

## 식품을 통한 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 섭취량 평가

서희재 · 최성희<sup>1\*</sup>

선문대학교 식품과학과, <sup>1</sup>한국보건산업진흥원

### Assessment of Estimated Daily Intakes of Propyl Gallate, EDTA (ethylenediamine tetra acetate), and Erythorbic Acid in Korea

Hee-Jae Suh and Sunhee Choi<sup>1\*</sup>

Department of Food Science, Sun Moon University

<sup>1</sup>Korea Health Industry Development Institute

**Abstract** This study was conducted to evaluate the daily intakes of propyl gallate, EDTA (ethylenediamine tetra acetate), and erythorbic acid for average consumers by age group and the intake of high consumers (95<sup>th</sup> percentile) in Korea. The average intake of EDTA was 1.14 µg/kg·bw/day, and 0.0% of the ADI (acceptable daily intake) established by JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). The 95<sup>th</sup> percentile intake of EDTA was 141.24 µg/kg·bw/day (5.6% of ADI). The average intake of erythorbic acid was 16.93 µg/kg·bw/day, and the 3-6 year-old group had the highest consumption (58.43 µg/kg·bw/day), which was <1.0% of the ADI established by the EU (European Union). The 95<sup>th</sup> percentile intake of erythorbic acid was 1,320.31 µg/kg·bw/day and 22.0% of the ADI. In conclusion, daily intakes of propyl gallate, EDTA, and erythorbic acid in Korea were at safe levels in all age groups and also in high consumers.

**Keywords:** propyl gallate, EDTA, erythorbic acid, daily intake

## 서 론

오늘날 식품산업이 발달하고 식품의 종류가 증가함에 따라 여러 종류의 첨가물이 식품의 제조 및 가공에 사용되고 있는데, 그 중에서도 산화방지제는 식용유지와 유지를 함유한 가공식품의 분야에서 산화에 의한 식품의 품질저하, 산패, 변색 방지를 위해 아주 중요하게 사용되는 식품첨가물이다(1). 식품의 산화가 진행된다면 색깔의 퇴색, 갈색화, 이취 등이 발생하게 되고 알데히드와 케톤과 같은 바람직하지 않은 화합물이 생성되어 결국 품질을 저하시키게 되는데, 산화방지제는 자신이 먼저 산화되므로 이러한 식품성분의 산화를 방지하는 역할을 한다(2).

식품의 산화를 방지할 목적으로 사용되는 산화방지제로는 몰식자산프로필(propyl gallate), 이디티에이(ethylenediamine tetra acetate, EDTA) 2품목, 에리쓰르빈산(erythorbic acid) 2품목, 아스코르빌팔미테이트(ascorbyl palmitate), 아스코르빌스테아레이트(ascorbyl stearate), BHA(butylated hydroxyanisole), BHT(butylated hydroxytoluene), TBHQ(tert-butyl hydroquinone) 등 10품목이 우리나라에서 허용되고 있다(3). 몰식자산프로필은 1940년대 초기에 여러 나라에서 사용이 허가된 산화방지제로서 다른 산화방지제에 대한 상승효과가 크기 때문에 단독으로 사용되기 보다는 주로 BHA,

BHT, 프로필렌글리콜(propylene glycol) 등과 병용하여 사용된다. 우리나라에서는 버터, 식용유지, 식용우지, 식용둔지 등에 몰식자산프로필의 사용이 허용되어 있으며, 과량 투여 시 쥐에게서 종양 발생 가능성이 있긴 하지만, 발암성은 없는 것으로 인정되는 식품첨가물이다(4). 이디티에이는 식품의 보존성을 향상, 착색안정화, 금속이온 안정화를 위해 널리 이용되고 있는 산화방지제로서 미국에서는 탄산음료, 야채통조림, 마요네즈, 샐러드드레싱, 마가린 등에 사용되고 있고(5), 우리나라에서는 소스, 마요네즈, 마가린, 통조림식품, 탄산음료수, 오이피클 등에 사용이 허용되어 있다(6). 이디티에이는 사람의 위에서 거의 흡수되지 않으며, 인체로 유입된 방사선 물질을 제거하는 역할을 하지만, 과량 섭취하면 신장에 독성을 일으킬 수 있으므로(7) 안전성 확보를 위해서 식이 섭취량 평가가 필요한 물질이다. 에리쓰르빈산은 독성이 매우 적은 산화방지제로서 발색보조제로도 많이 사용되며 강력한 환원작용을 가지고 있다. 주로 주스, 커피, 차, 맥주, 포도주의 혼탁 및 산화방지를 위해 사용되며, 그 외 햄, 소시지, 치즈, 과일통조림, 아이스크림, 소스 등에도 광범위하게 사용되는 합성산화방지제이다(8).

모든 화학물질이 그러하듯이 합성 산화방지제도 목적하는 기능 이외에 인체에 바람직하지 못한 독성을 가질 수 있기 때문에 세계 여러 나라에서는 법적으로 산화방지제 사용대상 식품 및 최대 허용량을 규제하고 있다(9-12). 또한 산화방지제의 인체 안전성을 평가하기 위하여 국제식품첨가물 전문가위원회(Joint Expert Committee on Food Additives, JECFA)와 유럽연합(European Union, EU)에서는 동물독성실험을 통해 일일섭취허용량(Acceptable Daily Intake, ADI)을 설정하고 있고, 미국, 일본, 이탈리아, 브라질 등 여러 나라에서 산화방지제의 식이섭취량 평가를 실시하고 있다(13-15). 우리나라에서도 폐놀계 산화방지제인 BHA, BHT,

\*Corresponding author: Sunhee Choi, Department of Food Safety Industry, Korea Health Industry Development Institute, Cheongwon, Chungbuk 363-951, Korea  
Tel: 82-43-713-8339  
Fax: 82-43-713-8338  
E-mail: choish@khidi.or.kr  
Received August 10, 2011; revised October 22, 2011;  
accepted November 2, 2011

TBHQ에 대해서는 식이 섭취량 평가가 실시되었지만(16), 이러한 폐쇄계 산화방지제와 더불어 사용빈도가 매우 높은 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리소르빈산에 대한 섭취안전성 평가는 아직 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 식품 중 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리소르빈산의 사용실태를 파악하고, 식이를 통해 섭취되고 있는 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리소르빈산의 총 섭취량을 산출하여 JECFA 및 EU에서 설정한 ADI와 비교해봄으로써 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리소르빈산의 섭취 안전성을 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료선정

분석대상 식품은 식품첨가물공전의 산화방지제 사용기준에 따라 선정하였고(3), 2007년 3월에 서울, 경기 지역의 백화점과 대형마트 및 수입식품매장에서 산화방지제 사용이 표시된 제품을 위주로 구입하였다. 본 연구에 사용된 시료는 산화방지제 별로 몰식자산프로필 65개 품목(건과류, 버터류, 식용유지, 식용우지, 식용둔지), 이디티에이 12개 품목(두류가공품, 드레싱류, 마가린류, 마요네즈, 통조림 및 병조림류, 햄버거류), 에리소르빈산 266개 품목(건조저장육, 베이컨류, 빵 및 떡류, 소시지, 식육가공품, 햄류, 어육가공품, 향신료가공품류, 햄버거류) 이었다.

### 시약

분석에 사용한 몰식자산프로필, 이디티에이칼슘이나트륨, 이디티에이나트륨, 에리소르빈산, 에리소르빈산나트륨 표준물질은 Sigma Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 그 외 초산, 무수황산 나트륨, 메타인산은 Junsei Chemicals(Tokyo, Japan) 제품을 사용하였고, 아세트니트릴, 2-프로판올, 헥산은 J&T Baker(Phillipsburg, NJ, USA) 제품을 사용하였다. 증류수, 에탄올, 염화메틸렌은 SK Chemicals(Ulsan, Korea) 제품을 사용하였고, HPLC 분석에 이용한 HPLC용 초산, HPLC용 아세트니트릴,

HPLC용 에탄올, HPLC용 메탄올 제품은 J&T Baker 제품을 사용하였다. TBA-OH(Tetrabutylammonium hydroxide)는 Acrose사(Geel, Belgium)의 제품을 사용하였다.

### 실험방법

식품 중 몰식자산프로필의 함량은 식품공전(17) 방법에 따라 분석 하였다. 버터, 마가린, 추잉검, 어패류가공품, 식사대용 곡류가공품은 검체 5g을 취해 아세트니트릴:2-프로판올:에탄올(2:1:1) 혼합액 50 mL를 가하여 추출하고 -20- -5°C에서 1시간 냉장시킨 후 농축하였다. 농축액을 0.45 µm membrane 필터를 이용하여 여과시켜 시험용액으로 하였고, Table 1의 조건으로 HPLC를 이용하여 분석하였다. 액상식물유는 검체 5g을 정밀히 취하여 15 mL 헥산에 용해시킨 후 헥산포화아세트니트릴 50 mL씩으로 3회 추출하고 농축한 것을 시험용액으로 하였다.

이디티에이는 이디티에이칼슘이나트륨과 이디티에이나트륨을 식품공전(17) 방법에 따라 분석하였다. 시료 20g을 취해 물과 염화메틸렌 각각 40 mL를 가하여 진탕혼합한 후 6,000 rpm으로 15분간 원심분리 하였다. 이와 같은 조작을 2회 반복한 후 물층을 취해 농축한 후 0.45 µm membrane 필터를 이용하여 여과시켜 시험용액으로 하였고, Table 1의 조건으로 분석하였다. 이때 고체 시료는 잘 분쇄하여 시료로 사용하였다.

에리소르빈산은 에리소르빈산과 에리소르빈산나트륨을 분석하였다. 잘 분쇄된 시료 5g을 취해 2% 메타인산 용액 30 mL를 가해 진탕혼합하고 1시간 방치한 후 2% 메타인산:메탄올(80:20) 혼합액 100 mL를 첨가한 후 3,000 rpm에서 5분간 원심분리 하였다. 이 중 상층액을 0.45 µm membrane 필터로 여과하여 시험용액으로 하였다. 이때 고체 시료는 잘 분쇄한 후 시료로 사용하였으며, Table 1의 조건으로 HPLC를 이용하여 분석하였다.

몰식자산프로필의 검출한계와 정량한계는 각각 0.18, 0.60 ppm 이었고, 이디티에이칼슘이나트륨의 검출한계와 정량한계는 각각 0.07, 0.24 ppm이었으며, 이디티에이나트륨의 검출한계 및 정량한계는 각각 0.10, 0.33 ppm이었고, 에리소르빈산과 에리소르빈산나트륨의 검출한계와 정량한계는 각각 1.0, 0.35 ppm이었다. 몰식

**Table 1. HPLC conditions for analysis of propyl gallate, EDTA, and erythorbic acid**

Analyte	Propyl gallate	EDTA and its salt	Erythorbic acid and its salt	
Instrument	Agilent 1100 series HPLC (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	Agilent 1100 series HPLC (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	Agilent 1100 series HPLC (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	
Column	ZORBAX Eclipse XDB-C 18 (4.6 mm×150 mm, 5 µm) (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	ZORBAX Eclipse XDB-C 18 (4.6 mm×150 mm, 5 µm) (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	Capcell Pak C18 (4.6 mm×250 mm, 5 µm) (Shiseido, Tokyo, Japan)	
Detector	Ultra Violet Detector, 280 nm (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	Ultra Violet Detector, 254 nm (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	Ultra Violet Detector, 254 nm (Agilent Technologies Inc, Santaclala, CA, USA)	
Mobile phase (Gradient program)	A: 0.2% Acetic acid B: 90% Acetonitrile		A: 40 mM-NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (pH7.8) B: Acetonitrile:MeOH:Water =45:45:10	
	Time (min)	A% B%	Time (min)	A% B%
	Initial-5	85 15	Initial-1.9	100 0
	5.1-25	10 90	2-18.1	43 57
	25.1-30	85 15	18.2-22.3	0 100
			22.4-30	100 0
Flow rate	1.0 mL/min.	0.8 mL/min.	0.8 mL/min.	
Injection volume.	10 µL	10 µL	10 µL	

Table 2. Daily intake of each food items by age group in Korea<sup>1)</sup> (g/day)

Food items	Average consumers								Consumers only	
	1-2	3-6	7-12	13-19	20-29	30-49	50-64	65<	Mean	95 <sup>th</sup> percentile
Breads or rice cakes	11.17	17.15	17.42	24.49	17.47	13.77	8.75	6.21	14.37	235.5
Dried meat products	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	44.7
Bacon	0.27	0.07	0.28	0.31	0.45	0.11	0.05	0.20	0.20	49.2
Sausage	1.38	3.41	4.49	4.27	3.10	0.98	0.22	0.07	1.86	143.1
Processed meat products	1.03	1.77	1.47	1.49	1.35	1.07	0.62	0.11	1.07	169.6
Ham	2.66	6.85	6.87	5.94	3.57	3.17	0.46	0.13	3.31	104.6
Processed Fish products	4.60	6.23	10.60	10.76	14.29	9.63	4.23	2.04	8.80	121.3
Seasonings	0.01	0.04	0.07	0.10	0.18	0.21	0.19	0.02	0.15	7.7
Margarine	0.00	0.28	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	63.8
Dressings	0.01	0.01	0.11	0.19	0.20	0.28	0.09	0.04	0.17	101.8
Mayonnaise	0.36	0.54	1.15	1.76	1.63	1.24	0.41	0.19	1.07	39.8
Bottled and caned food	0.13	0.00	0.57	0.36	0.06	0.22	0.00	0.20	0.19	190.7
Hamburger	2.67	2.77	4.81	5.49	5.79	2.18	0.27	0.15	2.86	316.7
Dried confectioneries	13.75	18.94	15.05	18.60	8.60	4.27	1.51	1.18	7.44	140.8
Butters	0.04	0.06	0.17	0.29	0.15	0.10	0.03	0.01	0.11	12.3
Oil	2.61	5.64	7.42	9.65	9.83	8.50	6.65	4.52	7.82	26.3

<sup>1)</sup>Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2005)

자산프로필, 이디티에이칼슘이나트륨, 이디티에이나트륨, 에리쓰르빈산, 에리쓰르빈산나트륨의 회수율은 각각 92.2, 96.1, 94.9, 95.2, 95.4%이었다. 불검출의 경우는 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 함량을 0으로 간주하여 계산하였다.

### 일일 섭취량 추정 및 안전성 평가

식품을 통한 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 일일섭취량은 식품의약품안전청에 의해 제시된 ‘한국인의 식품첨가물 일일섭취량 평가지침서(안)’(18)에 따라 추정하였다. 국민평균 일일섭취량은 (estimated daily intake, EDI)은 식품 중 몰식자산프로필 평균함량, 이디티에이 평균함량, 에리쓰르빈산 평균함량 (average concentration of each antioxidant in foods)에 ‘2005 국민건강·영양조사’(19)에서 얻어진 각 식품의 국민평균 및 연령별 섭취량(average food intake)을 곱하여 산출하였다(식 1). 본 연구를 위해 이용된 각 식품의 국민평균 및 연령별 섭취량은 Table 2와 같다. 또한 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 섭취 안전성을 평가하기 위해 각 산화방지제의 섭취량을 ‘2005 국민건강·영양조사’(19) 검진조사부문의 국민평균체중(average body weight)으로 나누어 체중 kg 당 국민평균 몰식자산프로필, 이디티에이의 일일섭취량을 산출하고 JECFA에서 설정한 ADI와 비교하여 그 안전성을 평가하였다. 에리쓰르빈산의 일일 섭취량은 JECFA에서 ADI를 설정하고 있지 않기 때문에 EU에서 설정한 ADI와 비교하여 그 안전성을 평가하였다.

또한 섭취자의 상위 95%에 해당하는 식품섭취량을 가진 섭취자의 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산 섭취량도 산출하여 안전성을 평가하였다.

JECFA에서 설정한 ADI는 몰식자산프로필 1.4 mg/kg·body weight/day, 이디티에이 2.5 mg/kg·body weight/day이고, EU에서 설정한 에리쓰르빈산의 ADI는 6 mg/kg·body weight/day 이다.

$$EDI_{ave} \text{ (mg/kg·body weight/day)} = \text{average food intake (g/day)} \times \text{average concentrations of each antioxidant in foods (mg/g)} / \text{average body weight (kg)} \quad (1)$$

## 결과 및 고찰

### 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 함량

건과류 등 총 65개 품목에서 몰식자산프로필 함량을 분석한 결과, 건과류에서만 2건이 검출되었을 뿐, 식용유지, 식용우지, 식용돈지, 버터류 모두에서 몰식자산 프로필이 전혀 검출되지 않았다. 또한 몰식자산프로필이 검출된 건과류 2건도 원료로 사용한 식용유지에서 이행(carry-over)된 것이었으며, 실제로 건과류 제조 시 첨가된 것은 아니었다. 건과류에서 검출된 몰식자산프로필의 함량은 평균 0.1 ppm으로 매우 낮았다. 이러한 결과는 우리나라에서 몰식자산프로필은 산화방지제로서 거의 사용되지 않고 있다는 것을 시사하는 결과이다.

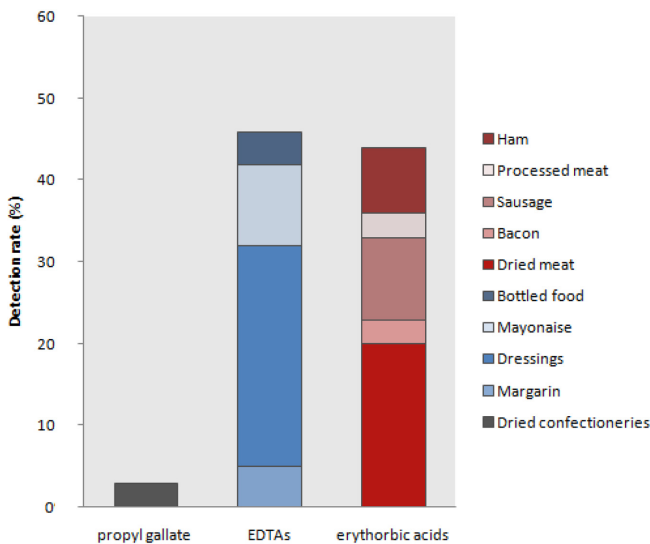
이디티에이는 드레싱 등 121개 품목에서 분석되었고 Table 3과 같은 결과를 얻었다. 57개 시료에서 이디티에이가 검출되어 47.1%의 검출율을 나타내었고, 품목별로는 드레싱에서 60개 시료 중 33개 시료에서 이디티에이가 검출되어 55.0%의 가장 높은 검출율을 보였다. 두류가공품의 경우는 제품 표시사항에 이디티에이가 사용되었다고 표기되어 있었으나, 실제로는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 평균함량은 마요네즈가 50.6 ppm으로 가장 높게 나타났는데, 이는 Kim 등(20)이 보고한 37.2-51.5 ppm과 매우 유사한 결과였다. 이어서 드레싱과 마가린에서 각각 26.3, 14.1 ppm 검출되었다. 햄버거의 경우는 원료로 사용된 마요네즈에서 이행된 양으로 0.7 ppm의 미량만 검출되었다. 즉 이디티에이는 마요네즈, 드레싱, 마가린에서만 주로 검출되었으며, Fig. 1에서 보듯이 이 세 식품 유형의 이디티에이 검출율은 전체의 약 40%를 나타내었다.

에리쓰르빈산은 건조저장육 등 266개 품목에서 분석되었으며, 128개 품목에서 검출되어 48.1%의 검출율을 나타내었다. 또한 10개의 조사대상 식품유형 모두에서 에리쓰르빈산이 검출되어 우리나라에서 많이 사용되고 있음을 알 수 있었다. 검출율이 가장 높은 식품 유형은 건조저장육으로 77개 시료 중 52개 시료에서 에리쓰르빈산이 검출되어 67.5%를 나타냈으며, 이어서 소시지, 햄류가 각각 51.9%, 40.7%의 검출율을 나타냈다. 평균함량은 향

**Table 3. Concentration of propyl gallate, EDTA, and erythorbic acid in foods**

Food category	Propyl gallate			EDTA and it's salts			Erythorbic acid and it's salts		
	No. of sample	No. of detected sample	Mean Conc. <sup>1)</sup>	No. of sample	No. of detected sample	Mean Conc. <sup>1)</sup>	No. of sample	No. of detected sample	Mean Conc. <sup>1)</sup>
Breads or rice cakes	-	-	-	-	-	-	11	3	6.0
Dried meat products	-	-	-	-	-	-	77	52	471.5
Bacon	-	-	-	-	-	-	23	8	80.8
Sausage	-	-	-	-	-	-	52	27	85.4
Processed meat products	-	-	-	-	-	-	26	9	53.9
Ham	-	-	-	-	-	-	54	22	72.1
Processed Fish products	-	-	-	-	-	-	7	2	21.7
Fish sausage	-	-	-	-	-	-	5	1	14.1
Seasonings	-	-	-	-	-	-	5	1	523.6
Margarine	-	-	-	21	6	14.4	-	-	-
Dressings	-	-	-	60	33	26.3	-	-	-
Mayonnaise	-	-	-	14	12	50.6	-	-	-
Processed bean products	-	-	-	4	0	0.0	-	-	-
Bottled and caned food	-	-	-	16	5	1.0	-	-	-
Hamburger	-	-	-	6	1	0.7	6	1	1.9
Dried confectioneries	31	2	0.1	-	-	-	-	-	-
Butters	10	0	0	-	-	-	-	-	-
Oil	11	0	0	-	-	-	-	-	-
Fat of beef	3	0	0	-	-	-	-	-	-
Fat of pork	10	0	0	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>Mean concentration of calculated from all sample values and unit is ppm. ND was considered as '0'.



**Fig. 1. Proportional distribution of detected propyl gallate, EDTA, and erythorbic acid from foods.**

신료가공품이 가장 높게 나타나, 523.6 ppm이었고, 건조저장육에서도 471.5 ppm이나 검출되는 등 두 식품유형에서 다른 유형에 비해 월등히 많은 에리쓰르빈산을 함유하고 있었다. 한편, 과자류와 햄버거에서는 10 ppm 이하가 검출되어 다른 식품에 비해 매우 적은 양이 함유되어 있었다. Fig. 1에서 보듯 에리쓰르빈산은 건조저장육, 소시지, 햄, 베이컨, 식육가공품 등 육류가공품에서 주로 검출되어 전체의 45%에 해당하는 검출율을 나타내었다.

**식품을 통한 물질자산프로필, 이디티에이류, 에리쓰르빈산류의 일일 섭취량**

물질자산프로필은 조사대상 식품에서 거의 검출되지 않았기 때문에 일일 섭취량을 추정할 수 없었다. 물질자산프로필의 이론적 섭취량을 산출해 낸 보고(21)에 따르면 실제 섭취량에 비해 지나치게 과장될 수 있는 가장 보수적인 평가 방법인 Budget 방법을 이용한 경우에도 한국인의 물질자산프로필 섭취량이 ADI의 22% 정도에 지나지 않은 것으로 보고되어, 물질자산프로필의 섭취량은 매우 안전한 수준인 것을 알 수 있었다. 이디티에이의 식품내 함량에 국민건강·영양조사의 식품섭취량을 적용하여 산출한 이디티에이의 국민 일일 평균 섭취량은 Table 4와 같다. 한국인은 마가린, 드레싱, 마유네즈, 통 및 병조림, 햄버거 등 5개 식품유형을 통해 이디티에이를 섭취하는 것으로 나타났고, 국민평균 섭취량은 1.14 µg/kg·body weight/day이었다. 이를 JECFA가 정한 ADI 2.5 mg/kg·body weight/day와 비교해 보면 ADI 대비 0.0%로서 매우 안전한 양이었다. 연령별 섭취량은 29세 이하의 연령대에서는 ADI 대비 약 0.1%를 섭취하였고, 30세 이상의 성인은 약 0.0% 섭취하는 것으로 나타나 30세 미만의 젊은 연령층에서 이디티에이를 조금 더 섭취하는 것을 알 수 있었으나, 그 양에는 큰 차이가 없었다. 이디티에이의 섭취에 주로 기여하는 식품은 마요네즈로서 모든 연령대에서 0.15-1.59 µg/kg body weight/day 섭취하는 것으로 나타나 다른 식품에 비해 월등히 많은 것으로 나타났다. 이는 마요네즈에 가장 많은 이디티에이가 함유되어 있기 때문에 나타난 결과이다.

한편 식품첨가물의 경우, 다량 섭취자에게서 위해 발생의 가능성이 높기 때문에, 이디티에이 섭취자 그룹 중 상위섭취자(95<sup>th</sup> percentile 섭취자)의 섭취량을 추정한 결과 95<sup>th</sup> percentile 섭취자

**Table 4. Estimated daily intake of EDTA and its salts<sup>1)</sup>**

Food items	Average consumers								Consumers only	
	1-2	3-6	7-12	13-19	20-29	30-49	50-64	65over	Mean	95 <sup>th</sup> percentile
Margarine	0.00	0.21	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	47.56
Dressings	0.01	0.02	0.08	0.08	0.09	0.12	0.04	0.02	0.08	46.02
Mayonnaise	1.43	1.41	1.59	1.52	1.36	0.98	0.33	0.15	1.00	36.65
Bottled and caned food	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.26
Hamburger	0.15	0.10	0.09	0.06	0.06	0.02	0.00	0.00	0.04	6.76
Total	1.61	1.74	1.79	1.68	1.52	1.12	0.37	0.18	1.14	141.24
% of ADI	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6

<sup>1)</sup>Unit is /kg·body weight/day.

**Table 5. Estimated daily intake of erythorbic acid its salts<sup>1)</sup>**

Food items	Average consumers								Consumers only	
	1-2	3-6	7-12	13-19	20-29	30-49	50-64	65over	Mean	95 <sup>th</sup> percentile
Breads or rice cakes	5.32	5.37	2.87	2.55	1.71	1.30	0.83	0.67	1.77	31.33
Dried meat products	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.17	0.06	0.00	0.09	297.02
Bacon	1.73	0.27	0.62	0.43	0.57	0.13	0.07	0.26	0.32	113.21
Sausage	9.24	15.08	10.44	6.33	4.07	1.29	0.28	0.10	3.59	330.32
Processed meat products	4.25	4.94	2.16	1.44	1.17	0.89	0.54	0.11	1.24	198.32
Ham	14.78	25.57	13.52	7.29	4.04	3.56	0.53	0.16	5.41	209.75
Processed Fish products	6.63	5.99	5.38	3.42	4.08	2.75	1.25	0.65	3.08	49.60
Seasonings	0.32	0.94	0.97	0.93	1.60	1.69	1.56	0.19	1.32	72.14
Hamburger	0.41	0.28	0.25	0.18	0.17	0.06	0.01	0.00	0.11	18.64
Total	42.67	58.43	36.23	22.56	17.56	11.83	5.12	2.15	16.93	1320.31
% of ADI	0.7	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.3	22.0

<sup>1)</sup>Unit is /kg·body weight/day.

는 하루에 141.24 µg/kg body weight/day 섭취하는 것으로 나타났다. 이는 국민 평균 섭취량의 약 110배에 해당하는 양이지만, 이 역시 ADI와 비교해 보면 5.6%에 해당하는 안전한 수준이었다. 즉, 한국인의 이디티에이 섭취량은 평균 섭취자 및 상위섭취자 모두에게서 ADI 대비 10% 미만의 안전한 수준이라는 것을 알 수 있었다.

Heimbach 등(22)은 식이섭취량과 식품 중 이디티에이의 최대 허용량을 근거로 미국인의 평균 섭취자 및 90<sup>th</sup> percentile 섭취자에 대한 이디티에이 식이 섭취량을 평가하였는데, 평균 섭취자의 이디티에이 섭취량은 22.2 mg/person/day, 90<sup>th</sup> percentile 섭취자의 이디티에이 섭취량은 61.2 mg/person/day로 보고하였다. 안전성 평가를 하기 위해 이 값을 성인 평균 체중인 60 kg으로 나눈 후 JECFA에서 설정한 ADI와 비교해 보면 평균 섭취량은 ADI의 14.8%이고, 90<sup>th</sup> percentile 섭취량은 ADI의 40.8%에 해당한다. 이는 본 연구에서 얻은 우리나라의 이디티에이 섭취량에 비해 월등히 많은 양이었다. 또한 Garby와 Arekul은(23) 최대 허용량을 근거로 태국인의 이디티에이 섭취량을 산출하여 ADI의 37.6-56.4%로 보고하였고, Viteri 등(24)도 역시 최대 허용량을 근거로 중앙아메리카인의 이디티에이 섭취량을 산출하여 ADI의 16.2%로 보고하였다. Ballot 등(25)은 남아프리카공화국인의 이디티에이 섭취량을 ADI의 28.9%로 보고하였는데, 이 역시 최대허용량에 근거해 산출한 값이었다. 몇몇 나라의 연구자들이 보고한 이디티에이 섭취량은 본 연구에서 얻은 우리나라의 이디티에이 섭취량 보다 현저히 많은 양이었는데, 이는 이러한 결과들이 개인별 섭취량과 식품 중 이디티에이 함량에 근거하지 않고 최대허용량을 근거로 산출되어 과대평가되었기 때문이라고 할 수 있겠다.

식품을 통한 에리쓰르빈산의 섭취량은 Table 5와 같다. 에리쓰르빈산은 빵류 등 9개 품목을 통해 섭취되고 있었으며, 국민 평균 섭취량은 16.93 µg/kg body weight/day 이었다. 에리쓰르빈산 섭취에 가장 많이 기여하는 식품은 햄, 소시지, 어육가공품, 빵류 이었으며, 연령별로는 3-6세의 어린이들이 가장 많이 섭취하고 있고, 65세 이상의 어르신들이 가장 적게 섭취하는 것으로 나타났다. 이는 3-6세의 어린이들이 햄, 소시지, 어육가공품, 빵 등 에리쓰르빈산 함유 식품을 많이 섭취하는 반면, 65세 이상의 어르신들은 이러한 에리쓰르빈산 함유식품을 거의 섭취하지 않기 때문에 나타난 결과이다.

에리쓰르빈산은 JECFA에서 ADI를 설정하고 있지 않기 때문에 유럽연합(European Union, EU)에서 설정한 ADI인 6 mg/kg·body weight/day와 비교하여 안전성을 평가하였다. 국민평균 섭취량은 ADI의 0.3%로 매우 적은 양이었고, 연령별로도 ADI의 0.0-1.0%로 나타나 매우 안전한 수준이었다. 또한 에리쓰르빈산 섭취자 그룹 중 상위 95<sup>th</sup> percentile 섭취량을 추정된 결과 하루에 1320.31 µg/kg·body weight/day 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 이는 평균 섭취량 보다 약 80배 정도 많은 양이지만 ADI 대비 22.0%에 해당하는 수준으로 여전히 안전한 양이었다.

Leclerq 등(26)은 EU에서 정한 에리쓰르빈산 최대기준을 근거로 이탈리아인의 평균 에리쓰르빈산 섭취량과 95<sup>th</sup> percentile 섭취량을 산출하여 각각 ADI의 20, 50%라고 보고하였다. 이는 본 연구 결과 보다 현저히 많은 양이지만 ADI 보다는 매우 낮은 수준이므로 안전한 양이라는 것에는 차이가 없다.

이상에서 한국인이 식품을 통해 섭취하는 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 평균 섭취량과 상위섭취량(95<sup>th</sup> percentile)

을 추정해 본 결과 ADI 보다 현저히 낮은 수준이었다. 특히 몰식자산프로필은 조사 대상 식품에서 거의 검출되지 않아, 국내에서 사용되지 않고 있음을 확인할 수 있었으며, 이디티에이와 에리쓰르빈산의 국민 평균 섭취량도 ADI 대비 1% 이하의 매우 적은 수준이라는 것을 알 수 있었다. 세 종류의 산화방지제 중 상위섭취자(95<sup>th</sup> percentile)의 섭취량은 에리쓰르빈산이 가장 높게 나타났지만, 이 역시 ADI의 22%에 해당하는 안전한 양이었다. 따라서 한국인의 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 섭취량은 평균섭취량, 연령별섭취량, 상위섭취량 모두 안전한 수준이라는 것을 알 수 있었다. 또한 이디티에이와 에리쓰르빈산은 모두 29세 미만의 젊은 연령층에서 더 많이 섭취하고 있는 것으로 나타났는데, 특히 에리쓰르빈산의 경우 3-6세의 어린이들이 햄, 소시지, 어육가공품등 에리쓰르빈산 함유 식품을 많이 섭취하고 있어, 에리쓰르빈산에 가장 취약한 집단인 것으로 나타났다. 따라서 향후 이디티에이와 에리쓰르빈산 노출에 민감할 수 있는 15세 이하의 어린이들을 대상으로 하는 별도의 모델평가가 이루어져 보다 심도 있고, 다각적인 연구가 수행될 필요가 있다.

요 약

가공식품에 첨가된 몰식자산프로필(propyl gallate), 이디티에이(ethylenediamine tetra acetate), 에리쓰르빈산(erythorbic acid)의 섭취 안전성을 평가하고자, 몰식자산프로필 함유식품 65 품목, 이디티에이 함유식품 121 품목, 에리쓰르빈산 함유식품 266 품목을 HPLC로 분석하여 그 함량을 모니터링 하고, 국민건강·영양조사의 식이섭취량자료를 이용하여 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산의 국민평균섭취량 및 상위섭취량(95<sup>th</sup> percentile)을 추정하였다.

몰식자산프로필은 건과류 2건에서만 0.1 ppm 검출되었을 뿐 다른 품목에서는 전혀 검출되지 않았고, 이디티에이는 총 시료의 47.1%의 검출율을 나타내었다. 이디티에이를 가장 많이 함유하고 있는 품목은 마요네즈로서 50.6 ppm이었고, 드레싱과 마가린에서도 각각 26.3, 14.1 ppm 검출되었으며, 이 세 식품 유형에서의 이디티에이 검출율은 전체의 약 40%에 달하였다. 에리쓰르빈산은 총 266개 품목 중 128개 품목에서 검출되어 48.1%의 검출율을 나타내었고, 검출율이 높은 품목은 건조저장육(67.5%), 소시지(51.9%), 햄류(40.7%)로 나타났다. 에리쓰르빈산의 평균 함량은 향신료가공품이 523.6 ppm으로 가장 높았다. 이디티에이의 국민 일일 평균 섭취량은 1.14 µg/kg·body weight/day(ADI 대비 0.05%)로 나타났고, 기여식품은 마요네즈, 드레싱, 햄버거, 마가린으로 나타났다. 연령별 섭취량은 29세 이하의 연령대에서 그 이상의 연령대 보다 많이 섭취하는 것으로 나타났는데, 그 양은 ADI 대비 0.1%에 불과해 매우 안전한 수준이었다. 이디티에이 섭취자 그룹 중 상위섭취자(95<sup>th</sup> percentile 섭취자)의 섭취량은 141.24 µg/kg·body weight/day 로 나타나, JECFA에서 설정한 ADI 대비 5.6%로 매우 안전한 수준이었다. 식품을 통한 에리쓰르빈산의 국민 평균 섭취량은 16.93 µg/kg·body weight/day 로 나타났고, 섭취에 기여하는 식품은 햄, 소시지, 어육가공품, 빵류 이었다. 연령별로는 3-6세의 어린이들이 58.43 µg/kg·body weight/day로 가장 많이 섭취하는 것으로 나타났으나, EU에서 설정한 ADI와 비교해 볼 때 ADI의 1.0%로 매우 안전한 양이었다. 또한 에리쓰르빈산 섭취자 그룹 중 상위 95<sup>th</sup> percentile 섭취량을 추정한 결과 1320.31 µg/kg·body weight/day, ADI 대비 22.0%로 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 한국인의 몰식자산프로필, 이디티에이, 에리쓰르빈산 섭취량은 모든 연령대에서 매우 안전한 수준이며, 상위

섭취자(95<sup>th</sup> percentile 섭취자)의 섭취량 또한 안전하다는 것을 알 수 있었다.

문 헌

1. Saad B, Sing YY, Nawi MA, Hashim NH, Ali ASM, Saleh MI, Determination of synthetic phenolic antioxidants in food items using reserved-phase HPLC. *Food Chem.* 105: 389-394 (2007)
2. Ji SG, *New Food Additives - Theory and Practice.* Food Journal. pp. 443-444 (2000)
3. KFDA. *Korean Food Additives Code,* Korea Food & Drug Administration. Seoul, Korea (2007) Available from: <http://www.kfda.go.kr/fa/index.do>. Accessed June 5, 2011.
4. Sherwin ER. Antioxidants. pp. 144-178. In: *Food Additives.* Branen AL, Davidson PM, Saliminen S. (eds) Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA (1990)
5. FDA. *Code of Federal Regulations Title 21 : Food and Drugs.* Chapter 1 - food and Drug Administration, Department of Health and Human Services. Part 172 - Direct Food Additives, Washington, DC, USA. pp. 120-135 (1998)
6. KFDA. *Korean Food Additives Code,* Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 289-292 (2000)
7. Heimbach J, Rieth S, Mohamedshah F, Slesinski R, Samuelfernando P, Sheehan T, Dickmann R, Borzelleca J. Safety Assessment of Iron EDTA[Sodium Iron Ethylenediaminetetraacetic Acid] : Summary of Toxicological, Fortification and Exposure Data. *Food Chem. Toxicol.* 38: 99-111 (2000)
8. Song JC, Park HJ. *New Food Additives.* Naeha, Seoul, Korea. pp. 152-153 (2000)
9. European Parliament and Council Directive No 95/2/EC of 20 February 1995 on food additives other than colours and sweeteners. Brussels. Official Journal of the European Communities. L61:1-40 (1995). Available from [http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit\\_flavor/ flav11\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit_flavor/ flav11_en.pdf). Accessed November 24, 2011.
10. FDA. *Code of Federal Regulation (CFR) Title 21: Food and Drugs.* Chapter 1. - Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services. Part 184 - Direct Food Substances affirmed as generally recognized as safe (GRAS). Office of the Federal Register, Washington, DC, USA (2001)
11. The Australia and New Zealand Food Standards Code. Standard 1.3.1. Food additives. (2009). Available from <http://www.foodstandards.gov.au/thecode/foodstandardscode/> Accessed June 10, 2011.
12. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and World Health Organization (WHO). Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956-2007). (2003). Available from <http://jecfa.ils.org/index.htm>. www.fao.org. Accessed June 10, 2011.
13. WHO. Evaluation of certain food additives (51<sup>st</sup> report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series. No. 891. World Health Organization. Geneva, Switzerland. pp. 118-134 (2000)
14. Leclercq C, Arcella D, Turrini A. Estimates of the theoretical maximum daily intake of erythorbic acid, gallates, butylated hydroxyanisole (BHA), and butylated hydroxytoluene (BHT) in Italy: a stepwise approach. *Food Chem. Toxicol.* 38: 1075-1084 (2000)
15. Baunwart GCMC, Toledo MCF. Estimates of the theoretical maximum daily intake of phenolic antioxidants BHA, BHT, and TBHQ in Brazil. *Food Addit. Contam.* 18: 365-373 (2001)
16. Suh HJ, Choi SH. Safety assessment of estimated daily intakes of antioxidants in Korean using dietary survey approach and food supply survey approach. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 762-767 (2010)
17. KFDA. *Korean Food Code,* Korea Food & Drug Administration. Seoul, Korea (2003) Available from: <http://fa.kfda.go.kr/>. Accessed June 7, 2011.
18. KFDA. *Daily dietary intake of food additive by Korean population.* Korea Food & Drug Administration. Seoul, Korea. pp. 21-290 (2004)
19. MOHW. *The 3<sup>rd</sup> Korea National Health & Nutrition Examination*

- Survey (KNHANES)-Nutrition survey. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea. pp. 115-203 (2007)
20. Kim GS, Lee CW, Lee DS, Lee YJ, Kim KN, Kim YG, Hong KH, Kim BK, Shin HS. A study on the analytical method of food additives in Korea (I) - EDTA, benzoyl peroxide, propylene glycol. *Ann. Rep. NIH* 26: 475-486 (1989)
  21. KFDA. Dietary intake of food additive by Korean population-preservatives, antioxidant. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 321-323 (2007)
  22. Heimbach J, Rieth S, Mohamedshah F, Slesinski R, Samuelfernando P, Sheehan T, Dickmann R, Borzelleca J. Safety Assessment of Iron EDTA[Sodium Iron Ethylenediaminetetraacetic Acid] : Summary of toxicological, fortification and exposure data, *Food Chem. Toxicol.* 38: 99-111 (2000)
  23. Garby L, Arekul S. Iron supplementation in Thai fish-sauce. *Ann. Trop. Med. Parasit.* 68: 467-476 (1974)
  24. Viteri FE, Alvarez E, Batres R, Torun B, Pineda O, Mejia LA, Sylvi J. Fortification of sugar with iron sodium ethylenediaminetetraacetate improves iron status in semirural Guatemalan populations. *Am. J. Clin. Nutr.* 61: 1153-1163 (1995)
  25. Ballot DE, Macphai AP, Bothwell TH, Gillooly M, Mayet G. Fortification of curry powder with NaFe EDTA in an iron-deficient population: Initial survey of iron status. *Am. J. Clin. Nutr.* 49: 156-161 (1989)
  26. Leclercq C, Arcella D, Turrini A, Estimates of the theoretical maximum daily intake of erythorbic acid, gallated, butylated hydroxyanisole (BHA), and butylated hydroxytoluene (BHT) in Italy: A stepwise approach. *Food Chem. Toxicol.* 38: 1075-1084 (2000)