Food Eng. Prog.
Vol. 19, No. 2. pp. 139~147 (2015.05)
DOI http://dx.doi.org/10.13050/foodengprog.2015.19.2.139
ISSN 1226-4768 (print), ISSN 2288-1247 (online)

산업식품공학
Food Engineering Progress

시판 액젓 및 간장으로부터 짠맛 증진 물질의 생산 가능성 연구

윤효선 · 박한설[1] · 이미연[2] · 신정규[1,3] · 조형용*
차의과학대학교 식품생명공학과, [1]전주대학교 식품산업연구소, [2](주)다손, [3]전주대학교 한식조리학과

A Feasibility Study on Producing Salt Taste Enhancer in the Commercial Fermented Fish and Soy Sauces

Hyo-Seon Yun, Han-Sul Park[1], Mi-Yeon Lee[2], Jung-Kue Shin[1,3], and Hyung-Yong Cho*

Department of Food Science and Biotechnology, CHA University
[1]Food Industry Research Institute, JeonJu University
[2]Dason Biotechnology Research Institute
[3]Department of Korean Cuisine, JeonJu University

Abstracts

The quality of commercial fermented fish and soy sauces was evaluated through physicochemical and sensory analysis in order to search a possibility producing salt taste enhancer. Soluble solids (SS) and total nitrogen (TN) content of fish sauces were significantly higher than those of soy sauces ($p<0.05$). Higher contents of SS and TN resulted in higher levels of free amino acids, degree of hydrolysis, some substances enhancing salt taste, bitterness, and flavor. By GPC chromatogram, nitrogen distribution and salt taste intensity analysis, fraction II of low molecular peptides (220 Da to 1,100 Da), and Lowry nitrogen (soluble nitrogen) that highly correlated salt taste intensity were at the highest levels in salted and fermented anchovy sauce. A desalting process using macroporous adsorption resin (MAR) was not suitable for direct separation from fish sauce due to the loss of low molecular peptides. Salted and fermented anchovy sauce processing method was selected as a method for commercially producing salt taste enhancer because of the highest level of fraction II in spite of higher levels of salinity, bitterness, and long aging time.

Key words: salt taste enhancer, fish sauce, soy sauce, anchovy, quality evaluation

서 론

최근 건강에 대한 소비자의 관심이 높아지고, 나트륨 과잉섭취는 고혈압, 뇌졸중, 심장질환의 주요 원인이며, 신장질환, 위암 등의 발생을 높일 수 있다는 WHO의 보고(WHO, 2007)와 우리나라 나트륨 섭취량은 WHO 섭취 권고량인 2,000 mg 미만의 2.3배에 이른다는 조사결과(MFDS, 2013)에 따라 국가 차원의 지속적이고 전략적인 대응을 실시하고 있다. 특히 식품가공업체에서는 나트륨 저감화 목표를 설정하고, 배합비 조정 등 다양한 노력을 기울여 저감화 목표를 달성하고 있다. 그러나 급격하게 짠맛을 줄이는 경우, 풍미 또는 고유의 맛이 줄어들거나 쓴맛이 드러나는 문제가 발생되기도 한다(Breslin & Beauchamp, 1997). 이러한 문제를 해결하기 위하여 짠맛에 대한 인지 메카니즘에 대한 연구 결과(Staehler et al., 2007; Stähler et al., 2008; Moyer et al., 2009)와 짠맛 증진 물질의 활용 또는 발효와 숙성 등의 가공방법을 개발하는 등 다양한 나트륨 저감화 방법이 보고(Desmond et al., 2007)되고 있다.

간장은 예로부터 전해 내려오는 대표적인 대두 발효 식품으로 발효 중 단백질이 분해되어 생성되는 펩타이드 성분이 감칠맛을 더해 주고, 약 12.0% 이상의 소금을 첨가하여 이상 발효와 부패를 방지한다. 첨가되는 소금은 제조 후 저장성을 부여하지만(Mok et al., 2005) 이로 인하여 나트륨 과다섭취의 원인 중에 하나가 되고 있다. 최근에는 첨가하는 염농도를 줄이거나(Han et al., 2014), 기능성이 있는 식품재료를 첨가(Shin et al., 2014)하여 저염간장을 제조하는 방법 등이 연구되어 다양한 저염간장이 시판되고 있다. 또한 발효·숙성된 어간장은 고대 그리스와 로마로부터 시작되어 오늘날 아시아에서는 간장과 함께 좀 더 맛있고 감칠맛 나는 요리를 만드는데 사용되고 있다. 이러한 어간장을 우리나라에서는 식품 유형상 액젓으로 분류하고 있으며, 액젓은 어류, 패류, 어류의 내장 등에 소금을 가하

*Corresponding author: Hyung-Yong Cho, Department of Food Science and Biotechnology, College of Life Science, CHA University, 335 Pangyo-ro, Bundang-gu, Seongnam 463-400, Korea
Tel: +82-31-881-7125; Fax: +82-31-881-7219
E-mail: hycho5710@cha.ac.kr
Received March 31, 2015; revised April 14, 2015; accepted April 15, 2015

여 부패균의 번식을 억제하고, 어패류 자체의 효소와 외부 미생물의 효소작용으로 육질을 분해시킨 후, 걸러서 만든 독특한 맛과 풍미의 발효식품이다. 하지만 부패를 방지하기 위하여 첨가되는 소금 농도가 25% (Cho et al., 1999; Jang et al., 2004)를 넘는 경우도 있어 어간장의 사용이 매우 제한적이다.

최근에는 발효와 효소를 이용하는 단백질가수분해물의 짠맛 증진 효과에 대한 연구가 매우 활발하게 추진되고 있다. Lioe et al. (2007)은 최초로 콩단백질을 발효하여 제조된 전통 일본식 간장에서 저분자 펩타이드(500 Da 이하)가 짠맛과 우마미를 가지고 있다고 보고하였으며, Kremer et al. (2009)과 Gohet et al. (2011)은 샐러드 드레싱, 수프 및 돈까스를 제조하는데 간장을 적용하여 17-50%의 소금 사용을 줄일 수 있었다고 보고하였다. 또한 어류단백질의 효소가수분해물이 짠맛을 증진한다는 연구결과(Shimono & Sugiyama, 2009)와 시판중인 어간장(fish sauce)으로부터 sensomics approach를 통해 짠맛을 증가시킬 수 있는 arginyl dipeptides 물질을 분리하였다는 연구결과(Schindler et al., 2011)가 보고되고 있어 국내의 전통발효식품인 간장과 어간장으로부터도 짠맛 증진 물질을 분리할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 국내에서 시판 중인 간장, 액젓 및 어간장의 품질특성과 이들로부터 짠맛 증진 물질의 존재 여부와 이의 대량 생산 가능성에 대해 조사하였으며, 짠맛 증진 물질의 생산을 위한 산업적 제조공정의 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 연구에서 사용한 시판제품은 부천시내 대형 마트, 인터넷 및 재래시장에서 유통되고 있는 제품 중 저염간장 1종, 양조간장 1종, 전통간장 및 청장 각 1종, 제주 및 창녕 어간장 각 1종, 멸치액젓 1종, 까나리액젓 1종, 및 새우젓 1종을 구입하여 -20°C 이하의 냉동고에서 보관하면서 분석용 시료로 사용하였으며 시판제품에 표시된 성분은 Table 1과 같다. 분석용 시약은 모두 분석 시약급을 구입하여 사용하였다.

시판 간장 및 액젓의 품질특성 분석

시판 간장과 액젓의 일반성분은 식품공전에 따라 수분은 상압건조법으로, 회분은 건식회화법으로, 조단백질은 micro-kjeldahl 분해법으로, 조지방은 soxhlet법으로 정량하였다. 염도는 salt meter (Master-S28M, Atago, Tokyo, Japan)를 수용성 고형분 함량은 master refractometer (Master-3M, Atago, Tokyo, Japan)를 pH는 pH meter (Orion 4-star Plus, Thermo Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 아미노태 질소 함량은 Formol 질소정량법(KFIA, 2009; AOAC, 2000)과 TNBS법(Rutherfurd, 2010)으로 측정하였고, 수용성단백질은 TP0300-1Kit (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 Lowry protein assay법을 통하여 측정하였다(Lowry et al., 1951). 가수분해도(degree of hydrolysis, DH%)는 (1)식에 의해서 산출하였다.

$$\text{가수분해도 (DH\%)} = \frac{AN(\text{아미노태 질소})}{TN(\text{총 질소})} \times 100 \quad (1)$$

유리아미노산 정량은 HPLC (Hewlett Agilent 1100-series, Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)에 의하여 분석하였다.

나트륨 함량

나트륨 함량 분석에 사용한 질산(HNO_3)와 과산화수소(H_2O_2)는 Merck (Darmstadt, Germany)에서 분석용으로 구

Table 1. Labeled composition of the commercial fermented fish and soy sauces analyzed in this study

Sample number	Sauce type	Labeled composition
1	Korean low-salt fermented soy sauce	Defatted soybean (21.3%), wheat, purified water, high-fructose maize syrup, salt (11.5%)
2	Fermented soy sauce	Soybean (30%), wheat (10%), sea salt, seed malt, purified water
3	Korean traditional soy sauce (*ganjang*)	Bamboo salt water (bamboo salt (18%), purified water (82%)) (90%), soybean (10%)
4	Korean traditional clear soy sauce (*cheongjang*)	Bamboo salt water (bamboo salt (18%M, purified water (82%)) (90%), soybean (10%)
5	Jeju salted and fermented common mackerel and horse mackerel sauce	Common mackerel (50%), horse mackerel (20%), sea-tangle, chiness radish dried, mandarin orange, salt
6	Changnyeong salted and fermented anchovy sauce	Anchovy (75%), sea salt (25%)
7	Salted and fermented anchovy sauce (*Anchovy aekjeot*)	Anchovy (77%), salt (23±2%)
8	Salted and fermented sand lance sauce (*Kanari aekjeot*)	Sand lance sauce (50%), salt (23±2%)
9	Salted-fermented shrimp	Shrimp (75%), salt (25%)

Table 2. Analysis condition of ICP-AES for sodium content

Power (kW)	1.2
Plasma flow (L/min)	15.0
Auxiliary flow (L/min)	0.75
Nebulizer flow (L/min)	5
Replicate read time (s)	20
Instr. stabilization delay (s)	30
Pump rate (rpm)	15
Rinse time (s)	12
Fast pump (sample delay/rinse)	on

입하여 사용하였다. 일정양의 시료에 0.5 N HNO_3을 가하여 분석 가능한 범위로 희석하고 13,500 rpm에서 10분간 원심분리한 후 Agilent Technologies사(Agilent 720 model, Palt Alto, CA, USA)의 inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy (ICP-AES)를 사용하여 나트륨 함량을 분석하였다. 분석에 사용한 기기의 조건은 Table 2와 같다.

관능검사

간장 및 액젓류의 짠맛강도 평가를 위하여 한식조리학과 학부학생 27명을 선발하여 짠맛에 대한 훈련시킨 후 짠맛강도 평가를 실시하였다. 간장, 액젓 및 어간장 시료는 색과 향에 의한 오차를 줄이기 위하여 식품용 분말 정제 활성탄(Shinki Chemical Co., Yangsan, Korea)으로 탈색 및 탈취 처리하여 사용하였다. 예비실험에서 패널들이 짠맛을 가장 정확하게 구분한 소금 농도 20 mmol에 맞추어 시료를 희석하고 대조구(NaCl solution)와 함께 제공하였으며, 시료간의 차이를 정확히 구분하게 하기 위하여 한 가지의 시료를 맛본 후 입안을 헹궈낼 수 있도록 생수와 함께 제공하였다. 짠맛의 강도는 특성차이검사 중 순위법을 이용하여 가장 짠맛이 강한 시료의 순위부터 순서대로 순위를 평가하였다.

Gel Permeation Chromatography (GPC)

시판 시료 및 탈염 처리 전후 시료의 GPC는 ÄKTAprime plus system (GE Healthcare Life Sciences, Pittsburgh, PA, USA)을 사용하여 분석하였다. Sephadex G-10 (G10120, Sigma Chemical Co.)을 충진한 70×1.6 cm glass column (XK16/70, GE Healthcare Life Sciences)을 사용하였고 1% formic acid (Kanto Chemical Co. Inc., Tokyo, Japan)를 이동상으로 하였다. 유속은 0.5 mL/min, 시료는 10배 희석한 후 syringe filter (0.45 µm, cellulose, Advantec MFS, Inc., Dublin, CA, USA)로 여과하여 1 mL를 loading 하여 UV detector (Zn Optic, GE Healthcare, Uppsala, Sweden)로 214 nm의 파장에서 검출하였다.

표준물질로는 Vitamin B_{12} (MW 1355.37 Da, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), Vitamin B_1 (MW 337.27 Da, Yakuri Pure Chemicals Co. Ltd., Osaka, Japan), L-Glutamic acid (MW 147.13 Da, Samchun Pure Chemicals Co. Ltd., Pyeongtack, Korea)를 사용하였다.

어간장의 탈염처리

탈염처리는 Wasswa et al. (2007)의 방법에 따라, 탈염 시간과 탈염 효율을 고려하여 3 L 플라스틱 비이커에 창녕 어간장 1 L를 넣고, 500 mL MAR (non-polar stylene-based Macroporous Adsorption Resin, branded DA201-C, Jiangying, Jiangsu, China)을 넣어 24시간 교반 하여 peptides를 MAR에 흡착시킨 후에 침전시켜 상등액을 염도와 GPC 분석용 시료로 냉장 보관하였다. 흡착된 peptides의 탈착 시험을 위하여 회수된 흡착 MAR를 5배의 증류수에 10분 동안 교반하여 세척한 후에 상등액을 버리고 25%, 50% 및 95% 에탄올을 순차적으로 1 L 가하여 20분간 교반 후에 상등액은 염도와 GPC 분석용 시료로 냉장 보관하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복실험에 대한 평균으로 나타내었다. 실험 결과에 대한 통계 처리는 SPSS software package (Version 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석을 하고, Duncan의 다중범위검정(p<0.05) 방법을 실시하였다.

결과 및 고찰

시판 간장 및 액젓의 품질특성에 의한 짠맛 증진 물질 존재 가능성

국내에서 전통적인 방법으로 제조된 장류로부터 짠맛 증진 물질의 존재 가능성을 조사하고자, 부천에 위치한 대형 마트 및 재래시장과 인터넷에서 시판되고 있는 간장과 액젓류를 구입하여 이화학적 품질특성을 분석하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다.

시판간장 및 액젓의 이화학적 특성은 수분의 경우 간장류는 60.66-70.81%, 액젓류는 59.85-66.23%로 나타났다. 어간장, 멸치액젓, 까나리액젓 및 새우육젓은 수산전통식품 품목별 품질기준(70% 이하, NFQS, 2013)과 한국산업규격 기준(68% 이하, KATS, 2014) 이하로 나타났으며 어간장 1종은 한국산업규격기준을 초과하였다. 이는 Table 1에서와 같이 여러 성분이 복합된 결과로 판단된다. 간장류는 각 제품마다 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 회분의 경우 간장류는 10.38-19.30%, 액젓류는 20.12-29.55%로 액젓류가 간장류에 비하여 높게 나타났으며, 각 제품마다 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 조지방의 경우 간장류는 0.03-0.13%, 액젓류는 0.02-0.12%로 각 제품마다 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.05).

pH의 경우 간장류는 4.46-6.30로 액젓류는 5.83-6.89로

Table 3. Physicochemical evaluation of the commercial fermented fish and soy sauces

Sample No.	Moisture[1] (%)	Ash[1] (%)	Protein[1] (%)	Lipid[1] (%)	pH[1]	Salinity[1] (%)	Brix[1] (°)
1	69.24±0.32[a]	10.38±0.12[a]	9.98±0.09[a]	0.05±0.00[a]	4.81±0.1[a]	11.4±0.3[a]	33.4±0.2[a]
2	70.81±0.24[b]	19.30±0.17[b]	7.70±0.12[b]	0.13±0.02[b]	4.46±0.3[b]	21.5±0.2[b]	31.3±0.3[b]
3	60.66±0.12[c]	19.09±0.13[c]	11.45±0.32[c]	0.03±0.01[c]	6.30±0.2[c]	20.3±0.3[c]	31.9±0.3[c]
4	67.26±0.58[d]	17.53±0.32[d]	13.10±0.43[d]	0.04±0.02[c]	5.57±0.2[d]	18.8±0.2[d]	28.9±0.2[d]
5	66.23±0.53[e]	20.15±0.22[e]	7.66±0.22[b]	0.05±0.01[a]	6.01±0.2[e]	23.1±0.2[e]	34.2±0.4[e]
6	60.72±0.22[f]	23.80±0.23[f]	11.35±0.38[e]	0.12±0.01[b]	5.83±0.3[f]	22.4±0.3[f]	33.9±0.3[f]
7	61.29±0.62[f]	28.82±0.15[g]	7.52±0.22[b]	0.02±0.09[c]	5.83±0.3[g]	23.7±0.4[g]	33.1±0.3[g]
8	61.15±0.53[f]	29.55±0.21[h]	7.68±0.12[b]	0.05±0.01[a]	5.86±0.2[h]	26.0±0.3[h]	33.1±0.3[h]
9	59.85±0.72[i]	20.12±0.32[i]	13.00±0.43[f]	0.20±0.00[d]	6.89±0.2[i]	19.3±0.4[i]	29.8±0.2[i]

[1]Mean±SD with different superscripts in the same columns are significantly different ($p<0.05$)

각 제품마다 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p<0.05$). 양조간장의 경우에 국내에서는 한국산업규격기준에서 유일하게 기준을 4.5-5.5로 명시하고 있으며 본 논문에서 분석한 저염간장과 양조간장은 기준에 적합하였으나 전통간장 2종은 5.5를 초과하였다. 액젓류에 대한 pH의 품질기준은 없으나, 모두 일본국립민족학박물관연구보고서(Kim, 1996)에서 보고된 바 있는 pH 5.3-6.7의 범위에 포함되었다. Fuji & Sakai (1986)는 품질향상을 위해 과도한 식염첨가보다는 pH를 5.0 이하로 낮추는 것이 품질을 향상시킬 수 있었다고 보고하였다.

식염농도의 경우 저염간장은 11.4%, 양조간장과 전통간장은 18.8-21.5%, 액젓류는 19.3-26.0%, 어간장류는 22.4-23.1%로 나타나 각 제품별로 다양하게 나타났다. 간장류의 경우에는 식염농도에 대한 품질기준이 존재하지 않으나, 액젓류는 새우젓을 제외하고 멸치액젓에 관한 한국산업규격기준(25% 이하)과 액젓에 관한 수산전통식품 품목별 품질기준(23% 이하)보다 다소 높은 식염농도를 나타냈다. 이러한 결과는 Jang et al. (2004)의 시판액젓의 품질평가에 대한 결과(멸치액젓 19.70-24.14%, 까나리액젓 19.77-31.75%)와 매우 유사하였다.

건강에 대한 위해요소를 고식염보다는 나트륨 과잉섭취를 고혈압, 뇌졸중, 심장질환의 주요 발병 요인으로 해석하는 WHO의 보고(2007)에 따라 개별 시료에 대한 나트륨 함량을 ICP-AES를 사용하여 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 9가지의 시료를 분석한 결과 저염 간장이 4.47%로 나트륨 함량이 가장 적었으며, 까나리 액젓이 11.26%로 가장 많은 나트륨을 함유하고 있었다. 전통 청장은 전통간장에 비하여 높은 나트륨 함량을 나타내었는데 이는 전통 간장의 경우 간장 제조 후 1-3년 정도 숙성하면서 수분이 증발함에 따라 식염이 과포화 상태로 결정이 석출되어 청장에 비해 식염의 농도가 다소 감소하여 나타나는 현상으로 판단된다(Park et al., 1997; Park, 1999).

Kim (2008)은 염도가 젓갈류 식품의 발효 시 영향을 가장 크게 미치는 요인으로, 지역에 따라 다르기는 하지만 액젓의 숙성발효를 위한 적절한 염농도는 25-30%이며, 액

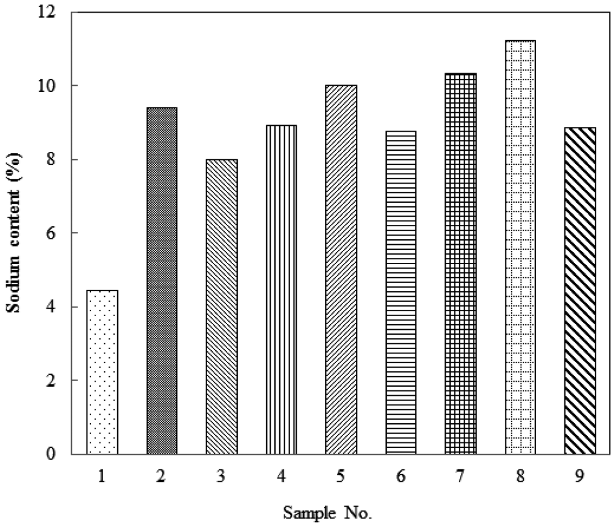

Fig. 1. Sodium contents of the commercial fermented soy and fish sauces.
1. Korean low-salt fermented soy sauce, 2. Fermented soy sauce, 3. Korean traditional soy sauce (*ganjang*), 4. Korean traditional clear soy sauce (*cheongjang*), 5. Jeju salted and fermented common mackerel and horse mackerel sauce, 6. Changnyeong salted and fermented anchovy sauce, 7. Anchovy aekjeot, 8. Kanari aekjeot, 9. Salted-fermented shrimp.

젓기준 염농도가 23% 이상이 되어야 한다고 하였는데 본 연구에서 분석한 나트륨 함량을 염농도로 환산한 결과, 액젓의 염농도는 26.3-28.6%로 나타났다. 그러나 젓갈류 식품의 KS 표준규격에 따르면 멸치액젓의 경우 염도가 25.0% 이하였으나 본고의 나트륨 함량을 염도로 분석한 결과 표준규격보다 약 1% 이상 높은 것으로 나타났다.

수용성 고형분 함량으로 정의하여 당도계로 측정한 Brix의 경우 간장류는 28.9-31.9로 액젓류는 29.8-35.3으로 각 제품마다 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 수용성 고형분에는 무기질, 저분자 펩타이드 및 아미노산 등이 존재하여 짠맛과 풍미를 내는 주요성분(Lioe et al., 2007; Schindler et al., 2011)을 함유하고 있는 것으로 판단된다. 조단백질 함량을 단백질 질소계수인 6.25로 나누어 총질소 함량(%)으로 산출하여 비교한 결과 간장류는 1.23-

2.10%, 액젓류는 1.20-2.08%로 나타났다. 간장류의 국내의 품질기준이 식품공전의 식품별 기준 및 규격에서는 간장 0.8% 이상, 한식간장 0.7% 이상, 한국산업규격기준(양조간장)에서는 1.0% 이상, 전통식품 표준규격(NAQS, 2014)에서는 0.8% 이상으로 제시되어 있어 모두 개별 기준에 적합한 것으로 나타났다. 액젓류는 모두 식품공전의 식품별 기준 및 규격(1.0% 이상, MFDS, 2015), 수산전통식품 품목별 품질기준(1.0% 이상)과 한국산업규격기준(1.2% 이상) 이상으로 나타났다. 총질소에는 풍미 및 짠맛에 기여하는 성분인 저분자 펩타이드 및 아미노산이 존재할 것으로 판단된다. 따라서 총질소 함량에 대한 품질기준에서 액젓류가 간장류에 비해 총질소 함량이 약 0.3-0.5% 정도 높게 책정되어 있는 사실과 실험 결과로부터 액젓류가 간장류보다 풍미 및 짠맛에 기여하는 물질이 더 많이 존재할 것으로 판단되었으며, 이러한 결과는 수용성 고형분 함량과 유사한 경향을 나타내고 있다.

시판 간장 및 액젓의 유리아미노산 조성에 의한 짠맛 증진 물질 존재 가능성

전통 일본식 간장에 존재하는 저분자 펩타이드(500 Da 이하)가 짠맛과 우마미를 가지고 있다는 보고(Lioe et al., 2007)와 L-lysine과 L-arginine이 짠맛증진의 효과가 있다는 보고(Lee, 1992; Guerrero et al., 1998)에 따라 간장류와 액젓류의 유리아미노산 조성을 분석한 결과를 Table 4에 나타냈다. 정미성분의 주요 지표로 알려진 유리아미노산의 총량은 각 제품별로 다양하게 나타났으나 비교적 액젓류(4,517.78 mg/L)가 간장류(3,911.30 mg/L)에 비해 15.51% 이상 많이 포함되어 있는 것으로 나타났다. Na-glutamic acid와 Na-aspartic acid 및 glutamic acid는 우마미, glysine, hydroxyproline, alanine, threonine, proline, serine, citrulline, lysine-HCl과 glutamine은 단맛, proline, phenylalanine, tryptophan, arginine, isoleucine, valine, leucine, methionine, histidine은 쓴맛에 관여하는 것으로 알려져 있으며 (Shimura, 2003), 짠맛에는 arginyl dipeptides (Schindler et al., 2011), L-lysine과 L-arginine (Lee, 1992; Guerrero et al., 1998) 그리고 histidine-HCl, Na-glutamic acid 및 Na-aspartic acid (Shimura, 2003)가 관여하는 것으로 알려져 있다. 짠맛과 우마미를 나타내는 glutamic acid, lysine 및 arginine의 함량으로 보면, 멸치어간장 > 저염간장 > 멸치액젓 > 새우육젓 > 양조간장 > 복합어간장 > 전통간장 > 까나리액젓 > 전통청장의 순서로 함량이 높고, 전체 유리아미노산 함량 대비 액젓류는 10.6%, 간장류는 7.7%로 유의적으로 액젓류가 높았다($p<0.05$). 반면에 Shimura (2003)가 보고한 쓴맛에 관여하는 성분들의 함량은 저염간장 > 멸치어간장 > 멸치액젓 > 새우육젓 > 양조간장 > 복합어간장 > 전통간장 > 까나리액젓 > 전통청장의 순서로 높았으며, 전체 유리아미노산 함량 대비 액젓류는 5.1%, 간장류는 4.8%로 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이지 않았다.

간장류와 액젓류의 가수분해도와 존재하는 총질소의 분포를 물질수지를 이용하여 산출한 결과는 Fig. 2와 같다. 가수분해도는 Rutherfurd (2010)의 보고에 따라 아미노산성 질소를 TNBS법으로 측정하여 계산한 결과를 나타내었다.

Table 4. Free amino acid composition of the commercial fermented fish and soy sauces (unit: mg/L)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Glutamate	1146.66	378.39	123.67	117.34	339.64	1150.79	533.12	126.60	392.39
Asparagine	4.82	18.08	42.49	41.72	3.47	0.00	0.00	45.95	236.13
Serine	469.68	288.89	2.27	0.00	0.00	0.00	118.97	0.00	201.41
Glutamine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	385.54
Histidine	116.30	101.82	0.00	0.00	41.89	213.67	144.59	0.00	65.90
Glycin	258.80	138.69	238.85	111.87	150.55	670.26	272.25	118.69	286.13
Threonine	347.51	225.63	0.00	0.00	14.19	0.00	203.93	0.00	190.74
Arginine	197.64	397.93	0.00	0.00	3.61	0.00	92.85	0.00	572.01
Alanine	418.55	260.77	701.21	425.88	470.79	1845.05	642.91	449.87	337.71
GABA	13.42	37.32	730.13	18.27	0.00	0.00	0.00	19.70	0.00
Tyrosine	64.83	91.92	0.00	0.00	22.84	0.00	54.39	0.00	53.90
Valine	415.37	270.04	289.82	149.19	245.67	687.55	405.18	158.76	218.16
Methionine	111.87	71.67	70.65	30.89	99.73	269.22	208.04	34.58	140.10
Tryptophan	0.00	118.13	0.00	145.88	0.00	0.00	314.76	151.99	315.82
Phenylalanine	418.96	269.77	309.35	154.94	182.64	0.00	301.89	175.79	164.89
Isoleucine	434.42	271.47	314.38	150.81	207.22	462.53	380.37	160.36	186.03
Leucine	664.34	416.32	456.34	221.17	290.98	622.59	571.09	235.40	394.89
Lysine	414.10	357.94	478.73	290.34	375.20	1346.00	985.51	345.18	475.37
Proline	425.38	252.38	33.55	105.64	118.78	393.87	113.27	103.96	273.13
Total	5,922.66	3,967.14	3,791.45	1,963.94	2,567.19	7,661.53	5,343.11	2,126.83	4,890.25

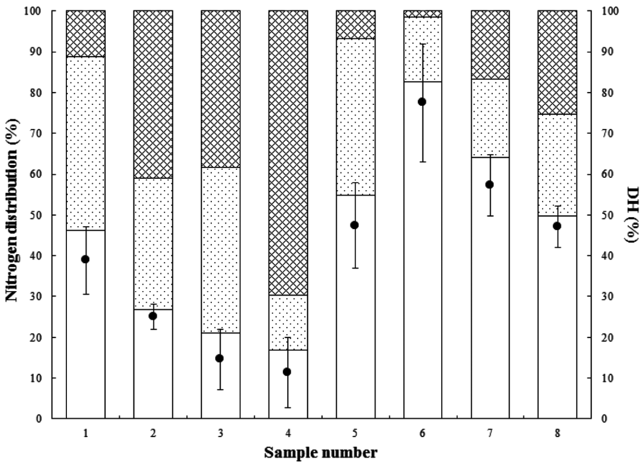

Fig. 2. Degree of hydrolysis (%) and nitrogen distribution (%) of the commercial fermented fish and soy sauces. ☐ ; Amino acid N from formol nitrogen data, ▒; Lowry N from lowry soluble protein data (Lowry N = Lowry protein/6.25), ▩; Other N determined by total N - amino acid N - lowry N and could include volatile nitrogen, nucleic acid and breakdown products, ●; degree of hydrolysis determined by (*AN*/*TN*)×100, AN from TNBS nitrogen data and TN from total nitrogen data by micro-Kjeldahl method.

액젓류는 가수분해도가 60.1±19.5%로 가장 크게 나타났고 저염 및 양조간장, 전통간장의 순서로 가수분해도가 높았다. 이러한 결과는 유리아미노산 측정결과와 일치하였으며, 숙성 기간과 비례하는 것으로 판단된다. 특히 2년간 발효·숙성하여 시판되고 있는 멸치어간장의 가수분해도가 가장 큰 것으로 나타났다. 질소 함량의 경우 Lowry법으로 측정한 수용성 단백질 함량을 6.25로 나누어 Lowry N로 나타내었으며, 아미노산성 질소는 formol 적정법으로 측정하고 총질소에서 두 가지 질소량을 제외한 것을 other N으로 계산하였다. 이 성분은 휘발성 질소, 핵산 그리고 단백질 또는 peptides가 완전 분해되어 생성된 질소로 판단된다. Lowry N에는 Schindler et al. (2011)에 의해서 최초로 어간장류에 존재하는 짠맛 증진 물질로 발견된 arginyl dipeptides와 같은 성분이 존재하므로, 짠맛에 관여 가능성이 농후한 성분들은 아미노산성 질소와 Lowry N에 존재할 것으로 예측된다. 이들 두 가지 질소의 분율은 어간장, 저염간장, 액젓, 양조 및 전통간장의 순서로 크게 나타났으며 이중에서도 가장 크게 나타난 멸치어간장의 경우는 총질소 대부분이 아미노산성 질소와 Lowry N으로 나타났다.

짠맛 증진 효과

저염 간장, 양조간장, 전통간장, 전통청장, 제주 어간장, 창녕 어간장, 멸치액젓, 까나리액젓, 새우젓, 소금물 총 10가지의 시료를 식염농도 기준으로 20 mmol 농도로 동일하게 하여 강도 평가를 한 결과를 Table 6에 나타내었다. 같은 식염 농도에서 국내 저염 간장을 가장 짜게 느꼈으며, 전통간장 > 창녕 멸치어간장 > 전통청장 > 멸치액젓 > 새우젓 > 까나리 액젓 > 제주 어간장 > 양조간장 > 소금물 순으로 짠맛을 강하게 느꼈다.

Table 5. Comparison of molecular weight fractions of the commercial fermented fish and soy sauces

Sample No.	Molecular weight fraction (%)		
	Fraction I	Fraction II	Fraction III
1	34.246	27.548	38.207
2	14.281	35.530	50.189
3	51.768	13.501	34.730
4	16.454	25.447	58.099
5	8.070	36.184	55.746
6	0.074	63.192	36.734
7	0.172	46.575	53.253
8	1.201	40.114	58.684
9	12.729	31.179	56.091

*GPC fractions: I (>1,100 Da), II (220-1,100 Da), III (<220 Da)

한국 전통 간장은 제조방법 또는 원료에 따라 간장에 메주를 담가서 만드는 진간장(겹장), 염수(鹽水)에 메주를 담가서 만드는 청장, 어류를 염수(鹽水)에 발효시켜 만드는 어간장등으로 세분된다(Park et al., 1997). 간장 및 어간장류는 발효 시 단백질과 전분이 분해되는 동안 생성되는 펩티드, 아미노산, 유리당, 유기산 등이 짠맛을 증진시키는 것으로 보고되고 있는데(Djordjevic et al., 2004; Lawrence et al., 2009; Lee, 2014), 본 실험에서도 강도 평가 결과 간장 및 어간장이 소금물에 비해 짠맛을 더 강하게 느끼는 것으로 나타나 짠맛을 증진시키는 물질이 존재할 것으로 판단된다. 우리나라의 재래식 전통 간장의 경우 청장에 비해 낮은 나트륨 함량에도 불구하고 짠맛을 더 강하게 느끼는 것으로 나타났는데 이는 제조 후 오랜 시간동안 숙성시킨 전통 간장에 glutamic acid 함량이 증가(Choi, 2014)하여 짠맛을 더욱 강하게 느낀 것으로 생각된다(Yamaguchi & Ninomiya, 2000; Choi, 2015).

GPC chromatogram에 의한 짠맛 증진 물질 존재 가능성

짠맛 증진 물질의 존재 가능성을 추가적으로 확인하기 위하여 짠맛 증진 효과가 우수한 창녕 멸치어간장의 GPC chromatogram을 분석하였다. Fig. 3의 (a)는 멸치어간장에 대한 GPC chromatogram으로서 축합/중합된 아미노산의 평균분자량이 110 dalton/mol임을 감안하여 표준물질의 분자량 크기와 retention time을 근거로 세 개의 영역으로 구분하였다. I 영역은 중합도 10 이상(MW 1,100 이상)의 고분자량의 단백질이고 II 영역은 중합도 2-10 사이의 oligo peptides 영역(MW 220-1,100), III 영역은 단일아미노산 영역(MW 220 이하)으로 판단하였다. 분석 결과 Schindler et al. (2011)이 시판 어간장에서 측정한 chromatogram의 pattern과 매우 유사하였으며, 분자량을 기준으로하여 분획 II에 짠맛 증진 물질로 밝혀진 arginyl dipeptides가 존재하

는 것으로 판단되어 멸치어간장에도 짠맛 증진 물질이 있음을 확인할 수 있었다. 이를 근거로 간장류와 액젓류 시료에 대한 GPC chromatogram의 분획별 분포를 Table 5에 나타내었다. 분획 II의 비율은 새우육젓을 제외하고 비교적 액젓류가 간장류에 비하여 크게 차지하고 있었다. 특히 멸치를 원료로 전통적인 발효·숙성에 의해서 생산하여 시판되고 있는 제품에서 가장 큰 짠맛 증진 물질의 존재 가능성을 확인할 수 있었다. 즉, 이 결과를 바탕으로 짠맛 증진 물질을 어류단백질 가수분해를 기본으로 하는 국내의 어간장 제조 방법으로 생산할 수 있다고 판단하였다.

탈염처리에 의한 짠맛 증진 물질 생산 가능성

짠맛 증진 물질의 존재가 분명한 한국의 전통어간장 제조공정을 개선하여 무염의 짠맛 증진 물질의 대량 생산공정개발 가능성을 조사하기 위하여 멸치어간장 시료에 MAR을 이용한 흡착 및 탈착 시험을 실시하였다. 흡착 전의 염도는 22.4±0.6%이었고 흡착 후 상등액의 염도는 16.4±0.5%이었으며, 짠맛 증진 물질이 존재할 것으로 예상되는 peptides의 분리를 위하여 흡착된 MAR에 25%, 50% 및 95% 에탄올로 순차적으로 탈착 시험 후 상등액의 염도를 측정한 결과 모두 0%로서 무염의 짠맛 증진 물질을 분리할 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 멸치어간장의 10배 희석액과 흡착 및 탈착 후 상등액에 대한 GPC chromatogram (Fig. 3)에서와 같이 흡착 후 상등액에 peptides 분획이 존재하는 것으로 보아 탈염 과정에서 가수분해물의 손실을 예상할 수 있으며, 탈착 후 상등액의 chromatogram에서는 짠맛 증진 물질이 가장 많이 존재할 것으로 예상되는 분획 II (220-1100 Da) 보다 아주 적은 분자량(<220 Da)의 분획 III가 크게 나타나 예측하지 못한 결과를 나타내었다. 따라서 MAR을 이용한 처리 공정은

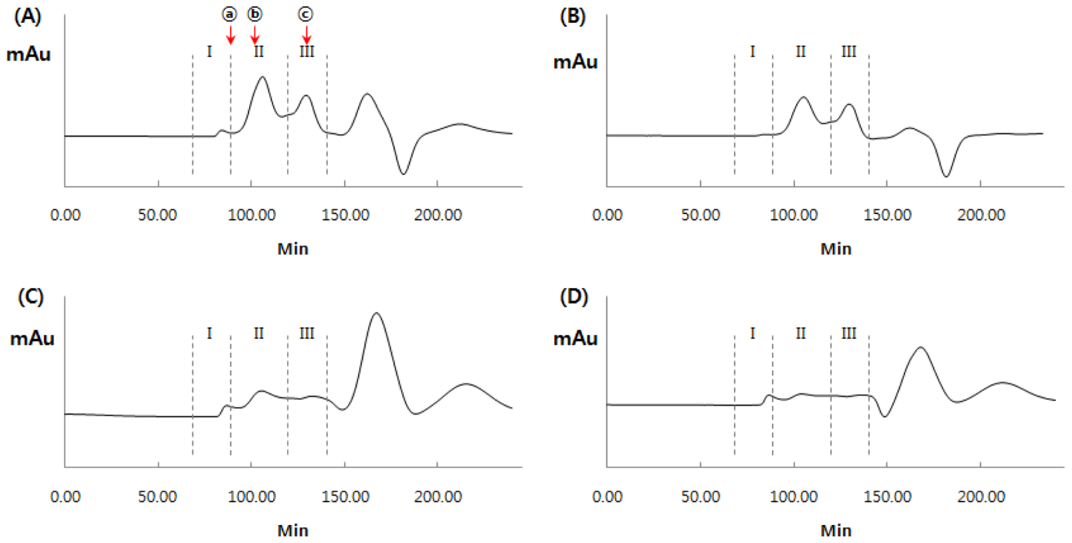

Fig. 3. GPC chromatogram (λ = 214 nm) of (A) 1/10 dilution of anchovy sauce, (B) supernatant after absorption by MAR, (C) supernatant after desorption with 25% ethanol, (D) supernatant after desorption with 50% ethanol. Marker materials: ⓐ Vitamin B_{12} (1355.37 Da), ⓑ Vitamin B_1 (337.27 Da), ⓒ L-Glutamic acid (147.13 Da). GPC fractions: I (>1,100 Da), II (220-1,100 Da), III (<220 Da).

Table 6. Sensory evaluation of salt intensity ranking test for fermented fish and soy sauces

	Mean[1]	Ranking[2]
Korean low-salt fermented soy sauce	3.74±2.74	1
Fermented soy sauce	6.52±2.58	9
Korean traditional soy sauce (*ganjang*)	4.00±2.45	2
Korean traditional clear soy sauce (*cheongjang*)	4.93±2.59	4
Jeju salted and fermented common mackerel and horse mackerel sauce	5.44±2.34	8
Changnyeong salted and fermented anchovy sauce	4.44±2.31	3
Salted and fermented anchovy sauce (anchovy aekjeot)	5.07±2.66	5
Salted and fermented sand lance sauce (kanari aekjeot)	5.37±2.40	7
Salted-fermented shrimp	5.15±2.49	6
NaCl Solution	10.00±0.00	10

[1]Mean±SD
[2]Ranking 1 The most salty of all, 10 The weakest salty of all

탈염공정으로는 적합하였으나 짠맛 증진 물질을 분리하는 공정으로는 적합하지 못한 것으로 판단된다.

요 약

짠맛 증진 물질을 탐색하기 위하여 국내에서 시판 중인 간장, 액젓 및 어간장의 품질특성을 분석한 결과, 모든 제품이 기준 · 규격에 적합하였으나 까나리액젓의 경우에 식염의 농도가 기준규격을 약 3% 정도 초과하는 것으로 조사되었고 ICP-AES를 사용하여 측정한 나트륨 함량으로부터 환산된 식염 농도는 약 1% 이상 더 높게 나타났다. 풍미 및 짠맛에 기여하는 성분인 저분자 펩타이드 및 아미노산이 존재할 것으로 판단되는 수용성 고형분 및 총질소 함량은 액젓류가 간장류에 비하여 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났으며, 유리아미노산 함량을 탐색한 결과, 짠맛과 우마미를 나타내는 glutamic acid, lysine 및 arginine의 함량은 멸치어간장 > 저염간장 > 멸치액젓 > 새우육젓 > 양조간장 > 복합어간장 > 전통간장 > 까나리액젓 > 전통청장의 순서로 분석되었고 쓴맛에 관여하는 성분은 저염간장 > 멸치어간장 > 멸치액젓 > 새우육젓 > 양조간장 > 복합어간장 > 전통간장 > 까나리액젓 > 전통청장의 순서로 분석되었다. 뿐만 아니라 가수분해도 및 질소분포를 분석한 결과 멸치어간장의 경우에 가수분해도가 가장 높았고, 어간장류에 존재하는 짠맛 증진 물질로 알려진 arginyl dipeptides와 같은 성분이 존재할 것으로 예측되는 아미노산성 질소와 lowry N의 분율도 멸치어간장이 가장 높았다. 이러한 사실은 arginyl dipeptides가 존재할 것으로 판단되는 GPC chromatogram의 분획 II가 멸치어간장에 가장 많이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 짠맛강도 평가결과는 국내 저염 간장을 가장 짜게 느꼈으며, 전통간장 > 창녕 멸치어간장 > 전통청장 > 멸치액젓 > 새우젓 > 까나리 액젓 > 제주 어간장 > 양조간장 > 소금물 순으로 짠맛을 강한 것으로 나타나 장기간 숙성이 짠맛을 증진하는데 효과가 있다고 판단된다. 시판 멸치어간장으로부터 무염의 짠맛 증진 물질의 분리하기 위하여 MAR을 이용한 흡착 및 탈착 시험으로 탈염처리를 한 결과, 무염의 짠맛 증진 물질을 분리할 수 있는 가능성은 확인하였으나 짠맛 증진 물질의 손실이 예상되어 MAR을 이용한 공정은 짠맛증진 물질의 분리에는 부적합하지만, 멸치어간장 제조방법에서 고염처리, 장기간 숙성 및 쓴맛 등의 문제를 개선하면 짠맛 증진 물질을 생산할 수 있는 산업적 제조공정을 확립할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문 연구는 농림축산기술개발사업(고부가가치 식품기술개발사업, 과제번호 312010-4)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

AOAC, 2000, Official methods of analysis of AOAC international, Association of analytical chemist (No. 920.53), Arlington, VA, USA.

Breslin PAS, Beauchamp GK. 1997. Salt enhances flavor by suppressing bitterness. Nature, 387: 563.

Cho YJ, Im YS, Lee KW, Kim GB, Choi YJ. 1999. Quality investigation of commercial northern sand lance, *Ammodutes Personatus* sauces. J. Korean Fish. Soc. 32: 612-617.

Choi JM. A 2014, A study on quality characteristics of soy sauce by various manufacturing methods. MS thesis, Youngsan University. Busan, Korea.

Choi NU, 2015. Principle of taste, Yemoondang, Seoul, Korea, pp 31-35.

Desmond E, Pedro S, Nunes ML, Cauvain SP, Ainsworth P, Plunkett A, Guinee TP, O'Kennedy BT, Robinson T, 2007. Reducing salt in particular foods. In reducing salt in foods: practical strategies kilcast, D., Angus, F., Eds.; Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp 233-368.

Djordevic J, Zatorre RJ, Jones-Gotman M. 2004. Odour-induced changes in taste perception.. EXP Brain Res. 159. pp 405-408.

Fuji T, Sakai H. 1986. Effect of pH and temperature on spoilage of fish sauce. Bull. Tokai Reg. Lab. 119: 9-13.

Gohet FXW, Itohiya Y, Shimojo R, Sato T, Hasegawa K, Leong LP. 2011. Using naturally brewed soy sauce to reduce salt in selected foods. J. Sens. Stud. 26: 429-35.

Guerrero A, Known SSY, Vadehra DV. 1998. Compositions to enhance taste of salts used in reduced amounts. US Patent 5711985.

Han DH, Park JM, Bai DH. 2014. Changes in microflora and flavor of soy sauce (ganjang) according to the salt concentration. Food Eng. Prog. 18: 248-255.

Jang MR, Kim IY, Hong MS, Shin JM, Han KY. 2004. Quality evaluation of commercial salted and fermented fish sauces. Korean J. Food Sci. Technol., 36: 423-431.

KATS, 2014. Korean industrial standards. Korean agency for technology and standards, Eumsung, Korea.

KFIA. 2009. Food code, Korea Foods Industry Association, Moonyongsa Co., Seoul, Korea. pp 319-320.

Kim JH. 1996. Processing technique and quality control of fermented seafood. Bull. Food Technol. 9: 65-86.

Kim YM. 2008. Present status and prospect of fermented seafood industry in Korea. Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea.

Kremer S, Mojet J, Shimojo R. 2009. Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce. J. Food Sci. 74: 255-262.

Lawrence G, Salles C, Septier C, Busch J, Thomas-Danguin T. 2009. Odour-taste interactions: a way to enhance saltiness in low-salt content solutions. Food Qual. Prefer. 20. 241-248.

Lee CL. 2014. The effects of KCl and soy sauce odor on salty taste and consumer's liking in NaCl reduced beef soup. MS thesis, Ewha Womans University, Seoul. Korea.

Lee TD. 1992. Salt enhancer. US Patent 5145707.

Lioe HN, Wada K, Aoki T, Yasuda M. 2007. Chemical and seon-

sory characteristics of low molecular weight fractions obtained from three types of Japanese soy sauce (shoyu) - Koikuchi, tamari and shiro shoyu. Food Chem. 100: 1669-1677.

Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-275.

MFDS. 2013. Action report for sodium reduction activity, Ministry of Food and Drug Safety, Chungju, Korea.

MFDS. 2015. Standard of Korean Foods, Korea Food Code, Ministry of Food and Drug Safety, Chungju, Korea.

Mok CK, Son KT, Lee JY, Park YS, Lim SB. 2005. Changes in microorganisms and enzyme activity of low salt soybean paste (Doenjang) during fermentation. Food Eng. Prog. 9: 112-117.

Moyer B, Zlotnik A, Hevezi P, Soto H, Lu M, Gao N, Servant G, Brust P, Williams M, Kalabat D, White EC, Saganich M, Laita B, Dahan D. 2009. Identification of TRPML3 (MCOLN3) as a salty taste receptor and use in assays for identifying taste (salty) modulators and/or therapeutics that modulate sodium transport, absorption or excretion and/or aldosterone and/or vasopressin production or release. World patent 2009008950.

NAQS, 2014, Standards of traditional foods, National Agricultural Products Quality Management Service, Kimcheon, Korea.

NFQS. 2013. The products standard of fishery traditional foods. National Fishery Products Quality Management Service, Busan, Korea.

Park HK, Sohn KH, Park OJ. 1997, Analysis of significant factors in the flavor of traditional Korean soy sauce (I) - analysis of general characteristics, sugars and organic acids contents. J. Korean Soc. Food Cult. 12: 53-61.

Park OJ. 1999. Characteristics of flavor and aroma compounds of traditional Korean soy sauce sith various Meju types. MS thesis, Yonsei University, Seoul. Korea.

Rutherfurd SM. 2010. Methodology for determining degree of hydrolysis of proteins in hydrolysates: a review. J. AOAC Int. 93: 1515-1522.

Schindler A. Dunkel A, Stähler F, Backes M, Ley J, Meyerhof W, Hofmann T. 2011. Discovery of salt taste enhancing arginyl dipeptides in protein digests and fermented fish sauces by means of a sensomics approach. J. Agr. Food Chem. 59: 12578-12588.

Shimono M, Sugiyama K. 2009. Salty taste enhancing agent and food or drink containing the same. Japan Patent 2008-074862.

Shimura Y. 2003. Amino acid handbook. Ajinomoto Co. Inc., Tokyo, Japan.

Shin YJ, Lee CK, Kim HJ, Kim HS, Seo HG, Lee SC. 2014. Preparation and characteristics of low-salt soy sauce with anti-hypertensive activity by addition of miduduk tunic, mulberry, and onion extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 854-858.

Staehler F, Behrens M, Bufe B, Meyerhof W. 2007. The molecular basis of peripheral taste transduction. Agro Food Ind. Hi Tec. 18: 61-63.

Stähler F, Riedel K, Demgensky S, Neumann K, Dunkel A, Täubert A, Raab B, Behrens M, Raguse JD, Hofmann T. Meyerhof W. 2008. A role of the epithelial sodium channel in human salt taste transduction. Chem. Percept. 1: 78-90.

Wasswa J, Tang J, Gu XH. 2007. Desalting fish skin protein hydrolysates using macroporous adsorption resin. Am. J. Food Technol. 2: 406-413.

WHO. 2007. Reducing salt intake in populations report of a WHO forum and technical meeting, Oct. 27, 2006, Geneva, Switzerland.

Yamaguchi S, Ninomiya K. 2000. Umami and food palatability. J. Nutr. 130, 921S-926S.