

단백질 가수분해물을 이용한 식품 내 소금 저감화

Salt reduction in foods using protein hydrolysates

신정규^{1,*}
Jung-Kue Shin^{1,*}

¹전주대학교 한식조리학과
¹Department of Korean Cuisine, Jeonju University

Abstract

As excessive intake of salt is regarded as a reason for health problems, the tendency of people to attempt to reduce intake of salt in their everyday lives is on the rise. In Korea, where many people have a higher intake of salt compared to those in other countries, there have been diverse efforts to improve on this eating habit. Protein hydrolysates are chemically, physically hydrolyzed protein that have been widely utilized as a material for not only regular food but health functional food due to have diverse biological effects such as anti-oxidation, anti-inflammation, prevention of diabetes, and regulation of blood

pressure. Various amino acids such as glutamic acid, arginine and arginine dipeptides, which exist in the components of protein hydrolysates, have also been recently recognized as being helpful in decreasing the use of salt in foods as they can greatly enhance salty taste when used concurrently with salt due to having both salty and palatable flavors. In the case of protein hydrolysates that decompose soy protein or fish protein such as anchovy, they could reduce consumption of salt by as much as 50% without affecting people's food preferences when applied to food as they boost salty taste by approximately 10% to 70%. Although there are only a few studies on protein hydrolysates as a salty taste enhancer or salt

Corresponding author : Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture & Tourism, Jeonju University, 303 Cheonjam-ro, Wansan-gu, Jeonju, 55069, Republic of Korea.
Phone: +82-63-220-3081
Fax: +82-63-220-3264
E-mail: sorilove@jj.ac.kr
Received November 29, 2018; revised December 16, 2018; accepted December 16, 2018

substitute, the results of several studies are indicative of the potential of protein hydrolysates as a salty taste enhancing ingredient.

Keywords : protein hydrolysate, sodium reduction, sodium enhancer,

서론

소금(salt)은 짠맛을 나타내는 대표적인 물질이고 인체 내의 생리적 작용을 위해 필수적인 무기물 중 하나로서, 주성분은 NaCl (sodium chloride)이며 주 성분 중 소듐(sodium, Na)은 인체 내에서는 생리적 작용에 중요한 물질로서, 식품에서는 품질에 큰 영향을 주는 중요한 물질이기도 하다(Man, 2007). 소금의 생리적 작용으로는 세포외액에서의 삼투압 조절, 산-염기의 균형, 신경 전달, 신장 기능, 심장 박동, 근세포 수축 등을 조절하기도 하며(Liem et al., 2011), 식품에서는 짠맛의 증가, 쓴맛의 감소, 단맛의 상승, 향의 조화 등을 통한 관능적 기호도의 향상, 수분활성도(water activity, a_w)의 저하를 통한 미생물의 생육 억제, 식품의 물성 부여 등의 역할을 하기도 한다(Corbion, 2018; Dotsch 등, 2009; Hutton, 2002; Keast과 Breslin, 2003). 그러나 이러한 소금의 순기능에도 불구하고 소금의 과다 섭취에 따른 나트륨의 과잉은 혈압을 증가시키고, 심혈관계 질환의 주요한 원인이 되기도 하며, 골밀도의 감소, 비만 유발, 위암을 포함한 여러 질병의 원인으로 지목되고 있다(Brown 등, 2009; McNeely 등, 2008; Weinsiner, 1976).

체내에서 요구하는 생리학적인 소듐의 양은 180-230 mg/day로 일반적으로 섭취하는 음식에서 WHO는 하루 소듐 섭취량을 2,000 mg Na/day (<5 g NaCl/day) 이하로 권장하고 있다(WHO, 2012). 그러나 나라별로 정도의 차이는 있으나 세계 대부

분의 나라는 WHO의 권장량을 넘어서는 소듐 섭취량을 보여, 미국은 3,200-3,600 mg NaCl/day, 영국은 3,600 mg Na/day, 아시아 국가들은 4,700 mg Na/day의 소듐을 섭취하는 것으로 보고되고 있으며(Brown 등, 2009; Cordain 등, 2005; WHO, 2009), 한국은 2017년 국민건강영양조사결과 3,669 mg Na/day로 10년전에 비해 30% 정도가 감소하였으나(KCDC, 2017), WHO가 제시하고 있는 권장량의 1.5배가 넘는 양을 섭취하고 있다.

이에 따라 세계 각국에서는 식품 내의 소금 함량을 줄이기 위한 노력을 기울이고 있으며, 많은 연구자들도 소금의 저감화를 위해 다양한 연구를 시도하고 있다. 식품 내 소금을 줄이기 위한 대표적인 방법으로는 크게 소금 대체제(salt replacer/substitute), 짠맛 증진제(salt enhancer), 향미증진제(flavor enhancer), 그리고 새로운 공정의 도입 등이 연구되고 있다(Albarracine 등, 2011; Grummer 등, 2013; Rodrigues 등, 2016; Schilling 등, 2008; Verma 등, 2012). 대체염의 사용은 소금의 소듐 대신에 포타슘(potassium, K), 마그네슘(Magnesium, Mg), 칼슘(calcium, Ca) 등을 사용한 KCl(potassium chloride), potassium sorbate, calcium ascorbate 등을 첨가하여 짠맛을 저하시키지 않으면서 소듐의 섭취를 줄이는 것(Charlton 등, 2007; Desmond, 2006; Gou 등, 1996; Lee 등, 2005)이며, 짠맛 증진제는 감칠맛(umami)과 짠맛의 조화에 의해 짠맛을 증진시키는 효과를 활용한 것으로, MSG (monosodium glutamate), 효모 추출물, 아미노산 등이 사용되고 있다(Kim과 Yang, 2015; Schindler 등, 2011; Tamura 등, 1989). 한편 간장이나 어간장 등에 들어있는 저분자 펩타이드나 아미노산 등의 성분이 풍미 증진을 통해 짠맛을 증가시킨다는 보고도 있다(Chlalmaiah 등, 2012; Festring와 Hofmann, 2010; Yun 등, 2015).

단백질 가수분해물(protein hydrolysates)은 식품



의 성분 중 단백질을 산, 효소, 그리고 기타의 물리화학적 방법에 의해서 분해하여 얻어진 물질로서 주로 콩을 이용하여 만든 식물성 가수분해 단백질(hydrolyzed vegetable protein, HVP)과 대부분 어류와 육류를 이용하여 제조한 동물성 가수분해 단백질(hydrolyzed animal protein, HAP)로 나뉜다, 단백질 가수분해물은 단백질이 분해되어 작은 분자량을 가진 펩타이드(peptides)와 아미노산(amino acids) 등의 복합물로 이루어져 있어 흡수가 빠르고 소화기 용이하여 식품에 첨가되어 여러 용도로 사용되고 있으며, 펩타이드의 종류에 따라 그 기능이 각각 달라 최근에는 기능성 물질로서의 연구도 활발히 진행되고 있다(Liceaga와 Hall, 2018; Ozuna 등, 2015). 또한 최근에는 단백질 가수분해물의 저분자량 펩타이드가 음식의 풍미를 올리거나 짠맛을 증가시키는 것으로도 보고되고 있다(Kim과 Shin, 2017; Youn과 Shin, 2016).

본 논문에서는 단백질 가수분해물의 여러 가지 기능을 간단히 살펴보고, 이 중에서도 특히 소금 대체제 또는 짠맛 증진제로서의 활용을 통한 식품 내 소금의 저감화에 대해 고찰하였다.

본문

식품 내 소금 사용량 저감 동향

소금은 식품에서 저장, 향미, 가공적성 등에 있어서 매우 중요한 물질이며, 소비자들에게 있어서는 음식의 맛을 좌우하는 물질이기도 하다(Walsh, 2007). 그럼에도 불구하고 식품에서 소금을 줄이고 소듐의 섭취량을 줄이기 위한 전 세계적인 노력은 소금의 과다 섭취에 의한 건강상의 문제가 너무나 크기 때문이다. 식품업계에서는 이러한 추세에 맞추어 음식이나 가공식품에서 소금의 함량을 줄이는 노력을 꾸준히 하고 있으며, 여러 가지 가공 기술을

통해 소금의 사용량을 줄이면서도 유통기한을 확보하고 물성을 유지하도록 하고 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 소비자의 짠맛에 대한 선호도는 식품 내 소금 사용의 저감을 어렵게 하고 있는 요소가 되고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 식품에서 소금의 사용량을 줄이면서 짠맛을 유지할 수 있는 소금 대체제, 짠맛 증진제, 향미 증진제 등에 대한 제품개발이 꾸준히 진행되고 있다(Table 1).

식품 내 소금을 줄이는 방법으로 소금 사용량의 단계적 저감, 향신료의 사용, 무기염, 인산염, 맛 증진제의 사용 등이 있다. 소금 사용량의 단계적 저감은 소비자들이 느끼지 못할 정도로 식품 내 소금 사용량을 점차적으로 줄이고 적응기간을 거치는 과정을 반복하는 방법으로 식품의 종류에 상관없이 적용할 수 있다는 장점이 있다(Girgis 등, 2003). 향신료의 사용은 특유의 향을 가진 향신료의 사용량을 늘리고 배합비를 바꾸는 방법의 소금의 사용량을 감소시키는 방법으로 소시지(sausage), 수프(soups), 소스류(sauces)와 같은 제품에 적용되고 있으며, 치즈와 같이 향이 약한 제품에는 적용이 불가능하다. 무기염의 사용은 소금 대체제로서 KCl을 사용하는 것(Klaauw과 Smith, 1995; Murphy 등, 2011)으로 가장 널리 사용되고 있으며, NaCl과 같은 항균력을 가지고 있지만(Bidlas, 2008), 쓴맛, 화학적인 맛, 금속 맛과 같은 후미가 있어 적용에 한계가 있는 단점이 있다. 하지만 NaCl과 동량으로 대체하면 되는 간단한 사용방법으로 아직 까지도 대체염으로서 널리 사용되고 있다. 최근에는 다른 종류의 무기염, MSG, 효모 추출물(yeast extract)을 사용하여 KCl의 쓴맛과 금속맛을 줄이는 방법도 사용되고 있다(Charlton 등, 2007). 인산염은 육류의 보수력을 높일 수 있어 가공육에 사용되고 있는데 sodium phosphates의 소듐이 NaCl의 소듐을 대체하여 식품 내 소금 사용을 줄일 수 있

Table 1. Type and products of company for salt reduction in foods

Type	Product Name or ingredients	Company	Application
Enhancer	SaltPrint® 4D and 5D	Firmenich	soups, sauces
	MSG	Cambrian Chemicals	meat, soups, sauces, prepared foods savory food
	HVP	Sensient	meat, soups, sauces, prepared foods savory food
	Salt Enhancer	Natural Taste Consulting	meat, bakery, dairy
	Sante	Lycored	meat, meat analogues, soups, seasoning
Replacer	Smart salt®	SmartSalt	meat, bakery, cheese, snack
	Superbind™ HB-CT	Innophos	meats
	KUDOS Potassium bicarbonate	Kudos Blends	bakery
	Suprase® Loso OneGrain™	Akzonobel	bakery
	Glycine	Essentia fine ingredients	meat
Yeast extract (flavor enhancer)	Mycoscent	Marlow foods	meat, soups, sauces, prepared foods savory food
	Yeast extract	DSM	soup, sauces, RTE, meat, seasoning
	Veepro	Sensient	soup, sauces, savory food
	Springer	Springer	soup, sauces, savory food
	Provesta®	ABF ingredients	all foods
Savory enhancer	YE LS HP enhancer	Food source international	soup, sauces, prepared foods
	PuraQ Arome NA4	Purac	cook meat, bakery, sauces
	Salt TRIM	Wild Flavors	soups, sauces, salad dressing, meat, bakery
Mineral substitute	Magnifique Mimic	Wixon Inc.	all foods except meat
	PTX intense 101 arome	PTX food Corp	meat, soup, sauces, prepared foods
	KCL	Wild Flavours	all foods
	SaltWise®	Cargill	all foods
Salt	Sub4salt®	Jungbunzlauer	all foods
	Light salt®	Morton Salt	all foods
Size variable of salt	Soda-Lo®	Eminate	bakery
	Coarse topping flake salt	Cargill	all foods
	Fine flake improved salt	Cargill	all foods
Etc	Star Flake® Dendritic	Morton Salt	all foods
	Oat fiber 770	SunOpta	meat, prepared foods
	Dairy-LO 34	Parmalat	meat
	Transglutaminase	Ajinomoto	meat
	100-M40, 100-FD	Fiber Star	meat, bakery

References: CTAC (2018); Food & Nutrition Delta (2010); Inguglia 등 (2017); Wilson 등 (2012)



Table 2. Functional and bioactive properties of protein hydrolysates derived from different protein sources

Protein source	Functional properties	Bioactive properties	Reference
Marine protein			
Round scad (<i>D. maruadsi</i>)	Solubility, Emulsifying, Foaming	Antioxidant	Thiansilakul et al. (2007)
Rainbow trout (<i>O. Mykiss</i>) frames	Solubility, Emulsifying, Foaming	Antioxidant, Allergenicity	Ketnawa and Liccaga (2017); Nguyen et al. (2017)
Silver carp (<i>H. molitrix</i>)	Solubility	Antioxidant, DPP-IV inhibition	Dong et al. (2008); Zhang et al. (2016)
Sardine (<i>S. aurita</i>) head and visera	Solubility Emulsifying, Foaming, Fat absorption	Antioxidant	Soussi et al. (2017); Bougategf et al. (2010)
Plant protein			
Chickpea	Solubility, Oil adsorption, Emulsifying, Foaming	Antioxidant	Li et al. (2008); del Mar Yust et al. (2010)
Peanut	Solubility, Emulsifying, Foaming	Antioxidant, ACE inhibition	Jamdar et al. (2010)
Animal protein			
Bovine whey	Water absorption, Foaming, Emulsifying	DPP-IV inhibition, ACE inhibition	Sinha et al. (2007)
Egg	Solubility, Emulsifying, Foaming	Antioxidant, ACE inhibition, α -glucosidase, α -amylase inhibition	Yu et al. (2011); Chen et al. (2012)
Other protein			
Cricket (<i>G. sigillatus</i>)	Solubility, Emulsifying, Foaming		Hall et al. (2017)
Algae		Anticancer, Antioxidant, Antiproliferate	Sheih et al. (2009)

게 한다. 짠맛 증진제는 짠맛을 가지고 있지는 않지만 소금과 함께 사용될 때 짠맛을 증가시키는 물질로서 아미노산(amino acids), MGS, lactate, yeast products, flavoring products 등이 사용되고 있다 (Carter 등, 2011). 또한 umami는 우리말로 감칠 맛(savory taste)으로 표현되는 맛으로 소금의 짠맛을 상승시켜 소금의 사용량을 줄일 수 있고, 이노신산, 핵산, 글루탐산, MSG와 관련되어 있는 것으로 보고되고 있으며, umami를 가진 식품으로는 녹차, 해초, 버섯, 간장 등이 있다(Kremer 등, 2009).

단백질 가수분해물 (Protein hydrolysates)

단백질 가수분해물은 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해한 것으로 여러 크기의 펩타이드와 유리

아미노산이 생성되며, 저분자량 펩타이드 생성, 극성의 증가에 따른 용해도의 증가, 분자배열의 변화 등에 의해 기능성을 갖게 된다(Severin과 Xia, 2006). 단백질 가수분해물은 산/염기 가수분해, 효소 가수분해에 의해 얻을 수 있는데 산/염기 가수분해는 생성물의 수율, 영양학적 품질, 기능성의 조절이 어렵다는 단점(Sinha 등, 2007)이 있으나 비용이 적어 실제 향미 증진물질의 생성에 널리 이용되고 있으며(Pasupuleti와 Braun, 2010), 효소적 가수분해는 생산 비용이 상대적으로 비싸기는 하지만 효소 반응의 특이성으로 원하는 물질을 생성할 수 있는 장점을 가지고 있어 산업적으로 많이 이용되고 있다(Haard, 2001).

단백질의 질적 가치는 소화성(digestibility), 소장 내에서 흡수될 수 있는 아미노산, 펩타이드의 유리

정도, 아미노산 조성 등에 의해 결정되기 때문에 분해되지 않은 단백질(intact protein)보다는 단백질 가수분해물이 영양학적으로 높은 가치를 가지는 것으로 알려져 있다(Bilsborough와 Mann, 2006). 실제로 지난 10여년간 단백질 가수분해물은 식품 알러지(food allergies)를 가지고 있거나 영양소 흡수나 소화기계 질병을 가진 환자들에게 제공되어 효과를 나타내었으며(Clemente, 2000), 스포츠 영양제품의 보충제로서 활용되어 운동선수의 혈장 내 아미노산수치를 높여 근육단백질의 동화(anabolism) 또는 운동 후 회복 속도에 영향을 미친 것으로 보고되었다(Manninen, 2009). 또한 사료를 통한 단백질 가수분해물의 급여가 인슐린 저항성의 증가, 근육량의 유지 또는 감소 저하를 최소화하는 효과를 보여 향후 인체 적용에 있어서도 긍정적이 효과를 보일 것으로 예상하고 있으며(Kobayashi 등, 2016), 실제로 일부 임상결과에서는 단백질 가수분해물이 다른 단백질과 비교할 때 체내 아미노산 이용율이 높아 소화와 흡수가 좋았으며(Hall 등, 2017; Nguyen 등, 2017), 이로 인해 뼈 근육내 아미노산 함량의 증가가 있었다고 보고되었다(Morifuji 등, 2010).

단백질은 유화(emulsification), 증점(viscosity enhancement), 거품형성(foaming), 캡슐화(encapsulation), 겔화(gelation) 등의 화학, 제약, 식품 공정에서 사용되는 물질로서 식품의 향, 조직감, 안정성, 외관 등을 향상시키는데 활용되고 있다(Kristinsson과 Rasco, 2000). 단백질은 큰 분자량과 단백질 내 소수성 결합이 용해성을 낮추어 식품 내에서 안정성을 낮게 만드는 요인(Foegeding, 2015)이 되는데, 단백질 가수분해물은 분해된 저분자량의 펩타이드가 소수성, 극성, 이온화 그룹 등에 영향을 주게 되어 단백질-물 사이의 상호작용을 증가시키고(Wilding 등, 2014), 양친매성(amphiphilic)을 갖게 되어 유화, 거품형성, 용액의 안정성 등을 향상시켜 식품산업의 소재로서 장점을 가지게 된다(Hall 등, 2017;

Nguyen 등, 2017; Zhao 등, 2013).

단백질 가수분해물의 구조특성, 아미노산 조성, 펩타이드 배열 등에 다른 생물학적 활성에 대한 연구도 이루어지고 있다(Hartmann과 Meisel, 2007; Chalamaiyah 등, 2012; Udenigwe와 Aluko, 2012). 단백질 가수분해물 펩타이드는 항암, 항균, 항응고 등의 생리활성을 가지고 있다고 보고되고 있는데 (Table 2) (Bougatef 등, 2010; Dong 등, 2008; Li 등, 2008; Sheih 등, 2009; Sinha 등, 2007), angiotensin converting enzyme (ACE)의 저해를 통한 혈압의 조절, 제2형 당뇨병의 억제, chelating agent로서 항산화 활성 등의 여러 생리적 활성에 대한 연구가 보고되고 있으며, 상업적으로 많은 것이 제품화되어 여러 식품 소재로 이용되고 있다.

단백질 가수분해물의 짠맛 증진 또는 식품 내 소금 저감 효과

단백질 가수분해물은 크게 식물성 식품에서 유래된 HVP (hydrolyzed vegetable protein)과 동물성 식품에서 유래된 HAP (hydrolyzed animal protein)으로 나눌 수 있다. HVP는 밀(wheat germ protein), 옥수수(corn), 콩(soy), 마늘(garlic), 귀리(oat), 동부(cowpea) 등, HAP는 육류(meats), 수산물(fish, marine protein), 달걀(egg white), 유제품(dairy products, milk), 곤충(insect) 등의 단백질을 산, 염기, 효소 또는 고압, 초음파 등의 물리적 처리에 의해서 얻을 수 있다. 화학적, 물리적 처리에 의해서 얻어진 단백질 가수분해물은 아미노산, 디펩타이드(dipeptide), 저분자량의 펩타이드, 고분자량의 펩타이드 등을 다량 함유하게 되는데 이러한 물질들은 각 물질에 크기에 따라 생리학적, 영양학적으로 각각 주요 물질로서 활용할 수 있다는 것이 많은 연구에 의해서 밝혀지고 있다(Ozuna 등, 2015).

단백질 가수분해물의 짠맛 증진물질 또는 소금



Table 3. Amino acid composition of hydrolyzed vegetable protein (HVP) and hydrolyzed animal protein

Amino acid	HVP		HAP	
	Soy protein ¹⁾ (g/100g)	Pumpkin protein ²⁾ (g/100g)	Anchovy sauce ³⁾ (mg/L)	herring protein ⁴⁾ (g/100g)
Arginine	10.6	13.597	92.85	7.06
Phenylalanine	4.22	4.285	301.89	3.39
Histidine	1.72	1.674	144.59	1.22
Isoleucine	3.97	3.100	380.37	3.15
Leucine	6.58	5.642	571.09	8.42
Lysine	6.36	3.003	-	8.46
Methionine	1.27	2.123	208.84	4.94
Threonine	3.58	2.007	203.93	4.74
Tryptophan	1.12	-	314.76	-
Valine	4.23	3.466	405.18	4.34
Alanine	4.82	3.467	642.91	7.74
Aspartic acid	7.68	7.555	-	10.72
Cysteine	1.28	-	-	0.30
Glycine	4.24	3.593	272.25	7.59
Glutamic acid	15.50	17.194	533.12	15.87
Proline	4.12	-	113.27	4.54
Serine	3.19	4.043	118.97	4.87
Tyrosine	3.02	2.879	54.39	2.64

1) Ospina-Salazar 등 (2016)

2) Nourmohammadi 등 (2017)

3) Yun 등 (2015)

4) Chalamaiah 등 (2012)

대체재로서의 가능성에 대한 연구가 최근 들어 보고되고 있다(Gohet 등, 2011; Kremer 등, 2009; Lioe 등, 2007; Shimono와 Sygitama, 2009, Youn과 Shin, 2016)). Lioe 등(2007)은 콩단백질을 분해하여 제조한 일본식 간장에서 저분자의 펩타이드가 짠맛과 umami를 가지고 있다고 보고하였으며, Schindler 등(2011)은 발효된 어간장에 짠맛을 증진하는 물질이 있음을 관능적 접근을 통해서 밝혔으며, Shimono와 Sugiyama (2009)는 어류 단백질의 효소 가수분해물이 짠맛을 증진한다고 보고 하였다. 국내에서도 Kim 등(2016)과 Kim과 Shin(2017)이 멸치 단백질 효소가수분해물(HAP)과 분리대두단백 효소가수분해물(HVP)을 음식에 적용하였을 때 짠맛을

증진시켜 이들 HAP와 HVP에 짠맛과 관련된 물질이 존재함을 보고하였다. HVP나 HAP의 조성을 보면 다량의 아미노산(Table 3), di-peptide (Schindler 등, 2011), 그리고 펩타이드 다량체(Lioe 등, 2007) 등이 존재하는 것을 알 수 있으며, 특히 아미노산의 조성을 보면 HVP와 HAP 모두 글루탐산(glutamic acid)이 다량 포함되어 있고, HVP의 경우에는 아르기닌(arginine)의 함량도 높은 것을 알 수 있다. 또한 HVP나 HAP의 효소가수분해물이나 발효물에는 MSG, IMP (inosine monophosphate), GMP (guanosine monophosphate) 등이 다량 존재한다(Halpern, 2000; Youn 등, 2015). 단백질 가수분해물에 존재하는 이러한 물질들은 단독으로 사용되었을 때는 감

Table 4. Effect of HVP and HAP on salt intensity of model broth containing various NaCl concentration

NaCl conc. of samples (mmol/L)	added amount of HVP/HAP (%)	perceived salty intensity (mmol/L)	
		HVP	HAP
30	0.1	33.86 ± 3.11 ^{1)d}	30.11 ± 2.63 ^a
	1.0	43.00 ± 4.68 ^c	36.20 ± 4.89 ^b
	1.5	47.03 ± 4.64 ^b	38.80 ± 6.14 ^{bc}
	2.0	51.11 ± 4.32 ^a	40.79 ± 5.94 ^c
40	0.1	43.26 ± 3.86 ^d	42.38 ± 5.26 ^a
	1.0	49.49 ± 3.57 ^c	48.85 ± 3.51 ^b
	1.5	53.88 ± 4.08 ^b	52.82 ± 7.47 ^b
	2.0	60.25 ± 5.09 ^a	52.96 ± 12.62 ^b
50	0.1	53.02 ± 3.91 ^d	52.99 ± 3.89 ^a
	1.0	59.74 ± 5.51 ^c	60.14 ± 6.19 ^b
	1.5	64.45 ± 5.37 ^b	61.66 ± 7.32 ^b
	2.0	70.13 ± 5.45 ^a	67.79 ± 6.35 ^c

¹⁾Mean ± SD

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

칠맛을 나타내지만, NaCl과 함께 사용될 경우 짠맛을 크게 증가시켜 소금의 사용량을 크게 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다.

Youn 등(2015)과 Kim과 Shin(2017)에 의하면 같은 소금 농도의 model broth에 멸치 단백질과 대두 분리단백질의 효소가수분해물을 농도별로 첨가하였을 때, HAP는 0.37-35.58%, HVP는 2-39%의 짠맛 증진 효과가 있었으며, 소금 농도에 상관없이 모두 짠맛의 증진효과를 보였다(Table 4, Fig. 1). 이를 이용하여 실제 식품에 적용하였을 때에는 HAP의 경우 북어국에서는 최대 48%, 녹두나물에서는 31%, 샐러드드레싱에서는 11%의 짠맛 증진 효과를 나타내는 것으로 보고되었으며, HVP의 경우에는 샐러드드레싱에서는 52%, 된장국에서는 70%, 녹두나물에서는 23%의 증진 효과를 나타내어 모두 짠맛 증진물질 소재로서의 가능성을 보였다. Schindler 등(2001)은 어육단백질을 발효한 소스를 이용하여 식품에 적용하였을 때에 9.4-36.6%의 짠맛 증진 효과가 있다고 보고하기도 하였다. 한편 콩 단백질을 분해, 발효, 숙성하여 제조된 간장을 활용

하여 식품에 적용하였을 때에도 짠맛 증진 효과가 있는 것으로 보고가 되고 있는데 Kremer 등(2009)은 발효숙성 간장을 샐러드드레싱, 스프, 돼지고기 요리에 적용하였을 경우 기호도에 영향을 미치지 않고 각각 50%, 17%, 29%의 소금 사용량을 줄일 수 있었으며, Park 등(2015a, b)은 양조간장을 활용하여 샐러드드레싱, 닭죽, 콩나물국에 적용하였을 때 소금의 사용량을 각각 86.2%, 69.3%, 22.0%를 줄였음에도 불구하고 기호도에서는 오히려 더 높은 점수를 얻었다고 하였다. 우리나라에서는 예부터 간장 이외에도 다양한 어육 단백질을 발효를 통해 분해하여 얻은 소스 형태의 조미료(액젓)를 사용하여 왔는데, 시중에서 판매되고 있는 액젓 5종류를 수거하여 분석한 결과 짠맛 증진에 영향을 미칠 수 있는 글루탐산이나 아르기닌과 같은 아미노산이 다량 존재하여 짠맛 증진물질의 존재 가능성을 보이기도 하였다(Yun 등, 2015). 이 외에도 최근들어 해외에서 상용화되어 판매가 되고 있는 소금 대체제, 짠맛 증진제 등에 wheat protein, soy protein, fish protein, MSG, HVP와 같은 성분들이 중요한 성

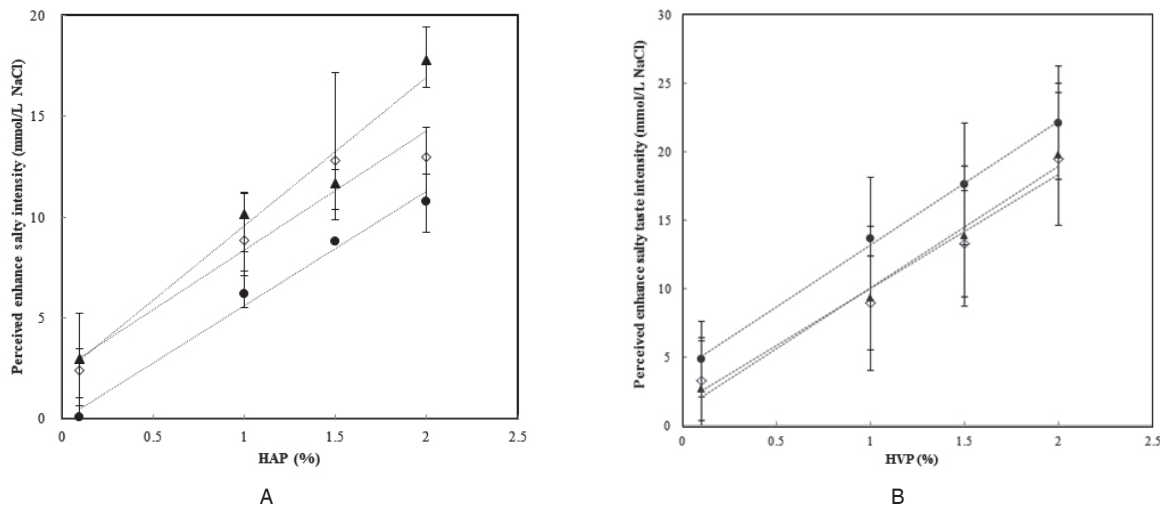


Fig. 1. Effect of HAP and HVP on the salty intensity enhancement of model solution containing various NaCl concentration. The error bars represent the standard deviation of the perceived salty taste intensity. NaCl concentration ● 30 mmol/L, ◇ 40 mmol/L and ▲ 50 mmol/L.

분으로 사용되고 있어 단백질 가수분해물이 식품에 사용되는 소금을 줄일 수 있는 물질로서 활용도가 높아지는 것을 알 수 있다(Infuflia 등, 2017).

결론

소금의 과다 섭취가 건강상의 문제를 일으키는 원인으로 주목받으면서 일상 생활에서 소금의 섭취를 줄이려는 노력이 증가되고 있다. 우리나라는 특히 식생활 습관에 의해 다른 나라에 비해 많은 소금을 섭취하고 있어 이를 개선하기 위한 다양한 노력을 하고 있다. 단백질 가수분해물은 단백질을 화학적, 물리적으로 가수분해하여 얻어진 분해물로서 단백질 가수분해물에 존재하는 저분자량의 펩타이드가 항산화, 항염증, 당뇨예방, 혈압 조정 등의 다양한 생리활성을 나타내어 일반 식품소재 뿐만 아니라 건강기능식품소재로서 널리 활용되고 있다. 최근에는 단백질가수분해물의 성분 중에 존재하는 글루탐산, 아르기닌과 같은 여러 아미노산과 아르기닌 다이펩타이드류 등은 짠맛과 감칠맛을 갖는 물질로서 소금과 함께 사용될 경우 짠맛을 크게

향상시켜 식품 내의 소금 사용량을 줄일 수 있는 물질로서 주목받고 있기도 하다. 콩단백질이나 멸치와 같은 어육단백질을 분해한 단백질 가수분해물의 경우 실제 식품에 적용하였을 경우 10%~70% 정도의 짠맛 증진 효과를 나타내어 기호도의 변화없이 소금 사용량을 50%까지도 줄일 수 있었다. 아직 단백질 가수분해물의 짠맛 증진효과 또는 소금 대체제로서 연구가 많이 이루어지지 않았으나 몇몇의 연구결과를 통해 향후 짠맛 증진물질로서 가능성이 있을 것으로 보인다.

References

- Albarracin W, Sanchez IC, Grau R, Barat JM. Salt in food processing: usage and reduction: a review. *Int. J. Food Sci. Tech.* 46: 1329-1336 (2011)
- Bilsborough S, Mann N. A review of issues of dietary protein intake in human. *Int. J. Sport Nutr Exerc. Metabolism.* 16: 129-152 (2006)
- Bougatef A, Nedjar-Arroume N, Manni L, Ravallex R, Barkia A, Guillochon D, Nasri M. Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinella (*Sardinella aurita*) by-products proteins. *Food Chem.* 118: 559-565 (2010)
- Brown IJ, Tzoulaki I, Candeias V, Elliott P. Salt intake around the

- world: implications for public health. *Int. J. Epidemiol.* 38: 791–813 (2009)
- Carter BE, Monsivais P, Drewnowski A. The sensory optimum of chicken broths supplemented with calcium di-glutamate: a possibility for reducing sodium while maintaining taste. *Food Qual. Prefer.* 22: 699–703 (2011)
- Chalamaiah M, Kumar BD, Hemalatha R, Jyothirmayi T. Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chem.* 135: 3020–3080 (2012)
- Charlton KE, Macgregor E, Vorster NH, Levitt NS, Steyn K. Partial replacement of NaCl can be achieved with potassium, magnesium and calcium salts in brown bread. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 58: 508–521 (2007)
- Chen C, Chi YJ, Zhao MY, Xu W. Influence of degree of hydrolysis on functional properties, antioxidant and ACE inhibitory activities of egg white protein hydrolysate. *Food Sci. Biotechnol.* 21: 27–34 (2012)
- Clemente A. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. *Trends Food Sci. Technol.* 11: 254–262 (2000)
- Corbion, Sodium reduction. Available from: <http://www.corbion.com/media/166900/fldr-sodium-reduction-eng-1013-web.pdf>. Accessed Nov. 6. 2018
- CTAC. Reformulation of products to reduce sodium: salt reduction guide for the food industry. Available from: <http://dg.cnsoc.org/upload/affix/20140818104749473.pdf>. Accessed Nov. 5, 2018
- del Mar Yust M, Pedroche J, del Carmen ML, Alcaide-Hidalgo JM, Millan F. Improvement of functional properties of chickpea proteins by hydrolysis with immobilised Alcalase. *Food Chem.* 122: 1212–1217 (2010)
- Desmond E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Sci.* 74: 188–196 (2006)
- Dong S, Zeng M, Wang D, Liu Z, Zhap Y, Yang H. Antioxidant and biochemical properties of protein hydrolysates prepared from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Food Chem.* 107: 1485–1493 (2008)
- Dotsch M, Busch J, Batenburg M, Liem G, Tareilus E, Mueller R, Meijer G. Strategies to reduce sodium consumption: A food industry perspective. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49: 841–851 (2009)
- Festrings D, Hofmann T. Discovery of N²-(1-carboxylethyl) guanosine 5'-monophosphate as an umami-enhancing maillard modified nucleotide in yeast extracts. *J. Agr. Food Chem.* 58: 10614–10622 (2010)
- Foegeding EA. Food protein functionality – a new model. *J. Food Sci.* 80: C2670–2677 (2015)
- Food & Nutrition Delta, Putting salt on the agenda. Food & Nutrition Delta, Wageningen, Netherlands (2010)
- Girgis S, Neal B, Prescott J, Prendergast J, Dumbells S, Turner C, Woodward M. A one quarter reduction in the salt content of bread can be made without detection. *Eur. J. Clin. Nutr.* 57:616–620 (2003)
- Gohet FXW, Itohiya Y, Shimojo R, Sato T, Hasegawa K, Leong LP. Using naturally brewed soy sauce to reduce salt in selected foods. *J. Sens. Stud.* 26: 429–435 (2011)
- Gou P, Guerrero L, Gelabert J, Amau J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Sci.* 42: 37–48 (1996)
- Grummer J, Bobowski N, Karalus M, Vickers Z, Schoenfuss T. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 96: 1401–1418 (2013)
- Haard NF. Enzymic modification proteins in food systems. pp. 159–190. In : *Chemical and Functional Properties of Food Proteins*. Sikorski ZE. CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2001)
- Hall FG, Jones OG, O'haire ME, Liceaga AM. Functional properties of tropical banded cricket (*Gryllobates sigillatus*) protein hydrolysates. *Food Chem.* 224: 414–422 (2017)
- Halpern BP. Glutamate and the flavour of foods. *J. Nutr.* 130: 910S–914S (2000)
- Hartmann R, Meisel H. Food-derived peptide with biological activity: from research to food application. *Curr. Opin. Biotech.* 18: 163–169 (2007)
- Hutton T. Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. *Brit. Food J.* 104: 126–152 (2002)
- Inguglia ES, Zhang Z, Tiwari BK, Kerry JP, Burgess CM. Salt reduction strategies in processed meat products—a review. *Trend Food Sci. Technol.* 59: 70–78 (2017)
- Jamdar S, Rajalakshmi V, Pednekar MD, Juan F, Yardi V, Sharma A. Influence of degree of hydrolysis on functional properties, antioxidant activity and ACE inhibitory activity of peanut protein hydrolysate. *Food Chem.* 121: 178–184 (2010)
- Keast RSJ, Breslin PAS. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Qual. Pref.* 14: 111–124 (2003)
- Ketnawa S, Liceaga AM. Effect of microwave treatments on antioxidant activity and antigenicity of fish frame protein hydrolysates. *Food Bioprocess Technol.* 10: 582–591 (2017)
- Kim HJ, Yang EJ. Optimization of hot water extraction conditions of wando sea tangle (*Laminaria japonica*) for development of natural salt enhancer. *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.* 44: 767–774 (2015)
- Kim JS, Shin JK. A study of salty enhanceability of enzymatically hydrolyzed isolated soy protein. *Food Eng. Prog.* 21: 138–142 (2017)
- Kim JS, Shin JK. A study of salty enhanceability of enzymatically hydrolyzed isolated soy protein. *Food Eng. Prog.* 21: 138–142 (2017)
- Kim JS, Youn SJ, Cho HY, Shin JK. Salty taste enhancing effect of enzymatically hydrolyzed anchovy protein in cooking application. *Food Eng. Prog.* 20: 253–258 (2016)
- Klaauw NJVD, Smith DV. Taste quality profiles for fifteen organic and inorganic salts. *Physiol. Behav.* 58: 295–306 (1995)



- Kremer S, Mojte J, Shimojo R. Salt reduction in food using naturally brewed soy sauce. *J. Food Sci.* 74: 255–262 (2009)
- Kremer S, Mojte J, Shimojo R. Salt reduction in food using naturally brewed soy sauce. *J. Food Sci.* 74: S255–S262 (2009)
- Kristinsson HG, Rasco BA. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40: 43–81 (2000)
- Lee JR, Kwack SC, Jung JD, Hah YJ, Park KH, Cho HS, Sung NJ, Park GB. Effects of replacement sodium chloride on the quality characteristics of emulsion type sausages. *J. Anim. Sci. Technol.* 47: 1009–1016 (2005)
- Li Y, Jiang B, Zhang T, Mu W, Liu Jian. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate (CPH). *Food Chem.* 106: 444–450 (2008)
- Liceaga AM, Hall E. Nutritional, functional and bioactive protein hydrolysates. pp. 1–9. In: *Reference Module in Science 2018*, Elsevier, Amsterdam, Netherland (2018)
- Liem DG, Miremadi F, Keast RSJ. Reducing sodium in food: The effect on flavor. *Nutrients* 3: 694–711 (2011)
- 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)
- Man CMD. Technological functions of salt in food products. pp. 157–173. In: *Reducing Salt in Food – Practical Strategies*. Kilcast D, Angus F. (ed). CRC Press LLS, Boca Raton, FL, USA (2007)
- Mannine AH. Protein hydrolysates in sports nutrition. *Nutr. Metab.* 6: 38 (2009)
- McNeely JD, Windham BG, Anderson DE. Dietary sodium effects on heart rate variability in salt sensitivity of blood pressure. *Psychophysiology* 45: 405–411 (2008)
- Morifuji M, Ishizaka M, Baba S, Fukuda K, Matsumoto H, Koga J, Kanegase M, Higuchi M. Comparison of different sources and degrees of hydrolysis of dietary protein: effect on plasma amino acids, dipeptides, and insulin responses in human subjects. *J. Agric. Food Chem.* 58: 8788–8797 (2010)
- Murphy C, Cardello AV, Brand JG. Taste of fifteen halide salts following water and NaCl: anion and cation effects. *Physiol. Behav.* 26: 1083–1095 (1981)
- Nguyen E, Jones O, Kim YHB, Martin–Gonzalez MFS. Impact of microwave-assisted enzymatic hydrolysis on functional and antioxidant properties of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* by-products. *Fish. Sci.* 83: 317–331 (2017)
- Nourmohammadi E, Mahoonka AS, Alami M, Ghorbani M. Amino acid composition and anti-oxidative properties of hydrolyzed pumpkin oil cake. *Int. J. Food Proper.* 20: 3244–3255 (2017)
- Ospina–Salazar GH, Rios–Duran MG, Toledo–Cuevas EM, Martinez–Palacios CA. The effects of fish hydrolysate and soy protein isolate on the growth performance, body composition and digestibility of juvenile pike silverside, *Chirostoma estor*. *Ani. Feed Sci. Technol.* 220: 168–179 (2016)
- Ozuna C, Paniagua–Martinez I, Castano–Tostado E, Ozimek L, Amaya–Liano SL. Innovative applications of high-intensity ultrasound in the development of functional food ingredients: production of protein hydrolysates and bioactive peptides. *Food Res. Int.* 77: 685–696 (2015)
- Park HS, Cho HY, Shin JK. A study of sodium reduction effect in food using fermented soy sauce. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 468–473 (2015b)
- Park HS, Cho HY, Shin JK. Sodium reduction in salad dressing using fermented soy sauce. *Food Eng. Prog.* 19: 167–171 (2015a)
- Pasupuleti VK, Braun S. State of the art manufacturing of protein hydrolysates. pp. 11–31. In: *Protein Hydrolysates in Biotechnology*. Pasupuleti VK, Demain AL. Springer Nature, Urdoft, Switzerland (2010)
- Rodrigues FM, Rosenthal A, Tiburski JH, da Cruz AG. Alternatives to reduce sodium in processed foods and the potential of high pressure technology. *Food Sci. Technol. Campinas.* 36: 1–8 (2016)
- Schilling MW, Behrends JM, Williams JB, Jackson V. Flavor changes of sodium reduction in processed meat products. pp. 1–5. In: *Reciprocal Meat Conference*, June 22–25, American Meat Science Association. Gainesville, FL, USA (2008)
- Schindler A, Dunkel A, Stahler 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 sensory approach. *J. Agr. Food Chem.* 59: 12578–12588 (2011)
- Severin S, Xia WA. Enzymatic hydrolysis of whey protein by two different protease and their effect on the functional properties of resulting protein hydrolysates. *J. Food Biochem.* 30: 77–97 (2006)
- Sheih IC, Wu TK, Fang TJ. Antioxidant properties of a new antioxidative peptide from algae protein waste hydrolysate in different oxidation systems. *Bioresour. Technol.* 100: 3419–3425 (2009)
- Shimono M, Sugiyama K. Salty taste enhancing agent and food or drink containing the same. Japan Patent 2008–074862 (2009)
- Sinha R, Radha C, Prakash J, Kaul P. Whey Protein hydrolysate: functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. *Food Chem.* 101: 1484–1491 (2007)
- Souissi N, Bougatef A, Triki–Ellouz Y, Nasri M. Biochemical and functional properties of sardinella (*Sardinella aurita*) by-product hydrolysates. *Food Technol. Biotechnol.* 45: 187 (2017)
- Tamura M, Seki T, Kawasaki Y, Tada M, Kikuchi E, Okai H. An enhancing effect on the saltiness of sodium chloride of added amino acid and their esters. *Agric. Biol. Chem.* 53: 1625–1633 (1989)
- Thiansilakul Y, Benjakul S, Shahidi F. Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruadsi*). *Food Chem.* 103: 1385–1394 (2007)

- Udenigwe CC, Aluko RE. Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. *J. Food Sci.* 77: R11-R24 (2012)
- Verma M, Seki T, Kawasaki Y, Tada M, Kikuchi E, Okai H. An enhancing effect on the saltiness of sodium chloride of added amino acid and their esters. *Agric. Biol. Chem.* 53: 1625-1633 (2012)
- Walsh C. Consumer responses to low-salt food products, pp. 124-133. In : *Reducing Salt in Food - Practical Strategies*. Kilcast D, Angus F. (ed). CRC Press LLS, Boca Raton, FL, USA (2007)
- Weinsiner RL. Overview: Salt and development of essential hypertension. *Prev. Med.* 5: 7-17 (1976)
- WHO (World Health Organization). WHO guideline: sodium intake for adults and children. Geneva, Switzerland (2012)
- Wilding P, Lillford PJ, Regenstein JM. Functional properties of proteins in foods. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 34B: 182-189 (1984)
- Wilson R, Komitopoulou E, Incles M. Evaluation of technological approaches to salt reduction. Letherhead Food Research, Letherhead, UK (2012)
- Youn SJ, Shin JK. A study on th salty enhancing effect in salad dressing using enzymatically hydrolyzed anchovy protein. *Food Eng. Prog.* 20: 259-263 (2016)
- Youn SJ, Shin JK. A study on the salty enhancing effect in salad dressing using enzymatically hydrolyzed anchovy protein. *Food Eng. Prog.* 20: 259-263 (2016)
- Youn SJ, Cha GH, Shin JK. Salty taste enhancing effect of enzymatically hydrolyzed anchovy protein. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 751-756 (2015)
- Yu Z, Yin Y, Zhao W, Yu Y, Liu B, Jingbo CF. Novel peptides derived from egg white protein inhibiting alpha-glucosidase. *Food Chem.* 129: 1376-1382 (2011)
- 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)
- 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)
- Zhang Y, Chen R, Chen X, Zeng Z, Ma H, Chen S. Dipeptidyl peptidase IV-inhibitory peptides derived from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) proteins. *J. Agric. Food Chem.* 64: 831-839 (2016)
- Zhao G, Liu Y, Ren J, Zhao M, Yang B. Effect of protease pretreatment on the functional properties of protein concentrate from defatted peanut flour. *J. Food Process Eng.* 36: 9-17 (2013)