

합성보존료의 이해

Understanding of Synthetic Preservatives

신재욱

Jae-Wook Shin

한국식품산업협회 부설 한국식품과학연구원

Korea Advanced Food Research Institute

I. 서론

사회가 나날이 발전하고, 산업이 발달함에 따라 경제 수준이 향상되고 국민의 생활양식 및 식생활에도 많은 변화가 생기고 있다. 또한 소비자의 기호도와 요구가 다양해짐에 따라 다양한 형태와 용도의 가공식품이 개발되고 각종 가공식품의 제조나 품질보존, 영양강화 등을 위하여 가공식품의 제조에 식품첨가물의 이용은 필연적인 것으로 생각된다.

식품위생법 제1장 제2조에는 “식품첨가물”이란 식품을 제조, 가공 또는 보존하는 과정에서 식품에 넣거나 섞는 물질 또는 식품을 적시는 등에 사용되는 물질로 정의되어있으며, 기구 및 용기, 포장을 살균, 소독하는 데에 사용되어 간접적으

로 식품으로 옮겨 갈 수 있는 물질도 포함되어 있다. 또한 동법 7조(식품 또는 식품첨가물에 관한 기준 및 규격)에 의하면 식품첨가물의 용도로 판매 또는 사용하기 위해서는 반드시 기준 및 규격이 고시되어있는 물질이어야 한다(1).

식품첨가물은 그 사용 목적에 따라 식품의 품질보존을 위한 각종 보존료, 산화방지제, 맛과 향을 개선하기 위한 목적으로 감미료, 산미료, 조미료, 착향료, 물성과 조직개량을 위한 변성전분, 검류, 품질개량제, 팽창제, 유화제 등으로 구분할 수 있다. 또 식품 제조 시 가공보조제로서 고결방지제, 흡착제, 여과보조제 및 각종 효소류가 사용되며 기타 다양한 목적의 식품첨가물이 식품의 제조, 가공에 이용된다.

그 중 식품의 품질보존을 위하여 사용되는 각

*Corresponding author: Jae-Wook Shin
R&D Planning Team, Research & Planning Agency, Korea Advanced Food Research Institute,
41, Myeongdal-ro, Seocho-gu, Seoul 06707, Korea
Tel: +82-2-3470-8285
Fax: +82-2-523-2072
E-mail: freeset@kfia.or.kr

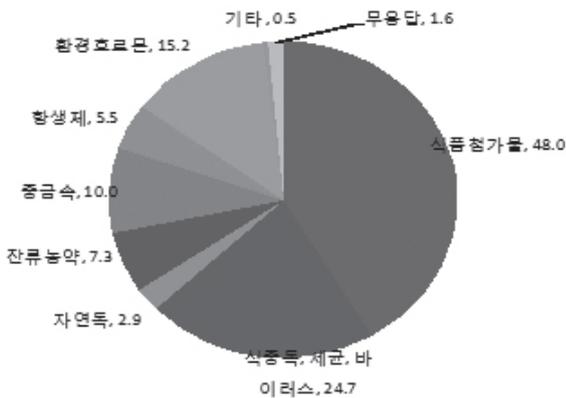


Fig. 1. 식품안전에 대한 인식도 조사 결과

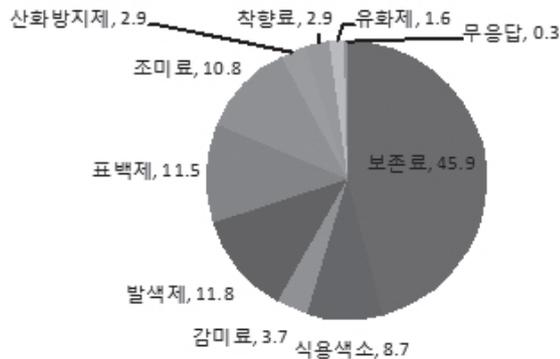


Fig. 2. 식품첨가물별 관심도 조사 결과

중 보존료 중 화학적합성품은 소르빈산 및 그 염류, 안식향산 및 그 염류, 프로피온산 및 그 염류 등 10여 품목이 국내에 허용되어 있으며, 사용기준에 따라 다양한 식품에 사용되고 있다(2). 그러나 식품첨가물에 대한 소비자들의 부정적 인식이 자리 잡고 있어 2014년 한 조사에 의하면 식품의 안전성을 위협하는 가장 큰 요인은 식품첨가물이 48.0%로 가장 높았으며, 가장 관심 있는 식품첨가물은 보존료가 45.9%로 응답되었다(Fig. 1)(2, 3). 이 같은 인식과 더불어 제조사의 마케팅 전력 등의 이유로 합성보존료의 사용은 차츰 감소하고 있는 추세이나 식품의 품질보존 등의 목적을 위하여 지속적인 사용이 되고 있는 실정이다.

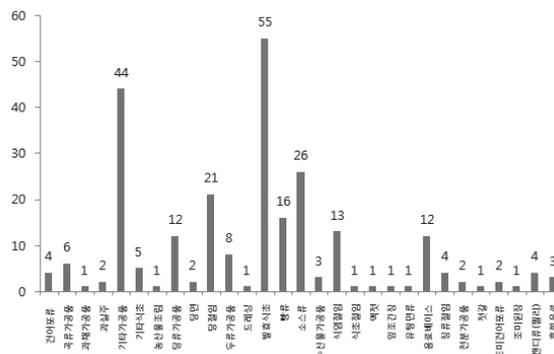


Fig. 3. 식품유형별 합성보존료 부적합 빈도(2014년)

또한, 2014년 수입된 가공식품 약 21만 여건 중 (농임산물, 식품첨가물, 기구용기 등 제외) 정밀 검사 등을 통하여 부적합한 건수는 524건이었으며, 그 중 합성보존료와 관련된 부적합 가공식품은 모두 253건이었다. 식품유형별로는 발효식초가 55건으로 가장 많았으며, 29 유형의 가공식품에서 부적합 처분이 있어 매우 다양한 가공식품에서 부적합 판정이 있었다(Fig. 3)(4).

이처럼 많은 관심을 받고 있는 합성보존료에 대해 정확한 정보를 파악하고 있는 것은 매우 중요할 것으로 생각된다. 따라서 본보에서는 보존료 중 국내에서 사용이 허용된 합성보존료를 중심으로 국내외 지정현황, 사용기준 등 전반적인 내용을 소개하고자 한다.

II. 본론

1. 국내외 보존료의 지정 현황 및 사용기준의 적용

현행 식품첨가물공전에는 식품에 사용할 수 있는 합성보존료에 대해 규격 및 사용기준을 설정하여 관리하고 있다. 국내에서 지정된 합성보존료는 데히드로초산나트륨, 소르빈산, 소르빈산 칼륨, 소르빈산칼슘, 안식향산, 안식향산나트륨, 안식향산칼륨, 안식향산칼슘, 파라옥시안식향산 메틸, 파라옥시안식향산에틸, 프로피온산, 프로

Table 1. 국내 지정 합성보존료의 제외국 지정현황

품목명(국내 지정 보존료)		한국	미국(6)	EU(7)	일본(8)	CODEX(9)
테히드로초산나트륨	Sodium dehydroacetate	O	O	-	-	-
소르빈산류	소르빈산	Sorbic acid	O	O	O	O
	소르빈산칼륨	Potassium sorbate	O	O	O	O
	소르빈산칼슘	Calcium sorbate	O	O	O	-
안식향산류	안식향산	Benzoic acid	O	-	O	O
	안식향산나트륨	Sodium benzoate	O	O	O	O
	안식향산칼륨	Potassium benzoate	O	-	O	-
	안식향산칼슘	Calcium benzoate	O	-	-	-
파라옥시안식향산 에스테르	파라옥시안식향산메틸	Methyl p-hydroxybenzoate	O	O	O	-
	파라옥시안식향산에틸	Ethyl p-hydroxybenzoate	O	-	O	O
프로피온산류	프로피온산	Propionic acid	O	O	O	O
	프로피온산나트륨	Sodium propionate	O	O	O	O
	프로피온산칼슘	Calcium propionate	O	O	O	O

피온산나트륨, 프로피온산칼슘 등 13개 품목이 지정되어 있다(Table 1)(5).

각각의 보존료는 식품에 따라 사용기준이 설정되어 있으며, 식품별 잔류허용량이 설정되어 있

다. 사용기준이 설정되어있지 않은 식품의 경우 식품의 규격 상 검출되어서는 안되며, 검출이 된 경우 기준규격 위반으로 판매, 유통, 진열 등이 금지되고 있다(10).

Table 2. 국내 미지정 보존료의 제외국 지정 현황

품목명 (국내 미지정 합성보존료)	한국	미국 (6)	EU (7)	일본 (8)	CO- DEX(9)
Dehydroacetic acid	-	O	-	-	-
Sodium sorbate	-	O	-	-	O
Potassium propionate	-	-	O	-	O
Hexa-methylene-tetramine	-	-	O	-	O
Butyl p-Hydroxybenzoate	-	-	-	O	-
Sodium ethyl para-hydroxybenzoate	-	-	O	-	-
Sodium methyl para-hydroxybenzoate	-	-	O	-	-
Isopropyl p-Hydroxybenzoate	-	-	-	O	-
Isobutyl p-Hydroxybenzoate	-	-	-	O	-
Propyl p-hydroxybenzoate	-	O	-	O	-
n-heptyl p-hydroxybenzoate	-	O	-	-	-

또한, 각 국가에 따라 사용이 가능한 합성보존료의 종류는 매우 다양하며(Table 2), 외국에서 적법하게 사용이 가능한 합성보존료일지라도 국내 식품공전의 기준 규격에 맞지 않아 수입 및 유통, 판매 등이 불가능한 경우가 있다.

현행 식품위생법에 의하면 보존료 사용이 허용되지 않은 식품 등에서 보존료가 검출되는 경우 식품 등의 기준, 규격 위반으로 부적합 판정을 받게 되며, 식품을 제조 시 보존료를 첨가하지 않았음에도 보존료가 검출된 경우 식품공전 제 2. 일반식품에 대한 공통기준 및 규격 5. 식품일반의 기준 및 규격 3) 식품첨가물(2) “어떤 식품에 사용할 수 없는 식품첨가물이 그 식품첨가물을 사용할 수 있는 원료로부터 유래된 것이라면 원료로부터 이행된 범위 안에서 식품첨가물 사용기준의 제한을 받지 아니할 수 있다.”는 근거에 의하여 이행(carry over)을 인정하고 있으며,



Table 3. 합성보존료의 일일허용섭취량 설정 현황

합성보존료	ADI(mg/kg bw/day)	
	JECFA	EFSA
테히드로초산류	-	-
소르빈산류	0-25	25
안식향산류	0-5	5
파라옥시안식향산에 스테르류	0-10	10
프로피온산류	Not limited	No adverse health consequences from present uses

이 경우 사용된 원재료에서의 보존료의 농도 및 배합비율을 근거로 최종 제품에서의 보존료 허용량을 결정할 수 있다. 또한 식품공전 제 1. 총칙 2. 용어의 풀이 22) “원료에서 유래되는”은 원료가 해당 기준 및 규격에 적합하거나 품질이 양호한 원료에서 불가피하게 유래되었음이 공인된 자료, 문헌으로 입증할 경우 인정할 수 있다. 라는 근거에 의하여 천연적으로 존재하거나 발효 등의 제조과정에 의하여 생성되는 천연유래 보존료에 대한 문헌 등을 제시하고 입증한 경우 검출된 보존료는 제시된 문헌의 농도 내에서 인정되고 있다(1, 11).

한편, 현재 우리나라에서 허용된 합성보존료는 JECFA나 EFSA 등에서 독성실험 등을 통하여 일일허용섭취량을 설정하고 있으며(Table 3), 여러 국가에서 지속적으로 식이섭취량 평가를 실시하고 있다. 우리나라 역시 식품첨가물에 대해 독성 시험 및 평가자료에 대한 JECFA나 제외국의 최신 자료를 수집하고, 정리하여 식품첨가물에 대한 안전성 확보를 위한 노력을 하고 있으며, 합성보존료에 대해서는 주기적인 섭취량 평가를 실시하고 있다(2, 12, 14).

2. 합성보존료의 용도 및 작용

식품 등의 보존효과를 높이기 위해 사용되는

주된 합성보존료 중 소르빈산은 1859년 영국에서 독일 화학자 A. W. Von Hofmann에 의해서 미숙성딸기의 기름으로부터 처음 분리된 이래 미생물 생육 억제에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으며, 미생물 포자의 발아와 성장을 억제하여 미생물 세포의 생성을 억제하는 것으로 알려져 있다. 주요 항균작용 기작을 보면 소르빈산은 미생물 포자의 발아와 성장을 억제하여 미생물 세포의 생성을 막아준다. 또 미생물 세포내 산화적 인산화 효소 기능을 저해하여 정상적인 미생물의 생육을 억제한다. 특히 전자전달계 반응을 저해하고 아미노산 흡수를 억제하고 지방산대사 산화물을 축적시켜 미생물의 정상적인 대사를 억제하므로 결국 미생물의 생육이 저해된다(8). 살균작용은 거의 없으며, 혐기성 포자 형성균과 젖산균에도 효과가 없는 것으로 알려져 있다. 보통 pH가 5.0이하인 경우에는 효과가 있으나 5.0이상인 경우에는 별 효과가 없고 7.0 정도에서는 소르빈산을 많이 첨가한다고 해도 아무 효과가 없는 것으로 알려져 있다(14).

여러 식물류에 천연으로 존재하는 것으로 알려진 안식향산은 1608년 Blaise de Vigenier에 의해 안식향(*Styrax benzoicum*)중에 존재하는 것이 확인되어, 안식향화(安息香華)라고 명명하였다. 그 후 1771년에 Lichtenberg가 산임을 확인하고, 1875년 항균작용에 관해서 처음으로 알려진 후 1890년 Lueck가 항균작용을 확인하였다. 안식향산의 항균작용은 비해리 부분에 따라 결정되어 보통 산성영역에서는 강력한 항균효과를 나타내지만 알칼리성영역에서는 항균력이 낮아 pH는 2.5~4.0 사이로 알려져 있으며, 소수성인 안식향산의 비해리 부분이 미생물 세포막을 통과하여 세포내의 기질 이동과 산화적 인산화 기능을 억제하거나 세포내의 특이 효소계, 예를 들면 초산대사, 산화적 인산화 등을 억제한다. 또 생육에 필요한 필수 영양분의 세포막 투과를 저해하기 때문에 결국 세포는 영양 고갈상태를 맞이하게 되어 미생물이 죽게 된다. 산성식품이나 쉽게

산화될 수 있는 식품 등에 사용된다. 곰팡이, 효모 등의 여러 종류의 미생물에 효과가 있으며, 항균범위가 넓은 것으로 알려져 있다(8).

프로피온산은 식물계에서 유리상태로 존재하는 것은 드물지만, 에스테르로서 정유 등에 널리 분포하고 있다. 또한 다양한 미생물 대사산물로서 발효식품에도 함유된다. 미소, 장유의 정미 및 향기성분의 하나이며, 빵생지, 포도주 중에도 존재한다. 버터와 치즈에도 함유되는데, 그 중에서도 스위스치즈에는 1%나 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며, 효모와 세균 등에 항균작용이 확인되었다. 이 때문에 1940년 이후 Miller와 O'Leary 등 많은 연구자들이 식품에 대한 이용을 연구하여, 외국에서는 일찍이 이용되고 있다. 프로피온산은 곰팡이 및 호기성 아포균의 발육을 저지하는데, 이 작용은 산형보존료의 특징으로, pH가 낮은 것이 유효하며 pH 조정제로서 제일인산칼슘 또는 젖산, 초산 등을 병용하는 경우가 있다(8).

데히드로초산은 1865년 Geuther가 이산화탄소 기류 중에서 아세트초산에틸과 나트륨을 가열하여 생성한 것이 최초이다. 1940년이 되어 Brodersen, Kjar 등의 불포화락톤류에 관한 항균성 및 독성 연구에서 데히드로초산이 제거된 것을 시작으로 많은 연구가 이뤄지게 되었다. 그 결과, 데히드로초산이 각종 세균, 곰팡이, 효모에 대해 폭넓은 항균성 스펙트럼을 가진다는 것을 알게 되었고 이를 식품, 의약품, 화장품 등의 보존에 사용하게 되었다. 미국에서는 Spencer 등에 의해 식품에 대한 사용에 관해 독성 등에 대해 광범위한 연구가 이뤄져, 1949년에 Dow Chemical사가 식품보존료로서 특허를 얻었다.

파라옥시안식향산류는 페놀계 화합물로서 Joseph Hister가 carbolic acid를 소개한 1860년대 이후에 보존료로 사용되었다. 파라옥시안식향산에틸은 1866년 Grdeve에 의해 합성되었다. 파라옥시안식향산에스테르의 항균작용은 1920년대 초 Sabalitschka 등에 의해 보고되었는데, 그 당시 산

성 pH 범위에서 사용할 경우 여러 가지 제한이 있는 안식향산, 살리실산의 대체 보존료로서 개발되었다. 안식향산의 최적 pH는 2.5~4.0 이지만 파라옥시안식향산에스테르는 pH 3~8 이다.

3. 천연유래 보존료

합성보존료는 식품첨가물공전에 화학적합성품인 식품첨가물로서 분류가 되어있으나, 소르빈산(sorbic acid), 안식향산(benzoic acid), 프로피온산(propionic acid) 등은 많은 국내외 연구에서 다양한 천연 원료에서 자연적으로 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며, 미생물을 이용한 각 종 발효과정에서 생성된다는 보고가 있다(15).

김명철 등(1999)은 다류와 향신료로 사용되는 식물류 가식부분의 천연으로 함유하고 있는 안식향산과 소르빈산의 함량을 분석하였다. 분석한 결과 안식향산은 시료로 사용된 48종의 원료식물 중 들깨와 잣을 제외한 46종의 시료에서 3.174 ppm에서 654.025 ppm(백작약)의 넓은 범위로 검출되었다고 보고하였다. 또한 소르빈산의 경우 쑥 등 23종을 제외한 25종의 식물에서 1.149 ppm에서 155.160 ppm의 농도로 검출되었다고 보고하여 안식향산보다 검출율은 낮았지만 검출량은 넓은 범위를 나타냈다(Table 4.)(16).

또, 국내산 프로폴리스를 대상으로 한 연구에서 화학적 특성에 관한 연구에서 국내산과 브라질, 중국, 호주산 프로폴리스의 천연 유래 안식향산의 함량을 측정된 결과 중국산이 1,383 ppm으로 가장 높았으며, 호주산 1,318.9 ppm, 국내산이 1,130.6 및 1049.1 ppm, 브라질산이 1,007.5 ppm으로 나타났다고 보고하였다(17). 한약재 중 식품원료로도 많이 사용되는 작약의 식물체 부위별 성분 함량 변이 연구에서 4년근 작약을 뿌리, 근경, 줄기, 잎으로 구분하여 각각의 부위에서의 phenolic compounds의 함량을 분석한 결과



Table 4. 여러 식물류 중 천연유래 안식향산과 소르빈산의 농도(15)

Samples	Edible part	Mean of benzoic acid*	Mean of sorbic acid*	
감잎	Leaf	14.306	8.359	
녹차		7.559	4.885	
두충		5.684	4.875	
쑥		13.600	0.000	
우롱차		19.498	10.257	
은행잎차		10.947	0.000	
다시마		8.074	1.149	
홍차		9.545	0.000	
감초		12.512	0.000	
당귀		19.692	10.890	
둥굴래	Root	8.140	4.571	
마		6.559	1.967	
생지황		17.318	0.000	
인삼		3.174	0.000	
천궁		17.095	7.870	
치커리		5.241	11.503	
췌		9.053	0.000	
황기		14.708	7.648	
백작약		654.025	0.000	
계피		Pericarp	142.555	0.000
오가피	11.665		10.973	
구기자	6.451		0.000	
곶감질	55.666		0.000	
대추	46.295		0.000	
매실	50.005		0.000	
모과	135.565		0.000	
산수유	6.470		3.043	
오미자	26.414		0.000	
유자	65.750		64.133	
결명자	Seed	12.698	0.000	
들깨		0.000	1.616	
땅콩		4.997	0.000	
원두커피		16.048	8.819	
율무		10.399	0.000	
갯		0.000	0.000	
코코아콩		18.352	0.000	
호도		5.740	0.000	
영지		Fungus	18.455	7.985
운지			18.190	21.176

* : ppm

안식향산의 경우 잎에서 1.444%로 가장 높았고, 근경 0.379%, 뿌리 0.202%, 줄기 0.155% 순으로 검출되어 천연유래 안식향산이 각 식물체의 부위별로 차이가 있음을 밝혔다(18). 원료성 식품뿐 아니라 각 중 가공식품 중 원료로부터 천연으로 유래되는 보존료 성분의 함량에 대한 연구에서는 국내 유통되고 있는 가공식품 중 원료로부터 천연유래 안식향산과 프로피온산의 검출이 보고된 berry류, 건강기능식품, 식초 음료류, 절임류, 올리브제품 등 총 145건을 수집하여 분석한 결과 안식향산은 식염절임 1건을 제외한 144건에서 0.1-491.5 ppm이 검출되었고, 특히, 크랜베리 4.1-478.4 ppm, 프로폴리스 49.7-491.5 ppm, 인삼 2.5-10.2 ppm이 검출되어 비교적 높은 함량을 나타내었다. 프로피온산의 경우 64건의 시료에서 검출되었으며, 발효 식품인 식초에서 8.8-951.9 ppm, 프로폴리스추출물제품 13.7-247.0 ppm이 검출되었으며, 발효 올리브제품에서도 소량 검출되었다고 보고하였다. 또한 프로폴리스추출물제품의 경우 원료로부터 프로피온산이 유래된 것으로 판단하였으나, 과실식초, 음료류와 올리브 제품의 경우 제조과정 중 발효 및 숙성에 의한 부산물로서 천연유래된 것으로 판단하였다(19).

국내 뿐 아니라 해외에서도 천연유래 합성보존료 성분에 대한 많은 연구가 이루어져있으며, 특히 미국의 21 CFR(Code of Federal Regulation) 184.1021에는 안식향산이 cranberries, prunes, plums, cinnamon, ripe cloves와 대부분의 베리류에 천연적으로 유리된 상태 또는 결합된 형태로 존재하는 것으로 명시하고 있다. WHO에서는 2005년 “Concise International Chemical Document 26”을 통하여 안식향산과 그 염류(benzoic acid and sodium benzoate)는 천연 유래가 가장 많이 되는 전형적인 보존료 중의 하나라고 보고하였다(20). 각종 해산물 및 유제품류에서 프로피온산의 검출보고(21, 22)와 함께, 일본 역시 많은 연구가 이루어져 야채, 버섯, 곡류, 두류, 종실류,

향신료, 해산물, 유제품, 조미료, 다류, 건강식품 등 11개 유형의 식품 233종 683품목에 대해 대규모의 연구를 진행한 결과를 보고하였다. 수집한 시료 대부분에서 안식향산이 검출되었으며, cinnamon에서 검출량이 평균 336 mg/kg으로 가장 높았다고 보고하였다(23). 이 외에도 Cereal Straws에서의 안식향산의 검출(24), New Zealand산 propolis에서의 안식향산(25), citrus peel extracts에서의 benzoic acid의 검출(26) 등 다양한 식물류에서 검출되었다는 보고가 있다.

III. 결론

사회가 발전하고 경제적 여유로 인하여 가공식품에 대한 요구는 증가되고 있다. 가공식품의 양적인 수요증대뿐 아니라 질적으로 향상된 여러 형태의 가공 식품이 공급되며, 이에 따라 가공 식품의 제조 시 식품첨가물의 사용은 불가피할 것으로 생각된다. 더욱이 국가 간 통상의 증대로 인하여 외국으로부터 수입되는 식품의 종류와 양이 급격히 증가되고 있는 추세로 볼 때 섭취하는 식품첨가물 종류와 양은 결코 무시할 수 없을 것이다. 특히, 합성보존료는 많은 국민들에게 많은 관심을 받고 있는 식품첨가물로서 지정현황이나 안전성, 사용기준 등에 대한 전반적인 정보를 파악하고 이에 대한 더 많은 연구를 통하여 식품첨가물 전반에 대해 막연한 불안감을 가지고 있는 소비자들의 불안감 해소에 도움이 될 것으로 생각된다. 국내에서 식품을 제조하는 경우뿐 아니라 가공 식품을 수입하는 경우에도 국내 식품첨가물에 대한 사용기준 및 잔류기준에 대한 정확한 숙지로 기준 규격에 적합한 식품을 소비자들에게 공급하는 것은 매우 중요한 일로 생각되며, 다양한 동, 식물에서 천연적으로 유래하는 합성보존료 성분에 대한 지속적인 연구와 데이터 확보는 기준, 규격의 적용에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 다양한 식품첨가물들이 안전성에 대한 연구와 섭취량에 대한 정보를

가지고 있으나 우리 식생활과 연관된 지속적인 섭취량을 통한 안전성 평가는 소비자들에게 막연한 불안감을 해소할 수 있는 좋은 방법으로 생각된다.

참고문헌

1. 식품위생법, 식품의약품안전처 (2015)
2. 송재철, 박현정, 식품첨가물학 (1998)
3. 신재욱 등, 식품첨가물 안전성 평가연구, 식품의약품안전평가원 (2014)
4. 2015 수입식품 등 검사 연보, 식품의약품안전처 (2015)
5. 식품첨가물공전, 식품의약품안전처 (2015)
6. Food Chemical Codex, 9th Ed., US Pharmacopeia (2014)
7. Annex II of Regulation (EC) No 1333/2008, THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (2008)
8. 第8版 食品添加物公定書解説書, 廣川書店 (2007)
9. Food Additive(GSFA) Food Additive Index, CODEX ALIMENTARIUS (2015)
10. 신재욱 등, 건강기능식품 원료 중 천연유래 보존료 함유량 조사 연구, 식품의약품안전평가원 (2013)
11. 식품공전, 식품의약품안전처 (2015)
12. 이종석, 김영현, 김재민, 강성란, 이찬, 신재욱, 전향숙, 이옥환, 국내의 식품첨가물의 지정현황 및 관리방안, 식품과학과 산업, Vol. 47, No. 2, p.47~53 (2014)
13. 최성희 등, 식품첨가물 섭취량에 따른 안전성 평가, 식품의약품안전청 (2007)
14. 지성규, 최신 식품첨가물학, 식품저널 (2008)
15. Cheol-HoLee, Keith H. Steinkrausm P.J. Alan Reilly, Fish Fermentation Technology, United Nations University Press (1993)
16. 김명철, 박혜경, 홍진환 등, 식품 중 천연유래 안식향산에 관한 연구, Korean J. Food SCI. TECHNOL., Vol. 31, No. 5, p.1144-1152 (1999)
17. 이수원, 김희재, 황보식, 국내산 프로폴리스의 화학적 특성에 관한 연구, Korean J. Food SCI. ANI. RESOUR., Vol. 21, No. 4, p.383-388 (2001)
18. 정명근: 작약 식물에 부위별 성분 함량 변이, Korean J. Medicinal Crop Sci., Vol. 10, No. 5, p.392-398 (2002)
19. 박은령, 이선규, 황혜신 등, 가공식품 중 천연유래 보존료 함량에 대한 조사, J Korean Soc Food Sci Nutr., Vol. 37, No. 12, p.1640-1646 (2008)
20. Wibbertmann, Kielhorn, Benzoic acid and sodium benzoate, World Health Organization, 12 April, (2005)
21. P. Manolaki et al., Effect of a Commercial Adjunct Culture on Organic acid Contents of Low-fat Feta-type Cheese, Food Chemistry Vol. 98, No. 4, p.658-663 (2006)
22. Hiromitu Osada, Studies on the Organic Acids in Marine Prod-



- ucts-Distribution of the Organic Acid in Marine Products, 日本東洋食品研究所 研究報告書, p. 271-274 (1965)
23. Toshihiro Nagayama, et al., Benzoic Acid in Agricultural Food Product and Processed Foods, 食衛誌. Vol. 27, No.3 p.316-325 (1986)
24. Ann-Christine Salomonsson et al. Quantitative Determination by GLC of Phenolic Acids as Ethyl Derivatives in Cereal Straws, J. Agric. Food Chem., Vol. 26, No. 4, p.830-835 (1978)
25. Kenneth R. Markham et al., HPLC and GC-MS Identification of the Major Organic Constituents in New Zealand Propolis, Phytochemistry, Vol. 42, No. 1, p.205-211 (1996)
26. Ya-qin Ma, Jian-chu Chen et al., Simultaneous Extraction of Phenolic Compounds of Citrus Peel Extracts: Effect of Ultrasound, Ultrasonics Sonochemistry, Vol 16, No. 1, p.57-62 (2009)