 4.21, 한외여과 후 4.16으로 약간 증가하였으며 산도는 여과 전후 큰 차이를 나타내지 않아 미세여과와 한외여과공정은 복숭아주의 pH와 산도에는 큰 영향을 미치지 않음을 확인하였다. 이는 숙성된 감식초를 미세여과 또는 한외여과하였을 경우 pH는 거의 변화가 없고 주요 성분도 80% 이상 회수되며 탁도는 낮아져 청정도가 높아진다는 보고와 일치하는 결과이다(1). 대추술의 경우에도 한외여과와 미세여과를 통해 맑고 밝은 술을 얻을 수 있었으며 기존의 제품보다 화독내가 적고 무처리 발효주와 비슷한 맛과 향을 유지할 수 있어 기존의 여과나 가열살균법에 비하여 관능적 품질을 크게 개선할 수 있다고 보고되어 있다(16). 또한 숙성된 발효 음료를 한외여과로 처리할 경우 이로 인한 유기산의 함량변화가 없고 저장 안정성 및 청정도가 높아진다는 보고와도 일치하는 결과이다(1). Kang 등(17)의 미세여과에 의한 약주의 저장성 증진에 관한 연구에 의하면 막여과 약주는 저장 중에도 별다른 산도의 변화를 나타내지 않아 높은 저장성을 보임을 보고한 바 있으며 여과되지 않은 약주의 경우에는 25°C에서 50여일 간 산도의 변화를 측정할 결과 초기 0.41%에서 조금씩 증가하는 경향을 보이다가 28일 이후에는

Table 3. Changes in physicochemical properties of peach wine during the storage at 30°C

Storage time (week)	0	2	4	6	8	10	12
Viable cell numbers (CFU/mL)							
Bacteria	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Yeasts	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Turbidity	0.041	0.034	0.038	0.036	0.037	0.038	0.037
pH	4.16	4.14	4.15	4.14	4.15	4.15	4.16
Acidity	0.40	0.41	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40
L value	64.09	64.10	64.12	64.12	64.11	64.11	64.12
a value	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05
b value	1.14	1.14	1.15	1.16	1.15	1.14	1.16

¹⁾ND: Not detected.

급속히 증가하여 50 일째에는 0.60%까지 증가하였는데 이는 약주 내에 존재하는 미생물에 의해서 저장기간 중 산이 생성되었기 때문이라고 보고한 바 있다.

당함량은 여과 전 8.0°Brix에서 nitrocellulose 막을 이용한 미세여과 후에는 7.9°Brix로, 한외여과막으로 여과한 경우에는 7.8°Brix로 미세한 감소를 보였는데 이는 공정 중 여과막에 의해 미량의 다당류들이 흡착되어지는 것으로 생각된다. 알코올 함량의 변화는 여과 전 11.6%에서 nitrocellulose 여과 후 10.8%로 감소하였고, Biomax 100K로 여과한 후에는 10.6%로 약간 감소하였는데 이는 장시간의 여과공정에 의한 일차 알코올 성분이 휘발되었기 때문인 것으로 사료된다.

환원당의 경우는 여과 전 0.19%에서 미세여과 후 0.3%, 한외여과 후 0.28%로 다소 증가하였는데 이는 여과공정에 의해 복숭아주가 소량이나마 농축이 되기 때문에 단위 용적당 존재하는 환원당의 함량이 증가된 것으로 생각된다. 하지만 여과 후 알코올과 환원당 또는 당 함량의 변화는 매우 미미한 수준으로 복숭아주 자체의 성분을 변화시키지는 않을 것으로 사료된다. 색도 변화는 여과전 L값의 경우 여과 전후 큰 차이를 나타내지 않았으나 a값은 여과에 의해 감소하여 적색이 없어졌으며 b값은 증가하는 경향을 나타내었다.

저장 중 복숭아주의 이화학적 특성의 변화

한외여과한 복숭아주를 30°C에서 12주간 저장하면서 저장기간에 따른 미생물학적, 이화학적 특성의 변화를 측정 한 결과 Table 3에 나타낸 바와 같이 미생물이 전혀 검출되지 않았고 탁도, pH, 산도, 색도 등 조사한 모든 이화학적 특성이 거의 변화하지 않아 저장 중 품질의 변화가 없는 것으로 확인되었다. 이상의 결과로부터 복숭아주 제조에 한외여과 기술을 적용한다면 기존의 가열살균 방법에 비하여 이화학적 특성의 변화를 유발하지 않으면서 제품의 저장성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

복숭아 착즙액의 당도를 24°Brix로 조절하여 25°C에서 2

주간 발효하여 제조한 후 15°C에서 14주간 숙성과정 중 복숭아주의 이화학적 성분 및 미생물의 변화를 살펴보았으며 한외여과 후의 복숭아주의 이화학적 특성의 변화를 관찰하였다. 총 세균수는 발효 초기 2.8×10^2 CFU/mL에서 2주간의 발효 후에는 2.4×10^7 CFU/mL로 증가한 후 숙성과정을 거친 후에는 7.0×10^3 CFU/mL로 다시 감소하였다. 효모의 경우에는 발효 초기 3.4×10^2 CFU/mL에서 발효 후에는 2.4×10^7 CFU/mL로 증가한 후, 숙성과정을 거친 후에는 4.0×10^4 CFU/mL로 역시 감소하는 경향을 보였다. 탁도, 총당, 환원당, 고형물 함량과 b값은 발효가 진행됨에 따라 감소하였고, 산도, 알코올 함량, L값과 a값은 증가하는 경향을 나타내어 발효가 완료된 후의 산도는 0.41%, 알코올 함량은 8.2%의 값을 보였다. 숙성과정 중에는 알코올 함량이 증가한 반면 환원당 함량은 감소하였다. 복숭아주를 0.45 μm nitrocellulose 미세여과막을 이용하여 여과한 후 재질과 공경이 서로 다른 한외여과막을 사용하여 한외여과한 결과 Biomax 100K 막이 초기 flux가 79 liter/m²/h(LMH)로 가장 높았으며 평균 flux도 가장 우수하여 한외여과공정의 최적 한외여과막으로 선정하였다. 한외여과에 의해 복숭아주 내에 존재하는 미생물은 완벽하게 제거되었으며 탁도와 알코올 함량은 약간 감소하였으나 그 이외의 이화학적 특성은 크게 변화하지 않았다. 복숭아주를 30°C에서 12주간 저장하였을 경우 저장기간동안 미생물이 전혀 검출되지 않았으며 이화학적 특성도 변화하지 않았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구사업(98-0402-01-01-3)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 장규섭. 1999. 막분리 공정의 발효식품에의 응용. 식품과학과 산업 32: 2-13.
2. Heatherbell DA, Short JC, Strubi P. 1977. Apple juice clarification by ultrafiltration. *Confructa* 22: 157-163.
3. Yu ZR, Chiang BH. 1986. Passion fruit concentration by ultrafiltration and evaporation. *J Food Sci* 51: 1501-1505.
4. 허상선, 최용희. 1999. 과일주스 가공산업에서의 막분리 기술. 식품과학과 산업 32: 14-21.
5. Yi SH, Ann YG, Choi JS, Lee JS. 1996. Development of peach fermented wine. *Korean J Food Nutr* 9: 409-412.
6. Ministry of Health and Welfare. 1997. *Official Book of Foods, Experimental Methods*. Ministry of Health and Welfare, Korea. p 94.
7. Chen CS, Carter RD, Barros SM, Nagy S, Hernandez B. 1991. Evaluation of citrus processing system for passion fruit juice concentration. *Proc Fla State Hort Soc* 104: 51-54.
8. Yonsei University. 1975. *Experiments in Food Science and Engineering*. Tamgudang Publishing Co, Seoul.
9. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.

10. Lim SB, Jwa MK, Mok CK, Park YS. 2001. Quality change in *Kochujang* treated with high hydrostatic pressure. *Korean J Food Sci Technol* 33: 444-450.
11. Kim JS, Kim SH, Han JS, Yoon BT, Yook C. 1999. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 31: 516-521.
12. Kim DH, Rhim JW, Jung ST. 1999. Clarification and aging of fermented honey. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1330-1336.
13. Lee DS, Woo SK, Yang CB. 1972. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 4: 134-139.
14. Jung ST, Rhim JW, Kim DH. 1999. Fermentation characteristics of honey wine. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1044-1049.
15. Amar BR, Gupta BB, Jaffrin MY. 1990. Apple juice clarification using mineral membranes: Fouling control by backwashing and pulsating flow. *J Food Sci* 55: 1620-1625.
16. Kang HA, Chang KS, Min YK, Choi YH. 1998. Value addition of jujube wine using microfiltration and ultrafiltration. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1146-1151.
17. Kang MY, Park YS, Mok CK, Chang HG. 1998. Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1134-1139.

(2003년 3월 11일 접수; 2003년 6월 10일 채택)