

Rhizopus oligosporus를 이용한 캡슐형 메주의 제조 및 품질특성

최재훈* · 김미혜* · 손미예* · 박석규*** · 최상도*** · 우홍****

*한국전통발효식품연구소, **순천대학교 식품영양학과, ***진주산업대학교 식품가공학과,
****경산대학교 자연과학부

Production and Quality Properties of Capsule Type Meju Prepared with *Rhizopus oligosporus*

Jehun Choi*, MiHye Kim*, Mi-Yae Shon*, Seok-Kyu Park***, Sang-Do Choi*** and Hong U****

*Korea Fermented Food Research Institute, Sancheong 666-692, Korea

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

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

****Faculty of Natural Science, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, 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. Control meju without koji and capsule type meju(CM) coated with soybean mixture containing 0.5%, 1% and 2%(w/w) *R. oligosporus* koji were dried at room temperature (10~15°C) for 3 days. Control meju I was fermented in outdoor for 27 days. Control meju II and CMs were fermented in Korean yellow clay room at 25°C for 7 days under 80% relative humidity as first step, and then fermented in outdoor (average temp. 2.7°C, December) for 20 days as second step. The moisture content of CMs were higher than that of control meju I to the range of 2.88~7.55%(w/w). pH and titratable acidity in CMs were similar to control group. Amino type nitrogen content in CMs(800.80, 816.0, 901.60 mg%) were 2.2~2.6 times higher than that in control meju I(347.2 mg%). Reducing sugar content in CMs(2.78~3.13%) was similar to control meju I (2.10%) and control meju II(2.31%). Lightness(L) value of control meju I was higher than that of control meju II and CMs.

Key words : capsule type meju, *Rhizopus oligosporus*, quality property

서 론

메주는 전통장류 제조를 위한 중요한 starter cake로서 그 품질은 장의 풍미와 위생적인 품질지표를 결정짓는 식품소재이다. 자연발효에 의하여 만들어지는 메주의 표면에는 유용 곰팡이인 *Mucor*속, *Rhizopus*속 및 일부 *Aspergillus*속이 주류를 이루어 메주표면에서 부수적인 발효를 행한다(1,2). 메주내부는 *Bacillus*속 세균이 증식하면서 단백질과 당질 분해 효소 등 각종 효소를 생성하여 메주의 주도적인 발효를 행하며 전통 장류의 독특한 맛과 향을 부여하게 된다(2). 그러나 일반적인 메주는 장기간의 자연발효를 행하므로 특히, 불리한 자연환경 조건에서는 메주 표면의 심한 건조로 인해

과도한 갈라짐이 발생하고, 그 틈새로 유해 곰팡이가 메주 내부까지 깊게 번식하여 풍미를 저하시킬 가능성이 높고, 콩 단백질 분해율의 저하와 콩 지방의 산패가 일어나므로 품질 저하와 영양적 가치의 손실이 우려된다. 특히 aflatoxin이나 mycotoxin 등의 곰팡이 독소를 분비하는 *A. flavus* 및 *A. parasiticus*는 유용 발효균주인 *A. oryzae*와 외형적으로 거의 흡사하여 육안으로 식별이 어려워 곰팡이 독소의 위험에 노출될 잠재성이 있다(3). 중국 제조에 사용한 *R. oligosporus*는 우리나라 장류의 발효시에 발견되는 유용 백색 곰팡이로서, aflatoxin을 생성하는 *A. flavus*의 황색 균사와는 확연하게 구별되어 백색 균사로만 덮힌 캡슐메주는 aflatoxin으로부터 안전하다는 점을 간접적으로 제시할 수 있다고 판단하여 이 균주를 사용하였다.

현재까지 메주에 관한 연구로는 메주에 관련된 유용 발효 미생물의 분리과 동정(3), 분리 우수균주의 효소 생산 및 특성(1, 4), 전통메주의 제조 및 품질특성(2, 5-7), 스타트 균주

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

를 이용한 개량식 메주의 제조 및 품질특성(8, 9), 전통메주의 균독소 및 안전성(3), 메주의 형태와 종류에 따른 장류의 이화학적 품질특성(10) 등에 관한 것이 있다. 그러나 이들 연구의 대부분은 개량식 메주의 제조법과 품질특성에 관한 연구가 주류를 이루고, 전통메주 자체의 품질증진과 곰팡이 오염에 따른 위생적 문제 해결에 대한 연구는 아주 미비한 실정이다.

본 연구는 기존의 전통메주의 과도한 건조화로 인한 갈라짐 방지 및 메주 표면의 발효율 및 콩 단백질 분해율의 증진할 목적으로 “캡슐형 메주”를 착안하게 되었으며(특허출원: 2001-0031378호), 메주의 표면을 유용 발효균인 백국균(*R. oligosporus*) 종국과 증자 대두를 혼합하여 코팅하였다. 그 후 7일간 황토방 발효실(25°C, 습도 80%)에서 1차 발효 후 20일간 실외(평균 2.7°C, 12월)에서 2차 발효하여 표층부를 취하여 몇 가지 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 증균

캡슐형 메주 제조용의 콩 [*Glycine max* (L.) Merrill] 은 2000년에 한국전통발효식품연구소에서 수확한 태평 품종의 대두를 사용하였다. 종국제조는 한국종균협회에서 분양받은 백국균 *R. oligosporus* KCCM 11275을 사용하여 쌀 종국을 제조하여 사용하였다.

캡슐형 메주의 제조법

콩은 12시간 수침한 대두를 전통 가마솥에서 3시간 증자한 후 1시간의 뜸을 들여 사용하였다. 메주의 전체 크기는 15×10×20 cm의 목각형으로 성형하였다. 그 중 외층은 증자한 대두를 세밀하게 마쇄하여 종국을 0.5, 1, 2% 비율(w/w)로 섞어 두께를 1 cm 정도로 하였고, 중간층은 증자한 대두를 세밀하게 마쇄하여 한국전통발효식품연구소에서 보관 중인 *Bacillus sp.* KOFRI 1009를 혼합한 후 두께를 0.5 cm로 하였고, 내층은 대두를 굵게 마쇄하여 성형하였다. 그 후 10~15°C에서 3일간 자연건조하여 한국전통발효식품연구소의 황토방 발효실에서 온도 25°C, 습도 80%로 메주를 7일 동안 1차 발효시킨 후, 실외(평균 2.7°C, 12월)에서 2차 발효를 행하였다. 대조구 메주는 증자한 대두를 15×10×20 cm의 목각형으로 성형하여 2가지 발효형태에 따라 구별하였다. 대조구 I형은 자연건조 3일 후 27일간 실외 발효하였고, 대조구 II형은 자연건조 3일 후 황토방에서 7일간 1차 발효, 실외에서 20일간 2차 발효를 행하였다. 대조구 메주와 캡슐형 메주의 표층을 취해 마쇄 후 이를 분석 시료로 사용하였다.

수분, pH, 적정산도 측정

메주의 수분은 상압가열건조법으로(11), pH는 메주 10 g에 증류수 10 mL를 가하여 pH meter로 측정하고(11), 적정산도는 메주 10 g에 증류수 40 mL를 가하여 0.1N NaOH로 pH 8.3을 종말점으로 하여 적정한 후 젖산의 함량으로 환산(% w/w)하였다(11).

아미노산성 질소 측정

아미노태 질소(NH₂-N)는 포르몰태질소(Formol적정법) 함량에서 암모니아태질소 함량을 뺀 것으로 나타내었다(12). 포르몰태 질소의 측정은 메주 5 g을 250 mL 비이커에 넣고 증류수 100 mL를 가하여 1시간 동안 교반하여 충분히 혼합한 후 0.1N NaOH용액으로 pH 8.4까지 적정하였다.

암모니아태 질소(NH₃-N)는 전처리 추출액 20 mL에 30% NaOH 2 mL와 소포제로 실리콘 수지 3 mL를 넣은 다음 증류수에서 5분간 증류할 때에 발생하는 가스를 3% boric acid로 포집한 후, pH meter를 이용하여 0.02N HCl로 pH 4.04까지 적정하여 HCl 소모량으로 산출하였다(12).

환원당

환원당 함량은 시료 5 g에 증류수 100 mL를 가하여 homogenizer로 마쇄하여 500 mL로 정용한 다음 2,000 rpm에서 2시간 교반한 후 Sep-pak C₁₈로 색소 및 단백질 성분을 제거하고, 0.45 μm membrane filter로 여과하여 미리 작성한 표준곡선내에 포함되는 흡광도 범위내에서 DNS법으로 측정하여 정량한 다음 glucose양으로 계산하여 나타내었다(4).

색도 측정

색도의 측정은 메주 20 g을 색채색차계(Chroma meter CR-200, MINOLTA)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.

결과 및 고찰

수분함량

대조구 메주와 캡슐형 메주의 수분함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 전통메주 표면에 백국균을 성장시켜 메주 외부에 코팅한 캡슐형 메주는 대조구 메주보다 2.88%~7.55%까지 더 높은 수분함량 차이를 보였다. 대조구 I형의 수분함량은 12.89%였으며, 황토방 발효실에서 1차 발효를 거치고 외부의 자연 발효기간을 거친대조구 II형은 14.06%로서 약간 높게 나타났다. 캡슐형 메주는 백국균의 종국 양이 0.5%

에서 2%로 증가될수록 발효후의 수분함량이 높게 나타났는데, 이는 백국균의 균사가 엉켜 생성된 막이 캡슐형 메주 표면의 수분증발을 억제해 가능하였음을 의미하는 것으로 판단된다. Park 등(8)은 *A. oryzae*를 이용한 벽돌형 개량메주에서 수분함량이 비포장 메주는 초기 15.21%에서 90일 후에 8.32%까지 감소하였고, 포장메주는 90일 후에 10.52%로 다소 감소의 폭이 적었다고 보고하였다. 또한 Yoo와 Kim(6)은 벽돌형 전통메주의 자연발효 초기의 수분함량 61.13%에서 60일 후에는 31.59%로 감소하였다고 보고하였다. 본 연구결과는 위의 보고와 비슷한 경향을 보였으나, 본 연구 결과에 따르면 메주 표면의 종국을 혼합한 코팅층이 메주의 수분함량에 높이는 데 효과가 있었다고 보여진다.

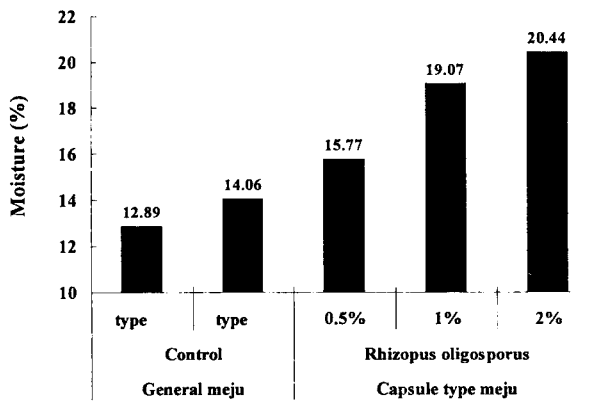


Fig. 1. Changes of moisture in surface layer of general and capsule type meju prepared with *R. oligosporus*.

pH

대조구 메주와 캡슐형 메주의 pH를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 황토방 발효실에서 1차 발효를 거치고 외부에서 자연 발효기간을 거친 대조구 II형은 pH 6.82로, 대조구 I형의 pH 6.50과 비슷하였다. 또한 메주 표면에 백국균을

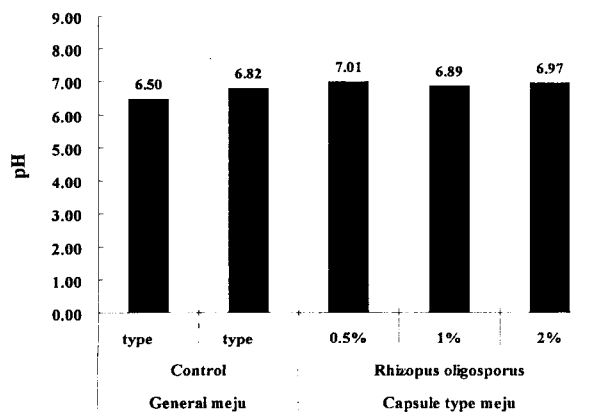


Fig. 2. Changes of pH value in surface layer of general and capsule type meju prepared with *R. oligosporus*.

성장시켜 메주 외부를 코팅한 캡슐형 메주의 pH도 대조구보다 약간 높은 경향이었으나 유의적인 차를 보이지 않았다. Yoo와 Kim(6)은 순창 지역의 메주 발효에 관한 보고에서 고추장 메주의 pH는 발효초기 6.59에서 30일에는 6.4를 나타내며 60일 이후에는 6.41로 발효기간 중 거의 변화가 없었고, 된장 메주의 pH는 6.29이던 것이 30일에는 6.2로 약간 저하되어 발효 말기에는 5.88로 저하하였다고 보고하였다. 위의 보고는 본 연구 결과와 비슷한 pH값을 나타내지만, 고추장 메주와 된장 메주의 원료의 차이와 발효기간 및 조건에 의한 영향을 받고 있음을 의미한다고 판단된다.

적정산도

대조구 메주와 캡슐형 메주의 적정산도를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 대조구 I형은 1.20%로 대조구 II형의 1.50%로 비슷한 값을 보였다. 또한 메주 표면에 백국균을 성장시켜 메주 외부를 코팅한 캡슐형 메주도 1.60~1.75%로 대조구 전통메주보다 약간 높으나 비슷한 경향을 보였다. Yoo와 Kim(6)은 고추장메주의 경우 자연발효 초기의 0.16%이던 것이 발효 말기에 0.38%로 약간 증가하였으나, 된장 메주의 경우는 초기 0.08%에서 0.23%로 증가하였다고 보고하였는데, Park과 Oh(9)도 발효중 산도가 증가한다는 보고를 하였다. 그러나 Yoo 등(14)은 강원도 지방의 메주에서 메주 발효중 pH가 증가한다는 보고와는 상반되는 경향이였다. Kim(13)은 황국균을 종국을 사용하여 제조한 노란콩 캡슐형 메주가 1.35%, 검정콩 캡슐형 메주가 1.40%인데 반해, 일반 메주는 0.88%로 낮은 산도를 보였고, 이는 유용 발효 곰팡이의 생육에 따른 캡슐 메주의 유기산 축적에 의한 것으로 사료된다고 보고하였다. 본 연구 결과는 Kim(13)의 결과보다 산도가 높게 나타났는데, 이는 캡슐형 메주를 제조시에 사용한 원료 콩의 차이, 사용 균주에 따른 발효작용의 차이 및 발효를 실시한 기간의 차이에서 비롯된 것으로 보여진다.

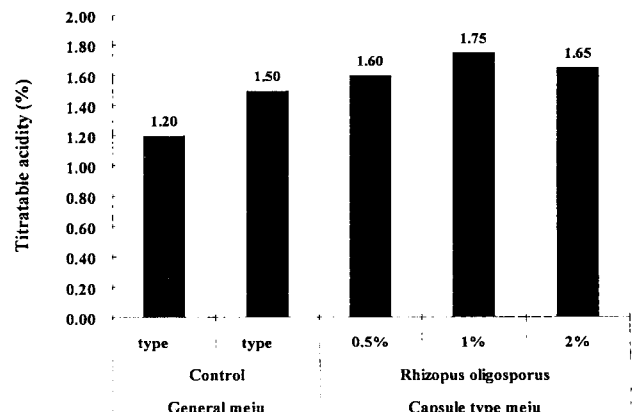


Fig. 3. Changes of titratable acidity in surface layer of general and capsule type meju prepared with *R. oligosporus*.

아미노태 질소

대조구 메주와 캡슐형 메주의 분해율을 조사하기 위하여 아미노태 질소를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 종래 전통메주와 같은 자연발효 조건으로만 제조된 대조구 I형의 아미노태 질소는 347.2 mg%로 발효도가 낮게 나타났으나, 황토방 발효실을 이용한 2단계 발효를 행한 대조구 II형은 705.6 mg%로 높은 발효도를 나타내었다. 백국균을 무게비로 0.5, 1.0, 2%농도로 첨가하여 황토방 발효실을 이용한 2단계 발효를 행한 캡슐형 메주는 각각 800.8, 816.0, 901.6 mg%로 대조구 I형보다 2.2~2.6배의 높은 발효율을 나타내어 백국균으로 캡슐화한 메주의 콩 단백질 분해율을 증진시키는 효과가 있었다고 판단된다. Lee 등(15)은 실온에서 발효한 전통메주의 아미노태 질소 함량을 초기 2885 mg%에서 80일간 자연발효 후 4908 mg%까지 증가되었다고 보고하였다. 그리고 30일 경의 아미노태 질소는 3640 mg%로 보고하였다. 또한 Park 등(8,16)은 *A. oryzae*를 이용한 벽돌형 개량메주에서 아미노태 질소 함량이 메주는 초기 180 mg%에서 90일 후에 690 mg%까지 증가하였고, 낱알형 개량메주는 초기 290 mg%에서 90일 후에 750 mg%로 벽돌형 개량메주보다 아미노태 질소 함량이 약간 높았다고 보고하였다. 콩 단백질의 분해율은 사용균주에 따라서 차이를 보일 수 있었으며 제조 후 포장과 비포장 여부, 메주의 형태 및 크기에 따라서도 큰 차이를 나타낸다고 판단된다.

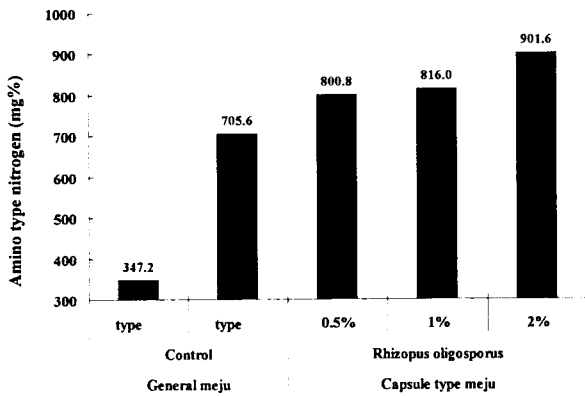


Fig. 4. Changes of amino type nitrogen in surface layer of general and capsule type meju prepared with *R. oligosporus*.

환원당

대조구 메주와 캡슐형 메주의 환원당 함량을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 종래 전통메주와 같은 자연발효 조건으로만 제조된 대조구 I형의 환원당은 2.1%로 발효도가 낮은 편이다. 그러나 황토방 발효실을 이용한 2단계 발효를 행한 대조구 II형의 환원당 함량은 2.31%로 거의 비슷한 발효도를 나타내었다. 백국균을 0.5, 1.0, 2% (w/w) 비율로 첨가하

여 황토방 발효실을 이용한 2단계 발효를 행한 캡슐형 메주는 각각 3.13, 3.22, 2.78 %로 대조구 I형과 II형보다 높게 나타났고, 또한 2% 캡슐형 메주는 미생물의 성장에 따른 발효성 당의 소모 및 비효소적 갈변에 의해 환원당 함량이 0.5%, 1% 실험구보다 다소 낮은 것으로 판단된다. Lee 등(15)은 전통메주의 환원당 함량을 초기 311 mg%에서 30일에 155 mg%로 감소하였다가 80일간 자연발효 후 222 mg%로 약간 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하였는데, 이는 발효 후기에는 미생물의 분해작용으로 약간 증가한 것으로 보여진다고 판단하였다. Yoo와 Kim(2)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 낮아 1.1~2.3% 함량을 나타내었다고 보고하였다. 본 연구 결과는 위의 보고들과 비슷한 경향을 나타냈으나, 본 연구 결과를 통해서 중국에 사용된 *R. oligosporus*를 비롯한 미생물의 작용 및 발효 조건에 의해 일반 메주에 비해 콩의 탄수화물 발효율을 증진할 수 있음을 의미한다고 판단된다.

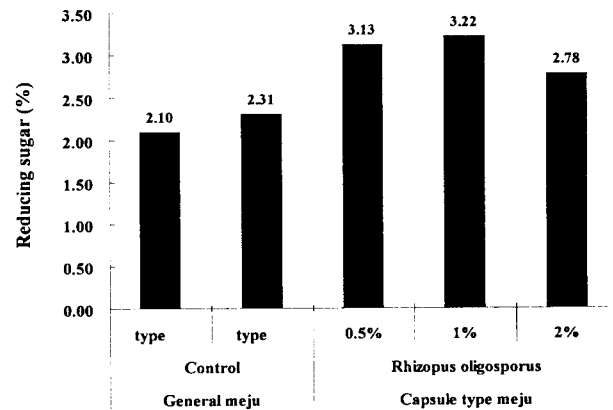


Fig. 5. Changes of reducing sugar in surface layer of general and capsule type meju prepared with *R. oligosporus*.

색도

대조구 메주와 캡슐형 메주의 색차계 색도를 측정된 결과는 Fig. 6이다. 대조구 II형 메주나 캡슐형 메주의 경우, 대조구 I형의 명도(L값) 61.95에 비하여 낮은 값으로 밝기가 어두운 것으로 나타났다. 이는 메주 발효 중 당과 아미노화합물에 의한 갈변이 진행되어 메주의 색에 영향을 준 것으로 보이며, 대조구 I형의 경우, 단백질의 분해율이 낮아 갈변을 일으키는 물질이 다른 메주에 비하여 적게 생성된 것으로 추측된다. 즉 캡슐형 메주의 중국에 사용된 *R. oligosporus*의 가수분해로 생성된 환원당 및 아미노태 질소가 갈색화가 진행되므로 메주의 명도에 영향을 미쳐 밝기(L값)의 수치가 낮은 것으로 판단된다. 메주의 적색도(a값)은

황토방 발효실을 이용한 2단계 발효를 행한 대조구 II형이나 캡슐형 메주의 경우, 대조구 I형의 5.43에 비하여 상당히 높은 값이지만, 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 메주의 황색도(b값)는 대조구 I형이 가장 높고, 대조구 I형보다 발효도가 높은 대조구 II형, 캡슐형 메주 0.5%, 1%, 2% 순으로 낮은 값을 나타내었다.

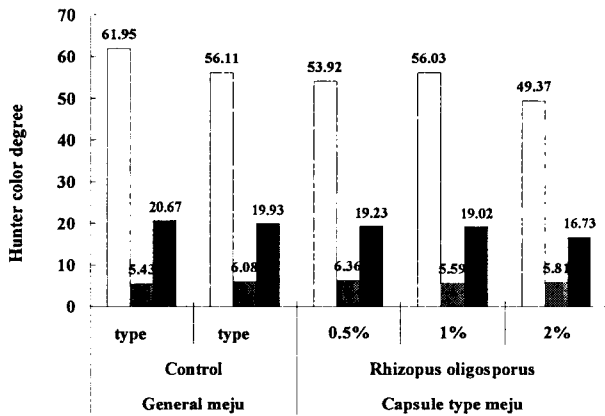


Fig. 6. Changes of Hunter color index in surface layer of general and capsule type meju prepared with *R. oligosporus*.

□ : L, ■ : a, ■ : b

요 약

전통메주의 과다건조로 인한 품질저하 및 유해 곰팡이 오염으로 인한 위생적 문제를 개선하기 위하여 백조균(*R. oligosporus*)을 중국 제조에 이용하여 “캡슐형 메주”를 착안하고 그 품질특성을 조사하였다. *R. oligosporus*을 0.5, 1, 2% (w/w) 비율로 첨가하여 캡슐형 메주와 중국을 넣지 않고 성형한 대조구 I, II형을 10~15°C에서 3일간의 자연 건조하였다. 27일간 실외에서 발효한 대조구 I형이라 하고, 대조구 II형과 캡슐 타입 메주는 25°C에서 7일간의 1차 발효(습도 80%)와 20일간의 실외 2차 발효(2.7°C, 12월)를 실시하여 제조하여 이들의 품질특성을 상호, 비교하였다. 수분함량은 대조구 메주보다 캡슐형 메주에서 2.88~7.55%까지 높은 함량 차이를 보였다. pH값과 적정산도는 유의적인 차이가 없었다. 아미노태 질소는 대조구 I형(347.2 mg%)보다 캡슐형 메주군(800.80, 816.0, 901.60 mg%)은 대조구 I형보다 2.2~2.6배의 높은 발효율을 보였다. 환원당 함량은 캡슐형 메주군이 2.78~3.13%로 대조구 I형은 2.10%, 대조구 II형은 2.31%에 유사한 값을 나타냈다. 대조구 I형의 색차계 색도의 명도(L)값은 대조구 II형 및 캡슐형 메주보다 높았다.

참고문헌

- Lee, S.S. (1995) *Meju* fermentation for a raw material of Korean traditional soy products. *Kor. J. Mycol.*, 23, 161-175
- Yoo, J.Y. and Kim, H.G. (1998) Characteristics of traditional *meju* of nation-wide collection. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 259-267
- Lee, S.S. (2000) The fungi inhabiting in Korean traditional *meju*. 3th Symposium and Expo for Soybean Fermentation Foods. p. 1-33
- Shon, M.Y. (1999) Physicochemical properties and biological activities of *chungkugjang* produced from Korean black bean. *Ph. D. thesis*. Gyeongsang National University, p. 14-24
- Kim, D.H., Yook, H.S., Kim, K.Y., Shin, M.G. and Byun, M.W. (2001) Fermentative characteristics of extruded *meju* by the molding temperature. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 30, 250-255
- 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
- Park, C.K., Joo, H.N. and Song, H.I. (1990) Studies on the shelf-life of the brick shape improved *meju*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 82-87
- 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
- Kim, K.H. (1984) Aflatoxin production of isolated molds from Korean *meju*. *Master thesis*. Kyungpook National University, p. 1-5
- 유주현, 양한철, 정동효, 양용 (1975) 식품공학실험서(1). 탐구당, 서울, p. 725
- Chang, Y.C. and Nair, M.G. (1995) Metabolites of daidzein and genistein and their biological activities. *J. Nat. Prod.*, 58, 1901-1905
- Kim, M.H. (2002) Production and quality properties of capsule type *meju* prepared with molds. *Master thesis*, Sunchon National University. p. 1-32
- Yoo, J.Y., Kim, H.G. and Kim, W.J. (1998) Physico-chemical and microbiological changes of traditional *meju* during fermentation in Kangweondo area. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 908-915
- Lee, J.H., Kim, M.H. and Im, S.S. (1991) Antioxidative materials in domestic *meju* and *doenjang* (1). *J. Korean*

- Soc. Food Nutr., 20, 148-155
16. Park, C.K, Joo, H.N., 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
17. Lee, J.H., Kim, M.H., Im, S.S., Kim, S.H. and Kim, G.E.
(1994) Antioxidative materials in domestic *meju* and
doenjang (3). J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 604-613

(접수 2002년 6월 20일)