

강원도 지방의 재래식 메주 발효중 이화학적 특성 및 미생물의 변화

유진영 · 김현규 · 김왕준
한국식품개발연구원

Physico-chemical and Microbiological Changes of Traditional *Meju* during Fermentation in Kangweondo Area

Jin Young Yoo, Hyeon Gyu Kim and Wang June Kim
Korea Food Research Institute

Abstract

By using Korean native soybean, traditional *meju* was prepared in Chuncheon, Kangweondo according to the traditional process. Analysis of physico-chemical, enzymatic and microbiological changes during *meju* fermentation were carried out in order to obtain a basic information for industrial scale production of *meju*. The environments for natural *meju* fermentation were 10~15°C and 60~70% RH. Moisture content decreased from 59% to 11% (exterior section) and 19% (interior section). The pH of *meju* rapidly increased up to 8.5 at 33rd day of fermentation and thereafter decreased down to 7.9 at 70th day of fermentation. Soluble protein content was 1.47% at initial stage and increased up to 6.31~7.34% at 33rd day of fermentation. Amino nitrogen content was 460~770 mg% at 70th day of fermentation. The color of *meju* became gradually black and decreased in redness and yellowness. During the process, protease and lipase seemed to play an important role in the digestion of soy protein and fat. Acidic protease activity increased up to 135.9~152.4 unit/g at 33rd day of fermentation and were 181.3~272.6 unit/g at 70th day of fermentation. Lipase activity increased up to 6 unit/g (interior section) and 15 unit/g (exterior section) at 70th day of fermentation. The viable cell count of *meju* was at the level of 10⁸ CFU/g during the overall fermentation period. Aerobic halophilic count was 1.51 × 10⁷ CFU/g at initial stage and maintained 10⁸ CFU/g level during the process. Initial anaerobic cell count was 2.0 × 10⁴ CFU/g and increased up to 10⁵ CFU/g level at 47 days. Yeast and mold counts were 10⁴~10⁵ CFU/g for the fermentation period.

Key words: Traditional *meju*, acidic protease, amylase, lipase

서 론

재래식 메주는 대두를 주원료로 하여 수침 자숙, 성형후 1~2개월 발효시켜 만들며 된장, 간장, 고추장 등의 대두발효 식품의 원료로 이용되어 왔다. 현재 유통되고 있는 장류용 메주는 각 가정에서 종류별, 지역별로 제조되므로 품질상 균질성이 없어 균일한 품질의 대두발효 식품을 대규모로 제조하기에는 적합하지 않다. 메주의 품질은 곧 장류의 품질을 결정하는 지표가 되므로 고품질 원료 메주의 대량 확보가 매우 중요하다.

최근 재래식 장류의 항돌연변이원성, 항암성, 항산화

성, 혈전 용해성, ACE (Angiotensin converting enzyme) 저해물질등 기능이 확인되면서^(1-3,21-23) 소비자들의 수요가 급증하고 있으나 이를 감당할 균일한 원료의 확보가 곤란한 형편이며 이의 해결을 위해서는 산업적 규모의 메주 생산이 불가피한 바, 설비 및 공정을 고안하기 위해서는 지역별 메주 발효공정의 일차 조사와 이의 개선방안의 제시가 뒤따라 주어야 할 것이다.

재래식 메주는 지역에 따라서 모양도 다양각색으로 직육면체의 형태를 이루고 있는 것이 대부분이지만 구형(경북울진), 타원형(경기성남), 원추형(경남합천), 뿔돌형(충북음성, 강원영월) 과 도너츠형(전북순창) 등의 형태도 있다. 또한 용도에 따라서 간장용, 고추장용 그리고 된장용 메주로 구분하여 제조되기도 한다. 강원도 지방의 경우는 구분없이 단일 메주를 만들어 위의 세가지 용도로 사용한다.

Corresponding author: Jin Young Yoo, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

한국 전통 장류에 관한 연구는 이화학적, 효소학적 및 미생물수의 변화에 관한 연구^(4,5,24) 등 다수의 연구가 있으나 메주 발효에 대한 연구는 단편적으로 미생물의 분리에 관한 연구^(6,9,24)를 하였을 뿐 메주발효 숙성 과정을 총체적으로 분석한 연구는 박 등^(6,23)의 연구이외에는 미약한 편이며, 발효 규모도 전래적인 실증 규모가 아닌 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우선 강원도지방의 메주를 대량으로 제조하여 발효중 변화를 조사하여 산업적 공정을 위한 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

메주의 제조

재래식 메주는 국산 대두(백태)를 구입하여 강원도 춘천의 농가에서 제조하였는데 선별된 대두를 물에 12시간 동안 수침시킨 후 물과 함께 6시간 정도 boiling 하고, 냉각하여 40°C정도의 증자한 콩을 재래식 방아로 파쇄하여 22×22×10 cm정도의 크기로 성형시켜 발효실로 옮겨 벗짚으로 묶어 발효시켰다. 발효 규모는 0.5 M/T이었고 발효실 (2.2×2.2×3.1 m)은 농가형 온돌방을 사용하였다. 발효온도는 전래적인 방법으로 아궁이에 불을 피워 조절하는 식으로 하였다.

환경 분석

발효 중 환경 분석은 메주 발효실에 온·습도 자동 측정 장치를 설치하고 시간별 변화를 추적한 후 종료점에서 Datalog (Rologg HTI, Rotronic ag, Switzerland)를 가동하여 자료를 수집 분석하였다.

미생물 분석

발효 중 메주를 외부 1/4 부위를 잘라내어 내부와 외부로 구분하여 시료를 채취하였다. 이 시료를 삼성분쇄기로 5분간 분쇄한 뒤 10 g을 취하여 멸균 생리 식염수로 희석하였다. 상기와 같이 처리하여 얻어진 희석 시료에 대하여 호기성 균은 plate count agar (Difco사, USA)를 이용하여 37°C에서 24시간 배양한 후 계수하였고 호염성균수의 경우는 동일배지에 10% NaCl을 첨가하여 사용하였다. 또한 혐기성균의 측정은 상기 배지에 접종한 후 glove box (H₂:CO₂:N₂=5:15:80, Coy Co. USA)에 있는 항온기에 넣어 48시간 배양후 계수 하였다. 시료중의 효모와 곰팡이 균수는 10% 주석산을 이용하여 pH 3.5로 조절한 potato dextrose agar (Difco사, USA)를 이용하여 30°C에서 48시간후 나타난 집락을 계수 하였다.

효소력 측정

메주 5 g를 증류수 100 ml에 현탁하여 실온에서 4시간 진탕한 후 여과하여 조효소액을 조제하였으며 만약 침전물이 있을 경우 30분간 원심 분리(1,030×g)하였다. 조효소액은 0°C이하로 보관하면서 실험에 사용하였다. 효소력 측정을 위하여는 α -amylase의 경우 김과 오⁽¹⁰⁾가 사용한 방법으로, β -amylase와 protease는 박과 오⁽⁶⁾ 및 김 등^(5,10)이 사용한 방법에 따라 역가를 측정하였다. Lipase 활성의 경우는 Tietz과 Fiereck 변법⁽¹¹⁾을 이용한 Sigma diagnostics manual로 측정하였는데 이는 olive oil에 효소를 작용시켜 유리되는 지방산을 측정하는 방법이다.

색도 측정

메주의 색도는 메주를 100 mesh로 분쇄한 후 Color Difference Meter (UC 600-IV, Yasuda Seiki Seisakusho Ltd, Japan, Reference plate: L=89.2, a=0.921, b=0.28)으로 측정하였으며 그 결과를 L (Lightness), a (redness), 및 b-value (yellowness)로 표기하였다.

이화학적 성분 분석

수분은 105°C 상압건조법⁽¹²⁾으로 측정하였으며 수분이 많을 경우는 해사를 시료와 동량 넣어 건조가 용이하도록 하였다. 아미노태 질소는 시료에 동량의 증류수를 넣어 균질화한 후 30분간 원심분리(11,400×g)하여 얻어진 상등액에 대하여 formol적정법⁽¹²⁾으로 측정하였고 수용성 단백질은 Biuret과 Lowry 변법⁽¹³⁾을 이용한 Sigma diagnostics manual에 따라 측정하였으며 pH는 pH meter로 측정하였다.

결과 및 고찰

산업적인 메주발효 공정을 확립하는데 필요한 기초 자료를 얻기 위하여 전국적인 메주 제조현황을 조사하고⁽¹⁴⁾ 1차로 반도 북쪽지방인 강원도 춘천을 모델로 하여 제조공정을 추적하였다. 춘천지방의 메주 발효는 11월에 만들어 1월에 걸친 70일정도의 발효공정을 거친다. Fig. 1은 농가에서 제조되는 메주의 제조 공정을 표시한 것이다. 즉, 대두를 정선, 수자한 후 직육면체로 성형하고 2~3일의 건조공정 후 벗짚으로 묶은 후 약 1개월 정도 발효실에서 발효공정을 거친다. 이때에 자연적으로 미생물이 착상하며 전발효 종료 후 메주쌍기를 하여 보온재로 밀폐하여 후발효를 시킨다. 발효기간에 따라서 수집된 메주는 내부와 외부로 구분하여 시료를 채취하고 이를 분쇄하여 분석하였다.

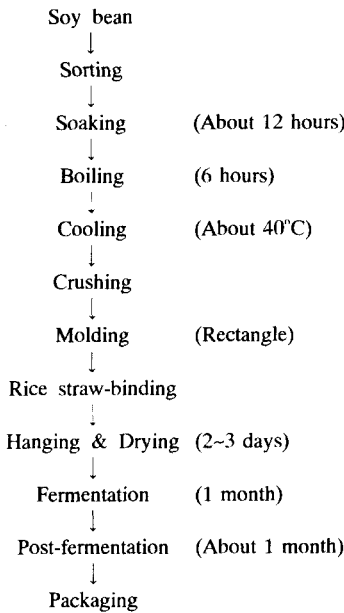


Fig. 1. Traditional procedure of *meju* preparation.

Table 1은 공정 중 환경 변화를 5일 간격으로 분석한 결과이다. Table에 나타난바와 같이 평균온도로 볼 때 6.5~19.7°C에서 발효가 진행되고 있으며 특히 숙성 기간인 30일 이후에는 온도를 낮게 함을 알 수 있다. 습도를 보면 발효기에 54.1~73.5% RH의 분포이고 숙성기간에는 39.8~72.0% RH를 보였다. 한편 30분마다 측정된 온습도의 전체적인 분포(2,880 point)를 빈도로 분석하면 자연 발효시 모델로 실시한 지역의 메주 발효온도는 10~15°C (31%), 습도 60~70% RH (34.5%)에서 진행되는 것으로 나타났다. 산업적인 메주의 발

Table 1. Distribution of temperatures and humidities during *meju* fermentation

| Fermentation time (days) | Temperature (°C) | Humidity (%RH) |
|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 0~5 (Nov.23 - Nov.28) | 14.6±2.8 ¹⁾ | 73.5±9.4 ²⁾ |
| 6~10 (Nov.29 - Dec.3) | 19.7±4.2 | 56.5±10.6 |
| 11~15 (Dec.4 - Dec.9) | 17.5±3.7 | 54.1±5.3 |
| 16~20 (Dec.10 - Dec.14) | 12.2±5.3 | 59.6±5.1 |
| 21~25 (Dec.15 - Dec.19) | 6.5±4.9 | 58.2±11.5 |
| 26~30 (Dec.20 - Dec.24) | 13.5±4.6 | 66.8±5.6 |
| 31~35 (Dec.25 - Dec.29) | 13.2±2.0 | 60.9±6.7 |
| 36~40 (Dec.30 - Jan.3) | 9.7±2.0 | 66.6±6.7 |
| 41~45 (Jan.4 - Jan.8) | 11.0±5.3 | 72.0±5.7 |
| 46~50 (Jan.9 - Jan.13) | 10.2±3.8 | 39.8±10.8 |
| 51~55 (Jan.14 - Jan.18) | 10.5±2.5 | 43.3±5.7 |
| 56~60 (Jan.19 - Jan.23) | 10.3±2.6 | 45.2±2.8 |

¹⁾and ²⁾represent Mean ± SD

효 공정을 환경적으로 고안 한다면 총 60일간의 습도와 온도변화를 simulation하여 온습도를 조절할 수 있는 시스템을 개발하여야 될 것이나 이는 현실적으로 어려우므로 우선 전 공정을 대표할 수 있는 평균값인 12.5°C, 65% RH로 조절하면 본 모델 지역의 메주와 유사한 특성을 나타낼 수 있을 것이다. Fig. 2는 메주의 발효 중 수분 감소와 pH의 변화를 조사한 것이다. 즉 메주의 초기수분은 59%이었는데 발효 종료 후 내부는 19%, 외부는 11%로 감소하였으며 내부 보다 외부가 급격히 감소하는 경향으로 메주는 초기에 4.3 kg이던 것이 발효 종료후 1.17 kg으로 73%가 감소된 결과를 보였다(Table 2). 이는 박과 오⁶⁾가 고추장 메주의 경우 수분의 변화가 숙성 기간에 따라 발효 60일 동안 4.96~5.36%의 차이를 보였다는 것과 크게 다른 결과이다. 박과 김¹⁰⁾은 목포지역의 메주를 분석한 결과 외부는 11.4%, 내부는 29.04%의 수분을 함유하고 있다고 하였다. 그러나 이러한 최종 제품의 수분은 수집 시기, 발효 정도에 따라 다르므로 직접 비교하기는 어려우나 전국적으로 수집된 메주의 수분 분포는 내부가 37.9±14.7%, 외부가 23.1±10.0%라고 보고되어 있다¹⁴⁾. 한편 메주의 pH는 메주를 처음 성형하였을 때 5.5이었는데 발효가 진행되면서 메주의 내부 및 외부가 공히 알카리성으로 변화되어 발효 26일까지 급격히 증가하여 8.5정도이나 그후 종료 시점에는 pH 7.9 정도이었다. 이것은 미생물이 번식되면서 대두 단백질의 분해물 및 암모니아성 질소화합물이 많이 생성되었기 때문으로 사료된다^{12,16,19)}.

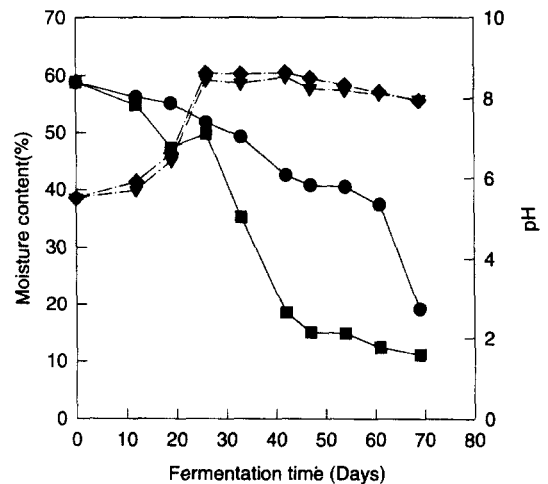


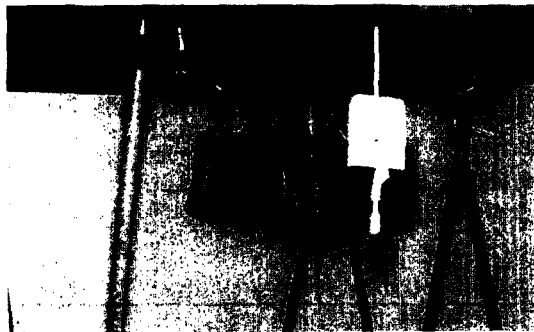
Fig. 2. Changes in moisture content and pH of *meju* during fermentation. ●—●: Moisture content of interior section, ■—■: Moisture content of exterior section, ▼—▼: pH of interior section, ◆—◆: pH of exterior section

Table 2. Changes in shape and size of meju during fermentation

| Time (days) | Appearance | Shape | Weight (kg) | Size (cm) (L×W×H) |
|-------------|---|------------------------------|-------------|-------------------|
| 0 | Dark brown | Rectangle | 4.30 | 22×22×10 |
| 12 | Brown,white/black mold | Rectangle, cracking | 3.02 | 21.3×19×9.5 |
| 19 | Brown, white/black mold | Rectangle | 2.12 | 20×18.8×8.4 |
| 26 | Dark brown, Black/white mold from ricestraw | Rectangle | 1.99 | 20×18×8 |
| 33 | Dark brown, white mold | Rectangle | 1.87 | 20.06×18×8.3 |
| 42 | Dark brown,white mold | Rectangle | 1.55 | 19.8×18.8×7.8 |
| 47 | Dark brown, black mold in the center | Rectangle | 1.41 | 20×18×8.5 |
| 54 | Dark brown, black Mold in the center | Rectangle | 1.56 | 19.9×17×8 |
| 61 | Dark brown, White/black mold | Rectangle, extremely cracked | 1.43 | 19.4×18×7.5 |
| 69 | Dark brown, White/black mold in the center | Rectangle, extremely cracked | 1.17 | 20×15.5×7.1 |

메주의 외관은 초기에 담황색이었으나 12일 후에 벗짚으로 묶은 부위로부터 흰 곰팡이와 검은 곰팡이가 자라기 시작하였으며 묶었던 부위는 완전히 검은 테를 이루었다. 아울러 내부를 보면 점차 검게 변하기 시작하며 26일 후에는 검고 흰 반점과 함께 균열이 시작되고 이 사이로 곰팡이류가 번식하여 들어가게 된다. 33일이 지나면 외부는 균열이 심하여 일그러지고 균괴가 생겨나며 내부는 반 이상이 검게 변화하였다(Photo. 1). 이때 메주를 풀고 쌀기를 하여 보온재로 덮어 후 발

효를 진행시키는데 이때 내부가 완전히 검게 변하고 메주 자체가 부스러질 정도로 건조되면서 발효가 완료된다. 이와같은 외관의 변화를 색차계로 다시 비교하여 본 결과 발효가 진행됨에 따라 점차로 어두워지며 적색도와 황색도가 감소되는 편이었다(Fig. 3). 메주의 색도 중 명도는 발효 초기에 내부 보다 외부가 낮았으나 발효 42일 이후에는 내부가 낮은 것으로 보아 발효 과정이 진행됨에 따라 내부로 갈수록 점차로 어두워지는 것을 알 수 있다. 적색도는 발효과정중에 내부가 높았으나 발효가 완료된 후에는 외부가 높은 것으로 나타났으며 황색도에서는 발효 47일까지 내부가 높았으나

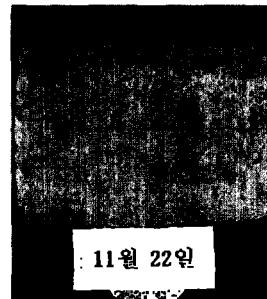


Hanging & Drying

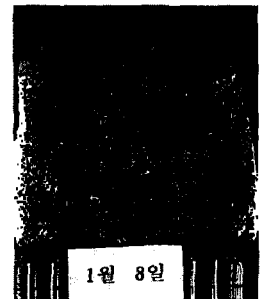


Post-fermentation

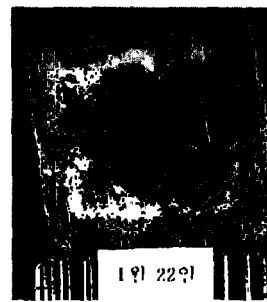
Photograph 1. Drying, fermentation and post-fermentation of meju.



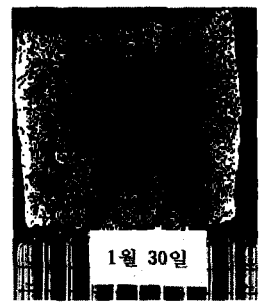
Time Zero



47 days



61 days



69 days

Photograph 2. Changes in shape of meju during fermentation

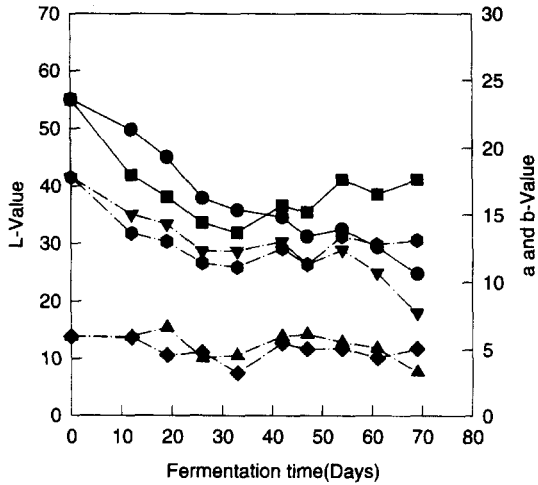


Fig. 3. Changes in surface color value of meju during fermentation. ●—●: L-value (lightness) of interior section, ■—■: L-value (lightness) of exterior section, ▲—▲: a-value (redness) of interior section, ▼—▼: b-value (yellowness) interior section, ◆—◆: a-value (redness) of exterior section, ■—■: b-value (yellowness) in exterior section

이후에는 외부가 높은 것으로 나타났다. 박과 오⁽⁶⁾는 메주의 숙성이 진행됨에 따라 명도와 황색도는 감소하였으나 적색도는 증가하는 경향을 보였다고 보고하였는데 본 실험과는 적색도에서 다소 차이가 있었다.

수용성 단백질은 초기에 1.47%이던 것이 발효 33일에는 메주의 내부가 6.31%, 외부는 7.34%로 증가하였으며 외부가 내부보다 높은 것으로 나타났고(Fig. 4)

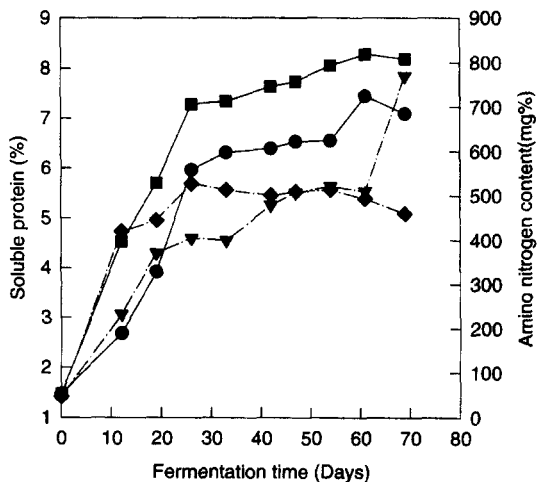


Fig. 4. Changes in soluble protein and amino nitrogen content of meju during fermentation. ●—●: Soluble protein of interior section, ■—■: Soluble protein of exterior section, ▼—▼: Amino nitrogen of interior section, ◆—◆: Amino nitrogen of exterior section

이후 점차로 증가하여 발효 70일에 내부는 7.09%, 외부는 8.19%의 함량을 보였다. 아미노태 질소는 발효 초기에 46.8 mg%인 것이 발효 70일에 내부 770 mg%, 외부 460 mg% 정도로 도달되어 내부가 외부보다 높았다. 이는 후 발효 중 메주 내부에 급격히 증식된 단백질 분해능이 강한 세균류의 번식에 의한 것으로 판단된다⁽¹⁵⁾. 이와 고⁽²⁰⁾는 재래식 메주의 아미노태질소 함량이 0.13~0.27%(단백질로 1.9~3.9%에 해당)로 보고하고 있어 본 공정으로 만든 메주의 단백질 수용화율이 매우 높음을 알 수 있다.

메주의 발효 중 효소력의 변화를 조사한 결과는 Table 3 및 4와 같다. 발효가 진행됨에 따라 전분질의 액화 효소인 α -amylase 활성은 증가되어 초기에 21.32 unit/g인 것이 발효 70일 후 메주 내부의 역가는 80.8 unit/g, 외부는 259.8 unit/g로 나타났다(Table 3). 한편 당화효소인 β -amylase 활성을 보면 초기에 0.53 unit/g 이던 것이 내부는 1.61 unit/g, 외부는 2.38 unit/g로 중

Table 3. Changes in α -amylase and β -amylase activities of meju during fermentation

| Time (Day) | α -amylase activity (unit/g) | | β -amylase activity (unit/g) | |
|------------|-------------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| | Interior section | Exterior section | Interior section | Exterior section |
| 0 | 21.32 | 21.32 | 0.53 | 0.53 |
| 12 | 30.06 | 23.40 | 0.62 | 1.75 |
| 19 | 74.88 | 41.20 | 1.19 | 2.00 |
| 26 | 130.9 | 158.2 | 1.21 | 2.73 |
| 33 | 259.8 | 168.4 | 1.26 | 3.02 |
| 42 | 271.0 | 198.2 | 1.28 | 3.08 |
| 47 | 160.4 | 237.4 | 1.30 | 3.09 |
| 54 | 114.2 | 344.0 | 1.32 | 3.22 |
| 61 | 114.2 | 310.2 | 1.42 | 2.68 |
| 69 | 80.8 | 259.8 | 1.61 | 2.38 |

Table 4. Changes in acidic protease and lipase activities of meju during fermentation

| Time (Day) | Acidic protease activity (unit/g) | | Lipase activity (unit/g) | |
|------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| | Interior section | Exterior section | Interior section | Exterior section |
| 0 | 21.24 | 21.24 | 1 | 1 |
| 12 | 38.02 | 92.18 | 1 | 2 |
| 19 | 82.58 | 137.8 | 2 | 3 |
| 26 | 123.3 | 143.3 | 3 | 7 |
| 33 | 135.9 | 152.4 | 4 | 10 |
| 42 | 118.3 | 152.9 | 4 | 14 |
| 47 | 110.5 | 163.1 | 5 | 15 |
| 54 | 124.4 | 180.8 | 5 | 15 |
| 61 | 173.9 | 181.9 | 6 | 15 |
| 69 | 272.6 | 181.3 | N.D. ¹⁾ | N.D. |

¹⁾N.D: not detected

가되었다. 박 등⁽¹⁶⁾은 저장기간중 개량 메주의 amylase 역가가 저장 90일동안 감소하는 것으로 다소 차이가 있다고 보고했다.

발효중 protease 및 lipase의 역가를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 즉 산성 protease의 경우 초기에 21.24 unit/g이었는데 발효기간중에 지속적으로 증가되어 발효 70일 후에 내부는 272.60 unit/g 이고 외부는 181.30 unit/g로 증가하였으며 내부가 외부보다 역가가 낮음을 알 수 있다. 알카리성 protease도 비슷한 경향으로 발효 말기에 내부 및 외부가 각각 276.60 unit/g 및 185.42 unit/g이었으며 중성 protease의 역가는 6.12~15.13 unit/g으로 미미한 편이었다(자료제시 안함). 재래식 메주에서의 lipase 활성은 내부나 외부 모든 부분에서 발효에 따라서 증가하는 추세이며 내부에서는 발효 70일 정도에서 6 unit/g로 나타났고 외부에서는 발효 종료점에서 15 unit/g로 증가되어(Table 4) 메주 발효 연구시 lipase의 역할을 검토할 필요가 있다고 판단되었다. 메주 발효중 lipase에 관한 연구로는 손 등⁽¹⁷⁾의 보고가 있는데 한국 재래식 메주 발효 과정에 있어서 lipase activity가 어느 일정 기간동안 계속 증가하다가 3주째 부터 차차 감소하였다고 하였다.

메주 발효 중 서식되는 미생물은 발효가 완료된 메주의 품질에 중요한 영향을 주며 특히 맛과 향기 생성에 크게 기여한다⁽¹⁸⁾. 또한 미생물에 의하여 생성된 protease와 lipase 등 효소는 대두에 작용하여 각종 단백질과 지방을 분해하여 저분자량의 물질을 형성한다. Fig. 5는 메주 발효중 메주 내부 미생물의 변화를 나타낸 것이다. 즉 메주의 호기성 세균수의 경우 발효 초기에는 1.45×10^8 CFU/g이던 것이 12일 째에는 5.62×10^8 CFU/g 정도가 있으며 내염성 세균의 경향도 유사하여 초기에 1.51×10^7 CFU/g이던 것이 발효 12일 이후에는 1.23×10^8 CFU/g 정도로 유지되었다. 혐기성 세균은 초기에 2.09×10^4 CFU/g 이던 것이 47일 후에 2.57×10^5 CFU/g로 증가하였으며 발효 70일 후에는 4.68×10^5 CFU/g이었다. 진균류(효모와 곰팡이)의 수를 보면 초기에 3.09×10^4 CFU/g 정도이었는데 발효 33일 째에는 2.75×10^5 CFU/g 정도로 증가하였다가 서서히 감소하였다. 박과 오⁽¹⁶⁾는 고추장 메주의 경우 발효 40일에 효모 및 곰팡이와 세균수가 최대에 도달되었다가 감소한다고 보고 하여 본 실험결과와 유사하였다.

발효 중 메주의 외부에 존재하는 미생물 변화를 조사한 결과(Fig. 6) 호기성 세균수는 초기에 1.45×10^8 CFU/g 정도였으나 발효 12일에 6.31×10^8 CFU/g로 최대에 도달되어 그 수준을 유지하였으며 내염성 세균의 경향도 유사하여 초기에 1.51×10^7 CFU/g이던

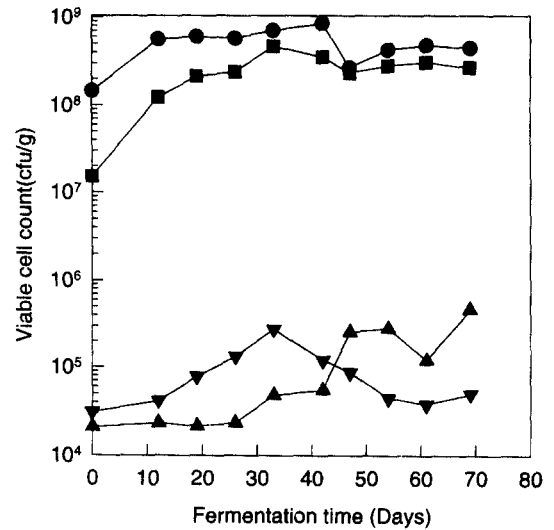


Fig. 5. Changes in microflora in the interior sections of meju during fermentation. ●—●: Aerobic plate count, ■—■: Aerobic halophilic plate count, ▲—▲: Anaerobic plate count, ▼—▼: Yeast & Mold count

것이 발효 초기 12일에 급격히 증가하여 4.79×10^8 CFU/g 이었으며 발효 종료점까지 그 수준으로 유지되었다. 혐기성 세균은 초기에 2.09×10^4 CFU/g 인 것이 47일 후에 1.05×10^5 CFU/g로 증가하였고 발효 70일 후에는 2.0×10^5 CFU/g이었다. 조와이⁽²⁵⁾도 메주의 호기성 세균을 조사한 바 있는데 강원도 지방의 메주에서 10^{7-9} CFU/g정도의 분포라고 하여 본 연구의 결과

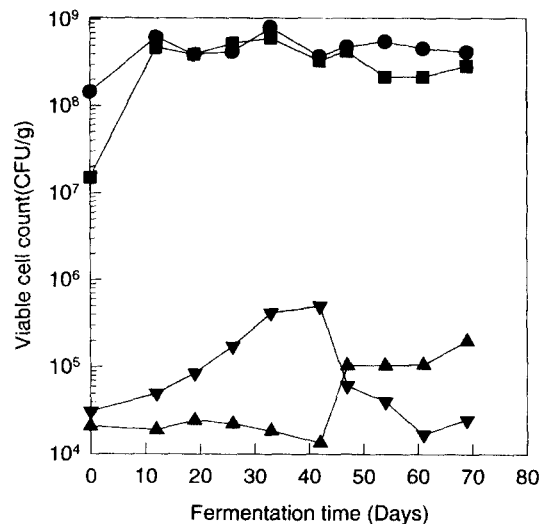


Fig. 6. Changes in microflora in the exterior sections of meju during fermentation. ●—●: Aerobic plate count, ■—■: Aerobic halophilic plate count, ▲—▲: Anaerobic plate count, ▼—▼: Yeast & Mold count

와 비슷한 경향이다. 진균류의 수는 발효 초기에 3.09×10^4 CFU/g이었던 것이 발효 33일정도에 4.17×10^5 CFU/g로 최대에 이르렀다가 차차 감소하였다. 이와 같은 결과로 볼 때 미생물의 균종의 차이는 있을 수 있지만 재래식 메주 발효 중에 미생물수의 변화는 내부와 외부간에 커다란 차이가 없는 것으로 판단되어 균종별 변화를 조사할 필요가 있다고 판단되었다.

요 약

재래식 메주의 제조 공정을 재현하기 위하여 국산 대두를 사용하여 춘천 지역의 메주 제조 농가에서 메주를 발효시키면서 특성을 조사하였다. 재래식 메주 발효 중에 이화학적, 효소학적 및 미생물의 변화 분석은 산업적으로 메주의 대량 생산을 위한 기초적인 자료가 될 것이다. 발효 중 환경분석을 한 결과 이 지역의 메주 발효는 10~15°C, 60~70% RH의 조건에서 이루어지고 있었다. 메주의 수분은 초기 59%에서 내부는 19%, 외부는 11%로 감소하여 무게가 73% 감소되었다. pH는 발효 33일에 8.5로 증가하였고 이후 감소하여 발효 70일에는 7.9로 되었다. 수용성 단백질은 초기에 1.47%이던 것이 발효 33일에는 6.31~7.34%로 증가하였고 아미노태 질소는 발효 70일에 내부 770 mg%, 외부 460 mg% 정도로 도달되었으며 메주의 색도는 발효 중 점차로 어두워지며 적색도와 황색도가 감소되는 편이었다. 발효가 진행됨에 따라 전분관련 효소의 작용은 미미하고 산성 단백질 분해 효소력이 강하였고 lipase 활성이 있어 메주 발효에 중요한 역할을 함을 알았다. 발효중 미생물의 변화를 보면 메주의 내외 부분에 큰 차이 없이 10^8 CFU/g정도가 있으며 내염성 세균의 증식 경향도 유사하여 초기에 1.51×10^7 CFU/g인 것이 12일 이후로 10^8 CFU/g정도로 유지되었다. 혐기성 균은 초기에 10^4 CFU/g 수준이던 것이 47일후에 증가하는 추세로 10^5 CFU/g 수준이었다. 효모 및 곰팡이수는 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g정도이었다.

감사의 글

본 연구는 1994년도 과학기술처 선도기술개발사업의 일환으로 수행된 결과의 일부이며 이에 깊은 감사를 드립니다.

문 헌

1. Yoon, K.D., Kwon, D.J., Hong, S.S., Kim, S.I. and Chung, K.S.: Inhibitory effect of soybean and fermented

- soybean products on the chemically induced mutagenesis (in Korean). *Korean. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **24**(4), 525-528 (1996)
2. Hong, S.S., Chung, K.S., Yoon, K.D. and Cho, Y.J.: Antimutagenic effect of solvent extracts of Korean fermented soybean products. *Food and Biotechnol.*, **5**(4), 263-267 (1996)
3. Suh, H.J., Suh D.B., Chung, S.H., Whang, J.H., Sung, H.J. and Yang, H.C.: Purification of ACE inhibitor from soybean paste (in Korean). *Agric. Chem. Biotechnol.*, **37**(6), 441-446 (1994)
4. Lee, J.S., Kwon, S.J., Chung, S.W., Choi, Y.J., Yoo, J.Y. and Chung, D.H.: Changes of microorganisms, enzyme activities and major components during the fermentation of Korean traditional doenjang and kochujang (in Korean). *Korean. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **24**(2), 247-253 (1996)
5. Kim, Y.S., Kwon, D.J., Koo, M.S., Oh, H.I. and Kang, T.S.: *Kor. J. Food Sci. Technol.*, Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean. J. Food Sci. Technol.*, **25**(5), 502-509 (1993)
6. Park, J.M. and Oh, H.I.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang meju* during fermentation (in Korean). *Korean. J. Food Sci. Technol.* **27**(1), 56-62 (1995)
7. Lee, S.S.: *Meju* fermentation for a raw material of Korean traditional soy products (in Korean). *Korean. J. Mycol.*, **23**(2), 161-175 (1995)
8. Lee, M.S.: Studies on the enzyme activity of fermented Korean native *meju* (in Korean). *Korean. J. Home Economy*, **16**, 33-41 (1978)
9. Lee, S.S., Yoon, Y.S. and Yoo, J.Y.: The fungal isolates of *Scopulariopsis* collected from Korean home-made *mejus* (in Korean). *Korean. J. Mycol.*, **24**(4), 329-336 (1996)
10. Kim, M.S. and Oh, P.S.: Isolation of thermostable α -amylase hyperproducing *Bacillus* sp. No. 32H417 and some properties of the enzyme (in Korean). *Korean. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **19**(2), 122-127 (1991)
11. Anonymous: Lipase, procedure No. 800, Sigma Chem. Co. (1990)
12. Office of Industry: KSH 2502 (*meju*) (in Korean) (1989).
13. Anonymous: Micro protein determination. Procedure No. 690, *Sigma Chem. Co.* (1991)
14. Yoo, J.Y.: Studies on the commercialization of Korean Traditional *meju* (in Korean). MOST Res. Report N1036 (KFRI), 1-183 (1995)
15. Choi, C., Choi, K.S., Kim, S., Lee, S.H., Sohn, J.H., Choi, H.J., Lee, S.S. and Ahn, B.J.: Characteristics and action pattern of protease from *Scopulariopsis brevicaulis* in Korean traditional *meju* (in Korean). *Korean. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**(1) 56-61 (1997)
16. Park, C.K., Nam, J.H., Song, H.I. and Park, H.Y.: Studies on the shelf-life of the grain shape improved *meju* (in Korean). *Korean. J. Food Sci. Technol.*, **21**, 876-883 (1989)
17. Sohn, Y.D., Choi, C.U., Ahn, B.J., Sohn, G.M. and Choi, C.: Changes in lipid and fatty acid composition in Korean native *meju* during fermentation (in Korean). *J. Korean. Agric. Chem. Soc.*, **28**(4), 226-232 (1985)

18. Cho, J.S.: Chap. 2 Fermented soybean products. in "Survey on Korean Fermented Foods" (in Korean). Kijeon Pub. Ltd., 47-90 (1980)
 19. Park, K.I. and Kim, K.J.: Studies on the Korean soysauce (in Korean), *Rep. Nat'l Inst. Ind.*, **20**, 89-98 (1970)
 20. Lee, J.J. and Ko, H.Y.: Standardization of Korean soy-sauce (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **8**(4), 247-252 (1976)
 21. Moon, G.S. and Cheigh, H.S.: Separation and characteristics of antioxidative substances in fermented soybean sauce (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**(4) 461-465 (1990)
 22. Kim, T.T., Kim, W.K. and Oh, H.I.: Screening and identification of fibronlytic bacterial strain from *chung-kookjang* (in Korean). *Korean J. Appl Microbiol. Biotechnol.*, **23**(1), 1-5 (1995)
 23. Shin, Z.I., Ahn, C.W., Nam, H.S., Lee, H.J., Lee, H.J. and Moon, R.H.: Fractionation of Angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste (in Korean), *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(2), 230-234 (1995)
 24. Park, J.M., Lee, S.S. and Oh, H.I.: Changes in chemical characteristics of traditional *kochujang meju* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Nutri.*, **8**(3), 184-191(1995).
 25. Cho, D. H. and Lee, W. J.: Microbiological studies of Korean native soy-sauce fermentatuon (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **13**(1), 35-42 (1970)
-
- (1998년 1월 28일 접수)