Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.
Vol. 26, No. 6, 551−557 (1998)

*Aspergillus*속 균류들을 이용한 콩알메주 발효의 생화학적 특성

김동호 · 김승호* · 최낙식 · 배 석[1] · 전순배[1]
생명공학연구소 단백질기능 R.U., [1]전남대학교 미생물학과

Biochemical Characteristics of Whole Soybean Cereals Fermented with *Aspergillus* Strains. Kim, Dong Ho, Seung Ho Kim*, Nack-Shick Choi, Suk-Bai[1], and Soon-Bai Chun[1]. *Protein Function Research Unit, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Taejon 305-600, Korea, [1]Department of Microbiology, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea* – Whole soybean cereal was fermented with four *Aspergillus* strains in pilot meju fermentation system. The pH range of the product was 7.40~7.98, the contents of reducing sugar and amino-nitrogen were 0.04~2.78%, 178~309 mg%, respectively and that of free fatty acid ranged 2.67~5.05%. The components of the amino acid, organic acid, free sugars and fatty acid showed distinctive patterns among four groups of fermented soybean cereals. Amylase activity and carbohydrate degradation rate of *A. usami* was higher than other strains. But protease and protein degradation rate, lipase and lipid degradation rate were similar in four strains. The odor concentrates of soybean cereals fermented with *Aspergillus* strains were different from *Bacillus* strains. Especially, pyrazine components, the main and common flavor chemicals in *Bacillus* strains, were not determined in this study and *Aspergillus* specific components were 9-methyl-acridine, dl-limonene and 2,3-butanediol. Soybean paste, made from *A. oryzae* fermented soybean cereal, showed excellent sensory evaluation.

Key words: *Aspergillus*, soybean, *meju*

우리 나라의 전통 발효식품인 된장, 간장, 청국장 등은 1970년대까지만 하여도 대부분 각 가정에서의 자가제조로 충당되었으나 주거환경의 변화, 핵가족화, 산업화 등의 사회구조 변화로 최근에는 약 50% 이상의 장류제품이 산업화된 대량 생산체제의 공장제품으로 대체되고 있다. 한편, 전통장류의 원료가 되는 메주의 제조에는 자연상태에서 유래한 수 십 종의 곰팡이와 세균들이 복합적으로 작용하며, 표준화가 어렵고, 제조기간도 2-3개월이 소요되는 등, 산업화가 어려운 문제점을 내포하고 있다. 따라서 대부분의 장류 생산업체에서는 2-3일만에 발효가 가능하고 산업적으로 표준화가 용이한 콩알메주를 제조하여 사용해왔다. 콩알메주의 제조에는 *Aspergillus oryzae*나 *Aspergillus sojae*를 사용하는 것이 일반적이며 경우에 따라 *Bacillus*를 일부 이용하기도 한다. *Aspergillus*를 이용한 메주의 제조에 관한 연구는 피트산과 무기질의 변화[3], 지질성분의 변화[14], 메주의 형상에 따른 장류의 품질비교[8], 메주의 품질수명 측정[13] 등이 보고되었으나 연구의 범위가 각 분야에 한정되고 대량 생산 system에서의 시행 결과와는 조금씩 다른 아쉬움이 있었다. 따라서 산업화된 생산체제에서도 전통장류의 맛과 기능성을 향상시키고 이를 보다 과학화 해나가기 위해서는 plant scale에서의 연구가 보다 중요할 것으로 보여진다.

본 연구에서는 콩알메주 발효과정의 생화학적 특성을 plant scale에서 살펴보기로 하고 일반적으로 메주 제조에 사용하는 *A. oryzae*와 *A. sojae*외에 전통메주에서 분리한 *A. flavus*와 *A. usami*를 이용하여 메주를 제조해 보았다. 이 중, *A. flavus*는 메주의 발효과정에서 aflatoxin을 생성하는 균주로 보고되고[16] 있으나 본 연구에서는 다른 *Aspergillus*속 균주와의 효소활성과 분해산물 등을 비교하기 위하여 실험구간에 포함시켰다. 제조한 콩알메주의 amylase, protease, lipase의 효소활성을 측정하고 당류, 아미노산, 지방산 등의 효소분해 산물과 유기산, 향기성분 등을 분석한 결과 각 균주별로 독특한 성분을 찾아낼 수 있었으며 이 메주로 각기 다른 풍미의 된장을 만들 수 있었다. 따라서 본 연구가 콩알메주의 발효공정에 대한 표준을 제공하고 콩알메주를 이용한 된장 제조의 model system이 될 수 있으리라 생각되어 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

사용균주 및 시약

장류 제조업체에서 일반적으로 메주 제조에 사용하는 *A. oryzae*와 *A. sojae*, 그리고 전통 메주에서 분리한 *A. flavus*, *A. usami*의 4종을 실험균주로 선발하고 *A. oryzae*

*Corresponding author
Tel. 82-42-860-4162, Fax. 82-42-860-4593
E-mail: shkim@kribb4680.kribb.re.kr

CF-1001과 *A. sojae* CF-3001은 장류용 종국 제조업체인 (주)충무발효로부터, *A. flavus* MJ-8과 *A. usami* MJ-11는 (주)명가식품의 분리균주를 분양 받아 실험에 사용하였다. 실험균주는 20%의 수분을 함유한 wheat meal 배지에서 3일간 배양하여 생산된 포자를 사용하였으며 각종 시약은 GR 또는 EP 등급의 것을 사용하였다.

메주 및 된장의 제조

원료 대두는 1996년에 수확된 강원도산 백태를 사용하였다. 실험용 콩알메주는 대두를 20℃의 물에 10시간 동안 침지하여 건져낸 후 증기압 1.2 kg/cm^{2}의 NK증자기에 20분간 증자한 다음 100×200×30 cm의 제국실에 100 kg의 대두를 넣고 포자가 착생한 wheat meal을 대두량의 0.05%(w/w)되게 접종하여 제조하였다. 메주 제조중 발효실의 온도는 30±1℃로, 습도는 상대습도 80±5%로 조절하였으며 메주의 발효시간은 2일 제국을 기준으로 45시간까지로 하였다. 된장은 콩알메주에 소맥분 koji, 증자대두, 정제염, 정제수를 혼합하여 분쇄한 다음 30℃의 숙성실에서 50일간 숙성한 것을 실험제품으로 하였다. 된장의 염도는 12%(w/w), 수분은 50%(w/w)로 조정하였다. 제조된 시제품의 관능검사[12]는 10인의 panel을 대상으로 맛, 향기, 색상에 대하여 5점평점법(1 매우 싫다, 2 싫다, 3 보통이다, 4 좋다, 5 매우 좋다)으로 실시하였으며 결과는 ANOVA 분석과 Ducan's multiple range test로 처리하여 유의성을 검증하였다. 이 때, 시료는 된장 10 g을 100℃의 물 100 ml에 희석하여 제시하였다.

일반분석

총당은 Dubois 등의 phenol-sulfuric acid 분석법[2]으로, 총환원당은 Somogyi법[11]으로 측정하였으며 총질소(micro-kjeldahl법), 아미노태질소(Sorensen formal titration법), 총지질(Privett법) 수분, pH 등은 일반식품분석법[15]으로 분석하였다.

효소활성 측정

효소활성 측정을 위한 조효소액은 메주 10 g을 막자사발에 갈아 mass flask에 담은 후 증류수를 100 ml까지 채워 30분간 교반하고 냉장상태에서 2시간 정치한 다음 10분간 원심분리(10,000×g, 4℃)하여 그 상등액을 조효소로 하였다. Amylase활성은 1% soluble starch를 기질로하여 생성된 총환원당을 Somogyi법[11]으로, protease활성은 0.5% casein을 기질로하여 생성된 tyrosine을 Folin's법[15]으로 측정하였으며 lipase활성은 10% 대두유를 기질로하여 생성된 linoleic acid를 김 등[5]의 방법으로 측정하였다. 기질용액의 제조, 효소반응조건 등은 전보[6]의 방법에 준하였으며 효소의 1 unit은 1분당 1 μmole의 product를 유리시키는 효소의 양으로 하였다.

기기분석

유리당, 유리아미노산 및 유기산의 성분분석은 HPLC로, 유리지방산과 휘발성 향기성분은 GC로 분석하였다. 유리당, 유리아미노산 및 유기산의 성분분석을 위한 시료는 위의 조효소액 10 ml를 hexane과 benzene으로 1회씩 세척하여 membrane filter(0.45 μm)에 여과하여 제조하였으며 각각 시료 10 μl를 injection 하였다. 유리당의 성분분석을 위한 기기는 HPLC(Waters 410, USA), Column은 sugar Pak(0.4 mm×30 cm), detector는 RI, mobile phase는 deionizing water를 사용하였으며 flow rate는 0.6 ml/min, column온도는 80℃로 하였다. 유기산 분석을 위한 기기는 HPLC(Waters 994, USA), column은 Cap cell pak C18, detector는 UV 214 nm, eluent solvent는 0.2% phosphoric acid를 사용하였으며 flow rate는 1,000 psi에서 0.6 ml/min로 하였다. 유리아미노산의 성분은 Pico-Tag system을 이용한 PITC (phenyl isothocyanate) 아미노산 유도체화와 HPLC (HP 1050 amino acid analyzer, USA)로 분석하였다. 유도체 시약은 methanol:deionizing water:trimethylamine:phenylisothiocyanate를 7:1:1:1로 혼합하여 사용하였고 column은 Pico-Tag, eluent solvent는 0.14 M sodium acetate와 0.05% triethylamine을 1 liter의 deionizing water에 녹여 phosphoric acid로 pH 6.4로 조정한 용액과 60% acetonitrile용액을 사용하였으며 UV detector로 254 nm에서 검출하였다.

유리지방산의 성분분석을 위한 시료는 분말화한 메주 10 mg을 취하여 0.5 N NaOH-methanol solution(4 ml), 14% BF_3-methanol solution(5 ml), n-hexane(5 ml)을 순차적으로 첨가하면서 60℃에서 환류냉각하고 포화식염수로 25 ml까지, n-hexane으로 50 ml까지 fill up 하여 제조하였다. 유리지방산의 기기분석은 GC/MS(HP 5890, USA)를 사용하였고 capillary column은 Nukol 2-4131 (15 m×0.32 mm)을, detector는 flame ionization detector를 사용하였다. Injector와 detector의 온도는 각각 220℃와 250℃였으며 oven은 초기온도 140℃에서 5분을 유지한 후 4℃/min의 속도로 180℃까지 승온하고 다시 1℃/min의 속도로 195℃까지 승온하였다. Carrier gas로는 N_2 gas를 20 ml/min의 flow rate로 사용하였다. 메주의 향기성분은 시료 2 g을 분쇄하여 head space vial에 넣고 증류수 10 ml를 첨가한 다음 Head space autosampler(Tekmar 7,000)가 연결된 GC/MS(HP 5890, USA)에서 분획하였다. Injector와 detector의 온도는 모두 200℃였으며 oven은 50℃에서 4℃/min의 속도로 200℃까지 승온하였다. Carrier gas로는 helium을 사용하였고 GC/MS chromatogram의 peak는 Wiley/

NBS library의 mass spectrum과 비교하여 판별하였다.

결과 및 고찰

메주균의 생장

실험균주 4종을 접종하여 발효시킨 콩알메주의 외관과 향을 관찰하였다. *A. flavus*는 콩알을 덮듯이 자라기 시작하여 균사가 4~5 mm까지 자라며 군데군데 황록색 포자를 생성하였고 특별한 향은 없었다. *A. oryzae*의 균사는 흰색으로 2-3 mm까지 자라며 특유의 향을 냈다. 발효 40시간이 지나면 황록색 포자가 생성되며 포자 생성시기에는 향기가 감소하였다. *A. sojae*의 생장은 *A. oryzae*와 비슷하였으며 향은 그보다 약하게 느껴졌다. *A. usami*의 균사는 흰색으로 1 mm 이하로 짧게 자라며 2일 이상 경과하면 진한 베이지색의 포자를 생성하였고 밤꽃향과 같은 좋은 향이 났다. 메주의 pH는 증자대두에서 pH 6.4이던 것이 45시간 발효후의 콩알메주는 각 균주에 따라 7.40~7.98까지 pH가 상승하였으며 메주의 수분은 증자대두의 60% 내외에서 어느정도 감소하여 52~56%대를 유지하였다. 한편, 본 연구에서 제조된 콩알메주의 pH는 이와 고[10]가 보고한 일반적인 재래메주의 pH인 6.5~7.5의 범위보다는 높았으며 서 등[17]의 균주를 달리한 청국장 제조 실험과정에서 보고된 *Bacillus*속 메주균의 pH 8.25~8.36의 범위, 그리고 김 등[6]의 *Bacillus*속 균주를 이용한 콩알메주의 제조에서 보고된 pH 7.98~8.68의 범위보다는 낮았다. 콩알메주의 수분은 서 등[17]이 보고한 51~56%와 거의 비슷한 수준이었다.

Amylase 활성 및 당 성분의 변화

각 메주의 amylase 조효소활성은 메주균주에 따라 상당한 차이를 보여 *A. flavus*의 2.64 unit/g에서 *A. usami*의 8.79 unit/g의 분포를 나타내었으며(Table 1) 총당함량은 *A. usami*의 7.53%에서 *A. flavus*의 8.65%의 범위로 조사되었다. 이 조사에서 amylase 활성이 높은 실험구는 당분해율과 이용율이 높아 메주의 총당함량이 상대적으로 낮아지며 amylase 활성이 낮은 실험구는 당의 이용율이 낮아 총당의 함량이 상대적으로 높아지는 것으로 해석되었다. 이러한 현상은 총환원당의 함량에서도 비슷한 경향을 보여 amylase 활성이 높은 *A. usami*에서는 0.04%의 환원당이, amylase 활성이 낮은 *A. flavus*에서는 2.78%의 환원당이 검출되었다. 특히 *A. usami*의 경우는 증자된 메주콩의 총당 중 20% 정도를 분해하여 이를 대사과정에 이용한 것으로 계산되어 amylase 활성 및 당분해율에서 가장 효과적인 균주로 평가되었다. 한편, Yong[18]은 *A. oryzae*를 이용한 대두 koji의 제조시 총환원당이 2% 내외로 검출된다고 보고하여 본 연구의 *A. oryzae*나 *A. sojae*의 결과와 일치하였다. 각 메주 추출물의 유리당 분석 결과(Table 4), stachyose와 raffinose가 2% 내외의 비교적 높은 농도로 축적되었으나 *A. oryzae* 실험구에서는 stachyose가 0.84%로 낮은 농도를 보여 상당량의 stachyose를 대사과정에 이용하는 것으로 생각되었다. 한편, sucrose, glucose, fructose는 전 실험구에 걸쳐 1% 이하로 낮게 조사되어 대부분이 미생물의 대사에 이용됨을 알 수 있었다. 한편, 메주발효에서의 stachyose, raffinose와 같은 유리당의 이용에는 α-galactosidase와 같은 효소가 작용할 것으로 생각되어지나 메주발효과정에서의 자세한 내용은 아직 밝혀진 바 없다. 대두의 전립과 자엽에는 sucrose(5~6%), stachyose(4~5%), raffinose(1~1.5%) 이외에도 arabinogalactan, galacturomanan, pectin질, hemicellulose 등의 다당류들이 존재하는 것으로 알려져 있어[1] 이들의 대사과정과 메주발효과정에서의 변화, 간장이나 된장 등의 장류제품의 품질에 미치는 영향 등을 연구해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

Table 1. Amylase, protease and lipase activities in the filtrates of soybean cereals fermented for 45 hrs at 30℃, inoculated with four *Aspergillus* strains (unit: unit/g)

	A. flavus	*A. oryzae*	*A. sojae*	*A. usami*
Amylase	2.64	3.06	4.78	8.79
Protease	0.69	0.55	0.59	0.30
Lipase	0.36	0.48	0.43	0.45

Protease 활성 및 질소 성분의 변화

실험메주의 단백질분해 활성은 0.3~0.69 unit/g의 활성을 보였고 단백질 성분의 분해정도를 나타내는 아미노태질소(AN)의 함량은 178~309 mg%의 범위로 단백질분해효소와 유의성 있는 상관관계를 나타내었으며 총질소(TN)에 대한 아미노태질소의 비율(amino nitrogen/total nitrogen)은 5~10%의 범위로 계산되었다. 한편, 서 등[17]은 *Bacillus*속 세균을 이용한 청국장 제조시

Table 2. Contents of total sugar, reducing sugar, total nitrogen amino nitrogen, total lipid and free fatty acid of soybean cereals fermented for 45 hrs at 30℃, inoculated with four *Aspergillus* strains

	A. flavus	*A. oryzae*	*A. sojae*	*A. usami*
Total sugar (%)	8.65	8.38	7.98	7.53
Reducing Sugar (%)	2.78	1.24	1.95	0.04
Total nitrogen (%)	3.55	3.72	3.66	3.61
Amino nitrogen (mg%)	269	230	309	178
Total lipid (%)	8.21	7.86	8.04	8.10
Free fatty acid (%)	3.24	3.74	5.05	2.67
Moisture content (%)	52.6	56.2	52.8	53.9
pH	7.40	7.94	7.98	7.64

Table 3. Composition of amino acids in the filtrates of soybean cereals fermented for 45 hrs at 30℃, inoculated with four *Aspergillus* strains (unit: relative peak area %)

	A. flavus	*A. oryzae*	*A. sojae*	*A. usami*
Asp	5.72	8.04	9.21	4.05
Glu	4.98	7.65	7.76	5.47
Asn	53.35	32.20	29.30	55.43
Ser	1.96	0.46	3.70	1.92
His	2.47	1.16	2.57	1.31
Gly	2.46	4.69	3.52	2.66
Thr	0.86	1.95	2.06	1.26
Ala	1.39	2.08	2.06	1.75
Arg	2.27	2.72	4.67	4.60
Tyr	2.48	4.12	3.83	2.32
Cys	0.93	1.38	0.78	0.40
Val	2.49	4.08	3.70	2.15
Met	0.74	0.86	1.15	0.90
Phe	0.77	1.59	1.63	1.22
Ile	5.68	9.72	8.59	5.93
Leu	4.67	8.01	6.28	3.38
Lys	4.44	5.63	6.66	3.61
Pro	2.33	3.65	2.52	1.61
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

AN은 200~500 mg%라고 보고하였고 Yong[18]은 *A. oryzae* 3종을 이용한 대두 koji의 제조시 AN이 300 mg% 수준이라고 보고하여 본 연구의 결과와 비슷하거나 약간 높았다. 메주추출물의 아미노산 조성에 대한 분석결과는 Table 3과 같다. 각 균주별 아미노산 조성을 살펴 보았을 때 전체적으로 asparagine(Asn)의 함량이 가장 높았으며 aspartic acid(Asp), glutamic acid(Glu), lysine(Lys)의 함량도 비교적 높게 조사되어 이 의[9] 메주 성분중의 아미노산 조성에 대한 연구결과와 비슷한 양상을 보여주었다. 한편, asparagine은 *A. sojae*에서는 전체 아미노산의 29.3%, *A. usami*에서는 55.43%의 비율로 검출되어 균주별로 상당한 편차를 나타내었다.

Lipase 활성 및 지질 성분의 변화

Aspergillus 균류를 접종한 메주의 lipase활성은 0.36~0.48 unit/g으로 조사되어 김 등[6]이 보고한 *Bacillus*속 세균류의 0.1 unit/g에 비하여 lipase 활성이 높은 경향이었다. 메주의 총지질량은 메주 발효 후 7.86-8.21%의 범위를 보였으며 유리지방산은 *A. sojae* 실험구에서 5.05%로 가장 높았고 다른 실험구에서도 3% 내외로 검출되어 김 등[6]이 보고한 *Bacillus*속 세균류의 1% 내외에 비하여 비교적 높은 축적율을 나타내었다. 메주 지방산의 성분별 분석결과(Table 4), 메주 지방산의 조성은 대부분의 실험구에서 지금까지 보고된 대두, 청국장, 메주 등의 지방산조성과 비슷한 양상이었다[4, 6, 7, 19].

유기산의 변화

실험메주의 6가지 유기산 성분을 분석하여 그 결과를 Table 4에 정리하였다. 유기산의 총함량은 2.77~5.94%의 범위를 보여 *Bacillus*를 이용한 콩알메주의 유기산 함량과 비슷한 수준이었으며[6] *B. natto*를 이용한 대두제국시 citric acid가 0.03%, acetic acid가 0.05%, pyroglutamic acid가 0.01% 정도 검출되었다고 보고한 김 등[14]의 결과보다는 높은 것으로 나타났다. 한편, 유기산

Table 4. Compositions of free sugars, free fatty acids and organic acids in the filtrates of soybean cereals fermented for 45 hrs at 30℃, inoculated with four *Aspergillus* strains

		A. flavus	*A. oryzae*	*A. sojae*	*A. usami*
Sugars (%)	Stachyose	1.77	0.84	2.66	3.10
	Raffinose	1.67	1.75	2.56	1.89
	Sucrose	0.50	0.15	0.06	0.00
	Glucose	0.68	0.17	0.51	0.31
	Fructose	0.07	0.14	0.02	0.01
Fatty acids (peak area %)	C16 : 0	17.99	17.70	17.79	17.79
	C18 : 1	31.16	31.80	30.88	29.70
	C18 : 2	44.47	44.27	44.90	45.94
	C18 : 3	6.27	6.12	6.33	6.49
	C20 : 0	0.11	0.10	0.10	0.08
Organic acids (mg %)	Tartaric acid	0.62	0.24	0.52	1.01
	Malic acid	2.95	1.37	2.73	0.38
	Acetic acid	0.01	0.22	2.26	0.37
	Lactic acid	0.19	0.24	0.28	0.29
	Citric acid	0.03	0.07	0.11	0.72
	Succinic acid	0.93	0.06	0.04	0.00

Table 5. Comparison of major volatile compounds of soybean cereals fermented for 45 hrs inoculated with four *Aspergillus* strains (unit: relative peak area %)

Compounds\Strains	*A. flavus*	*A. oryzae*	*A. sojae*	*A. usami*
2-octanamine, N-(1-methylheptyl)	-	-	-	-
acetic acid, ethenyl ester	-	-	-	-
heptanal	-	-	-	-
oxazole, trimethyl	-	-	-	-
formic acid, hexyl ester	-	-	-	-
disulfide, dimethyl	-	-	-	-
pyrazine, 2-5-dimethyl	-	-	-	-
pyrazine, tetramethyl	-	-	-	-
benzaldehyde	0.22	-	-	-
pyrazine, trimethyl	-	-	-	-
ethanedioic acid, bis(trimethylsilyl)	0.47	-	-	-
2-butanone	-	0.18	1.63	-
butanal, 3-methyl	10.32	0.38	3.55	17.43
2-propanol	-	-	1.23	23.39
1-propanol	0.42	9.85	2.08	2.04
ethanol	48.07	80.87	39.46	23.39
1-butanol, 3-methyl	0.66	1.27	0.86	23.87
acetic acid	3.70	3.63	18.53	15.11
acetic acid, ethyl ester	-	-	-	-
acridine, 9-methyl	12.30	-	3.81	-
dl-limonene	0.64	0.07	0.75	1.93
2-butanone, 3-hydroxy	0.52	0.38	-	-
2,3-butanediol	0.92	0.68	1.44	-

의 성분별로는 malic acid는 *A. flavus*에서, acetic acid는 *A. sojae*에서 특이성분으로 조사되었다.

향기성분 분석

각 메주로부터 40 여종의 향기성분을 검출하여 그 주요 성분을 Table 5에 정리하였다. 이를 김 등[6]이 보고한 *Bacillus*속 미생물의 향기성분과 비교한 결과 *Bacillus*에서는 검출되었던 2-octanamine, acetic acid ethenyl ester, heptanal, trimethyl oxazole, formic acid, benzaldehyde, dimethyl-disulfide, pyrazine류 화합물 등은 *Aspergillus*에서는 검출되지 않았다. 그러나 *Bacillus*에서는 검출되지 않았던 9-methyl-acridine, dl-limone, 2,3-butanediol 등은 *Aspergillus*에서 검출되었고 ethanol, acetic acid, 3-methyl-1-butanol 등은 *Aspergillus*와 *Bacillus*에서 공통적으로 검출된 향기 성분이었다. 또한 각 실험구간은 다른 실험구와 구분되는 특성들을 보여주었다. *A. flavus*에서는 17종의 향기성분이 검출되었으며 이 실험구에서는 2-methyl-butanal(4.27%), 3-methyl-butanal(10.32%), methyl-butanol(0.84%), 2,3-butanediol(0.92%) 등의 butan계열 화합물이 16% 정도로 높은 함량을 보였고 9-methyl-acridine이 12.1%로 전 실험구 중 가장 높은 함량으로 조사되었다. *A. oryzae*에서는 총 21종의 향기성분이 검출 되었으며 ethanol(80.9%), 1-propanol(9.85%), acetic acid(3.63%), 1-butanol(1.4%) 등이 주요성분으로 검출되었고 pentanal, 2-nonanone, 2,5-dimethyl-furan 등이 미량의 특이성분으로 조사되었다. *A. sojae*는 총 21종의 향기성분이 검출되었으며 acetic acid가 다른 실험구에 비하여 높게 조사되었고 2-propanone(3.2%), 2-butanone(1.6%), 2-pentanone(1.3%), 2-heptanone(0.7%), 2-nonanone(1.2%) 등의 ketone 유도체 화합물이 다른 실험구에 비하여 높은 함량을 나타내었다. *A. usami*에서는 총 13종의 향기성분이 검출되었고 다른 실험구에 비하여 ethanol의 비율은 낮았으며(23.4%) 상대적으로 3-methyl butanal(17.4%), 3-methyl-1-butanol(23.9%), acetic acid(15.1%) 등의 함량이 높았다.

실험제조 된장의 특성

콩알메주와 소맥분 koji, 증자대두, 식염, 물을 혼합한 후 30℃에서 50일간 숙성하여 된장을 제조하고 관능평가를 실시하였다(Table 6). 관능평가 결과 *A. flavus* 실험구에서는 쓴맛이 느껴졌으며 *A. sojae*는 간장향이 약간의

Table 6. The composition (A) and sensory evaluation (B) of the soybean pastes made from whole soybean cereals fermented with four *Aspergillus* strains

(A) The composition of the soybean paste (unit: %)

Soybean, fermented	Soybean, cooked	Flour, fermented	Salt	Water
20	30	20	12	18

(B) Sensory evaluation of the soybean pastes

Sample	*A. flavus*	*A. oryzae*	*A. usami*	*A. usami*
Taste	2.7[b]	3.7[a]	3.2[a]	3.3[a]
Flavor	3.1[b]	3.9[a]	2.8[b]	3.7[a]
Color	3.2	3.6	3.0	3.4

[a]Values in the same column with different superscript letters are significantly different from others at $p<0.05$ level.

거부감을 준 것으로 나타났고 *A. usami*는 색상이 밝고 단맛이 있는 것으로 평가되었다. 전반적으로 맛과 향에서는 *A. oryzae*와 *A. usami*를 접종한 메주로 제조한 된장이 유의성 있는 선호도를 보여 주었으며 색상에서는 유의성 있는 결과가 나타나지 않았다. 이 평가 결과, 개량메주를 이용한 된장의 제조에서는 *A. oryzae*를 주요 메주 균주로 사용하고 색상과 단맛의 조절에는 *A. usami*를, 간장맛과 같은 맛을 내는데는 *A. sojae*를 혼합하는 것이 효과적일 것으로 기대되었으며 다른 한편으로는 전보[6]에서 보고된 바와 같이 *Bacillus*로 제조한 메주를 사용하는것도 전통장류의 맛을 내는데 유용할 것으로 평가되었다.

요 약

콩알메주 발효의 pilot system에 4종의 *Aspergillus* 균주를 접종하여 45시간 발효시킨 후 메주의 효소활성, 영양성분, 향기성분 등을 분석하고 제조된 메주로 된장을 제조하여 제품의 관능을 평가하였다. 메주의 pH는 7.40~7.98, 환원당은 0.04~2.78%, 아미노태질소는 178~309 mg%, 유리지방산은 2.67~5.05%의 수준이었으며 아미노산, 유리당, 지방산, 유기산의 분석 결과, 각 균주에 따라 특징적인 구성비를 보여주었다. Amylase 활성과 당류의 분해도는 *A. usami*가 가장 높았으며 protease와 lipase 활성, 그리고 단백질과 지질의 분해도는 각 균주별로 큰 차이를 보이지 않았다. 메주의 향기성분 분석 결과, *Aspergillus*속 균주들은 *Bacillus*속 균주들과는 다른 향기성분을 생산하는 것으로 조사되었는데 이 중 9-methyl-acridine, dl-limonene, 2,3-butanediol 등이 *Aspergillus*에서 특징적으로 검출된 성분이었고 ethanol, acetic acid의 함량도 *Bacillus*에 비하여 훨씬 높았다. 각 메주로 된장을 제조한 결과, *A. oryzae*가 가장 좋은 평가를 받았으며 *A. sojae*에서는 간장맛이, *A. usami*에서는 단맛이 특징적으로 나타났다.

REFERENCES

1. Chung, D. H. and S. K. Shim. 1994. *Soybean Fermentation Food.* Ponds of intelligence Co., Seoul.
2. Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rbers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* **28**: 350–356.
3. Kang, H. J., E. S. Park, and S. Yoon. 1984. Interaction of phytic acid with minerals during *meju* preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**: 403–407.
4. Kim, B. N., C. H. Park, S. S. Ham, and S. Y. Lee. 1995. Flavour component, fatty acid and organic acid of natto with spice added. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**: 219–227.
5. Kim, C. J., H. S. Cheigh, and S. M. Byun. 1984. A simple and modified photometric method for measuring lipase activity. *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**: 251–253.
6. Kim, D. H., D. W. Lim, D.W., S. Bai, and S. B. Chun. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean meju model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 1006–1015.
7. Kim, J. G., S. K. Kim, and J. S. Lee. 1988. Fatty acid composition and electrophoretic patterns of protein of Korean soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**: 263–271.
8. Kim, S. S. 1978. Effect of meju shapes and strains on the quality of soysauce. *Korean J. Food Sci. Technol.* **10**: 63–72.
9. Lee, C. H. 1976. The effect of Korean soy sauce and soypaste making on soybean protein quality. *Korean J. Food Sci. Technol.* **8**: 12–17.
10. Lee, C. J. and H. S. Koh. 1976. Standardization of Korean soysauce. *Korean J. Food Sci. Technol.* **8**: 247-252.
11. Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* **153**: 375.
12. Park, C. K. and I. K. Hwang. 1995. Consumption pattern of Korean traditional soy sauce and consumer sensory evaluation. *Korean J. Soc. Food Sci.* **11**: 521–526.
13. Park, C. K., J. H. Nam, H. I. Song, and H. Y. Park. 1989. Studies on the shelf-life of the grain shape improved meju. *Korean J. Food Sci. Technol.* **21**: 876–883.
14. Rhee, S. H., H. S. Cheigh, and C. S. Kim. 1982. Studies on the changes of lipids during soybean koji preparation for Doenjang fermentation in model system. *Korean J. Food Sci. Technol.* **14**: 375–381.
15. Ryu, T. J., J. S. Lee, H. S. Kim, and H. I. Kwon. 1979. *Labolatory Manual of Food.* Soohaksa Co., Seoul.
16. Scott, D. E. B. 1965. Toxigenic fungi isolated from cereal and legume products. *Mycopathol. Mycol. Appl.* **25**:

213−222.
17. Suh, J. S., S. G. Lee, and M. K. Ryu. 1982. Effect of *Bacillus* strains on the *Chungkook-jang* processing. *Korean J. Food Sci. Technol.* **14**: 309−314.
18. Yong, F. M. and B. J. B. Wood. 1977. Biochemical changes in experimental soy sauce *Koji. J. Fd. Technol.* **12**: 163−175.
19. Yoon, T. H., K. J. Im, and D. H. Kim. Fatty acid and composition of lipids obtained from Korean soybean varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**: 375−382.

(Received June 23, 1998)