

한외여과공정을 이용한 사과주의 품질개선

정재호 · 목철균 · 임상빈¹ · 박영서*

경원대학교 생명공학부, ¹제주대학교 식품공학과

(2003년 4월 28일 접수, 2003년 7월 19일 수리)

사과 착즙액을 효모를 이용하여 발효시키는 과정에서 사과주의 발효패턴을 관찰하였으며 숙성과정 및 한외여과에 따른 미생물학적 변화와 이화학적 특성을 조사하였다. 사과 착즙액을 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224를 사용하여 25°C에서 14일간 발효시킨 후 15°C에서 14주간 숙성시킨 결과 발효기간 중 총세균과 효모는 각각 1.4×10^3 CFU/ml, 4.3×10^4 CFU/ml에서 2.8×10^6 CFU/ml, 1.2×10^7 CFU/ml로 증가하였다. 숙성과정을 거친 후에는 총세균수는 1.0×10^5 CFU/ml로, 효모수는 1.2×10^4 CFU/ml로 감소하였다. 발효기간 중 당도는 20.0°Brix에서 8.5°Brix로, 환원당은 9.66%에서 6.44%로 감소한 반면, 알코올 함량은 7.0%로, 산도는 0.19%에서 0.24%로 증가하였다. 14주 동안 숙성하였을 때 pH, 산도, 당도는 큰 변화를 보이지 않은 반면, 환원당과 고형물 함량은 감소하였고 알코올 함량은 11.8%까지 증가하였다. 사과주를 0.45 µm nitrocellulose 미세여과막을 이용하여 여과한 후 재질과 공정이 서로 다른 한외여과막을 사용하여 한외여과한 결과 Biomax 100K 막의 초기 flux(121.2 liter/m²/h)와 평균 flux가 사용한 한외여과막 중에서 가장 높았다. 한외여과에 의해 사과주 내에 존재하는 미생물은 완벽하게 제거되었으며 탁도와 고형물 함량은 감소하였으나 그 이외의 이화학적 특성은 변화하지 않았다. 사과주를 15°C에서 6주간 저장하였을 경우 저장기간동안 미생물이 전혀 검출되지 않았으며 이화학적 특성도 변화하지 않았다.

Key words: 사과주, 발효, 한외여과, 저장성

서 론

사과는 1990년대 이후 가격상승 및 농산물 수입자유화에 따른 대체 작목으로 선정되면서 재배면적이 증가하여 1999년 국내 사과 총생산량은 490,152톤으로 다른 과실에 비해서 높은 생산량을 나타내고 있다.¹⁾ 사과는 85% 정도가 생과로 소비되고 있으나 최근 오렌지, 키위 등 수입과실의 영향으로 사과 수요가 감소되고 있는 실정이다. 특히 상품성이 없는 10~15% 정도의 가공용 원료 사과는 사과 주스 시장의 침체로 활용되지 못하고 있는 실정으로, 이의 효율적 활용 방안이 절실히 요구되고 있다.²⁾ 가공용 원료 사과의 활용을 위해 Hwang 등³⁾과 Kim 등⁴⁾은 소규모 농가의 간이 사과 식초의 제조 및 발효법에 대해서 보고하였으나 가공용 원료 사과의 효율적인 이용방법의 확립에 관한 보고는 미흡한 실정이다.

발효주는 타 주류에서 찾아보기 힘든 각종 영양소가 풍부하게 함유되어 있는데, 양질의 단백질, 비타민 B군이 다양하게 함유되어 있고, 아미노산도 16종 이상 함유되어 있으며, 이 중에는 필수 아미노산류가 10여종 포함되어 있다.⁵⁾ 국내의 과실주는 80년대 말까지는 소폭 증가 추세를 유지하였으나 수입 과실주의 개방과 주질의 개선, 저장성 향상, 포장용기 개선 등이 신속히 이루어지지 못해 국산 과실주의 생산이 점차 줄고 있다. 국내 과실 제배 농가에서는 수익성의 저하로 과실 제배를 포기하는 현상 등의 어려움에 직면해 있는데 발효주의 소비를

감소시키는 원인으로는 각종 변패 미생물에 의한 변질과 이를 방지하기 위하여 처리하는 가열살균에 따른 품질저하에 있는 것으로 보인다. 사과는 비타민 C와 무기염류가 풍부한 과일이며 다른 과일에 비해 당분이 많고 신맛이 적으며 탄닌이 적게 들어 있는 종류들이 많다. 사과의 섬유질은 장의 기능을 활발하게 해주며, 소화와 흡수를 도와주므로 변비예방 및 장내 가스발생 예방에도 도움이 되며 여분의 콜레스테롤이나 식품에 함유되어 있는 유해 첨가물도 배출시켜 장을 항상 깨끗한 상태로 유지시켜 준다. 또한 사과에 함유되어 있는 칼륨은 혈압의 균형을 이루게 하고 육식으로 과잉 흡수된 염분을 배출시켜 주며, 구연산, 주석산 등이 포함되어 있어 우리 몸 안에 쌓인 피로물질을 제거하는 등 인체에 유용한 성분들을 많이 함유하고 있다.

본 연구에서는 사과주 제조시 발효패턴과 이화학적 특성의 변화를 조사하고 막분리기술을 이용하여 제균공정 기술을 개발하며, 살균 후 품질특성을 측정하고 저장기간에 따른 미생물 및 품질변화를 측정하여 사과주의 저장성 향상 효과를 검증하고자 한다.

재료 및 방법

재료. 본 연구에 사용한 사과는 경상북도 상주에서 2000년 9, 10월경에 수확된 부사(나각산 능금) 품종을 시중에서 구입하여 사용하였다.

사과주의 제조. 깨끗이 수세한 사과를 4절로 절단해 종자를 제거하고, 파쇄한 후 동량의 음용수를 첨가하였다. 여기에 200 ppm의 K₂S₂O₅를 첨가하여 3시간동안 실온에서 방치한 후

*연락처

Phone: 82-31-750-5378; Fax: 82-31-750-5273

E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr

여과포를 이용하여 여과하여 과즙을 추출하였다. 추출한 과즙에 설탕을 첨가하여 20°Brix로 보당하고, 0.5%(v/v)의 스타터 효모를 접종하여 25°C에서 2주간 발효하고 15°C에서 14주간 숙성시켰다.⁹⁾ 발효에 사용된 스타터 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224를 한국중균협회 부설 한국미생물보존센터에서 분양 받아 YM 액체배지(Difco, USA)에 접종하여 30°C에서 12시간 배양한 후 사용하였다.

한외여과 공정. 숙성이 완료된 사과주를 10,000×g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하고 부유물을 제거하기 위해 membrane filtration apparatus(Sigma, USA)를 이용하여 74 mmHg의 진공 하에서 pore size 0.45 μm, 막 직경 47 mm, 막 표면적 17.3 cm²의 nitrocellulose membrane filter를 장착하여 1차 여과하였다. 이후 한외여과장치(Lab-scale TFF System, Millipore Co.)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 Millipore사 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 m²당 1시간에 통과하는 시료의 용량(liter)을 실측하여 계산하였으며 1회 공정에 사용되는 시료의 부피는 500 ml로 일정하게 하였다.

미생물 균수 측정. 사과주에 존재하는 미생물 균수를 측정하기 위하여 총균수는 PCA 배지, 효모는 YM agar 배지, 곰팡이는 PDA 배지를 사용하였으며 적당히 희석한 사과주 시료를 PCA배지와 YM agar 배지에는 1 ml씩 분주하여 표준한천배양법으로 실시하였고, PDA 배지에는 0.1 ml를 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. 사과주의 탁도 측정은 사과주 시료를 증류수로 정량적으로 희석시킨 후 spectrophotometer UV-1201 (Shimadzu, Japan)을 사용하여 580 nm의 파장에서 흡광도를 측정하고 희석배수를 곱하여 산출하였다.⁷⁾

pH는 pH meter(740p, Istek Inc., Korea)를 사용하여 사과주 원액의 pH를 측정하였으며,⁸⁾ 색도는 희석하지 않은 사과주 시료 10 ml를 취하여 Color difference meter(Minolta CR-300, Japan)을 사용하여 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)를 측정하였다.

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법에 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.⁹⁾

산도는 사과주 10 ml에 증류수 20 ml를 가하여 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하고 소비된 0.1 N NaOH의 양으로부터 % malic acid로 나타내었으며,¹⁰⁾ 당도는 굴절 당도계(Atago, N-2E, Japan)를 사용하여 소량의 사과주 시료로 측정하였다.

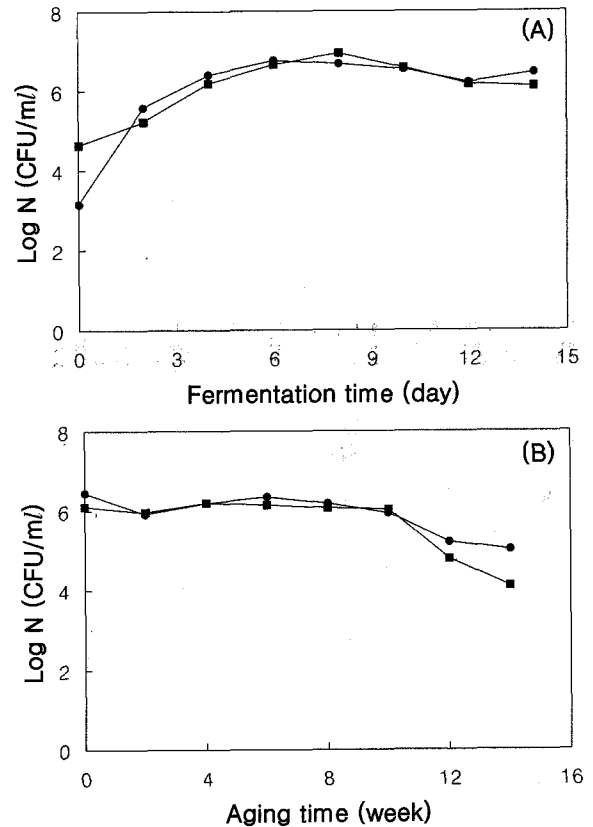


Fig. 1. Changes in viable cells in apple wine during the fermentation (A) and aging (B). ●: Bacteria, ■: yeast.

알코올 함량은 비중법을 이용하여 측정하였다. 즉 사과주 시료 100 ml를 증류하여 70%의 여액을 100 ml 메스실린더에 회수하여 증류수를 사용해 다시 100 ml로 정용한 뒤 여기에 주정계를 띄워 수면의 눈금을 읽는 방법으로 측정하였다.¹¹⁾

고형물 함량은 직접회화법을 이용하여 일정량의 시료를 105°C에서 일정 시간 회화한 후 회화 전 후의 중량을 비교하여 산출하였다.

결과 및 고찰

발효 및 숙성 전후 사과주의 미생물학적 변화. 사과 착즙액을 2주간 발효시키면서 미생물 농도의 변화를 살펴 본 결과 Fig. 1(A)에 나타난 바와 같이 총세균수는 발효 초기 1.4×10^3 CFU/ml에서 발효 2일째까지 급격히 증가한 후 완만하게 증가하여 2주간의 발효 후에는 2.8×10^6 CFU/ml로 존재하였다. 효모의 경우에는 발효 초기 4.3×10^4 CFU/ml에서 발효 8일째까지 지속적으로 증가하여 발효 후에는 1.2×10^7 CFU/ml 수준까지 증가하였다. 숙성과정 중의 미생물의 변화는 Fig. 1(B)와 같이 숙성 10주까지 미생물의 수가 일정한 수준을 유지하다가 그 이후 완만한 감소를 나타내어 총세균수는 14주간의 숙성과정을 거친 후 1.0×10^5 CFU/ml 수준으로 감소하였으며 효모의 경우에도 1.2×10^4 CFU/ml 수준으로 역시 감소하는 경향을 보였다. 곰팡이는 사과 착즙액 중에 존재하지 않았고 발효와 숙성기간 중에도 관찰되지 않았다.

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

	Before fermentation	After fermentation	After aging
Turbidity (OD _{580nm})	0.79	0.24	0.22
pH	4.06	3.81	3.87
Acidity (% malic acid)	0.19	0.24	0.22
Sugar (°Brix)	20.0	8.5	5.9
Alcohol content (%)	0.0	7.0	11.8
Solid content (g/ml)	2.12	0.58	0.17
Reducing sugar (%)	9.66	6.44	0.16
L value	27.54	32.79	21.03
a value	0.33	0.31	0.34
b value	0.34	0.31	0.35

사과주에 존재하는 미생물은 그 종류에 관계없이 발효과정 중에는 증가하고, 숙성과정 중에는 감소하는 생육패턴을 나타냄을 알 수 있었다. 숙성기간 중 미생물수의 감소는 알코올 발효에 이용할 당과 과즙에 있던 미량의 영양성분들이 모두 사용되었기 때문으로 사료되며, 이는 Kim 등¹²⁾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 사과주의 이화학적 성분 변화. 사과 착즙액의 당도를 20°Brix로 조절한 후 25°C에서 발효한 다음 15°C에서 숙성하면서 사과주의 탁도, pH, 산도, 당도, 알코올 함량, 고형분 함량, 환원당량 및 색도를 측정하였다(Table 1).

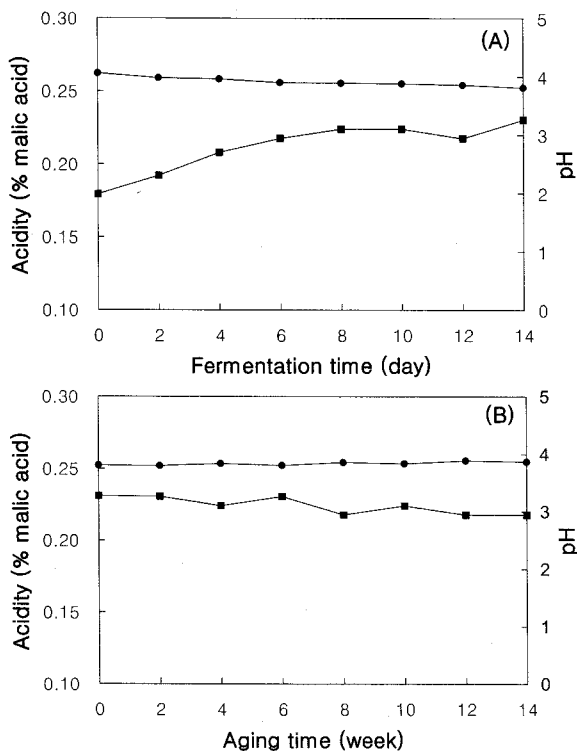


Fig. 2. Changes in pH and acidity of apple wine during the fermentation (A) and aging (B). ●: pH, ■: acidity.

탁도는 580 nm에서의 흡광도를 측정하여 나타내었는데 발효 초기 0.79에서 2주간의 발효가 끝난 후 0.24로 감소하였고, 14주간의 숙성기간이 지난 후에는 0.21로 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 초기 과즙에 존재하는 펙틴질이나 그 밖에 고형물질들이 발효가 진행됨에 따라 증가하는 미생물에 의해 영양물질로써 이용되어 분해되기 때문인 것으로 생각되며 일종의 자연적인 청징효과로 사료된다.

발효와 숙성기간 중 pH와 산도의 변화를 Fig. 2에 나타내었는데 pH는 발효 초기 4.06에서 발효가 진행됨에 따라 직선적으로 감소하여 발효 2주째에는 3.81까지 약간 감소하였으나 숙성 후에는 3.87로 큰 변화를 보이지 않았으며 이에 따른 산도 역시 발효 초기 0.19에서 발효기간 중 지속적으로 증가하여 발효 후 0.24에 도달하였고 숙성과정에서는 변화를 보이지 않아 14주 후에는 0.22로 숙성 전과 큰 차이를 나타내지 않았다.

발효와 숙성기간 중 당 함량과 알코올 함량의 변화를 측정하여 Fig. 3에 나타내었는데 당 함량의 경우 발효 초기 20.0°Brix에서 발효과정 중 직선적으로 감소하여 발효 14일 후 8.5°Brix로 크게 감소하였고 숙성기간 중에는 숙성 2주째까지 급격히 감소한 후 일정 수준을 유지하여 숙성이 완료된 후에는 5.9°Brix의 값을 나타내었다. 알코올 함량은 발효과정 중에 거의 직선적으로 증가하여 발효 14일 후 7.0%까지 증가한 후 숙성 8주째까지 꾸준히 증가하여 숙성이 완료되었을 때에는 11.8%까지 도달하였다. 발효과정에서 당 함량이 감소하는 이유는 효모가 혐기적 조건에서 당을 분해해 일정 수준의 알코올을 생산하기 때문이며 숙성기간 중 당 함량이 감소하고 알코올 함

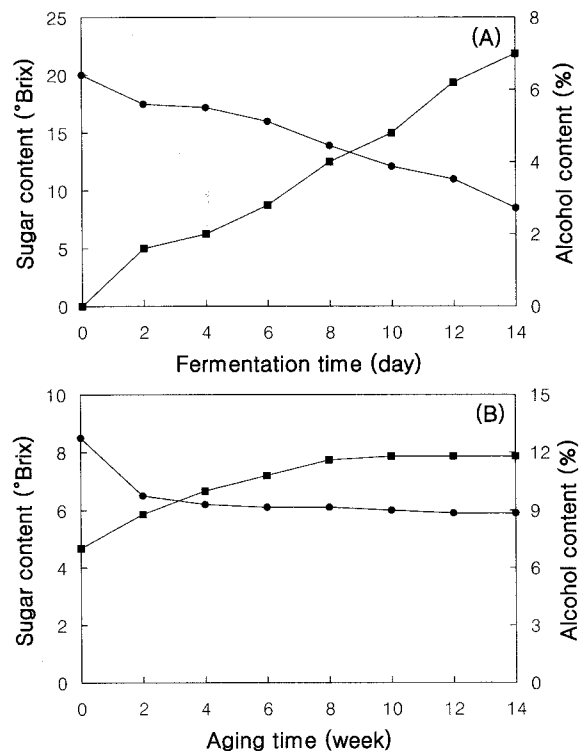


Fig. 3. Changes in sugar and alcohol contents of apple wine during the fermentation (A) and aging (B). ●: Sugar content, ■: alcohol content.

량이 증가하는 이유는 저온에서도 잔존하는 당과 영양성분들을 이용하여 알코올 발효가 지속적으로 진행된 것으로 생각된다. Kim 등¹¹⁾은 가당 및 효모 첨가가 캔벨 포도주의 발효에 미치는 영향에서 초기 당도 24°Brix, 초기 효모 생균수 5.0×10^6 CFU/ml 수준으로 설탕과 효모를 첨가하여 25°C에서 발효시켰을 때 당도는 약 8°Brix까지 감소하였고 알코올 함량은 약 14%까지 증가하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 또한 Jung 등¹³⁾의 벌꿀주에 관한 연구에서는 알코올 함량은 초기 당도가 높아질수록 증가하나 30°Brix 이상이 되면 알코올 생성능이 오히려 감소한다고 보고한 바 있다.

고형분 함량은 발효 초기 2.12에서 발효 후 0.58로 급격히 감소하였으며 14주간의 숙성과정에서도 0.17 수준까지 지속적으로 감소함을 알 수 있었다. 환원당 함량도 초기 9.66에서 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 감소하여 숙성기간이 지난 후에는 0.16 수준까지 감소하였다. 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.

발효과정에서의 색도를 관찰한 결과 초기 L값(명도)은 27.54에서 32.79로 증가하였으나 a값(적색도)은 0.33에서 0.31로, b값(황색도)은 0.34에서 0.31로 크게 변화하지 않아 발효과정에서는 전체적인 밝기에 변화가 있음을 알 수 있었다. 숙성과정 중 L값은 21.03으로 a값은 0.34, b값은 0.35로 변화하였다.

한외여과막의 종류에 따른 여과 flux의 변화. 사과주를 한외여과하기 전에 고속원심분리기로 4°C에서 $10,000 \times g$ 로 10분 동안 원심분리한 후 상층액만 회수하여 사과주 내에 존재하는 혼탁물질이나 불용성 부유물질들을 1차 제거하였다. 불용성 부유물질들이 제거된 사과주를 0.45 μm 의 pore size를 지닌 nitrocellulose 재질의 여과막에 여과시켜 잔존하는 부유물들을 2차 제거한 후 한외여과를 실시하였다. 한외여과막의 종류는 Biomax 5K, Biomax 30K, Biomax 100K, PLCCC 5K, PLCTK 30K의 5가지를 사용하였는데, 이들 한외여과막을 사용하여 40 psi의 압력으로 사과주를 여과한 결과 Fig. 4(A)에 나타낸 바와 같이 Biomax 100K 막의 초기 flux가 121.2 LMH로 가장 높았으며 Biomax 30K, PLCTK 30K의 경우에는 각각 101.6 LMH, 94.2 LMH의 초기 여과 flux를 나타내 molecular weight cutoff value가 가장 큰 막의 초기 여과 flux가 가장 좋음을 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 뛰어남을 보여주었다. 그러나 전반적으로 여과시간이 지남에 따라 여과 flux가 급격하게 저하되었는데 이는 막분리공정의 가장 큰 문제점 중의 하나인 fouling과 농도분극에 기인한 것으로 판단된다. Amar 등¹⁴⁾은 한외여과를 이용하여 사과주스를 청정화할 때 여과 flux가 초기 30분 동안 빠르게 저하되어 정체되었으며 초기에 높은 압력에서 시작하는 것보다 서서히 압력을 증가시켰을 때 투과 flux가 더 낮았다고 보고하였으며, 또한 펙틴분해효소를 처리하지 않은 사과 주스를 50°C에서 한외여과하였을 경우 막투과속도는 1.0~1.2 gal/

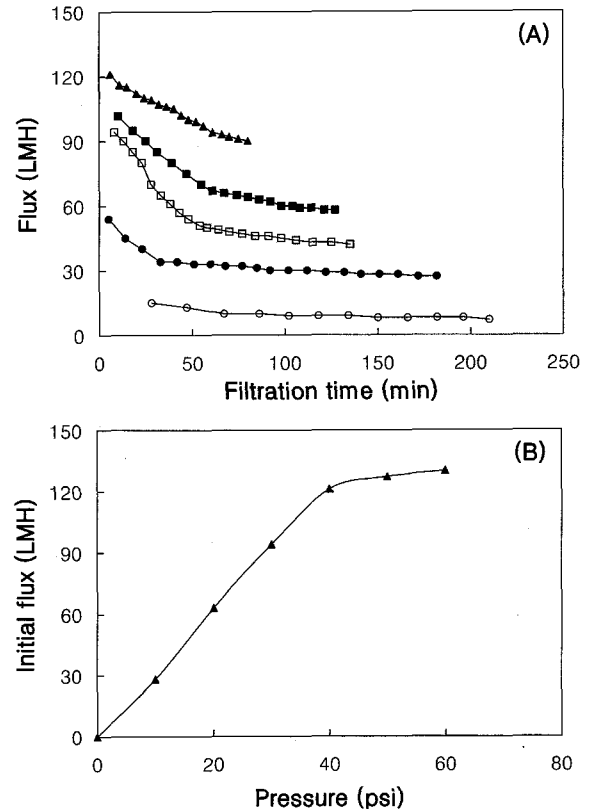


Fig. 4. Comparison of flux of apple wine when filtered through various membranes (A) and initial flux of apple wine filtered through Biomax 100K (B). ●: Biomax 5K, ■: Biomax 30K, ▲: Biomax 100K, ○: PLCCC 5K, □: PLCTK 30K.

ft²hr였으나, 75% 정도 펙틴을 제거한 후 동일 조건에서 한외여과하였을 경우에는 막투과속도가 배로 증가하였으며 50°C 이상에서 처리 온도를 1°C 증가시키기에 따라 막투과속도가 1.1%씩 증가한다고 보고한 바 있다.

평균 flux가 가장 높은 Biomax 100K 막을 이용하여 사과주를 한외여과하였을 때 막 횡단압력에 따른 초기 여과 flux의 변화를 Fig. 4(B)에 나타내었다. 막 횡단압력이 40 psi까지 증가함에 따라 초기 여과 flux가 비례적으로 증가하였으나 그 이후부터는 증가율이 급격히 감소하여 60 psi에서는 130 LMH를 나타내었다. 따라서 사과주의 한외여과에는 40 psi 이상의 압력 증가는 바람직하지 않은 것으로 판단되었다.

여과 전 후 미생물 및 이화학적 성분 변화. Biomax 100K 한외여과막을 이용하여 사과주를 여과한 다음 여액 중에 존재하는 미생물의 수를 측정된 결과 Table 2에서와 같이 여과 전 1.0×10^5 CFU/ml로 존재하는 총세균과 1.2×10^4 CFU/ml로 존재하는 효모가 한외여과막을 통과한 후 어떠한 미생물도 검출되지 않았다. 따라서 본 연구에 사용된 여과방법은 미생물을 완벽하게 제거할 수 있는 효과적인 방법으로 확인되었다.

한외여과 전 후의 이화학적 성분의 변화를 측정된 결과를 Table 2에 나타내었는데 탁도의 변화량은 여과 전 탁도 0.21과 비교하여 미세여과 후 0.04로 급격한 감소를 보여 여과막에 의한 청정효과를 확인하였다. 대추술의 경우에도 한외여과와 미세여과를 통해 맑고 밝은 술을 얻을 수 있었으며 기존의 제품

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

	Non-filtered	Membrane filtration	Ultrafiltration
Bacteria (CFU/ml)	1.0×10^5	ND*	ND
Yeast (CFU/ml)	1.2×1.0^4	ND	ND
Turbidity (OD _{580nm})	0.21	0.04	0.04
pH	3.87	3.84	3.87
Acidity (% malic acid)	0.22	0.22	0.23
Sugar (°Brix)	5.9	5.9	5.9
Alcohol (%)	11.8	11.8	11.8
Solid content (g/ml)	0.17	0.10	0.10
L value	21.03	37.22	37.78
a value	0.34	0.31	0.31
b value	0.35	0.32	0.32

*ND: not detected

Table 3. Changes in physicochemical properties of apple wine during the storage at 15°C for 6 weeks

	0 week	2 week	4 week	6 week
Bacteria (CFU/ml)	ND*	ND	ND	ND
Yeast (CFU/ml)	ND	ND	ND	ND
Turbidity (OD _{580nm})	0.04	0.03	0.03	0.03
pH	3.87	3.86	3.87	3.86
Acidity (% malic acid)	0.23	0.22	0.22	0.22
Sugar (°Brix)	5.90	5.70	5.70	5.70
Alcohol (%)	11.80	11.40	11.40	11.40
Solid content (g/ml)	0.10	0.08	0.08	0.08
L value	37.78	37.76	37.87	37.74
a value	0.31	0.33	0.32	0.31
b value	0.32	0.32	0.32	0.31

*ND: not detected

보다 화독내가 적고 무처리 발효주와 비슷한 맛과 향을 유지할 수 있어 기존의 여과나 가열살균법에 비하여 관능적 품질을 크게 개선할 수 있다고 보고되어 있다.¹⁵⁾

pH와 산도의 변화량은 여과에 따른 차이를 나타내지 않아 미세여과와 한외여과공정은 복숭아주의 pH와 산도에는 영향을 미치지 않음을 확인하였다. Kang 등¹⁶⁾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 측정된 결과 초기 0.41%에서 조금씩 증가하는 경향을 보이다가 28일 이후에는 급속히 증가하여 50일째에는 0.60%까지 증가하였는데 이는 약주 내에 존재하는 미생물에 의해서 저장기간 중 산이 생성되었기 때문이라고 보고한 바 있다.

당 함량과 알코올 함량 역시 미세여과 또는 한외여과에 의한 영향을 받지 않았으며 고형물 함량은 여과 전 0.17 g/ml에서 여과 후 0.10 g/ml로 감소되어 여과에 의해 고형물이 상당히 제거됨을 알 수 있었다. 색도 변화는 L값의 경우 여과전 21.03에서 한외여과 후 37.78로 상당히 밝아졌음을 알 수 있었

고 a값과 b값은 여과 전 후 큰 차이를 나타내지 않았다.

저장 중 사과주의 이화학적 특성의 변화. 한외여과한 사과주를 15°C에서 6주간 저장하면서 저장기간에 따른 미생물학적, 이화학적 특성의 변화를 측정된 결과 Table 3에 나타낸 바와 같이 저장기간 중에는 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 사과주 제조에 한외여과 기술을 적용한다면 이화학적 특성의 변화를 유발하지 않으면서 제품의 저장성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

감사의 글

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

참고문헌

1. The Minister of Agriculture and Forestry (2000) The main statistics related agriculture, USA.
2. Jung, Y. J., Seo, J. H., Lee, G. D., Park, N. Y. and Choi, T. H. (1999) The quality comparison of apple vinegar by two stage fermentation with commercial apple vinegar. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 353-358.
3. Hwang, O. S., Park, H. J., Chun, H. K. and Chang, C. M. (1990) A study on the manufacturing of vinegar from fallen apples. *Res. Rep. RDA* **32**, 40-47.
4. Kim, S. D., Jang, K. S and Kim, M. K. (1994) Fermentation of apple vinegar in the farmhouse. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **4**, 75-86.
5. Yi, S. H., Ann, Y. G., Choi, J. S. and Lee, J. S. (1996) Development of peach fermented wine. *Korea J. Food Nutr.* **9**, 409-412.
6. Ministry of Health and Welfare (1997) Official book of foods, experimental methods. Ministry of Health and Welfare, USA. p. 94.
7. Chen, C. S., Carter, R. D., Barros, S. M., Nagy, S. and 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, Korea.
9. Miller, G. L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**, 426-428.
10. Lim, S., Jwa, M. K., Mok, C. and Park, Y. S. (2001) Quality change in Kochujang treated with high hydrostatic pressure. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 444-450.
11. 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.
12. Kim, D. H., Rhim, J. W. and Jung, S. T. (1999) Clarification and aging of fermented honey. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 1330-1336.

13. Jung, S. T., Rhim, J. W. and Kim, D. H. (1999) Fermentation characteristics of honey wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 1044-1049.
14. Amar, B. R., Gupta, B. B. and Jaffrin, M. Y. (1990) Apple juice clarification using mineral membranes: Fouling control by backwashing and pulsating flow. *J. Food Sci.* **55**, 1620-1625.
15. Kang, H. A., Chang, K. S., Min, Y. K. and Choi, Y. H. (1998) Value addition of jujube wine using microfiltration and ultrafiltration. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 1146-1151.
16. Kang, M. Y., Park, Y. S., Mok, C. and Chang, H. G. (1998) Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 1134-1139.

Ultrafiltration for Quality Improvement of Apple Wine

Jae-Ho Chung, Chulkyoon Mok, Sangbin Lim¹ and Young Seo Park* (*Division of Biotechnology, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea; ¹Department of Food Science and Engineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea*)

Abstract: An apple wine was prepared by fermentation at 25°C for 2 weeks using *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12224, followed by aging at 15°C for 14 weeks, and its physicochemical and microbiological changes were investigated. The viable bacterial cell numbers, increased from 1.4×10^3 CFU/ml at the beginning of fermentation, to 2.8×10^6 CFU/ml after 2 weeks, but decreased to 1.0×10^5 CFU/ml after aging. The viable yeast cell numbers changed from 4.3×10^4 CFU/ml to 1.2×10^7 CFU/ml during the fermentation, and decreased to 1.2×10^4 CFU/ml after aging. Sugar content changed from 20.0°Brix to 8.5°Brix, and reducing sugar content was changed from 9.66% to 6.44%. Alcohol content and acidity increased to 7.0% and from 0.19% to 0.24%, respectively. No changes in acidity, pH, and sugar content were observed during the aging, but reducing sugar and solid contents decreased. When apple wine was filtered through 0.45 µm nitrocellulose membrane followed by various ultrafiltration membranes with different molecular weight cut-off values, the initial flux (121.2 liter/m²/h) and the average flux of Biomax 100K membrane were the highest among the membranes used. These membrane filtration treatments resulted in complete removal of microorganisms as well as decrease in turbidity and solid content without changes in other chemical properties. No changes in the physicochemical properties of the apple wine and no microorganisms were detected during the storage at 15°C for 6 weeks.

Key words: apple wine, fermentation, ultrafiltration, storage life

*Corresponding author