Food Engineering Progress
Vol. 9, No. 2. pp. 133~138 (2005.5)

한외여과공정을 이용한 좁쌀약주의 품질 향상

정재호 · 목철균 · 임상빈* · 박영서
경원대학교 생명공학부, *제주대학교 식품공학과

Quality Improvement of Foxtail Millet *Yakju* by Ultrafiltration Process

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

Divisiov of Biotechnology, Kyungwon University
**Department of Food Science and Engineering, Cheju National University*

Abstract

Ultrafiltration process was applied to Foxtail Millet *Yakju* to investigate the effect of ultrafiltration on the improvement of quality. When Foxtail Millet *Yakju* was filtered through 0.45 μm nitrocellulose membrane followed by various ultrafiltration membranes with different molecular weight cut-off values, The permeate flux of Biomax 100K membrane with initial flux of 201.5 $L/m^2/h$ was 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 major changes in the physicochemical properties of the Foxtail Millet *Yakju* and no microorganisms were detected during the storage at 15℃ for 8 weeks.

Key words: Foxtail Millet *Yakju*, ultrafiltration, quality improvement, storage life

서 론

약주는 우리나라 고유의 전통주로서 곡류와 누룩을 사용하여 병행복발효로 제조하는데, 양조 후에 술덧을 여과한 것을 제성한 것을 말한다 (한국식품공업협회, 1997). 약주의 소비량은 1970년대 중반 이후 지속적으로 감소하여 왔고, 특히 1980년대 후반 이후 개방화의 물결을 타고 수입된 주류 및 식생활의 서구화에 따른 주류 소비패턴의 변화에 기인하여 더욱 급격히 감소하고 있다. 약주의 소비감소는 주로 약주의 저장성과 편이성 등이 불량함에 기인한 것으로, 소비자의 기호에 맞는 품질 향상과 제품 개발이 요구된다. 약주에 함유된 각종 변패 미생물에 의한 변질과 이를 방지하기 위하여 처리하는 가열살균에 따른 품질 변화도 약주의 소비량 감소의 또 하나의 원인으로 작용하고 있다 (국세청 기술연구소, 1985). 약주의 부패와 산패는 발효액 중에 함유되어 있는 잡균이나 초산균의 번식에 의한 것으로 (전기선, 1972), 지금까지는 약주의 보존성 향상을 위하여 미생물 및 잔존 효소를 가열살균법으로 불활성화 시켰다 (Mok *et al.*, 1998). 그러나 약주를 가열함으로써 저장성은 어느 정도 연장시킬 수 있으나, 화독내와 같은 강한 악취의 생성과 변색, 층 분리 등 물리적 성상의 변화로 인하여 품질이 저하되는 문제점이 발생된다 (Lee *et al.*, 1991). 이를 방지하기 위하여 저온살균 처리에 의한 저장기간의 연장 (*Lee et al.*, 1991), 또는 난백 lysozyme을 보존제로 첨가하여 잡균번식을 방지하고 산 생성 세균의 생육을 억제하는 방안등이 시도되었고, γ-ray와 가열처리의 병행 (Lee and Kim, 1969) 및 가열살균 후 무균포장에 의해서 저장성을 어느 정도 향상시키는 연구가 이루어졌으나 (Lee and Kim, 1995), 처리에 따른 이취 생성 및 저장 중 백탁 생성 등 품질저하현상을 방지하기 어려웠다. 약주의 양조 원료는 대부분 쌀이었으나, 제주도에서는 좁

Corresponding author: Young-Seo Park, Associate Professor, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Gyeonggi-do, Seongnam 461-701, Korea.
Phone: 031-750-5378, Fax: 031-750-5273
E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr

쌀, 수수, 맥류 등을 원료로 한 토속주가 양조되어 왔으며, 좁쌀을 주 원료로 사용하여 빚은 좁쌀약주는 '오메기술'이라고도 하는 제주도의 전통적인 민속주의 하나이다 (Kim *et al.*, 1993).

따라서 본 연구에서는 품질이 양호하면서 저장성이 있는 민속 주류의 제조방법을 개발하기 위하여, 양조 원료로 좁쌀을 이용하여 제조한 약주를 비열처리방법인 한외여과법을 사용하여 미생물 살균효과와 품질 및 저장성을 향상시킬 수 있는 기술을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

좁쌀 약주

본 실험에 사용한 좁쌀약주는 J양조 (제주)에서 전통적으로 제조한 비살균 약주를 구입하여 균질화한 후 사용하였다.

한외여과 공정

약주에 존재하는 부유물을 제거하기 위하여 한외여과의 전처리 과정으로 고속원심분리기 (J2-MC, Beckman)로 4°C에서 10,000 × g로 10분 동안 원심분리한 후 상층액 만을 회수하여 약주 내에 존재하는 혼탁불질이나 불용성 부유물질들을 1차 제거하였다. 불용성 부유물이 제거된 약주를 막여과장치 (Millipore, USA)를 이용하여 74 mmHg의 진공도에서 막기공 크기 0.45 μm, 막 직경 47 mm, 막 표면적 17.3 cm^2의 니트로셀룰로오스 여과막을 장착하여 여과하였다. 한외여과는 한외여과장치 (Laabscale TFF System, Millipore Co., USA)를 이용하여 polyethersulfone 재질의 BIOMAX 100K, 30K, 5K의 여과막과 재생 셀룰로오스 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 cm^2이고, 잔류부피가 3.2 mL, 최대구동압력이 80 psi이다. 여과 flux (LMH)는 막 표면적 m^2 당 1 시간에 통과하는 시료의 용량 (L)을 실측하여 계산하였으며 1회 공정에 사용되는 시료의 부피는 500 mL로 일정하게 하였다.

미생물균수 측정

좁쌀약주에 존재하는 미생물균수를 측정하기 위하여 총균수는 PCA 배지, 효모는 YM agar 배지, 곰팡이는 PDA 배지를 사용하였으며 10^0~10^9까지 희석한 좁쌀약주 시료를 PCA배지와 YM agar 배지에는 1 mL을 분주하여 표준한천배양법으로 실시하였고, PDA 배지에는 0.1 mL 씩 분주한 후 평판도말하였다(4). PCA 배지는 37°C에서 하룻밤, YM agar 배지는 25°C에서 1~2 일, PDA 배지는 25°C에서 3~4 일 배양한 후 계수 하였다.

일반성분분석

좁쌀약주의 탁도 측정은 시료를 증류수로 정량적으로 희석시킨 후 spectrophotometer UV-1201 (Shimatsu, Japan)을 사용하여 525 nm의 파장에서 흡광도를 측정하고 희석배수를 곱하여 산출하였다 (Chen *et al.*, 1991).

pH는 pH meter (740p, Istek Inc., Korea)를 사용하여 좁쌀약주 원액의 pH를 측정하였으며 (Yonsei University, 1975), 색도는 희석하지 않은 좁쌀약주 시료 10 mL를 취하여 색차계 (Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 명도 (L값), 적색도 (a값), 황색도 (b값)를 측정하였다.

환원당은 dinitrosalicylic acid (DNS)법에 의해 측정하였다 (Miller, 1959). 시험관에 DNS 시약 0.3 mL와 시료용액 0.1 mL를 혼합한 후 중탕조에서 정확히 3분간 방치하고 즉시 얼음 수조에서 냉각시킨 다음 1.6 mL의 증류수를 섞어 혼합한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하고 포도당을 이용한 표준곡선으로부터 환원당 함량을 산출하였다.

산도는 좁쌀약주 10 mL에 증류수 20 mL를 가하여 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하고 소비된 0.1 N NaOH의 양으로부터 % 젖산으로 나타내었으며 (Lim *et al.*, 2001), 당도는 굴절 당도계 (Atago, N-2E, Japan)를 사용하여 소량의 좁쌀약주 시료로 측정하였다.

알코올 함량은 비중법 (Kim *et al.*, 1999)을 이용하여 측정하였다. 즉, 좁쌀약주 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 직접회화법을 이용하여 일정량의 시료를 105°C에서 일정 시간 회화한 후 회화 전 후의 중량을 비교하여 산출하였다.

관능검사

좁쌀약주의 관능검사는 종합적 기호도에 대하여 20명의 panel을 대상으로 최고 9점, 최저 1점인 9점

평점법을 사용하였으며 결과에 대한 통계처리는 SAS package를 사용하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다 (SAS Institute Inc., 1985).

통계 처리

모든 실험은 3 반복하여 수행하였으며, SAS Series Package의 ANOVA을 이용하여 결과의 평균치를 계산하고 분산 분석한 후에 $p<0.05$ 수준에서 각 결과간의 유의성을 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

한외여과막의 종류에 따른 여과 flux의 변화

원심분리와 미세여과 과정을 거쳐 불용성 부유물질들이 제거된 좁쌀약주를 여러 가지 종류의 한외여과막을 사용하여 40 psi의 압력으로 여과하면서

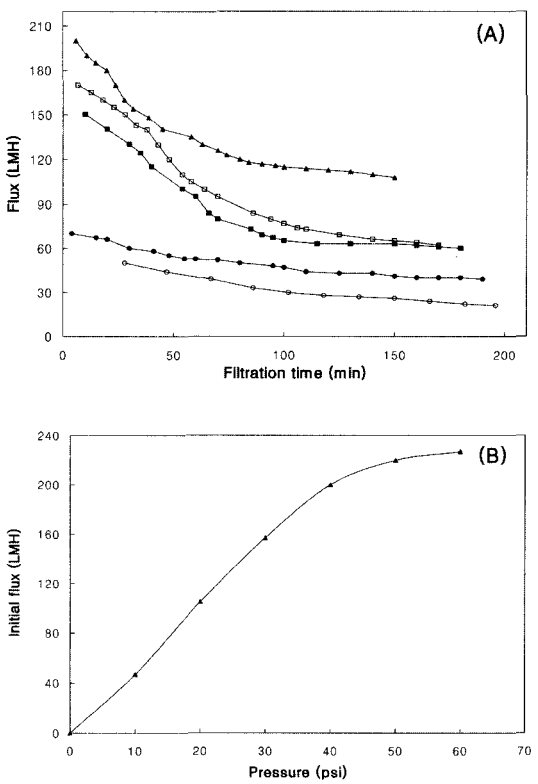

Fig. 1. Comparison of flux of Foxtail Millet *Yakju* when filtered through various membranes (A) and initial flux of Foxtail Millet *Yakju* filtered through Biomax 100K (B). ● : Biomax 5K, ■ : Biomax 30K, ▲ : Biomax 100K, ○ : PLCCC 5K, □ : PLCTK 30K.

여과 flux를 측정한 결과 Fig. 1(A)에 나타낸 바와 같이 Biomax 100K 막의 초기 flux가 201.5 LMH로 가장 높았으며 PLCTK 30K, Biomax 30K의 경우에는 각각 169.3 LMH, 152.2 LMH의 초기 여과 flux를 나타내 molecular weight cuff-off value가 가장 큰 막의 초기 여과 flux가 가장 좋음을 알 수 있었다. 사용된 한외여과막 중에서는 PLCCC 5K의 초기 여과 flux가 50.8 LMH로 가장 낮은 반면 Biomax 100K 막은 여과 시간이 지남에 따라서도 다른 종류의 여과막에 비해 flux가 월등히 뛰어남을 보여주었다. 그러나 전반적으로 막의 종류에 관계없이 여과시간이 지남에 따라 여과 flux가 급격하게 저하되었는데 이는 막분리공정의 가장 큰 문제점 중의 하나인 fouling과 농도분극에 기인한 것으로 판단된다. Kim *et al.* (1992)은 원심분리법, papain, bromelain, ficin 등의 단백 효소제 처리 방법과 한외여과법 중에서 한외여과법이 청징도가 가장 우수하고 간단하며 경제적이어서 좁쌀약주의 청징화에 가장 좋은 공정인 것으로 보고한 바 있다. Amar *et al.* (1990)은 한외여과를 이용하여 사과주스를 청징화할 때 여과 flux가 초기 30 분 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 막 투과속도는 1.0~1.2 gal/ft^{2}h였으나, 75% 정도 펙틴을 제거한 후 동일 조건에서 한외여과하였을 경우에는 막 투과속도가 배로 증가하였으며 50°C 이상에서 처리 온도를 1°C 증가시킴에 따라 막 투과속도가 1.1% 씩 증가한다고 보고한 바 있다. 한편 Chung *et al.* (2003a, 2003b)은 포도주와 복숭아주를 Biomax 100K 막을 이용하여 한외여과하였을 경우 여과 flux가 초기 10분 동안 빠르게 저하되어 정체되었으며, 사과주를 한외여과하였을 경우에는 시간이 지남에 따라 여과 flux가 직선적으로 감소함을 보고한 바 있다 (Chung *et al.*, 2003c). 또한 Kang과 Koh (2003)는 중공사막 시스템을 사용하여 좁쌀약주를 여과하였을 경우, 공극의 크기가 0.45 μm에서 0.2μm로 약 55% 감소할 때 여과 flux가 343 LMH에서 245 LMH로 30% 감소한다는 것을 조사하였고, 500 K의 molecular weight cut-off 값을 지니는 중공사막 시스템에서는 여과 flux가 약 35 LMH로 측정되었으나 본 연구에 사용된 모듈 형태와 적용압력이 다르기 때문에 이와 직접 비교하기는 곤란하다고 판단된다. 또한 500 K

한외여과막을 사용하여 좁쌀약주를 여과하였을 경우 여과 flux가 초기 50 LMH에서 시작하여 35 LMH까지 감소한 다음 거의 일정한 수준으로 유지된다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다(Kang과 Koh, 2003).

평균 flux가 가장 높은 Biomax 100K 막을 이용하여 좁쌀약주를 한외여과하였을 때 막 횡단압력에 따른 초기 여과 flux의 변화를 Fig. 1(B)에 나타내었다. 막 횡단압력이 40 psi까지 증가함에 따라 초기 여과 flux가 비례적으로 증가하여 40 psi에서는 201.5 LMH까지 증가하였으나, 그 이후부터는 증가율이 급격히 감소하여 60 psi에서는 227 LMH를 나타내었다. 따라서 좁쌀약주의 한외여과에는 40 psi 이상의 압력증가는 바람직하지 않은 것으로 판단되었다. Chung *et al.* (2003a, 2003b)은 포도주와 복숭아주를 Biomax 100K 막을 이용하여 한외여과하여 막 횡단압력에 따른 초기 여과 flux의 변화를 측정한 결과 막 횡단압력이 40 psi까지 증가함에 따라 초기 여과 flux가 비례적으로 증가하여 40 psi에서는 포도주는 100 LMH, 복숭아주는 79 LMH까지 증가하여 본 연구결과와 유사하였다. Kang과 Koh (2003)는 여러 공극 크기의 유리막 여과지와 중공사막 catridge 여과매질을 가지고 좁쌀약주를 여과한 결과, 대부분의 침전 형성 가능한 입자들은 1.2 μm 공극 크기의 여과 매질에 의한 여과로 제거되는 것으로 보고하였다.

여과 전 후 미생물 및 이화학적 성분의 변화

좁쌀약주를 Biomax 100K 한외여과막을 이용하여 여과한 다음 여액 중에 존재하는 미생물의 수를 측정한 결과 Table 1에서와 같이 좁쌀약주의 여과 전 총세균은 2.4×10^4 CFU/mL 수준으로 존재하였으나 미세여과 후 발견되지 않았고 한외여과 후에도 전혀 발견되지 않았다. 효모는 여과 전 4.7×10^4 CFU/mL으로 총 세균에 비해 두 배 가량 높은 수준으로 존재하였으나 여과 공정을 거친 후에는 전혀 발견되지 않았다. 따라서 본 연구에 사용된 여과방법은 미생물을 완벽하게 제거할 수 있는 효과적인 방법으로 확인되었다.

Table 1. Changes in microbiological properties during the membrane and ultra filtration of Foxtail Millet *Yakju*

	Before Membrane Filtration	After Membrane Filtration	After Ultra Filtration
Bacteria cells (CFU/mL)	2.4×10^4	ND*	ND
Yeast cells (CFU/mL)	4.7×10^4	ND	ND

*ND ; not detected

한외여과 전 후의 이화학적 성분의 변화를 측정한 결과를 Table 2에 나타내었는데 탁도의 변화량은 여과 전 탁도 0.946과 비교하여 미세여과 후 0.922로 약간 감소하였으며 한외여과 후에는 더욱 감소하여 0.907의 수치를 나타내어 여과막에 의한 청징효과를 확인하였다. Kim *et al.* (1992)은 100 K 한외여과막을 사용하여 좁쌀약주를 청징화하였을 경우 660 nm에서의 흡광도가 여과 전 0.09에서 여과 후 0.008로 단백효소제 처리나 원심분리법에 비해 우수한 청징효과를 나타냈다고 보고하였다. 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(Kang *et al.*, 1998). 고형물 함량은 여과 전 0.373 g/mL에서 미세여과 후 0.276 g/mL로, 한외여과 후에는 0.232 g/mL 수준까지 감소하였는데, 이로부터 미세여과와 한외여과 공정이 미생물의 제거뿐만 아니라 고형물까지도 여과하여 그 함량을 감소시키며 이로 인해 흡광도 역시 감소한다는 것을 알 수 있었다.

pH와 산도의 변화량은 여과에 따른 차이를 나타내지 않아 미세여과와 한외여과공정은 좁쌀약주의

Table 2. Changes in physicochemical properties during the membrane and ultrafiltration of Foxtail Millet *Yakju*

	Before Membrane Filtration	After Membrane Filtration	After Ultra Filtration
Turbidity (OD_{325nm})	0.946^{a}*	0.922^{b}	0.907^{c}
Solid content (g/mL)	0.373^{a}	0.2762^{b}	0.2317^{c}
pH	3.90^{a}	3.83^{ab}	3.84^{ab}
Acidity (% lactic acid)	1.19^{a}	1.19^{a}	1.20^{a}
Sugar (°Brix)	12.00^{a}	$12.00^{a)}$	12.00^{a}
Reducing sugar (% glucose)	0.816^{a}	0.734^{b}	0.731^{b}
Alcohol (%)	8.00^{a}	8.00^{a}	8.0^{0a}
L value	64.07^{a}	63.19^{ab}	63.04^{ab}
a value	-0.48^{a}	-0.24^{b}	-0.18^{bc}
b value	8.44^{a}	9.54^{b}	9.24^{c}
Sensory score	5^{a}	5^{a}	7^{b}

*Values within a column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

pH와 산도에는 영향을 미치지 않음을 확인하였다. Kang *et al.* (1998)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 측정한 결과 초기 0.41%에서 조금씩 증가하는 경향을 보이다가 28일 이후에는 급속히 증가하여 50 일째에는 0.60%까지 증가하였는데 이는 약주 내에 존재하는 미생물에 의해서 저장기간 중 산이 생성되었기 때문이라고 보고한 바 있다.

당도와 알코올 함량 역시 미세여과 또는 한외여과에 의한 영향을 받지 않았으나 환원당 함량은 여과 전 0.816%에서 미세여과 후 0.734%로, 한외여과 후에는 0.731%로 약간의 감소하였는데, 이는 여과 공정 중 당의 일부가 환원되었거나 막에 흡착되어진 것으로 생각된다. 색도 변화는 L값의 경우 여과 전 64.07에서 한외여과 후 63.04로 색이 약간 어두워 졌음을 알 수 있었고 a값과 b값은 약간 증가하였음을 알 수 있었다. Kim *et al.* (1992)이 좁쌀약주를 한외여과하였을 경우에는 L 값이 여과 후 높아지는 것으로 보고하여 본 연구결과와는 상이하였다. 여과 전 후 좁쌀 약주의 관능검사결과는 여과 공정을 거치지 않은 시료와 미세 여과를 거친 시료가 각 5점으로 동일한 결과를 보였으며 한외여과를 거친 시료는 7점으로 높은 점수를 받아 한외여과 공정에 의해 좁쌀약주의 품질이 어느 정도 개선됨을 알 수 있었다.

저장 중 좁쌀약주의 이화학적 특성의 변화

한외여과한 좁쌀약주를 15°C에서 8주간 저장하면서 저장기간에 따른 미생물학적, 이화학적 특성의 변화를 측정한 결과 Table 3에 나타낸 바와 같이 저장기간 중에는 미생물이 전혀 검출되지 않았고 탁도와 색도를 제외한 모든 이화학적 특성이 거의 변화하지 않아 저장 중 품질의 변화가 없는 것으로 확인되었다. 탁도는 저장 초기 0.907에서 2주 후부터 0.751로 감소하여 8주까지 계속 유지되었으며 L값은 저장 중에 변화하지 않은 반면 a값은 증가하고 b값은 감소하는 경향을 나타내었다. Kang과 Koh (2003)는 좁쌀약주를 한외여과한 후 4°C와 상온에서 48시간 씩 반복하여 3개월 동안 저장하면서 저장 중 좁쌀약주의 성분 변화를 측정하였는데, 저장시간에 따라 탁도가 조금씩 감소하고 L값은 변화하지 않는다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. Chung *et al.* (2003a, 2003b, 2003c)은 포도주, 사과주, 복숭아주를 한외여과한 후 15°C에서 6주 저장하면서 여과액의 성분변화를 관찰한 결과 조사한 모든 이화학적 특성이 거의 변화하지 않아 저장 중 품질의 변화가 없는 것으로 확인한 바 있다.

관능검사는 8주간 저장한 후에도 저장 전과 동일한 값을 나타내어 품질의 변화가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 좁쌀약주 제조에 한외여과 기술을 적용한다면 이화학적 특성의 변화를 유

Table 3. Changes in physicochemical properties of Foxtail Millet *Yakju* during the storage at 15°C for 8 weeks

	0 week	2 week	4 week	6 week	8 week
Bacteria (CFU/ml)	ND*	ND	ND	ND	ND
Yeast (CFU/ml)	ND	ND	ND	ND	ND
Turbidity (OD_{325nm})	0.907^{a}**	0.751^{b}	0.757^{b}	0.749^{b}	0.764^{bc}
Solid content (g/ml)	0.23^{a}	0.21^{ab}	0.21^{ab}	0.20^{ab}	0.20^{ab}
pH	3.84^{a}	3.86^{a}	3.85^{a}	3.85^{a}	3.85^{a}
Acidity (% lactic acid)	1.20^{a}	1.20^{a}	1.19^{a}	1.18^{a}	1.18^{a}
Sugar (°Brix)	12.00^{a}	11.97^{a}	11.98^{a}	11.98^{a}	11.98^{a}
Reducing sugar (% glucose)	0.731^{a}	0.749^{ac}	0.750^{ac}	0.743^{ab}	0.739^{a}
Alcohol (%)	8.00^{a}	8.00^{a}	7.97^{a}	7.95^{ab}	7.95^{ab}
L value	63.04^{a}	63.08^{a}	63.01^{a}	63.10^{a}	63.10^{a}
a value	-0.18^{a}	-0.25^{ab}	5.84^{c}	2.98^{d}	4.56^{ce}
b value	9.24^{a}	9.22^{a}	4.07^{b}	6.47^{c}	4.91^{bd}
Sensory score	7^{a}	7^{a}	7^{a}	7^{a}	7^{a}

*ND ; not detected

**Values within a column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

발하지 않으면서 제품의 저장성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

좁쌀약주를 한외여과하여 미생물의 제거와 품질 향상 효과를 측정하였다. 좁쌀약주를 0.45 μm 니트로셀룰로오스 미세여과막을 이용하여 여과한 후 재질과 공경이 서로 다른 한외여과막을 사용하여 한외여과한 결과 Biomax 100K 막의 초기 flux (201.5 L/m^2/h)와 평균 flux가 사용한 한외여과막 중에서 가장 높았다. 한외여과에 의해 좁쌀약주 내에 존재하는 미생물은 완벽하게 제거되었으며 탁도와 고형물 함량은 감소하였으나 그 이외의 이화학적 특성은 변화하지 않았다. 좁쌀약주를 15℃에서 8주간 저장하였을 경우 저장기간 동안 미생물이 전혀 검출되지 않았으며 대부분의 이화학적 특성도 변화하지 않았다.

감사의 글

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

문 헌

국세청 기술연구소. 1985. 탁주제조강본

전기선. 1972. 부패되지 아니하는 병약탁주의 저장법. 특허공보 제 237호

한국식품공업협회. 1997. 식품공전, 문영사, 서울, pp 573-578.

Amar, B.R., B.B. Gupta and M.Y. Jaffrin. 1990. Apple juice clarification using mineral membranes: Fouling control by backwashing and pulsating flow. *J. Food Sci.* **55**: 1620-1625.

Chen, C.S., R.D. Carter, S.M. Barros, S. Nagy and B. Hemandez. 1991. Evaluation of citrus processing system for passion fruit juice concentration. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **104**: 51-54.

Chung, J.H., C. Mok, S. Lim and Y.S. Park. 2003a. Ultrafiltration for quality improvement of wine, *Korean J. Food Sci. Technol.* **35(3)**: 386-392.

Chung, J.H., C. Mok, S. Lim and Y.S. Park. 2003b. Changes of physicochemical properties during fermentation of peach wine and quality improvement by ultrafiltration, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32(4)**: 506-512.

Chung, J.H., C. Mok, S. Lim and Y.S. Park. 2003c. Ultrafiltration for quality improvement of apple wine, *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **46(3)**: 201-206.

Kang, H.A., K.S. Chang, Y.K. Min and Y.H. Choi. 1998. Value addition of jujube wine using microfiltration and ultrafiltration. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1146-1151

Kang, M.Y, Y.S. Park, C. .Mok and H.G. Chang. 1998. Improvement of shelf-life of Yakju by membrane filtration. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**: 1134-1139.

Kang, Y.J and J.S. Koh. 2003. Improvement on the filtration process of Foxtail Millet *Yakju*. *Kor. J. Food Preserv.* **10(4)**: 482-487.

Kim H.S., Y.T. Yang, Y.H. Jung, J.S. Koh and Y.J. Kang. 1992. Clarification of Foxtail Millet wine. *Korean J. Foood Sci. Technol.* **24(1)**: 101-106.

Kim, J.S., S.H. Kim, J.S. Han, B.T. Yoon and C. Yook. 1999. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell Early. *Kor J. Food Sci. Technol.* **31(2)**: 516-521.

Lee, C.H. and G.M. Kim. 1995. Determination of the shelf-life of pasterurized Korean rice wine, *Yakju*, in aseptic packaging. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27(2)**: 156-163.

Lee, C.H., W.T. Tae, G.M. Kim, and H.D. Lee. 1991. Studies on the pasteurization conditions of *Takju*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **23(1)**: 44-51.

Lee, K.B. and J.H. Kim. 1969. Studies on radiation preservation of fermented Korean rice-wine (Tak Joo and Yak Joo). *Kor. J. Microbiol.* **7(2)**: 45-56.

Lim, S.B., M.K. Jwa, C. Mok and Y.S. Park. 2001. Quality change in Kochujang treated with high hydrostatic pressure. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33(4)**: 444-450.

Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anla. Chem.* 31: 426-428

Mok, C.K., J.Y. Lee and H.G. Chang. 1998. Optimization of heat sterilization condition for Yakju(rice wine). *Food Engineering Progress* **2**: 137-143.

SAS Institute Inc. 1985. SAS User's Guide. Statistical Analysis System Institute. 5th ed., Cary, USA.

Yonsei University. 1975. Experiments in Food Science and Engineering, Tamgudang Publishing Co, Seoul, Korea. pp 389-392.