

## Aspergillus oryzae를 이용한 캡슐형 메주의 품질특성

최재훈\* · 권선화\* · 이상원\*\*\* · 남상해\*\*\*\* · 최상도\*\*\* · 박석규\*\*\*\*\*

\*한국전통발효식품연구소, 진주산업대학교, \*\*미생물공학과, \*\*\*식품가공학과  
\*\*\*\*순천대학교 식품영양학과

### Quality Properties of Capsule Type Meju Prepared with Aspergillus oryzae

Jehun Choi\*, Sun-Hwa Kwon\*, Sang-Won Lee\*\*\*,

Sang-Hae Nam\*\*\*\*, Sang-Do Choi\*\*\* and Seok-Kyu Park\*\*\*\*\*

\*Korea Fermented Food Research Institute, Sancheong 666-962, Korea

\*\*Department of Microbiological Engineering,

\*\*\*Department of Food Processing, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

\*\*\*\*Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

#### Abstract

In order to improve some problems such as contamination of undesirable mold, mycotoxin production and excessive drying on the surface of traditional meju, we developed a capsule type-meju(CM) coated with steamed black bean and *Aspergillus oryzae* - rice koji(0.3%, w/w) mixture to surface of traditional meju and fermented at 25°C for 14 days under 80% relative humidity. Contamination of undesirable mold on the surface of CM was not detected within 2 weeks and some genus *Penicillium* molds on control meju without koji were found naturally after 12 days of fermentation. The moisture content of meju was showed to be in the range of 34.7 - 29.4% being 32.7%(w/w) of mean value. Titratable acidities in CMs prepared with black bean(BCM) and soybean(SCM) were much higher than that in control meju, and BCM was similar to SCM. Free sugar content in BCM(123.98 mg%) was 10 times and 2.1 times higher than that in control meju(15.02 mg%) and SCM(59.85 mg%), respectively. Amino type nitrogen content in control meju was 147.00 mg% and its content in BCM(255.50 mg%) was 1.37 times higher than that in SCM(187.25 mg%). Total organic acid content in BCM(95.98 mg%) and SCM(119.98 mg%) were much higher than that in control meju(26.44 mg%), and then lactic and malic acid contents were markedly changed according to capsulation of meju. Lightness value(L) of Hunter color index was much higher in BCM than in SCM. Fatty acid composition of CM was not different as compared to control meju. Total free amino acid content in BCM(1039.70 mg%) was 4.4 times and 2.4 times higher than that in control meju(236.45 mg%) and SCM(556.07 mg%), respectively.

Key words : capsule type meju, *Aspergillus oryzae*, quality property

## 서론

자연발효 메주의 표면에는 제조과정중 공기로부터 착생하여 번식하는 곰팡이가 많이 발생할 수 있는데, 그 중에서 유용 곰팡이로는 털곰팡이(*Mucor*속), 거미줄곰팡이(*Rhizopus*속) 및 일부 국곰팡이(*Aspergillus*속)이 주류를 이루어 메주표면에서 부수적인 발효를 행한다(1-4). 한편 메주의 내부에는 주로 메주콩 자체에서 유래되는 주요 고초균(*Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* 등)을 포함한 *Bacillus*속 세균이 증식하면서 독특한 냄새를 발생하고 단백질 분해

효소 등 각종 효소를 생성하여 메주의 주도적인 발효를 행하는데(5-8), 이들 발효균이 전통장류의 독특한 맛과 향을 좌우하는 역할을 행한다. 따라서 메주는 우리나라 전통장류 제조를 위해 중요한 starter cake로 사용되며 그 품질이 장의 맛과 위생적인 품질지표를 결정하는 중요한 발효 소재이다(5,8).

그러나 장기간 자연발효 시키는 전통메주의 문제점으로는 첫째 겨울철에 비가 많이 오거나 습도가 높아지는 불리한 자연환경 조건에서는 메주 표면이나 표면으로부터 내부 2~3 cm에 푸른 곰팡이, 검은 곰팡이 및 붉은 곰팡이 등 야생 곰팡이가 발생할 수 있다. 그 중에는 유용 발효균주인 황국균(*Asp. oryzae*)과 외형적으로 거의 유사한 *Asp. flavus* 및 *Asp. parasiticus* 등이 오염되어 강력한 발암물질로 알려진 aflatoxin과 같은 인체에 유해한 곰팡이 독소(mycotoxin)가 생성될 잠재성이 충분히 있다(9-13). 둘째 메주를 외부 환경에

Corresponding author : Seok-Kyu Park, Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea  
E-mail : bestmeju@suncheon.ac.kr

서 2~3개월간 장기 발효시키므로 그 표면이 과도하게 건조되어 갈라지게 되며, 그 틈으로 야생 곰팡이가 메주 내부까지 깊게 번식할 가능성이 높다(9). 셋째 과도한 건조에 의한 메주 표면의 콩 단백질의 분해율이 낮아지고, 넷째 메주 표면에 콩 지방의 산패가 일어나므로 메주 콩에 함유된 불포화지방산이 산소와 접촉하여 변색, 불쾌한 냄새나 맛을 형성하거나 영양적 가치가 손실되는 등 품질이 저하된다.

본 연구자들은 이와 같은 전통메주의 문제점을 해결하기 위하여 “캡슐형 메주”를 착안하게 되었으며(Figure 1), 그 제조방법은 대두보다 유용곰팡이의 증식속도가 빠르고, 지방성분의 함량이 낮으며 기능성 물질의 함량이 높은 검정콩(14)을 그대로 쓰거나 종피를 박피하여 메주 유용발효균(곰팡이, 버섯류 등)을 혼합한 다음 메주의 표면에 얇게 코팅시켜서 2단계 발효를 행한다. 즉 외층은 검정콩과 발효균으로 이루어지며 유용 발효균 곰팡이나 버섯이 야생곰팡이의 생육을 차단시키게 되며, 중간층은 세밀하게 마쇄한 대두에 *Bacillus*속 세균을 접종하여 외층의 유용 발효균의 내부 침투 차단시키는 역할을 한다. 또한 내층은 전통메주처럼 굵은 입자의 대두로 이루어지며, 자연 유래의 전통메주 발효세균 혹은 혈전용해능, 고역가 효소 및 박테리옌 등을 분비하는 스타트 발효세균을 접종에 의하여 메주 발효의 주도적 역할을 하게 된다(15).

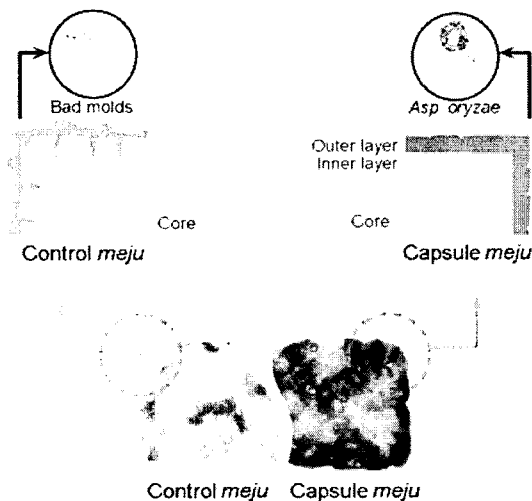


Fig. 1. Shape and longitudinal cross section of conventional meju(as control) and capsule type meju coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae* koji powder during fermentation.

본 연구에서는 전통메주의 발효기간을 단축시키고 식품학적 품질과 위생적 안전성을 향상시키기 위하여 우선 검정콩으로 만든 외층에 황국균을 혼합한 캡슐형 메주와 대두로 만든 외층에 황국균을 혼합한 캡슐형 메주를 1차 발효시켜 그 표층부에 대한 몇 가지 품질특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 종균

캡슐형 메주 제조용 콩 [*Glycine max* (L.) Merrill] 은 2001년에 한국전통발효식품연구소 부설농장에서 수확한 태광 품종의 대두를 사용하였고, 검정콩은 대립종(서리태·속 파란콩)을 사용하였다. 종균은 한국종균협회에서 분양받은 황국균(*Asp. oryzae* KCCM 11530)을 쌀코오지로 제조하여 사용하였다.

### 캡슐형 메주의 제조

대두와 검정콩을 각각 12시간 동안 물에 불린 다음 120°C에서 40분간 증자 후 15×10×20 cm의 목각형으로 메주를 성형하였다. 그 중 외층은 껍질을 벗긴 검정콩을 세밀하게 마쇄하여 황국균(*Asp. oryzae*) 종균을 0.3% 농도(w/w)로 섞어 두께를 1 cm로 하였고, 또한 같은 방법으로 대두를 사용하였으며, 내층은 대두를 굵게 마쇄하여 성형하였다. 대조구 메주는 증자한 대두를 목각형으로 성형한 다음, 캡슐형 메주와 동시에 한국전통발효식품연구소의 황토방 발효실에서 온도 25°C, 습도 80%로 메주를 14일 동안 1차 발효시킨 후 표층부 1 cm를 모두 채취하여 마쇄한 후 분석 시료로 사용하였다.

### 수분, pH, 적정산도 측정

메주의 수분은 상압가열건조법으로 하였으며(16), pH는 메주 10 g에 증류수 10 mL를 가하여 pH meter(Isteck 720P, Korea)로 측정하고(16), 적정산도는 메주 10 g에 증류수 40 mL를 가하여 0.1N NaOH로 pH 8.3을 종말점으로 하여 적정한 후 젖산의 함량으로 환산(% w/w)하였다(17).

### 유리당 분석

메주의 유리당 함량은 Choi 등(18) 및 Valverde 등(19)의 방법에 준하여 시료 5 g을 에탄올 100 mL로 마쇄하여 환류냉각 추출한 다음 여과하여 0.1 N NaOH로 pH를 7.0으로 조정하여 여과하였다. Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge로 색소 및 단백질 성분을 제거하고, 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC(Shimadzu LC10A, Japan)로 분석하였다.

### 아미노산성 질소 측정

아미노산성 질소(NH<sub>2</sub>-N)는 Formol적정법에 의한 포르몰태 질소 함량에서 암모니아태질소 함량을 뺀 것으로 나타내었다(14,17). 포르몰태질소의 측정은 메주 5 g에 증류수 100 mL를 가하여 1시간 동안 교반하여 충분히 혼합한 후 0.1N NaOH용액으로 pH 8.4까지 적정하였다. 이때에 증성포르말

린 용액 20 mL를 가한 다음 다시 pH가 떨어지면 0.1N NaOH용액으로 pH 8.4까지 적정하여 계산하였다.

암모니아태질소(NH<sub>3</sub>-N)는 전처리 추출액 20 mL에 30% NaOH 2 mL와 소포제로 실리콘 수지 3 mL를 넣은 다음 증류장치에서 5분간 증류할 때에 발생하는 가스를 3% boric acid로 포집한 후, pH meter를 이용하여 0.02N HCl로 pH 4.04까지 적정하여 HCl 소모량으로 산출하였다(14,17).

### 색도 측정

분쇄한 메주 20 g을 색도색차계(Minolta Chroma Meter CR-200, Japan)의 측정대에 고르게 담은 후, L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)값을 각각 5회 반복 측정하였으며, 이때 사용한 표준 백색판의 L, a, b값은 각각 89.2, 0.921 및 0.78이었다.

### 유기산 분석

시료 100 mg을 칭량한 후 소형 실험관에 넣고 증류수 10 mL를 가하여 잘 섞은 후 32.4℃의 항온기에서 1시간 방치하였다. 원심분리 (10,000 rpm, 10 min)한 후 상정액을 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge와 0.22 μm membrane filter로서 색소 등의 이물질을 제거한 다음, HPLC (Shimadzu LC10A, Japan)로 분석하였다(20).

### 지방산 분석

메주 1 g과 Folch용액(chloroform : methanol = 2 : 1, v/v) 30 mL를 혼합하여 마쇄한 후 질소충진 후 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Buchner여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70 mL를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고(4℃)에서 층이 분리될 때까지 방치한 후, 아래층을 취해서 회전진공농축기(35℃)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid - methanol 3 mL를 가하여 질소충진 후 밀봉하고 90℃에서 90분간 반응시켜 메칠에스테르화하였다. 다시 5% NaHCO<sub>3</sub> 3 mL를 가하고 석유에테르 3 mL로 3회 추출하여 질소가스로 건조시킨 다음, 석유에테르 100 μL로 녹여서 GC (Hewlett Packard GC 5890, USA)로 분석하였다(21).

### 유리아미노산 분석

메주 1 g에 70% 에탄올 30 mL를 가하고 균질화한 후 1시간 동안 교반하여 추출하였다. 이 추출액을 20% 3-chloroacetic acid로 단백질을 제거하고 에테르로 지방을 제거한 후 75℃에서 감압농축하여 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 10 mL 정용하였다. 그 후 0.22 μm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석기(Biochrom 20, USA)로 분석하였다(14).

## 결과 및 고찰

### 곰팡이의 생육상태

전통메주 제조과정에서 메주표면에 오염 곰팡이의 생육을 억제할 목적으로 메주의 주 발효과정의 전단계로 1~2일간 예비건조 과정을 거치게 되는데, 이런 과정을 통하여 메주의 과도한 건조와 표면 갈라짐 및 곰팡이 2차 오염현상 등이 나타나는 문제점을 갖고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 캡슐형 메주를 제조하여 건조과정을 생략하여 14일간 1차 발효과정(상대습도 80%, 25℃)에서 나타나는 메주표면의 곰팡이의 생육상태를 건조하지 않은 대조구 메주와 비교하였다. 검정콩을 이용한 캡슐형 메주는 3일째부터 황국 곰팡이가 빠르게 성장하였고 대두를 이용한 캡슐형 메주의 경우 6일 이후부터 황국 곰팡이가 성장하였다. 또한 검정콩을 이용한 캡슐형 메주가 대두를 이용한 캡슐형 메주보다 곰팡이 균사의 생육속도가 빠르게 나타났다. 이는 검정콩이 대두보다 곰팡이 성장에 효과적인 당 성분이 많고, 지방질 함량이 적었기 때문으로 판단된다. 캡슐형 메주의 표면에서 야생곰팡이의 오염은 발견되지 않았으나, 대조구 메주는 발효 9일째에 메주 표면에 야생에서 오염된 곰팡이 균사가 생육되었고, 12일 이후에 푸른곰팡이가 많이 관찰되었다(Figure 2).



Fig. 2. Changes in surface layer of capsule type meju coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae* koji powder and fermented at 25℃ for 14 days as first stage of fermentation(A, initial time ; B, 2 days ; C, 7 days of fermentation).

### 수분, pH 및 적정산도

대조구 메주와 캡슐형 메주의 수분함량, pH 및 적정산도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 메주의 수분 함량은 평균

32.7%로서 34.7~29.4%의 범위를 나타내었다. 대조구 메주가 오히려 캡슐형 메주보다 수분 함량이 약간 높은데, 이는 메주의 발효시간이 짧고 캡슐형 메주의 경우에 표면에 성장하는 유용 곰팡이들의 호흡열의 영향이 있으며, 캡슐형 메주의 외층부 제조에 들어가는 종국의 수분함량이 낮아 캡슐형 메주의 수분함량이 낮은 것으로 판단된다. Yoo와 Kim(6)은 벽돌형 전통메주의 자연발효 초기의 수분함량 61.13%에서 60일 후에는 31.59%로 감소하였다고 보고하였다. 또한 Yoo와 Kim(5)은 전국에서 수집한 123개 전통메주에서 평균 수분함량을 내부 38.13±14.80%, 외부는 22.83±9.65%로 내부가 약 16%이상 많은 함량이었다고 보고하였다. 본 실험결과는 이들과 비슷한 패턴으로 전통메주보다 발효기간이 짧고 표층부만의 결과이나 발효기간의 경과에 따라 수분이 낮아지게 되는 것을 알 수 있었다.

**Table 1. pH, titratable acidity and moisture content in surface layer of conventional meju and capsule type meju coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae* koji powder and fermented at 25°C for 14 days**

Items	Conventional meju (Soybean)		Capsule type meju	
			Soybean	Black bean
pH	7.43	7.04	7.04	7.00
Titratable acidity(%)	0.88	1.35	1.35	1.40
Moisture(%)	34.71	30.74	30.74	29.35

메주의 pH는 검정콩 캡슐형 메주가 가장 낮게 나타났고, 대조구 메주의 pH가 높게 나타났다. 적정산도는 대조구 메주보다 캡슐형 메주가 높게 나타났으며, 대두 캡슐형 메주와 검정콩 캡슐형 메주는 비슷하게 나타났다. 이와 같이 캡슐형 메주가 대조구 메주보다 pH는 약간 낮고 산도가 높은 이유는 유용 발효 곰팡이의 생육에 따른 캡슐형 메주의 유기산 축적으로 사료된다. Yoo와 Kim(6)은 벽돌형 전통메주의 자연발효 초기의 pH 6.29이던 것이 발효 말기에 pH 5.88로 저하하였으며 산도의 경우 0.08%에서 0.23%로 증가하였다고 보고하였으며, Park과 Oh(22)도 발효중 산도가 증가한다는 보고를 하였다. 그러나 Yoo 등(8)은 강원도 지방의 메주에서 메주 발효중 pH가 증가한다는 보고와는 상반되는 경향이였다. 또한 Yoo와 Kim(5)은 전국에서 수집한 123개 전통메주에서 pH와 적정산도를 보면 pH는 내부 6.98±0.79, 외부는 6.88±0.53%이고, 적정산도는 내부는 1.54±0.69, 외부는 1.98±0.63으로 내부와 외부간에는 별 차이가 없었으나 시료간에는 차이가 많이 나타나 발효조건별 환경에 따라 차이가 심한 것으로 보고하였다. 본 실험결과는 이들 결과와 비슷한 패턴이나 pH가 약간 높고 산도는 약간 낮는데 전통메주의 경우 3개월의 발효기간을 거치나 캡슐형 메주의 발효기간이 14일로 짧기 때문이라 판단된다.

## 유리당

대조구 메주와 캡슐형 메주의 유리당을 측정된 결과는 Table 2와 같은데, 캡슐형 메주의 총 유리당 함량은 대조구 메주보다 높게 나타났으며, 특히 검정콩 캡슐형 메주의 유리당 함량은 123.98 mg%로 대조구 메주 15.02 mg%와 대두 캡슐형 메주 59.85 mg%보다는 각각 10배, 2.1배 높게 나타났다. 이와 같은 이유는 검정콩 자체의 발효성 당질의 함량이 대두보다 높고, 또한 이들 발효성 당을 이용한 유용 발효균의 증식에 의한 탄수화물의 분해를 촉진하는 가수분해 효소를 많이 생성되었기 때문인 것으로 판단된다.

**Table 2. Contents of free sugar in surface layer of conventional meju and capsule type meju coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae* koji powder and fermented at 25°C for 14 days (mg%)**

Sugars	Conventional meju (Soybean)		Capsule type meju	
			Soybean	Black bean
Mannose	12.00	16.91	16.91	24.84
Sucrose	0.17	20.59	20.59	36.19
Arabinose	1.14	0.39	0.39	1.71
Fructose	-	8.07	8.07	23.01
Maltose	-	-	-	-
Xylose	-	-	-	0.17
Galactose	-	8.05	8.05	27.71
Ribose	-	-	-	0.43
Lactose	1.04	5.80	5.80	9.92
Glucose	0.68	-	-	-
Total free sugars	15.02	59.85	59.85	123.98

대조구 메주의 유리당은 mannose가 약 80%를 차지하였으며, 그 외 arabinose, lactose, glucose 등이 약간 검출되었다. 그러나 캡슐형 메주는 대조구 메주에 포함되지 않거나 아주 적은 양인 sucrose, fructose, galactose를 상당히 많이 함유하고 있으며, lactose 함량도 대조구 메주에 비하여 6~10배 정도 증가하였다. 대조구 메주나 캡슐형 메주에는 maltose, xylose, ribose 및 glucose는 미량 존재하거나 거의 없었다.

Lee 등(23)은 전통메주의 환원당 함량을 초기 311 mg%에서 80일간 자연발효 후 222 mg%까지 감소되었다고 보고하였다. Yoo와 Kim(5)은 전국에서 수집한 123개 전통메주에서 총 유리당 함량은 내부 1.1~5.3%(평균 2.64%), 외부 1.9~7.2%(평균 3.49%)였으며, 제조시 전분질 원료를 사용하는 전북지역의 메주(내부 5.3%, 외부 7.2%)가 가장 높은 함량이었으며, 경남 및 경기 메주가 1.1~2.3%로 낮게 나타났다고 보고하였다. 본 결과와 상기의 보고들과 상이한 것은 콩의 종류, 발효방법 및 발효기간, 저장방법 및 저장기간 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

### 아미노산성 질소

대조구 메주와 캡슐형 메주의 아미노산성 질소를 측정된 결과는 Figure 3과 같다. 아미노산성 질소 함량은 메주 콩단백질의 분해율을 나타내는 지표로서 캡슐형 메주가 대조구 메주보다는 그 함량이 높게 나타났다. 특히 검정콩 캡슐형 메주의 아미노산성 질소는 256 mg%로서 대두 캡슐형 메주 187 mg%보다 약 1.37배 높은 함량을 나타내었다. 따라서 검정콩 캡슐형 메주는 대두 캡슐형 메주보다 유용 발효 곰팡이의 생육속도가 빠르고, 특히 대조구 메주와는 달리 자연 환경으로부터 오염되는 야생곰팡이의 생육을 억제할 수 있도록, 캡슐화에 이용되는 황국균에 의하여 이들 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 장점을 갖고 있을 뿐만 아니라, 콩 단백질의 효소적 가수분해속도가 빠르고, 유리당의 함량이 높아 메주의 품질증진과 위생적 문제 해결에 유리한 것으로 판단된다.

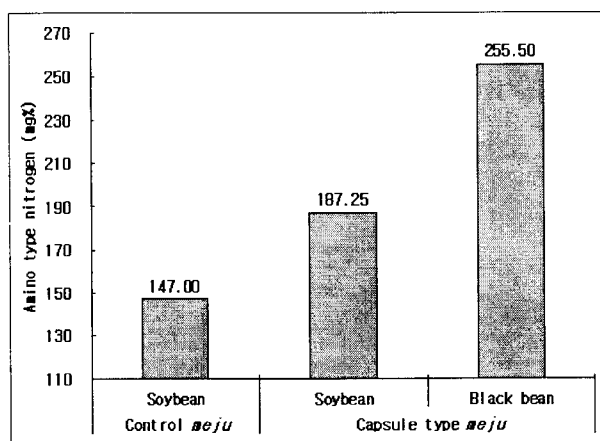


Fig. 3. Contents of amino type nitrogen in surface layer of conventional meju and capsule type meju coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae* koji powder and fermented at 25°C for 14 days.

Park 등(24,25)은 아미노산성 질소 함량이 벽돌형 개량메주는 초기 180 mg%에서 90일 후에 690 mg%까지 증가하였고, *Asp. oryzae*를 이용한 낱알형 개량메주는 초기 290 mg%에서 90일 후에 750 mg%로 벽돌형 개량메주보다 아미노산성 질소 함량이 약간 높았다고 보고하였다. 본 결과는 이들과 같은 패턴으로 자연발효에 의한 대조구 메주보다 유용발효균에 의한 캡슐형 메주의 품질개선에 효과적임을 알 수 있었다.

### 색도

대조구 메주와 캡슐형 메주의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. L값(명도)은 대두 캡슐형 메주는 68.25였으며, 종피를 제거한 검정콩 캡슐형 메주는 69.86으로서 대조구 메주

65.87보다 약간씩 높게 나타났고, 특히 캡슐형 메주는 대두보다 검정콩의 명도값이 크게 나타났는데, 이는 검정콩이 지방질 성분이 적고 발효균에 의한 캡슐화가 잘 되어 균사체의 색깔이 일부 영향을 준 것으로 생각된다. 적색도 값(a)은 L값과 반대로 캡슐형 메주가 대조구 메주보다 낮게 나타났으며, b값(황색도)은 모두 거의 비슷하게 나타났다.

Table 3. Hunter color values in surface layer of conventional meju and capsule type meju coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae* koji powder and fermented at 25°C for 14 days

Color	Conventional meju	Capsule type meju	
	(Soybean)	Soybean	Black bean
L	65.87	68.25	69.86
a	4.68	3.65	2.23
b	22.60	21.82	21.86

Yoo와 Kim(5)은 전국에서 수집한 123개 전통메주의 색도에서 명도(L)는 내부 36.2~48.1(평균 41.41), 외부 37.3~49.9(평균 43.83)였으며, 적색도(a)는 내부 4.27~6.77(평균 5.36), 외부 1.89~5.87(평균 4.38)였고, 황색도(b)는 내부 8.5~15.7(평균 14.2), 외부 12.2~16.4(평균 14.9)였다고 보고하였다. 이들 보고에 비해 캡슐형 메주의 명도(L)값이 높은데 이는 발효균에 의한 캡슐화가 메주의 갈변화 방지에 도움을 준다는 것을 알 수 있었다.

### 유기산 분석

대조구 메주와 캡슐형 메주의 유기산을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 총 유기산은 대조구 메주(26.44 mg%)보다 캡슐형 메주(대두 119.98 mg%, 검정콩 95.94 mg%)가 그 함량이 높게 나타났다. 그 이유는 곰팡이 균이 증식하여 유기산을 분비하였기 때문인 것으로 판단된다. 대조구 메주의 주요 유기산은 lactic acid, citric acid, succinic acid였으며, 총 유기산의 65.6%를 차지하였다. 그 다음으로 isobutyric acid, malic acid, oxalic acid였고, 미량으로는 fumaric acid가 약간 존재하였다. 대두 캡슐형 메주가 검정콩 캡슐형 메주보다 유기산 함량이 약간 많았으며, 검정콩 캡슐형 메주의 유기산은 lactic acid(29.02 mg%)의 함량이 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 propionic acid(25.26 mg%), oxalic acid(17.16 mg%) 및 malic acid(16.77 mg%)의 함량순으로 높게 나타났다. 특히 propionic acid는 대조구 메주에는 나타나지 않았으나, 대두 캡슐형 메주에서는 31.78 mg%로 많은 함량을 나타내었으며, 또한 캡슐화에 따른 가장 큰 함량 변화를 나타내는 유기산은 lactic acid와 malic acid였다.

**Table 4. Contents of organic acids in surface layer of conventional *meju* and capsule type *meju* coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae koji* powder and fermented at 25°C for 14 days (mg%)**

Organic acids	Conventional <i>meju</i>	Capsule type <i>meju</i>	
	(Soybean)	Soybean	Black bean
Oxalic acid	2.05	5.82	17.16
Maleic acid	-	0.07	-
Citric acid	4.90	6.39	0.35
Malic acid	3.40	25.90	16.77
Succinic acid	4.82	8.29	6.21
Lactic acid	7.63	41.24	29.02
Fumaric acid	0.01	0.01	0.02
Propionic acid	0.00	31.78	25.26
Isobutyric acid	3.62	0.47	0.15
Total organic acids	26.44	119.98	95.94

#### 지방산 분석

대조구 메주와 캡슐형 메주의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 대조구 메주와 캡슐형 메주는 메주형태에 따른 콩의 지방산 조성은 큰 변화를 나타내지 않았다. 검정콩 캡슐형 메주의 주요 지방산 조성은 linoleic acid (49.17%), oleic acid (25.03%), palmitic acid(14.72%) 순이었다.

Yang 등(26)은 *Asp. oryzae*를 이용한 직경 4 cm정도로 제조된 둥근형 개량메주의 지방산 조성은 발효초기와 5일 후에 각각 linoleic acid (57.2%, 53.7%), oleic acid(19.6%, 21.5%), palmitic acid(11.3%, 11.8%), linolenic acid(7.8%, 9.0%), stearic acid(3.5%, 4.0%)순이었다고 보고하였다. 본 실험결과는 상기의 보고와 유사한 패턴이었으며, 최종 메주의 지질 조성은 그 발효조건에 따라 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

**Table 5. Fatty acid composition in surface layer of conventional *meju* and capsule type *meju* coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae koji* powder and fermented at 25°C for 14 days (area %)**

Fatty acids	Conventional <i>meju</i>	Capsule type <i>meju</i>	
	(Soybean)	Soybean	Black bean
Lauric acid	0.07	-	0.09
Tridecanoic acid	0.19	0.12	0.11
Myristic acid	0.24	-	-
Palmitic acid	14.72	13.87	13.84
Stearic acid	3.15	3.61	3.29
Oleic acid	25.03	26.94	21.96
Linoleic acid	49.17	48.61	53.01
α-Linolenic acid	6.99	6.44	7.30
Arachidonic acid	0.43	0.42	0.40

#### 유리아미노산의 함량

대조구 메주와 캡슐형 메주의 유리 아미노산을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 메주의 유리 아미노산은 아미노산성 질소 함량과 마찬가지로 메주 콩단백질의 발효율을 나타내는 지표로서 아주 중요하다. Table 6에 나타난 바와 같이 대조구 메주의 유리아미노산은 cystine(45.55 mg%), lysine(27.83 mg%), proline(16.75 mg%), phenylalanine(10.53 mg%) 함량의 순으로 많았으며, 이들은 전체 유리 아미노산의 42.6%를 차지하였다. 또한 캡슐형 메주는 대조구 메주와 같이 아미노산의 상대적 분포 패턴은 비슷하지만, 총 유리 아미노산의 함량에서는 대두 캡슐형 메주와 검정콩 캡슐형 메주가 대조구 메주에 비하여 각각 2.4배, 4.4배 높게 나타났는데, 캡슐형 메주 중에서도 대두(556.07 mg%)로 제조된 것보다 검정콩(1039.70 mg%)으로 제조된 캡슐형 메주에서 그 함량이 2 배 이상이었다. 앞서 아미노산성 질소 함량에서 언급한 것처럼, 검정콩은 대두보다 지방질 함량이 적고 당질 함량이 높아 유용 발효곰팡이의 생육에 효과적이기 때문에 메주의 캡슐화에 이용할 경우, 콩 단백질의 효소적 가수분해속도가 빠르고, 유리당의 함량이 높아 전통메주의 품질증진과 야생오염곰팡이에 따른 위생적 문제 해결에 유리할 것으로 판단 된다.

**Table 6. Contents of free amino acids in surface layer of conventional *meju* and capsule type *meju* coated with cooked soybean or black bean and *Asp. oryzae koji* powder and fermented at 25°C for 14 days (mg%)**

Amino acids	Conventional <i>meju</i>	Capsule type <i>meju</i>	
	(Soybean)	Soybean	Black bean
Proline	16.75	125.38	47.28
Glycine	-	0.86	2.39
Alanine	1.86	4.46	11.79
Valine	3.18	3.41	8.75
Cystine	45.55	112.90	223.52
Methionine	0.95	0.85	1.89
Isoleucine	4.62	4.35	10.95
Leucine	4.98	5.44	15.12
Tyrosine	5.40	3.34	11.63
Phenylalanine	10.53	5.55	11.57
Lysine	27.83	12.64	58.82
Histidine	2.45	3.09	8.46
Arginine	8.53	12.07	20.38
Total amino acids	236.45	556.07	1039.70

#### 요 약

전통메주의 표면에서 발생하는 야생곰팡이 착생, 유해곰

팡이에 대한 mycotoxin 생성 및 메주 표면의 과도한 건조 등을 해결하기 위하여 메주 외층에 *Aspergillus oryzae*로 만든 쌀 종국(0.3%, w/w)을 혼합시킨 증자 검정콩으로 얇게 코팅한 후, 25°C, 상대습도 80%에서 14일간 발효시킨 캡슐형 메주를 개발하였다. 캡슐형 메주의 표면에서 야생곰팡이의 오염은 발견되지 않았으나, 대조구 메주는 12일 이후에 푸른곰팡이가 많이 관찰되었다. 메주의 수분 함량은 평균 32.7%로서 34.7~29.4%의 범위를 나타내었다. 적정산도는 캡슐형 메주가 대조구 메주보다 높게 나타났으며, 대두 캡슐형 메주와 검정콩 캡슐형 메주는 비슷하게 나타났다. 유리당의 함량은 검정콩 캡슐형 메주가 123.98 mg%로 대조구 메주 15.02 mg%와 대두 캡슐형 메주 59.85 mg%보다 각각 10배, 2.1배 높게 나타났다. 아미노산성 질소의 함량은 대조구 메주에서 147.00 mg% 였으며, 검정콩 캡슐형 메주는 255.50 mg%로서 대두 캡슐형 메주 187.25 mg%보다 약 1.37 배 높은 함량을 나타내었다. 총 유기산의 함량은 캡슐형 메주(대두 119.98 mg%, 검정콩 95.94 mg%)가 대조구 메주(26.44 mg%)보다 함량이 높게 나타났으며, 캡슐화에 따라 lactic acid와 malic acid가 가장 큰 변화를 나타내었다. 색차계 색도는 검정콩 캡슐형 메주가 대두 캡슐형 메주보다 명도값(L)이 크게 나타났으며, 지방산 조성은 메주의 종류에 따라 큰 차이를 나타내지 않았다. 총 유리 아미노산의 함량은 검정콩 캡슐형 메주(1039.70 mg%)가 대두 캡슐형 메주(556.07 mg%)와 대조구 메주(236.45 mg%)에 비하여 각각 2.4배, 4.4배 높았다.

## 참고문헌

- Lee, S.S., Park, K.H., Choi, K.J. and Won, S.A. (1993) Identification and isolation of *Zygomycetous* fungi found on *maeju*, a raw material of Korean traditional soy sources. *Korean Soc. Mycology*, 21, 172-187
- Yu, K.W., Seoung, C.K., Lee, S.S. and Yoo, J.Y. (1996) Studies on the fungal isolates of *Mucorales* collected from Korean home-made *mejus* and *nuluks*. *Korean Soc. Mycology*, 24, 280-292
- Lee, S.S., Park, D.H., Sung, C.K. and Yoo, J.Y. (1997) Studies on the yellow fungal isolates (*Aspergillus* species) inhabiting at the cereals in Korea. *Korean Soc. Mycology*, 25, 35-45
- Hahn, Y.S. and Park, B.D. (1969) Studies on the manufacturing of soy sauce (I). On *Aspergillus oryzae* in Korean bean "*meju*" and wine "*kokja*" (mould cultured to the wheat bran). *Central Industrial Research Institute.*, p. 88-92
- Yoo, J.Y. and Kim, H.G. (1998) Characteristics of traditional *mejus* of nation - wide collection. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 259-267
- Yoo, J.Y. and Kim, H.G. (1998) Changes in microflora and enzyme activities of traditional *meju* during fermentation at Sunchang area. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 448-454
- Lim, S.I. and Yoo, J.Y. (1999) Purification of a protease produced by *Bacillus subtilis* PCA 20-3 isolated from Korean traditional *meju*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1635-1641
- Yoo, J.Y., Kim, H.G. and Kim, W.J. (1998) Physicochemical and microbiological changes of traditional *meju* during fermentation in Kangweondo area. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 908-915
- Lee, S.W., Park, S.K. and Kim, H.C. (2001) Characteristics of red mold isolated from traditional *meju*. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 199-205
- Lee, S.S. (1998) Detections of the mycotoxin on the Korean traditional home made *mejus*. *Korean Soc. Mycology*, 26, 487-495
- Kim, K.H. (1984) Aflatoxin production of isolated molds from Korean *meju*. *Kyungpook National University, MS Thesis, Korea.*
- Sheo, H.J. and Jung, D.L. (1991) A study on the safety of Korean domestic fermented *meju*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 20, 13-20
- Kim, Y.H., Hwangbo, J.S. and Lee, S.R. (1977) Detection of aflatoxins in some Korean foodstuffs. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 9, 73-80
- Shon, M.Y. (1999) Physicochemical properties and biological activities of *chungkugjang* produced from Korean black bean. *Ph.D. Thesis. Gyeongsang National University, Korea.*
- Choi, J.H., Kim, M.Y., Shon, M.Y., Park, S.K., Choi, S.D. and U, H. (2002) Production and quality properties of capsule type *meju* prepared with *Rhizopus oligosporus*. *Korean J. Food Preservation*, 9, 315-320
- A.O.A.C. (1990) *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington D.C.
- 全國みそ技術會. (1986) 基準みそ分析法. 日本昌平堂印刷, 東京, p. 134
- Choi, J.H., Jang, J.G., Park, K.D., Park, M.H. and Oh, S.K. (1981) High performance liquid chromatographic determination of free sugars in *ginseng* its products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 13, 107-113
- Valverde, C.V., Valverde, C.M. and Herranz, J. (1984) Determination of soluble carbohydrate in *yogurts* by HPLC.

- J. Dairy Sci., 67, 759-764
20. Andrew, P.M. and Anthong, K.T. (1985) Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits by high performance liquid chromatography. J. Sci. Food Agric., 36, 561-567
21. Folch, J. and Lee, M.K. and Stanley, G.H.S. (1957) A simplified method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-513
22. Park, J.M. and Oh, H.I. (1995) Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang meju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 56-62
23. Lee, J.H., Kim, M.H. and Im, S.S. (1991) Antioxidative materials in domestic *meju* and *doenjang*. 1. Lipid oxidation and browning during fermentation of *meju* and *doenjang*. J. Korean Soc. Food Nutr., 20, 148-155
24. Park, C.K., Nam, J.H. and Song, H.I. (1990) Studies on the shelf-life of the brick shape improved *meju*. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 82-87
25. Park, C.K., Nam, J.H., Song, H.I. and Park, H.Y. (1989) Studies on the shelf-life of the grain shape improved *meju*. Korean J. Food Sci. Technol., 21, 876-883
26. Yang, S.D., Bae, M.J., Yoon, S.H. and Choi, C. (1983) Studies on change of lipid improvement-*meju* during the fermentation. Korean J. Food Nutr., 12, 189-194
- 
- (접수 2003년 6월 29일, 채택 2003년 8월 20일)