

Combination Effect of L-Arginine and L-Aspartic acid on Saltiness Enhancement of NaCl Solution

Yong-Duk Kim* · Jung-Ha Park · Bok-Jun Park · Man-Jin In · Dong-Chel Park
· Nam-Soon Oh

L-아르기닌과 L-아스파라긴산 혼합이 NaCl 짠맛 향상에 미치는 영향

김용덕* · 박정하 · 박복준 · 인만진 · 박동철 · 오남순

Received: 3 April 2014 / Accepted: 6 April 2014 / Published Online: 30 September 2014
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2014

Abstract In order to investigate the combination effect of L-arginine and L-aspartic acid on salt enhancement, the saltiness and bitterness of various mixtures of L-arginine and L-aspartic acid were evaluated using the electronic tongue and sensory tests. Increasing the molar ration of L-arginine against L-aspartic acid enhanced the salty taste of NaCl, whereas increasing the molar ration of L-aspartic acid against L-arginine significantly suppressed the bitter taste of L-arginine. Therefore, combination of L-arginine and L-aspartic acid can be utilized as a saltiness enhancer and its suitable combination ratio was showed as L-arginine : L-aspartic acid = 1.00:0.98–1.00 on basis of molar concentration.

Keywords L-arginine · L-aspartic acid · saltiness enhancer

Y.-D. Kim · J.-H. Park · B.-J. Park · D.-C. Park
Biotechnology Division, R&D Center, Daesang Corp., Icheon 467-813,
Republic of Korea

M.-J. In
Department of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon
University, Hongseong 350-701, Republic of Korea

Y.-D. Kim · N.-S. Oh
Department of Food Science and Technology, Kongju National University,
Yesan 340-802, Republic of Korea

*Corresponding author (Y.-D. Kim: ydkim68@daesang.com)

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.

소금은 식품에 짠맛 부여, 조직감과 색도의 개선, 미생물 생육 억제 등의 목적으로 오랫동안 사용되고 있는 가장 보편적인 식품소재이다. 그러나, 소금의 과량 섭취는 심장마비, 뇌출혈 등 성인질환에 원인인 고혈압뿐만 아니라 다양한 심혈관계 질환을 유발하는 것으로 보고되어 있다(Kesteloot와 Joossens, 1988; Law 등, 1991; Tuomilehtp 등, 2001). 이에 세계 보건 기구(WHO), 미국, 유럽 등에서 국민 건강을 위하여 식품 중 나트륨 함량을 강력히 추진하고 있으며(Reddy와 Marth, 1991; Webster 등, 2009), 우리나라에서도 소금의 1일 평균섭취량을 5–6 g 이하로 권고하고 있다(Na와 Ha, 2009). 이러한 글로벌 이슈에 대해 식품가공 분야에서도 식품 중 맛의 변화를 최소화하면서 소금의 함량을 절감하려는 연구(Desmond, 2006; Dötsch 등, 2009)가 보고되고 있다. NaCl과 유사한 KCl을 부분적으로 혼합하여 사용하는 것이 가장 대표적인 방법(Price, 1997; Durack 등, 2008; Gomes 등, 2011)으로 다양한 식품에서 사용되고 있으나 KCl은 소금(NaCl)과 동일한 풍미와 맛의 밸런스를 가지지 못하며, 강한 쓴맛과 금속성 이취감 등의 단점도 함께 보고되고 있다(Durack 등, 2008). 또한 효모 추출물, 향료, 간장소스, 글루타민산 나트륨(MSG), 핵산(IMP와 GMP), β -glucan 등의 소재를 이용하여 감칠맛과 풍미를 증강시킴으로써 감소된 짠맛을 보강하는 하려는 연구가 보고(Moore 1980; Breslin과 Beauchamp, 1997; Brandsma 2006; Durack 등, 2008; Kremer 등, 2009; Omana 등, 2011)되어 있으나, 경제성과 표기법 등의 제한이 있어 KCl보다 활용도가 낮은 실정이다. 아미노산을 활용한 짠맛의 증강소재로는 ornithyl- β -alanine monohydrochloride와 같은 펩타이드, L-arginine (L-Arg), L-lysine 등의 아미노산이 보고되어 있다(Tamura 등, 1989; Riha 등, 1997). 특히, 고유의 짠맛을 갖는 L-Arg을 NaCl과 혼합하면 L-Arg의 구아니딜 그룹(guanidinium group)이 Na-channel과 상호작용하여 Na^+ ion의 유입을 향상시켜 짠맛을 증강시키는 것으로 보고되어 있다(Riha 등, 1997; Kumazawa 등, 1998; Ogawa 등, 2004). L-Arg이

고유의 쓴맛이 있고 NaCl의 짠맛을 향상시키는 장점이 있으나, L-Arg의 쓴맛은 L-Arg을 조미소재로 활용하는데 큰 단점이 되고 있다(Tamura 등, 1989).

따라서 본 연구에서는 L-Arg 염산염(L-Arg·HCl)이 L-Arg보다 쓴맛이 약한 점에 착안하여 L-Arg과 산성 아미노산인 L-aspartic acid (L-Asp) 혼합물을 NaCl의 짠맛을 증강시키는 증강제로 활용하기 위해 두 아미노산을 여러 가지 비율로 혼합하여 L-arginine의 쓴맛 감소 효과를 조사하였다.

L-Arg과 L-Asp 및 두 아미노산 혼합물에 대한 맛의 특징을 파악하기 위하여, 증류수에 100 mM L-Arg (Daesang Corp., Korea), HCl로 중화한 100 mM L-Arg (L-Arg + HCl), NaOH로 중화한 L-Asp (Ajinomoto Co., Ltd., Japan) (L-Asp + NaOH) 및 100 mM L-Arg과 100 mM L-Asp 혼합물(L-Arg + L-Asp)을 제조하였다. 용액의 pH는 pH meter (Model 340, Mettler-Toledo Co., Switzerland)로, 맛의 특성은 전자혀 시스템(TS-5000Z Taste Sensing System, Insent, Inc., Japan)으로(Cheung과 Li-Chan, 2014), 아미노산 혼합액 중 L-Arg과 L-Asp의 정확한 함량은 HPLC로 확인하였다. 그 결과(Fig. 1), L-Arg의 경우 등전점과 유사한 pH 10.84조건에서는 강한 짠맛, 감칠맛을 보이나, 신맛은 극히 미약하였으며, 동시에 강한 쓴맛을 나타냈다. 반면, L-Arg + HCl의 경우(pH 6.06), 신맛과 짠맛은 증가하였으며 쓴맛과 감칠맛은 급격하게 감소하였다. L-Arg + L-Asp의 경우(pH 5.78) L-Arg에 비하여 짠맛과 감칠맛은 급격하게, 쓴맛과 짠맛이 소폭 감소하였고, 신맛은 크게 증가하였다. 또한 L-Arg + HCl과 비교하면 신맛의 증가는 다소 약하지만 쓴맛과 짠맛이 감소되는 특징을 보였으며, L-Asp + NaOH과 매우 유사하였다. 식품 중에 첨가되는 염류는 염류 고유의 맛과 함께 식품에 존재하는 다른 성분의 쓴맛을 억제함으로써 맛의 강도를 증가시키는 것으로 알려져 있으며(Breslin과 Beauchamp, 1997), 이와 유사하게 L-Arg에 산성 아미노산인 L-Asp의 첨가는 L-Arg의 쓴맛을 감소시키는 약점이 있으나, L-Arg의 단점인 강한 쓴맛과 짠맛을 억제하는 특성을 나타내므로 L-Arg과 L-Asp의 혼합물은 새로운 조미소재로서 활용될 수 있을 것으로 사료되었다.

L-Arg이 NaCl과 공존하는 경우 짠맛을 상승시키는 효과(Tamura 등, 1989)와 L-Asp의 첨가로 L-Arg의 단점이 보완되는 결과(Fig. 1)를 바탕으로 NaCl과 공존하는 조건에서 L-Arg과 L-Asp의 혼합 비율이 짠맛 향상에 미치는 효과를 조사하였다. L-Arg는 11.5 mM (0.2%) 이상의 농도에서 관능적으로 열악하다는 보고(Ogawa 등, 2004)가 있으나, L-Arg의 단점을 L-Asp로 보완할 수 있으므로 46.0 mM의 높은 농도 범위까지 조사하였다. 0.4% NaCl용액에 5.7 mM (0.1%), 11.5 mM (0.2%), 23.0 mM (0.4%), 46.0 mM (0.8%)로 L-Arg을 용해시킨 후 L-Asp를 L-Arg 농도의 0.98–1.03배(mole수 기준)로 혼합한 시료를 각각 준비하고 전자혀 시스템으로 동일하게 분석하였다. 대조군으로 0.4% NaCl

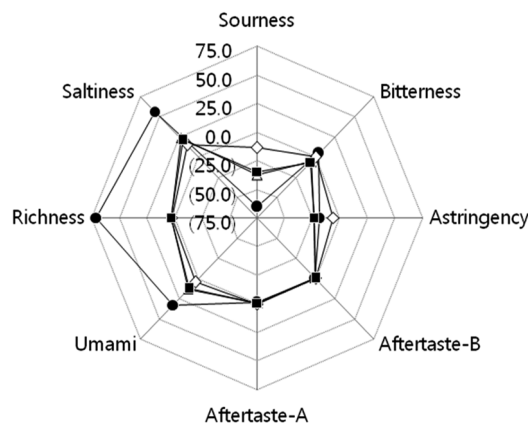


Fig. 1 A cobweb diagram depicting the sensor outputs (mV) of 100 mM L-Arg base (●), 100 mM L-Arg·HCl (◇), 100 mM L-Asp·NaOH (△), and 100 mM L-Arg+100mM L-Asp (■).

과 5.7, 11.5, 23.0, 46.0 mM L-Arg용액을 각각 준비하여 비교하였다(Table 1). 짠맛 강도는 0.4% NaCl용액의 16.95 mV에서 L-Arg의 첨가 농도가 증가함에 따라 비례적으로 증가되어 46.0 mM L-Arg에서 37.82 mV까지 증가되었으며, NaCl 용액에 L-Asp만의 첨가는 짠맛과는 무관하였다. 이러한 L-Arg의 특성은 기존의 보고(Tamura 등, 1989; Riha 등, 1997)와 동일한 경향이였다. 0.4% NaCl용액에 L-Arg과 L-Asp의 첨가로 Fig. 1의 결과와 동일하게 L-Arg만 첨가된 NaCl용액보다 짠맛이 감소하였으며, L-Arg과 L-Asp의 혼합을 다르게 한 경우, 동일한 L-Arg 농도에서 L-Asp의 비율이 감소함에 따라 NaCl의 짠맛은 증가하였다. 예비실험에서 L-Arg대비 L-Asp의 비율이 0.98 미만의 조건에서는 짠맛은 증가하였으나 L-Arg의 쓴맛이 강하게 감지되어 L-Asp의 혼합비율을 0.98 이상으로 설정하였다. 전체적으로 동일한 NaCl 농도에서 전자혀 시스템으로 측정된 짠맛의 강도는 NaCl < NaCl + L-Arg + L-Asp < NaCl + L-Arg의 순이었다. 특히, 0.4% NaCl 용액에 L-Arg : L-Asp = 1:0.98 조건으로 L-Arg 23.0 mM과 L-Asp 22.5 mM을 혼합한 경우 혼합물의 짠맛 강도는 24.61 mV로 1.2% NaCl 용액(saltiness output = 23.07 mV)보다 강한 짠맛을 보였다. 즉, 0.4% NaCl 용액에 23.0 mM L-Arg 과 22.5 mM L-Asp를 첨가하면 1.2% NaCl용액보다 강한 짠맛을 나타내므로 천연 아미노산을 활용하여 NaCl 사용량을 1.2%에서 0.4%로 약 66.7% 감소시킬 수 있음을 의미한다. 이는 L-Arg이 입안에서 Na-channel과 상호작용하여 세포 내로 Na⁺ ion의 유입을 향상시켜 짠맛을 증강시키는 작용(Riha 등, 1997; Kumazawa 등, 1998; Ogawa 등, 2004)과 L-Asp에 의해 L-Arg의 강한 쓴맛과 짠맛은 억제되고 신맛을 내는 L-Asp의 청량감에 의한 결과로 판단된다.

Table 1 Effect of L-Arg and L-Asp addition on saltiness sensor outputs (mV) in 0.4% NaCl solution

NaCl (%)	L-Arg (mM)	Concentration ratio (L-Arg : L-Asp)			
		1.00 : 0	1.00 : 0.98	1.00 : 1.00	1.00 : 1.03
0.4	5.7	27.63±1.73	20.56±0.82	19.58±1.78	18.30±0.62
0.4	11.5	34.19±1.56	22.33±0.59	20.90±1.17	19.44±0.87
0.4	23.0	36.39±0.86	24.61±0.38	22.66±1.34	20.32±0.64
0.4	46.0	37.82±0.56	27.64±0.45	24.12±1.62	21.40±0.52

Table 2 Sensory evaluations for saltiness and bitterness of salt enhancer prepared with L-Arg and L-Asp combination

NaCl (%)	L-Arg (mM)	L-Asp (mM)	Saltiness	Bitterness
0.4	0	0	5.00 ^a	5.00 ^a
0.4	23.0	0	7.00±1.21 ^{b1),2)}	7.08±0.67 ^b
0.4	23.0	23.7	6.17±0.72 ^b	4.33±0.65 ^a
0.4	23.0	23.0	6.92±0.67 ^b	4.67±0.49 ^a
0.4	23.0	22.5	7.25±0.87 ^b	4.75±0.75 ^a

¹⁾Data are means ± SD (n=12).

²⁾Different superscripts within column indicate significant difference ($p < 0.05$).

식품의 맛성분 분석에 전자혀 시스템을 이용하는 것은 간편한 장점이 있어 다양한 식품에 응용되고 있으나 정확도를 보완하기 위하여 전문 패널에 의한 관능검사와 병행하는 것이 일반적이다(Eckert 등, 2013). 특히 전자혀 시스템으로 Korean rice wines (*makgeolli*)의 쓴맛 측정에서 예측값과 실제 측정값의 상관관계수가 매우 낮다($R^2=0.31$)는 보고(Kang 등, 2014)를 참고하여 NaCl과 두 종류 아미노산 혼합액에 대하여 관능평가를 실시하였다. 0.4% NaCl 용액에 23.0 mM L-Arg과 L-Asp을 22.5, 23.0, 23.7 mM로 각각 혼합한 용액의 짠맛, 쓴맛에 대하여 9점 척도로 평가하였다. 대조군으로는 0.4% NaCl용액과 0.4% NaCl과 23.0 mM L-Arg 혼합액을 각각 사용하였다. 패널 요원 12명을 대상으로 0.4% 소금물의 강도를 5점 기준으로 하여 짠맛의 경우 ‘매우 짜다’를 9점, ‘매우 싱겁다’를 1점으로 하였으며, 쓴맛의 경우 ‘매우 쓴맛이 있다’를 9점, ‘매우 깔끔하다’를 1점으로 하여 평가하였다. 분석 결과는 SPSS (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., USA, version 11.5)로 통계처리 하였으며 ANOVA를 이용하여 Duncan’s multiple range test로 5% 수준에서 각 시료간의 유의성을 검증하였다(유의수준 $p < 0.05$). 그 결과(Table 2), 기존의 보고(Tamura 등, 1989) 및 전자혀 시스템의 측정 결과(Table 1)와 동일하게 NaCl용액에 L-Arg의 첨가로 짠맛이 5.00에서 7.00으로 대폭 증가하였다. 여기에 L-Asp를 추가로 첨가하면 쓴맛은 L-Asp의 첨가 농도에 비례하여 크게 감소(7.08→4.33–4.75)하였으며 짠맛의 변화는 전자혀 시스템의 측정 결과와 동일하게 L-Asp의 비율이 감소함에 따라 짠맛이 증가하는 것으로 조사되었다. L-Arg과 L-Asp의 혼합비율이 1.00:0.98–1.00인 조건을 L-Arg만을 첨가한 조건과 비교하면 짠맛은 대단히 유사하고 쓴맛은 크게 감소한 것으로 평가되었다. 다만 0.4% NaCl 용액에 23.0 mM L-Arg 과 22.5 mM L-Asp를 혼합한 시료가 L-Arg만을 혼합한 시료보다 더 짠맛을 나타내는 것은 L-Arg만을 혼합한 시료에서 L-Arg의 강한 쓴맛에 의하여 짠맛이 영향을 받은 것으로 사료되었다. 관능평가의 결과, 동일한 NaCl 농도에서 짠맛의 강도는 패널간에 차이를 보이나, $\text{NaCl} < \text{NaCl} + \text{L-Arg} + \text{L-Asp} \leq \text{NaCl} + \text{L-Arg}$ 의 순서를 보였으며, 쓴맛의 강도는 $\text{NaCl} + \text{L-Arg} + \text{L-Asp} < \text{NaCl} + \text{L-Arg}$ 의 순서로 나타났다. 이는 L-Asp에 의한 L-Arg의 강한 쓴맛 억제와 L-Asp의 신맛에 의한 청량감에 기인하는 것으로 사료되었다.

이상의 결과로부터 NaCl 용액에서 L-Arg과 L-Asp 혼합물의 짠맛 증강 효과를 기계적으로 또한 관능적으로 확인할 수 있었으며, L-Arg에 의한 짠맛 증강효과와 L-Arg의 쓴맛을 상쇄시키기 위한 L-Asp의 혼합비율은 L-Arg : L-Asp=1.00:0.98–1.00 범

위가 적당한 것으로 판단되었다. 향후 L-Arg과 L-Asp 혼합물은 식품 가공분야에서 NaCl의 사용량을 감소시킬 수 있는 짠맛 증강소재로 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

초 록

L-arginine (L-Arg)을 짠맛 증강소재로 활용하기 위하여 전자혀 분석으로 L-Arg의 맛 특성을 조사하고, L-Arg의 강한 쓴맛을 억제하기 위하여 L-aspartic acid (L-Asp)을 혼합하였다. 0.4% NaCl 용액에 L-Arg과 L-Asp를 혼합하여 전자혀 시스템으로 분석한 결과 L-Arg과 L-Asp의 혼합을 다르게 한 경우, 동일한 L-Arg 농도에서 L-Asp의 비율이 감소함에 따라 NaCl의 짠맛 상승효과는 증가하였다. 관능평가에서 짠맛은 동일한 경향이었으며, L-Asp의 첨가로 L-Arg의 쓴맛이 억제되는 것을 확인하였다. 즉, L-Arg과 L-Asp 혼합물은 짠맛 증강소재로 활용될 수 있으며, L-Arg의 쓴맛을 상쇄하기 위한 최적의 혼합비율은 L-Arg : L-Asp=1.00:0.98–1.00 범위가 적합하였다.

Keywords 짠맛 증강 · L-arginine · L-aspartic acid

References

- Brandsma I (2006) Reducing sodium: A European perspective. *Food Technol* **60**, 24–9.
- Breslin PAS and Beauchamp GK (1997) Salt enhances flavor by suppressing bitterness. *Nature* **387**, 563.
- Cheung IWY and Li-Chan ECY (2014) Application of taste sensing system for characterization of enzymatic hydrolysates from shrimp processing by-products. *Food Chem* **145**, 1076–85.
- Desmond E (2006) Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci* **74**, 188–96.
- Dötsch M, Busch J, Batenburg M, Liem G, Tareilus E, Mueller R et al. (2009) Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective. *Crit Rev Food Sci Nutr* **49**, 841–51.
- Durack E, Alonso-Gomez M, and Wilkinson MG (2008) Salt: A review of its role in food science and public health. *Curr Nutr Food Sci* **4**, 290–8.
- Eckert C, Pein M, Reimann J, and Beritkreutz J (2013) Taste evaluation of multicomponent mixtures using a human taste panel, electronic taste sensing systems and HPLC. *Sensors Actuator B* **182**, 294–9.
- Gomes AP, Cruz AG, Cadena RS, Celeghini RMS, Faria JAF, Bolini HMA et al. (2011) Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. *J Dairy Sci* **94**, 2701–6.
- Kang BS, Lee JE, and Park HJ (2014) Electronic tongue-based discrimination of Korean rice wines (*makgeolli*) including prediction of sensory evaluation and instrumental measurements. *Food Chem* **151**, 317–23.
- Kesteloot H and Joossens JV (1988) Relationship of dietary sodium, potassium, calcium, and magnesium with blood pressure Belgian interuniversity research on nutrition and health. *Hypertension* **12**, 594–9.
- Kremer S, Mojet J, and Shimojo R (2009) Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce. *J Food Sci* **74**, S255–S62.
- Kumazawa T, Brand JG, and Teeter JH (1998) Amino acid-activated channels in the catfish taste system. *Biophys J* **75**, 2757–66.
- Law MR, Frost CD, and Wald NJ (1991) By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? *BMJ* **302**, 811–5.
- Moore K (1980) Yeast extract answer trend to bypass the salt. *Food Product Develop* **14**, 16–8.
- Na BJ and Ha SD (2009) Effectiveness and safety of salt. *Food Sci Ind* **42**, 60–73.
- Ogawa T, Nakamura T, Tsuji E, Miyayama Y, Nakagawa H, Hirabayashi H et

- al. (2004) The combination effect of L-Arginine and NaCl on bitterness suppression of amino acid solutions. *Chem Pharm Bull* **52**, 172–7.
- Omana DA, Plastow G, and Betti M (2011) The use of α -glucan as a partial salt replacer in high pressure processed chicken breast meat. *Food Chem* **129**, 768–76.
- Price JF (1997) Low fat/salt cured meat products. *Adv Meat Res* **11**, 242–56.
- Reddy KA and Marth EH (1991) Reducing the sodium content of food: A review. *J Food Prot* **54**, 138–50.
- Riha WE, Brand JG, and Breslin PAS (1997) Salty taste enhancement with amino acids. *Chem Senses* **22**, 778.
- Tamura M, Seki T, Kawasaki Y, Tada M, Kikuchi E, and Okai H (1989) An enhancing effect on the saltiness of sodium chloride of added amino acid and their esters. *Agric Biol Chem* **53**, 1625–33.
- Tuomilehto J, Jousilahti P, Rastenyte D, Moltchanov V, Tanskanen A, Pietinen P et al. (2001) Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland: a prospective study. *The Lancet* **357**, 848–51.
- Webster J, Dunford E, Huxley R, Li N, Nowson CA, and Neal B (2009) The development of a national salt reduction strategy for Australia. *Asia Pac J Clin Nutr* **18**, 303–9.