

국내산 시판 멸치(*Engraulis japonicas*) 액젓의 품질평가

엄인선 · 서정길 · 김희대¹ · 박권삼*

군산대학교 식품생명공학과, ¹충북도립대학 바이오생명약학과

The Quality of Commercial Salted and Fermented Anchovy *Engraulis japonicas* Sauces Produced in Korea

In-Seon Um, Jung-Kil Seo, Hee-Dai Kim¹ and Kwon-Sam Park*

Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

¹Department of Biotechnology and Biomedicine, Chungbuk Provincial College, Cheongju 28160, Korea

We investigated the quality of 12 commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicas* sauces by measuring their chemical compositions, bacteria concentrations, and biogenic amine contents. The sauces had a moisture content of 67.13-69.83% (mean: 68.17%), salinity of 20.00-25.84% (mean: 22.29%), pH of 5.14-6.28 (mean: 5.63), volatile basic nitrogen content of 119.12-273.37 mg/100 g (mean: 199.19 mg/100 g), total nitrogen content of 0.82-1.50% (mean: 1.30%) and amino nitrogen content of 550.17-1,086.62 mg/100 g (mean: 774.99 mg/100 g). The viable cell counts ranged from not detected to 1.6×10^3 CFU/mL, and the number of biogenic amine-forming bacteria was very low or undetectable. The tested samples contained 372.32-2,111.61 mg/kg (mean 813.48 mg/kg) histamine, 29.62-144.29 mg/kg (mean 98.14 mg/kg) cadaverine, 87.89-530.84 mg/kg (mean 329.91 mg/kg) tryptamine, 20.89-127.17 mg/kg (mean 60.49 mg/kg) putrescine, and 13.08-109.91 mg/kg (mean 57.74 mg/kg) tyramine. Whereas no spermidine or spermine was detected in any sample. These results strongly suggest the necessary of monitoring the biogenic amine contents of commercial salted and fermented anchovy sauces carefully to ensure consumer health.

Key words: Anchovy sauces, Biogenic amines, *Engraulis japonicus*, Fermented fish food, Safety

서론

우리나라 대표 수산 발효식품인 젓갈류는 어류, 갑각류, 연체류 및 극피류 등에 식염을 가하여 발효 숙성한 것 또는 이를 분리한 여액에 식품 또는 식품첨가물을 가하여 가공한 젓갈, 양념젓갈, 액젓 및 조미액젓을 말한다(MFDS, 2018). 액젓은 젓갈을 여과하거나 분리한 액 또는 이에 여과 및 분리하고 남은 것을 재발효 또는 숙성시킨 후 여과하거나 분리한 액을 혼합한 것을 말하며(MFDS, 2018), 일반적으로 멸치, 까나리, 정어리, 갈치, 밴댕이, 참치, 새우 등이 사용되는데 원료에 20-30% 정도의 식염을 가하여 상온에서 1-2년 숙성 후 여과하여 제품화한다. 우리나라 식품공전의 액젓 품질에 관한 규격은 총질소(액젓 1.0% 이상 및 조미액젓 0.5% 이상), 대장균군($n=5$, $c=1$, $m=0$, $M=10$) 및 타르색소 불검출로 규정하고 있다(MFDS, 2018). 수

산전통식품품목별 표준 규격에서 액젓은 색택(고유의 색깔을 띠고 변색이 없어야 한다), 향미(고유의 향미를 가지고 이취가 없어야 한다), 이물(토사 및 기타 혐잡물이 없어야 한다), 수분(70% 이하), 염분(23% 이하), 전질소(1.0% 이상) 등에 관한 규정이 설정되어 있다(NFQS, 2016). 또한 한국산업표준은 멸치액젓에 국한하여 색상(고유의 색택과 풍미를 가지고 청징하며 이미 및 이취가 없어야 한다), 수분(멸치액젓 68% 이하, 멸치조미액젓 70% 이하), 총질소(멸치액젓 1.2% 이상, 멸치조미액젓 0.5% 이상), 아미노산성질소(멸치액젓 600 mg/100 g 이상, 멸치조미액젓 300 mg/100 g 이상), 염도(25% 이하)로 규정되어 있다(KSA, 2016). 종합해 보면 액젓의 기준 및 규격은 각 기관마다 약간씩 차이가 있으며, 대체로 이화학적성분에 한정되어 있기 때문에 안전성 평가에는 한계가 있다는 지적을 받고 있다.

발효식품에서 가장 대표적인 화학적 위해 요소는 바이오제닉

*Corresponding author: Tel: +82. 63. 469. 1822 Fax: +82. 63. 469. 7448

E-mail address: parkks@kunsan.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0667>

Korean J Fish Aquat Sci 51(6), 667-672, December 2018

Received 5 October 2018; Revised 13 November 2018; Accepted 21 November 2018

저자 직위: 엄인선(대학원생), 서정길(교수), 김희대(교수), 박권삼(교수)

아민(biogenic amines)이다. 바이오제닉 아민은 단백질을 함유한 식품이 부패하거나 발효과정에서 유리아미노산이 미생물의 탈탄산 반응 혹은 아미노기전달효소에 의한 알데히드 및 케톤의 아미노기 전이 반응에 의해 생성되는 저분자 질소화합물이다(Wendakoon and Sakaguchi, 1992). 바이오제닉 아민은 체내에서 직·간접적으로 신경전달물질로 작용하고 혈압조절 및 혈류 등의 심혈관에도 영향을 미치며, 다량 섭취 시에는 피부 염증, 발진, 두드러기, 두통, 설사, 복통, 메스꺼움, 오한, 경련 등을 유발할 수 있다(Lovenberg, 1973; Joosten and Olieman, 1986; Taylor, 1986; Shalaby, 1996; Hungerford, 2010). 우리나라에서는 냉동어류, 염장어류, 통조림, 건조 또는 절단 등 단순 처리한 것(어육, 필렛, 건멸치 등)의 히스타민 함량은 200 mg/kg 이하로 설정되어 있지만(MFDS, 2018), 액젓을 포함한 수산발효 식품의 경우는 히스타민을 포함한 바이오제닉 아민에 관한 기준 및 규격은 설정되어 있지 않다. 따라서 본 논문은 국내산 시판 멸치액젓의 품질 평가를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 이화학적, 미생물학적 및 화학적 위해 요소인 바이오제닉 아민 함량을 분석하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

실험에 사용한 12종의 시판 멸치액젓은 2017년 6월 군산시를 포함한 전라북도 소재 대형마트, 도매시장 및 재래시장 등에서 판매하고 있는 B사(경기 인천), C사(경기 안성), C사(전북 전주), G사(전북 부안), H사(충남 논산), E사(전남 신안) 등의 제품을 구입하여 냉장고에 보관하면서 분석에 사용하였다. Biogenic amine 표준품인 cadaverine, histamine (97%), putrescine, spermidine (98%), spermine (97%), tryptamine (98%), tyramine (99%)과 내부표준물질로 사용되는 1,7-diaminoheptane (I.S.) 및 유도체 시약 dansyl chloride는 Sigma-Aldrich (Switzerland) 제품을, acetonitrile은 HPLC급을 사용하였으며, ether 등은 특급 시약을 사용하였다.

이화학적분석

수분함량은 105℃에서 상압건조법(AOAC, 1995), 식염 함량은 Mohr법(AOAC, 1995), 총질소 함량은 semi-micro Kjeldahl법(AOAC, 1995), 아미노질소 함량은 Formol적정법(Kohara, 1982), 휘발성염기질소 함량은 Conway unit를 사용하는 미량화산법(Ministry of Social Welfare of Japan, 1960) 및 pH는 pH meter (UB-10, Denver Instrument Co., Gottingen, Germany)로 측정하였다.

색도 측정

색도는 색차계(JC 801, Color Technosystem Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 Hunter color system에 의한 L 값(명

도), a 값(적색도), b 값(황색도) 및 ΔE 값(갈변도)으로 나타냈다. 이때 사용한 표준 백판의 L값은 91.985, a 값은 0.051, b 값은 3.102이었다.

일반세균수, 바이오제닉 아민 생성균수, 대장균군 및 대장균 측정

일반세균수는 standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1984)의 방법에 따라 standard plate count agar (Difco, USA)를 사용하여 35±0.5℃에서 48시간 배양 후 형성된 집락수로 계산하였다. 바이오제닉 아민 생성 균수는 바이오제닉 아민의 전구체인 아미노산을 최종 2%가 되도록 첨가하여 제조한 배지[tryptone (0.5%), yeast extract (0.5%), sodium chloride (0.5%), glucose (0.1%), tween 80 (0.05%), MgSO₄·7H₂O (0.02%), CaCO₃ (0.01%), MnSO₄·4H₂O (0.005%), FeSO₄·7H₂O (0.004%), bromocresol purple (0.006%), amino acid (2%) and agar (2%)]를 사용하여 35±0.5℃에서 48시간 배양 후 보라색 환을 띄는 집락을 계수하였다(Zaman et al., 2011). 대장균군과 대장균 측정은 액젓 원액 또는 10배 희석한 시료 1 mL를 건조필름배지(3M Petrifilm™ EC, 3M Health Care, USA)에 접종하고, 배양(35±1.0℃에서 24±2시간) 후 대장균군은 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성한 것, 대장균은 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 것을 각각 계수하여 균수를 산출하였다.

바이오제닉 아민 측정

바이오제닉 아민 함량 측정은 식품공전에서 제시한 방법에 준하여 실시하였다(MFDS, 2018). 시료 1.0 mL에 0.1 N HCl을 가하여 50 mL로 정용하여 시험용액으로 사용하였다. 시료 1.0 mL를 시험관에 취한 후 100 µg/mL의 내부표준물질(1,7-diaminoheptane) 100 µL를 가하고 포화탄산나트륨용액 0.5 mL와 1% dansyl chloride acetone 용액 0.8 mL를 가하여 혼합한 후 45℃ 수조에서 1시간 유도체화 하였다. 유도체화한 표준용액 및 시험용액에 10% proline용액 0.5 mL 및 ether 5 mL을 가하여 10분간 진탕하고 상층액을 취하여 질소 농축한 뒤 acetonitrile 1 mL를 가하여 녹이고 0.45 µm로 여과한 것을 HPLC system (YL 9100, YoungLin Instrument Co., Ltd., Korea)으로 3회 분석하여 그 평균값으로 나타내었으며, 분석 조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

이화학적 성분 조성

실험에 사용한 12종 시판 멸치액젓의 이화학적 성분 분석 결과(수분, 염도, pH, VBN (volatile basic nitrogen), 총 질소 함량 및 아미노산성질소 함량)는 Table 2에 나타내었다. 수분은 67.13-

69.83% (평균 68.17%), 염도는 20.00-25.84% (평균 22.29%), pH는 5.14-6.28 (평균 5.63), VBN은 119.12-273.37 mg/100 g (평균 199.19 mg/100 g), 총 질소 함량은 0.82-1.50% (평균 1.30%) 및 아미노산성질소 함량은 550.17-1,086.62 mg/100 g (평균 774.99 mg/100 g) 수준으로 측정되었다. 수분함량은 수산전통식품품목별 표준 규격(70% 이하)에는 모든 제품이 만족하였으나, 한국산업규격기준(68% 이하)을 적용하면 초과하는 시료는 6개 제품으로 확인되었다. 염도는 수산전통식품품목별 표준 규격(23% 이하)을 초과하는 시료는 3개 제품이며,

한국산업규격기준(25% 이하)을 초과하는 시료는 1개 제품으로 확인되었다. 아미노산성질소 함량은 한국산업규격기준(600 mg/100 g 이상)의 조건에 부적합한 시료는 1개 제품이며 나머지 시료는 기준치에 적합한 제품으로 확인되었다. 총 질소 함량은 1개 제품을 제외한 나머지 11개 제품은 식품공전 및 수산전통식품품목별 표준 규격(1% 이상)을 초과하였으나, 한국산업규격기준(1.2% 이상)을 적용하면 2개 제품이 기준에 부적합한 것으로 확인되었다. 대체로 총 질소 함량이 높은 제품은 아미노산성질소 함량도 다소 높게 나타났는데 이 결과는 기존의 연구 결과(Cho et al., 1999; Jang et al., 2004)와 유사하나, 제품에 따라 총 질소 함량이 기준치보다 낮은 이유로는 양을 늘리기 위한 목적으로 액젓 원액에 소금물을 첨가하여 희석하였거나 유사 액젓의 혼합 등이 원인으로 예상된다.

Table 1. Instrument condition for HPLC analysis of biogenic amine in commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicus* sauces

| Parameter | Conditions | |
|------------------------|---|----------------------|
| Detector | UV | |
| Column | Carbamate Column, C18 (4.6×250 mm×5 μm) | |
| Column Temp | 40°C | |
| Flow rate | 1 mL/min | |
| Run time | 35 min | |
| Gradient elution (min) | ACN ¹ (%) | H ₂ O (%) |
| 0 | 55 | 45 |
| 15 | 65 | 35 |
| 25 | 80 | 20 |
| 35 | 90 | 10 |
| Wavelength | 254 nm | |

¹ACN, Acetonitrile. HPLC, High performance liquid chromatography.

12개 시판 멸치액젓 중 식품공전, 수산전통식품품목별 표준 규격 및 한국산업규격기준 전부에 부합한 제품은 3제품에 불과하며 나머지 9개 제품은 하나 이상의 기준에 미달하거나 초과하여 기준에 부합되지 않았다. 휘발성염기질소는 어패류 선도를 판정하는 중요한 지표의 하나이며 향미 및 부패 등 이상발효의 보조적 판단자료로 활용되고 있다. 본 실험에 사용한 12종 시판 멸치액젓의 휘발성염기질소량은 119.12-273.37 mg/100 g (평균 199.19 mg/100 g) 범위로 제품에 따라 휘발성염기질소량은 차이가 있었으나 평균 함량은 기존 연구 보고와 비교하여 거의 비슷한 수준으로 확인되었는데(Oh, 1999; Jang et al., 2004; Kim et al., 2011), 제품에 따른 차이는 원료의 선도 상태, 숙성 기간 및 조건, 액젓의 희석 및 자숙 처리에 의한 휘발성염기성분의 손실 등이 원인으로 파악된다. 결론적으로 시판되고 있는 멸치액젓은 여러기관에서 제시하고 있는 기준 및 규격에 미달한 제품이 더 많이 유통 판매되고 있는 실정이다. 제품의 표준화를 위해서는 각 기관별로 상이한 기준 및 규격을 통일할 필요성

Table 2. The contents of moisture, salinity, pH, VBN, total nitrogen and amino nitrogen in commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicus* sauces

| Sample No. | Moisture (%) | Salinity (%) | pH | VBN ¹ (mg/100 g) | Total nitrogen (%) | NH ₂ -N (mg/100 g) |
|------------|--------------|--------------|-----------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 | 68.28±0.12 | 22.80±0.63 | 5.46±0.02 | 236.15±4.18 | 1.44±0.05 | 1,086.62±8.21 |
| 2 | 67.72±0.24 | 23.45±0.55 | 5.50±0.01 | 245.81±6.13 | 1.46±0.09 | 857.03±5.37 |
| 3 | 67.63±0.31 | 23.57±0.72 | 5.53±0.02 | 166.78±4.22 | 1.32±0.11 | 805.75±9.22 |
| 4 | 69.27±0.19 | 21.58±0.27 | 5.67±0.00 | 188.92±1.34 | 1.29±0.08 | 898.50±6.34 |
| 5 | 67.13±0.22 | 23.00±0.43 | 5.61±0.02 | 195.99±2.66 | 1.50±0.12 | 707.79±11.21 |
| 6 | 67.21±0.11 | 22.75±0.51 | 5.68±0.01 | 134.29±2.49 | 1.33±0.14 | 680.04±9.64 |
| 7 | 68.82±0.26 | 21.13±0.24 | 5.61±0.02 | 214.14±3.35 | 1.37±0.07 | 652.28±6.48 |
| 8 | 68.93±0.25 | 20.24±0.31 | 5.55±0.01 | 273.37±5.83 | 1.33±0.10 | 625.15±5.49 |
| 9 | 67.71±0.18 | 21.70±0.18 | 6.28±0.00 | 251.29±7.22 | 1.35±0.15 | 902.09±4.52 |
| 10 | 67.13±0.09 | 25.84±0.54 | 5.97±0.01 | 210.71±1.97 | 1.25±0.09 | 847.42±8.36 |
| 11 | 69.83±0.24 | 20.00±0.62 | 5.14±0.03 | 119.12±2.34 | 0.82±0.07 | 550.17±3.47 |
| 12 | 68.35±0.33 | 21.39±0.51 | 5.52±0.01 | 153.74±2.65 | 1.09±0.13 | 687.05±5.28 |

¹VBN, Volatile basic nitrogen.

이 요구되며, 액젓 제품의 품질향상과 고급화를 위해서는 저염화, 총 질소 및 아미노산성질소 함량의 상향조정과 등급화가 필요하다

멸치액젓의 색도

액젓의 색도는 발효과정에서 생성되는 유리아미노산과 환원당의 작용에 의한 Maillard 반응의 중간 산물인 melanoidin이 생성되어 갈색이 증가하게 된다(Lee et al., 1997; Van Boekel, 1998; Wanakhachornkrai and Lertsiri, 2003). 12종 멸치액젓의

색도는 육안으로도 구별할 수 있을 정도로 제품에 따라 차이가 있기에 색도 차이를 측정할 필요성이 대두되었으며 측정된 결과는 Table 3에 제시하였다. 12종 멸치액젓의 명도(L)는 38.44-75.15 (평균 66.32), 황색도(a)는 3.82-25.79 (평균 8.33), 적색도(b)는 59.80-93.86 (평균 70.74) 및 갈변도(ΔE)는 89.34-104.65 (평균 98.30)로 측정되어 제품에 따라 다소 차이가 있었다. 특히 황색도(a)는 제품에 따라 가장 큰 차이를 보였으며, 명도(L)와 적색도(b)도 제품에 따라 차이가 확인되었다. 제품에 따른 색도의 차이는 사용 원료 및 발효 조건과 기간 등의 차이에 의해 발생한 것으로 판단되나 정확한 원인에 대해서는 설명하기 어렵다. 본 실험에 사용한 12종 시판 멸치액젓의 갈변도가 기존 연구 결과보다는 약간 높게 측정되었는데 이는 상기의 원인으로 판단된다(Cho et al., 1999; Oh, 1999).

Table 3. Color values of commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicus* sauces

| Sample No. | Hunter's color values ¹ | | | |
|------------|------------------------------------|-------|-------|------------|
| | L | a | b | ΔE |
| 1 | 68.86 | 8.23 | 70.81 | 99.11 |
| 2 | 60.17 | 11.01 | 78.84 | 99.78 |
| 3 | 73.65 | 4.65 | 63.11 | 97.10 |
| 4 | 66.08 | 6.29 | 59.80 | 89.34 |
| 5 | 69.07 | 7.86 | 74.77 | 102.10 |
| 6 | 58.83 | 9.07 | 68.67 | 90.87 |
| 7 | 73.39 | 3.84 | 64.47 | 97.76 |
| 8 | 72.51 | 4.42 | 65.34 | 97.70 |
| 9 | 38.44 | 25.79 | 93.86 | 104.65 |
| 10 | 72.92 | 6.01 | 71.44 | 102.26 |
| 11 | 66.73 | 8.96 | 75.93 | 101.48 |
| 12 | 75.15 | 3.82 | 61.83 | 97.39 |

¹L, Lightness; a, Redness; b, Yellowness; ΔE , Color difference.

미생물 균수

멸치액젓의 일반세균수, 바이오제닉 아민 생성균, 대장균군 및 대장균을 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 멸치액젓에 존재하는 일반세균수는 불검출에서 최대 1.6×10^3 CFU/mL (평균 2.5×10^2 CFU/mL) 범위로 매우 낮은 수준이며, 대장균군과 대장균은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 또한 바이오제닉 아민 생성균은 시료 및 아민 종류에 관계없이 불검출이거나 존재하더라도 최대 1.6×10^1 CFU/mL 이하로 매우 낮은 수준인 것으로 파악되었다. 일반세균수와 바이오제닉 아민 생성균이 매우 낮은 수준인 것은 멸치액젓 제조과정 중의 살균 또는 여과 과정에서의 사멸 가능성보다는 고농도의 염 상태에서 장기간 숙성하는 과정에서 초내염성균을 제외한 세균은 삼투압에 의한 사멸이 원인이 되어 결과적으로 멸치액젓 중의 미생물

Table 4. Biogenic amines formation bacteria, viable cell and coliform bacteria in commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicus* sauces

| Sample No. | | | | | | | | | (Unit: colony) | |
|------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|-----------------|--|
| | HIS ¹ | PUT | CAD | TRY | TYR | SPM | SPD | Viable cell count (/mL) | Coliforms (/mL) | |
| 1 | ND ² | 1 | ND | ND | 1 | ND | ND | 3.4×10^2 | ND | |
| 2 | 1 | 6 | 10 | 1 | 16 | ND | ND | 3.3×10^2 | ND | |
| 3 | ND | 1 | ND | ND | ND | ND | ND | 6.5×10^1 | ND | |
| 4 | ND | 8 | ND | 1 | 4 | ND | ND | 3.2×10^2 | ND | |
| 5 | 1 | 1 | ND | 7 | ND | ND | ND | 1.8×10^2 | ND | |
| 6 | 6 | ND | 1 | ND | 2 | ND | ND | ND | ND | |
| 7 | 1 | 2 | 1 | ND | 1 | ND | ND | 8.0 | ND | |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | ND | ND | ND | 1.1×10^2 | ND | |
| 9 | 1 | 10 | 2 | 3 | ND | ND | ND | 1.6×10^3 | ND | |
| 10 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 9.0 | ND | |
| 11 | ND | ND | ND | ND | 1 | ND | ND | ND | ND | |
| 12 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 5.0 | ND | |

¹HIS, Histamine; PUT, Putrescine; CAD, Cadaverine; TRY, Tryptamine; TYR, Tyramine; SPM, Spermine; SPD, Spermidine. ²ND, Not detected.

농도는 매우 낮은 것으로 판단된다. 국내산 멸치액젓의 일반세균수와 바이오제닉 아민 생성 균수에 관한 기존 연구결과가 없어 단순 비교할 수는 없으나 실험에 사용한 12종의 멸치액젓은 HACCP기준에 의해 살균 처리한 제품과 살균하지 않은 제품의 일반세균수와 바이오제닉 아민 생성균의 차이가 크지 않다는 점에서 고농도 염에 의한 미생물 사멸 가능성은 높다고 판단된다. 따라서 추후 시판 멸치액젓에 존재하는 미생물의 동정 및 다양성 분석은 멸치액젓의 발효과정중의 미생물 상 변화 및 발효에 관여하는 미생물을 이해하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

바이오제닉 아민 함량

멸치액젓의 바이오제닉 아민 함량을 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 기존 멸치액젓의 연구에서 많이 검출된 cadaverine, histamine, putrescine, spermidine, spermine, tryptamine 및 tyramine 등 7종의 아민을 대상으로 정량하였다(Cho et al., 2006; Moon et al., 2010; Kim et al., 2011). 12종의 시판 멸치액젓에 존재하는 histamine 함량은 372.32-2,111.61 mg/kg (평균 813.48 mg/kg), tryptamine 함량은 87.89-530.84 mg/kg (평균 329.91 mg/kg), putrescine 함량은 20.89-127.17 mg/kg (평균 60.49 mg/kg), cadaverine 함량은 29.62-144.29 mg/kg (평균 98.14 mg/kg), tyramine 함량은 13.08-109.91 mg/kg (평균 57.74 mg/kg)인 것으로 분석되었다. 그러나 spermidine과 spermine은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 12종 멸치액젓의 histamine 농도는 시료에 따라 최대 5.7배 차이를 나타내는데 호주와 뉴질랜드의 어류 및 어류 제품의 기준 및 우리나라 단순 처리한 수산물의 기준인 200 mg/kg를 모든 시료에서 초과하였으며, 기존 연구결과와 비교하면 평균값은 조금 높거나 거의 유사한 수준으로 확인되었다(Cho et al., 2006; Moon et al., 2010;

Kim et al., 2011). Tryptamine은 시료에 따라 최대 6배 이상의 차이를 나타내며 기존 연구결과에 비해 1.9배, 2.2배 및 2.7배 높게 나타났다(Cho et al., 2006; Moon et al., 2010; Kim et al., 2011). Putrescine은 시료에 따라 최대 6.1배 차이를 나타내며 평균값은 기존의 연구결과보다 1.4배 높거나(Cho et al., 2006), 43% 수준으로 낮거나(Moon et al., 2010), 평균 3.3배 낮게 나타났다(Kim et al., 2011). Cadaverine은 시료에 따라 최대 약 4.9배 정도의 차이를 나타내며, 기존 결과와 비교하면 평균 약 54% 수준으로 낮거나(Cho et al., 2006), 1.3배 높거나(Moon et al., 2010), 평균 4.6배 높은 것으로 파악되었다(Kim et al., 2011). 또한 tyramine은 기존 결과에 비해 3.5배에서 5.7배 낮은 결과로 측정되었다(Cho et al., 2006; Moon et al., 2010; Kim et al., 2011). 본 연구에서 검출되지 않은 spermidine과 spermine은 기존의 보고에서도 동일하게 검출되지 않았거나(Moon et al., 2010), spermine은 3.32-8.35 mg/kg의 낮은 수준으로 검출되었다는 보고가 있다(Kim et al., 2011).

제품에 따라 바이오제닉 아민 함량에 큰 차이를 나타내는 이유는 원료 상태, 소금 첨가량, 발효 조건 및 발효 기간 등의 차이에 의한 결과라고 판단될 뿐 정확한 원인에 대해서는 추후 분석이 필요하다고 판단된다. 본 연구에서 얻은 시판 멸치액젓의 바이오제닉 아민 분석 결과를 보고된 기존 연구자의 분석 결과와 비교하면 histamine 농도는 대체로 유사한 수준이며 cadaverine과 tryptamine은 높은 편이나 putrescine과 tyramine은 낮은 농도로 검출되었다. 국내 시판 12종 멸치액젓을 대상으로 이화학 성분과 미생물 및 바이오제닉 아민 함량 분석 결과, 시판되고 있는 멸치액젓은 국내 기준 및 규격에 적합한 제품보다는 부적합한 제품이 더 많이 유통되고 있는 실정으로 확인되었다. 또한 기준 및 규격은 설정되어 있지 않으나 발효식품의 안

Table 5. Biogenic amine contents in commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicus* sauces

| Sample No. | Biogenic amines ¹ (mg/kg) | | | | | | |
|------------|--------------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|-----|
| | HIS | PUT | CAD | TRY | TYR | SPM | SPD |
| 1 | 2,111.61±71.18 | 69.59±7.39 | 126.72±12.74 | 453.36±31.88 | 66.88±2.16 | ND ² | ND |
| 2 | 871.21±42.24 | 41.17±6.42 | 129.72±14.28 | 162.48±16.24 | 52.39±3.11 | ND | ND |
| 3 | 740.64±26.49 | 20.89±2.28 | 29.62±6.32 | 131.37±11.98 | 13.08±0.22 | ND | ND |
| 4 | 673.23±27.11 | 23.25±4.46 | 35.56±4.89 | 290.98±15.72 | 42.81±1.60 | ND | ND |
| 5 | 551.04±18.92 | 118.66±8.11 | 110.93±11.83 | 260.76±12.37 | 78.97±2.06 | ND | ND |
| 6 | 1,160.26±45.21 | 29.38±4.88 | 88.61±10.62 | 500.02±32.11 | 21.93±0.52 | ND | ND |
| 7 | 817.28±54.37 | 51.34±3.81 | 109.29±8.93 | 530.84±29.25 | 74.53±4.21 | ND | ND |
| 8 | 746.23±38.32 | 47.74±6.69 | 112.39±9.71 | 445.07±20.07 | 63.94±3.98 | ND | ND |
| 9 | 697.88±27.72 | 127.17±9.12 | 72.35±10.87 | 483.13±28.34 | 96.88±4.82 | ND | ND |
| 10 | 420.49±19.88 | 115.17±8.72 | 125.58±12.24 | 300.34±23.64 | 109.91±5.61 | ND | ND |
| 11 | 372.32±23.62 | 43.00±6.65 | 92.56±8.43 | 87.89±8.27 | 35.50±1.88 | ND | ND |
| 12 | 599.58±28.66 | 38.53±4.71 | 144.29±12.28 | 312.65±21.65 | 36.08±2.35 | ND | ND |

¹HIS, Histamine; PUT, Putrescine; CAD, Cadaverine; TRY, Tryptamine; TYR, Tyramine; SPM, Spermine; SPD, Spermidine. ²ND, Not detected.

전성 지표로 취급하고 있는 히스타민을 포함한 바이오제닉 아민 함량은 대체로 높은 수준인 것으로 확인되었다. 따라서 우리나라 전통 수산 발효식품인 액젓의 안전성 확보를 위하여 바이오제닉 아민 함량을 감소시킬 수 있는 액젓 제조방법 연구가 시급하다고 판단된다.

사 사

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(RF-2017R1D1A3B03034975).

References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- APHA (American Public Health Association). 1984. Laboratory Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish. 5th ed. APHA, Washington D.C., U.S.A.
- Cho TY, Han GH, Bahn KN, Son YW, Jang MR, Lee CH, Kim SH, Kim DB and Kim SB. 2006. Evaluation of biogenic amines in Korea commercial fermented foods. Korean J Food Sci Technol 38, 730-737.
- Cho YJ, Im YS, Lee KW, Kim GB and Chol YJ. 1999. Quality investigation of commercial northern sand lance, *Ammodytes personatus* sauces. J Korean Fish Soc 32, 612-617.
- Hungerford JM. 2010. Scombroid poisoning: a review. Toxicol 56, 231-243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicol.2010.02.006>.
- Jang MR, Kim IY, Hong MS, Shin JM and Han KY. 2004. Quality evaluation of commercial salted and fermented fish sauces. Korean J Food Sci Technol 36, 423-431.
- Joosten HM and Olieman C. 1986. Determination of biogenic amines in cheese and some other food products by high-performance liquid chromatography in combination with thermo-sensitized reaction detection. J Chromatogr 356, 311-319.
- Kim BK, Kim YH, Lee HH, Cho YJ, Kim DS, Oh SM and Shim KB. 2011. Comparison of the chemical compositions and biogenic amine contents of salt fermented fish sauces produced in Korea to evaluate the quality characteristics. J Fish Mar Edu 23, 607-614.
- Kohara T. 1982. Handbook of food analysis. Kenpakusha, Tokyo, Japan, 51-55.
- KSA (Korean Standards Association). 2016. Anchovy sauce, KSH 6022. Retrieved from https://www.kssn.net/StdKS/KS_detail.asp?K1=H&K2=6022&K3=7 on Sep 21, 2018.
- Lee YS, Homma S and Aida K. 1997. Characterization of melanoidin in soy sauce and fish sauce by electrofocusing and high performance gel permeation chromatography. Nippon Shokuhin KogyoGakkaishi 34, 313-319.
- Lovenberg W. 1973. Some vaso- and psychoactive substances in food: amines stimulates depressants and hallucinogens. In Toxicants Occurring Naturally in Foods. National Academy of Science. Washington. D.C., U.S.A.
- MFDS (Ministry Of Food and Drug Safety). 2018. Korean Food Standards Codex. Retrieved from <https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvLv/foodRvLv.do> on Sep 21, 2018.
- Ministry of Social Welfare of Japan. 1960. Guide to Experiment of Sanitary Infection. III. Volatile basic nitrogen. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Moon JS, Kim YJ, Jang KI, Cho KJ, Yang SJ, Yoon GM, Kim SY and Han NS. 2010. Analysis of biogenic amines in fermented fish products consumed in Korea. Food Sci Biotechnol 19, 1689-1692. <http://dx.doi.org/10.1007/s10068-010-0240-6>.
- NFQS (National Fishery Products Quality Management Service). 2016. Busan. Korea. Retrieved from <http://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2000000010588#AJAX> on Sep 21, 2018.
- Oh KS. 1999. Quality characteristics of salt-fermented anchovy sauce and sand lance sauce. J Korean Fish Soc 32, 252-255.
- Shalaby AR. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. Food Res Int 29, 675-690.
- Taylor SL. 1986. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. Crit Rev Toxicol 17, 91-128. <http://dx.doi.org/10.3109/10408448609023767>.
- Van Boekel MAJS. 1998. Developments in technologies for food production. In: Innovation of food production systems. W.M.F. Jongen and M.T.G. Meulenberg (Eds.). Wageningen Pers, 87-116.
- Wanakhachornkrai P and Lertsiri S. 2003. Comparison of determination method for volatile compounds in Thai soy sauce. Food Chem 83, 619-629. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00256-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00256-5).
- Wendakoon CN and Sakaguchi M. 1992. Non-volatile amine production in mackerel muscle during growth of different bacterial species, J Food Hyg Soc Jap 33, 39-45.
- Zaman MZ, Abu Baker F, Jinap S and Bakar J. 2011. Novel starter cultures to inhibit biogenic amines accumulation during fish sauce fermentation. Int J Food Microbiol 145, 84-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.031>.