

분리 대두 단백질 효소가수분해물의 강도평가를 통한 짠맛증진효과 연구

김진선 · 신정규^{1,2*}

매일식품(주), ¹전주대학교 식품산업연구소, ²전주대학교 한식조리학과

A Study of Salty Enhanceability of Enzymatically Hydrolyzed Isolated Soy Protein

Jin Seon Kim and Jung-Kue Shin^{1,2*}

Maeil Food Co.

¹Food Industry Research Institute, JeonJu University

²Department of Korean Cuisine, JeonJu University

Abstract

This study investigated the possible use of enzymatically hydrolyzed isolated soy protein (eHISP) to enhance the intensity of salty taste. The sodium chloride content of eHISP is 69.5 g/L. Yellowness (b) increased, and lightness (L) and redness (a) decreased with increasing eHISP concentration in sample solution. Also, perceived salty intensity of eHISP solution increased in sample solution with increasing added amount of eHISP with same NaCl concentration. The intensity of the salty taste was enhanced by 2-39% as the eHISP was added. The results suggest that it may be possible to reduce the content of sodium chloride in foods by enhancing the salty taste with eHISP.

Key words: salty enhancer, sodium reduction, enzymatically hydrolyzed isolated soy protein, salty intensity test

서 론

소금(NaCl, sodium chloride)은 짠맛을 내는 대표적인 조미료로 백색의 결정체로 이루어져 있으며, 주성분은 소듐(Na)과 염소(Cl)로 구성되어 있다(Na & Ha, 2009). 이 중 소듐은 인체의 생명 유지를 위한 필수적인 성분으로, 자연으로부터 공급을 받아 체내의 삼투압 및 수분 평형에 관여하며, 신경자극 전달과 근육의 수축, 영양소 이동 등의 중요한 기능을 한다(Kim, 2016). 그러나 소듐은 과다 섭취 시 삼투압 현상으로 인하여 혈관 내 수분함량이 증가되면서 혈액량이 증가하게 되고, 혈압이 상승하여 고혈압을 유발하게 되며, 심혈관 질환과 신장 질환의 주요 위험 요인으로 심근경색, 뇌졸중, 골다공증 등을 유발한다(Kearney et al., 2005; McNeely et al., 2008). 뿐만 아니라 소듐의 과잉 섭취는 갈증을 유발하여 탄산음료 등의 섭취를 증가시켜 비만, 골다공증, 신장결석 등의 질병을 초래하기도 한다(Jo & Jeong, 2015). 이에 따라 WHO (World Health

Organization)에서는 성인의 1일 최대 소듐 섭취량을 2,000 mg이하로 권장하고 있다(WHO, 2012). 현재 국내의 1일 평균 소듐 섭취량은 2010년 4,785 mg에서 2015년 3,871 mg으로 5년사이 19% 감소하였으나, 여전히 1일 소듐 권장 섭취량보다 높은 수준으로 나타났다(KCDC, 2016). 이러한 소듐의 과량 섭취는 다량의 소금을 사용하는 김치류, 장류, 젓갈류, 장아찌류 등의 소비가 높고, 식생활의 변화, 핵가족화, 여성의 사회 진출 등으로 외식 및 가공식품 소비가 증가하면서 이를 통한 소듐 섭취가 증가하는 것이 원인으로 지목되고 있다(Brown et al, 2009; Lee, 2015). 이러한 과다한 소듐 섭취를 개선하기 위하여 소듐 저감을 위한 다양한 소재가 개발되고 있으며, 대체염, 향미증진제, 짠맛 증진제 등의 연구가 이루어지고 있다(Lee et al., 1981; Braschi et al., 2009; Shin & Lee, 2010; Lim, 2011; Schindler et al., 2011).

콩은 단백질이 32-36% 정도 함유되어 있는 대표적인 식물성 단백질로, 이 단백질을 구성하고 있는 아미노산의 25%는 glutamic acid로 이루어져 있으며, 이 외에도 aspartic acid, glycine, alanine, serine 등의 정미성 아미노산으로 구성되어 있다(Jeong et al., 2006; Choi & Rho, 2013). 대두단백질은 그 자체가 맛을 내는 성분을 가지고 있지는 않지만, 단백질이 분해되어 아미노산이나 펩타이드

*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, JeonJu University, 303 Cheonjam-ro, Wansan-gu, JeonJu, 55069, Korea
Tel: +82-63-220-3081, Fax: +82-63-220-3264
E-mail: sorilove@jj.ac.kr
Received May 12, 2017; revised May 15, 2017; accepted May 15, 2017

하였다.

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

통계분석

강도평가 시료의 같은 mmole 시료 간 짠맛 강도의 차이와 색도의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA) 중 일원배치분산분석을 수행하였으며, 유의성을 검정하기 위하여 Duncan 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 eHISP의 소듐 함량을 측정하고 환산한 결과 시료의 NaCl 함량은 69.5 g/L이었으며, eHISP의 농도에 따른 색도는 Table 2에 나타내었다. eHISP 첨가량이 증가할수록 시료의 명도와 적색도 값은 감소하는 경향을 보였으며, 황색도 값은 eHISP 첨가량에 따라 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 시료의 색이 진한 경우 색이 연한 경우에 비해 맛을 진하게 느끼는 경향이 있다(Kim, 2012; McGough, 2012). Yoon (2015)은 멸치 단백질 효소가수분해물을 이용한 짠맛 증진 효과에서 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하고 색이 진

Table 2. Effect of eHISP on color value of model broth containing various NaCl

eHISP solution		L	a	b
NaCl solution	eHISP (%)			
30	0.1	7.97±0.44 ^{1)a}	0.17±0.06 ^a	-0.56±0.05 ^d
	1.0	7.92±0.43 ^a	-0.39±0.08 ^b	2.60±0.16 ^c
	1.5	7.58±0.16 ^{ab}	-0.42±0.12 ^b	3.74±0.26 ^b
	2.0	7.19±0.05 ^b	-0.46±0.06 ^b	4.18±0.18 ^a
40	0.1	7.79±0.65 ^a	0.17±0.04 ^a	-0.85±0.21 ^b
	1.0	6.50±0.49 ^b	-0.55±0.07 ^b	1.19±0.55 ^a
	1.5	6.06±0.67 ^b	-0.63±0.05 ^{bc}	1.97±0.88 ^a
	2.0	5.89±0.28 ^b	-0.68±0.08 ^c	2.36±0.61 ^a
50	0.1	7.69±0.70 ^a	0.09±0.06 ^a	-0.82±0.20 ^d
	1.0	7.35±0.28 ^{ab}	-0.39±0.14 ^b	2.15±0.08 ^c
	1.5	6.91±0.18 ^{ab}	-0.67±0.02 ^c	3.14±0.25 ^b
	2.0	6.76±0.41 ^c	-0.61±0.13 ^c	4.21±0.15 ^a

¹⁾Mean±SD

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

해지는 경향을 보였으며 이러한 경향이 짠맛 증진에 영향을 미쳤다고 하였다. 본 연구에서도 eHISP의 첨가량이 증가함에 따라서 육안으로 큰 차이를 보이지는 않았으나 황색도가 증가하는 경향을 보였으며, 짠맛 강도에 영향이 있을 것으로 판단되었다. 명도와 적색도는 eHISP의 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 나타내었는데 이는 황색도가 증가하면서 영향을 받은 것으로 보이며, 육안으로 구분할 정도의 차이를 보이지는 않았다.

비교시료와 평가시료의 강도평가 및 평가시료의 짠맛증진효과 비교시료 및 평가시료의 강도평가 및 평가시료의 짠맛증진효과에 대한 결과를 Fig. 1과 Table 3에 나타내었다. 강

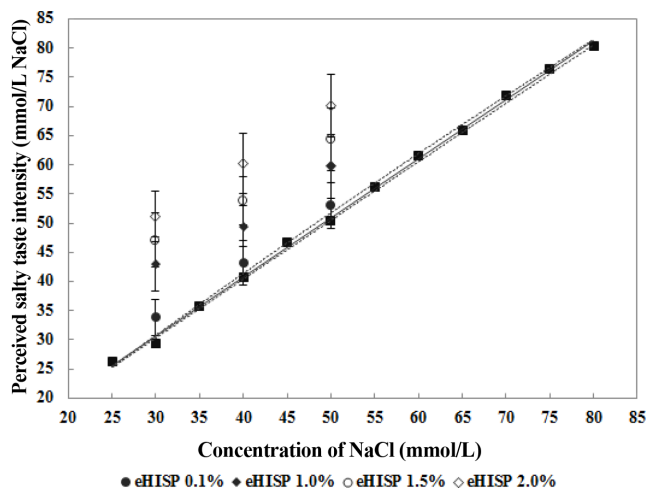


Fig. 1. Effect of eHISP on the salty intensity of sample solution containing various NaCl. The diagonal line indicate the perceived salt intensity of the NaCl reference solutions, and dashed lines display the 95% confidence interval. The error bars represent the standard deviation of the perceived salty intensity.

Table 3. Effect of eHISP on salty intensity of model broth containing various NaCl

NaCl conc. of samples (mmol/L)	Added amount of eHISP (%)	Perceived salty intensity (mmol/L)
30	0.1	33.86±3.11 ^{1)d}
	1.0	43.00±4.68 ^c
	1.5	47.03±4.64 ^b
	2.0	51.11±4.32 ^a
40	0.1	43.26±3.86 ^d
	1.0	49.49±3.57 ^c
	1.5	53.88±4.08 ^b
	2.0	60.25±5.09 ^a
50	0.1	53.02±3.91 ^d
	1.0	59.74±5.51 ^c
	1.5	64.45±5.37 ^b
	2.0	70.13±5.45 ^a

¹⁾Mean±SD

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

도평가를 위한 비교시료 12개를 제시하여 맛을 보게 한 후 eHISP를 첨가한 평가시료를 제시하여 비슷한 강도로 인지되는 범위를 15 cm line에 표기를 하도록 하였고 그 점수를 mmol/L NaCl 값으로 환산하였다. 비교시료의 강도 평가의 결과를 보면 평가점수는 패널들이 25 mmol/L에서 80 mmol/L까지 5 mmol/L 간격의 시료를 인지한 값으로 시료 12개의 서로 다른 짠맛 강도를 정확하게 구분($r=0.998$)해 내고 있는 것을 알 수 있다. 점선은 12가지의 NaCl 용액을 평가한 점수에 대하여 95% 신뢰구간을 나타낸 것이며, eHISP 평가 점수에 대한 표준 편차를 표시하였다. eHISP 시료의 강도 평가 결과, NaCl 농도 30 mmol/L에서 eHISP 첨가량이 0.1%, 1.0%, 1.5%, 2.0%일 경우 각각 33.86 mmol/L, 43.00 mmol/L, 47.03 mmol/L, 51.11 mmol/L로 15-22%의 짠맛 증진효과를 보였으며, NaCl 40 mmol/L에서는 eHISP의 첨가량에 따라 각각 43.26 mmol/L, 49.49 mmol/L, 53.88 mmol/L, 60.25 mmol/L, 50 mmol/L에서는 각각 53.02 mmol/L, 59.74 mmol/L, 64.45 mmol/L, 70.13 mmol/L로 나타나 eHISP가 첨가량에 따라 2-39%의 짠맛 증진 효과가 있는 것으로 판단되었다.

같은 소금 농도에서 eHISP의 첨가량의 첨가량에 따른 짠맛 증진 효과를 보면 모든 소금농도에서 eHISP의 첨가량이 증가할수록 짠맛 증진 효과가 직선적으로 증가하는 것을 알 수 있다(Fig. 2). 소금 농도 30 mmol/L의 용액에서는 eHISP 첨가량이 0.1%, 1.0%, 1.5%, 2.0%로 증가함에 따라 짠맛강도는 원래 강도에 비해 각각 3.86 mmol/L, 13.00 mmol/L, 17.03 mmol/L, 21.11 mmol/L 높게 인지하였으며, 40 mmol/L에서는 3.26-20.25 mmol/L, 50 mmol/L에서는 3.02-20.13 mmol/L로 짠맛을 실제 농도보다 강하게 인

지하는 것으로 나타났다. eHISP의 첨가량이 동일한 경우에는 소금 농도가 낮을수록 짠맛의 증진 효과가 더 높게 나타나 eHISP의 첨가량이 2.0%일 경우 30 mmol/L에서는 21.11 mmol/L, 40 mmol/L에서는 20.25 mmol/L, 50 mmol/L에서는 20.13 mmol/L의 짠맛 증진 효과를 보여 높은 농도의 NaCl 용액에서는 상승효과가 조금 낮게 나타나는 것으로 보인다.

Choi (2012)에 의하면 염 농도 0.5%를 기준으로 효소가수분해를 한 천연 조미료인 채소단백질 소재(enzymatically vegetable protein, EVP)를 각각 0.03%, 0.07%, 0.13%, 0.23%, 0.35% 첨가하여 짠맛 특성을 알아본 결과 EVP 첨가량이 증가할수록 짠맛 특성강도도 비례하여 높아지는 결과를 나타내었으며, 이러한 결과는 짠맛을 내는 소금 등의 성분이 EVP와 결합하게 되면 감칠맛이 발현되며, 이는 동일한 염 농도의 수용액에 MSG가 첨가되면 짠맛의 증진효과가 있는 것과 같은 결과라고 보고하였다. 본 연구에서도 첨가된 eHISP의 증미성분이 NaCl과 결합하여 감칠맛을 발현시켜 이것이 짠맛을 증진시킨 것으로 판단된다. 또한 Kim et al. (2007)에 의하면 대두단백 가수분해물의 경우 저분자량의 펩타이드가 다량 존재하는 것으로 보고하였는데, 저분자량의 펩타이드나 아미노산 중에는 짠맛에 관여하는 arginyl dipeptide, L-lysine과 L-arginine 그리고 histidine-HCL, Na-glutamic acid 및 aspartic acid가 다량 존재하고 있으며, 감칠맛에 관여하는 Na-glutamic acid, Na-aspartic acid 및 glutamic acid 등이 존재하여 짠맛을 증진하는데 효과가 있는 것으로 판단된다. 또한 콩단백질 조성 중 높은 함량을 보이고 있는 glutamic acid와 aspartic acid 등의 감칠 맛 성분은 G-protein coupled receptor에 관여하여 짠맛의 인지정도를 더 강하게 느끼는 효과가 있어 (Yokotsuka, 1986), 대두단백가수분해물이 짠맛을 증진하는데 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

요 약

소금의 과량 섭취가 성인병, 생활습관병 등 여러 건강상에 문제가 있다는 보고에 의해 이를 해결하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 우리나라도 전통적인 식생활 습관에 의해 많은 소금을 섭취하고 있어 이를 개선하기 위한 범국가적으로 노력하고 있다. 최근 콩단백질을 활용한 우리나라의 발효 식품인 간장 등이 짠맛을 증진한다는 보고가 있어 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 간장의 주원료인 콩단백질을 가수분해하여 얻어진 효소가수분해(eHISP)의 짠맛 증진 효과에 대해 살펴보았다. 동일한 소금농도의 용액에 eHISP의 첨가량을 달리하였을 때 첨가량이 증가할수록 짠맛 증진효과도 증가하여, 50 mmol/L의 용액에 2%의 eHISP를 첨가하였을 경우 $70.13\% \pm 5.45\%$ 의 짠맛 강도를 인지하였으며, 용액의 소금

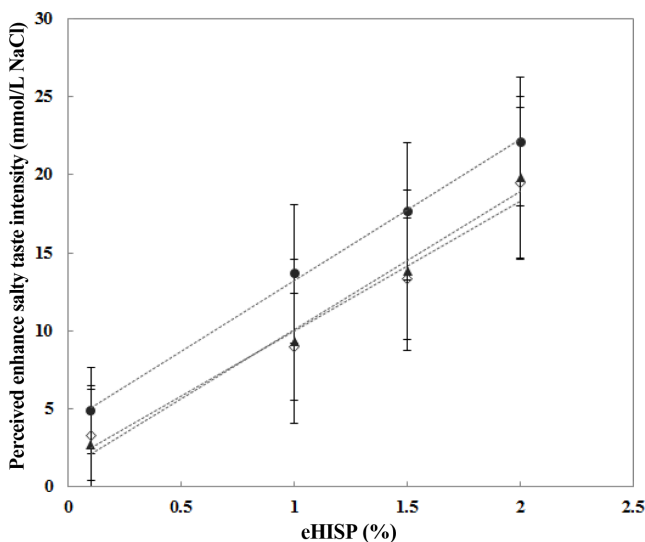


Fig. 2. Effect of eHISP on the salty intensity enhancement of sample solution containing various NaCl. The error bars represent the standard deviation of the perceived salty intensity. NaCl concentration ● 30 mmol/L, ◇ 40 mmol/L, ▲ 50 mmol/L.

농도가 낮을수록 eHISP의 첨가에 따른 짠맛 증진효과가 더 크게 나타났다. 이러한 짠맛 증진효과는 콩단백질의 주요 아미노산 성분인 glutamic acid, aspartic acid와 효소가 수분해에 포함되어 있는 arginyl dipeptide와 같은 저분자량의 펩타이드 등의 상호작용에 의한 것으로 보인다. 0.1%에서 2%까지 eHISP의 첨가량을 달리하였을 경우 최소 2%에서 최대 39%의 짠맛 증진 효과를 나타내어 분리대두단백질의 효소가수분해물이 짠맛 증진물질로서 활용 가능성이 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

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

References

- Braschi A, Gill L, Naismith DJ. 2009. Partial substitution of sodium with potassium in white bread : feasibility and bioavailability. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60: 507-521.
- Brown IJ, Tzoulaki I, Candeias V, Elliot P. 2009. Salt intakes around the world: implication for public health. *Int. J. Epidemiol.* 38: 791-813.
- Chae HJ, In MJ, Kim MH. 1997. Production and characteristics of enzymatically hydrolyzed soy sauce by the treatment using protease. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26: 784-787.
- Choi JY. 2012. Sensory characteristics and synergistic effect from natural flavor enhancers in complex food system. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea.
- Choi NE, Rho JS. 2013. Nobody not told the story about umami and MSG. *Reebook*, Paju, Korea. pp 25-140.
- Hwang YH, Cho HY, Kim KR, Lee SH, Choi MJ, Shin JK. 2015. Hydrolysis of isolate soybean protein using subcritical water. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 772-778.
- Jeong DH, Lee HC, Shim SK, Han BR. 2006. Fermented soy paste. *Hongikjae*, Seoul, Korea. pp 500-502.
- Jo YJ, Jeong YJ. Development trend of sodium reduction material. *Food Ind. Nutr.* 20: 8-12.
- Joo JH. 2002. Purification of antimicrobial peptide from hydrolysates of soybean protein. MS thesis, Chungnam University, Daejeon, Korea.
- KCDC. 2016. Korea health statistics 2015: Korea national health and nutrition examination survey. Korea Center for Disease Control and Prevention, Cheongju, Korea.
- Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, Muntner P, Whelton PK, He J. 2005. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet* 365: 217-223.
- Kim HS. 2013. Baking properties and physiological characteristics of white pan bread treated with fermented soybean protein powder. MS thesis, Hanseong University, Seoul, Korea.
- Kim JS. 2016. A studies on the sensory characteristics and salty enhancing effect of enzymatically hydrolyzed isolate soybean protein. MS thesis, Jeonju University, Jeonju, Korea.
- Kim JW. 2012. A study on visualization of taste and color of tablewares. *J. Korean Soc. Color Stud.* 26: 107-119.
- Kim MH, Yoon SK, Kim HY, Park SK. 2007. Development of functional traditional food using hypoallergenic soy protein hydrolyzate. IPET report 105004-2, Kyonggi University, Suwon, Korea.
- Kim MR. 2010. Bitterness and solubility of soy protein, casein, gluten, and gelatin hydrolysates treated with various enzymes. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 39: 587-594.
- Kim YH. 2005. Studies on optimization of fermentation conditions for degradation of soyprotein. MS thesis, Jeonbuk University, Jeonju, Korea.
- Lee CH. 2001. Bitter peptide structure and characteristics of hydrolyzed soybean protein. *J. Life Sci.* 32: 3-41.
- Lee EH, Kim SK, Jeon JK, Cha YJ, Chung SH. 1981. The taste compounds in boiled-dried anchovy. *Bull. Korean Fish. Soc.* 14: 194-200.
- Lee JH, Noh SJ, Jeong YI, Lee Dh. 2007. Method of preparing composition comprising fermented soybean and peptide derived therefrom. Korea Patent No. 1007879490000.
- Lee MY. 2015. Reduced sodium contents of processed food. *Food Ind. Nutr.* 20: 1-5.
- Lim HJ. 2011. Sodium and nutrition problem. 179-183. In: Background information on dietary reference intakes and intake status for sodium and potassium of Korean. 2011 International Symposium and Annual Meeting, April 27, Ilsan, The Korean Society of Food Science and Nutrition. Seoul, Korea.
- McGough, MM, Sato T, Rankin SA, Sindelar JJ. 2012. Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. *Meat Sci.* 91: 185-194.
- McNeely JD, Windham BG, Anderson DE. 2008. Dietary sodium effects on heart rate variability in salt sensitivity of blood pressure. *Psychophysiology* 45: 405-411.
- Na BJ, Ha SD. 2009. Effectiveness and safety of salt. *Food Sci. Ind.* 42: 60-73.
- Park YW. 1993. Characteristics of the soybean protein and its utilization. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 22: 643-649.
- Schindler A, Dunkel A, Stahler F, Backes M. 2011. Discovery of salt taste enhancing arginyl dipeptides in protein digests and fermented fish sauces by means of a sensomics approach. *J. Agric. Food Chem.* 59: 12578-1258.
- Shin MG, Lee GH. 2010. Sensory and anti-oxidative properties of the spice combinations as salty taste substitute. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 428-434.
- Shin MG, Song IS, Lee KH, Song SM, Kim CK. 2007. Natural plant spice for NaC substitute and prevention of oxidation. Korea Patent No. 1020070106056.
- WHO. 2012. Guideline: Sodium intake for adults and children. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- Yokotsuka T. 1986. Soy sauce biochemistry. Vol. 30. Academic Press Inc., Orlando, FL, USA. pp. 195-329.
- Yoon SJ. 2015. A studies on the sensory characteristics and salty enhancing effect of enzymatically hydrolyzed anchovy protein. MS thesis, Jeonju University, Jeonju, Korea.