

한국인의 식이를 통한 보존료의 일일추정섭취량과 안전성평가

최성희* · 이지연 · 박은영 · 원 준 · 홍기형¹ · 문귀임¹ · 김민식¹ · 홍진환¹

한국보건산업진흥원, ¹식품의약품안전청

Assessment of Estimated Daily Intakes of Preservatives in the Korean Population

Sunghye Choi*, Jeeyeon Lee, Eunyoung Park, Jun Won, Kihyong Hong¹,
Guiim Moon¹, Minsik Kim¹, and Jinhwan Hong¹

Korea Health Industry Development Institute
¹Korea Food and Drug Administration

Abstract In this study, the daily intake of preservatives in the Korean population was estimated, using data from national health and nutrition studies regarding the concentration of preservatives in each type of food, food intake by sex, age group, and weight. The level of safety of these preservatives was evaluated via comparisons with the acceptable daily intake (ADI) data established by the Joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA). The Estimated daily intake (EDI) of sorbic acid is 495.85 µg/kg·bw, benzoic acid is 215.34 µg/kg·bw and parahydroxybenzoate is 5.01 µg/kg·bw per day each. Their percentages in relation to ADI are 2, 4.3, and 0.1%, respectively. The comparatively high-consuming groups were taking sorbic acid 1,012.06 µg/kg·bw, benzoic acid 229.56 µg/kg·bw, and parahydroxybenzoate 11.58 µg/kg·bw per day, and their intake levels as a percentage of ADI were 4.1, 4.6, 0.1%, all within safe levels. Males were found to have taken more benzoic acid than women, whereas we detected no significant differences in the intakes of sorbic acid and parahydroxybenzoate between males and females. The EDI of sorbic acid, benzoic acid, and parahydroxybenzoate were lower than the ADI in all age groups studied.

Keywords: food additives, preservatives, acceptable daily intake, estimated daily intake

서 론

식품첨가물은 식품의 품질과 보존성, 기호성을 향상시키는 목적으로 1970년대 이후 빠른 경제 성장과 식생활의 현대화로 인해 사용이 증가되고 있다(1-3). 식품첨가물은 인체에 해가 없는 것만으로 허가가 되고 있지만 식품첨가물의 유해성에 관한 연구 결과가 보고되고 있어(4-9) 이들의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 증대되고 있다. 또한 식품첨가물의 안전성에 대한 설문에서 조사대상자의 3/4정도가 식품첨가물의 유해성에 대해 인식하고 있었으며(10), 응답자의 70%가 식품첨가물의 사용에 대해 불안하다고 답변하였다(11). 연구자들과 대중매체 또한 식품첨가물이 건강에 미치는 악영향에 대한 우려를 나타내고 있다(3). 식품첨가물은 소비자가 원하지 않더라도 매일 소량씩 평생 섭취하게 된다는 점에서 안전성확보가 요구되고 있으므로 식품을 통해 먹는 개별 식품 첨가물의 양이 일일허용섭취량을 넘지 않는지를 조사·평가할 필요가 있다(12-13). 국제식품규격위원회(Codex Ali-

mentarius Commission)(14)에서는 식품첨가물의 최대사용량에 계수를 적용하여 실제 소비되는 식품에 존재하는 식품첨가물의 수준을 산출하는 Budget 방법을 이용한 식품첨가물의 식이 섭취량 평가 방법 및 지침을 제시하고 각국에 이를 따를 것을 권고하고 있다. 또한 EU(15)는 멤버국가의 섭취량 자료를 통합하여 평가하고 있으며, 영국(16)은 식품섭취기록결과와 제조업체의 첨가물 사용표시를 이용하여, 노르웨이(17)는 National Consumption Survey의 식품섭취자료와 첨가물 실제사용수준을 이용하여, 호주 뉴질랜드(18-19)는 National Nutrition Survey와 실제 첨가물 사용수준을 이용하거나 섭취패턴조사를 이용하여 국가 차원의 식품 첨가물 노출량 평가를 수행하고 있다. 특히, 일본(20)은 1986년부터 현재까지 마켓바스켓 방법을 이용하여 식품첨가물 섭취량 평가를 지속적으로 수행하고 있다. 우리나라에서도 1989년 보존료 섭취량에 대한 안전성 평가를 실시하였으나(21), 2000년 이전까지는 개별 식품의 섭취량 자료가 부족하여 공급량 자료를 이용하거나, Budget 방법을 이용하여 이론적으로 추정하거나, 개별식품이 아닌 식품군별 섭취량 자료를 이용하거나, 섭취량 자료가 있는 극히 일부 식품만을 가지고 추정하는 등 단편적인 방법으로 첨가물 섭취량 평가에 대한 연구가 수행되어 객관적인 모니터링 자료에 의한 지속적인 평가가 이루어지지 못하였다(22-24). 2004년 식품첨가물 안전관리의 중장기 계획으로 식품 첨가물 섭취량 평가 및 섭취수준의 안전성 평가를 위해 ‘한국인의 식품첨가물 일일섭취량 평가 지침서(안)’이 식품의약품안전청에 의해 제시되었으며(25), 이 지침에 따라 2005년 표백제 및 발색제(26), 2006

*Corresponding author: Sunghye Choi, Center for Quality Improvement & Certification, Korea Health Industry Development Institute, Seoul 156-050, Korea
Tel: 82-2-2194-7339
Fax: 82-2-824-1766
E-mail: choish@khidi.or.kr
Received July 2, 2008; revised September 18, 2008;
accepted September 18, 2008

년 타르색소(27), 2007년 보존료 및 산화방지제(28) 등 매년 특정 식품첨가물 섭취에 대한 안전성 평가가 이루어지고 있다. 위해 평가의 경우 식품첨가물이 사용된 식품을 과다 섭취할 가능성이 높은 상위섭취자와 평균섭취자는 별도의 섭취량 평가가 필수적이며, 이들을 위해 US FDA(Food and Drug Administration)와 FASEB(Federation of American Societies for Experimental Biology)는 소비자의 90 percentile(90th)값 상위 90%의 식품섭취량을 가진 섭취자의 식품첨가물 섭취량을 가장 의미 있는 수치로 권장하고 있다(29).

보존료는 미생물 오염으로 인한 식품의 분해와 변질을 예방하는데 널리 사용되며(30), 소르빈산, 안식향산, 파라옥시안식향산, 데히드로초산 등은 식품, 의약품, 화장품의 미생물 오염을 예방하는데 주로 사용된다(31). 그러나 소르빈산은 특이체질의 경우 두드러기나 가짜 알레르기(pseudo-allergy)를 일으킬 수 있고(4-6), 안식향산에서는 독성은 약하지만 두드러기, 천식, 비염, 과민성쇼크를 일으킬 수 있으며(7), 파라옥시안식향산의 경우 파라옥시안식향산메틸, -에틸, -프로필, -부틸에서 남성의 생식기능에 악영향을 끼치는 등(8-9) 많은 연구에서 광범위하게 사용되는 합성 보존료의 섭취가 건강에 잠재적 위해를 끼칠 수 있는 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 보존료 사용실태에 대한 시장조사 결과를 이용하여 식품 중 사용빈도가 높은(28) 소르빈산류, 안식향산류, 파라옥시안식향산에스터류를 보존료 섭취량 평가 대상품목으로 선정하고, 국민평균, 성별, 연령별, 상위 섭취자(90th)의 보존료 일일추정섭취량을 산출하였다. 또한 이를 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA)에서 제시하고 있는 일일허용섭취량(acceptable daily intake; ADI)(32)과 비교·검토하여 보존료 섭취량의 안전성 여부를 평가하였다.

재료 및 방법

시료선정 및 샘플링

시료의 선정 및 샘플링은 식품의약품안전청에 의해 제시된 '한국인의 식품첨가물 일일섭취량 평가 지침서(안)(25)'에 따라 진행하였다. 보존료 함량을 분석하기 위한 시료는 식품첨가물 공전(33)의 보존료 사용기준에 따라 대상 식품유형을 선정하였고, 2007년 3월 한달 간 서울, 경기지역의 백화점, 대형마트 등에서 시장조사를 진행하여 보존료의 표시실태 및 건수를 조사하였다. 이를 토대로 식품유형별 가중치를 적용하여 시료 수를 결정하였다. 시료는 전국을 대상으로 백화점, 대형마트 등에서 구입하였으며, 그 외 수입식품은 남대문 수입상가, 부산 수입식품 전문 판매점에서 구입하였다. 그 중 파라옥시안식향산에스터류를 사용한 식품류는 시장조사에서 사용 예가 적어 2005-2006년도 품목제조보고신고서를 시료 구입 시 참고하였다. 시료는 각 보존료 사용대상 식품유형에 따라 소르빈산류 709품목, 안식향산류 440품목, 파라옥시안식향산류 258품목을 구입하여 사용하였다.

시약

소르빈산, 안식향산, 파라옥시안식향산에스터의 표준물질은 Sigma Co.(St. Louis, MO, USA)와 Tokyo Kasei Kogyo Co.(Tokyo, Japan) 제품을 사용하였다. 시료 전처리에 사용한 염화나트륨(sodium chloride), 주석산(tartaric acid), 증류수는 각각 Junsei(Koyto, Japan), Acros(Pittsburgh, PA, USA), J&T Baker (Phillipsburg, NJ, USA) 제품을 사용하였다. HPLC 분석을 위한 이동상에는 아세토니트릴(acetonitrile)과 인산(phosphoric acid) HPLC

Table 1. Analysis condition of HPLC

Instruments	Nanospace SI-2 (Shiseido, Tokyo, Japan)
Column	CAPCELL PAK MF C8 (4.6 mm×150 mm, 5 μm) (Shiseido)
Temperature	40
Detector	UV 235nm, PDA 235nm
Mobil phase	0.1% Phosphoric acid: 60% Acetonitril=90:10
Flow rate	1.0 mL/min
Injection Volumn	20 μL

용으로 각각 J&T Baker와 Matsunoen chemicals(Osaka, Japan) 제품을 사용하였다.

보존료 함량 분석

보존료 함량은 식품공전 제 7. 일반시험법의 보존료 시험법(34)과 식품 중 식품첨가물분석법 제 1장 보존료(35)를 참고하여 분석하였다. 시료를 세질하여 약 50 g을 정밀히 달아 염화나트륨 80 g, 15% 주석산 15 mL, 증류수 100 mL를 가하였다. 이를 증류장치(Vapodest 10; Gerhardt, Konigsberg, Germany)를 이용하여 20-30분간 유액 500 mL를 받은 후 0.45 μm 멤브레인 필터를 이용하여 여과시킨 것을 시험용액으로 하여 Table 1과 같은 조건에서 HPLC로 분석하였다.

소르빈산, 소르빈산 칼륨, 소르빈산 칼슘은 소르빈산으로서 안식향산 및 그 염류는 안식향산으로서 파라옥시안식향산에스터류는 파라옥시안식향산으로서 함량이 분석되었다.

보존료 일일추정섭취량 산출 및 안전성 평가

보존료의 일일추정섭취량 산출은 식품의약품안전청에 의해 제시된 '한국인의 식품첨가물 일일섭취량 평가 지침서(안)(25)'의 방법에 따라 진행하였다. 보존료의 국민평균, 성별, 연령별 일일추정섭취량(estimated daily intake; EDI)은 식품 별 보존료 평균 함량(C_{ave})에 '2005년 국민건강·영양조사-영양부문'(36)의 각 식품의 성별, 연령별 섭취량(F_{ave})를 곱한 후 '2005년 국민건강·영양조사-검진조사부문'(37)의 성별, 연령별 평균 체중(bw)으로 나누어 산출하였다.

$$EDI = C_{ave} \times F_{ave} / bw$$

상위섭취자(90th)는 조사자 전체의 상위 90th의 식품섭취량을 가진 섭취자의 보존료 섭취량으로 산출하였다.

또한 아래의 식과 같이 JECFA에서 제시하고 있는 일일허용량(ADI)(32) 소르빈산류 25 mg/kg·bw/day, 안식향산류 5 mg/kg·bw/day, 파라옥시안식향산류 10 mg/kg·bw/day과 비교하여 상대적 위해도를 산출하고 이를 토대로 각 보존료의 일일 추정 섭취량의 안전성을 평가하였다.

$$\text{위해도}(\%) = (1인\ 일일\ 섭취량 / ADI) \times 100$$

결과 및 고찰

식품별 보존료 함량 분석

소르빈산류: 빵 또는 떡류 등 31종의 식품에서의 소르빈산류 평균함량에 대한 결과는 Table 2에서 제시하였다. 분석한 총 709개의 시료 중 358개(50.5%)에서 소르빈산류가 검출되어 보존료 중 가장 높은 검출률을 보였다. 식품 중 특히 건조저장육이 95%

Table 2. Concentration of sorbic acid in foods and estimated daily intake

Food category	No. of samples	No. of detected samples (%)	Mean conc. (mg/kg)	Food intake (g/day)		Estimated daily intake of sorbic acid ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$)	
				Average intake	90 th	Average intake	90 th
Breads or rice cakes	53	15(28.3)	22.3	14.37	47.02	6.55	22.09
Dried confectioneries	5	2(40)	205.7	7.44	21.00	38.44	103.69
Candies	5	1(20)	30.3	0.92	0.00	0.63	0.00
Jams	5	4(80)	287.2	0.25	0.00	1.05	0.00
Syrups	9	5(55.6)	247.3	0.00	0.00	6.42	0.00
Butters	8	1(12.5)	33.0	0.11	0.00	0.07	0.00
Cheeses	40	26(65)	700.8	0.58	0.00	9.92	0.00
Dry-stored meat	40	38(95)	418.2	0.01	0.00	0.08	0.00
Bacon	6	2(33.3)	58.5	0.20	0.00	0.23	0.00
Sausage	22	17(77.3)	628.7	1.86	0.00	26.43	0.00
Meat products	16	15(93.8)	396.1	1.07	0.00	9.10	0.00
Ham	20	16(80)	755.2	3.31	0.00	56.69	0.00
Processed fish product	29	25(86.2)	696.5	8.80	22.64	115.63	308.24
Margarine	20	7(35)	197.2	0.02	0.00	0.17	0.00
Fruit and vegetable beverages	9	3(33.3)	35.6	24.16	0.00	17.37	0.00
Carbonated beverages	31	1(3.2)	0.6	32.49	76.99	0.38	0.86
Other beverages	61	1(1.6)	0.7	8.81	0.00	0.12	0.00
Soy sauce	44	1(2.3)	1.0	7.57	18.91	0.14	0.37
Soybean paste	7	5(71.4)	615.6	8.80	27.21	96.09	307.02
<i>Gochujang</i> (fermented hot pepper soybean paste)	5	2(40)	274.1	6.43	18.98	29.90	90.64
<i>Chunjang</i> (black sauce paste)	6	3(50)	409.4	1.36	0.00	11.13	0.00
Mixed soybean paste with <i>gochujang</i>	12	9(75)	396.3	2.28	6.00	14.64	35.28
Sauces	18	1(5.6)	7.2	0.35	0.00	0.05	0.00
Dressing	6	3(50)	218.3	0.17	0.00	0.65	0.00
Salted and fermented seafood (<i>jeotkal</i>)	12	1(8.3)	0.9	1.49	1.04	0.02	0.02
Sugaring pickle	24	21(87.5)	325.6	0.17	0.00	0.50	0.00
Pickle	80	58(72.5)	287.0	7.33	23.40	43.50	143.86
Wine	40	33(82.5)	58.5	0.46	0.00	0.43	0.00
Dried shellfish and fish fillet	67	54(80.6)	269.1	1.59	0.00	7.98	0.00
Canned·bottled braising	3	2(66.7)	254.8	0.19	0.00	0.98	0.00
Hamburger	6	1(16.7)	9.3	2.86	0.00	0.55	0.00
Total	709	358(50.5)	325.6	0.17	0.00	495.85	1,012.06
%ADI						2.0	4.1

의 높은 검출률을 보였고 그 외 식육가공품(93.8%), 당절임(87.5%), 어육가공품(86.2%)에서 높게 나타났다. 평균 검출량은 햄류가 755.2 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 치즈류 700.8 mg/kg, 어육가공품 696.5 mg/kg, 소시지 628.7 mg/kg, 된장 615.6 mg/kg 순으로 높게 나타났다.

안식향산류: 빵 또는 떡류 등 16종의 식품에서의 안식향산류 평균함량에 대한 결과는 Table 3에서 제시하였다. 분석한 총 440개의 시료 중 115개(26.1%)에서 안식향산류가 검출되었으며, 기타음료가 90.2%로 가장 높은 검출률을 나타냈고 그 외 탄산음료류(64.5%), 과일·채소류음료(44.4%)에서 높게 나타났다. 평균 검출량 또한 기타음료에서 283.1 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 탄산음료류 146.2 mg/kg, 과일·채소류음료 137.0 mg/kg 순으로 높게 나타났다.

파라옥시안식향산에스터류: 건조저장육 등 6종의 식품에서 파라옥시안식향산에스터류 평균함량에 대한 결과는 Table 5에서 제시하였다. 분석한 총 258개의 시료 중 39개(15.1%)에서 파라옥시안식향산에스터류가 검출되었으며, 간장의 검출률이 43.5%로 가장 높게 나타났고 그 다음으로 소스류가 31.6%로 높게 나타났다. 평균 검출량 또한 간장이 29.7 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 소스류가 22.4 mg/kg으로 높게 나타났다.

보존료의 일일추정섭취량 및 안전성 평가

소르빈산류: 소르빈산류의 국민평균, 성별, 연령별, 상위섭취자에 대한 일일추정섭취량과 안전성 평가 결과는 Table 2와 Fig. 1에서 제시하였다. 빵 또는 떡류 등 31종의 식품에서 소르빈산류의 국민평균 일일추정섭취량은 495.85 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$ 로 산출되었으며, ADI 대비 2%로 안전한 섭취수준으로 평가되었다. 소르빈

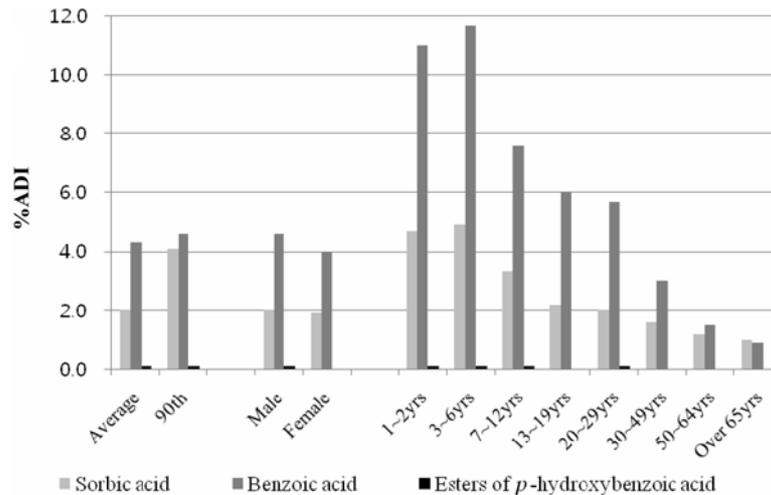


Fig 1. The percentage compare to ADI of preservatives for average, sex, age, and high consumer of national population.

산류의 섭취량 중 어육가공품(115.63 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$), 된장(96.09 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$), 햄류(56.69 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$)가 총 섭취량의 50% 이상을 차지하여 소르빈산류 섭취의 기여식품임을 알 수 있었다(Table 2). 일본(38)에서 또한 어육가공품이 소르빈산 섭취의 기여식품이었으나 호주·뉴질랜드의 조사(18)에서는 오렌지주스와 가공체다 치즈가 주요한 기여식품이었다. 이와 같은 결과는 호주·뉴질랜드에서의 조사에서 어육가공품류가 대상 식품에 많이 포함되어 있지 않았을 뿐 아니라(41품목 중 2품목) 국가간 식습관의 차이도 큰 영향을 끼친 것으로 생각된다.

상위섭취자(90th) 즉, 총 조사자의 상위 90%의 식품섭취량을 가진 섭취자의 소르빈산류 섭취량은 국민평균 섭취량 보다 2배 정도 높은 1,012.06 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$ 로 나타났으나 ADI 대비 4.1%로

안전한 섭취수준으로 평가되었다(Table 2). 각 식품유형별 상위섭취자의 섭취량 중 캔디류 등 21종의 식품의 경우 각 식품에 대한 섭취자 수가 상위 90%의 섭취량을 가진 섭취자가 나올 수 없을 만큼 적어 즉, 상위 90th 섭취자가 없기 때문에 상위섭취량이 0.00 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었다.

성별에 따른 섭취량은 ADI 대비 남자 2.0%, 여자 1.9%로 크게 차이를 보이지 않았다(Fig. 1). 호주·뉴질랜드의 조사(18) 또한 ADI 대비 남자 3.0%, 여자 3.0%로 성별에 따른 섭취율의 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서는 소르빈산 함유 식품의 섭취량이 성별에 따른 차이를 보이지 않았기 때문에 보존료의 섭취량 역시 차이를 보이지 않은 것으로 생각된다.

연령별 섭취량은 ADI 대비 1-2세 4.7%, 3-6세 4.9%, 7-12세

Table 3. Concentration of benzoic acid in foods and estimated daily intake

Food category	No. of samples	No. of detected samples (%)	Mean conc. (mg/kg)	Food intake (g/day)		Estimated daily intake of benzoic acid ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$)	
				Average intake	90 th	Average intake	90 th
Breads or rice cakes	53	9(17.0)	3.9	14.37	47.02	1.15	3.89
Dried confectioneries	5	1(20.0)	8.1	7.44	21.00	1.51	4.08
Candies	5	1(20.0)	10.0	0.92	0.00	0.21	0.00
Jams	5	0(40.0)	5.8	0.25	0.00	0.03	0.00
Syrups	9	1(11.1)	0.1	0.00	0.00	0.00	0.01
Butters	8	1(12.5)	40.4	0.11	0.00	0.08	0.00
Cheeses	40	9(22.5)	3.7	0.58	0.00	0.05	0.00
Margarine	20	2(10.0)	61.6	0.02	0.00	0.05	0.00
Fruit and vegetable beverages	9	4(44.4)	137.0	24.16	0.00	66.90	0.00
Carbonated beverages	31	20(64.5)	146.2	32.49	76.99	95.20	213.40
Other beverages	61	55(90.2)	283.1	8.81	0.00	47.30	0.00
Soy sauce	44	3(6.8)	8.9	7.57	18.91	1.20	3.13
Chunjang (black sauce paste)	6	1(16.7)	4.0	1.36	0.00	0.11	0.00
Sugaring pickle	8	2(25.0)	4.5	0.17	0.00	0.01	0.00
Pickle	96	6(6.3)	11.4	7.33	23.40	1.52	5.02
Wine	40	6(15.0)	3.1	0.46	0.00	0.02	0.00
Total	440	115(26.1)				215.34	229.56
% ADI						4.3	4.6

3.3%, 13-19세 2.2%, 20-29세 2.0%, 30-49세 1.6%, 50-64세 1.2%, 64세 이상 1.0%로 산출되어 모든 연령에서의 섭취수준은 안전한 것으로 평가되었다(Fig. 1). 연령에 따른 소르빈산류 섭취량을 ADI와 비교한 결과 1-12세에서 13세 이상 연령보다 높게 나타났으나 이는 1-12세의 식품을 통한 소르빈산류의 절대 섭취량이 13세 이상보다 더 많다는 것을 의미하는 것이 아니라 어린이의 체중이 13세 이상보다 낮음으로써 체중 대비 섭취량이 더 많다는 것을 나타내는 것이다. 또한 연령의 증가에 따라 ADI 대비 섭취량이 줄어드는 현상을 보였으며, 이는 청소년기와 청년기(13-29세)에서 증가되었던 식품섭취량이 장년기(30세 이상) 이후에 감소함으로써 소르빈산류의 섭취량이 함께 감소된 것으로 생각된다.

안식향산류: 안식향산류의 국민평균, 성별, 연령별, 상위섭취자의 일일추정섭취량과 안전성 평가 결과는 Table 3와 Fig. 1에서 제시하였다. 빵 또는 떡류 등 16종의 식품에서 안식향산류의 국민평균 일일추정섭취량은 215.34 µg/kg·bw/day으로 산출되었으며, ADI 대비 4.3%로 안전한 섭취수준으로 평가되었다. 안식향산류의 섭취량 중 탄산음료류(95.20 µg/kg·bw/day), 과일·채소류 음료(66.90 µg/kg·bw/day), 기타음료(47.3 µg/kg·bw/day)가 안식향산류 섭취량의 97%이상을 차지하였다(Table 3). 일본(38)의 경우 음료와 조미식품이, 호주·뉴질랜드(18)의 경우 코디얼주(Cordial, regular), 오렌지 주스, 탄산음료(콜라 제외)가 주된 기여 식품이었으며, WHO 전문위원회에 제출된 9개 국가의 안식향산 섭취량의 중요한 기여식품 또한 탄산음료류(39) 이는 국내 조사와 같은 결과였다. 안식향산류의 경우 음료류에서 검출량과 검출비율 모두 높게 나타나 안식향산이 함유된 음료를 많이 섭취하는 집단에서는 일일섭취허용량 이상 섭취할 가능성이 있었다.

상위섭취자(90th)의 섭취량은 국민 평균 섭취량 보다 조금 높은 229.56 µg/kg·bw/day로 나타났으나, ADI 대비 4.6%의 섭취수준으로 안전한 것으로 평가되었다(Table 3). 안식향산류 역시 소르빈산류와 마찬가지로 각 식품유형별 상위섭취자의 섭취량 중 캔디류 등 10종에서 상위 90th 섭취자가 없어 해당 식품유형에 대한 상위섭취섭취량이 0.00 µg/kg·bw/day으로 산출되었다.

성별에 따른 안식향산류의 섭취량은 ADI 대비 남자와 여자가 각각 4.6%, 4.0%으로 남자가 여자보다 안식향산류를 좀 더 많이 섭취하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 호주·뉴질랜드의 조사(18)에서는 ADI 대비 남자 15%, 여자 10%의 섭취수준을 보여 본 연구에서와 같이 성별에 따른 섭취량의 차이를 보였으나, 윤 등(40)

의 결과에서는 성별에 따른 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서는 성별에 따른 식품섭취량의 차이에서 특히 남자의 경우 여자보다 탄산음료를 약 2배 더 섭취함으로써 전체 식품섭취량의 차이를 야기하였으나 윤 등(40)의 결과에서는 탄산음료에서 안식향산이 검출되지 않음으로써 탄산음료의 섭취량이 0 mg/kg·bw/day으로 산출되어 성별에 따른 안식향산류의 섭취량의 차이를 보이지 않은 것으로 생각된다.

연령별 섭취량은 ADI 대비 각각 1-2세 11.0%, 3-6세 11.7%, 7-12세 7.6%, 13-19세 6.0%, 20-29세 5.7%, 30-49세 3.0%, 50-64세 1.5%, 65세 이상 0.9%로 산출되어 모든 연령의 섭취수준은 안전한 것으로 평가되었다(Fig. 1). 안식향산류의 연령별 섭취량 또한 소르빈산류의 연령별 섭취량과 같이 1-12세에서 13세 이상에 비해 ADI 대비 섭취량이 보다 높게 나타났으며, 연령의 증가와 함께 ADI 대비 섭취량이 감소되었다.

파라옥시안식향산에스터류: 파라옥시안식향산에스터류의 국민 전체, 성별, 연령별, 상위 섭취자의 일일추정섭취량과 안전성 평가 결과는 Table 4와 Fig. 1에서 제시하였다. 건조조장육 등 6종의 식품에서 파라옥시안식향산에스터류의 국민 평균 일일추정섭취량은 5.01 µg/kg·bw/day으로 산출되었으며, ADI 대비 0.1%로 안전한 섭취수준으로 평가되었다. 파라옥시안식향산에스터류의 일일추정섭취량 중 간장(4.04 µg/kg·bw/day)이 총 섭취량의 80% 이상을 차지하였다(Table 4). 일본의 조사(38)에서 또한 음료와 조미식품이 파라옥시안식향산에스터류 섭취량의 주요 기여식품이었다.

상위 섭취자(90th)의 섭취량은 국민 평균 섭취량보다 2배 정도 더 높은 11.58 µg/kg·bw/day로 나타났으나 ADI 대비 0.1%로 안전한 섭취 수준으로 평가되었다(Table 4). 파라옥시안식향산에스터류 또한 소르빈산류와 안식향산류의 경우와 같이 상위섭취자의 각 식품유형별 섭취량 중 건조조장육 등 3종의 식품에서 상위 90th 섭취자가 없어 그 식품유형에 대한 상위섭취섭취량이 0.00 µg/kg·bw/day으로 산출되었다.

성별에 따른 섭취량은 ADI 대비 각각 0.1%, 0.0%로 큰 차이가 없었다(Fig. 1).

연령에 따른 섭취량은 ADI 대비 각각 1-2세 0.1%, 3-6세, 0.1%, 7-12세 0.1%, 13-19세 0.0%, 20-29세 0.1%, 30-49세 0.0%, 50-64세 0.0%, 64세 이상 0.0%로 산출되어 모든 연령에서 안전한 섭취 수준으로 평가되었다(Fig. 1). 파라옥시안식향산에스터류의 섭취량은 소르빈산류와 안식향산류보다 비교적 적어 연령에 따른 섭취량의 차이가 크게 나타나지 않지만 다른 보존료와 같

Table 4. Concentration of esters of *p*-hydroxybenzoic acid in foods and estimated daily intake

Food category	No. of samples	No. of detected samples (%)	Mean conc. (mg/kg)	Food intake (g/day)		Estimated daily intake of esters of <i>p</i> -hydroxybenzoic acid (µg/kg·bw/day)	
				Average intake	90 th	Average intake	90 th
Dry-stored meat	40	1(2.5)	0.4	0.01	0.00	0.00	0.00
Other beverages	61	6(9.8)	2.7	8.81	0.00	0.45	0.00
Soy sauce	46	20(43.5)	29.7	7.57	18.91	4.04	10.50
Mixed soybean paste with <i>gochujang</i>	12	1(8.3)	2.9	2.28	6.00	0.11	0.26
Sauces	19	6(31.6)	22.4	0.35	0.00	0.16	0.00
Pickle	80	5(6.3)	1.9	7.33	23.40	0.25	0.82
Total	258	39(15.1)				5.01	11.58
% ADI						0.1	0.1

이 연령의 증가와 함께 ADI 대비 섭취량이 감소되는 현상을 보였다.

본 연구에서는 국민건강·영양조사의 1일 식품섭취자료를 이용하여 식품첨가물의 섭취량을 추정하고 섭취수준에 대한 안전성을 ADI와 비교 평가하였으나 첨가물의 일일허용섭취량(ADI)은 매일 섭취하는 것을 가정한다. 또한 Codex(14) 식품규격위원회에서는 식품첨가물의 섭취량 조사 시 가공식품에 대한 섭취량만을 이용하도록 권고하고 있으나 국민건강·영양조사의 식품섭취자료는 된장, 고추장, 간장 등 가정에서 가공되어 섭취되는 식품의 양이 포함되어 있으므로(40) 실제섭취수준보다 높게 평가되는 결과를 얻었다. 그러나 소르빈산류, 안식향산류, 파라옥시안식향산에스터류의 국민평균, 성별, 연령별 일일추정섭취량은 모두 ADI 이하였으며, 상위섭취자의 일일추정섭취량은 국민평균 보다 높았으나 역시 ADI 이하로 평가되었다. 따라서 한국인의 보존료 섭취수준은 안전한 것으로 결론지을 수 있다. 또한 본 연구는 앞으로 첨가물 섭취량에 대한 지속적인 연구를 통해 식품첨가물의 안전한 사용을 위한 연구자료로 이용될 수 있을 것이다.

요 약

국내 사용빈도가 높은 소르빈산류, 안식향산류, 파라옥시안식향산에스터류의 일일추정섭취량을 평가하였다. 식품별 보존료 농도와 국민건강·영양조사의 성별, 연령별 식품섭취자료와 체중을 이용하여 일일추정섭취량을 산출하였고, 이를 JECFA에서 제시한 ADI와 비교·검토하여 안전성 여부를 평가하였다. 분석된 보존료의 일일추정섭취량은 소르빈산류 495.85 µg/kg·bw/day, 안식향산류 215.34 µg/kg·bw/day, 파라옥시안식향산에스터류 5.01 µg/kg·bw/day로 산출되었으며, ADI 대비 각각 2, 4.3, 0.1%로 섭취수준은 안전한 것으로 평가되었다. 상위섭취자(90th)의 일일추정섭취량은 소르빈산류 1,012.06 µg/kg·bw/day, 안식향산류 229.56 µg/kg·bw/day, 파라옥시안식향산에스터류 11.58 µg/kg·bw/day로 산출되었으며 ADI 대비 4.1, 4.6, 0.1%로 안전한 섭취수준으로 평가되었다. 성별에 따른 차이는 안식향산류의 경우 남자가 여자보다 많이 섭취하였으나 소르빈산류와 파라옥시안식향산에스터류는 성별에 따른 차이를 보이지 않았다. 소르빈산류, 안식향산류, 파라옥시안식향산류의 일일추정섭취량은 모든 연령에서 안전한 섭취수준으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 식약청 용역사업(07062영기안112)의 지원으로 수행되었습니다.

문 헌

- Kim HC, Kim MR. Consumer attitudes towards food additives. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 15: 126-135 (2005)
- Tfouni SAV, Toledo MCF. Estimates of the mean per capita daily intake of benzoic and sorbic acids in brazil. *Food Addit. Contam.* 19: 647-654 (2002)
- Yoon HJ, Cho YH, Park JY, Lee CH, Park SK, Cho YJ, Han KW, Lee JO, Lee CW. Assessment of estimated daily intakes of benzoates for average and high consumers in Korea. *Food Addit. Contam.* 20: 127-135 (2003)
- Hannuksela M, Haahntela T. Hypersensitivity reactions to food additives. *Allergy* 42: 561-575 (1987)
- Safford RJ, Basketter DA, Allenby CF, Goodwin BFJ. Immediate contact reactions to chemicals in the fragrance mix and a study of the quenching action of eugenol. *Brit. J. Dermatol.* 123: 595-606 (1990)
- Walker R. Toxicology of sorbic acid and sorbates. *Food Addit. Contam.* 7: 671-676 (1990)
- WHO. Benzoic acid and sodium benzoate. Concise International Chemical Assessment Document 26. World Health Organization, Geneva, Switzerland (2000)
- Routledge EJ, Parker J, Odum J, Ashby J, Sumpter JP. Some alkyl hydroxy benzoate preservatives (Parabens) are estrogenic. *Toxicol. Appl. Pharm.* 153: 12-19 (1998)
- Oishi S. Effects of propyl paraben on the male reproductive system. *Food Chem. Toxicol.* 40: 1807-1813 (2002)
- Kim SY. Purchase action of processed foods and the recognition for food additives of housewives. MS thesis, Korea university, Seoul, Korea (1995)
- McNutt KW, Powers ME, Sloan AE. Food color, flavors and safety: A consumer viewpoint. *Food Technol.-Chicago* 40: 72-78 (1986)
- Kim HY, Lee YJ, Hong KH, Ha SC, Ahn MS, Jo JS, Kim KS. Intake of food additives in foods by total diet. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 767-774 (1998)
- Lee CH, Park SK, Kwon WJ, Yoon HJ, Young MC, Lee JO, Lee CW. Assessment of estimated daily intake for preservatives from survey data. *J. Food Hyg. Saf.* 17: 166-172 (2002)
- Codex Committee on Food Additives and Contaminants. Consideration of the proposed draft revised annex A to the codex general standard for food additives. CX/FAC 97/9 Codex Alimentarius Commission, Geneva, Switzerland (1996)
- Commission of The European Communities. Report from the commission on Dietary Food Additive Intake in the European Union. Available from: http://ec.europa.eu/food/food/chemical-safety/additives/intake_en.htm. Accessed May 02, 2008.
- Food Standard Agency. Diary Survey of the Intake of Intense Sweeteners by Young Children from Soft Drinks. Available from: <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis2003/fsis-200336softdrink>. Accessed May 02, 2008.
- Norwegian Food Safety Authority, Intakes of Preservatives in Norway: Benzoic acid and sorbic acid. Available from: http://www.mattilsynet.no/english/food_safety/intakes_of_preservatives_in_norway_benzoic_acid_and_sorbic_acid_28583. Accessed May 02, 2008.
- Food Standards Australia and New Zealand. The Australian Total Diet Study. Available from: <http://www.foodstandards.gov.au/monitoringandsurveillance/australiantotaldiets1914.cfm>. Accessed May 02, 2008.
- Food Standards Australia and New Zealand. Consumption of Intense Sweeteners in Australia and New Zealand. Available from: <http://www.foodstandards.gov.au/newsroom/publications/intensesweetenersurvey2004>. Accessed May 02, 2008.
- Ito Y. Daily intake of food additives in Japan determination of food additives residues in food-from 1976 to 2000 year by market basket method. *FFIJ.* 212: 815-839 (2007)
- Lee CW, Lee TS, Moon BS. A study on intakes of some food additives by Korean. *J. Food Hygi.* 4: 1-20 (1989)
- Park SM, Lee SR. Estimation of the total dietary intake of saccharin by Korean population. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 563-567 (1992)
- Yoon HJ, Lee MG, Lee CH, Lee JO, Lee CW. Assessment of maximum use levels and estimation of theoretical maximum daily intake for 9 food additives in Korea by the budget method. *J. Food Hyg. Saf.* 14: 186-194 (1999)
- Yoon HJ, Cho YH, Park JY, Lee CH, Park SK, Cho YJ, Han KW, Lee JO, Lee CW. Assessment of estimated daily intakes of sorbates, benzoates and esters of p-hydroxybenzoic acid for average consumers in Korea. *J. Food Hyg. Saf.* 16: 53-60 (2001)
- KFDA. Daily dietary intake of food additive by Korean population. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2004)
- KFDA. Dietary intake of food additive by Korean population-bleaching, color retention agent. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2005)
- KFDA. Dietary intake of food additive by Korean population-coal tar dye, combined diet intake. Korea Food & Drug Administration

- tion, Seoul, Korea (2006)
28. KFDA. Dietary intake of food additive by Korean population-preservatives, antioxidant. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2007)
 29. Nutiscan. An evaluation of the methodologies for the estimation of intakes of food additives and contaminant in European Community. The O'Reilly Institute, Trinity College, Dublin, Ireland. p. 20 (1992)
 30. Li XQ, Zhang F, Sun YY, Yong W, Chu XG, Fang YY, Zweigenbaum J. Accurate screening for synthetic preservatives in beverage using high performance liquid chromatography with time-of-flight mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta* 608: 165-177(2008)
 31. Lee MR, Lin CY, Li ZG, Tsai TF. Simultaneous analysis of antioxidants and preservatives in cosmetics by supercritical fluid extraction combined with liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 1120: 244-251(2006)
 32. IPCS INCHEM. JECFA monographs. Available from: <http://inchem.org/pages/jecfa.html>. Accessed Oct. 01, 2007.
 33. KFDA. Korean Food Additives Code. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 155-595 (2007)
 34. KFDA. Korean Food Code. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 657-663 (2007)
 35. KFDA. Analysis method for food additives in food. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2006)
 36. MHW. The 3rd Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES)-Nutrition Survey. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (2005)
 37. MHW. The Third Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES)-Health Examination. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea. pp. 82-85 (2005)
 38. The Japan Food Chemical Research Foundation. Daily Intake Study of Food Additives by Age Cohort based on the Market Basket Method. Available from: <http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/pages/DI-study>. Accessed May 02, 2008.
 39. WHO. Evaluation of Certain Food Additives (51st Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series No. 891. World Health Organization, Geneva, Switzerland (2000)
 40. Yoon HJ, Cho YH, Park JY, Lee CH, Park SK, Cho YJ, Han KW, Lee JO, Lee CW. Assessment of estimated daily intakes of sorbates for average and high consumers in Korea. *J. Food Hyg. Saf.* 16: 178-187 (2001)