

멸치 단백질 효소가수분해물의 강도평가를 통한 짠맛증진효과

윤소정¹ · 차경희² · 신정규^{1,2,*}

¹전주대학교 식품산업연구소, ²전주대학교 한식조리학과

Salty Taste Enhancing Effect of Enzymatically Hydrolyzed Anchovy Protein

So Jung Youn¹, Gyung-Hee Cha², and Jung-Kue Shin^{1,2,*}

¹Food Industry Research Institute, JeonJu University

²Department of Korean Cuisine, JeonJu University

Abstract Sodium chloride is known to contribute to the quality and safety of foods. However, there is an increasing interest in reducing the sodium content in foodstuffs, owing to health-related concerns related to its overconsumption. Therefore, the possible use of enzymatically hydrolyzed anchovy protein (eHAP) in enhancing the intensity of the salty taste in model broth was investigated in this study. The sodium chloride content of eHAP was 67.7 g/L. The lightness (L) and yellowness (b) of the model broth increased with increasing eHAP concentration. Additionally, the perceived intensity of the salty taste of eHAP solutions increased with increasing amounts of eHAP at a given NaCl concentration in the model broth. The intensity of the salty taste was enhanced by 0.37-35.58% as eHAP was added. The results suggest that it may be possible to reduce the sodium chloride content in foods by enhancing the salty taste with eHAP.

Keywords: salty taste enhancer, sodium reduction, enzymatically hydrolyzed anchovy protein, salty taste intensity test

서 론

소금(NaCl, sodium chloride)은 인체 내에서 생리작용을 위한 필수 무기성분이며, 음식의 맛을 내는 기본 조미 소재이고, 식품의 향미나 조직에 큰 영향을 미치는 물질로서 인체나 음식에 필수 불가결한 물질이다(1,2). 그러나 소금을 과다 섭취할 경우 심혈관계 질환이나 당뇨병, 관상동맥 질환 등 각종 성인병 및 만성질환의 원인이 될 수 있다(3). 우리나라의 경우 소금 중 소금을 기준으로 볼 때 소금의 섭취량은 1998년에는 4581.6 mg/day, 2005년에는 5260.2 mg/day으로 증가하였다가 2013년에 4012.0 mg/day로 감소하고 있는 추세이지만 건강한 식생활을 위한 권장 목표섭취량인 2000 mg/day의 2배가 넘는 소금을 섭취하고 있다(4,5). 이러한 소금의 과다섭취는 국물류와 발효식품을 즐기는 음식문화(6,7), 소득 증대와 맞벌이 부부 증가에 따른 외식의 비중 증가 등이 원인으로 지적되고 있다(8). 이에 따라 최근에는 소금 과다 섭취를 개선하기 위한 노력으로 효모추출물, 염화포타슘, 젖산칼륨 등의 짠맛 대체제(9,10), 아미노산, 간장 등의 짠맛증진물질(11,12), 어간장 등의 향미증진제(13,14) 등에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

단백질 가수분해물은 단백질이 효소에 의해 가수분해되어 다양한 펩타이드와 아미노산 등의 물질이 생성되고, 이러한 물질들

이 음식의 맛을 풍부하게 만들어 조미소재로서 널리 사용되고 있다. 단백질 가수분해물은 동물성 성분과 식물성 성분으로부터 유래된 것으로 구분할 수 있는데 우리나라의 경우에는 식물성인 콩 단백질을 주재료로 하는 장류, 동물성인 어육 단백질을 주재료로 하는 젓갈류 등의 발효 식품들이 오랫동안 음식의 맛을 내는 조미료로서의 역할을 해 왔으며 단백질 가수분해물에 의한 맛의 증진은 발효기간 동안 생성되는 MSG (monosodium glutamate), IMP (inosine monophosphate), GMP (guanosine monophosphate)와 NaCl의 복합적인 작용에 의해 이루어지는 것으로 알려져 있다(15,16). 이를 활용하여 최근에는 효소를 이용한 단백질 가수분해물의 짠맛 증진효과에 대한 여러 연구가 진행되고 있다. Lioe 등(17)은 콩단백질을 발효하여 제조한 간장내 저분자 펩타이드 짠맛과 감칠맛을 증진시키다고 보고하였으며, Park 등(18,19)은 셀러드드레싱, 닭죽, 콩나물국 등에 짠맛을 간장을 이용하여 증진시켜 소금의 사용량을 22-86%까지 감소시킬 수 있다고 하였다. 또한 어류 단백질의 가수분해물이 짠맛을 증진한다는 연구결과(20,21)도 보고되고 있다.

멸치는 단백질과 정미성분이 풍부하여 우리나라에서 염장 식품이나 소스·젓갈류로 많이 사용되어 왔으며, 볶음이나 다양한 음식의 베이스가 되는 국물을 내는데 이용되어 왔다. 특히 멸치 액젓은 신선한 선어를 염장하여 자가소화 효소 및 미생물의 작용에 의하여 원료가 분해·숙성된 액상의 전통 발효 식품으로 독특한 맛과 영양이 풍부하여 예로부터 간장대용, 김치의 부재료나 조미료로 널리 사용되어 왔으며(22), 발효가 진행되는 동안 단백질이 분해되어 생성되는 정미성 펩타이드와 유리아미노산이 다량 존재하고 있고, 특히 alginyl peptide, 글루탐산(glutamic acid), 알라닌(alanine), proline 등이 많이 존재하는 것으로 보고되고 있다(17,23,24). 하지만 멸치 액젓의 경우에는 발효·숙성하는데 많은 시간이 소요되고 그 기간 동안 위생적 관리에 많은 노력이 필요

*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, JeonJu University, JeonJu 55069, Korea

Tel: +82-63-220-3081

Fax: +82-63-220-3264

E-mail: sorilove@jj.ac.kr

Received September 28, 2015; revised October 20, 2015;

accepted October 22, 2015

tography (ICS-900, Thermo Scientific Inc.)를 이용하여 분석하였다. 표준곡선은 표준용액(Dionex Six Cation-II Standard, Thermo Scientific Inc.)을 이용하여 작성하였다.

색도측정

강도평가 시료의 색도는 지름 3 cm의 원형 평판접시(petridish)에 10 mL씩 담아 색차계(CM-5, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균값으로 사용하였다. 이때, 표준 백판값은 L=96.50, a=-0.10, b=-0.35이었다.

시료의 강도 평가

전주대학교 한식조리학과에 재학중인 남녀학생 중 훈련된 패널을 대상으로 하여 NaCl (Samchun Pure Chemical Co., Pyeongtaek, Korea)을 25°C에서 80 mmol/L까지 5 mmol 농도 간격으로 제조한 12개의 시료를 순위검사법(ranking test)으로 평가하는 훈련을 6개월 동안 진행한 후 정답률이 80% 이상인 패널 13명을 선발하여 eHAP의 농도별 짠맛 강도 평가를 실시하였다. 시료는 난수표에서 선택된 세 자리수의 난수를 부착하여 제공하였으며, 시료와 시료사이에 입을 행굴 수 있도록 가온한 생수와 식빵을 제공하였다. 평가를 시작하기 전과 시료를 맛 본 후 입안을 행구도록 하였으며, 하나의 시료를 비교 평가한 후 5분정도의 휴식 시간을 두어 혀의 둔화 현상을 최소화하도록 하였다.

시료의 짠맛 강도는 25°C에서 80 mmol/L까지 5 mmol/L 간격으로 제조된 비교시료를 무작위로 맛을 보고 15 cm line 위에 짠맛 강도를 표기하게 한 후 eHAP가 첨가된 평가시료의 짠맛강도를 표기하도록 하였으며, 그 점수를 mmol/L NaCl 값으로 환산하였다.

통계분석

관능 평가된 시료 간 짠맛 강도의 차이와 측정된 색도의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA) 중 일원배치분산분석을 수행하였으며, 유의성을 검정하기 위하여 던컨 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 수행하였다. 모든 통계 분석의 유의 수준은 $p < 0.05$ 였으며, SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

결과 및 고찰

시료의 소듐 함량 및 색도

이온크로마토그래피를 이용하여 eHAP의 소듐 함량을 측정하고 환산한 결과 시료의 NaCl 함량은 67.7 g/L이었으며, eHAP의 농도에 따른 색도는 Table 3에 나타내었다. eHAP의 첨가량이 많은 시료일수록 명도와 황색도 값은 증가하는 경향을 보였으며, 적색도 값은 eHAP 첨가량에 따라 증가하다가 감소하는 경향을 보였다. 명도의 경우 eHAP의 첨가량이 많을수록 높은 값을 나타내고 있지만 육안으로 관찰하였을 경우 명도 값은 큰 차이를 보이지 않았으나 황색도는 model broth를 사용하였음에도 불구하고 첨가량이 증가함에 따라 길어지는 황색도의 차이를 육안으로 구별할 수 있었다. 이러한 황색의 증가는 색상이 길어질수록 맛의 강도가 강하다고 느낄 수 있는 심리적 요인이 될 수 있을 것으로 보인다(26,28). 반면에 적색도는 일정이상의 eHAP가 첨가된 시료의 경우에는 시료 간에 큰 차이를 나타내지 않았으며 육안으로도 구별이 되지 않았다. 향의 경우에는 eHAP 첨가량이 많아질수록 패널들이 느끼는 향 또는 이취가 소폭 증가하는 경향을 보였는데 이는 멸치를 발효하거나 가열하였을 때 멸치의 휘발성 향기성분 때문인 것으로 판단되며(29), 향후 염미증진제로서 조리에 적용할 경우에는 이취를 제거하는 추가적인 공정이 필요할 것으로 보인다.

비교시료와 평가시료의 강도평가 및 평가시료의 짠맛증진효과

비교시료 및 평가시료의 강도평가 및 평가시료의 짠맛증진효과에 대한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 비교시료의 강도평가의 결과를 Fig. 1에서 보면 평가점수(■)는 패널들이 25°C에서 80 mmol/L까지 5 mmol/L 간격의 시료를 인지한 값으로 model broth 내의 12개의 서로 다른 짠맛 강도를 정확하게 구분($r=0.997$)해내고 있는 것을 알 수 있다. 강도평가를 위한 비교시료 12개를 제시하여 맛을 보게 한 후 eHAP를 첨가한 평가시료를 제시하여 비슷한 강도로 인지되는 범위를 15 cm line에 표기를 하도록 하였고 그 점수를 mmol/L NaCl 값으로 환산한 결과를 Fig. 1과 Table 4에 나타내었다. eHAP 시료의 강도 평가 결과, NaCl 농도 30 mmol/L에서 eHAP 첨가량 (0.1, 1.0, 1.5, 2.0%)에 따라, 각각 30.11, 36.20, 38.80, 40.79 mmol/L였으며, NaCl 40 mmol/L에서는

Table 3. Effect of eHAP on color value of model broth containing various NaCl

NaCl conc of samples (mmol/L)	Added amount of eHAP (%)	L	a	b
30	0.1	7.85±0.11 ^{1)d}	-0.36±0.06 ^a	-1.19±0.07 ^d
	1.0	12.65±0.55 ^c	-1.72±0.10 ^c	2.81±0.28 ^c
	1.5	15.16±0.48 ^b	-1.81±0.06 ^d	5.64±0.23 ^b
	2.0	16.92±0.12 ^a	-1.55±0.04 ^b	8.55±0.09 ^a
40	0.1	8.66±0.08 ^d	-0.55±0.07 ^a	-1.44±0.81 ^d
	1.0	13.84±0.03 ^c	-1.69±0.04 ^b	3.43±0.05 ^c
	1.5	17.66±0.25 ^a	-1.65±0.04 ^{cd}	7.64±0.12 ^b
	2.0	16.81±0.04 ^b	-1.52±0.01 ^b	8.71±0.07 ^a
50	0.1	9.33±0.12 ^a	-0.52±0.07 ^a	-1.03±0.03 ^d
	1.0	13.21±0.08 ^c	-1.63±0.02 ^{cd}	3.21±0.10 ^c
	1.5	15.30±0.07 ^b	-1.71±0.03 ^d	6.56±0.05 ^b
	2.0	17.36±0.05 ^d	-1.44±0.03 ^b	8.42±0.20 ^a

¹⁾Mean±SD

^{a-d}Means are significantly different within the same column at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

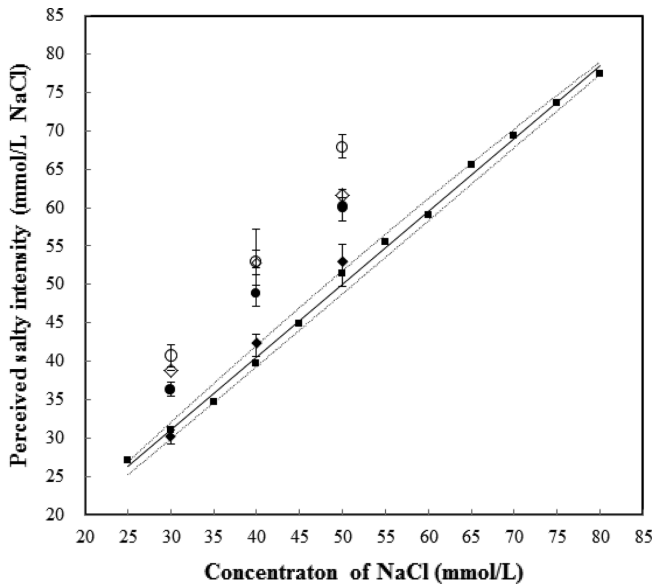


Fig. 1. Effect of eHAP on the salty intensity of model broth containing various NaCl. eHAP concentration 0.1% (◆), 1.0% (●), 1.5% (◇), and 2.0% (○). The squares (■) indicate the perceived salt intensity of the NaCl reference solutions, and dashed lines display the 95% confidence interval. The error bars represent the standard deviation of the perceived salty intensity.

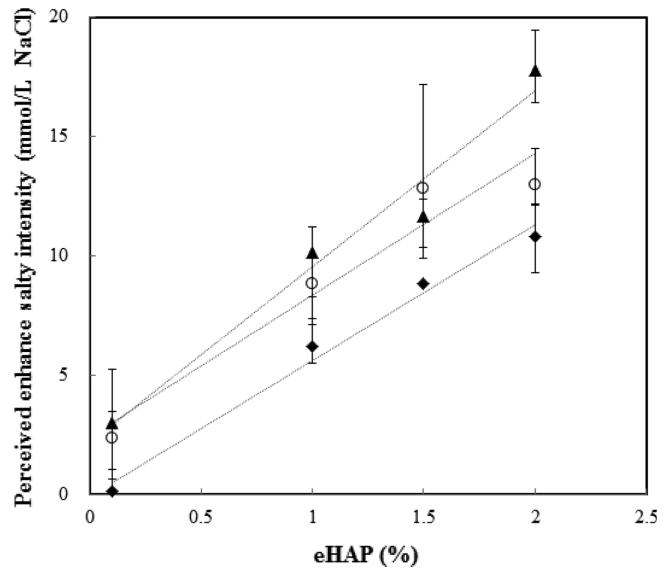


Fig. 2. Effect of eHAP on the salty intensity enhancement of model broth containing various NaCl. The error bars represent the standard deviation of the perceived salty intensity. NaCl concentration ◆ 30 mmol/L, ○ 40 mmol/L, ▲ 50 mmol/L.

Table 4. Effect of eHAP on salty intensity of model broth containing various NaCl

NaCl conc. of samples (mmol/L)	added amount of eHAP (%)	perceived salty intensity (mmol/L)
30	0.1	30.11±2.63 ^{1)a}
	1.0	36.20±4.89 ^b
	1.5	38.80±6.14 ^{bc}
	2.0	40.79±5.94 ^c
40	0.1	42.38±5.26 ^a
	1.0	48.85±3.51 ^b
	1.5	52.82±7.47 ^b
	2.0	52.96±12.62 ^b
50	0.1	52.99±3.89 ^a
	1.0	60.14±6.19 ^b
	1.5	61.66±7.32 ^b
	2.0	67.79±6.35 ^c

¹⁾Mean±SD

^{a-c}Means are significantly different within the same column at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

eHAP의 첨가량에 따라 42.38, 48.85, 52.82, 57.96 mmol/L로 평가 되었으며, 50 mmol/L에서는 52.99, 60.14, 61.66, 67.76 mmol/L로 나타나 eHAP가 짠맛을 증진시키는 효과가 있는 것으로 판단되었다.

같은 소금 농도에서 eHAP의 첨가량의 증가에 따른 짠맛 증진 효과를 보면 모든 소금농도에서 eHAP의 첨가량이 증가할수록 짠맛 증진 효과가 직선적으로 증가하는 것을 알 수 있다(Fig. 2). 소금 농도 30 mmol/L의 용액에서는 eHAP 첨가량이 0.1, 1.0, 1.5, 2.0%로 증가함에 따라 짠맛강도는 원래 강도에 비해 각각 0.11, 6.20, 8.80, 10.79 mmol/L로 높게 인지하였으며, 40 mmol/L에서는 2.38-12.96 mmol/L, 50 mmol/L에서는 2.99-17.79 mmol/L로 짠맛을 실제 농도보다 강하게 인지하는 것으로 나타났다. eHAP

의 첨가량이 동일한 경우에는 소금 농도가 높을수록 짠맛의 증진 효과가 더 크게 나타나 eHAP의 첨가량이 2.0%일 경우 소금 농도 30 mmol/L에서는 10.79 mmol/L, 40 mmol/L에서는 12.96 mmol/L, 50 mmol/L에서는 17.79 mmol/L의 짠맛 증진 효과를 보였다(Fig. 3).

Yun 등(21)에 의하면 시중에서 판매하고 있는 멸치를 사용한 어간장과 액젓류의 유리아미노산 조성을 분석한 결과 제품별로 차이는 있으나 짠맛에 관여한 arginyl dipeptide, L-라이신(lysine)과 L-아르지닌(arginine) 그리고 히스티딘염산(histidine-HCL), 글루탐산소듐(Na-glutamic acid) 및 아스파르트산(aspartic acid)가 다량 존재하고 있으며, 감칠맛에 관여하는 Na-glutamic acid, 아스파르트산소듐(Na-aspartic acid) 및 glutamic acid등이 존재하고 특히 멸치를 사용한 어간장과 액젓에 많은 양이 존재한다고 하였다. 그리고 이들 어간장과 액젓의 식염농도를 20 mmol 농도로 동일하게 하여 짠맛의 강도를 평가한 결과 멸치 어간장과 액젓이 다른 시료에 비해 비교적 짠맛의 강도가 높은 것으로 보고하였다. 또한 Schindler 등(14)은 fish sauce를 단백질 효소로 가수분해한 물질로 짠맛 증진에 대한 효과를 평가한 결과 최대 36.6%의 짠맛 증진효과를 나타냈으며 이러한 짠맛 증진의 주요 성분으로 arginyl dipeptides라고 하였다. 한편 Yokotsuka(30)은 Na-glutamic acid나 aspartic acid 등 감칠 맛의 성분이 G-protein coupled receptor에 관여하여 짠맛의 인지정도를 더 강하게 느끼는 효과가 있다고 보고하였다.

본 실험에서 사용한 멸치 단백질 효소 가수분해물의 짠맛 증진 효과는 앞선 연구 결과(21)에서 나타난 것처럼 가수분해물 내에 함유되어 있는 L-lysine과 L-arginine이 짠맛을 증진하는 효과를 나타내고 여기에 다량의 glutamic acid와 aspartic acid가 짠맛을 강하게 인지시켜 같은 소금함량에서 2%의 가수분해물을 첨가하였을 때 최대 35.58%정도의 짠맛 증진효과를 나타낸 것으로 보인다. 또한 가수분해물의 첨가량이 많을수록 짠맛의 증진 효과는 더 크게 나타났으며, eHAP가 첨가되는 용액의 소금농도가 높을수록 그 강도의 증가가 더 큰 것으로 나타나 향후 조리적용을

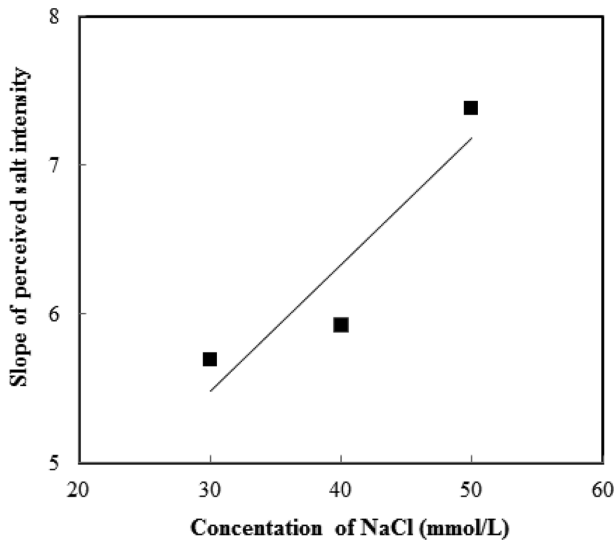


Fig. 3. Slope of perceived salty intensity enhancement of eHAP in model broth containing various NaCl.

통한 짠맛 증진효과가 추가적으로 확인될 경우 염미 증진제로서의 활용이 가능할 것으로 판단되며, 소금의 섭취를 줄일 수 있는 방법이 될 것으로 기대된다.

요 약

소금의 과량 섭취가 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있어 이를 해결하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 최근 우리나라의 전통 발효 식품인 간장, 액젓 등이 짠맛을 증진한다는 보고가 있어 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 어간장과 액젓의 주요 재료로 사용되는 멸치를 효소 가수분해한 eHAP의 짠맛 증진 효과에 대해 살펴보았다. 동일한 소금농도의 용액에 eHAP의 첨가량을 달리하였을 때 첨가량이 증가할수록 짠맛 증진효과도 증가하여, 50 mmol/L의 용액에 2%의 eHAP를 첨가하였을 경우 67.79±6.35%의 짠맛 강도를 인지하였으며, 용액의 소금농도가 높을수록 eHAP의 첨가에 따른 짠맛 증진효과가 더 크게 나타났다. 이러한 짠맛 증진 효과는 멸치 단백질 가수분해물에 다량 함유하고 있는 L-lysine과 L-arginine과 감칠맛을 나타내는 glutamic acid와 aspartic acid에 상호작용에 의한 것으로 보인다. 0.1%에서 2%까지 eHAP의 첨가량을 달리하였을 경우 최소 0.37%에서 최대 35.58%의 짠맛 증진 효과를 나타내어 멸치 단백질 효소가수분해물이 염미 증진제로서 향후 활용 가능성이 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산기술개발사업(고부가가치 식품기술개발사업)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. Lee JE. Development of spice mixture and plant extract powder for substitution of salt. MS thesis, Woosong University, Daejeon, Korea (2009)
2. Grollman A. The role of salt in health and disease. Am. J. Cardiol. 4: 593-601 (1961)

3. KCDC. National health statistics-The 4th Korean National Health & Nutrition Examination Survey 2009. Korean Centers for Disease Control & Prevention, Ministry of Health & Welfare, Sejong, Korea (2010)
4. KCDC. National health statistics reports-The 7th Korean National Health & Nutrition Examination Survey 2013. Korean Centers for Disease Control & Prevention, Ministry of Health & Welfare, Sejong, Korea (2014)
5. McNeely JD, Windham BG, Anderson DE. Dietary sodium effects on heart rate variability in salt sensitivity of blood pressure. Psychophysiology 45: 405-411 (2008)
6. Song YJ, Paik HY, Joung HJ. A comparison of cluster and factor analysis to derive dietary patterns in Korean adults using data from the 2005 Korea national health and nutrition examination survey. Korean J. Community Nutr. 14: 722-733 (2009)
7. Caan BJ, Slattery ML, Potter J, Quesenberry jr CP, Coates AO, Schaffer DM. Comparison of the block and the willett self-administrated semiquantitative food frequency questionnaires with an interviewer-administrated dietary history. Am. J. Epidemiol. 148: 1137-1147 (1998)
8. Lim HJ. Sodium and Nutrition Problem: Background Information on Dietary Reference Intakes and Intake Status for Sodium and Potassium of Korean. pp. 179-183 In: 2011 International symposium and annual meeting. April 27, Kintex, Ilsan, Korea. The Korean Society of Food Science and Nutrition. Seoul, Korea (2011)
9. Braschi A, Gill L, Naismith DJ. Partial substitution of sodium with potassium in white bread: Feasibility and bioavailability. Int. J. Food Sci. Nutr. 60: 507-521 (2009)
10. Shin MG, Lee GH. Sensory and anti-oxidative properties of the spice combinations as salty taste substitute. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 428-434 (2010)
11. Tamura M, Seki T, Kawasaki Y, Tada M, Kikuchi E, Okai H. An enhancing effect on the saltiness of sodium chloride of added amino acids and their esters. Agr. Biol. Chem. 53: 1625-1633 (1989)
12. Segawa D, Nakamura K, Kuramitsu R, Muramatsu S, Sano Y, Uzuka Y, Tamura M, Okai H. Preparation of low sodium chloride containing soy sauce using amino acid based saltiness enhancers. Biosci. Biotech. 59: 35-39 (1995)
13. Lee EH, Kim SK, Jeon JK, Cha YJ, Chung SH. The taste compounds in boiled-dried anchovy. Korean J. Fish. Aquat. Soc. 14: 194-200 (1981)
14. Schindler A, Dunkel A, Sthler F, Backes M, Ley J, Meyerhof W, Hofmann T. Discovery of salt taste enhancing arginyl dipeptides in protein digests and fermented fish sauces by means of a sensorics approach. J. Agr. Food Chem. 59: 12578-1258 (2011)
15. Halpern BP. Glutamate and the flavour of foods. J. Nutr. 130: 910S-914S (2000)
16. Barylko-Pikielna N, Kostyra E. Sensory interaction of umami substances with model food matrices and its hedonic effect. Food Qual. Prefer. 18: 751-758 (2007)
17. Lioe HN, Wada K, Aoki T, Yasuda M. Chemical and sensory 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 (2007)
18. Park HS, Cho HY, Shin JK. Sodium reduction in salad dressing using fermented soy sauce. Food Eng. Prog. 19: 167-171 (2015)
19. Park HS, Cho HY, Shin JK. A study of sodium reduction effect in foods using fermented soy sauce. Korean J. Food Sci. Technol. 47: 468-473 (2015)
20. Shimono M, Sugitama K. Salty taste enhancing agent and food or drink containing the same. Japan Patent 2008-074862 (2009)
21. Yun HS, Park HS, Lee MY, Shin JK, Cho HY. A feasibility study on producing salt taste enhancer in the commercial fermented fish and soy sauces. Food Eng. Prog. 19: 139-147 (2015)
22. Lee SS, Kim SM, Shin IS. Studies on physiological activity of *Bacillus subtilis* JM-3 isolated from anchovy sauce. Korean J. Food Sci Technol. 35: 684-689 (2003)
23. Lim SB, Jwa MK, Mok CK, Woo GJ. Quality changes during storage of low salt fermented anchovy treated with high hydrostatic pressure. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 373-379 (2000)

24. Lim SB, Yang MS, Kim SH, Mok CK, Woo GJ. Changes in quality of low salt fermented anchovy by high hydrostatic pressure treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 111-116 (2000)
25. Kim MJ, Nahmgung B, Kim BN, Lee SJ, Kim CJ, Cho YJ, Kim CT. Preparation and physicochemical characteristics of anchovy hydrolysates produced by high hydrostatic pressure and enzymatic hydrolysis treatment. *Food Eng. Prog.* 13: 85-89 (2009)
26. McGough, MM, Sato T, Rankin SA, Sindelar JJ. Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. *Meat Sci.* 91: 185-194 (2012)
27. Kristinsson HG, Rasco BA. Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. *Crit. Rev. Food Sci.* 40: 43-81 (2000)
28. Kim JW. A study on visualization of taste and colors of tableware. *J. Korean Soc. Color Study* 26: 107-119 (2012)
29. Yoo SS. Reaction flavor technique for generation of food flavor. *Food Ind. Nutr.* 6: 27-32 (2001)
30. Yokotsuka T. *Soy Sauce Biochemistry*. Vol. 30. Academic Press Inc., Orlando, FL, USA. pp. 195-329 (1986)