

시판 재래식 된장 중의 biogenic amines의 함량 조사

김재현 · 안현주 · 육홍선 · 박현진¹ · 변명우*

한국원자력연구소 방사선 식품 · 생명공학기술개발팀, ¹고려대학교 생명공학원

Biogenic Amines Content in Commercial Korean Traditional Fermented Soybean Paste

Jae-Hyun Kim, Hyun-Joo Ahn, Hong-Sun Yook,
Hyun Jin Park¹ and Myung-Woo Byun*

Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute
¹Graduate School of Biotechnology, Korea University

Five commercial Korean fermented soybean pastes were purchased to investigate biogenic amines (BAs) levels, microbiological and chemical qualities in commercial Korean fermented soybean paste. *Bacillus* spp. were observed about 10⁷~10⁹ CFU/g levels, and lactic acid bacteria were 10²~10³ CFU/g or not detected in products. The pH values have ranged from 5.05 to 5.75, and amino nitrogen (AN) contents were 252.0~557.2 mg% in showing different degrees of aging. Detected Biogenic amines were putrescine (PUT), cadaverine (CAD), tryptamine (TRP), spermidine (SPD), spermine (SPM), histamine (HIS), tyramine (TYR), and agmatine (AGM) in different levels by companies. There are some limitation found to explain the direct relationships between biogenic amines contents and microbiological or chemical qualities in commercial fermented soybean paste because of different manufacturing steps.

Key words: fermented soybean paste, biogenic amines, microbiological evaluation, amino nitrogen

서 론

Biogenic amines은 농 · 수 · 축산식품과 다양한 종류의 발효식품에서 저장, 숙성 및 발효과정 중에 생성되는 독성 물질로서 신경계 및 혈관계를 자극하여 식중독 증상을 유발시키거나 혹은, 휘발성 N-nitrosamines과 같은 강력한 발암물질로 전환될 수 있는 잠재성을 가지고 있다⁽¹⁾. 식품에서 주로 발견되는 biogenic amines으로는 histamine, putrescine, cadaverine, tyramine, tryptamine, β-phenylethylamine, spermine 및 spermidine 등이 있는데, 미생물에 의한 유리아미노산의 탈탄산 반응으로 형성된다⁽¹⁾.

최근 국외의 연구결과들을 살펴보면, 발효식품들에 대한 biogenic amines의 함량, 관여 미생물 탐색 및 분석방법 최적화에 대한 연구 등이 활발히 진행되고 있으며, sauerkraut, 발효치즈 및 발효소시지 등을 포함한 발효식품 중에 상당한 양의 biogenic amines이 함유된 것으로 보고되고 있다⁽²⁻⁶⁾. 하지

만 biogenic amines에 대한 국내 연구는 매우 미흡한 상태인데, 어육의 화학적 선도 지표로서의 biogenic amine 함량 측정⁽⁷⁾, 효소 reactor를 이용한 측정 방법 개발⁽⁸⁾ 및 기타 일부 식품군 중의 함량조사⁽⁹⁾ 등의 몇몇 연구만이 이루어져 있으며, 각 식품에 존재하는 biogenic amines의 종류 및 함량 등은 아직까지 구체적으로 제시되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 고유의 발효식품이 발달한 우리나라의 식생활을 고려할 때 각 식품에 따른 biogenic amines에 대한 연구는 매우 중요하며, 젓갈류 및 장류 등을 비롯한 기타 발효식품 중에 상당량이 함유되어 있을 것으로 사료된다. 이 중 된장은 대두를 주원료로 미생물에 의한 발효 및 숙성에 의해 제조한 것으로 그 섭취량 및 소비량이 매우 높기 때문에^(10,11), 식품 안전성 측면에서 biogenic amines의 종류 및 함량 조사가 매우 중요하다.

본 연구는 국내에서 상업적으로 제조되어 시중에 유통되는 재래식 된장 중의 biogenic amines을 검출하여 그 종류와 함량을 조사하고, 또한 biogenic amines 생성에 영향을 미칠 수 있는 시판 된장의 숙성정도 및 미생물의 분포를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

재래식 된장은 대형 소매점에서 유통되고 있는 5개사 제

*Corresponding author: Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Yusung, P.O. Box 105, Daejeon 305-600, Korea
Tel: 82-42-868-8060
Fax: 82-42-868-8043
E-mail: mwbyun@kaeri.re.kr

Table 1. Labeled composition of the commercial fermented soybean paste analyzed in this study

Sample	Labeled composition
A ¹⁾	Soybean 28.38%, wheat flour 14.56%, salt, wheat, defatted soybean, sorbic acid 0.1%
B	Soybean 48.97%, salt, wine spirit, starter, water
C	Soybean 44%, wheat flour 6%, salt, wine spirit
D	Soybean 30%, wheat flour 13%, salt, wheat 7%, wine spirit
E	Soybean 28.39%, salt, wheat flour 15.14%, wheat, <i>meju</i> , sorbic acid 0.1%

¹⁾The commercial fermented soybean paste was remarked irrespective of their own brand.

품을 3개의 매장에서 각각 구입하여 살균한 유리병에 무균적으로 혼합한 후 실험에 사용하였다. 시판 된장의 포장 용기에 표시된 성분 및 첨가물 함량은 Table 1과 같으며, 각 5개사 제품은 회사명과 관계없이 A-E의 순으로 나열하였다.

미생물 검사

시판 재래식 된장 중의 미생물 분포는 Byun 등⁽¹²⁾의 방법을 이용하여 멸균 펩톤수를 10배수로 연속 희석한 다음 선택배지에 pour plating 방법으로 접종하고 배양한 후 생성된 미생물의 집락을 계수하여 시료 1g당 미생물 수(colony forming unit, CFU)를 계산하였다. 이 때, 각 미생물군은 dextrose tryptone agar(DIFCO Lab., Detroit, MI, USA)에서 37°C로 2일간 배양한 것을 *Bacillus* spp.로 분류하였으며, 30°C에서 3일간 MRS agar(Merck, Darmstadt, Germany)에서 배양한 것을 lactic acid bacteria로 구분하여 각각 계수하였다.

아미노태질소 함량 및 pH

시판 재래식 된장의 아미노태질소(amino nitrogen, AN)의 함량 분석은 각 시료 10g을 증류수로 10배 희석한 후 균질기(DIAX 900, Heidolph, Schwabach, Germany)를 이용하여 약 3분간 균질화 추출 후 원심분리 및 여과하여 사용하였으며, Sørensen법⁽¹³⁾에 따라 시료 희석액에 0.1 N NaOH를 가하여 pH를 8.4로 조정한 후 중성 포르말린 용액 30 mL를 가하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여 측정하였다.

시판 된장의 pH는 각 시료 추출액을 pH meter(Orion 520A, Orion Research Inc., MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 모든 측정은 전과정을 3회 반복하여 시행하였다.

Biogenic amines

시판 재래식 된장의 biogenic amines(BAs)의 함량은 García-García 등⁽¹⁴⁾ 및 Hwang 등⁽¹⁵⁾의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. BAs의 표준시약으로 putrescine, cadaverine, spermidine, spermine, tryptamine, histamine, tyramine 및 agmatine(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 각각 1000 mg%의 농도로 조제하여 stock solution으로 냉동보관하며 실험에 사용하였다. 각 시료 10g을 5% trichloroacetic acid(TCA)를 가하여 50g으로 정용하고 약 3분간 균질기(Heidolph)로 균질화 추출 한 후 여과하여 실험에 사용하였

Table 2. Populations of *Bacillus* spp. and lactic acid bacteria in the commercial fermented soybean paste (unit: CFU/g)

Sample	<i>Bacillus</i> spp. ²⁾	Lactic acid bacteria
A ¹⁾	1.7×10 ⁸	ND ³⁾
B	1.4×10 ⁸	2.3×10 ³
C	1.8×10 ⁹	8.0×10 ²
D	1.5×10 ⁸	2.0×10 ²
E	1.0×10 ⁷	8.0×10 ²

¹⁾The commercial fermented soybean paste was remarked irrespective of their own brand.

²⁾Tiny colonies(<0.1 mm) were not counted.

³⁾ND: Not detected(<102).

다. 표준시약 및 TCA 추출시료 2 mL에 2 M NaOH 1 mL와 benzoyl chloride 10 µL를 가하여 30°C에서 40분간 반응을 시킨 후(benzoylation), 포화 NaCl 2 mL로 반응을 정지시키고, diethyl ether 3 mL를 가하여 vortex mixer(G-560, Scientific Industries Inc., Bohemia, NY, USA)를 이용, 3분간 추출한 후 2500 rpm에서 20분간 원심분리를 실시하였다. 상등액 1.5 mL를 분취한 후 질소 가스를 사용하여 diethyl ether를 모두 건조시키고, methyl alcohol 1 mL에 용해하여 HPLC system으로 분석하였다.

BAs 함량측정에 사용한 HPLC system은 Separations module(2690, Waters Co., Milford, MA, USA), Photodiode array detector(996, Waters), Millennium 32 chromatography manager(System Software, Workstation version 3.0, Waters), Symmetry[®] C₁₈, 3.9×150 mm, particle size; 5 µm column (Waters)을 사용하였으며, 이때 HPLC의 분석조건은 이동상 methyl alcohol: Water(gradient composition; 50, 70, 85, 100%)을 0.9 mL/min의 유속으로 사용하였으며, injection volume은 20 µL, column 온도는 25°C로 고정하여 225 nm에서 분석하였다. 모든 측정은 전과정을 3회 반복하여 시행하였다.

통계분석

BAs 함량 측정 결과는 Statistical analysis system(Version 5 edition)⁽¹⁶⁾을 이용하여 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test로 5%에서의 유의차 검정을 하였다.

결과 및 고찰

미생물 분포 및 화학적 품질

시판 재래식 된장에 존재하는 *Bacillus* spp. 및 lactic acid bacteria의 분포는 Table 2와 같다. 된장중의 *Bacillus* spp.의 수준은 약 10⁷~10⁹ CFU/g으로 C사의 제품이 1.9×10⁹ CFU/g으로 비교적 높게 나타났으며, E사 제품은 10⁷ 수준으로 낮은 분포를 보였다. Lee 등⁽¹¹⁾에 의하면 된장의 숙성중에 나타나는 *Bacillus* 속은 *B. subtilis* 및 *B. licheniformis*으로 주로 곰팡이형성에 관여하고, 약 10⁸~10⁹ CFU/g 수준을 나타낸다고 보고하였는데, 본 실험에서 사용한 시판 재래식 된장 중의 *Bacillus* spp. 분포도 이와 비슷한 수준을 보였다.

Lactic acid bacteria의 경우 전체적으로 낮은 수준의 분포를 보였는데, B사의 제품이 2.3×10³ CFU/g으로 타사제품에

Table 3. Amino nitrogen and pH of the commercial fermented soybean paste

Sample	Amino nitrogen (mg%)	pH
A ¹⁾	252.0±11.63 ²⁾	5.56
B	557.0±19.37	5.50
C	313.6±10.26	5.75
D	285.6±12.57	5.05
E	355.6±21.32	5.61

¹⁾The commercial fermented soybean paste was remarked irrespective of their own brand.

²⁾Mean±standard deviations.

비해 비교적 높게 나타났으며, C, D 및 E사 제품에서는 모두 10² CFU/g 수준으로 비슷한 경향을 보였다. 반면에 A사 제품에서는 lactic acid bacteria가 검출되지 않았다. Shalaby의 보고⁽¹⁾에 의하면 BAs 생성에 관여하는 미생물은 주로 decarboxylase 생성능력이 있는 세균으로서 Enterobacteriaceae, Clostridium spp. 및 Lactobacillus spp. 등이며, 최근에는 이외에도 수많은 종류의 BAs 생성 관여 미생물들이 탐색되고 있다고 보고하였다. 또한 발효 콩제품에서 분리된 BAs 생성 젖산균은 Lactobacillus plantarum으로 histamine, tyramine 및 tryptamine 형성과 연관이 있음을 제시하였다.

시판 재래식 된장의 pH 및 아미노태질소 함량은 Table 3과 같다. 된장의 pH는 5.0~5.7로서 5개사 모두 비슷한 범위를 갖는 것으로 나타났다. 장류 및 젓갈류 숙성에 대한 화학적 지표인 아미노태질소 함량⁽¹⁷⁾은 252.0~557.0 mg%의 범위로 각 시판사에 따라 함량차이가 큰 것으로 나타나 숙성정도가 다양한 것으로 나타났다. 시판 5개사 중 B사 제품의 아미노태질소 함량이 가장 높아 비교적 숙성정도가 높은 것으로 관찰되었는데, 나머지 4개사는 된장의 적정함량 수준인 약 500 mg% 내외에 못 미치는 것으로 나타났다.

BAs 생성에 있어서 식품중의 미생물 분포 및 숙성기간의 영향은 중요하나, 본 연구에 사용된 시판 된장들은 주정 및 솔빈산 등과 같은 첨가제의 사용, 숙성기간 및 제조공정상의 차이를 갖고 있으므로 BAs 생성과의 상관성을 표현하기 어려운 것으로 사료된다.

Biogenic amines 함량

시판 재래식 된장 중의 biogenic amines(BAs) 함량은 Table

4와 같다. 시판 A~E사의 모든 제품에서 putrescine(PUT), cadaverine(CAD), tryptamine(TRP), spermidine(SPD), spermine(SPM), histamine(HIS), tyramine(TYR) 및 agmatine(AGM) 등, 총 8 종류의 BAs가 검출되었으며 각 제조회사에 따른 함량 차이를 보였다. PUT, CAD, TRP 및 SPD의 경우 B사 제품이 유의적으로 높은 함량을 나타낸 것에 반해 D사의 제품은 모두 낮은 함량을 보였다. 특히 다른 독성 amine 류로의 변환 잠재성 및 혈압상승 등을 유발하는 것으로 알려진 PUT, CAD 및 TRP⁽¹⁾의 경우 B사의 제품에서 3983.6, 70.3 및 888.8 mg%의 함량을 보여 다른 제조회사의 제품에 비해 약 5~60배 이상 높게 나타나 큰 차이를 보였다. SPM의 함량은 B사의 제품을 제외한 4개사 제품이 333.7~499.6 mg%로 높은 함량을 나타내었다. 신경전달계, 근육, 위장, 호흡계, 감각신경 및 운동신경 자극 등의 여러 임상병리학적 증상을 일으킬 수 있는 것으로 알려진 HIS⁽¹⁾의 경우 전체적으로 307.8~755.3 mg%의 함량을 보였는데, Chin과 Koehler⁽¹⁸⁾ 및 기타 연구⁽¹⁹⁻²¹⁾에 의하면 발효 콩제품에서 약 462 mg% 내외의 HIS 함유를 보고하여 본 실험에서 검출된 함량과 비슷한 수준으로 나타났다. 또한 말초혈관자극에 의한 혈압상승 및 박동증가, 신경계질환, 동공확대, 호흡증가 및 혈당증가 등과 같은 독성을 나타내는 것으로 알려진 TYR⁽²²⁾의 경우는 C 및 D사의 제품이 25.7~33.8 mg%로 비교적 낮았으며, A, B 및 E사의 제품이 90.2~104.3 mg%로 높게 나타났다. AGM은 B사를 제외한 다른 제조회사 제품에서 3607.0~4769.8 mg%의 함량을 보여, 본 실험에서 검출된 BAs 중 가장 높은 함량을 나타내었는데, Veciana-Nogués 등⁽²³⁾에 의하면, AGM은 육제품에서는 미생물에 의해 생산되며, 수산물에서의 경우 부패초기까지는 검출되다가 점차 검출되지 않는 수준으로 감소하고 미생물에 의해 생성되지 않는다고 하였다. 따라서 된장 중의 유리아미노산 중의 하나인 arginine로부터 전환되는 AGM 생성 기작에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

시판 재래식 된장의 BAs함량과 미생물 분포와의 관계는 전술한 바와 같이 제품이 이미 발효·숙성이 완료된 것으로 각 제조사에 따른 제조공정의 차이로 인해 그 관련성을 찾기 어려운 면이 있다. Chin과 Koehler⁽¹⁸⁾는 시판 콩제품에 사용된 콩과 그 밖의 여러 가지 재료(raw material) 및 배합비에 따라 매우 다양한 범위의 BAs 함량을 나타내었다고 언급한 바 있다. 따라서 정확하고 일정한 배합비로 제조한 된장의 발효·저장동안 화학적 품질 및 미생물 생육과 BAs 생

Table 4. Biogenic amines of the commercial fermented soybean paste (unit: mg%)

Sample	Biogenic amine							
	PUT ²⁾	CAD	TRP	SPD	SPM	HIS	TYR	AGM
A ¹⁾	192.7±21.31 ^(cd3)	25.0±6.78 ^{bc}	94.4±11.99 ^c	55.8±10.90 ^{ab}	410.2±81.85 ^{ab}	522.2±32.91 ^{ab}	90.2±21.33 ^a	4769.8±231.66 ^a
B	3983.6±176.25 ^a	70.3±10.36 ^a	888.8±76.53 ^a	119.0±26.32 ^a	155.8±32.73 ^c	525.7±47.34 ^{ab}	95.2±19.88 ^a	1672.1±109.15 ^b
C	200.8±26.29 ^c	12.6±5.61 ^c	172.8±19.86 ^{bc}	60.5±20.58 ^{ab}	398.2±11.52 ^{ab}	307.8±16.98 ^b	25.7±6.78 ^b	3607.0±116.82 ^{ab}
D	86.6±17.68 ^d	18.4±7.81 ^c	13.8±5.21 ^d	42.5±9.66 ^b	499.6±51.92 ^a	451.2±61.32 ^b	33.8±10.29 ^b	4128.6±327.69 ^a
E	709.3±101.90 ^b	37.3±10.09 ^b	215.9±36.93 ^b	109.2±17.89 ^a	333.7±73.28 ^b	755.3±56.91 ^a	104.3±15.24 ^a	4558.3±213.11 ^a

¹⁾The commercial fermented soybean paste was remarked irrespective of their own brand.

²⁾PUT: putrescine, CAD: cadaverine, TRP: tyramine, SPD: spermidine, SPM: spermine, HIS: histamine, TYR: tyramine, AGM: agmatine.

³⁾Different alphabet in same column means significantly different at p<0.05 (Means±standard deviations).

성과의 관계에 대한 연구가 요구되며, 더 나아가 BAs 생성을 억제시키는 연구도 필요할 것으로 사료된다.

요 약

시판 5개사 재래식 된장 중의 biogenic amines의 함량과 BAs 생성에 영향을 줄 수 있는 미생물 분포 및 화학적 품질을 조사하였다. 모든 제품에서 *Bacillus* spp.는 $10^7\sim 10^9$ CFU/g 수준으로 나타났으며, lactic acid bacteria의 경우 $10^2\sim 10^3$ CFU/g 혹은 검출되지 않았다. pH는 제품별로 5.05~5.75의 범위로 나타났으며, 아미노테질소 함량은 252.0~557.2 mg%의 범위로 제품마다 숙성도의 차이를 보였다. 시판 된장에서 검출된 biogenic amines(BAs)은 putrescine(PUT), cadaverine(CAD), tryptamine(TRP), spermidine (SPD), spermine(SPM), histamine(HIS), tyramine(TYR) 및 agmatine (AGM) 등으로 총 8가지 종류가 검출되었으며, 각 제조회사에 따른 함량 차이를 보였다. 시판 된장은 발효·숙성이 완료된 제품으로, 제조회사마다 다른 공정에 의해 제조되어 미생물학적 및 일반적 품질특성과 BAs의 함량과의 연관성을 찾는 데에는 제한적인 면이 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Shalaby, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research Int.* 29: 675-690 (1996)
- Kala, P., Park, J., Kwon, M. and Pelik, T. Changes in biogenic amine concentrations during sauerkraut storage. *Food Chem.* 69: 309-314 (2000)
- Valsamaki, K., Michaelidou, A. and Polychroniadou, A. Biogenic amine production in Feta cheese. *Food Chem.* 71: 259-266 (2000)
- Fernandez-Garcia, E., Tomillo, J. and Nez, M. Effect of added proteinases and level of starter culture on the formation of biogenic amines in raw milk Manchego cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 52: 189-196 (1999)
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. and Vidal-Carou, M.C. Influence of hygienic quality of raw materials on biogenic amine production during ripening and storage of dry fermented sausages. *J. Food Prot.* 63: 1544-1550 (2000)
- Bover-Cid, S., Schoppen, S., Izquierdo-Pulido, M. and Vidal-Carou, M.C. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages. *Meat Sci.* 51: 305-311 (1999)
- Kim, D.K., Park, I.S., and Kim, N.S. Determination of chemical freshness indices for chilled and frozen fish. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 993-999 (1998)
- Park, I.S., Kim, D.K., Shon, D.H., Cho, Y.J. and Kim, N.S. Measurement of biogenic amines with a chitopearl enzyme reactor. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 593-599 (1999)
- Mah, J.H., Han, H.K., Kim, E.J. and Hwang, H.J. Determination of biogenic amines in Korean traditional fermented food products. *Proceedings of 11th World Congress of Food Sci. Technol.* P10-4 p.230 (2001)
- Kim, E.Y. and Rhyu, M.R. The chemical properties of *Doenjang* prepared by *Monascus Koji*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1114-1121 (2000)
- 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*. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 24: 247-253 (1996)
- Byun, M.W., Kim, D.H., Yook, H.S., Cha, B.S. and Kim, J.O. Changes in microbiological and general qualities in gamma irradiated *Doenjang* (fermented soybean paste). *Food Sci. Biotechnol.* 10: 7-11
- Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis.* 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA (1995)
- García-García, P., Brenes-Balbuena, M., Hornero-Méndez, D., García-Borrego, A. and Garrido-Fernández, A. Content of biogenic amines in table olives. *J. Food Prot.* 63: 111-116 (2000)
- Hwang, D.F., Chang, S.H., Shiua, C.Y. and Chai, T.J. High-performance liquid chromatographic determination of biogenic amines in fish implicated in food poisoning. *J. Chromatography B* 693: 23-30 (1997)
- Statistical Analysis System User's Guide Statistics Version 5th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1985)
- Kim, J.H., Ryu, G.H., Ahn, H.J., Lee, K.H., Lee, H.J. and Byun M.W. Quality evaluation of commercial salted and fermented anchovy sauce. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 837-842 (2000)
- Chin, K.D.H. and Koehler, P.E. Identification and estimation of histamine, tryptamine, phenylethylamine, and tyramine in soy sauce by thin layer chromatography of dansyl derivatives. *J. Food Sci.* 48: 1826-1828 (1983)
- Nout, M.J., Ruiker, M.M.W. and Bouwmeester, H.M. Effect of processing conditions on the formation of biogenic amines and ethyl carbamate in soybean tempe. *J. Food Safety* 33: 293-303 (1993)
- Stratton, J.E., Hutkins, W.R. and Taylor, S.L. Biogenicamines in cheese and other fermented foods. A review. *J. Food Prot.* 54: 460-470 (1991)
- Yen, G.C. Studies on biogenic amines in foods. I. Determination of biogenic amines in fermented soybean foods by HPLC. *J. Chin. Agric. Chem. Soc.* 24: 211-217 (1986)
- Joosten, H.M.L.G. The biogenic amine contents of Dutch cheese and their toxicological significance. *Neth. Milk Dairy J.* 42: 25-42
- Veciana-Nogués, M., Marin-Font, A. and Vidal-Carou, M.C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines, and organoleptic changes. *J. Agric. Food Chem.* 37:239-249 (1997)

(2001년 8월 17일 접수)