J. Fd Hyg. Safety
Vol. 24, No. 1, pp. 102~109 (2009)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

재래 된장과 시판 된장의 미생물 오염 및 바이오제닉 아민 함량 분석

이학태[1] · 김종호[1] · 이상선*
한양대학교 식품영양학과, [1]롯데중앙연구소

Analysis of Microbiological Contamination and Biogenic Amines Content in Traditional and Commercial Doenjang

Hak Tae Lee[1], Jong Ho Kim[1], and Sang Sun Lee*
Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul
[1]Lotte R&D Center
(Received December 24, 2008/Revised March 19, 2009/Accepted March 25, 2009)

ABSTRACT – This study was carried out to analyse the microbiological contamination and biogenic amines(BA) content in Korea traditional soybean paste and commercial soybean paste. The results of microbiological anaylsis through Korean traditional soybean pastes(L1~L4) were 7.8 ± 0.1 log CFU/g ~ 7.9 ± 0.1 log CFU/g, commercial soybean pastes(H1~H6) were 6.2 ± 0.1 log CFU/g ~ 7.4 ± 0.1 log CFU/g for APC (Aerobic Plate Count), and L1~L4, H5, H6 soybean pastes were 2.3 ± 0.4 log CFU/g ~ 2.6 ± 0.1 log CFU/g for *Bacillus cereus*. But other microorganism was not dectected. Among biogenic amines, PUT(putrescine), TYR(tyramine), HIS(histamine), PHE(2-Phenylethylamine) were dectected high level and CAD(cadaverine), TRY(tryptamine), AGM(agmatine) were dectected medium level and SPD(spermidine), SPM(spermine), NOR(noradrenaline), SER(serotonin) were dectected low level. Dectected contents of biogenic amines were higher in commercial soybean paste compared to the traditional soybean paste.

Key words: microbiological contamination, biogenic amine, soybean paste.

된장은 청국장, 간장 등과 함께 콩을 주원료로 한 전통 발효 식품으로 우리 민족의 일상 식탁에서 빼 놓을 수 없는 중요한 조미식품이다. 된장은 원료인 대두로부터 발효, 숙성과정을 거쳐 생성되는 특유의 맛과 냄새를 가지고 있으며, 단백질과 지방함량이 높아 영양적인 측면에서도 매우 우수한 식품으로 곡류 위주의 식생활을 해 온 우리 민족에게는 중요한 단백질 공급원으로써의 역할을 해 왔다. 이와 함께 최근에는 된장 속에 항산화능, 항돌연변이성, ACE 저해물질, 혈전 용해 물질 등 여러 가지 유익한 생리활성 물질이 함유되어 있음이 밝혀지면서 최근 소비자들의 건강에 대한 관심 증대 및 우리 사회의 웰빙 트렌드 등과 맞물려 건강기능식품으로써 큰 관심을 끌고 있다[1,2].

하지만 된장은 제품 특성상 자연에서 유래한 수십 종의 곰팡이와 세균이 복합적으로 서식하며, 발효, 숙성 과정 중 이들의 대사 작용에 의하여 된장 특유의 맛과 향을 내므로, 미생물과 이들의 대사 산물에 의한 오염 및 식중독 등 식품 안전 측면에서는 위험성을 안고 있다. 이에 따라 최근 식약청은 식품위생법의 식품 기준 및 규격개정 사항의 장류 미생물 기준 규격 개정에 의하면 장류식품에서 유해 미생물인 바실러스 세레우스균의 정량 기준을 도입해 미생물 관리를 실시하고 있다[3,4]. 그러나 재래식 된장 및 시판 된장 제품에서 바실러스 세레우스균이 해당 기준을 초과하는지에 대한 정보 및 바실러스 세레우스균 이외 기타 다른 유해 미생물의 오염도에 관한 정보는 미흡한 실정으로 이에 대한 자료가 필요하다.

한편 미생물과 함께 된장의 안전성과 관련해 주목을 받는 물질이 바이오제닉 아민이다. 바이오제닉 아민은 구조상 지방족, 방향족, 헤테로고리구조 등을 가진 형태로 되어 있고, 인체 및 동물 체내에서 중추신경의 신경 전달물질 또는 직·간접적 혈관계 조절에 관여하는 필수 성분의 하나이며, 다양한 종류의 식품에서 과량섭취 시 식중독 증상을 유발시키고 일부 바이오제닉 아민은 N-nitrosamine과 같은 강력한 발암물질로 전환될 수 있는 잠재성을 갖고 있어 식품의 유해 물질로 주목해야 할 물질이다. 특히 바이오제닉 아민은 단백질을 함유한 식품이 부패하거나 발효식품의 발효, 숙성 과정 중 생성되는 물질로 단백질

*Correspondence to: Sang Sun Lee, Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea.
Tel : 82-2-2220-1206, Fax : 82-2-2220-1179
E-mail : leess@hanyang.ac.kr

함량이 높은 콩을 주원료로 하여 발효시키는 된장의 경우, 바이오제닉 아민의 위험에 쉽게 노출될 수 있어 지속적인 모니터링 검사 및 관리가 필요하다[5-7].

따라서 본 연구에서는 전통 방법으로 제조한 재래 된장 4종과 개량식 방법으로 제조한 시판 된장 6종을 선정해 바실러스 세레우스균, 황색포도상구균 등 미생물 오염도 검사와 바이오제닉 아민류에 대한 모니터링 검사를 실시해 위생적이고 안전한 된장 공급을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 시판 된장 6종은 서울 시내 대형 할인 매장에서 구입하여 사용하였으며, 제조 된장 4종은 재래식 방법, 즉 콩으로 메주를 쑤어 발효시킨 후 소금을 첨가하여 30일간 숙성시키는 방법을 사용한 일반 된장과 여기에 쌀을 추가하여 만든 쌀된장에 각각 작두콩 6.5%를 첨가하여 제조한 된장을 시험 분석에 사용하였다(Table 1).

실험재료 전처리

미생물 시험분석을 위해서는 각각 25 g의 시료를 채취하여 멸균생리식염수로 10배 희석하여 시험분석을 하였으며, 식중독균 분석은 멸균생리식염수 대신 각각의 증균배지를 사용해 시험분석을 실시하였으며, 바이오제닉 아민 분석을 위해 각각의 시료를 동결건조하여 냉동보관하면서 시험분석에 사용하였다.

미생물 시험분석

미생물 시험분석 항목은 위생지표균인 대장균과 대장균군, 일반세균수와 식중독균인 바실러스 세레우스균, 황색포도상구균, 살모넬라균, 리스테리아 모노시토지네스균 검사를 실시하였다. 미생물 시험분석 방법은 2008년 식품공전[8]과 AOAC(Association of Official Analytical Chemists) 18th edition[9]에 준하여 실험하였으며, 각 시험 항목마다 약간 변형된 방법으로 검사를 실시하였다.

대장균

전처리한 샘플에서 1 mL를 취하여 3M 사의 대장균용 건조필름배지에 접종한 후 잘 흡수 시키고, 35 °C에서 48시간 배양한 후 생성된 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락수를 양성으로 하여 분석하였다.

대장균군

전처리한 샘플에서 1 mL를 취하여 3M 사의 대장균군용 건조필름배지에 접종한 후 잘 흡수 시키고, 35 °C에서 24시간 배양한 후 생성된 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락을 양성으로 하여 분석하였다.

일반세균수

전처리한 샘플 1 mL를 취하여 멸균 생리식염수로 단계별로 희석시킨 후, 단계별 희석액 1 mL를 세균수용 건조필름배지에 접종하여 잘 흡수시키고 35 °C에서 48시간 배양한 후 생성된 붉은 집락수를 계산하고 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 일반세균수를 산출하였다.

바실러스세레우스균

전처리한 샘플 용액을 멸균 생리식염수을 사용하여 10^{-2}에서 10^{-6}까지 단계별 희석한 후, 각 단계별 희석용액 0.2 mL씩 MYP 한천평판배지에 5장으로 도말하여 총 접종액이 1 mL가 되게 한 후, 30 °C에서 24시간 배양한 후 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다. 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지에 접종하고 30 °C에서 24시간 배양한 후, 그람염색을 실시하여 포자를 갖는 그람양성, 긴 형태의 간균으로 확인된 균은 VITEK 32를 사용

Table 1. Raw materials of soybean pastes

Sample	Raw materials
L1	soybean/meju powder 95%, salt
L2	soybean/meju powder 87%, sword bean 8%, salt
L3	soybean/meju powder 50%, rice 35%, salt
L4	soybean/meju powder 50%, sword bean 6.5%, rice 35% salt
H1	soybean 22.1%, rice, salt, spirit
H2	soybean 28.4%, wheat flour, salt, spirit, koji
H3	soybean 53.4%, salt, spirit, koji
H4	soybean 55%, fat-removed soybean powder, salt, spirit, koji
H5	soybean 72%, salt
H6	soybean 82%, salt

L1~L4 : Soybean pastes made by traditional method
H1~H6 : Commercial soybean pastes

해 생화학 시험을 실시하여 확인시험을 하였다. 균수의 계산은 확인 동정된 균수에 희석배수를 곱하여 계산하였다.

황색포도상구균

전처리한 샘플 용액 1 mL를 10% NaCl을 첨가한 tryptic soy broth 배지에 접종한 후 35 ~ 37 °C에서 16시간 증균배양하였다. 증균배양액을 Baird Parker 배지에 접종하여 37 °C에서 24시간 배양한 후, 검정색 불투명 집락을 나타내고 주변에 혼탁한 환이 있는 집락을 선택하여 분리배양하였다. 분리배양 된 평판배지상의 집락을 0.6% yeast extract를 첨가한 tryptic soy agar 배지에 도말하여 37 °C에서 24시간 배양한 뒤, 토끼혈청을 이용한 coagulase 테스트를 실시하여 3, 6, 24 시간별로 관찰하여 응고 유무를 확인한다. 관찰 결과 응고 시 coagulase 양성으로 판정하고, VITEK 32를 사용해 생화학 시험을 실시하여 최종 확인시험을 하였다.

살모넬라균

시료 약 25 g을 취하여 peptone water 225 mL를 첨가하여 35 °C에서 24시간 증균 배양하였다. 배양액 0.1 mL를 취하여 10 mL의 rappaport-vassiliadis 배지에 접종하여 42 °C에서 24시간 배양하였다. 증균배양액을 XLD 한천배지에 접종하여 35 °C에서 24시간 배양한 후 전형적인 검정색 핵을 가진 colony를 선택하여 gram (−), catalase (+), oxidase (−), TSI(Triple Sugar Iron agar) (+)로 확인된 균주를 API 20E kit를 사용하여 최종 확인시험을 하였다.

리스테리아 모노시토지네스균

시료 약 25 g을 취하여 listeria enrichment broth 22.5 mL를 첨가하여 30 °C에서 24시간 배양하였다. 증균 배양액을 Oxford agar 에 도말하여 30 °C에서 48시간 배양한 후, 주변이 흑색으로 변한 pale-green 배지에 접종한 후 37 °C에서 24시간 분리배양 하였다. 분리 배양한 집락을 그람염색 후 그람양성 간균을 확인한 후 motility (+), catalase (+), CAMP test (+)인 균주에 대해 API Listeria kit를 사용해 최종 확인시험을 하였다.

바이오제닉아민 시험법

바이오제닉아민의 분석은 Garcia-Garcia 등의 방법[10]과 일본위생시험법[11]의 불휘발성부패아민 분석법을 변형하여 사용하였다. 검체 5 g 을 정확하게 취하여 0.1 N 염산 15 ml을 가한 후 균질화하고 이것을 원심분리(4000 × g, 4 °C, 15 min) 한 후 상층액을 취하는 조작을 3회 반복하여 얻은 상층액을 합치고 0.1 N 염산을 가해 50 ml 로 한 것을 시험용액으로 하였다. 표준용액 및 시험용액 각각 1 ml를 마개 달린 유리 시험관에 취한 다음 내부표준용액 100 μL를 가한 후 포화탄산나트륨용액 0.5 mL와 1% 염화단실아세톤용액 0.8 mL을 가하여 혼합한 후 마개를 하여 45 °C에서 1시간 유도체화 한다. 유도체화 시킨 표준용액 및 시험용액에 10% 프롤린용액 0.5 mL 및 에테르 5 mL를 가하여 약 10분간 진탕하고 상층액을 취하여 질소 농축한 뒤 아세토니트릴 1 mL를 가하여 여과한 것을 Table 2 의 조건하에 고속액체크로마토그래프로 분석하였다.

결과 및 고찰

위생지표세균 검사 결과

재래식 방법으로 제조한 된장과 시판된장에 대한 위생지표세균 검사 결과를 Table 3 에 나타내었다. 위생지표세균은 위생적으로 지표가 되는 세균의 측정을 통해 식품의 안전성과 위생환경을 간접적으로 측정하는 방법으로 본 연구에서는 대장균, 대장균군 그리고 일반세균수를 측정하였다.

본 연구에서 분석한 된장 10종 모두에서 대장균과 대장

Table 2. HPLC conditions for biogenic amines analysis

Items	Conditions
HPLC	Shiseido Nanospace S52, JAPAN
Column	Capcell pak C18 reversed-phased column 250 × 4.6 mm, 5 μm column
Detector	Shiseido UV 6000 Photodiode array detector
Mobile phase	A : 0.1% glacial acetic acid in H_2O B : 0.1% glacial acetic acid in ACN
Gradient	A:B = 45:55, 0~10 min A:B = 35:65, 10~15 min A:B = 20:80, 15~25 min A:B = 10:90, 25~30 min A:B = 10:90, 30 min over
Flow rate	1 mL/min
Sample injection volume	10 μl

Table 3. Evaluation of sanitary indicative bacteria in soybean pastes.

(log CFU/g)

Sample	Sanitary Indicative Bacteria		
	E. coli	*Coliform*	Aerobic Plate Count
L1	ND[1)]	ND	7.79 ± 0.10[2)]
L2	ND	ND	7.81 ± 0.20
L3	ND	ND	7.96 ± 0.03
L4	ND	ND	7.85 ± 0.20
H1	ND	ND	6.28 ± 0.58
H2	ND	ND	6.22 ± 0.09
H3	ND	ND	6.02 ± 0.57
H4	ND	ND	6.19 ± 0.04
H5	ND	ND	7.21 ± 0.01
H6	ND	ND	7.44 ± 0.05

[1)] Not Detected
[2)] mean ± SD(standard deviation)
L1~L4 : Soybean pastes made by traditional method
H1~H6 : Commercial soybean pastes

균군은 검출되지 않았으나, 일반세균은 모든 시료에서 검출되었다. 전체적으로 검출된 일반세균은 6.02 ± 0.57 log CFU/g ~ 7.96 ± 0.03 log CFU/g 의 분포를 나타내었다. 시료별로는 가정에서 재래식으로 담근 된장이 7.79 ± 0.10 log CFU/g ~ 7.96 ± 0.03 log CFU/g 의 분포를 보여 6.02 ± 0.57 log CFU/g ~ 7.44 ± 0.05 log CFU/g 의 분포를 보인 시판된장 보다 높은 일반세균수가 검출되었다.

목 등[12)]은 저염 된장 숙성 중 미생물과 효소활성의 변화에서 대장균은 검출되지 않았으며, 모든 된장의 초기 균수는 10^4 ~ 10^6 CFU/g 의 수준을 보였고, 6주 숙성이 지난 후에는 10^5 ~ 10^6 CFU/g 으로 일정한 수준을 유지하는 경향을 보였다고 보고하였으며, 김[13)] 은 깻잎 바이오 된장의 미생물 및 관능평가에서 대조구로 잡은 일반된장의 일반세균수는 초기에 10^5 CFU/g 을 나타내었고, 숙성일이 증가함에 따라 점차 증가하여 숙성 30일에는 10^9 CFU/g 정도가 검출되었다고 보고하였고, 이 등[14)]은 한국 재래식 된장에서 호기성 세균의 결과가 숙성기간 동안 10^7 ~ 10^8 CFU/g 정도로 검출되었다고 보고하여 각 연구 결과마다 검출된 일반세균수는 조금씩 차이가 났다.

시료별로 일반세균의 수가 차이가 나는 것은 우선 된장 제조 방법에 따른 차이로 생각된다. 즉 대두를 삶아 찧고, 성형한 다음 자연 상태에서 미생물들이 번식하도록 한 메주를 소금물에 담궈 일정기간 자연적으로 발효, 숙성시킨 재래식 제조 방법과 공장에서 대두와 밀 등에 종국을 만들어 제조한 개량식 제조 방법에 따라 미생물의 생육 환경이 달라짐에 따라 차이가 난 것으로 생각된다. 다음으로 첨가된 원료에 따른 차이를 들 수 있다. 즉 된장은 발효 숙성 시 부패를 방지하고 상온에서 장기간의 저장과 유통을 위하여 보통 10~14%의 소금이 첨가되는데, 첨가되는 식염의 양에 따라 미생물의 생육이 영향을 받을 수 있으므로 각 시료된장에 첨가된 식염의 농도에 따라 이렇게 일반세균수에 차이가 날 수 있다.

된장은 상온 유통 중 부풀어 오르거나, 때에 따라서는 곰팡이가 발생하는 등의 문제가 발생되기 쉽기 때문에 이를 해결하기 위해 된장 제조업계에서는 된장 숙성 후 주정을 첨가하여 판매하는 것으로 알려져 있다[15)]. H1 ~ H4 된장들은 모두 주정을 첨가한 된장들로 이 주정에 의해 미생물 생육이 억제되어 다른 시료들에 비해 낮은 일반세균수가 검출된 것으로 생각된다.

식중독균 검사결과

각 시료 된장의 식중독균 검사결과를 Table 4 에 나타내었다. 분석한 식중독균은 황색포도상구균, 살모넬라균, 리스테리아균, 바실러스 세레우스균을 분석하였으며, 황색포도상구균과 바실러스 세레우스균은 정량분석을 하였고, 살모넬라균과 리스테리아균은 정성분석을 실시하여 결과를 나타내었다.

검사 결과 모든 샘플에서 황색포도상구균과 살모넬라균, 그리고 리스테리아균은 검출되지 않았다. 그러나 바실러스 세레우스균은 H1 ~ H4를 제외한 모든 샘플에서 검출되었으며, 2.30 ± 0.42 log CFU/g ~ 2.63 ± 0.12 log CFU/g 의 분포를 나타내었고, 각 시료별로 검출된 바실러스 세레우스균 수가 큰 차이를 나타내지는 않았다. 김[13)] 은 분석한 모든 된장 시료에서 황색포도상구균과 살모넬라균 등 식중독균은 검출되지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 같았으며, 된장은 식중독균에 대해 비교적 안전한 것으로 나타났다. 또한 이 와 김[16)]은 한국 전통 된장의 구강 미생물에 대한 항균효과에서 된장 추출물이 대장균과 황

Table 4. Evaluation of food borne pathogen in soybean pastes

(log CFU/g)

Sample	Food Borne Pathogen			
	S. aureus	*Salmonella* spp.	*L. monocytogenes*	*B. cereus*
L1	ND[1)]	ND	ND	2.49 ± 0.14[2)]
L2	ND	ND	ND	2.63 ± 0.12
L3	ND	ND	ND	2.40 ± 0.19
L4	ND	ND	ND	2.31 ± 0.15
H1	ND	ND	ND	ND
H2	ND	ND	ND	ND
H3	ND	ND	ND	ND
H4	ND	ND	ND	ND
H5	ND	ND	ND	2.30 ± 0.42
H6	ND	ND	ND	2.49 ± 0.06

[1)] Not Detected
[2)] mean ± SD(standard deviation)
L1~L4 : Soybean pastes made by traditional method
H1~H6 : Commercial soybean pastes

색포도상구균 등에 대한 생육억제 효과가 있다고 보고하여 역시 된장이 식중독균에 대해 안전하며, 이들에 대한 억제 효과까지 있음을 입증하였다.

한편 본 연구결과에서 재래식으로 담근 된장 4종 모두와 시판 된장 2종에서 바실러스 세레우스균이 검출되었는데, 검출된 시료 모두가 재래식 된장이었다는 점을 보았을 때, 공장에서 만든 개량된장과 달리 자연적으로 된장을 발효, 숙성시킴에 따라 미생물에 오염될 가능성이 더 높았기 때문으로 생각된다. 또한 메주의 발효 과정 중 사용되는 볏짚에는 다양한 *Bacillus sp.* 들이 있는 것으로 알려져 이로부터 오염되었을 가능성도 있다고 생각된다.

바실러스 세레우스는 호기성의 그람 양성균으로, 아포를 형성하는 대형 간균이며 토양, 먼지, 하수 등 자연계에 널리 분포하여 식품에 오염되어 부패나 식중독을 일으키는 균으로 알려져 있다[17)]. 현행 식품공전 에서는 장류 제품에 대한 바실러스 세레우스균의 기준을 10,000 CFU/g 으로 규정하고 있으며[8)], 본 연구 결과에서 검출된 바실러스 세레우스균의 경우, 이 기준에 크게 못미쳐 안전에 큰 문제가 있는 것은 아니라고 생각된다.

일반적으로 된장의 주된 미생물은 발효 및 숙성 과정에 작용하는 *Aspergillus oryzae* 와 다양한 *Bacillus sp*. 이며, 효모, 젖산균, *Micrococcus sp.* 등이 소량 포함되어 있다고 알려져 있다. 이들 미생물은 된장의 숙성과정 중 함께 성장해 다양한 효소를 내어 된장의 맛과 향에 좋은 영향을 끼치며, 위해성은 없는 미생물들이다. 또한 된장은 식염의 농도가 높기 때문에 잡균의 번식이 어려워 자연 숙성시켜도 위해 미생물의 오염이 잘 일어나지 않는다[18,19)].

바이오제닉아민 분석 결과

각 시료 된장의 바이오제닉 아민의 분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 본 연구에서는 연구 대상 10종의 된장에 대해 AGM(Agmatine), TRY(Tryptamine), PHE(2-Phenylethylamine), PUT(Putrescine), CAD(Cadaverine), HIS(Histamine), SER(Serotonin), TYR(Tyramine), SPD(Spermidine), NOR (Noradrenaline), SPM(Spermine) 등 총 11종의 biogenic amines을 검사하였으며, 3회 반복 실험 후 평균값과 표준편차 값을 나타내었다.

각 시료별로 차이가 있었지만, 전체적으로 PUT의 함량이 28.8 ± 9.6 ~ 1076.6 ± 9.5 mg/kg 의 분포, TYR 의 함량이 12.5 ± 4.1 ~ 967.6 ± 7.4 mg/kg 의 분포로 다른 바이오제닉 아민에 비해 높은 함량을 나타냈으며, HIS와 CAD은 적은량이지만 모든 시료에서 검출되었다. 그리고 재래식 방법으로 제조한 된장인 L1 ~ L4에서는 PUT의 함량이 높게 나타났으나 시판된장인 H2~H5에 비하면 1/10 수준이었다. 시판된장에서는 PUT, TYR, HIS의 함량이 다른 바이오제닉 아민에 비해 높게 나타났다. 그리고 PUT와 TYR, HIS 등 주로 검출된 바이오제닉 아민의 경우, 시판 된장이 일반 재래식 된장보다 전반적으로 높은 함량으로 검출되었다. SER, NOR, SPM, AGM 등은 아주 적은량이 검출되었다.

김 등[20)]은 시판 재래식 된장 중의 바이오제닉 아민의 함량을 조사한 결과, 모든 제품에서 putrescine(PUT), cadaverine(CAD), tryptamine(TRP), spermidine(SPD), spermine(SPM), histamine(HIS), tyramine(TYR) 및 agmatine(AGM) 등 총 8종류가 검출되었으며, 각 제조회

Table 5. Biogenic amines contents in soybean pastes.

(mg/kg)

Sample	Biogenic amine										
	AGM	TRY	PHE	PUT	CAD	HIS	SER	TYR	SPD	NOR	SPM
L1	51.5 ± 7.0	2.8 ± 1.2	4.4 ± 4.0	114.1 ± 2.0	7.4 ± 1.0	1.4 ± 1.2	2.1 ± 0.8	17.3 ± 5.0	7.0 ± 1.4	5.9 ± 1.9	1.0 ± 0.2
L2	ND	50.1 ± 4.7	1.6 ± 0.7	141.9 ± 15.9	3.5 ± 3.3	1.7 ± 1.2	2.1 ± 1.0	12.5 ± 4.1	9.7 ± 2.8	2.8 ± 1.4	2.6 ± 1.4
L3	26.0 ± 5.5	ND	4.7 ± 3.4	90.5 ± 5.5	13.6 ± 5.1	85.9 ± 12.2	1.2 ± 0.6	80.6 ± 10.9	15.1 ± 5.6	0.7 ± 0.2	4.9 ± 3.9
L4	15.5 ± 2.0	ND	6.5 ± 1.9	263.3 ± 19.6	4.0 ± 1.4	169.3 ± 9.7	ND	121.7 ± 4.7	17.3 ± 7.0	0.7 ± 0.5	3.2 ± 2.3
H1	ND	5.5 ± 5.6	544.0 ± 7.9	28.8 ± 9.6	3.0 ± 1.0	255.9 ± 7.4	ND	967.6 ± 7.4	11.5 ± 5.9	ND	2.9 ± 1.5
H2	117.7 ± 8.2	242.8 ± 10.8	96.6 ± 0.4	497.6 ± 8.9	5.0 ± 3.4	209.3 ± 9.8	ND	676.1 ± 8.5	6.4 ± 0.6	ND	2.4 ± 1.5
H3	ND	32.3 ± 12.5	68.1 ± 2.7	634.8 ± 11.6	28.5 ± 13.2	329.2 ± 6.1	0.4 ± 0.2	803.0 ± 9.4	3.1 ± 0.1	ND	ND
H4	135.1 ± 7.1	449.8 ± 7.2	162.9 ± 6.0	1076.6 ± 9.5	144.1 ± 2.8	324.0 ± 7.0	9.6 ± 2.8	838.4 ± 7.1	30.3 ± 1.3	12.3 ± 8.1	9.8 ± 1.3
H5	33.9 ± 9.9	33.1 ± 1.6	324.8 ± 5.5	1009.8 ± 1.6	16.0 ± 4.7	299.4 ± 6.9	ND	696.3 ± 4.5	ND	ND	1.1 ± 0.8
H6	ND	ND	ND	115.2 ± 4.1	2.7 ± 2.0	4.3 ± 1.6	1.9 ± 0.9	18.4 ± 8.4	ND	2.0 ± 0.6	1.0 ± 0.8

[1] Not Detected

[2] mean ± SD(standard deviation)

L1 ~ L4 : Soybean pastes made by traditional method

H1 ~ H6 : Commercial soybean pastes

사에 따라 다른 함량 차이를 보였다고 보고하여, 본 연구 결과에서 검출된 것과 비슷한 종류의 바이오제닉 아민들이 검출되었으며, 조 등[21]은 국내 유통 발효식품 중 바이오제닉 아민 함량을 분석한 결과, 장류 제품 중 된장의 경우 histamine(HIS)와 tyramine(TYR) 의 함량이 비교적 높고 시료 간 차이도 매우 크게 나타났다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

일반적으로 식품에서 주로 검출되는 바이오제닉 아민은 putrescine, cadaverine, tyramine, tryptamine, histamine, agmatine 등이 있으며, 보통 미생물들에 의한 유리 아미노산의 탈탄산화 반응에 의해 생성되며, 바이오제닉 아민의 생성에 관여하는 미생물은 주로 decarboxylase 생성 능력이 있는 미생물들로 *Enterobacteriaceae, Clostridium spp, Lactobacillus spp.* 등이 있으며, 식품 중의 미생물의 분포에 따라 바이오제닉 아민의 함량도 영향을 받을 수 있다[5,22]. 그러나 본 연구에서는 시료의 일반세균수와 바이오제닉 아민 함량과 특별한 관련성을 보이지 않았는데, 이는 시료마다 발효, 숙성기간이 다르고 각 시료마다 다른 제조 공정의 차이, 시판 된장의 경우 주정 및 기타 다른 원료의 사용 등의 원인이 복합적으로 작용해 일반세균의 분포와 바이오제닉 아민과의 상관관계를 찾기 어려웠던 것으로 생각된다.

또한 재래 된장의 경우 대두를 자연적으로 발효, 숙성시켜 제조함으로 이런 바이오제닉 아민 생성능이 있는 미생물들의 오염이 쉽게 이루어질 수 있으며, 장류에는 바이오제닉 아민으로 변환될 가능성이 있는 serine, proline, histidine, glutamic acid, aspartic acid, phenylalmine 등의 유리 아미노산이 다량 함유되어 있어 바이오제닉 아민의 위험에 노출되어 있다[23]. 그러므로 소비자들에게 안전한 된장을 제공하기 위해 바이오제닉 아민의 함량을 줄이기 위해 사용하는 koji 및 제조 공정의 개선 등의 노력이 필요하며, 시판 된장에 대한 지속적인 바이오제닉 아민 함량 조사를 통한 관리 및 연구, 허용함량 기준의 설정 등이 있어야 할 것이다.

요약 및 결론

전통 방법으로 제조한 재래 된장 4종과 개량식 방법으로 제조한 시판 된장 6종을 선정해 바실러스 세레우스균, 황색포도상구균등 미생물 오염도 검사와 바이오제닉 아민류에 대한 모니터링 검사를 실시하였다. 된장 10종 모두에서 대장균과 대장균군은 검출되지 않았으나, 일반세균은 모든 시료에서 검출되었다. 전체적으로 검출된 일반세균은 6.2 ± 0.1 log CFU/g ~ 7.9 ± 0.1 log CFU/g 의 분포를 나타내었다. 시료별로는 가정에서 재래식으로 담근 된장이 7.8 ± 0.1 log CFU/g ~ 7.9 ± 0.1 log CFU/g 의 분포를 보여 6.2 ± 0.1 log CFU/g ~ 7.4 ± 0.1 log CFU/g 의 분포를 보인 시판된장 보다 높은 일반세균수가 검출되었다. 식중독균 검사결과 황색포도상구균과 살모넬라균, 그리고 리스테리아균은 검출되지 않았다. 그러나 바실러스 세레우스균은 H1 ~ H4를 제외한 모든 샘플에서 검출되었으며, 2.3 ± 0.4 log CFU/g ~ 2.6 ± 0.1 log CFU/g 의 분포를 나타내었고, 각 시료별로 검출된 바실러스 세레우스 균수가 큰 차이를 나타내지는 않았다. 바이오제닉 아민의 분석 결과 재래식 방법으로 제조한 된장인 L1 ~ L4에서 PUT의 함량이 높게 나타났으나 시판된장 H2 ~ H5에 비하면 1/10 수준이었다. 시판된장인 H1 ~ H6에서는 PUT, TYR, HIS 의 함량이 높게 나타났다. 대부분의 바이오제닉 아민의 경우 시판 된장이 일반 재래식 된장보다 전반적으로 높은 함량으로 검출되었다.

감사의 글

본 연구는 2007년 진천군 향토명품개발을 위한 연구비로 수행되었습니다. 이에 연구비를 지원해주신 충청북도 진천군에 감사의 말씀 드립니다.

참고문헌

1. Son, D.Y.: Characterization of soybean paste Doenjang with added Ulmi cortex. *Korean J. Food Preserv.* **15**(4), 518-523 (2008).
2. Shin, Z.I, Yu, R, Park, S.A, Chung, D.K, Ahn, C.W, Nam, H.S, Kim, K.S, Lee, H.J.: His-His-Leu and Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide derived from Korean soybean paste, exerts antihypertensive activity in vivo. *J. Agric Food Chem.* **49**, 3004-3009 (2001).
3. Sun, J.K, Baek, J.H.: The consuming tendency analysis of soybean paste market in Korea. *Korean J. Food Marketing Association*. **25**(3), 25-52 (2008).
4. Rho, J.D, Choi, S.Y, Lee, S.J.: Quality characteristics of soybean pastes (Doenjang) prepared using different types of microorganisms and mixing ratios. *Korean J. Food Cookery Sci*. **24**(2), 243-240 (2008).
5. Shalaby, A.R.: Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research Int*. **29**, 675-690 (1996).
6. B. Ten, Brink, Damink, C, Joosten, H. and Huis, in't, V.: Occurence and formation of biologically active amines in foods. *Int. J. Food Microbiol*. **11**, 73-84 (1990).
7. M.H. Silla, Santos, Biogenic amines - Their importance in foods. *Int. J. Food Microbiol*. **29**, 213-231 (1996).
8. KFDA.: Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul. Korea (2008).
9. Williams, S.: Official methods of analysis of association of official analytical chemists. AOAC Inc, 18th Edition (2005).
10. Garcia-Garcia, P, Brenes-Balbuena, M. Hornero-Mendez, D. Garcia-Borrego, A. and Garrido-Fernandez, A.: Content of

biogenic amines in table olives. *J. Food Prot.* **63**, 111-116 (2000).
11. The Pharmaceutical Society of Japan. Methods of Analysis in Health Science. Kanehara & Co. Ltd., Tokyo, Japan. pp. 180-182 (2005).
12. Mok, C.K, Song, K.T, Lee, J.Y, Park, Y.S, Lim, S.B.: Changes in microorganisms and enzyme activity of low salt soybean paste(Doenjang) during fermentation. *Food Engineering Progress*. **9**(2) 112-117 (2005).
13. Kim, C.R.: Microbiological and sensory evaluations on sesame leaf of bio soybean paste. *J. fd Hyg. Safety.* **21**(4), 218-222 (2006).
14. Lee, J.S, Kwon, S.J, Chung, S.W, Choi, Y.J, Yoo, J.Y, Chung, D.H.: Changes of microorganisms, enzyme activities and major components during the fermentation of Korean traditional Doenjang and Kochujang. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **24**(2) 247-253 (1996).
15. Mok, C.K.: Effect of ethanol addition on growth of microorganisms in soybean paste(*Doenjang*). *Food Engineering Progress*. **9**(2), 161-164 (2005).
16. Lee, S.L, Kim, J.G.: Anti-microbial activity of Korean fermented soybean paste(Doenjang) against oral microbes. *J. Env. Hlth. Sci.* **34**(3), 207-212 (2008).
17. Kim, M.J, Chang, B.H, Kim, I.C, Lee, D.W, Ahn, M.: Post-traumatic *Bacillus Cereus* endophthalmitis. *J. Korean Ophthalmol Soc.* **46**(9), 1597-1604 (2005).
18. Ryu, S.K, Kim, I.H, Kim, J.S, Choi, S.H, Oh, M.J, Kim, Y.K, Lee, I.K.: Microflora and color of soybean paste sterilized by counterflow heat exchanger. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **13**(5), 724-729 (1998).
19. Kim, J.H, Yoo, J.S, Lee, C.H, Kim, S.Y, Lee, S.K.: Quality properties of soybean pastes made from meju with mold producing protease isolated from traditional meju. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**(1), 7-14 (2006).
20. Kim, J.H, Ahn, H.J, Yook, H.S, Park, H.J, Byun, M.W.: Biogenic amines content in commercial Korean traditional fermented soybean paste. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**(6), 682-685 (2001).
21. Cho, T.Y, Han, G.H, Bahn, K.N, Son, Y.W, Jang, M.R, Lee, C.H, Kim, S.H, Kim, D.B, Kim, S.B.: Evaluation of biogenic amines in Korean commercial fermented foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**(6), 730-737 (2006).
22. Kim, J.H, Park, H.J, Kim, M.J, Ahn, H.J, Byun, M.W.: Survey of biogenic amine contents in commercial soy sauce. *Korean J. Food Sci. Technol*. **35**(2) 325-328 (2003).
23. Han, G.H, Cho, T.Y, Yoo, M.S, Kim, C.S, Kim, J.M, Kim, H.A, Kim, M.O, Kim, S.C, Lee, S.A, Ko, Y.S, Kim, S.H, Kim, D.B.: Biogenic amines formation and content in fermented soybean paste(Cheonggukjang). *Korean J. Food Sci. Technol.* **39**(5), 541-545 (2007).