

Monosodium Glutamate(MSG) 사용이 소고기뭇국의 감각특성 및 소비자 기호도에 미치는 영향

정예지¹ · 강민정² · 김다인² · 강진수³ · 하정현² · 이영승²

¹(주)광동제약

²단국대학교 식품영양학과

³(주)풀무원

Effects of Monosodium Glutamate (MSG) on Sensory Attributes and Acceptability of Beef and Radish Soup (Korean *soegogi-muguk*)

Yehji Chung¹, Minjeong Kang², Dain Kim², Jinsoo Kang³, Jung-Heun Ha², and Youngseung Lee²

¹Food R&D Planning Team, Kwang Dong Pharmaceutical Co., Ltd.

²Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

³Corporate Technology Office, Pulmuone Co., Ltd.

ABSTRACT The objective of this study was to investigate the effects of monosodium glutamate (MSG) on the sensory attributes and acceptability of beef and radish soup (Korean *soegogi-muguk*). A total of 200 consumers were used to evaluate samples containing various sodium (0.35~0.50%) and MSG concentrations (0.01, 0.04, 0.16%). Consumer preference was assessed using a 9-point-hedonic scale while they were asked to check whether terms from a list applied to describe the sample and rate the intensity. Overall, the intensity of sweetness, saltiness, umami, and beef taste of samples increased with the addition of MSG while bitterness was suppressed. When 0.16% MSG was added to a sample with 0.35% salt that showed the lowest liking value, the acceptability was highest among samples tested. These findings indicated that it was possible to reduce sodium intake by 19% in beef-radish soup by adding MSG. In addition, the sample with 0.35% salt in the presence of 0.04% MSG was two times sweeter than the sample with 0.50% salt, suggesting that MSG exhibited a positive effect on sweetness of beef and radish soup. Overall, these results will benefit researchers who want to know the optimal level of MSG to reduce the amount of sodium or sugar used in beef and radish soup.

Key words: monosodium glutamate, beef and radish soup, sensory attributes, acceptability, RATA (rate-all-that-apply)

서 론

Monosodium glutamate(MSG)는 다시마, 미역의 감칠맛 성분으로 글루탐산에 의해 발현된다고 보고(Ikeda, 1909)된 이래 향미 강화제로 널리 사용되고 있다. 과거에는 밀단백질인 gluten 등을 산 가수분해하거나 단백질이 풍부한 해조류로부터 열수 추출을 통해 글루타민산을 만들었으나 최근에는 당밀을 원료로 하여 *Brevibacterium lactofermentum* 등의 글루타민산 발효균을 이용하는 발효법에 의해 생산되고 있다(Chae 등, 2007). 이러한 발효를 통해 얻은 글루

타민산에 수용성을 향상시키기 위하여 나트륨을 첨가한 형태가 MSG이다(Yoon 등, 2010).

MSG는 식품의 조리, 가공, 섭취 시 감칠맛을 내는 조미료로, 향과 맛을 향상시키고 강화하는 목적으로 주로 사용되고 있으며, 사탕무, 사탕수수, 해초류 등 자연의 산물로부터 발효를 통해 얻어지므로 천연에서 채취하는 것과 다르지 않다. MSG는 자연 식물에서 발효시키고, 인체와 동식물에서도 생성되는 안전한 첨가물로 인식되고 있다(Sung 등, 2017). 미국에서는 1977년 일반적으로 안전한 물질인 GRAS(Generally Recognized As Safe)로 지정되었고, 일본에서는 1948년 식품첨가물로 지정되어 사용되고 있다(Sung 등, 2017). FDA, WHO 및 식품의약품안전처 등 각국 식품안전관리 기구에서도 안전식품 첨가물로 인정하고 있으며 섭취량에 어떠한 규제도 두고 있지 않다.

식품첨가물로 가장 널리 사용되는 소금은 나트륨(sodium, Na⁺)과 염소(chloride, Cl⁻)로 구성된 화합물이며 체액과 혈액량의 조절, 혈압조절, 수분균형 유지, 영양소의 이

Received 8 March 2019; Accepted 24 March 2019

Corresponding author: Youngseung Lee, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Cheonan, Chungnam 31116, Korea

E-mail: youngslee@dankook.ac.kr, Phone: +82-31-8005-3171

Author information: Yehji Chung (Researcher), Minjeong Kang (Graduate student), Dain Kim (Graduate student), Jinsoo Kang (Researcher), Jung-Heun Ha (Professor), Youngseung Lee (Professor)

동, 근수축 등에 관여하는 모든 생명체에 필요한 필수 무기 질이다. 또한, 소금은 대부분의 식품 조리 시 빠져서는 안 되는 성분 중 하나이다. 이는 저장성과 풍미에 영향을 주는 조미료의 역할을 하는(Kim, 2006) 동시에 향료, 향미증진제, 방부제 또는 특정 제품에 원하는 기능적 특성을 위해 첨가하는 성분으로 사용된다(Roininen 등, 1996). 그러나 과도한 소금 섭취는 고혈압, 심혈관계 질환, 위암, 뇌경색, 비만의 주요 원인이 된다(Ahn 등, 2013). 실제로 2015년 식품의약품안전처에 의하면 우리나라 1인당 나트륨 섭취량은 3,890 mg/일로 WHO 섭취 권고량인 2,000 mg/일보다 약 2배나 많은 것으로 나타났다.

당은 탄수화물의 주된 형태이며 주 기능은 인체에 에너지를 제공하는 것이다. 특히 뇌, 신경조직 등과 같이 포도당을 에너지원으로 사용하는 인체조직에 필수 영양소이다(Kim 등, 2015). 그러나 당 또한 과잉으로 섭취 시 제2형 당뇨병 및 비만, 심혈관계 질환 등을 유발한다(Lustig, 2010). 2014년 식품의약품안전처에 의하면 우리나라 국민의 1일 평균 당류 섭취량은 76.0 g으로 WHO 권고 기준인 50 g(열량 2,000 kcal 기준)을 초과하였으며 56 g(2008년)에 비해 지속적으로 증가하고 있다.

식품 속 나트륨과 당을 저감화하는 방법은 다양하다. 먼저 나트륨 저감화 방법으로는 소금 입자의 크기나 형태를 변화시키는 물리적 방법, 나트륨을 다른 무기염으로 대체 혹은 천연 대체제를 사용하여 소금의 짠맛을 증진시키는 화학적 방법, 후각, 인지 정도 개선 연구 등의 생물학적 방법 등이 있다(KHIDI, 2017). 이 중 대체제 등을 이용하는 화학적 방법에 대한 연구로는 설탕 및 소금 대체제를 이용한 커피음료와 소고기뭇국의 관능적 특성에 관한 연구(Kim, 2006), 멸치 단백질 효소가수분해물을 이용한 셀러드드레싱의 짠맛 증진 효과에 관한 연구(Youn 등, 2016), 디글루타메이트 칼슘이 소금을 줄인 스프에 미치는 영향(Ball 등, 2002) 등 다양하다. 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법은 대체제의 사용이며 풍미를 보완해주는 단백질류, 아미노산류 등을 첨가하여 단맛 혹은 짠맛을 증진시킬 수도 있다.

조리식품에 대한 MSG 효과에 대한 연구는 크게 두 가지로 분류된다. 감칠맛을 부여하여 기존 제품 대비 기호성을 향상시키거나 맛의 상승효과를 이용하여 제품의 나트륨 및 당 저감화 가능성을 조사하는 것이다(Maluly 등, 2017). 관련 문헌으로는 호박스프에 MSG, CDG 혼합물을 첨가하여 기호도는 유지하면서 소금의 양을 40% 이상 저감화한 경우(Ball 등, 2002), 콩나물국과 야채죽에 천일염과 MSG를 사용하여 20% 이상의 나트륨 저감화를 가능하게 한 연구 등이 있다(Sung 등, 2017). 식품에 MSG를 첨가할 경우 타액의 분비를 촉진하며 맛 또는 향미의 강도 및 지속성을 강화시키고(Daget과 Guion, 1989) 기호도 향상에 있어서도 중요한 역할을 한다(Yamaguchi와 Ninomiya, 2000). 그러나 MSG와 짠맛 간의 연구는 활발히 이루어진 반면, MSG와 단맛의 상호작용 연구를 통한 당의 저감화 효과에 대한 연구는 부족

한 실정이다. 따라서 본 연구는 MSG를 소고기뭇국에 첨가하여 제품의 감각특성과 소비자 기호도를 조사하였고 MSG 사용에 따른 나트륨 및 당류 저감화 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

조리 식품 선정

MSG 첨가에 따른 감각특성과 소비자 기호도 변화를 조사하기 위해서 소고기뭇국을 조리식품으로 선정하였다. 수용액 상태에서 MSG의 감칠맛과 기본맛(단맛, 짠맛, 신맛, 그리고 쓴맛) 간의 상호작용에 대한 연구(Green 등, 2010)는 비교적 많이 수행되었으나 조리식품에 직접 적용하여 MSG의 감칠맛과 조리 식품의 기본맛 포함 다른 감각특성 간의 상호작용에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 대표적인 한식의 하나인 소고기뭇국을 본 연구의 조리 식품으로 선정하였다. FSK(2019)에 의하면 소고기뭇국은 1회 제공량 400 g 중 나트륨이 1,067 mg 함유되어 WHO 1일 나트륨 섭취 권고량 2,000 mg의 절반 이상의 나트륨이 함유되어 있다. 따라서 소고기뭇국에 MSG를 첨가해 감칠맛의 증가로 인해 생기는 기본맛, 특히 짠맛과 단맛 및 다른 감각특성의 변화와 이러한 변화가 소비자의 기호도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 소고기뭇국을 본 연구에서 조리 식품으로 선정하였다.

소고기뭇국의 제조

소고기뭇국 제조에 사용된 소고기는 한우 국거리용 양지 부위를 사용했으며 기본양념으로 설탕(하얀 설탕, CJ Cheil Jedang Co., Seoul, Korea), 정제 소금(Refined salt, ESfood Inc., Gyeonggi, Korea)과 MSG(미원, Daesang Co., Seoul, Korea)를 사용하였다. 첨가한 부재료는 무 600 g, 다진 마늘(냉동 다진 마늘, Chun Woo Inc., Seoul, Korea) 20 g, 다시마(5 cm 4장), 대파(초록 부위 60 g), 후춧가루(순후추, Ottogi Co., Gyeonggi, Korea) 등이 사용되었다. 가장 먼저 소고기 200 g은 밀간을 위해 참기름 10 mL(고소한 참기름, Ottogi Co.), 다진 마늘, 후춧가루를 첨가하여 5분 동안 방치해 두었다. 무는 세척한 후 2.0×2.0×0.4 cm로 절단하고, 대파는 2 cm 간격으로 어슷 썰고, 다시마는 5×5 cm로 절단 후 젖은 면보로 닦아놓았다. 시료는 인덕션(RBE-22H, RINNAI, Seoul, Korea)으로 가열하였으며 달군 냄비에 참기름을 두르고 소고기를 넣어 1분 30초 볶은 후 무, 다진 마늘을 넣고 7분 30초간 볶아주었다. 이후 물 2,000 mL와 다시마를 넣어 9분간 끓여주었고 마지막으로 기름과 거품을 걷어내고 대파를 넣은 후 13분 끓인 다음 조리를 완료하였다. 조리를 마친 시료는 체로 걸러 소고기뭇국 육수(1,500 mL)로 사용하였다.

소고기뭇국의 소금 농도는 일반적으로 사용되는 국의 소금 농도와 예비실험을 통해 0.5%(w/v)로 결정하였다. MSG 첨가가 짠맛을 강화한다는 가설(Roininen 등, 1996; Okiyama

와 Beauchamp, 1998)을 기반으로 시료의 소금 농도를 조절한 후 다양한 MSG의 농도별 첨가에 따른 짬맛의 변화를 모니터링 하였다. 소금 0.50%가 첨가된 시료를 대조군으로 설정하고 소금 농도를 대조군의 10%, 20%, 30%로 각각 단계적으로 감량한 시료를 제조하였다. MSG 농도별 조사는 소금 농도별 조사에서 소금 함량이 낮아져 시료의 기호도가 낮아지는 수준에 MSG 0.01%, 0.04%, 0.16%(w/v)를 첨가한 시료에 대해 평가하였다.

소비자 조사

본 연구는 단국대학교의 IRB 승인(승인번호: DKU 2016-11-010)을 받은 후 IRB 절차에 따라 진행되었다. 소비자 조사를 위한 패널은 단국대학교 식품영양학과 내 공고를 통하여 모집하였다. 소고기묵국의 소금 및 MSG 농도별 소비자 조사를 위하여 일반 소비자 200명이 참여하였다. 먼저 소금 0.50%가 첨가된 시료(대조군)를 기준으로 소금 농도를 대조군의 10, 20, 30% 각각 감량한 시료들에 대해서 소비자 조사를 수행하였다(n=100). 대조군과 기호도에서 유의적 차이가 나타나는 소금 농도로 제조된 시료를 선택한 후 세 가지 다른 농도의 MSG를 첨가하여 대조군과 함께 기호도 조사를 재수행하였다(n=100).

소고기묵국 제조 후 70 mL 종이컵에 소고기묵국 40 mL 씩 담아 제공하였다. 조리된 시료는 온도 유지를 위해서 보온병에 보관하였으며 소비자에게 제공 시 60±5°C가 되도록 유지하였다. 소비자 조사는 9점 척도 기호도 조사와 라타(rate-all-that-apply) 평가법을 사용하여 시료에서 감지되는 모든 특성에 대하여 표시하고, 감지되는 특성에 대해서 강도를 ‘약함’, ‘보통’, ‘강함’ 척도로 정량화하였다.

라타 평가법은 카타(check-all-that-apply) 평가법의 확장된 버전으로(Ares 등, 2014) 특성에 대한 강도 평가가 불가능한 카타 평가법의 단점(Valentin 등, 2012)을 보완하기 위해 개발된 평가법이다. 기존 카타 설문지 내 감각 특성 각각에 대해서 강도 척도(3점, 5점, 15점 등)를 함께 배치하여 소비자가 해당 감각 특성을 감지하게 되는 경우 다음 단계로 그 특성의 강도를 척도를 사용하여 평가한다. 이 평가법은 소비자 간의 편차가 크고 부정확한 결과를 얻을 수 있는 우려도 있지만(Seo, 2015), Oppermann 등(2017)의 연구에 의하면 훈련되지 않은 소비자를 활용해서 시료에서 나타나는 특성과 그에 따른 강도까지 평가가 가능하다. 라타 평가법에 대한 연구는 이 외에도 라타 평가법과 카타 평가법의 비교 연구(Jaeger 등, 2017; Reinbach 등, 2014; Vidal, 2018; Danner 등, 2018), 라타 평가법의 적합성과 그 효과에 대한 연구(Franco-Luesma 등, 2016; Giacalone과 Hedelund, 2016; Meyners 등, 2016)가 진행되고 있다.

기호도는 전반적 품질, 짬맛, 감칠맛이 평가되었고 라타 평가법은 소고기묵국에서 감지될 수 있는 핵심 감각특성인 단맛, 짬맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛, 소고기맛, 시원한맛, 마늘향미, 파향미 등으로 구성되었다. 소비자 평가지는 첫 시료 오

차(first serving order effect)를 최소화하기 위해 Williams 디자인을 사용하여 구성되었다(MacFie 등, 1989; Lee와 Meullenet, 2010).

나트륨 함량 분석

시료의 나트륨 함량은 Seo 등(2014)에 따라 분석되었으며 시료 0.3 g을 취해 질산 10 mL를 넣고 1시간 방치 후 전자레인지(Ethos Easy, Milestone, Munchen, Germany)를 이용하여 분해하였다. 분해가 종료되면 분해액을 방랭시키고 100 mL 용량 플라스크에 옮겨 정용 후 시험용액으로 사용하였으며 표준용액은 0.5 M 질산이 되도록 하였다. 조제된 시험용액과 표준용액을 ICP-OE(Optima 8300, Perkin Elmer, Akron, OH, USA)로 분석하였으며 ICP-OES와 HPLC의 분석조건은 Table 1과 같다.

통계 분석

실험 결과는 평균±표준편차로 나타냈으며 각 시료의 유의성은 Minitab version 16(Minitab Inc., State College, PA, USA)을 사용하여 분산분석 후 Tukey 방법으로 사후검정하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다. 소비자 기호도 데이터는 XLSTAT software version 2012 for windows(Addinsoft Inc., Paris, France)를 사용하여 기호도 평균값과 라타 평가법 빈도수에 대한 부분 최소 제곱 회귀분석(partial least square regression, PLSR)과 대응분석(correspondence analysis, CA)을 실시하였다. 라타 평가법에서 얻어진 결과는 선택되지 않은 특성은 0으로 간주하고 선택된 특성에 대해서는 빈도수를 ‘약함’ 1, ‘보통’ 2, ‘강함’ 3으로 지정하여 분석하였다. 라타 평가법에 의한 시료별 감각 특성 빈도수의 유의적 차이는 Cochran's Q test에 의해 수행되었다.

결과 및 고찰

소고기묵국의 소금 농도별 소비자 기호도

소고기묵국의 소금 및 MSG 농도별 소비자 조사 및 나트륨 함량 결과는 Table 2, 3과 같다. 소금 농도별 소비자 조사

Table 1. Analytical conditions for ICP-OES and HPLC

Parameter		Value
ICP-OES	RF power	1,450 W
	Coolant gas flow	10.0 L/min
	Auxiliary gas flow	0.20 L/min
	Nebulizer gas flow	0.55 mL/min
	Sample uptake flow	1.50 mL/min
	Wavelength	589.6 nm
HPLC	Column	Carbohydrate High Performance 4 μ m, 4.6×250 mm Cartridge
	Flow rate	1.0 mL/min
	Mobile phase	80% acetonitrile, 20% D.W
	Detector	Agilent 1100 RID

Table 2. Consumer overall liking and sodium contents of beef-radish soup containing various concentrations of salt

Refined salt (%)	OL ¹⁾	Na ⁺ contents (mg/kg)
0.50	5.31 ^{a2)}	2,178.75±9.98 ^{a3)}
0.45	5.38 ^a	1,868.60±33.23 ^b
0.40	5.19 ^a	1,781.60±7.35 ^c
0.35	4.57 ^b	1,564.85±16.62 ^d

¹⁾Overall liking.²⁾Means with different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$).³⁾Mean±SD.

결과(Table 2), 시료의 전반적 품질 기호도는 0.50%(대조구), 0.45%, 0.40% 소금 농도 시료에서 각각 5.31, 5.38, 5.19로 유의적 차이가 없게 나타났다. 소금 농도 0.35% 시료(대조구 대비 30% 감량한 시료)의 기호도 값은 4.57로 나머지 시료들과 기호도 차이가 나타났다. 첨가된 소금 함량이 감소함에 따라서 각 시료의 나트륨 함량도 2,178.75~1,564.85 mg/kg으로 일정하게 감소함을 나타냈다. 소금 함량 감소에 따른 시료의 기호도 하락은 일반적으로 대부분의 식품에서 나타나는데 그 주요 원인으로는 짠맛의 감소로 인한 식품의 전반적인 향미의 감소와 맛의 특징이 약해지기 때문이다(Bourne 등, 1993; Malherbe 등, 2003). 소금에 의한 짠맛은 단맛, 신맛 등 다른 기본맛들과의 균형감을 향상시켜 식품의 전반적인 향미를 향상시킨다고 보고된다(Bourne 등, 1993; Malherbe 등, 2003).

소고기뭇국의 MSG 농도별 소비자 기호도

MSG 첨가에 따른 시료의 기호도 변화를 조사하기 위해서 대조구(소금 농도 0.5%)와 유의적인 기호도 차이를 보인 시료(소금 농도 0.35%, Table 3)를 기준으로 추가 실험을 진행하였다. 즉 기호도가 가장 높은 소금 농도 0.50%를 대조구로 하고 기호도와 소금의 함량이 모두 낮게 나타난 소금 농도 0.35% 시료에 MSG 0.01%, 0.04%, 0.16%를 첨가한 후 총 네 가지 시료로 소비자 조사를 다시 수행하였다. 일반적으로 식품에 사용되는 MSG의 농도는 토마토나 파마산 치즈에 천연적으로 존재하는 유리 L-glutamate의 함량에 상응하는 0.1~0.8%로 알려져 있으나(Beyreuther 등, 2007), 소고기뭇국에 사용되는 일반적인 MSG의 농도는 특별히 보

Table 3. Consumer overall liking and sodium contents of beef-radish soup containing various concentrations of salts and MSG

Refined salt (%)	MSG (%)	OL ¹⁾	Na ⁺ contents (mg/kg)
0.50	—	5.30 ^{bc2)}	2,178.75±9.97 ^{a3)}
0.35	0.01	4.97 ^c	1,546.70±5.52 ^d
0.35	0.04	5.58 ^b	1,616.80±1.56 ^c
0.35	0.16	6.31 ^a	1,772.50±18.67 ^b

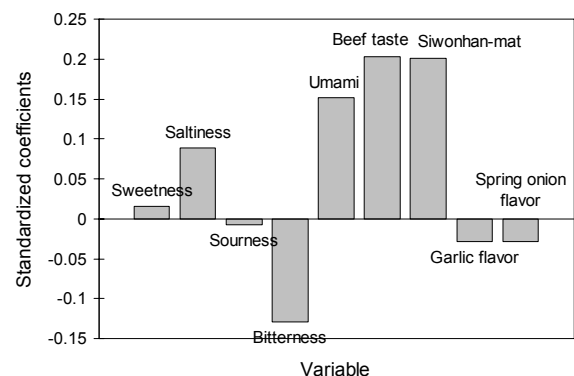
¹⁾Overall liking.²⁾Means with different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$).³⁾Mean±SD.

고된 바가 없고 경험적으로 사용되고 있다. 본 연구에서 사용한 MSG의 농도는 0.1~0.8%보다 낮은 0.01~0.16%를 사용하였는데, 이는 예비실험 결과 0.16% 이상의 MSG를 소고기뭇국 제조에 사용한 경우 고농도의 MSG에서 나오는 역겨운 맛과 쓴맛이 강했기 때문이었다.

평가 결과 0.35%의 소금 농도에 MSG 0.16%를 첨가한 시료의 기호도가 6.31로 가장 높았으며 대조구(소금 농도 0.50%)는 소금 0.35%에 MSG 0.01%, 0.04% 첨가한 시료와 유의적 차이가 나타나지 않았다(Table 3). MSG 첨가에 의한 시료의 기호도 상승은 MSG에서 기여되는 감칠맛이 시너지 효과를 통해 짠맛을 강화시키고 감칠맛이 갖는 구수한맛, 다른 맛들과의 균형감 상승 및 맛의 즐거움 등에 의한 것으로 추측된다(Roininen 등, 1996; Okiyama와 Beauchamp, 1998). Table 3에서 한 가지 흥미로운 부분은 소금 함량을 30% 감량한 시료에 MSG 0.04%를 첨가한 후 대조구와 기호도 차이가 나타나지 않았다는 부분이다. 즉 본 연구에서 사용된 소금 함량 기준으로 제조된 소고기뭇국의 경우 MSG가 시료의 기호도를 동일 수준으로 유지하면서 30%의 나트륨 저감화의 가능성을 보여줬다고 할 수 있다. 객관적인 나트륨 감소 변화 분석을 위해 실제 시료의 나트륨 함량 분석을 실시한 결과, 기호도가 가장 높았던 소금 0.35%에 MSG 0.16% 첨가 시료의 나트륨 함량이 1.773 mg/kg으로 나타나 대조구의 소금 농도(2,179 mg/kg)보다 나트륨 함량이 18.65% 감소하였다. 대조구와 기호도가 동등했던 소금 0.35%에 MSG 0.01, 0.04% 첨가 시료의 경우에는 각각 26%, 29%의 나트륨 함량이 낮게 나타났다.

소고기뭇국의 감각특성 분석

시료의 소비자 기호도 변화에 대한 원인을 규명하기 위해 라타 평가법에 의한 감각특성의 강도 특성 변화를 조사했다. Fig. 1은 MSG를 첨가하지 않은 소금 농도 0.35% 시료의 전반적 기호도와 라타 평가법에 의해 얻어진 특성의 빈도수 결과를 이용하여 전반적 기호도에 영향을 미치는 인자를 탐색하기 위해 PLS 회귀분석을 수행한 것이다. 소고기뭇국에서 고기맛, 시원한맛, 감칠맛, 쓴맛, 짠맛이 전반적 기호도에

**Fig. 1.** Standardized coefficients by PLS regression for beef-radish soup added with 0.35% salt in the absence of MSG.

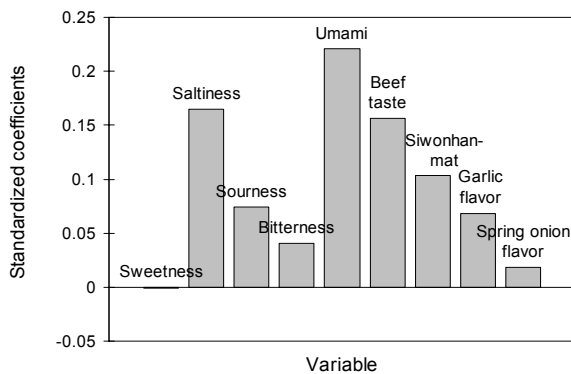


Fig. 2. Standardized coefficients by PLS regression for beef-radish soup added with 0.35% salt in the presence of 0.16% MSG.

영향을 미치는 주요 인자로 나타났으며, 그중 시원한맛, 고기맛, 감칠맛, 짭맛은 기호도에 긍정적인 영향을, 쓴맛은 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 1).

Fig. 2는 소금 농도 0.35%에 MSG 0.16%를 첨가한 시료에 대하여 PLS 회귀분석을 수행한 것이다. MSG 첨가 이후 감칠맛, 짭맛, 고기맛, 시원한맛이 전반적 기호도에 영향을 미치는 주요 인자로 나타났으며, MSG 첨가 후의 주요 인자 모두 기호도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. MSG를 첨가하기 전 결과와 비교했을 때 기호도에 부정적인 영향을 미쳤던 쓴맛의 영향이 감소하였으며, 이는 MSG 첨

가로 인해 소고기뭇국의 쓴맛이 일정 부분 마스킹 된 것으로 추정된다(Adams 등, 1995). 또한, MSG 첨가 후 감칠맛과 짭맛이 주요인자로서의 비중이 더욱 커졌으며, 긍정적인 영향을 미치는 정도 또한 증가하여 MSG가 소고기뭇국의 감칠맛과 짭맛의 향상과 균형을 유도하여 시료의 기호도를 향상시켰음을 알 수 있었다.

Fig. 3은 라타 평가법에 의해 얻어진 특성의 빈도수 결과를 대응분석 하여 나타낸 것이다. Fig. 3A는 MSG 첨가 전 다양한 소금 농도로 제조된 시료의 대응분석 결과이며, Fig. 3B는 대조구와 소금 농도 0.35%에 MSG 0.01%, 0.04%, 0.16%를 첨가한 시료의 대응분석 결과이다. 기호도가 유사하게 높았던 소금 농도 0.50%, 0.45%, 0.40%는 0.35% 시료와 비교 시 시원한맛, 감칠맛 특성에 의해서 영향을 받았다. 이 특성들은 PLS 분석에서 기호도 값에 긍정적인 영향을 미치는 주요 인자였으므로 기호도가 높게 평가되었다고 추측할 수 있다. 반면 기호도에 부정적인 영향을 주는 주요 인자인 쓴맛은 0.35% 시료에 가깝게 위치하여 이로 인해 소비자 기호도가 낮게 평가되었다고 볼 수 있다(Fig. 3A). MSG 첨가 후에는 대부분의 시료가 MSG 첨가 전보다 쓴맛에 멀어진 것이 확인되었으며 시원한맛, 고기맛, 감칠맛에 더욱 가까이 위치하였다. 이는 MSG가 시료의 긍정적인 향미를 강화함으로써 소비자의 기호도를 상승시켰다는 것을 알 수 있다(Fig. 3B).

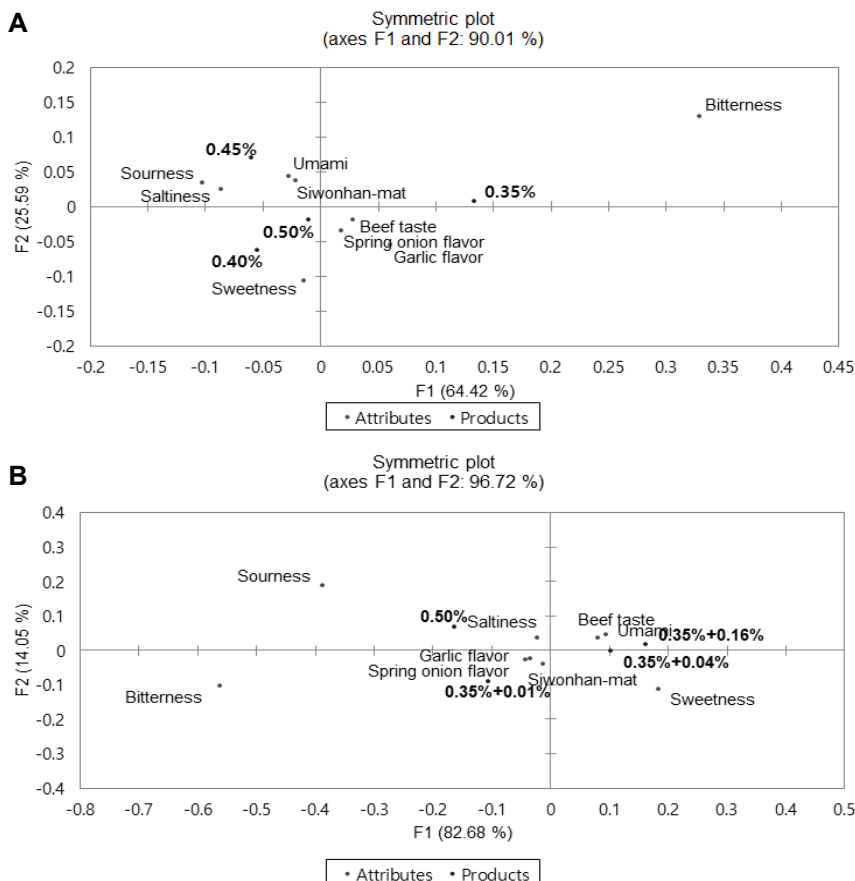


Fig. 3. (A) Correspondence analysis of RATA results for beef-radish soup containing various concentrations of salt, (B) Correspondence analysis of RATA results for beef-radish soup.

Table 4. RATA results according to salt concentrations for beef-radish soup

Refined salt (%)	Sweetness	Saltiness	Sourness	Bitterness	Umami	Beef taste	Siwonhan-mat	Garlic flavor	Spring onion flavor
0.50	38 ^{a1)}	157 ^a	33 ^a	22 ^{ab}	122 ^a	125 ^a	86 ^a	107 ^a	85 ^a
0.45	26 ^a	144 ^{ab}	26 ^a	21 ^{ab}	128 ^a	126 ^a	102 ^a	89 ^a	78 ^a
0.40	36 ^a	118 ^b	22 ^a	12 ^b	103 ^{ab}	118 ^a	88 ^a	98 ^a	87 ^a
0.35	29 ^a	83 ^c	18 ^a	31 ^a	94 ^b	117 ^a	76 ^a	104 ^a	81 ^a

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different by Cochran's Q test ($P < 0.05$).

Table 5. RATA results according to salts and MSG concentrations for beef-radish soup

Refined salt + MSG (%)	Sweetness	Saltiness	Sourness	Bitterness	Umami	Beef taste	Siwonhan-mat	Garlic flavor	Spring onion flavor
0.50	31 ^{b1)}	168 ^a	25 ^a	31 ^a	112 ^b	101 ^b	85 ^a	95 ^a	81 ^a
0.35+0.01	49 ^{ab}	91 ^c	13 ^{ab}	34 ^a	83 ^c	95 ^b	79 ^a	89 ^a	71 ^a
0.35+0.04	62 ^a	110 ^c	13 ^{ab}	11 ^b	129 ^b	110 ^b	83 ^a	88 ^a	73 ^a
0.35+0.16	66 ^a	142 ^b	9 ^b	8 ^b	166 ^a	161 ^a	91 ^a	84 ^a	69 ^a

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different by Cochran's Q test ($P < 0.05$).

Table 4는 MSG가 추가되지 않고 다양한 소금 농도로 제조된 시료의 라타 평가법에 의한 감각특성의 빈도수 결과이다. Table 4에 의하면 소금의 농도가 감량됨에 따라 짠맛과 감칠맛의 강도가 유의적으로 감소하였으나 쓴맛은 증가하는 경향을 나타냈다. Breslin과 Beauchamp(1995)은 소금이 쓴맛을 최대 55%까지 억제할 수 있다고 보고했으며, 본 연구에서 소금 함량이 감소함에 따라 쓴맛의 마스킹 효과가 줄어들어 소비자들이 제품의 쓴맛을 더욱 강하게 감지했다는 것을 알 수 있다. 또한, 소금 농도 0.35% 시료에서 감칠맛이 유의적으로 감소함을 알 수 있는데 MSG가 첨가되지 않은 시료임에도 불구하고 감칠맛이 감소한 이유는 소고기와 무에서 유도된 시료 자체의 감칠맛에 짠맛의 감소가 영향을 끼친 것으로 추정된다.

Table 5는 대조구와 소금 농도 0.35%에 MSG 0.01%, 0.04%, 0.16%를 첨가한 시료의 라타 평가법에 의한 감각특성의 빈도수 결과이다. MSG의 첨가량이 증가(0.01~0.16%)함에 따라 단맛과 짠맛은 유의적으로 증가하였고 신맛과 쓴맛은 감소하였다. 시료의 신맛과 쓴맛이 감소한 이유는 MSG에 의한 향미 마스킹 효과 때문인 것으로 추정된다(Adams 등, 1995).

MSG 첨가에 따른 식품의 짠맛 증가는 많은 연구에서 보고되었다. 짠맛은 MSG 속 감칠맛 성분들이 G-protein coupled receptor에 관여하여 짠맛의 인지 정도를 더욱 강하게 하는 효과가 있기 때문으로 보고된다(Yokotsuka, 1986). Chae 등(2007)은 감칠맛을 내는 MSG에 sodium inosinate를 10% 혼합하였을 때는 5배, sodium guanylate를 10% 혼합하였을 때는 17배 정도의 감칠맛이 더 강하게 나타났다고 보고했다. 또한, 감칠맛은 조리 식품 또는 다양한 향미료 구성된 용액에 첨가되어 소비자의 전반적인 풍미와 선호도를 향상시킬 수 있으므로(Fuke와 Ueda, 1996) 조리식품에서의 감칠맛에 대한 영향은 매우 중요하다. 실제로 MSG를 닭고기 국물에 첨가함으로써 맛의 강도, 지속성, 짠맛, 기호

성이 증가한 연구(Daget과 Guion, 1989), 햄버거, 닭고기 콘소메, 닭고기 누들 스프 등에 MSG를 첨가하여 맛의 강도, 짠맛, 단맛, 신맛, 고기향미 등이 증가한 연구(Yamaguchi와 Kimizuka, 1979) 등 많은 연구가 활발히 진행 중이며 이와 함께 더욱 다양한 식품에의 적용이 필요할 것으로 생각된다.

Table 5에서 한 가지 흥미로운 부분은 MSG 첨가량이 증가할수록 단맛도 함께 증가했다는 것이다. 소금 농도 0.35%에 MSG 0.04% 이상을 첨가한 시료는 대조구와 비교했을 때 단맛이 2배가량 증가하였다. MSG의 감칠맛과 단맛의 상호작용에 대한 연구는 감칠맛과 짠맛의 상호작용에 대한 연구에 비해서 상대적으로 많이 부족하다. 수용액에서의 감칠맛-단맛 상호작용에 대한 연구는 일부 존재하나 조리식품에서의 연구는 특히 부족한 상황이다. Koo(1998)는 수용액 모델 시스템에서 0.8% 농도의 MSG가 10% 농도의 설탕에 혼합되었을 때 단맛이 감소했다고 보고했다. 반면, Fuke와 Ueda(1996)는 낮은 농도의 핵산 성분에 의한 감칠맛이 단맛을 증가시켰다고 보고했다. 감칠맛과 단맛의 상호작용은 아직 명확한 기전이 규명되지 않아 향후 수용액 모델 시스템과 더불어 일반 조리식품에서도 많은 연구가 필요한 상황이다.

요 약

본 연구에서는 MSG의 감칠맛이 소고기국물의 감각특성과 소비자 기호도에 미치는 영향이 조사되었다. 소고기국물에서 MSG를 첨가함에 따라 단맛, 짠맛, 감칠맛, 고기맛이 유의적으로 증가하였고 신맛과 쓴맛은 감소하였다. 전반적 기호도가 가장 낮았던 소금 농도 0.35% 시료에 MSG 0.16%를 첨가한 결과, 가장 기호도가 높았던 0.50% 소금 농도(대조구)보다 전반적 기호도가 유의적으로 높게 나타났다. 이는 MSG 첨가에 의해서 시료의 기호도를 대조구와 동일 수준으로 유지하면서 30%의 나트륨 저감화의 가능성을 보여줬다

고 할 수 있다. 또한, 소금 농도 0.35% 시료에 MSG 0.04% 이상을 첨가한 시료는 대조구와 비교했을 때 단맛이 2배가량 증가하였다. 그러나 본 연구는 소고기묵국에 한정된 연구로 조리식품의 종류에 따라 MSG와 다른 감각특성 간 상호작용이 상이할 것으로 예상된다. 따라서 다양한 조리식품에 MSG를 적용하여 그에 따른 감각특성(짭맛, 단맛 등)과 소비자 기호도에 대한 연구가 지속해서 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Adams SO, Maller O, Cardello AV. Consumer acceptance of foods lower in sodium. *J Am Diet Assoc.* 1995. 95:447-453.
- Ahn S, Park S, Kim JN, Han SN, Jeong SB, Kim HK. Salt content of school meals and comparison of perception related to sodium intake in elementary, middle, and high schools. *Nutr Res Pract.* 2013. 7:59-65.
- Ares G, Bruzzone F, Vidal L, Cadena RS, Giménez A, Pineau B, et al. Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). *Food Qual Prefer.* 2014. 36:87-95.
- Ball P, Woodward D, Beard T, Shoobridge A, Ferrier M. Calcium diglutamate improves taste characteristics of lower-salt soup. *Eur J Clin Nutr.* 2002. 56:519-523.
- Beyreuther K, Biesalski HK, Fernstrom JD, Grimm P, Hammes WP, Heinemann U, et al. Consensus meeting: monosodium glutamate—an update. *Eur J Clin Nutr.* 2007. 61:304-313.
- Bourne LT, Langenhoven ML, Steyn K, Jooste PL, Laubscher JA, Van der Vyver E. Nutrient intake in the urban African population of the Cape Peninsula, South Africa. The Brisk study. *Cent Afr J Med.* 1993. 39:238-247.
- Breslin PAS, Beauchamp GK. Suppression of bitterness by sodium: variation among bitter taste stimuli. *Chem Senses.* 1995. 20:609-623.
- Chae SG, Kim SH, Oh HG, Lee SJ, Jang MH, Choi U. Standard food analysis. Hyoil, Seoul, Korea. 2007. p 494-502.
- Daget N, Guion P. Influence of glutamic acid or its salts on the sensory characteristics of a chicken broth: reduction of sodium intake. *Food Qual Prefer.* 1989. 1:93-101.
- Danner L, Crump AM, Croker A, Gambetta JM, Johnson TE, Bastian SEP. Comparison of Rate-All-That-Apply (RATA) and descriptive analysis (DA) for the sensory profiling of wine. *Am J Enol Vitic.* 2018. 69:12-21.
- Franco-Luesma E, Sáenz-Navajas MP, Valentin D, Ballester J, Rodrigues H, Ferreira V. Study of the effect of H₂S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Res Int.* 2016. 87:152-160.
- FSK (Food Safety Korea). Food nutrient. [cited 2019 Mar 5]. Available from: https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodnutrient/simpleSearch.do?menu_grp=MENU_NEW03&menu_no=2805.
- Fuke S, Ueda Y. Interactions between umami and other flavor characteristics. *Trends Food Sci Technol.* 1996. 7:407-411.
- Giacalone D, Hedelund PI. Rate-all-that-apply (RATA) with semi-trained assessors: An investigation of the method reproducibility at assessor-, attribute- and panel-level. *Food Qual Prefer.* 2016. 51:65-71.
- Green BG, Lim J, Osterhoff F, Blacher K, Nachtigal D. Taste mixture interactions: suppression, additivity, and the predominance of sweetness. *Physiol Behav.* 2010. 101:731-737.
- Ikedo K. On a new seasoning. *J Tokyo Chem Soc.* 1909. 30:820-836.
- Jaeger SR, Kim KO, Lee SM, Hunter DC, Kam K, Chheang SL, et al. Concurrent elicitation of hedonic and CATA/RATA responses with Chinese and Korean consumers: Hedonic bias is unlikely to occur. *Food Qual Prefer.* 2017. 56:130-137.
- KHIDI (Korea Health Industry Development Institute). Industry trends. [cited 2017 Dec 5]. Available from: <https://www.khidi.or.kr/board/view?linkId=148841&menuId=MENU01783>.
- Kim E, Ahn JA, Jang JK, Lee MA, Seo SH, Lee EJ. Consumer perceptions and attitudes towards reducing sugar intake. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2015. 44:1865-1872.
- Kim H. The sensory characteristics of sucrose and salt replacer used in coffee beverage and beef radish soup. Master's thesis. Ewha Womans University, Seoul, Korea. 2006.
- Koo NS. Taste sensitivity and changes in taste intensity with the addition of MSG. *Korean J Hum Ecol.* 1998. 7:197-203.
- Lee YS, Meullenet JF. Comparison of eliminating first order samples for minimizing first serving order bias to data corrections. *Food Sci Biotechnol.* 2010. 19:703-709.
- Lustig RH. Fructose: metabolic, hedonic, and societal parallels with ethanol. *J Am Diet Assoc.* 2010. 110:1307-1321.
- MacFie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J Sens Stud.* 1989. 4:129-148.
- Malherbe M, Walsh CM, van der Merwe CA. Consumer acceptability and salt perception of food with a reduced sodium content. *J Fam Ecol Consum Sci.* 2003. 31:12-20.
- Maluly HDB, Ariseto-Bragotto AP, Reyes FGR. Monosodium glutamate as a tool to reduce sodium in foodstuffs: Technological and safety aspects. *Food Sci Nutr.* 2017. 5:1039-1048.
- Meyners M, Jaeger SR, Ares G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. *Food Qual Prefer.* 2016. 49:1-10.
- Okiyama A, Beauchamp GK. Taste dimensions of monosodium glutamate (MSG) in a food system: role of glutamate in young American subjects. *Physiol Behav.* 1998. 65:177-181.
- Oppermann AKL, de Graaf C, Scholten E, Stieger M, Piqueras-Fiszman B. Comparison of Rate-All-That-Apply (RATA) and Descriptive sensory Analysis (DA) of model double emulsions with subtle perceptual differences. *Food Qual Prefer.* 2017. 56:55-68.
- Reinbach HC, Giacalone D, Ribeiro LM, Bredie WLP, Fröst MB. Comparison of three sensory profiling methods based on consumer perception: CATA, CATA with intensity and Napping®. *Food Qual Prefer.* 2014. 32:160-166.
- Roininen K, Lähteenmäki L, Tuorilla H. Effect of umami taste on pleasantness of low-salt soups during repeated testing. *Physiol Behav.* 1996. 60:953-958.
- Seo Y, Gil B, Kyoung J, Yoo B, Chang Y, Yu S, et al. Effect of environmentally-friendly red clay-processed materials on quality characteristics of eel. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014. 43:287-292.
- Seo Y. Application of a check-all-that-apply method for the evaluation of commercial coffee products. Master's thesis. Dankook University, Gyeonggi, Korea. 2015.
- Sung D, Park JY, Han J, Park Y, Cho MS, Oh S. Effect of combined use of sun-dried salt and monosodium glutamate on sodium concentration in vegetable rice porridge and bean-sprout soup. *J Korean Soc Food Cult.* 2017. 32:52-57.
- Valentin D, Chollet S, Lelièvre M, Abdi H. Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. *Int J Food Sci Technol.* 2012. 47:1563-1578.
- Vidal L, Ares G, Hedderley DI, Meyners M, Jaeger SR. Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies. *Food Qual*

- Prefer. 2018. 67:49-58.
- Yamaguchi S, Kimizuka A. Psychometric studies on the taste of monosodium glutamate. In: Filer LJ, Garattini S, Kare MR, Reynolds WA, Wurtman RJ, editors. Glutamic Acid: Advances in Biochemistry and Physiology. Raven Press, New York, NY, USA. 1979. p 35-54.
- Yamaguchi S, Ninomiya K. The use and utility of glutamates as flavoring agents in food: Umami and food palatability. J Nutr. 2000. 130:921S-926S.
- Yokotsuka T. Soy sauce biochemistry. Adv Food Res. 1986. 30:195-329.
- Yoon DY, Park KM, Lee JH. Characteristics and biological properties of *Pleurotus eryngii* grown on monosodium glutamate-enriched media. Korean Soc Biotechnol Bioeng J. 2010. 25:277-282.
- Youn SJ, Shin JK. A study on the salty enhancing effect in salad dressing using enzymatically hydrolyzed anchovy protein. Food Eng Prog. 2016. 20:259-263.