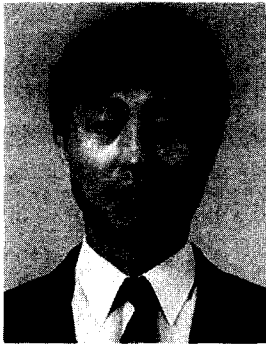


스테비오사이드의 안전성에 대하여



최 원 근
〈삼양테크홀 공장장〉

1. 스테비오사이드의 개요

인간이 혀로 느낄수있는 여러가지 맛중에 남녀노소를 불문하고 가장 넓게 사랑을 받는것이 단맛이 아닌가 한다. 단맛을 내는 최고의 것은 예로부터 설탕을 제일로 쳐주었는데 산업이 발전하고 식생활 패턴이 다양해지면서 단맛의 기능 역시 다양하게 요구되어 많은 대체감미료가 탄생하게 되었다. 대체감미료가 가져야할 기능중에 공통적으로 요구되는 것은 “맛은 설탕에 가깝고 칼로리가 없을것과 충치를 유발시키지 말 것이며 가공을 하는데 안정하고 사람이 섭취했을때 부작용이 없어야 한다.”인데 이런 요구를 가장 잘 충족시켜주는 것이 스테비오사이드가 아닌가 한다.

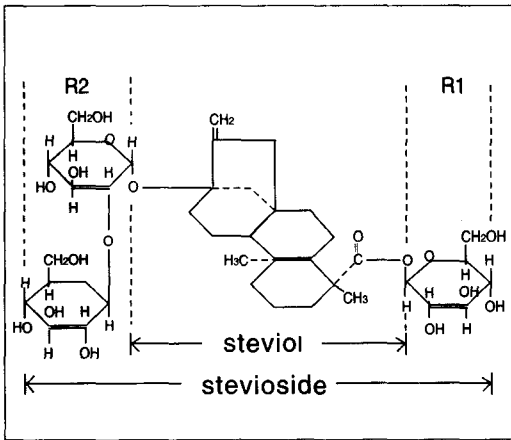
스테비오사이드의 원료인 Stevia Rebaudiana Bertoni(이하 스테비아라 칭함)는 남미 파라과이와 브라질 국경의 산악지대에 자생하는 국화와 다년생 초본식물인데 이곳의 원주민들은 수백년간에 걸쳐 견엽을 가루로 한것과 엑기스 상으로 만든것을 우리가 차를 마시듯 응용해왔고 이것의 재배는 중국을 비롯한 동남아시아권과 남미에서 이루어지고 있고 현재는 중국이 최대원료 생산국이다.

스테비오사이드는 스테비아잎에 존재하는 감미의 주성분으로 설탕의 200배 단맛을 내는 무색 무취의 비흡습성 분말로 스테비올[그림1]을 골격으로 하는 포도당 배당체이며 스테비아잎에서 추출 정제하여 얻어지는데 스테비아잎에 존재하는 감미성분은 <표1>에 나타난 바와 같이 여러가지가 있으며 우리가 원료로 사용하고 있는 Crude Stevioside에는 이러한 성분들이 포함되어 있다. 이웃 일본은 이것을 그대로 사용하거나 다른 감미료와 혼합해서 사용하기도 하지만 우리나라의 경우는 다시 정제공정을 거쳐 감미도와 감미질에서 우수한 Stevioside와 Re-

■ 目 次 ■

1. 스테비오사이드의 개요
2. 안전성에 대한 문제제기
3. 안전성 확인
4. 국제적 동향
5. 맺는말

baudioside A의 함량을 높인다음 (총 Stevioside함량 98.0%이상)그대로 제품화하거나, 쓴맛을 줄이기 위한 당전이반응을 거쳐 제품화한다. 우리가 이것을 Stevioside라 부르는 이유는 제품중에 Stevioside함량이 가장 높기때문(대개70%이상)이며, 현재는 증자개량, 정제, 회수방법의 개선으로 Rebaudioside A함량이 높은 제품과 맛을 설탕에 가깝게 하기 위하여 당전이율을 90%이상 높인 High α -glucosylated Stevioside제품을 개발하여 내수와 수출시장 확대를 꾀하고 있다.



[그림 1] Stevioside와 Steviol의 구조

<표 1> STEVIA의 감미성분

No	NAME	R1	R2	Sweetness Multiple	Molecular Weight
1	Stevioside	G(1)	G(2)	200~250	805
2	Rebaudioside A	G(1)	G(3)	300~350	967
3	Rebaudioside C	G(1)	G(2), R(1)	40~60	951
4	Rebaudioside D	G(2)	G(3)	150	1,129
5	Rebaudioside E	G(2)	G(2)	100~150	967
6	Dulcoside A	G(1)	G(1), R(1)	40~60	789
7	Steviolbioside	H	G(2)	10~15	643

G=Glucose, R=Rhamnose, H=Hydrogen, ()=Number

2. 안전성에 대한 문제제기

우리나라는 1984년 보건복지부 산하 식품위생심의위원회의 3차례에 걸친 안전성 심의를 거쳐 식품첨가물로 지정되어 소주, 장류, 의약품(시럽·드링크제), 절임식품, 과자 등에 사용되어 그 사용량이 증가되어 왔으나 95년, 96년 국정감사에서 안전성문제가 제기되어 성장이 멈춰있으며 이번의 주세법 시행령 개정 움직임으로 인해 존폐의 위기를 맞게 되었다.

문제의 발단은 모 월간잡지에서 스테비오사이드가 유해하며 호주에 수출된 한국산 소주에서 스테비오사이드가 검출되어 수거, 폐기됐다는 보도를 한 후 일부 시민단체들이 문제를 제기하여 국회에서 다루게 되었는데 제기된 문제점들은 보건복지부와 소비자보호원의 사실확인작업과 실험을 통하여 사실이 아님이 판명되었다.

따라서, 다분히 추측과 상업적 이용이라는 왜곡으로 만들어진 안전성문제 제기에 대하여 하나하나 대응하기보다는 지금까지 발표된 논문, 전문가들의 평가, 실험결과를 토대로 문제를 풀어나가고자 한다.

3. 안전성 확인

가. 생식독성

1968년 미국의 Planas 등이 스테비아잎과 줄기의 엑기스가 임신억제효과가 있다고 발표한 내용은 "스테비아의 잎과 줄기에서 열수로 추출한 것을 Sample로 하여 임신능력을 가진 토끼에게 18일간 투여한 결과, 임신율은 21~28%가 되고, 또한 50~60일간의 회복기간후에도 36~48%의 임신율을 보였다"였으나 Planas의 협력자인 Kuc(Purdue大)는 "그후 시험에서는 이러한 효과는 확인할 수 없었다"고 하였으며, Whistler(Purdue大)는 "스테비오사이드에는

피임작용이 전혀 없으며, 피임작용이 있다면 타 불순물에 의한 것일 것이다”라고 했다. 또한 Norman, R.Farnsworth(일리노이대), Persinos(Bergstorm 독성연구소), Scherin A.G.(서독) 등도 스테비오사이드에 피임작용은 전혀 없다고 하고 있다.

〈표2〉에서 보는바와 같이 Planas 등의 논문은 발표된지 18년이 지났고 그후 7개의 논문발표를 보더라도 생식독성이 있다는 주장은 설득력을 잃었으나 1988년 11월에 EU(유럽연합)에서 스테비오사이드를 판정할 때 참고가 되었다는 것은 유럽의 편향적태도를 엿볼 수 있는 대목이 아닌가 한다.

〈표 2〉 생식독성에 대한 국내외 논문

연도	국가	발 표 논 문	결과
68	미국	Planas G.U... Science, 162, 1007(1968)	○
81	일본	식품위생학회	×
84	일본	오사카사립환경연구소	×
91	태국	Chula long korn 대학	×
92	중국	Tiajin 의과대학	×
92	일본	경도대학 위생학교실	×
95	한국	국립보건안전연구원	×
95	한국	국립보건원	×

○:독성있음 ×:독성없음

나. 유전독성(돌연변이원성)

“Steviol이 돌연변이성이 있다”는 미국 일리노이즈 주립대의 논문과 Sorbitol, maltitol 등 당알콜의 명칭이 “스테비오사이드가 알콜과 반응하면 Steviol이 생기며 이 스테비올은 돌연변이성이 있으므로 소주에 넣어서는 안된다”하는 아주 어처구니없는 생각으로까지 비약하게 된 이유는 전문적 지식이 없는 분들이 이것을 다루겠다는 무리한 의욕을 가진점과 전문적 지식이

있는 분이나 집단이 적극적으로 홍보하지 못한 게으름이 합쳐진 모순때문이었다.

솔비톨이나 말티톨 등 당알콜은 포도당이나 말토스가 니켈의 촉매하에 50kg/cm²이 넘는 고압하에서 수소가 치환될 때 생기는 물질로서 자연상태에서는 생겨나기 어려운 물질로 알콜과 반응해서 생긴물질이 아니다. 또한 스테비오사이드는 스테비아잎으로부터 추출 정제하게 되는데 알콜과 결합하여 스테비올이 생긴다면 이 과정에서 다양한 농도(0~100%)의 알콜과 긴시간 동안 접촉하기 때문에 스테비오사이드의 수율과 단맛은 형편없이 떨어져야 할 것이며 이것은 스테비오사이드의 상업적 가치가 부정되는 결과로 나타나야 하는데 실제로는 그렇지 않을뿐더러 국립보건원, 국립보건안전연구원, 소비자보호원의 실험결과는 훨씬더 명확하게 “스테비오사이드는 알콜과 반응하여 스테비올을 생성하지 않는다”였다. 따라서 주세법 시행령에서 스테비오사이드를 소주첨가제에서 빼도록 주문하는 것은 상식과 논리의 수준을 초월하겠다는 의지로 보여진다.

한편, 스테비오사이드가 돌연변이성에 관련하여 인체에 좋지않은 영향을 미치게 하기 위한 필요하고도 충분한 조건은 “Stevioside가 체내에서 Steviol로 분해되어야 하고 Steviol은 유전독성을 가지고 있어야하며, 그 유전독성은 인체에 영향을 줄수 있는 농도와 기능을 가져야 한다”이나 모든 유전독성의 자료를 검토한 결과 “Stevioside가 인체의 장기나 인체내의 균총들에 의하여 Steviol로 분해될 가능성이 희박할뿐더러 Steviol은 돌연변이성을 나타내지도 않는다”로 요약할수 있다. 이렇게 결론을 내릴수 있는 이유는 지금까지 스테비오사이드의 안전성에 대하여 절대적인 영향을 주었던 미국 일리노이주 주립대에서 A.D.Kinghorn 등이 발표했던 “Steviol의 돌연변이성”에 대한 논문을 좀더 자세하게 그 내용을 파악하고, 그 이후에 발표된

논문에서 밝히는 내용, 전문가들의 주장을 종합해보면 다음과 같이 요약할 수 있기 때문이다.

1) 미국 일리노이주 주립대에서 발표한 3편의 논문을 “Abstract”와 함께 전체의 내용을 파악해보면 스테비오사이드를 섭취했을때 인체에 안전하지를 결정할 수 있는 다른 모든 요소들에 대한 것보다는 인체 대사과정중 돌연변이성 물질의 발생 가능성 여부를 파악하고 그 물질들의 구조 및 분석방법의 정립 등 다분히 학술적인 면에 중점을 둔 것이다.

그리고 85년도 논문 끝맺음에서는 스테비오사이드를 섭취했을때의 부작용이 있다는 보고가 없었다는 것을 강조했고, 한 연구기관의 실험결과로 제기된 돌연변이의 가능성을 과학적 검증 없이 그대로 결과만을 가지고 판단하는 것은 현명하지 못한 처사라고 본다.

2) 미국 UCLA의대 연구교수인 Moon K.Song박사는 스테비오사이드의 안전성에 관한 자료를 충분히 검토한 후 “스테비오사이드의 구

조는 박테리아와는 달리 핵막이 있는 인체에는 돌연변이를 유발하는 것으로 알려진 그룹을 갖고 있지 않으며 스테비오사이드가 세포막을 통과하여 돌연변이를 일으킬 가능성은 희박할뿐더러 스테비오사이드의 독성이 역학조사에서 발견된 점은 없다”고 강조하면서 스테비오사이드는 일반사람이 사용하는데 안전하며 특히 노인에게는 조건없이 섭취하도록 권하고 있다.

3) 1991년 영국의 Sussex大에서 발표된 논문은 일리노이주 주립대 논문에 대하여 실험방법의 무리(독성을 나타낼수 있는 혈액내의 농도가 mg/ml 수준에 도달하는 것은 불가능), Data 해석의 오류(자연발생분을 고려치않고 10⁶으로 해야할 카운팅을 10⁵으로 했다는 점)를 지적하면서 Steviol은 돌연변이성이 없고 그것의 재현성도 없다고 반박하였으나 돌연변이성을 주장한 Pezzuto 등은 이에 대응한 논문 발표는 없었을 뿐 아니라 그 이후에 여러나라에서 발표된 9편의 논문<표3>은 돌연변이성이 없다는 결론이었다.

<표 3> 유전독성에 대한 국내외 논문비교

연도	국 가	발 표 논 문	유전독성	비 고
84	일본	오사카시립환경연구소	×	
85	미국	Illinois 대학	○	Steviol만이 대사촉진 System하에서 살모넬라 TM677에 한해서 돌연변이성이 있다.
86	미국	Illinois 대학	○	
88	미국	Illinois 대학	○	
89	일본	Eisei Shikenjo Hokoku	×	
91	영국	Sussex 대학	×	
91	일본	국립위생시험소	×	발암성에 대한 실험
92	일본	경도대학위생학교실	×	발암성에 대한 실험
92	태국	Chiang Mai 대학	×	
94	태국	Mahidol 대학	×	
95	한국	국립보건안전연구원	×	설치류를 이용한 소핵시험 및장기발암성 실험
95	한국	국립보건원	×	
95	일본	국립위생시험소	×	쥐를 이용한 최기형성 실험

* 유전독성실험도 발암성이나 최기형성 실험의 범주에 속함. ○:독성있음 ×:독성없음

4) 돌연변이성 실험에 참가한 미국 일리노이 주 주립대의 A.D.Kinghorn(현 미국 일리노이 주 주립대 교수)은 스테비오사이드는 인간이 섭취하는데 안전하다는 것에 동의하고 있을뿐더러 스테비오사이드가 FDA에서 사용허가를 받아내는데 주도적 역할을 하고 있다.

다. 기타 안전성

상기의 안정성외에도 급성·아급성·만성독성에 대한 것은 지금까지 Negative한 논문이 없기 때문에 급성독성 부분만 언급하면 LD₅₀값이 경구투여시 15g/kg으로 스테비오사이드 감미도가 설탕의 200배인 점을 감안하면 60kg 체중의 사람인 경우 대용 설탕량으로 환산시 180kg이란 엄청난 양이 된다.

이 수치는 평균 설탕섭취량의 2,500배가 되며 360ml의 소주 200,000병속에 있는 스테비오사이드량을 합한 값과 같다.

4. 국제적 동향

가. EU(European Union) 현황

스테비오사이드에 대한 EU(European Union)의 S.C.F(Scientific Committee for Food)에서 내린 평가는 "Not toxicologically acceptable"이었는데 이것은 자체적인 연구결과가 아니고 대부분 미국의 논문 결과를 그대로 인용했고 평가를 내린 시점이 1988년 11월로 미국의 돌연변이성 논문에 대한 재평가가 이루어지기 이전이었다는점, 유럽에서는 스테비오사이드의 연구가 미약했다는점, 주요국가 감미료의 사용허가는 각 나라의 사용필요성과 개발국의 이해가 혼재되어 있어 Sucralose의 경우 EU에서는 Stevioside와 같이 Not toxicologically acceptable로 평가를 내렸으나 미국과 캐나다

에서 사용허가가 되고 있다는 점 등은 유럽연합에서 내린 평가를 비중있게 다루는 것에 오히려 부담을 주고 있다.

또한, 1996년 Food Science Technology에서 발표된 "Sweet calorie reduction"이란 Journal article에서는 Stevioside는 sucralose와 alitame과 함께 EU에서 사용허가가 될것이라는 보고가 있기 때문에 스테비오사이드의 유럽지역 상륙은 미국보다 빨라질수 있다고 예견된다.

〈표 4〉 주요국가의 감미료 사용현황

감미료	미국	영국	캐나다	일본	한국
Aspartame	○	○	○	○	○
Stevioside	×	×	×	○	○
Saccharin	○	○	×	○	○
Acesulfam-K	○	○	○	×	×
Sucralose	△	×	○	×	×

* Sucralose는 미국의 FDA기준에는 불포함되어 있으나, 자국내 Food Chemical Codex에는 수록되어 있어 △로 표시.

나. WHO의 현황

WHO는 특정 식품첨가물의 안전성 연구를 직접 자체적으로는 실시하지 않고 있으며, 각국의 정부나 기업체 등에서 연구한 자료를 제출받아 안전성을 평가하고 이에 필요한 기준(섭취권장량 등)을 설정하여 각국에 권고하는 기관으로 식품첨가물에 대한 평가는 WHO와 FAO가 공동으로 설치한 식품첨가물 전문가 위원회(JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)에서 검토하는데 스테비오사이드에 대해서는 현재 이집트가 의제로서 검토를 요청한 상태이며 98년 이후에 있을 JECFA에서 검토되어 전세계적으로 사용될 것

으로 전망하고 있다.

이집트의 검토요청은 미국과 유럽의 문을 열기 위한 대책으로 미국의 FDA나 유럽의 S.C.F보다 해당국이나 그 지역의 이해관계가 적은 WHO를 이용하고자한 일본의 의지가 뒷받침된 것이므로 그때까지 사용허가를 보유하고 있는 것은 우리나라 식품산업의 위상을 스스로 추락시키는 것뿐 아니라 선진각국의 관련산업보호를 위한 정책에 동조하는 것이다.

다. 미국의 현황

미국의 스테비오사이드 사용규제 움직임은 1987년부터 시작(물론 이전까지는 제한없이 수입판매 되었음)하여 1991년 5월에 수입금지조치를 내리게 되었는데 이 기간동안 스테비오사이드의 원료인 스테비아잎의 생산증가는 10년동안 10배 이상의 증가를 보여왔으며 이 시점은 한국, 일본, 중국에서는 그 안전성이 입증되어 고감미 저칼로리 천연감미료로서 성장기에 접어들었고 중국에서 대량재배가 이루어져 한국·일본제품은 가격 경쟁력을 갖추게 되었다. 미국내의 사정은 스테비오사이드의 우수성을 알고있는 생약회사들이 수입을 늘리면서 아스파탐이 독식하던 고감미시장을 위협하기 시작한 시기였다.

자국산업보호(아스파탐, 설탕)를 감추기 위하여 스테비오사이드의 안전성 증거 불충분이란 궁색한 이유로 내려진 FDA의 수입금지조치는 식품이나 식품첨가물로서 FDA가 요구하는 과학적실험에 의한 안전성 자료제출의 의무시점인 1958년 1월을 전후로 나누어, 그 이전부터 식품에 일상적으로 사용하여 안전성에 문제가 없었던 것은 안전성 자료의 제출 및 평가가 필요없음에도 불구하고 무리한 조치를 내린 점과 안전성 자료가 불충분한 물질임에도 다이어트식품 보조제로 사용판매를 허가한 점은 합리성과 객관성 면에서 FDA의 권위를 실추시키고 있을

뿐 아니라 이 문제로 미국내 전문가로부터 쏟아지는 비난에 곤혹스러워하고 있다.

한편, 인공감미료의 대명사인 아스파탐을 생산하고 있는 NutraSweet Kelco社는 Nutraceutical(Nutrition+Pharmaceutical) 제품 특히 천연감미료인 스테비오사이드의 우수성과 상업성을 평가하고 이 분야에서 미국시장의 선점을 위하여 발빠른 변신을 시도하고 있고, 이런 차원에서 한국의 삼양제넥스社와 손잡기 위한 과정을 밟아 나가고 있는 것이다. 특히 NutraSweet Kelco社는 아스파탐으로 FDA승인을 얻었던 Know how가 있기 때문에 마음만 먹으면 쉽게 허가를 받을것으로 자신하고 있다. 스테비오사이드의 안전성에 타격을 주어 미국시장 및 세계시장 진출에 빛장역할을 해왔던 미국도 서서히 자국내 기반을 갖추기 위한 행보를 빨리하고 있는 시점에서 제기된 한국 내에서의 안전성 논란은 관계자의 한사람으로써 안타깝게 생각한다.

5. 맺는말

스테비오사이드에 대한 안정성자료를 심도있게 검토했던 많은 사람들의 공통된 의견은 “이만큼 안전한 식품이나 식품첨가물은 없다”는 결론과 1) Natural, 2) Non-Caloric, 3) Heat Stable, 4) Anti-plaque/Anti-Caries라는 말로 대표되는 기능성으로 인해 “무궁무진한 개발 가능성을 가지고 있다”고 하는 고무적인 내용으로 정리된다. 또한, 설탕이나 기타 탄수화물의 과다섭취로 인한 충치, 당뇨, 비만, 심장병 등의 예방과 치료에 효과가 있다는 다수의 논문과 인디언들이 소화제나 상처치료제로 사용해왔다는 기록 등은 우리가 간과해서는 안될 매력적인 상품으로 자리매김을 해야할 당위성을 갖는다.

그러나, 국내에서의 스테비오사이드는 상대적으로 과소평가된데다 이따금씩 제기되는 안전성 논란은 이 산업의 발전을 저해하는 요소로 작용

했고 그것의 1차적 책임은 안전성을 제대로 홍보하지 못한 스테비오사이드의 제조업체에 있다고 하겠다. 제조업체로서는 여러 가지 할말이 많겠지만 같이 협력하여 대처해야할 부분에 대한 노력, 필요한 부분의 투자, 국제화에 대비한 장·단기 전략준비 등에 인색하지 않았나 하는 반성을 해야할 것이다. 이번의 안전성 문제제기로 (주)대평, (주)삼양테크힐, (주)태평양 등이 이런 문제에 대한 공감대를 형성하고 같이 할수 있는 일을 찾아서 했다는 것은 다행스러운 일이나 스테비오사이드가 자신의 진가를 발휘할때까지는 아직 넘어야할 산이 많은 것도 사실이다.

현재 스테비오사이드는 소주의 첨가물로 사용할 수 없도록 국회재경위에서 결론이 내려졌으며, 재정경제원 역시 국회재경위의 의견을 존중하여 주세법 시행령을 개정하기로 결정하고 입법예고('96. 12. 21)를 하였다.

재정경제원은 스테비오사이드의 소주 첨가물 사용 안전성에 대한 논란시 보건복지부에 질의

한 결과 스테비오사이드는 무해하다고 결론을 얻은 바 있다.

따라서 주세법 시행령의 개정을 위해 입법예고후 개정안을 국무회의에 상정하더라도 보건복지부에서 무해하다는 입장을 밝힌 이상 부처간 협의가 있어야 될 것이며, 입법 예고 기간중 개정안에 대한 이의가 있는 기관, 단체 및 개인으로부터 제출 받은 의견을 수렴하는 과정을 거쳐 주세법 시행령의 개정이 이루어져야 스테비오사이드의 사용 여부가 결정될 것으로 보인다.

또한 앞으로 풀어야 할 숙제는 현재 사용이 제한되고 있는 품목에 대해서도 대학, 연구소, 정부와 협력하여 <표 5>에 나타나 있는 바와 같이 일본 수준으로 합리적으로 풀어서 소비자가 주저 없이 선택할 수 있는 확신을 갖게 함과 아울러 세계 시장에서 일본을 이길 수 있도록 다양한 용도 개발과 품질 개선에 좀더 많은 노력을 해야 할 것이다.

<표 5> 스테비오사이드에 대한 한·일 기준 비교

구 분	한 국	일 본
해당 규격집	食品添加物公典	- 化學的合成品外的 食品添加物 리스트 註解書 - 自主規格
스테비아감미료 등록 품목 종류	스테비오사이드 분말 1품목	- 스테비아 분말 - 스테비아 추출물 - 효소처리 스테비아 등 3품목
사 용 기 준	식빵, 이유식, 백설탕, 갈색설탕, 포도당, 물엿, 알사탕, 벌꿀유 및 유제품에는 사용 제한	- 사용대상품목: 품목별로 예시하는 수준으로 - 스테비아 추출물의 표준 첨가량 0.002 ~ 0.5% - 기타제품은 기준없음
술에 사용 여부	사용 가능(주세법)	사용 가능(식품위생법)

* <표2>~<표5>의 내용은 한국 소비자보호원의 검토 보고자료를 인용하였음.