Food Engineering Progress
Vol. 7, No. 2. pp. 88~96 (2003.5)

재래식 간장 발효시 이화학적 특성 변화와 막여과에 의한 살균

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

Changes of Physicochemical Properties during Fermentation of Soybean Sauce and Sterilization by Membrane Filtration

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

Division of Biotechnology, Kyungwon University,
**Department of Food Science and Engineering, Jeju National University,*
***Department of Food Science and Technology, Dankook University*

Abstract

The fermentation patterns of the soy sauce were investigated and membrane filtration technique was applied to the sterilization of Korean traditional soy sauce. Nitrocellulose, nylon, and polyvinylidene difluoride membranes with pore size of 0.45 μm were used at the vacuum pressure of 74 mmHg. The initial flux, 2,941 LMH, of soy sauce treated with polyvinylidene difluoride membrane filter was the highest among the membranes used. The viable bacteria and yeasts cell numbers in the soy sauce were 2.1×10^9 CFU/mL and 1.4×10^9 CFU/mL, respectively. Treatment of Korean traditional soy sauce with membrane filters used in this study removed the microorganisms completely without the changes in quality properties.

Key words: traditional soy sauce, membrane filtration, flux

서 론

간장은 콩을 주원료로 제조된 한국의 대표적인 대두발효식품이며 한국인의 식생활에 빠질 수 없는 식품중의 하나로, 아미노산에 의한 구수한 맛, 당분에 의한 단맛, 소금에 의한 짠맛과 여러 가지 유기성분에 의한 향기와 색깔이 조화된 이상적인 조미료이다(Shin, 1997; 이서래, 1992). 간장은 제조방법에 따라 양조간장과 산분해간장으로 구별되는데 양조간장은 맛과 향은 우수하나 발효에 장시간이 소요되고 발효설비에 경제적인 부담이 매우 크다. 이에 반해 산분해간장은 맛과 향은 양조간장에 비해 떨어지지만 3~4일 정도의 단기간 제조가 가능하므로 경제적인 측면에서 훨씬 유리한 제품으로서 시중에 유통되는 대부분의 간장은 양조간장과 산분해간장이 일정비율로 혼합된 혼합간장이다(김종규 등, 1995). 재래식 간장은 예로부터 각 가정에서 직접 만들어 소비되어 왔기 때문에 재래식 간장의 맛과 향은 가정마다 차이가 있으며 제조방법이 대량생산으로 연결하기에 적합하지 않고 그 제조 기술이 제대로 계승되지 않고 있다(김찬조 등, 1988). 따라서 재래식 간장의 담금시 온도와 재료의 혼합율, 숙성과정 및 담금 기술의 차이가 간장의 이화학적 성분 뿐 아니라 맛과 향에도 많은 차이를 부여한다고 생각된다.

한국전통 간장 발효에 관여하는 미생물에 대하여 현대적으로 연구된 것은 1954년 재래식 메주에서 여러 가지 곰팡이와 *Saccharomyces*속 효모를 분리한 것을 효시로 하여 1957년, 1962년 재래식 메주로부터 3속의 곰팡이를 분리하였고, 그 형태적 특성을 보고한 바 있다. 1963년에는 재래식 간장에서 *Bacillus*속 4종, *Sarcina*속과 *Pediococcus*속 각 1종씩

Corresponding author: Young Seo Park, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-Dong, Sujeong-Gu, Gyeonggi-Do, Seongnam 461-701, Republic of Korea.
Tel: +82-31-750-5378, Fax: +82-31-750-5273
E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr

을 분리, 동정하였으며 그 후 우리나라 5개 도시에서 수집한 메주의 표면과 내부에서 *B. subtilis*와 *B. pumilus*가 한국 메주의 거의 전 세균 군을 이루며 메주의 발효, 숙성은 세균 군의 발효에 의한 것이 특색인 것 같다고 추정한 바 있다(Lee *et al.*, 1975). 한편 전국 여러 도시에서 채취한 메주를 표면, 표면 안쪽, 중심부로 나누어 미생물 분포 상황을 조사한 결과 총 균수의 99% 이상이 세균이고 곰팡이는 1% 이하였으며, 효모는 일부 시료에서만 검출되었다고 보고된 바 있다(Park *et al.*, 1977). 간장의 발효와 숙성은 메주로부터 유입되는 미생물에 의해 이루어지는데, 메주에 생육하는 미생물을 관찰한 연구에 의하면 습기가 많은 메주의 내부에 미생물이 주로 존재하고, 그 대부분은 *Mucor*, *Rizopus*, *Scopalariopsis*, *Penicillium* 및 *Aspergillus*속의 곰팡이와 *Saccharomyces*속의 효모가 생육한다고 알려져 있다(Park *et al.*, 1977). 따라서 재래식 간장의 저장성을 향상시키기 위해 간장제조시 달임 과정을 거치나, 달임 과정에서 사멸하지 않고 생존한 미생물들이 유통과정에서 번식하여 간장의 저장성을 떨어뜨리고 품질을 저하시키며 위생적으로 문제를 일으킬 수 있다. 간장의 저장성을 향상시키기 위해 현재 유통되고 있는 대부분의 간장 제품에는 방부제를 첨가하고 있기 때문에 방부제를 첨가시키지 않고 간장의 저장성을 향상시키기 위한 연구가 필요하다(최광수 등, 1995).

본 연구에서는 재래식 간장을 발효하는 과정 중에 변화하는 이화학적 특성을 검토한 후 방부제를 첨가하지 않은 상태에서 저장성을 향상시키면서 달임 과정에서 발생하는 열에 의한 여러 가지 품질저하를 최소화하기 위한 방법으로 비열살균공정인 미세여과 공정을 사용하여 간장의 품질과 저장성을 향상시키고자 하였다.

재료 및 방법

간장의 제조

발효기간 중 이화학적 특성을 분석하기 위한 재래식 간장의 제조는 메주와 소금과 물의 비율을 1 : 1.8 : 7로 함으로써 간장의 초기 염농도를 18.4%로 하여 상온과 20에서 12주 동안 발효시키면서 실험재료로 사용하였고 미세여과공정을 위한 간장은 북안식품 (주)의 해랑 옛날간장을 구입하여 4°C에서 보관하면서 사용하였다.

미세여과

재래식 간장의 막여과공정에는 0.45 μm nitrocellulose 막, 0.45 μm nylon막, 0.45 μm polyvinylidene difluoride(PVDF)막 (Millipore, USA)을 사용하였으며 상온에서 74 mmHg의 진공도로 실시하였다. 여과 전처리과정으로 Whatman filter paper No. 5를 사용하여 간장을 여과시켰다(이은미 등, 1998; 김동만, 1996).

미생물균수 측정

간장 중에 존재하는 미생물균수를 측정하기 위하여 총 균수는 Plate count agar(PCA)배지, 효모는 Yeast extract malt extract agar(YM agar)배지, 곰팡이는 Potato dextrose agar(PDA)배지 (Difco, USA)를 사용하였으며 10^0~10^9까지 희석한 간장시료를 PCA 배지와 YM agar 배지에는 1 mL, PDA 배지에는 0.1 mL, PDA 배지에는 0.1 mL씩 분주한 후 도말하였다. 총 균수는 37°C에서 16~20시간 배양하였고, 효모는 25°C에서 2~3일, 곰팡이는 25에서 3~4일 배양한 후 계수하였다.

일반성분분석

간장의 탁도는 spectrophotometer (Shimatsu/UV-1201, Japan)를 이용하여 적당한 비율로 희석한 간장시료를 500 nm에서의 흡광도로 측정하였고, pH는 pH meter(740p, Istec. Inc., Korea)를 사용하여 간장 원액의 pH를 측정하였다.

색도는 색차계(MINOLTA CR-200, Japan)를 이용하여 희석하지 않은 간장 시료 10 mL로 측정하였다.

염도는 Kang *et al.*(1998)의 방법에 따라 $AgNO_3$ 적정법으로 측정하였다. 간장시료를 회분도가니에서 550°C로 가열하여 회화한 다음 100 mL의 증류수에 용해한 후, 그 중에서 10 mL를 취해 지시약으로 1 M-K_2CrO_4 1 mL를 가하고 0.1 M-$AgNO_3$를 사용하여 적정하였다.

총질소 함량은 Choi *et al.*(2000)의 방법을 이용하여 Kjeldahl법으로 측정하였다. 간장시료 1 g을 취하여 H_2SO_4 12 mL를 가한 후 Tecator 2020 digester를 사용하여 420에서 시료가 투명해질 때까지 분해한 후 실온에서 방냉하였다. 이를 Kjeltec system 1026 distilling unit를 사용하여 증류하고 4% boric acid 25 mL에 포집한 다음 0.1 N-HCl로 적정하여 소비된 0.1 N-HCl의 mL 수를 총질소로 환산하여 측정하였다.

휘발성염기질소는 Conway unit를 사용하여 미량확산법으로 측정하였다. 시료 5 g에 증류수 25 mL와 20% TCA 5 mL를 가하여 잘 혼합한 후 30분간 침출 여과하여 여액에 2% TCA를 가하고 50 mL로 정용한 용액을 시험 용액으로 사용하였으며 Conway unit 미량확산용기 외실에 시험용액을 1 mL 가하고 내실에는 붕산흡수제를 1 mL 가하였다. 외실 상단에 K_2CO_3 포화용액을 1 mL 가하고 25°C에서 2시간 동안 정치한 후 내실의 붕산흡수제를 0.001 N-HCl로 적정하였다.

아미노태질소는 Formal 적정법(Lee *et al.*, 1997)을 사용하였다. 간장 시료 5 g에 25 mL의 증류수를 가하여 1시간 동안 교반하여 균질화시킨 다음 0.1 N-NaOH 용액으로 pH를 8.4로 조정하였다. 여기에 미리 pH 8.4로 조정된 formaldehyde 용액 20 mL를 가하고 pH가 낮아지면 0.1 N-NaOH 용액으로 다시 pH 8.4까지 적정하여 소비된 0.1 N-NaOH 용액의 mL 수를 환산하여 아미노태질소 함량을 계산하였다.

총당은 Phenol-H_2SO_4법을 사용하여 측정하였다. 100배 희석한 간장시료 0.5 mL에 5% phenol 용액 0.5 mL와 진한 황산 2.5 mL를 가하여 20분간 반응시킨 후 470 nm의 흡광도를 측정하여 glucose를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총당 농도를 계산하였다.

환원당은 Miller(1959)의 방법에 사용하여 100배 희석한 간장 시료 0.1 mL에 dinitrosalicylic acid 용액 0.3 mL를 혼합한 후 물에서 3분간 반응시킨 다음 얼음물에서 냉각시키고 1.6 mL의 증류수를 첨가하여 550 nm에서의 흡광도를 측정하여 glucose를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 환원당 농도를 계산하였다.

산도는 간장시료 10 mL에 증류수 20 mL를 가하여 0.1 N-NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 측정하였다.

향미성분분석

간장시료의 향미분석을 위하여 간장 10 mL에 dichloromethane 2 mL를 첨가하여 2시간동안 교반한 후 하층액을 취하여 이를 −20°C에서 하룻밤 방치시킨 다음 anhydrous sodium sulfate로 잔존하는 수분을 제거한 후 GC(Varian 3350)에 주입하였다. 컬럼은 DB-5MS(0.25 mm×30 m), 컬럼 온도는 40°C(5 min)−8°C/min−200°C(20 min), 주입부 온도 230°C, 검출기(FID) 온도 250°C, 운반기체는 He(2 mL/min)로 분석하였다.

결과 및 고찰

간장 발효중 미생물의 생육특성

간장 제조 시 메주와 소금과 물의 비율을 1:1.8:7로 함으로써 간장의 초기 염농도를 18.4%로 하여

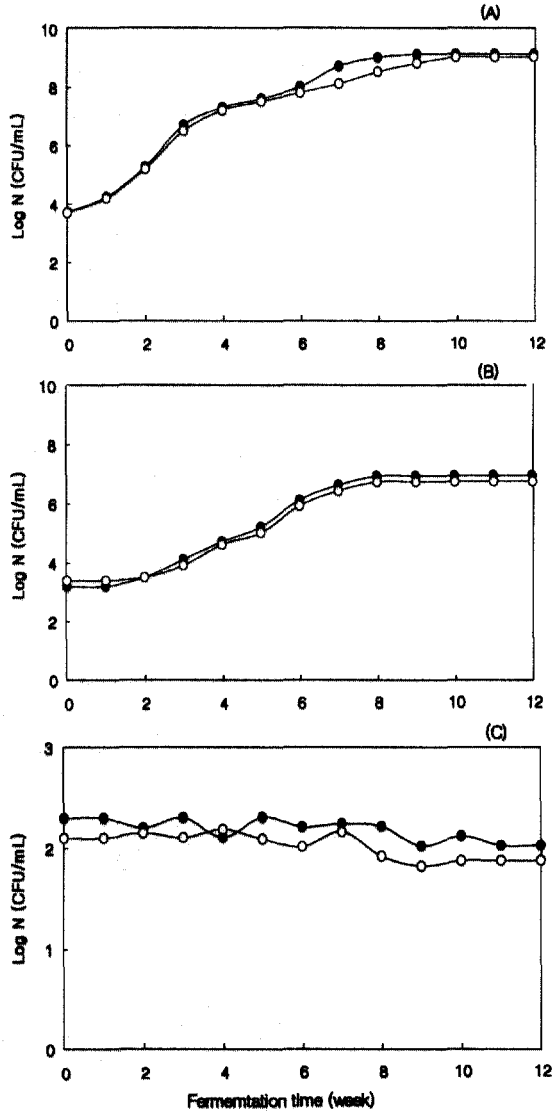

Fig. 1. Changes in viable cell count during the fermentation of soy sauce at different fermentation temperatures. (A), Bacteria; (B), yeast; (C), mold. ● , Ambient temperature; ○ , 20°C.

상온과 20°C에서 12주 동안 발효하면서 미생물의 생육 특성을 살펴 본 결과 Fig. 1(A)과 같이 세균수는 발효온도에 관계없이 발효 초기 3~4×10^{3}CFU/mL 수준으로 존재하다가 발효 2주 후부터 급격하게 증가하여 발효 9주 후부터 10^{9}CFU/mL 수준으로 유지되었다. 발효 전반에 걸쳐 상온에서 발효시킨 간장이 20°C에서 발효시킨 간장보다 약간 높은 수분의 세균수를 나타내었다.

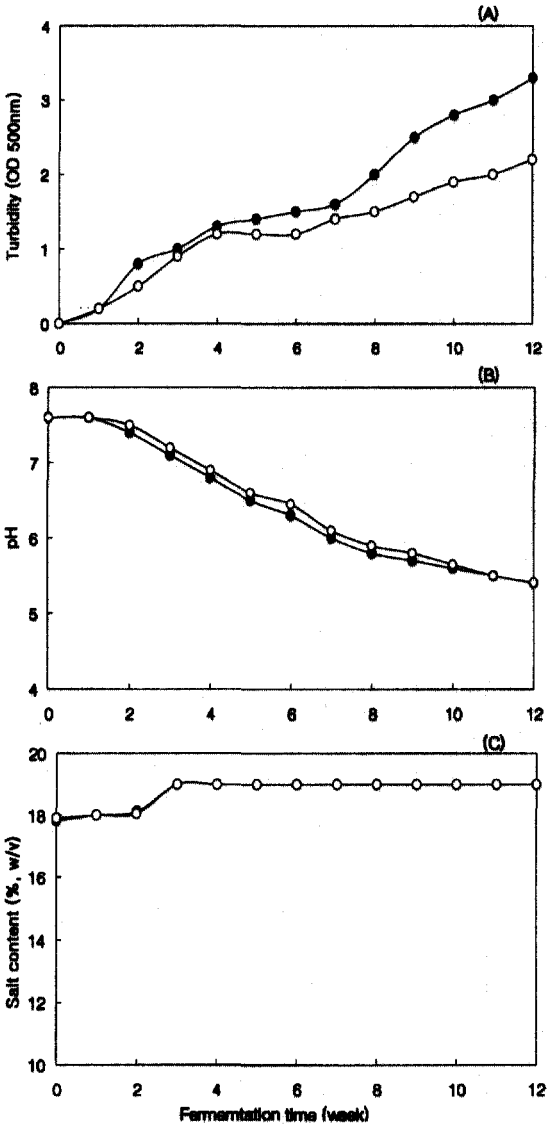

Fig. 2. Changes in turbidity (A), pH (B), and salt content (C) of soy sauce during the fermentation at different fermentation temperatures. ●, Ambient temperature; ○, 20°C.

효모의 경우 Fig. 1B에 나타낸 바와 같이 상온이나 20°C에서 모두 초기 1~3×10^{3}CFU/mL 수준으로 존재하다가 발효 2주 후부터 급격하게 증가하여 발효 8주 후부터 3~5×10^{7}CFU/mL 수준으로 유지하였다.

곰팡이의 경우에는 Fig. 1C과 같이 발효 초기 1.5~2.1×10^{2}CFU/mL 수준으로 존재하다가 발효 6주 후부터 감소하기 시작하여 12주 째에는 0.9~1.1 ×10^{2}CFU/mL으로 약간 감소하는 경향을 보였다.

이상의 결과로부터 간장에 존재하는 미생물은 그 종류에 관계없이 상온과 20°C에서 발효하였을 때 동일한 생육패턴을 나타냄을 알 수 있었다.

간장숙성 중 이화학적 성분 변화

간장의 탁도는 간장 특유의 갈색도를 측정하기 위하여 500 nm에서의 흡광도로 측정하였는데 발효가 진행됨에 따라 흡광도가 증가함을 알 수 있었다(Fig. 2A). 발효 12주 째에는 실온에서 발효시킨 간장의 흡광도가 3.2이고 20°C에서 발효시킨 간장은 2.2로 측정되어 실온에서 발효시킨 간장이 20°C에서 발효시킨 간장보다 흡광도가 빨리 증가함을 알 수 있었다.

간장의 pH 변화는 Fig. 2B에 나타내었는데 초기 7.6에서 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 감소하여 발효 12주 째에는 5.3까지 감소하였으며 발효온도에는 영향을 받지 않았다.

간장 제조 시 식염은 18.4%(w/v)가 되도록 첨가하였는데 식염 첨가 직후 염도를 측정한 결과 17.6%(w/v)로 나타났으며 발효 후 염도가 약간 증가하여 발효 후 3주 째에는 18.9%(w/v)가 되었으며 이후 일정한 값을 유지하였다(Fig. 2C).

총질소, 아미노태질소 그리고 휘발성염기질소의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 총질소 함량의 경우 발효기간에 따라 증가하였는데 실온에서 발효시켰을 때 약간 높은 값을 나타내었다(Fig. 3A). 12주까지 발효시켰을 경우 총질소량이 약 3.0%(w/v)까지 도달하였는데 식품공전상의 재래식 간장의 총질소 함량기준인 6.8~7.0%(w/v)의 절반 수준의 함량을 보여 아직 발효가 완료되지 않음을 알 수 있었다. Fig. 3B와 같이 아미노태질소 함량도 발효가 진행됨에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으며 실온이나 20°C에서 차이를 보이지 않았다. 휘발성염기질소는 발효기간에 따라 증가하였는데 실온

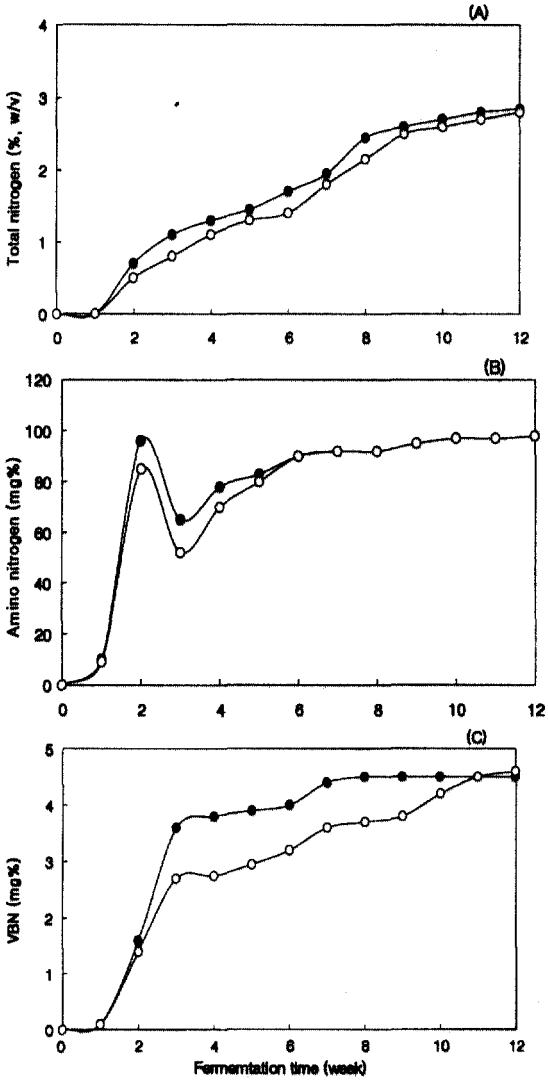

Fig. 3. Changes in total nitrogen (A), amino nitrogen (B), and VBN (C) of soy sauce during the fermentation at different fermentation temperatures. ● , Ambient temperature; ○ , 20°C.

에서 발효시켰을 경우 20°C에서 발효시켰을 경우보다 높은 값을 나타내었으며 실온에서 발효시켰을 때 7주 이후부터는 일정한 값을 유지하였으나 20°C에서 발효시킨 경우에는 12주까지 계속 증가하였다(Fig. 3C).

총당의 경우에는 Fig. 4A에서와 같이 발효가 진행됨에 따라 함량이 증가하였는데 실온에서 발효시켰을 경우 20°C에서 보다 발효초기의 생성속도가 빨랐으며 6주 이후부터는 20°C에서의 생성량이 많음을 알 수 있었다. 환원당 역시 실온에서 발효시

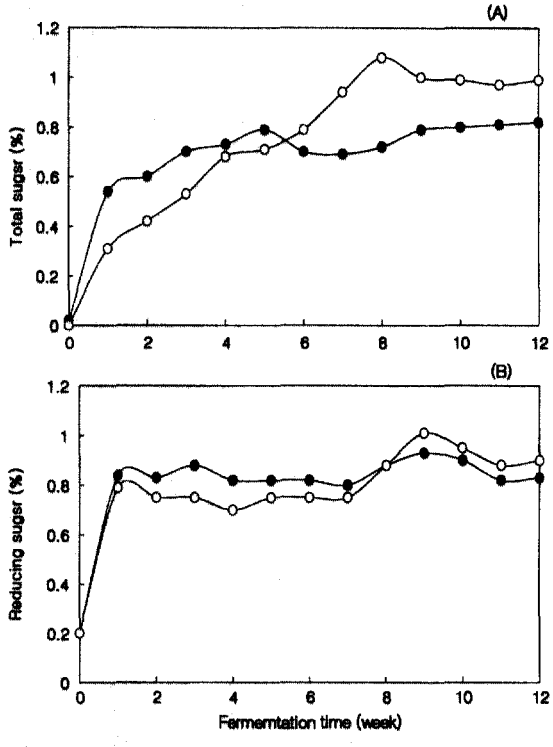

Fig. 4. Changes in total sugar (A) and reducing sugar (B) of soy sauce during the fermentation at different fermentation temperatures. ● , Ambient temperature; ○ , 20°C .

켰을 경우 20°C보다 함량이 약간 높음을 알 수 있었다(Fig. 4B).

이상의 이화학적 특성을 변화로부터 간장의 발효는 20°C에서보다는 실온에서 발효가 더 잘되는 것을 알 수 있었으며 총질소량의 증가속도를 볼 때 최소한 6개월 이상을 발효시켜야 간장의 발효가 완료될 것으로 예측하였다.

여과시 막의 종류에 따른 vacuum 및 Initial flux의 변화

재래식 간장의 여과에는 0.45 μm nitrocellulose 막, 0.45 μm nylon 막, 0.45 μm polyvinylidene difluoride (PVDF) 막을 사용하였으며 여과 전처리과정으로 Whatman filter paper No. 5를 사용하여 간장을 여과시켰다. 그 결과 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 nylon 막의 경우 초기 20 mmHg에서 100 LMH 이하의 flux를 보였으며 일정 여과시간이 경과한 후 74 mmHg의 vacuum pressure에 도달했을 때에는 약 200 LMH 이하의 flux를 보여 vacuum pressure가 증가함에 따라 initial flux도 약간의 증가추세를 보

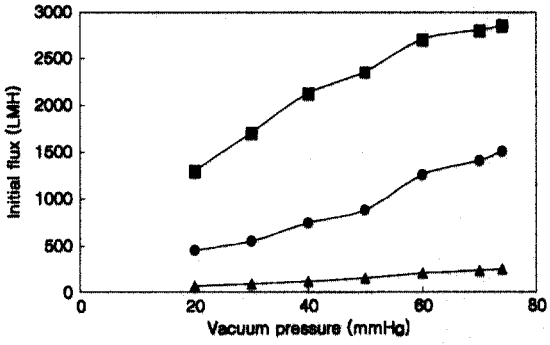

Fig. 5. Effect of trans-membrane vacuum pressure on permeate initial flux. ○, PVDF membrane; ●, nitrocellulose membrane; ▲, nylon membrane.

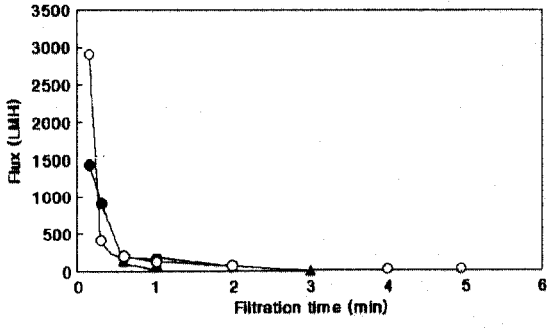

Fig. 6. Comparison of flux of soy sauce when filtered through various membrane with pore size of 0.45 μm ○, PVDF membrane; ●, nitrocellulose membrane; ▲, nylon membrane.

였으나 예상했던 기대치에는 미치지 못하였다. Nitrocellulose 막의 경우 20 mmHg에서 약 400 LMH의 flux를, 74 mmHg에서 1,500 LMH의 flux를 나타내 nylon 막과 비교했을 때 우수한 initial flux를 확인하였다. PVDF 막의 경우는 세 가지 여과막 중에 가장 우수한 flux 증가율을 보였으며 그 수치는 초기 20 mmHg에서 약 1,300 LMH, 74 mmHg에서 2,800 LMH였다. Nitrocellulose 막을 사용하였을 경우 여과 초기 flux는 거의 직선적인 증가경향을 나타내었으나 PVDF막을 사용한 경우에는 막 횡단압력이 증가할수록 flux의 증가폭이 약간 감소하는 현상이 나타났는데 이는 높은 막 횡단압력일수록 막표면에서 농도분극현상이 심화되어 막 표면에 단단한 겔층을 형성하기 때문인 것으로 생각된다. Kang *et al.*(1998)의 연구에서 대추술 여과 시 각 공정압력이 투과 flux에 미치는 영향을 살펴보면 공정압력의 증가 시에 투과 flux는 직선적인 변화를 나타낸다고 보고한 결과와 비교했을 때 일치함을 확인했다.

Table 1. Viable cells of membrane-filtered soy sauce
(unit : CFU/mL)

Viable cell	Membrane			
	Non-filtered	Nitrocellulose	Nylon	PVDF
Bacteria	1.41 109	ND*	ND	ND
Yeasts	2.23 109	ND	ND	ND
Molds	6.00 102	ND	ND	ND

*ND ; not detected.

막의 종류와 여과 시간에 따른 Flux의 변화

Fig. 6에는 간장의 여과 시간에 따른 flux의 변화를 나타내었다. 여과공정은 74 mmHg의 진공도로 실시하였는데 이때의 초기 flux는 nitrocellulose 막의 경우 1,471 LMH, nylon 막과 PVDF 막은 각각 184 LMH, 2,941 LMH로 PVDF 막을 사용하였을 때 여과속도가 가장 높았다. 이는 Kang *et al.*(1998)의 연구에서 투과 flux는 적용압력에 관계없이 공정초기에 급속히 저하되었고 이 시간 내에 압력에 따른 투과 flux의 차이가 점점 감소하여 일정시간 경과 뒤에는 압력에 따른 투과 flux의 차이는 크지 않았다고 보고와 일치하였으며 여과시간이 지남에 따라 여과 flux가 급격하게 저하되었는데 이는 fouling과 농도분극에 기인한 것으로 판단된다. Amar *et al.* (1990)은 한외여과를 이용하여 사과주스를 청징시에 투과 flux가 초기 30분 동안 빠르게 저하되어 정체되었으며 초기에 높은 압력에서 시작하는 것 보다 서서히 압력을 증가시켰을 때 투과 flux가 더 낮았다고 보고하였다. 이상의 두 가지 결과에서 재래식 간장의 여과에는 PVDF 막이 가장 우수함을 알 수 있었다.

여과 공정에 의한 미생물의 사멸

일반적으로 살균하지 않은 간장에는 *Bacillus* 속 등의 일반세균과 내염성 세균이 각각 10^7 CFU/mL 이상 생육하여 가열살균에 의해 $10^2 \sim 10^3$ CFU/mL로 감소하는 것으로 알려져 있으며 곰팡이는 주로 *Aspergillus oryzae*가 대부분이고 기타 *Penicillium, Rhizopus, Mucor* 속들이 존재하는 것으로 알려져 있다(Lee *et al.*, 1975). 0.45 μm Nitrocellulose 막, 0.45 μm nylon 막, 0.45 μm PVDF 막을 사용하여 74 mmHg의 진공도에서 여과한 후 여과 전 후의 미생물 수를 비교해 본 결과 Table 1에 나타난 바와 같이 여과 전 재래식 간장의 세균을 1.41×10^9 CFU/

mL, 효모는 2.23×10^9 CFU/mL, 곰팡이는 6.00×10^2 CFU/mL의 수준으로 존재하였으나 위의 세가지 막을 이용하여 여과 한 후에는 막의 재질에 관계없이 모든 미생물이 검출되지 않아 pore size 0.45 μm의 막을 사용할 경우 막의 재질과는 관계없이 모든 미생물을 여과할 수 있음을 알 수 있었다.

재래식 간장의 여과 전후 이화학적 성분 분석

재래식 간장을 여러 가지 미세여과막을 사용하여 74 mmHg에서 여과 전후의 이화학적 성분을 분석한 결과 Table 2에 나타내었다. 여과하지 않은 간장의 탁도는 3.72였는데 본 실험에 사용한 여러 가지 막을 이용하여 여과하였을 경우 종류에 관계없이 전체적으로 약 30% 정도의 감소율을 나타내었는데, 이는 재래식 간장에 잔존하던 고형물이나 입자크기가 비교적 큰 다당류들, 그리고 여러 가지 미생물들이 pore size 0.45 μm인 막을 통과하지 못했기 때문으로 생각된다. Kang *et al.*(1998)의 연구에 의하면 대추술의 여과시 무처리술의 탁도가 1.047에서 0.077 이하로 크게 낮아졌다는 보고에는 미치지 못하지만 모든 막에 있어서 30% 정도의 감소를 나타낸 것은 공정에 사용한 여과막의 재질과 pore size의 차이 그리고 시료의 차이에 기인한 것으로 생각

Table 2. Changes in physicochemical properties of membrane-filtered soy sauce

	Non-filtered	Nitrocellulose	Nylon	PVDF
Turbidity (OD 500 nm)	3.7	2.2	2.2	2.3
pH	4.6	4.7	4.7	4.6
Acidity (mL)	16.8	16.8	16.8	16.8
Salt content (%)	18.9	18.9	18.93	18.9
L value	46.2	46.7	46.9	46.4
a value	11.4	13.5	13.3	13.1
b value	5.9	7.0	7.6	9.6
Total nitrogen (%)	6.9	6.9	6.9	6.9
Amino nitrogen (mg%)	99.0	99.0	99.0	99.0
Volatile base nitrogen (mg%)	10.4	7.8	7.8	7.8
Total sugar (%)	1.6	1.4	1.3	1.4
Reducing sugar (%)	1.3	0.8	0.9	0.9

되어진다. pH는 여과 전 4.63에서 여과 후 4.6~4.7로 큰 변화가 없었으며, 산도와 식염함량은 여과 전후 막의 종류에 관계없이 변화가 없음을 알 수 있었다. 색도에 경우도 큰 변화를 보이지는 않았지만 여과 전 L값은 여과 전 46.2에서 46.7(nitrocellulose 막), 46.9(nylon막), 46.4(PVDF막)로, a값은 여과 전 11.4에서 13.5(nitrocellulose 막), 13.3(nylon막), 13.1(PVDF막)로, b값은 여과 전 5.9에서 7.0 (nitrocellulose 막), 7.6(nylon막), 9.6(PVDF막)으로 여과 후 간장의 색이 조금씩 밝아짐을 알 수 있었다. 이는 여과과정 중 막에 의해서 간장에 존재하던 고형물과 부유물질들이 일부 제거되기 때문으로 사료되며 이는 탁도가 30% 정도 감소한다는 결과와 상관관계가 있는 것으로 보인다. Baumann *et al.*(1986)은 막의 pore size가 작아질수록 주스의 색이 더 밝아졌고 이는 막의 pore size가 작아질수록 고형물이나 부유물질들을 여과할 수 있는 능력이 커지기 때문이라고 보고한 바 있다. 총질소와 아미노태 질소 함량의 경우 여과처리에 관계없이 각각 6.9, 99.0으로 일정하였고, 휘발성염기질소와 총당, 환원당은 약간의 감소추세를 보였는데 휘발성 염기질소의 경우는 여과 전 10.4에서 막의 종류에 관계없이 모두 7.8로 감소하였는데 이는 여과공정 중 막에 흡착되거나 휘발되어진 것으로 생각되어진다. 총당은 여과 전 1.6에서 여과 후 1.3~1.4로 약 20% 이하의 감소율을 보였고 환원당은 여과 전 1.3에서 여과 후 0.8~0.9로 약 30% 정도 감소하였는데 이는 역시 입자가 비교적 큰 다당류들이 여과되거나 환원력이 강한 당류들이 여과막 표면에 흡착되어진 것으로 생각되어진다.

재래식 간장의 여과 전후 향미 성분 분석

간장의 향미에 영향을 주는 요인으로는 숙성 과정 중 효소작용에 의해 원료단백질에서 생성되는 아미노산의 구수한 맛과 미생물 발효로 생성되는 유기산 및 콩에 다량 함유된 지방의 분해물인 지방산이나 glycerol 등이 관여한다고 알려져 있다(김종규 등, 1995).

본 연구에서는 GC를 사용하여 막여과에 의한 간장 중에 존재하는 향미성분의 변화를 살펴보았다. Fig. 7(A, B)에 나타낸 바와 같이 최적 막으로 선정된 0.45 μm PVDF 막을 사용하여 여과한 간장과 무처리 간장을 비교한 결과 대부분의 향미성분은 소실되지 않음을 확인하였으며 오히려 여과에 의

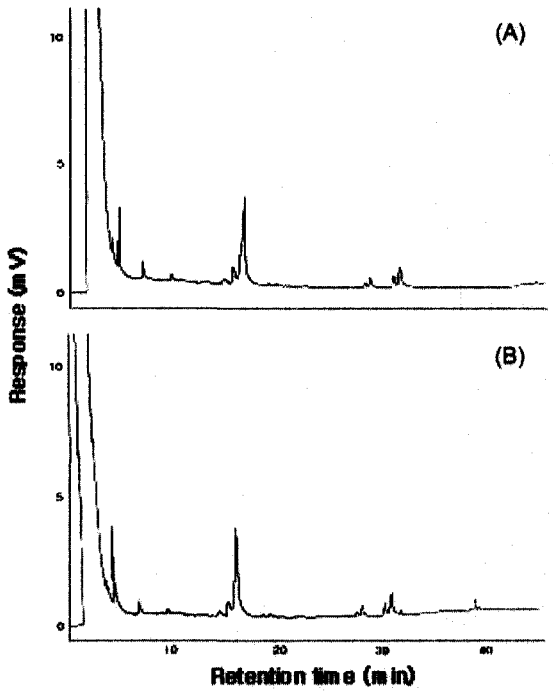

Fig. 7. Gas chromatograms of soy sauce during the membrane filtration before (A) and after (B) filtration with PVDF membrane.

한 농축현상으로 향미성분의 미세한 증가를 확인할 수 있었다.

요 약

간장 고유의 향미를 보존하여 품질을 향상시키면서 저장성을 높이기 위하여 간장의 발효 패턴을 분석한 후 막여과법을 이용하여 재래식 간장을 비열살균한 후 이화학적 특성을 조사하였다. 재래식 간장의 여과에는 0.45 μm nitrocellulose막, 0.45 μm nylon막, 0.45 μm polyvinylidene difluoride(PVDF)막을 사용하였으며 여과 전처리과정으로 Whatman filter paper No. 5를 사용하여 간장을 여과시켰다. 막여과는 74 mmHg의 진공도로 실시하였는데 이때의 초기 flux는 nitrocellulose 막의 경우 1,471 LMH, nylon막과 PVDF막은 각각 184 LMH, 2,941 LMH로 PVDF막을 사용하였을 때 여과속도가 가장 높았다. 여과 전 재래식 간장에 존재하는 총 균수는 2.1×10^9 CFU/mL, 효모수는 1.4×10^9 CFU/mL이었는데 막여과 후 간장에는 막의 종류에 관계없이 미생물이 관찰되지 않았다. 또한 간장의 이화학적성분에도 큰 변화를 보이지 않았으며 향기성분의 소실도 발생하지 않았다. 이상의 실험결과로부터 간장의 미세여과 시 fouling과 농도분극현상에 의해 여과 속도가 저하되는 문제점을 개선한다면 미세여과에 의한 비열살균이 간장의 제조공정에 효과적으로 도입될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

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

문 헌

김동만. 1996. 식품산업에서의 분리막을 이용한 분리농축기술: 식품공업의 새로운 가공기술 교육. 한국식품개발연구원

김종규, 정영건, 강용호, 이은주, 지원대, 전진경, 지은영. 1995. 전통발효식품의 과학화 연구 - 전통된장의 산업화에 관한 연구. 과학기술처 선도기술개발사업 연구보고서. 영남대학교

김찬조, 이석건, 이종수, 박창희. 1988. 국(麴)의 첨가가 아미노산 간장의 품질에 미치는 영향. 한국농화학회지 **31**: 145-151

이서래. 1992. 한국의 발효식품. 이화여자대학교 출판부. 서울. p. 53-135

이은미, 강현아, 장규섭, 최용희. 1998. 한외여과를 이용한 액젓 (Sandlance)의 청징. 산업식품공학 **2**: 96-99

최광수, 최청, 김종규, 임무혁, 정현채, 최종동. 1995. 전통발효식품의 과학화 연구 - 전통간장의 대량생산을 위한 기반 연구. 과학기술처 선도기술개발사업 연구보고서. 영남대학교

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**(6): 1620-1625

Baumann, G., B. Strobel and K. Giershner. 1986. Microfiltration and ultrafiltration of apple juice-comparition of inorganic/organic membranes and conventional deep-bed filters. *Flussiges Obst.* **53**(5): 251-257

Choi, K.S., J.D. Choi, H.C. Chung, K.I. Kwon, M.H. Im, Y. H. Kim and W.S. Kim. 2000. Effects of mashing proportion of soybean to salt brine on Kanjang(soy sauce) Quality. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**(1): 174-180

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**(5): 1146-1151

Kang, I.J., S.S. Ham, C.K. Chung, S.Y. Lee, D.H. Oh and J.J. Do. 1999. Production and characteristics of fermented

soy sauce from mountain herbs. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**(5): 1203-1210

Lee, K.Y., H.S. Kim, H.G. Lee, O. Han, and U.J. Chang. 1997. Studies on the prediction of the shelf-life of Kochujang through the physicochemical and sensory analyses during storage. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **26**: 588-594

Lee, T.S., Y.H. Chu, B.K. Shin and J.H. Yu. 1975. Studies on the preservation of soy sauce. Part I. The periodical change of chemical composition and micro-flora (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **7**(4): 200-207

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

Park, K.J., Y.M. Kim, B.H. Lee. and B.K. Lee. 1977. Fungal microflora home-made Meju (in Korean). *Kor. J. Mycol.* **5**(1): 7-12

Shin. H.Y. 1997. Development and research trend of functional foods (in Korean), *Food Science and Industry* **30**(1): 2-43