

글루탐산나트륨(Monosodium glutamate; MSG)의 안전성 이슈에 대한 과학적 고찰:

Scientific review on safety of monosodium glutamate

이 광 원

Kwang-Won Lee

고려대학교 생명공학과

Department of Biotechnology, College of Life Science & Biotechnology, Korea University

1. 서론

독성학 학문의 기초 개념을 내세웠던 16세기 무렵의 Paracelsus는 “모든 것은 독성을 가지고 있다. 단지 적정량(right dose)이 치료약(remedy)과 독(poison)을 구분할 따름이다.”라는 유명한 주장을 하였다(1). 하긴 우리가 매일 마시는 물도 과도한 양을 한꺼번에 섭취하면 생명이 위험하여질 수도, 페니실린의 경우는 적정량을 대상 환자에 투여하면 세균으로 인한 감염을 치료할 수 있기에 이 경우에는 독으로 간주하지는 않는다.

국내에서 상업적으로 유통되는 모든 식품첨가물에 관해서는 식품위생법에 의해 그 품질과 성상 및 안전성에 기준이 마련되어 있으며 이는 식품의약품안전처(식약처)가 자체 시험 및 국외 식

품안전관련 기관과의 비교를 통해 안전성을 보장하고 있으며, 현재의 과학적인 독성 및 안전에 관한 결과를 지속적으로 적용하여 해당 식품첨가물의 일일섭취허용량의 지속내지는 수정에 대한 검증을 하고 있다.

식품안전이라는 이슈에 관하여 우리나라 국민은 상당히 관심이 높다. 이는 선진화 사회로 진입하는 과정에서 나타나는 사회적 발전의 현상이기도 하다. 그중 하나의 사례가 식품첨가물인 L-글루탐산나트륨(L-monosodium glutamate, MSG, 글루탐산나트륨)에 대한 안전성 이슈를 들 수가 있다. 식약처에서는 국내외의 과학적 사실을 근거로 글루탐산나트륨의 유해성에 대하여 ‘안전하다’는 평가를 내린 바 있다(2). 그럼에도 불구하고, 과학적이지 않은 무분별한 비난과 왜곡으

*Corresponding author: Kwang-Won Lee
Department of Biotechnology, College of Life Science and Biotechnology,
Korea University, Anam-Dong, Sungbuk-Gu, Seoul 02841, Korea
Tel: +82-2-3290-3027
FAX: +82-2-927-1970
E-mail: kwangwon@korea.ac.kr

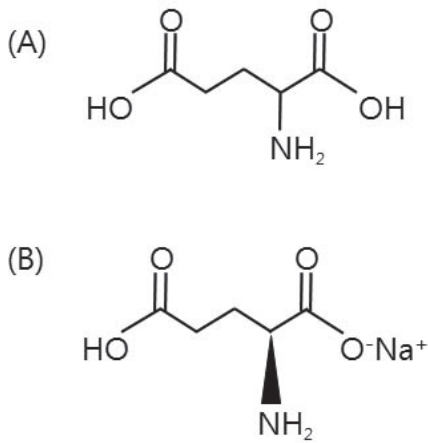


그림 1. 글루탐산(A)과 글루탐산나트륨(B)의 구조

로 소비자를 혼란시키고 사회·경제적으로 심각한 손실과 소모적인 논쟁을 초래하고 있다. 이러한 글루탐산나트륨에 대한 소모적이고 불필요할 수 있는 논쟁이 시정되기를 바라는 입장에서, 글루탐산나트륨의 생리, 신진대사 및 안전성에 중점을 두어 과학적인 고찰을 제공하고자 한다.

2. 글루탐산나트륨의 이화학적 특성

글루탐산나트륨은 IUPAC 명명법에 의해 sodium (2S)-2-amino-5-hydroxy-5-oxo-pentanoate 로 명명되고 아미노산인 L형 글루탐산에 나트륨 1분자가 결합한 물질로서, 88%가 글루탐산이며 12%가 나트륨으로 되어 있다. 분자식은 $C_5H_8NNaO_4$ 이고, 분자량은 169.11이다. 글루탐산나트륨에는 L형과 D형이 있으며 감칠맛을 내는 것은 L형뿐이다. L-글루탐산나트륨은 L-글루탐산이 해리된 형태(-COO⁻)일 때 감칠맛이 나며, 비 해리 상태인 L-글루탐산(-COOH)은 감칠맛이 없다. 사실 글루탐산은 물에 잘 안 녹는데 나트륨이 달라붙어 염의 형태인 글루탐산나트륨이 되면 잘 녹으면서 감칠맛을 내는 것이다.

3. 글루탐산나트륨과 감칠맛

글루탐산나트륨의 역치는 0.014-0.03%이며, 식염의 0.2%, 설탕의 0.5%와 비교하여 맛 향상능력이 우수하다. 단백질은 분자량이 커서 맛을 느낄 수 없지만 아미노산은 분자량이 매우 작기 때문에 소량으로 존재하여도 특유의 맛으로 느낄 수 있다. 따라서 글루탐산나트륨을 사용하면 고기를 사용하는 것 보다 200배 강한 감칠맛을 느낄 수 있다. 소수성의 분자량 3000 이하인 아미노산(valine, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, tyrosine)은 쓴맛을 내며, 염기성 아미노산(lysine, arginine, histidine) 또한 쓴맛을 가진다. 분자량이 적은 아미노산(glycine, alanine)이나, 분자량이 적으면서 친수기(OH)기가 있는 serine, threonine은 단맛을 나타낸다. 친수성이며 분자량이 약간 큰 산성아미노산(글루탐산과 아스파르트산)이 감칠맛을 내며, 특히 글루탐산의 분자구조는 아스파르트산 보다 분쇄 사슬이 긴 구조로 이루어져 있어 감칠맛도 3배 강하다(3).

4. 식품 내 글루탐산

보통 단백질을 구성하는 아미노산의 15% 이상이 글루탐산이다. 우리가 먹는 식품에는 다른 아미노산에 비하여 글루탐산이 압도적으로 많다. 밀 단백질은 40%, 토마토 단백질은 37% 이상이 글루탐산으로 이루어져있다(4). 쇠고기와 우유, 치즈, 요구르트, 달걀 등에 글루탐산이 많이 함유되어 있고, 해수어나 담수어 등의 수산물에도 글루탐산의 함량이 높다. 또한 콩나물, 두부뿐만 아니라 된장, 고추장, 간장 등의 콩 가공식품에도 글루탐산이 많다. 국수, 빵과 같은 밀가루제품과 기호식품인 커피, 코코아에도 단백질 중에서 글루탐산의 비율이 가장 높고 심지어 과일의 단백질 중에서도 글루탐산이 가장 높은 비율을 차지한다. 특히 모유에는 우유보다 단백질은 적으면서 유리 글루탐산은 10배나 많다.

표 1. 단백질에 함유된 글루탐산 비율

단백질 종류	글루탐산(%)	단백질 종류	글루탐산(%)
쇠고기	15.5	밀(글리아딘)	43.7
우유 전지분유	17.8	밀(글루테닌)	35.9
우유 카제인	21.5	옥수수(제인)	31.3
모유	17.0	옥수수 (글루테닌)	12.9
닭고기	15.9	쌀(오리제닌)	14.5
전란	11.9	콩(글리시닌)	19.5
난백 (계란 흰자)	12.7	땅콩(아라킨)	19.5
돼지고기	15.5	커피	34.8
고등어	15.55	포도	14.1
		토마토	37.0

출처: 최낙언, 노중섭. 아무도 알려주지 않는 감칠맛과 MSG 이야기. 리북, p.34. (2013) (4)

고기는 단백질 함량이 많으므로 글루탐산의 양도 많다. 하지만 단백질을 많이 필요로 하는 생물이라 글루탐산의 99%는 단백질 상태로 존재하고 아미노산 상태로 존재하는 것은 1% 수준이다(4). 식물의 경우 단백질의 비율이 낮아서 글루탐산의 양이 적다. 하지만 존재하는 글루탐산의 10% 이상은 아미노산 상태이다. 이것은 동물에 비하여 10배나 높은 비율이다. 샴브샤브 국물에 채소를 넣었을 때 감칠맛을 진하게 느끼는 이유도 여기에 있다. 따라서 인간은 발효 등 분해를 통해서 유리 글루탐산의 비율을 높이거나 천연에서 유리 글루탐산의 비율이 높은 것을 찾아 맛의 원료로 사용했다. 감칠맛을 높이는 가장 효과적인 방법은 단백질을 분해하는 것이다. 미생물의 효소를 이용하여 단백질을 분해하여 감칠맛을 내는 것은 생각보다 아주 오래되었다. 우유의 단백질을 분해한 치즈, 콩의 단백질을 분해한 된장, 간장, 생선의 단백질을 분해하는 젓갈이 대표적이다.

우유는 아미노산 상태로 존재하는 글루탐산의 비율이 0.2%에 불과하다. 그러나 치즈를 만드는

표 2. 식품 재료들의 글루탐산 제공 물질 함량(mg/100 g)

글루탐산	
다시마	2,240
파마산 치즈	1,680
김	1,378
절인 햄	337
에멘탈 치즈	308
토마토	246
체다 치즈	182
패주(조개)	140
녹색 아스파라거스	106
푸른 완두콩	106
양파	51
시금치	48
녹차 엑기스	32
닭	22
대게	19
쇠고기	10
감자	10
돼지고기	9

출처: 최낙언, 노중섭. 아무도 알려주지 않는 감칠맛과 MSG 이야기. 리북, p.41. (2013) (6)

과정에서 충분한 숙성을 통해 미생물에 의해 분해되어야 10% 정도의 비율로 아미노산 상태의 글루탐산이 되는데 비하여, 잘 익은 토마토는 무려 59%가 유리 글루탐산으로 존재한다.

5. 글루탐산의 체내 대사 및 생리 작용

다른 어떤 단백질을 먹어도 우리 몸속에서는 글루탐산이 만들어진다. 글루탐산은 omithine, arginine 등 여러 아미노산에서 생합성된다. α -ketoglutarate는 글루탐산 탈수소효소와 글루탐산-옥살로아세트산 아미노기전달효소에 의해 글루탐산으로 전환된다. 또한 생체 내에서 글루타민 합성효소와 글루탐산-세미알데하이드 탈수소효소 등의 작용에 의하여 다른 물질로 대사된다. 글루탐산은 두 γ -글루타밀 화합물(글루타민 그리고 글루타

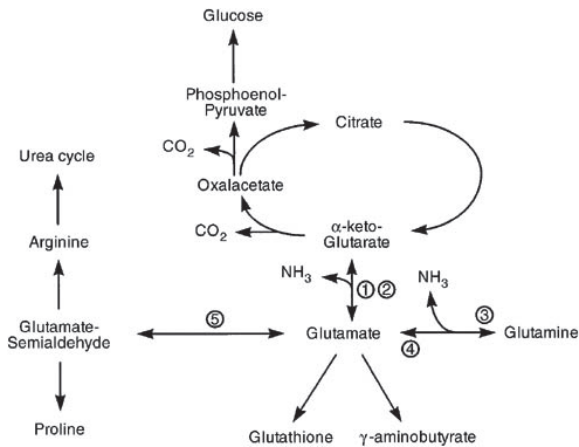


그림 2. 글루탐산의 대사

- ① 탄수화물과 아미노산 대사와 관련있는 글루탐산 탈수소 효소
- ② 글루탐산-옥살로아세트산 아미노기전달효소 (glutamate oxaloacetate transaminase)
- ③ 글루타민 합성효소 (Glutamine synthetase)
- ④ 글루타민 가수분해효소 (glutaminase)
- ⑤ 글루탐산-세미알데하이드 탈수소효소 (glutamate semi-aldehyde dehydrogenase)

티온)의 주요 생화학적 전구체로 작용한다. 글루타민은 세포 내부와 외부에서 일어나지만 글루타티온은 대부분 세포 내부에 국한된다. 특히, 글루타티온은 세포 내의 산화스트레스를 억제하는 물질로 알려져 있으며, 활성 산소종에 의한 세포의 괴사를 억제하며 세포 내에서 항산화 역할을 수행한다.

1) 소장에서의 글루탐산 대사

글루탐산은 장의 주요 산화연료이다. 또한 글루탐산은 글루타티온, 프롤린, 아르지닌 등 생물학적 활성 분자의 중요한 전구체이다.

Windmueller에 의해 진행된 연구에 따르면 랫드를 이용한 실험에서 섭취된 글루탐산나트륨의 일부분만이 장간막 정맥으로 흡수된다고 보고하였다(8). 소장 장세포 안에서 글루탐산은 세포질과 미토콘드리아에서 소장, 대장에서 흔히 발견

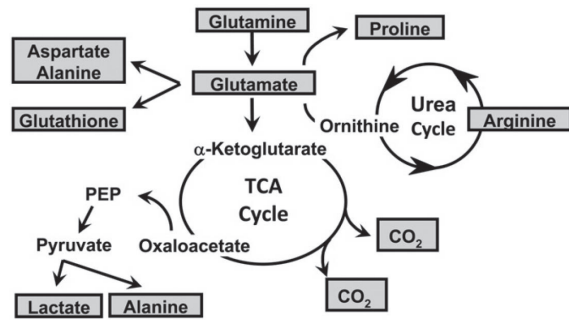


그림 3. 장에서의 식이 글루탐산 대사 분해

출처: Burrin DG, Stoll B. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. *American Journal of Clinical Nutrition*. 90(3):850S-856S. (2009) (7)

되는 aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, branched-chain aminotransferase, glutamate dehydrogenase 효소에 의해 탈아미노기로 이화된다. 포유류에서의 글루탐산의 주요 대사산물은 산화적 탈아미노산 반응 혹은 아미노기 전이반응으로 생성하는 α-케토글루탐산이다. α-케토글루탐산은 TCA cycle에 들어가 이산화탄소와 물로 완전 산화되며 ATP를 생성한다. 생체의 에너지 공급이 충분한 경우는 TCA cycle의 구연산, 사과산을 거쳐 지방산합성, 포스포에놀피루빈산을 거쳐 당 생성으로, 혹은 피루빈산을 거쳐 유산 생성 등에 이용된다. 이외 글루탐산의 일부는 내장의 여러 기관을 통해 글루타민, α-아미노낙산, 플로린 혹은 오르니틴으로 대사된다(9,10).

2) 위에서의 글루탐산나트륨 대사

식이단백질에서 섭취되는 구성 아미노산과 같이 글루탐산나트륨도 단백질분해 소화 직후 소장에서 흡수 대사된다. 하지만 몇몇 아미노산, 특히 식이 글루탐산나트륨은 자유 형태로 섭취되기 때문에 위의 상피점막에 도달했을 때 다른 형식으로 대사될 수 있다. 위 또는 십이지장에 글루탐산나트륨을 투여 시 높아진 장 흡수율은 위 점막을 통한 글루탐산나트륨의 수송 가능성을 제

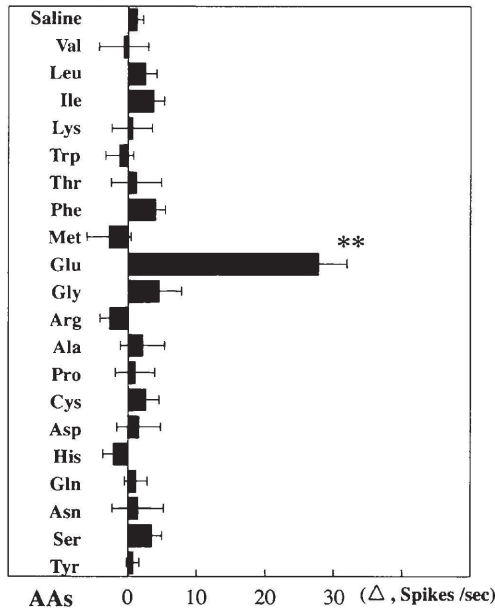


그림 4. 다섯 마리의 랫드에 다양한 아미노산을 주입 하였을 때 평균 위 미주 구심신경(gastric vagal afferent responses)의 반응
출처: Kondoh T, Mallick HN, Torii K. American Journal of Clinical Nutrition. 90(3):832S-837S (2009) (14).

시하고 있다(9). 막 운반체(EAAC-1, GLAST, GLT-1)과 더불어 다른 글루탐산 수용체와 소포수송체(VGLUT1, VGLUT2)가 위 벽에 발견된다(11).

다른 연구진은 글루탐산 수용체가 이온성 수용기를 통해 위산 분비를 제어함을 제시하고 있다(12). 또 다른 연구는 이온성 수용체가 위전정부의 기계 수용 미주신경 반응에 연관됐다고 밝혔다(13). 이 연구들은 위에서의 글루탐산나트륨의 신경 감지가 소화 기능의 제어에 직접적인 역할을 할 수 있다는 것을 시사한다.

3) 글루탐산에 의한 장-뇌 축 활성화 및 에너지 항상성을 위한 생리작용

장에서 L-글루탐산의 수용체와 그것의 세포 전달분자가 발견되었다. L-글루탐산이 장에 있는 수용체를 자극하면 미주 전수 신경섬유(vagal afferent

nerve fibers)와 뇌의 몇몇 부분(대뇌겉질, 기저핵, 돌레계통과 시상하부)이 활성화 된다. 쥐에게 L-글루탐산을 만성적으로 투여한 결과, 지방의 축적이 줄어들어 비만 또한 감소하였고 에너지 소모량이 증가하여 혈장 렙틴 농도가 감소되었다.

몇몇 연구에서는 장 상피세포에서도 구강 세포에서와 같이 감칠맛, 단맛, 쓴맛에 대한 수용체를 동일하게 가지고 있다고 보고하였다. L-글루탐산의 수용체가 장 상피세포에도 발견된다는 것은 이 수용체들이 영양분의 소화, 흡수, 대사를 조절하는 생리적 시스템에 관여한다는 것을 의미할 수 있을 가능성을 제시한다. 장벽을 구성하는 세포에 있는 L-글루탐산의 수용체는 2가지 물질이 알려져 있다. metabotropic L-glutamate receptor type 1은 위에서 펩시노겐을 분비하는 세포인 주세포(chief cells)에 존재한다. 그리고 heterodimer L-glutamate taste receptor는 위, 소장과 대장의 상피세포에서 발견되었다. α-gustducin, phospholipase와 Cβ2를 포함하는 미각 L-글루탐산 수용체의 세포전달 분자는 위에서 언급한 세포들에서 발견된다. 장에 존재하는 미각 L-글루탐산 수용체는 섭취되어 들어온 L-글루탐산을 장의 기질에서 감지하여 이러한 정보를 주변 세포 및 뉴런에 전달하는 역할을 한다.

배 미주 신경(abdominal vagus nerve)은 위, 복강, 간에 걸쳐 분포되어 있으며 각각은 구심과 원심신경을 포함하고 있다. 글루탐산나트륨이 위, 십이지장, 간문맥으로 유입이 되면 위, 복강, 간의 미주 구심 신경을 활성화시킨다. 이러한 결과는 이 장기들(위, 장, 간)에서 L-글루탐산을 감지하는 메커니즘이 존재한다는 것을 의미한다. 3개의 장기 중 위 구심 신경이 글루탐산나트륨에 특히 반응한다. 그러나 위에 다른 아미노산이 주입될 시에는 아무런 변화가 나타나지 않는다. 위 구심 신경의 반응은 글루탐산나트륨 농도에 의존적이었다. 반면 간 구심신경은 간문맥을 통해 전달된 모든 아미노산에 반응하였다.

단백질 섭취 이후 L-글루탐산에 의한 장내 L-



글루탐산 수용체의 활성이 증가하는 것과 이후 구심 미주 섬유의 활성 또한 증가하는 것은 뇌가 단백질을 감지하는 메커니즘을 설명하는 원인이 될 수 있다. 기능적 자기공명(functional MRI)을 사용하여 랫드에 다음과 같은 미각 물질을 투여한 후 뇌의 반응을 관찰하였다. 포도당(단맛), 글루탐산나트륨(감칠맛), 염화나트륨(짠맛). 이러한 물질의 주입은 걸질, 기저핵, 변연계, 시상하부 등을 활성화 시켰다. 이 모든 부분들은 고립계 속의 핵에 의해 미주 정보를 받는다. 특히 중앙 시각전 구역(*medial preoptic area*), 시상하부의 내측 핵, 유상핵은 글루탐산나트륨으로만 활성화되었던 반면, 중경의지핵(*nucleus accumbens*)은 포도당으로만 활성화 되는 것을 확인하였다. 편도체는 포도당과 글루탐산나트륨 둘 다에 활성을 보였고 도피질, 전대상회피질, 해마 등 기타 구역은 글루탐산나트륨, 포도당, 염화나트륨에 의해 활성화 되었다. 앞에서 언급한 각각의 구역은 저마다의 역할이 있는데, 위의 실험에 의한 발견들은 L-글루탐산이 온도조절, 에너지 항상성, 감정적인 행동 등에 영향을 미칠 수도 있다는 것을 제시하였다. 이러한 발견과 더불어 포도당이 아닌 L-글루탐산으로만 활성화되는 뇌의 여러 부분들은 완전 미주 신경 절제술로 제어될 수 있다는 것을 발견하였다(14).

4) 글루탐산나트륨이 신체 에너지 대사에 미치는 영향

동물실험에서 성장기 랫드의 에너지 대사에 경구 글루탐산나트륨 섭취가 미치는 영향에 대한 연구 보고가 있다. 글루탐산나트륨이 음식의 맛을 향상시키기 때문에 글루탐산나트륨 섭취가 음식 섭취량 증가와 비만도에 기여하는지 알아보고자 하는 연구이다. 이 연구에서는 랫드에게 1%(wt:vol) 글루탐산나트륨 수용액(랫드가 가장 선호하는 글루탐산나트륨 농도)과 일반 물이 들어있는 두 물병을 제공했다. 글루탐산나트륨과 물에 자유롭게 접근할 수 있었던 랫드들은 글루

탐산나트륨 수용액에 높은 선호(93-97%)를 보였다. 글루탐산나트륨 수용액을 섭취한 랫드는 물만 섭취한 랫드보다 15주 동안 체중 증가를 감소시켰다. 또한 복부 지방 무게와 혈장 렙틴 농도는 글루탐산나트륨을 섭취한 랫드가 물만 섭취한 랫드보다 낮게 나왔다. 코-항문 길이, 실질체중, 음식 및 에너지 섭취, 혈압, 혈당, 혈장의 인슐린, 트리글리세리드, 콜레스테롤, 알부민, L-글루탐산 수치는 두 그룹 사이에 차이가 없었다. 즉, 글루탐산나트륨 섭취는 체중 증가, 지방 무게, 혈장 렙틴 농도를 감소시킨다. 글루탐산나트륨 섭취가 음식 섭취에 영향을 미치지 않았기에 이러한 결과는 높아진 에너지 소비에 의한 것이라고 결론지을 수 있다(14).

6. 글루탐산나트륨의 안전성

1) 급성독성(Acute Toxicity)

표 3. 마우스 및 랫드에서의 글루탐산나트륨의 급성독성 평가

종	투여경로	LD50 (mg/kg)
마우스	경구	16,200
랫드	경구	19,900
랫드	경구	>30,000

2) 아급성독성(Short-Term Toxicity)

수컷 랫드에 천연 및 합성 L-글루탐산나트륨 및 D-글루탐산나트륨을 20, 200 및 2,000 mg/kg 90일간 경구투여 했지만, 체중증가나 이상 행동을 보이지 않고, 대뇌, 소뇌를 포함한 내장 모든 기관에 육안적·병리조직학적 이상소견을 볼 수 없었다. 또한 14마리의 랫드에 L-글루탐산나트륨을 1일 200 mg씩 주고 미로 시험을 했으나, 학습능력에 이상을 보이지 않았다(15).

38마리의 마우스 중 20마리에 대하여 L-글루탐산나트륨을 생후 1일에서 10일 동안 하루에 2.2-4.2 g/kg 씩 투여하였고 18마리는 대조군으로 지

정하여 9개월간 관찰하였다. 투여된 마우스는 골격이 왜소하지만, 암수 모두 30일에서 150일 동안 대조군보다 중량이 증가하였다. 그러나 대조군보다 사료 섭취량이 적은 것으로 관찰되었다. 또한, L-글루탐산나트륨이 투여된 마우스는 행동이 둔감하였고, 암컷은 임신에 실패했으나, 수컷의 수정 능력은 영향을 받지 않은 것으로 관찰되었다. 실험동물의 해부에서 지방간, 얇은 자궁과 하수체선부에서 보여지는 거대한 지방의 축적은 실험군 전체적으로는 적은 수였다(16).

수컷 랫드에게 물을 자유 섭취시키고, 24% 단백질 함량의 사료를 투여하였다. 21일 후 사료에 고농도의 단일 아미노산 섭취량을 감소시켰으며, 그 결과 심각한 성장 억제를 보였다. 이 영향들은 보충된 아미노산의 종류와 농도에 따라 달라졌다. L-메티오닌은 가장 큰 심각한 성장 억제를 나타내며, L-페닐알라닌과 L-트립토판 및 L-시스테인 역시 심각한 독성을 보였으나, 글루탐산을 포함하여 실험에 이용된 모든 아미노산은 성장에서만 조금씩 영향이 나타나거나 전혀 나타나지 않았다. 성장 억제는 표준 이하의 사료섭취나 특정 독성이 있는 아미노산에 기인하는 것으로 생각되며 식이아미노산의 독성과 혈중 아미노산의 농도와는 직접적인 상관관계가 있는 것으로 나타났다(17).

3) 만성독성(Long-Term Toxicity)

800마리의 수컷 마우스를 이용하여 L-글루탐산나트륨, D/L-글루탐산나트륨, L-글루탐산을 사료 중에 각 1%, 4%(6 g/kg 체중에 상당한다.) 혼입하여 2년간의 장기사육실험을 하였다. 육안검사, 혈액검사, 조직학적 소견은 모두 정상이며, 발암성도 보이지 않았다(18).

600마리의 랫드를 이용하여 마우스와 마찬가지로 2년간 시험하였다. L-글루탐산나트륨, DL-글루탐산나트륨, L-글루탐산을 각 0.1%, 4% 함유사료를 조제하여 1군 75마리(♂, ♀), 대조군 150

마리(♂, ♀)를 사육하였다. 체중증가, 사료섭취량, 혈액검사, 혈중 글루탐산 농도는 경시적으로 분석하고, 또한 실험 중 사망한 랫드 및 2년간의 시험 종료 후 랫드 모두에 대한 육안검사, 혈액검사, 조직학적 검사를 실시한 결과, 어느 화합물에 대해서도 조금도 이상이 나타나지 않았다(19).

랫드에 0, 0.6, 1.25, 2.5, 5.0%로 사료에 섞어 투여한 발암성 시험에서, 2.5 및 5.0%군에서 암수 모두 뇨중의 pH 및 나트륨이온의 증가, 칼슘이온의 감소가 보였지만, 신장, 방광을 포함한 모든 기관에 어떠한 종양성 병변도 보이지 않았다(20).

4) 생식독성(Reproductive Toxicity)

15마리의 임신한 토끼에 임신 1-15일 동안 경구로 25 mg/kg의 L-글루탐산나트륨을, 9마리에 대해 동량의 L-글루탐산나트륨을 투여하였고, 11마리에 대해 대조군으로서 생식식염수를 투여하였다. 수태율, 새끼수, 이상임신 등에 대해 대조군과 피투여군과의 사이에 유의적인 변화는 없었다. 207마리의 새끼에 대해, 육안검사 및 골격검사서 기형은 전혀 보이지 않고, 내장기관 중량, 현미경 검사에서도 이상은 보이지 않았다. 그리고 0.1, 0.825, 8.25%의 L-글루탐산나트륨 함유 사료를 각 군 수컷 16마리, 암컷 24마리의 토끼에 교미 전 2-3주간 및 교미 후 30일간 투여했지만, 양친 및 새끼에 대해 육안검사 및 골격검사서 이상은 보이지 않았다(21). 0%, 0.1%, 0.4%의 L-글루탐산나트륨, D/L-글루탐산나트륨 또는 L-글루탐산을 7개월 동안 토끼에게 투여하고 암컷 4마리와 수컷 1마리를 교미시켰고, 모든 그룹에서 교미 횟수와 같은 수의 새끼를 얻었으나 서로 잡아먹는 행위 때문에 오로지 15-20%만이 생존하였다. 9개월과 11개월의 4마리 암컷과 1마리 수컷의 다른 그룹의 교미에서 번식력에 관한 것에는 아무런 이상이 발견되지 않았다. F1세대는 10개월에 교미하여, 대부분의 그룹에서 F2세대는 생산되었으나, 0.1와 0.4% L-글루탐산 투여군



에서만 F3과 F4세대가 출산되었으며, 출생률의 손실은 발견되지 않았다(18).

랫드 및 마우스에 대해서도 최기형성은 보이지 않고, 번식성상의 이상도 볼 수 없었다. 임신한 랫드에게 6-15일 또는 15-17일 동안 7 g/kg day의 L-글루탐산나트륨을 구강으로 투입하였으나 새끼의 이유기까지 아무런 이상이 발견되지 않았다. 성숙기의 육체적 성장은 정상적인 것이 보였다(22). 임신 첫날이 시작되는 2마리 암컷 랫드에게 L-글루탐산나트륨을 4 g/kg 체중으로 투여하였을 때, 임신과 수유에 아무런 영향이 없었다. 2개의 그룹은 L-글루탐산나트륨이 투여된 부모가 키우고, 1개의 그룹은 L-글루탐산나트륨이 투여되지 않은 부모에 의해서 키워졌을 때, 수유기간(20일) 동안 L-글루탐산나트륨이 투여된 부모에 의하여 키워진 새끼 그룹은 220일 동안 L-글루탐산나트륨이 5 g/kg이 투여되었다. 부모들은 336일 동안 L-글루탐산나트륨을 4 g/kg 체중으로 투여하였을 때, 모든 그룹에서의 성장과 발정 주기에 아무런 영향이 관찰되지 않았으며, 모든 새끼 그룹이 정상적이었고, 성장률, 성적 성숙 시기, 발정 주기 및 출생률은 정상으로 나타났다(23).

5) 유전독성(Genotoxicity)

S. typhimurium TA98, TA100, TA1535, TA1538을 이용한 복귀돌연변이시험에서 S9의 첨가여하에 관계없이 음성이었다.

6) 특수독성(Special Toxicity)

유약(幼若)동물에 대한 영향 : 마우스의 신생새끼에 대량의 L-글루탐산나트륨을 피하주사하면, 망막(체중 kg당 4 g 이상 투여 시), 혹은 뇌시상하부(체중 kg당 0.5 g 이상 투여 시)의 일부에 병변이 일어나는 것이 각각 보고되고 나서 병리조직, 성장 및 생식기능상의 영향(비만·불임 등)에 대해 검토하였다. 이 병변은 유약(幼若)마우스,

랫드 등 설치류 동물에서 보이지만 성숙함에 따라 잘 일어나지 않게 된다. 개, 원숭이와 같은 고등동물에서의 병변은 확인되고 있지 않다. 병변의 유무에는 투여경로의 영향이 크고, 지금까지 병변을 보인 것은 비 경구투여, 혹은 강제경구투여에 한정되어 있다. 식이혼입 혹은 음료수 혼입으로 자유섭취 시킨 경우는 가장 감수성이 높은 마우스가 대량의 L-글루탐산나트륨을 섭취해도, 뇌, 망막의 변화는 없고, 또한 성장, 발육, 번식상의 이상도 조금도 보이지 않았다.

7) 사람(Observation in Humans)

미국 보스톤 근교의 중화요리점에서 식사 후 특정한 일과성 증상(목에서 팔까지의 경련감, 전신 나른함 등)이 나타났다고 로버트 호만 콕(Kwok)이 보고한 이후 중국 음식점 증후군이란 이름이 붙었다. 그 후 본 증상은 완탕 수프에 다량으로 사용된 L-글루탐산나트륨이 원인이 아닌가 의심되어 다양한 임상시험을 실시하였다. L-글루탐산나트륨에 의한 증상은 공복 시에 다량의 L-글루탐산나트륨을 먹은 후, 15-25분이 지나 일부 과민한 사람에 작열감, 안면압박감, 흉통이 생기고 약 1시간 이내로 낫는다고 보고하고 있다. 이 증상은 주관적·일과성의 것으로 혈압, 심박, 심전도, 혈중 글루탐산 농도 등 객관적 지표상의 변화는 보이지 않았다. 이중맹검법에 의한 엄밀한 검토결과에서는 3.0~4.4 g의 글루탐산 섭취에서는 발증과 L-글루탐산나트륨에 섭취와의 관련은 보이지 않는다. 56명(30 남자, 26 여자)이 공복에 L-글루탐산나트륨을 섭취했을 때의 연구에서 작열감, 얼굴과 가슴압박의 증상이 보였으며 몇몇 사람들에게서는 두통도 발견되었다. 증상은 15-25분후에 나타났으면 36명의 최소 증상의 용량범위는 1.5-12 g이었다. L-글루탐산나트륨, L-글루탐산, DL-글루탐산 3-5 g 섭취로 유사한 영향이 나타났지만, L-글루탐산나트륨이 나 다른 L-아미노산에서는 아무런 영향이 나타

나지 않았다. 25-125 mg의 L-글루탐산나트륨을 섭취한 13명에게는 20초 후에 위와 같은 증상이 나타났다. 나타난 증상 중 작열감의 경우에는 유전적인 요인은 없는 것으로 사료된다(24). 또 다른 연구에서는 건강한 61인의 남자를 대상으로 L-글루탐산나트륨을 각각 2.2 g, 4.4 g 및 8.7 g 섭취했으며 식후 30분 후 그룹과 단식한 군을 대상으로 관찰하였다. 식후 30분 후 군의 실험에서는 위와 효과와 유사하였으며, 빈 속의 경우에는 고농도의 L-글루탐산나트륨 투여군에서 동시에 두 가지 증상이 발생하였으나, 세 가지 증상이 동시에 나타난 사람은 없었다. 각 그룹에서 혈중 글루탐산 수치 증가에 대한 차이는 없었다. 또한 혈액의 나트륨 함량과 측정된 모든 인자들은 각 그룹에서 아무런 변화를 보이지 않았다. 이중맹검법과 교차 기술에 의한 연구에서, L-글루탐산나트륨이 18-24세의 건강한 24명에게 투여되었는데, 쇠고기 액 150 mL에 3 g의 분량을 점심시간에 투여했다. 대조군과 실험 대상군에서는 특별한 차이를 보이지 않았으며, 대조군과 L-글루탐산나트륨 투여군 어디에서도 전형적인 중국 음식점 증후군 같은 화상느낌을 어느 누구도 경험하지 못하였다(25).

8) 글루탐산나트륨이 뇌손상에 부정적 영향에 대한 과학적 안전성 검토

뇌에서 글루탐산은 단백질과 에너지 대사에서 신경전달물질로서 작용한다. 신경전달물질은 신경말단에 저장되고 신경세포에 의해서 근육이나 내분비 세포(endocrine cell)와 같은 타겟 세포나 다른 신경세포를 저해 또는 활성화시키는데 사용된다. 글루탐산나트륨의 다량 섭취가 뇌기능에 부정적인 영향을 줄지도 모른다는 것이 워싱턴대학교 John Olney에 의해 1960년대 말부터 제기되었다. Olney는 쥐에 주입 또는 강제 경구 투여를 통한 글루탐산나트륨 유도 뇌 병변의 가능성에 대해 실험하였다. Olney는 태어 난지 2일에

서 9일된 쥐의 피하에 글루탐산나트륨을 피하주사 하였다. 주입된 글루탐산나트륨의 양은 0.5 g/kg에서 4 g/kg까지 다양한 농도였고 이것은 뇌손상을 비롯하여 다양한 물리적 영향을 미쳤다(26). 그러나 이 실험에 사용된 글루탐산나트륨의 투여용량은 극심히 높았고 쥐에 주입하는 방법도 강제로 먹였기 때문에 사람이 글루탐산나트륨을 섭취하였을 시에는 재현되지 않을 것들이었다. 흥미롭게도, 많은 양의 글루탐산나트륨을 식이에 첨가하였을 때의 연구결과가 재현되지 못하였다. 대신에, 식품 중 글루탐산나트륨의 정상적 섭취에 대해 연구한 결과 보통 섭취되는 양보다 5,000배나 많은 양인 40 g/kg body weight를 섭취하였어도 뇌에 해로운 영향이 나타나지 않았다(27). Olson의 초기 연구는 많은 양의 글루탐산나트륨을 성인 사람과 게르빌루스쥐에 섭취해 보는 실험이었다. 이 실험에서는 하루에 글루탐산나트륨이 하루에 147 g이 포함된 식이를 최대 42일 동안(정상적 섭취보다 200배 높은 양) 섭취한 11명의 성인 사람이 동원되었다. 실험기간동안 연구자들은 어떠한 부작용의 징후를 관찰하지 못하였고 또한 어떠한 신경학적 변화를 나타내지 않았으며 경구로 섭취되는 글루탐산나트륨의 높은 복용량은 용인할 수 있다는 결과를 냈다(28). Takasaki와 그 연구진은 쥐에게 글루탐산나트륨을 식품과 함께 경구로 주입하였을 때의 플라즈마 글루탐산(plasma glutamate)은 비슷한 용량을 식품 없이 주입하였을 때보다는 증가하는 양이 현저히 줄었다. 연구진들은 임신한 쥐, 어린 쥐 그리고 수유를 하는 쥐에게 식이에 섞어 글루탐산나트륨을 14, 42 그리고 42.8 g/kg 체중의 농도로 각각 먹였으나 뇌손상은 관찰되지 않았다. 게다가, 많은 양의 글루탐산나트륨이 포함된 식이를 먹은 쥐의 플라즈마 글루탐산 레벨은 뇌손상을 유도하기 위해 필요한 양보다 훨씬 적었다. Takasaki와 그의 연구진은 식이 속 글루탐산나트륨은 뇌에 끼치는 급성 또는 만성적 부정적 영향을 유발하지 못한다는 결론을 내렸다



(29). William Pardridge는 식이로 섭취된 글루탐산나트륨은 뇌에 들어오지 못하는데 그 이유는 혈액-뇌 장벽이 글루탐산과 같은 산성의 아미노산에 대한 운반계를 유지하기 때문인데, 이 시스템은 효과적으로 뇌로부터 글루탐산의 순환을 차단하는 역할을 한다고 하였다. Pardridge는 또한 뇌의 글루탐산의 수치는 플라즈마 글루탐산 수치가 변화한다 하더라도 오르거나 떨어지지 않는다는 것을 보였다. Pardridge의 관찰결과를 입증하기 위해, 런던 정신의학회의 Brain Meldrum은 아미노산이 신경장애를 유발할 수 있는 흥분 독소로서 역할을 한다고 보고하였다. 다양한 분야에서 수많은 연구들을 검토한 후에 그는 글루탐산나트륨의 식이적인 섭취는 사람에게 신경병리학적 질환을 유발하지 않는다고 결론을 내렸다(30). Meldrum은 혈액-뇌 장벽과 글루탐산에 대한 신경교(glial)와 뉴런의 강력한 흡수 시스템은 뇌에서 세포 밖의 글루탐산의 농도가 낮게 유지되도록 도와준다고 보고하였다(31). 1994년, 피츠버그 대학교의 John Fernstorm 교수는 식품섭취와 글루탐산나트륨과 같은 산성의 아미노산의 섭취가 신경전달물질의 형성과 뇌기능에 주는 영향력과의 어떠한 상관관계를 가지는지를 확인하였다. Fernstrom은 글루탐산이 신경전달물질로 작용하는 동안은 그것은 순환시스템으로부터 뇌로 접근을 하지 못한다는 것을 지적하였다. 20개의 발간된 연구 자료들을 검토한 후, 펜스톤은 많은 과학적 증거에서 식이로 섭취되는 글루탐산나트륨은 정상적인 뇌 기능에 해로운 영향을 미치지 않는다는 사실을 증명한다고 하였다. 텍사스 기술 대학교의 Quentin Smith는 혈액-뇌 장벽이 순환시스템의 글루탐산의 농도와는 무관하게 뉴런의 글루탐산 농도를 유지하는데 있어서 사람의 건강에 중요한 역할을 한다는 것을 밝혔다(32). 장벽 아미노산 수송계에 대한 연구결과에 의해, 미래의 연구는 사람의 질병을 다루기 위한 진보된 방법이 다수 제시될 전망이다. 식품 속 글루탐산나트륨의 섭취는 뇌기능에 부정적 영

향을 주지 않거나 공공보건에 위해를 가하지 않는다고 많은 과학적 근거에 의해 뒷받침되었다. World Health Organization's Food Additive Series에서의 내용에 따르면, 글루탐산나트륨은 돌연변이를 유발할 가능성이 적으며 “생식독성 또는 암을 유발한다.”라는 과학적 증거가 부족하다고 한다. 이러한 증거들은 또한 1995년 FASEB의 리포트에 의해서 지지받았다. FASEB는 글루탐산나트륨 소비가 어떠한 만성적 신경학적 문제(알츠하이머나 Lou Gehrig's disease)들을 유발한다는 증거가 없다고 보고하였다(33).

7. 글루탐산나트륨 안전성 평가 결과

1) 선진국의 글루탐산나트륨 안전성 평가 결과

표 4. 선진국의 글루탐산나트륨 안전성 평가 결과

나라	안전성 평가 결과
미국 (FDA)	다양한 동물실험 결과, 특정 유해성 및 독성이 발견되지 않음
유럽 (EFSA)	다양한 동물실험 결과, 특정 유해성 및 독성이 발견되지 않음
JECFA	다양한 동물실험 결과, 특정 유해성 및 독성이 발견되지 않음
캐나다	글루탐산나트륨의 사용은 소비자들에게 건강상의 위해를 끼치지 않음
호주/뉴질랜드	글루탐산나트륨은 안전한 식품첨가물로 판단함

(1) 미국(FDA)

FDA는 식품에 첨가한 글루탐산나트륨을 GRAS (Generally recognized as safe)로 규정하였다. 비록 많은 사람들이 스스로가 글루탐산나트륨에 민감하다고 하고 있지만 여러 연구에서 글루탐산나트륨에 대한 안전성을 연구한 결과, 연구진들은 글루탐산나트륨이 반응을 유발할 가능성이 없다고 보고 하였다. 수년 동안 FDA는 글루탐산나트륨 섭취 후에 두통, 구토와 같은 질환이 나타난다는 보고를 받아왔지만, 글루탐산나트륨

이 이러한 증상을 유발한다는 것에 대해 인정하지 않았다. 이러한 부정적인 효과는 FDA로 하여금 1990년대에 Federation of American Societies for Experimental Biology라는 독립적 과학연구 기관을 설립하여 글루탐산나트륨의 안전성을 확인하였다. 3 g 또는 그 이상의 글루탐산나트륨을 식품 없이 섭취한 사람들에게는 단기적, 일시적 증상들이 나타났다. 그러나 식품에 포함되어있는 글루탐산나트륨의 양은 보통 0.5 g 이하이다. 따라서 식품 없이 3 g 이상의 글루탐산나트륨을 섭취하는 것은 일반적이지 않으므로 글루탐산나트륨은 안전하다고 인정하고 있다(34).

(2) 유럽(EFSA)

마우스, 랫드, 개를 상대로 진행한 글루탐산나트륨의 섭취로 인한 급성, 아급성 및 만성 독성 연구에서 글루탐산나트륨으로 인한 특정 독성 영향은 나타나지 않았으며, 발암이나 유전 독성 가능성에 대한 어떠한 증거도 발견하지 못하였다. 또한, 마우스, 랫드, 토끼, 원숭이를 대상으로 수많은 생식과 기형에 대한 연구를 하였지만 그들의 자손에 해로운 영향을 끼치지 않는다는 사실을 밝혔다. 그리고 글루탐산나트륨을 과다용량으로 섭취하게 하였을 때, 뇌 질환이 발생하지 않은 것 또한 확인하였다. 1인당 글루탐산나트륨 3 g의 섭취 후에, 인간의 급성반응의 일부는 글루탐산나트륨이 포함되지 않은 다른 음식을 섭취하였을 때도 관찰이 되었다. 따라서, 다양한 동물실험을 바탕으로, 글루탐산나트륨의 섭취는 아무런 유해성 및 독성을 주지 않는다는 것을 입증하였다. 관련 위원회는 글루탐산나트륨의 정상적인 식이 섭취의 관점에서의 데이터를 기준으로 하여 'group ADI not specified'(1일섭취허용량; ADI가 특정되지 않은 그룹) 라고 정하였다(35). 이는 글루탐산나트륨이 안전한 식품첨가물이므로 일반적인 식이 내에서는 아무리 많은 양을 사용하더라도 문제가 없는 것으로 인정되고 있다.

(3) JECFA

글루탐산과 이것의 암모늄, 칼슘, 나트륨, 칼륨염은 유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)에서 공동으로 설립한 식품첨가물전문가 위원회인 JECFA에 의해 1987년에 안전성이 평가되었다. 특히 관련 실험 독물학 데이터와 인체대상 연구 결과와 함께 글루탐산나트륨의 대사작용과 약물동태에 대한 데이터를 검토하였다. JECFA가 검토한 독물학적 데이터베이스는 대단히 광범위하여 랫드와 마우스, 개에서의 급성, 아만성 및 만성 유독성 연구를 포함하였으며 여기에는 생식 독성과 기형학에 관한 연구도 포함되었다.

안전성 평가 결과 글루탐산나트륨의 혈중 농도는 섭취량과 비례하지만 음식과 같이 섭취하면 탄수화물의 대사를 통하여 글루탐산나트륨의 혈장 농도가 낮아진다고 보고되었다. 또한 화학, 생화학, 독성학에 관한 연구 결과 인체에 어떠한 위대한 영향도 주지 않았다.

글루탐산나트륨의 소화가 유아에 미치는 영향에 대한 연구결과, 모유에서 글루탐산나트륨 섭취와 모유 속 글루탐산나트륨 함량 상승이 관련되어 있지 않으며 태반 장애물을 통과하지 못한다고 보고되었다. 유아도 글루탐산에 대해 어른과 유사한 대사작용을 한다고 보고되었다. 즉, 성인뿐만 아니라 유아에도 위대한 요소는 발견되지 않았다. 그러나 JECFA는 영아의 음식에 어떠한 식품첨가물이라도 첨가하는 것은 조심히 접근해야한다는 의견을 표했다.

글루탐산나트륨이 중국음식점 증후군과 특이적 과민성에 관여 되어있다는 것을 입증하지 못했기 때문에, JECFA는 글루탐산과 이것의 염에 인체안전기준치인 1일 섭취허용량(ADI)을 별도로 정하고 있지 않은 NS(Not Specified)로 정하였다(36).

(4) 캐나다

글루탐산나트륨의 안전성은 Health Canada를 포함한 관리 당국과 전 세계적 과학자들에 의해 확인되었다. 그러나 글루탐산나트륨을 섭취



하는 몇몇 소비자들은 알리지 형태의 반응이나 과민증을 보이기도 한다. 이러한 사람들에게는 글루탐산나트륨이 포함된 음식을 섭취한지 20분이 지났을 때 작열감, 안면압박감, 두통, 메스꺼움 등의 증상이 나타나고 이러한 증상은 2시간이 지나면 없어진다. 이러한 반응들은 일시적이며 심각한 부작용으로 여겨지지 않는다. 이러한 반응에 충분히 영향을 받을 만한 민감한 사람들에게는 이 물질이 포함된 음식을 섭취하는 것을 자제하라는 경고를 하고 있다. 따라서, '일반적으로는 글루탐산나트륨은 소비자들에게 건강의 위험을 불러일으키지 않는다'라고 입증하였다. JECFA(1987)와 FASEB(1995)에서 평가한 결과, 글루탐산나트륨의 사용은 소비자들에게 건강상의 위해를 끼치지 않는다고 하였으며, Health Canada 과학자들도 이러한 결과에 동의하였다. 또한, 글루탐산나트륨이 포함된 식품을 섭취하는 것이 사람의 비만과 관련이 있다는 어떠한 과학적 증거를 얻지 못하였다(37).

(5) 호주/뉴질랜드

FSANZ에서 1997년 번역 및 알리지 전문가들을 통해 연구한 결과, 글루탐산나트륨이 심각한 질병이나 사망을 일으키는 데에 중요한 요인이라는 설득력 있는 증거는 없다고 판단하였다. FSANZ는 또한 JECFA(1987)와 FASEB(1995)에서 평가한 결과에 동의하였으며, 중국 음식점 증후군(CRS) 및 여러 질병과 글루탐산나트륨과의 연관성을 증명하지 못했다. 식품 섭취 없이 글루탐산나트륨만을 고농도(≥ 3 g)로 섭취한 소수의 사람들에게 CRS와 같은 증상이 유발될 수 있지만 그런 증상들은 지속적이거나 심각하지 않았고 글루탐산나트륨을 식품과 같이 섭취하였을 때 증상이 완화되는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 글루탐산나트륨이 천식환자에게 기관지경련을 유발하는 것과 같은 더욱 심각한 악영향을 유발하는 요인이 아닌 것으로 밝혀졌다. 즉, 글루탐산나트륨은 안전한 식품첨가물로 판단되어 ADI

에 대한 규정은 없다(38).

2) 국내 식약처의 글루탐산나트륨 안전성 평가 결과

식약처에서는 국내외의 과학적 사실을 근거로 글루탐산나트륨의 유해성에 대해 '안전하다'는 평가를 내렸다. 식약처에 따르면 유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)에서 공동으로 설립한 식품첨가물전문가위원회(JECFA)에서의 독성평가 결과, 글루탐산나트륨의 1일섭취허용량(ADI)을 별도로 정하고 있지 않으며 즉, 평생 섭취해도 관찰할 수 있는 유해 영향이 나타나지 않는다는 의미로서, 일부 사람에게서 일시적으로 후두부 작열감, 가슴압박, 메스꺼움, 두통 등 과민반응이 일어나는 것은 글루탐산나트륨의 함유 식품 섭취와 상관없다는 것이 WHO의 발표라고 식약처에서 밝혔다(39).

8. 결론

최근 25년간 끊이지 않았던 글루탐산나트륨에 대한 안전성 논란은 우리사회에 많은 파장을 낳았다. 우리나라 글루탐산나트륨 생산량 감소로 인한 조미료 산업의 해외 경쟁력 약화는 글루탐산나트륨 해외시장을 일본에게 넘겨주게 되는 원인이 그 동안 발생한 글루탐산나트륨 안전성 논란과 전혀 무관하지 않을 것이다.

글루탐산나트륨 소모성 논란은 국내 소비자로 하여금 글루탐산나트륨 기피정서를 만들어 냈다. 이에 덩달아 국내 식품산업은 소비자의 글루탐산나트륨 기피정서를 이용해 자신들의 차별화 마케팅에 이용함으로써 소비자들에게 근거 없는 불안감을 확산시켰다. 안전성이 입증된 글루탐산나트륨에 대한 "글루탐산나트륨 무첨가" 표시는 마치 글루탐산나트륨이 불량한 식품첨가물인 것처럼 소비자들을 호도하기 때문에 이러한 불안을 초래할 수 있다. 'MSG(글루탐산나트륨)가 들어 있지 않습니다'이렇게 광고하는 이른바 '무

첨가 마케팅'이 있어왔다. 아무래도 '무첨가'라는 말을 들으면 좋게 느껴진다. 그런데 상당수 식품은 HVP라는 물질을 넣어 감칠맛을 내고 있다. HVP는 '식물성단백질 가수분해물'이라고 물질로 콩단백질을 산을 이용해 아미노산으로 쪼갠 것인데 당연히 글루탐산이 많다. HVP가 맛을 내는 효과는 글루탐산과 식염 덕분이며 HVP는 글루탐산을 대략 9~12% 포함하고 있으므로 'MSG 무첨가'라고 하지만 실제로는 MSG의 근본성분인 글루탐산을 통하여 맛을 내는 것이므로 소비자를 현혹하는 셈으로 볼 수 있다. 그래서 식약처는 'MSG무첨가'라는 표기는 글루탐산이 전혀 검출되지 않은 식품 외에는 사용할 수 없도록 관련 규정을 개정했다.

소비자단체들의 잘못된 정보와 판단이 우리사회에 엄청난 경제적 손실과 식 부담을 줄 수 있다. 글루탐산나트륨뿐만 아니라 신기술에 의한 식량생산이나 가공 방법에 대해서 정부와 기업, 식품전문가들이 국민에게 올바른 정보를 적극 제공하여 더 이상 근거 없이 막연한 불안감이 확산되지 않도록 노력해야 한다. 국민들은 우리사회의 식품안전성 이슈에 대해 감정적이고 정서적인 접근보다는 과학적이고 합리적인 관점에서 바라볼 필요가 있다. 특히, 식품첨가물이나 신기술에 대한 안전성 문제는 정부, 시민단체, 학계, 식품업계가 함께 논의하고 대책을 마련하는 체계가 마련되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Paracelsus, PG, Defensiones S. Die Selbstverteidigung eines Ausenseiters. Schwabe (2003)
2. 식품의약품안전처. L-글루타민산나트륨에 대하여. 첨가물기준과, (2010) Available from <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=675&seq=11961&cmd=v>.
3. 최낙언. 화학조미료? MSG 유해성 주장은 물의 유해성 주장과 같다. (2013) Available from <http://seehint.com/Hint.asp?md=201&no=11157>.
4. 최낙언, 노중섭. 아무도 알려주지 않는 감칠맛과 MSG 이야기. 리뷰, p34 (2013)
5. 최낙언. 맛의 원리. 리뷰. p20 (2015)
6. 최낙언, 노중섭. 아무도 알려주지 않는 감칠맛과 MSG 이야

- 기. 리뷰, p41 (2013)
7. Burrin DG, Stoll B. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* 90(3): 850-856 (2009)
8. Windmueller HG, Spaeth AE. Intestinal metabolism of glutamine and glutamate from the lumen as compared to glutamine from blood. *Arch. Biochem. Biophys.* 171(2): 662-672 (1975)
9. Lambert BD, Filip R, Stoll B, Junghans P, Derno M, Hennig U, Souffrant WB, Pierzynowski S, Burrin DG. First-pass metabolism limits the intestinal absorption of enteral α -ketoglutarate in young pigs. *J. Nutr.* 136(11): 2779-84 (2006)
10. Lambert BD, Stoll B, Niinikoski H, Pierzynowski S, Burrin DG. Net portal absorption of enterally fed alpha-ketoglutarate is limited in young pigs. *J. Nutr.* 132(11): 3383-86 (2002)
11. Falalyeyeva T, Beregova T. Role of peripheral glutamate receptors in regulation of gastric secretion and motor function of stomach. *J. Pre-Clin. Clin. Res.* 1(2): 107-11 (2007)
12. Covasa M, Ritter RC, Burns GA. NMDA receptor participation in control of food intake by the stomach. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 278(5): R1362-R1368 (2000)
13. Sengupta J, Petersen J, Peles S, Shaker R. Response properties of antral mechanosensitive afferent fibers and effects of ionotropic glutamate receptor antagonists. *Neuroscience*, 125(3): 711-723 (2004)
14. Kondoh T, Mallick HN, Torii K. Activation of the gut-brain axis by dietary glutamate and physiologic significance in energy homeostasis. *Am. J. Clin. Nutr.* 90(3): 832-37 (2009)
15. Hara S, Shibuya T, Nakakawaji K, Kyu M, Nakamura Y, Hoshikawa H, Takeuchi T, Iwao T, Ino H. Observations of pharmacological actions and toxicity of sodium glutamate, with comparisons between natural and synthetic products. *J. Tokyo. Med. Coll.*, 20(1), 69-100 (1962)
16. FAO Nutrition Meetings. The result of the deliberations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives which met in Geneva. Report Series No. 48A (1970)
17. Daniel RG, Waisman HA. The effects of excess amino acids on the growth of the young rat. *Growth*, 32(4): 255-65 (1968)
18. Little, AD. Report to International Mineral & Chemical Corporation dated (1953a)
19. Little AD. Report to International Mineral & Chemical Corporation dated (1953b)
20. Shibata MA, Tanaka H, Kawabe M, Sano M, Hagiwara A, Shirai T. Lack of carcinogenicity of monosodium L-glutamate in Fischer 344 rats. *Food Chem. Toxicol.* 33(5): 383-91 (1995)
21. Yonetani S, Unpublished report of Central Research Laboratories, Ajinomoto Co., Inc. (1967)
22. Khera KS, Whitta LL, Nera EA. Unpublished result of Research Lab., Food & Drug Directorate, Ottawa, Canada (1970)
23. Suzuki Y, Takahashi M. Unpublished report to Ajinomoto Co. Inc.



- (1970)
24. Schaumburg HH, Byck R, Gerstl R, Mashman JH. Monosodium L-glutamate: its pharmacology and role in the Chinese restaurant syndrome. *Science*, 163(3689): 826-8 (1969)
 25. Ichimura M, Tanaka M, Tomita K, Kirimura J, Ishizaki T. Unpublished report of Central Research Laboratories, Ajinomoto Co., Inc. (1970b)
 26. Olney JW. Brain lesions, obesity, and other disturbances in mice treated with monosodium glutamate. *Science*, 164(3880): 719-21 (1969)
 27. Fuke S, Shimizu, T. Sensory and preference aspects of umami. *Trends Food Sci. Tech.* 4(8): 246-251 (1993)
 28. Meldrum B. Amino acids as dietary excitotoxins: a contribution to under standing neurodegenerative disorders. *Brain Res. Rev.* 18(3): 293-314 (1993)
 29. Bazzano G, D'Elia JA, Olson, RE. Monosodium glutamate: feeding of large amounts in man and gerbils. *Science*, 169(3951): 1208-9 (1970)
 30. Pardridge WM. Regulation of amino acid availability to brain: selective control mechanisms for glutamate. *Glutamic Acid. Adv. Biochem. Physiol.* 125-137 (1979)
 31. Meldrum BS. Glutamate as a neurotransmitter in the brain: review of physiology and pathology. *J. Nutr.* 130(4): 1007-15 (2000)
 32. Fernstrom JD. Dietary amino acids and brain function. *J. Am. Diet. Assoc.* 94(1): 71-77 (1994)
 33. Parker SL, Kronld M, Coleman P. Foods perceived by adults as causing adverse reactions. *J. Am. Diet. Assoc.* 93(1): 40-44 (1993)
 34. FDA. Questions and Answers on Monosodium glutamate (MSG), (2012). Available from: www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/foodadditivesingredients/ucm328728.htm
 35. Commission of the European Communities. Reports of the Scientific Committee for Food, 1990
 36. Walker R, Lupien JR. The safety evaluation of monosodium glutamate. *J. Nutr.* 130(4): 1049-52 (2000)
 37. Health Canada. Questions and Answers on Monosodium glutamate (MSG) (2008). Available from: http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/msg_qa-qr-eng.php,
 38. FSANZ. Mandatory declaration of monosodium glutamate by restaurants and other food outlets. (2002)
 39. 최낙연. MSG 안전하다-식품의약품안전청. (2010). Available from <http://WWW.seehint.com/hint.asp?md=201&no=11128>,