

한국인의 인공감미료 섭취수준 평가

최성희* · 이만술 · 박은영 · 원 준 · 김소희¹ · 박성관¹ · 임호수¹

한국보건산업진흥원, ¹식품의약품안전평가원

Assessment of Estimated Daily Intake of Sweeteners in the Korean Population

Sunghye Choi*, Mansool Lee, Eunyoung Park, Jun Won, Sohee Kim¹, Sungkwan Park, and Hosoo Lim¹

Korea Health Industry Development Institute

¹National Institute of Food and Drug Safety Evaluation

Abstract We analyzed the estimated daily intake of sweeteners in the Korean population, using data from national health and nutrition studies regarding the concentration of sweetener in each type of food, food intake by gender, age group, and weight. The level of safety of these sweeteners was evaluated by comparisons with the acceptable daily intake (ADI) data established by the Joint FAO/WHO expert committee on food additives. The estimated daily intake (EDI) of sodium saccharin was 52.31 µg/kg·bw, 55.06 µg/kg·bw acesulpham-K, 145.47 µg/kg·bw aspartame, and 93.86 µg/kg·bw sucralose per day. The percentages in relation to ADI were 1.0%, 0.4%, 0.4%, and 0.6% respectively, which were all within safe levels. The relatively higher-consuming groups were taking 783.12 µg/kg·bw sodium saccharine, 4,399.09 µg/kg·bw aspartame, 1,557.09 µg/kg·bw acesulpham-k, and 2,700.72 µg/kg·bw sucralose per day, and their intake levels as a percentage of ADI were 15.7, 11.0, 10.4, and 18.0%, respectively, which were all within safe levels.

Keywords: food additive, sweetener, acceptable daily intake, estimated daily intake

서 론

고감도 감미료는 식품에 강한 단맛을 부여하는 물질로 식품공학의 관심분야(1). 오랫동안 식품 중 음료, 과자, 껌 등과 의약품산업에서 낮은 칼로리를 제공하면서 단맛을 주기 위해 사용되어 왔으며(2), 최근 비만인구 증가, 고 열량식이에 따른 건강문제 인식 증가, 당뇨병 인구 증가, 치아 우식증 예방 등을 이유로 대부분의 국가에서 고감도 감미료의 사용이 증가되고 있으나(3,4) 인공감미료의 부정적인 영향에 대한 문제가 끊임없이 제기되고 있다(5-8). 따라서 우리나라는 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 수크랄로스 등의 인공감미료에 대하여 사용 대상 식품 및 사용기준을 제한하고 있으며(9), Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA)에서 제시하고 있는 일일허용섭취량(Acceptable daily intake; ADI)을 적용하고 있다. 각 감미료의 ADI는 삭카린나트륨 5 mg/kg·bw/day, 아스파탐 40 mg/kg·bw/day, 아세설팜칼륨 15 mg/kg·bw/day, 수크랄로스 15 mg/kg·bw/day이다(10). 호주, 뉴질랜드는 식품섭취패턴조사와 감미료 함량 조사를 통해 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 수크랄로스, 사이클라메이트의 일일추정섭취량(Estimated daily intake; EDI)을 산출하

였고(11), 이탈리아는 식이빈도조사 및 식이기록조사와 제품표시 또는 생산자에 의해 제공된 감미료 사용수준을 이용하여 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 사이클라메이트의 섭취량을 산출하였다(12). 특히 일본은 1986년부터 현재까지 마켓바스켓 방법을 이용하여 다양한 식품첨가물의 섭취량을 지속적으로 평가하고 있다(13-19).

국내에서 인공감미료 섭취량평가는 식품의약품안전청에서 식품의 종류, 연령 및 성별에 따른 인공감미료에 대하여 사용실태를 파악하고 식이를 통해 실제 섭취되는 인공감미료의 총 섭취량을 조사하여 JECFA에서 설정한 일일섭취허용량(ADI)과 비교 검토 함으로서 실제 섭취량과 ADI간 안전 수준을 평가하는 연구를 수행한 바 있다(1998, 2004)(20,21).

1998년 연구에서는 인공감미료 중 아스파탐, 삭카린나트륨에 대하여 사용대상 식품유형별로 함량을 측정하고 국민건강·영양조사자료의 식품섭취량을 이용하여 이들 인공감미료에 대한 총 일일추정섭취량(ΣEDI)을 산출하였으며, 이 때 아스파탐은 2.334 mg(ADI 대비 0.106%), 삭카린나트륨은 0.259 mg(ADI 대비 0.094%)으로 JECFA에서 제시한 일일섭취허용량(ADI)의 1% 미만으로 한국인의 일일섭취량은 안전 하다고 평가된바 있다.

또한 2004년 신규로 지정된 인공감미료인 아세설팜칼륨과 수크랄로스를 포함하여 인공감미료 4종의 섭취량 추정을 위하여 연구를 수행한 결과, 국민건강·영양조사자료의 1인 1일 식품별 섭취량과 인공감미료별 평균검출 농도로부터 산출된 일일추정섭취량은 삭카린나트륨 4.13 mg/man/day, 아스파탐 3.75 mg/man/day, 아세설팜칼륨 1.25 mg/man/day, 수크랄로스 1.27 mg/man/day로 JECFA에서 제시한 일일섭취허용량인 ADI의 0.2-1.6%으로 평가되었다.

*Corresponding author: Sunghye Choi, Center for Quality Improvement & Certification, Korea Health Industry Development Institute, Cheongwon, Chungbuk 363-951, Korea
Tel: 82-43-713-8339
Fax: 82-43-713-8925
E-mail: choish@khidi.or.kr
Received April 28, 2009; revised March 31, 2011;
accepted March 31, 2011

따라서 본 연구에서는 최근 비만 등에 대한 관심 증대로 사용 빈도가 증가하고 있는 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 수크랄로스 등의 인공감미료 사용이 가능한 식품유형에 대하여 인공감미료 함량 모니터링을 실시하고 그 결과에 국민건강·영양조사자료의 식품섭취량을 이용하여 국민평균 섭취량, 섭취자의 섭취량, 상위 섭취자의 섭취량(90th percentile, 95th percentile)을 산출하였다. 또한 이를 JECFA에서 제시하고 있는 ADI와 비교·검토하여 감미료의 섭취수준을 평가하였다.

재료 및 방법

시료선정 및 샘플링

분석대상 시료는 식품첨가물 공전의 감미료 사용기준(9) 및 주세법(22)의 사용 대상 식품 유형과 2005-2007년 품목제조보고신고서를 토대로 사용대상 식품유형 30개를 선정하고, 2008년 3월 한달 간 서울, 경기지역의 백화점, 대형마트 등에서 인공감미료 사용대상 30여 개 식품유형의 제품을 구입하였으며, 구입한 시료는 표시사항 검토를 통하여 감미료의 사용실태를 조사하고, 이를 토대로 식품유형별 가중치를 적용하여 최종 분석시료 수를 결정하였다. 시료는 전국을 대상으로 백화점, 대형마트 및 스몰존 지역의 슈퍼, 문방구 등에서 구입하였으며, 과자 58개, 어육가공품 27개 등 총 584개의 시료를 구입하였다.

표준품 및 시약

감미료분석에 필요한 표준물질은 삭카린나트륨(sodium saccharin, Supelco, Bellefonte, PA, USA), 아스파탐(aspartame, Supelco), 아세설팜칼륨(acesulfam-K, Fluka, Buchs, Germany), 수크랄로스(Sucralose, Tate & Lyle, London, UK)를 사용하였다. 시료의 전처리를 위한 시약은 디에칠에테르(diethylether, Junsei, Tokyo, Japan), 수산화 페로시아나이드칼륨(potassium ferrocyanide 3hydrate, Osaka 藥理化學工業株式會社, Japan), 황산아연(zinc sulfate 7hydrate, Junsei)을 사용하였다. 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨의 함량 분석을 위한 이동상에는 테트라프로필암모늄(tetrapropylammonium, Acros, Geel, Belgium), 제일인산칼륨(potassium phosphate, Junsei), 증류수(water, Burdick & Jackson, Bucks, UK), 아세토니트릴(ace-tonitrile, Junsei)을 사용하였으며, 수크랄로스 함량 분석을 위한 이동상에는 증류수(Burdick & Jackson)를 사용하였다.

실험방법

감미료의 함량 분석을 위한 시료의 전처리, 분석 등은 식품의약품안전청 연구보고서 제 6권(23), 식품 중 식품첨가물분석법(24)에 의해 제시된 방법을 참고하였다. 시료의 성분특성에 따라 전처리 방법을 달리하는 등 분석방법을 최적화하였으며, 그 방법은 아래와 같다.

지방함량이 높은 시료는 지방 제거과정을 거쳤다. 시료 약 5g을 플라스크에 정밀히 취하여 디에칠에테르 약 20 mL를 가한 후 교반하여 30분간 정치하였다. 상등액을 여과지로 여과한 후 다시 디에칠에테르를 20 mL 가하여 위 과정을 2회 반복하였다. 탈지된 시료는 40°C의 수욕상에서 증발농축하여 디에칠에테르를 제거하였다.

단백질 함량이 높은 시료는 단백질 제거 과정을 거쳤다. 먼저 단백질을 제거를 위해 수산화페로시아나이드칼륨 150 g에 증류수를 가하여 1000 mL로 부피를 맞춘 Carrez I 시액과 황산아연 300 g에 증류수를 가하여 1000 mL로 부피를 맞춘 Carrez II 시액을 조제하였다. 그 후 시료 약 5g을 정밀히 취하여 물 10-20 mL를 가하고 Carrez I 시액 2 mL와 Carrez II 시액 2 mL를 넣어 충분히 혼든 후 약 10분간 초음파 처리 후 증류수를 가하여 50 mL로 부피를 맞췄다.

알코올을 함유한 식품(주류 등)은 알코올 제거 과정을 거쳤다. 시료를 70°C의 수욕상에서 15분간 가온하여 알코올을 증발시켰다.

협착물을 제거한 시료에 증류수를 약 20 mL 가한 후 초음파 처리하여 시료를 물에 녹인 후 증류수로 희석하여 50 mL로 부피를 맞췄다. 이 액의 일부를 취하여 0.45 µm 마이크로필터를 이용하여 여과한 것을 시험용액으로 하였다.

사용기기 및 분석조건

감미료의 분석을 위해 고속액체크로마토그래피(HPLC, Shiseido SI-2 series, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨 및 수크랄로스의 분석 조건은 Table 1에서 나타내었다.

감미료의 일일추정섭취량 산출 및 안전성 평가 방법

감미료의 일일추정섭취량 산출은 2004년 식품의약품안전청에 의해 제시된 ‘한국인의 식품첨가물 일일섭취량 평가 지침서(안)(25)’의 방법에 따라 진행하였다. 감미료의 국민평균 일일추정섭

Table 1 . Analysis conditions of HPLC for sodium saccharin, aspartame, acesulfam-K and sucralose

Analyte	Sodium saccharin, aspartame, acesulfam-K				Sucralose			
Column	- CAPCELL PAK C18 UG 120 (5 µm, 4.6 mm ID×250 mm) (Shiseido, Tokyo, Japan) - Symmetry C18 (5 µm, 3.9 mm ID×150 mm) (Waters, Wexford, Ireland)				- Sugar KS 802 (6 µm, 8.0 mm ID×300 mm) (Shodex, Tokyo, Japan)			
Mobile phase (gradient Table)	A: 10% TPA 73.09 g+KH ₂ PO ₄ 2.5 g+H ₂ O 3.6 L (pH=3.5) B: Acetonitrile 100%				A: Water 100%			
	Time (min)	Flow (µL/min)	B%	A%	Time (min)	Flow (µL/min)	B%	A%
	Init-2	800	10	90	Init-30	700	0	100
	2-8	800	30	70				
	8-19	800	30	70				
	20-25	800	10	90				
Detector	UV 210 nm				RI detector			
Flow rate	800 µL/min				700 µL/min			
Injection volumn	10 µL				50-100 µL			

Table 2. Food Intake for each food item¹⁾

Food category	Average food intake (g/day)		Consumer only food intake (g/day)		
	Food intake	No. of consumer	Food intake	90 th percentile	95 th percentile
Dried confectioneries	9.11	1420	57.69	109.00	142.51
Candies	0.59	268	21.06	56.37	67.59
Gums	0.02	39	5.09	12.20	14.40
Processed fish product	8.80	1760	42.35	84.35	121.28
Tea	4.72	851	48.87	181.50	250.00
Coffee	10.83	3445	27.06	32.01	84.00
Fruit · vegetable beverages	24.56	847	248.74	408.00	513.50
Carbonated beverages	31.74	950	283.56	494.60	650.61
Other beverages	10.99	367	246.73	431.00	517.80
Soy sauce	7.57	6777	9.89	22.10	30.25
Soybean paste	8.28	4125	18.09	42.95	60.00
Gochujang (fermented hot pepper soybean paste)	6.42	4054	13.92	33.99	45.94
Mixed soybean paste with gochujang	2.28	1057	19.43	36.00	60.00
Dressing	0.13	37	29.64	97.89	99.86
Sauces	1.74	666	22.61	43.96	65.82
Kimchi	124.03	8081	136.47	272.50	347.60
Salted and fermented seafood (jeotkal)	1.89	1502	11.46	30.27	51.00
Pickle	7.53	2135	30.46	70.60	84.76
Takju and yakju	9.48	112	710.30	1816.16	2358.00
Clear strained rice wine and other alcohol beverage	0.96	669	12.51	7.12	29.97
Wine (other the grape)	0.10	10	107.22	193.39	210.45
Soju	28.48	730	320.39	682.60	704.61
Dried shellfish and fish fillet	0.87	285	25.96	53.68	71.82
Cereals	0.45	135	29.30	52.00	65.00
Seamed corn	0.49	19	210.04	292.36	395.85
Dairy-based drinks, flavored/fermented	6.61	239	231.35	311.92	453.20
Fermented milk product	10.62	833	118.37	202.70	235.20
Ice cream products	9.09	708	114.87	175.45	230.00

¹⁾Korea National Health & Nutrition Examination Survey (2005)

취량(Estimated Daily Intake)은 식품 별 감미료의 평균 함량(C_{ave})에 '2005년 국민건강·영양조사-영양부문'에서 추출한 각 식품의 국민평균 섭취량(F_{ave})(26)을 곱한 후 '2005년 국민건강·영양조사-검진조사부문'의 평균 체중(bw)(27)으로 나누어 산출하였다. 인공감미료 사용대상 식품의 국민평균 섭취량은 Table 2에 제시하였다.

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

상위섭취자(90th percentile, 95th percentile)는 상위 90%와 95%의 식품섭취량을 가진 섭취자의 감미료 섭취량으로 산출하였다.

또한 JECFA에서 설정한 ADI와 비교하여 상대적 위험도를 산출하고 이를 토대로 각 감미료의 일일 추정 섭취량의 안전성을 평가하였다.

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

결과 및 고찰

감미료 사용실태

조사대상 인공감미료 4종류의 사용 실태를 파악하기 위하여 시

장조사와 함께 최근3년간의 품목제조보고신고서를 검토하였으며 시장조사를 통해 구입한 시료들의 인공감미료 사용실태에 대한 결과는 다음과 같다.

삭카린나트륨

구입시료 중 삭카린나트륨을 사용한 식품은 총 65건이었으며, 주로 절임류, 어묵류, 과일채소음료류에서 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 절임류에는 35건이 사용된 것으로 조사되어 다른 식품 보다 상대적으로 많이 사용되는 것으로 나타났으며, 그 외에는 어묵 12건, 과일채소음료 7건, 건과류 중 뽕튀기 9건 등으로 나타났다.

아스파탐

구입시료 중 총 94건의 식품이 아스파탐을 사용한 것으로 조사되어 감미료 중 가장 많은 사용비율을 보였다. 껌, 과자, 발효음료, 발효유, 캔디 등에 주로 사용되는 것으로 조사되었으며, 껌은 12건, 과자는 13건이 사용되어 아스파탐을 사용한 식품 중 가장 큰 비율을 차지하였고, 그 외 발효음료 9건, 발효유 6건, 약주와 탁주는 20건 중 12건에서 사용되었다.

Table 3. Concentration and estimated daily intake of sodium saccharine

Food category	No. of samples	No. of detected samples (%)	Mean conc. (mg/kg)	Estimated daily intake of sodium saccharine ($\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)			
				Average group	Eater group		
					Average intake	90 th percentile	95 th percentile
Dried confectioneries	48	9(15.5)	20.7	4.58	28.99	60.07	84.05
Processed fish product	27	12(44.4)	17.6	2.29	14.06	31.56	47.05
Fruit · vegetable beverages	18	7(38.9)	47.5	23.60	239.04	495.13	591.49
Carbonated beverages	7	0(0.0)	0	0	0	0	0
Other beverages	57	2(2.6)	1.2	0.25	5.67	12.53	16.46
Kimchi	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Salted and fermented seafood (jeotkal)	10	0(0.0)	0	0	0	0	0
Pickle	77	35(45.5)	152.8	20.99	84.95	183.83	259.51
Cereals	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Steamed corn	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Total	281	65		52.34	372.70	783.12	998.54
% ADI				1.0	7.5	15.7	20.0

아세설팜칼륨

구입시료 중 총 62건의 식품이 아세설팜칼륨을 사용한 것으로 조사되었으며, 특히 껌에서는 18건이 사용된 것으로 나타나 아세설팜칼륨의 사용 식품 중 가장 큰 비중을 차지하였고, 조사대상 중 껌 이외의 식품은 모두 5건 이하로 사용된 것으로 조사되었다.

수크랄로스

구입시료 중 총 43건의 식품이 수크랄로스를 사용한 것으로 조사되었으며, 기타음료 12건이었고, 캔디, 발효유, 가공우유, 캔디 등은 4-7건에서 사용된 것으로 나타났다.

식품별 감미료 함량

구입한 총 584개의 시료를 대상으로 인공감미료 함량을 분석한 결과는 다음과 같다.

삭카린나트륨

삭카린나트륨 사용대상 유형인 과자 등 10종, 총 281개의 식품을 분석한 결과 65개의 식품에서 삭카린나트륨이 검출되어 평균 23.1%의 검출율을 보였다. 구입한 시료 중 절임류가 45.5%로 가장 높은 검출율을 보였고, 그 외 어육가공품 44.4%, 과일채소류음료 38.9%의 순으로 나타났다. 평균함량은 0-152.8 mg/kg이었으며, 식품 별 평균함량은 절임류의 함량이 152.8 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 과일채소류음료 47.5 mg/kg, 과자 20.7 mg/kg의 순으로 나타났다. 기타음료 중 삭카린나트륨의 평균 함량은 1.8 mg/kg으로 낮게 나타났으며, 탄산음료, 김치 등 5종의 식품에서는 삭카린나트륨이 검출되지 않았다(Table 3).

아스파탐

과자 등 28종 총 584개의 식품을 분석한 결과 94개의 식품에서 아스파탐이 검출되어 평균 12.2%의 검출율을 보였다. 각 식품별 검출율은 약주 및 탁주가 60%로 가장 높았으며, 그 외 탄산음료 42.9%, 발효유 40%의 순으로 나타났다. 평균함량은 0-546.8 mg/kg으로 나타났으며, 시료 별 평균함량은 껌이 546.8 mg/kg, 캔디 511.5 mg/kg, 조제커피 (커피믹스) 289.5 mg/kg의 순으로 나타났다. 삭카린나트륨의 함량이 높게 나타났던 과일채소류음료와 절임류에서의 아스파탐의 평균함량은 각각 8.4 mg/kg과 30.5 mg/

kg의 수준으로 나타났으며, 어육, 간장 등 17종의 식품에서는 아스파탐이 검출되지 않았다(Table 4).

아세설팜칼륨

과자 등 28종 총 584개의 식품을 분석한 결과 62개의 식품에서 아세설팜칼륨이 검출되어 평균 10.6%의 검출율을 보였다. 각 식품별 검출율은 껌과 탄산음료가 각각 63.2%와 42.9%로 높게 나타났다. 평균함량은 0-421.8 mg/kg으로 나타났으며, 식품 별 평균함량은 조사한 다른 식품에 비해 특히 껌이 421.8 mg/kg으로 높게 나타났다. 과일채소류음료는 6.9 mg/kg으로 낮게 나타났으며, 어육가공품 등 20종의 식품에서는 검출되지 않았다(Table 5).

수크랄로스

과자 등 28 총 584개의 식품을 분석한 결과 43개에서 수크랄로스가 검출되어 평균 7.4%의 검출율을 보였다. 각 식품별 검출율은 발효유가 33.3%로 가장 높게 나타났으며, 다류 31.3%, 가공우유에서 30.0%로 높게 나타났다. 평균함량은 0-91.4 mg/kg으로 나타났으며, 식품 별로는 다류 91.4 mg/kg, 소주 87.7 mg/kg, 캔디 80.7 mg/kg, 발효유 71.8 mg/kg의 순으로 높게 나타났다. 과자와 탄산음료의 평균함량은 각각 11.5 mg/kg과 1.9 mg/kg으로 비교적 낮은 수준이었으며, 어육가공품 등 18종의 식품에서는 검출되지 않았다(Table 6).

감미료의 일일추정섭취량 및 안전성 평가 결과 삭카린나트륨

과자 등 10종의 식품에서 삭카린나트륨의 국민평균 섭취량은 52.34 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었으며, ADI 대비 1.0%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 3). 일본의 경우 2002년 삭카린나트륨 섭취량평가에서 섭취량은 13.0 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 2006년 평가에서 3.6 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었으며, ADI 대비 각각 0.3, 0.072%의 섭취비율로 나타났다(15,18). 국내의 삭카린나트륨의 섭취량이 일본의 섭취량 보다 높은 이유는 국내의 경우 조사대상 식품을 가공식품 위주로 선정하여 평가하였으나, 일본은 마켓바스켓 방식에 의한 평가로 샘플링으로 가공 식품과 함께 쌀, 배추 등 원료성 식품을 함께 구입하여 먹기 직전의 형태로 조리하여 분석하게 되는데 조리과정 중에 첨가되는 물 등으로 인하여 삭카린

Table 4. Concentration and estimated daily intake of aspartame

Food category	No. of samples	No. of detected samples (%)	Mean conc. (mg/kg)	Estimated daily intake of aspartame ($\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)			
				Average group	Eater group		
					Average	90 th percentile	95 th percentile
Dried confectioneries	58	13(22.4)	14.9	3.3	20.86	43.24	60.50
Candies	38	10(26.3)	511.5	7.15	256.75	718.29	1,065.35
Gums	38	12(31.6)	546.8	0.35	83.47	156.15	296.99
Processed fish product	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Tea	16	4(25.0)	92.5	7.03	72.74	265.13	372.95
Formulated coffee	5	1(20.0)	289.5	48.98	122.43	145.76	358.14
Fruit · vegetable beverages	18	3(16.7)	8.4	4.17	42.27	87.56	104.60
Carbonated beverages	7	3(42.9)	67.2	42.64	380.93	743.15	1,032.20
Other beverages	76	19(25.0)	68.8	14.48	325.0	718.66	943.47
Soy sauce	24	0(0.0)	0	0	0	0	0
Soybean paste	15	0(0.0)	0	0	0	0	0
Gochujang	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Mixed soybean paste with gochujang	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dressing	6	0(0.0)	0	0	0	0	0
Sauces	14	0(0.0)	0	0	0	0	0
Kimchi	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Salted and fermented seafood (jeotkal)	10	0(0.0)	0	0	0	0	0
Pickle	77	11(14.3)	30.5	4.19	16.96	36.99	51.80
Takju and yakju	20	12(60.0)	52.1	7.34	550.38	1,345.79	1,817.19
Clear strained rice wine and other alcohol beverage	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Wine (other the grape)	7	0(0.0)	0	0	0	0	0
Soju	9	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dried shellfish and fish fillet	31	0(0.0)	0	0	0	0	0
Cereals	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Steamed corn	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dairy-based drinks, flavored/fermented	10	0(0.0)	0	0	0	0	0
Fermented milk product	15	6(40.0)	26.8	5.83	73.66	138.68	204.64
Ice cream products	11	0(0.0)	0	0	0	0	0
Total	584	94		145.47	1,945.46	4,399.09	6,307.83
%ADI				0.4	4.9	11.0	15.8

나트륨의 농도가 희석되거나 검출한계 이하로 함량이 떨어질 수 있어 국내의 삭카린나트륨섭취량 결과에 비해 낮게 나타난 것으로 생각된다.

삭카린나트륨 섭취의 주요 기여 식품은 과일채소류음료($23.60 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)와 절임류($20.99 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)이며, 삭카린나트륨 섭취량의 85% 이상을 차지하였다(Table 3). 호주의 연구에서는 식탁당이 총 섭취량의 49%, 코디얼주 또는 과일음료가 31%, 탄산음료가 16%를 차지하였다(11). 호주의 경우 탄산음료의 섭취량이 다른 식품에 비해 매우 높아 이러한 차이를 보인 것으로 이는 국가간 식문화의 차이 때문인 것으로 생각된다.

삭카린나트륨이 포함된 식품을 섭취한 사람들을 대상으로 평가하는 섭취자의 삭카린나트륨 섭취량은 $372.70 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었고, ADI 대비 7.5%의 섭취수준으로 평가되었다. 섭취자의 섭취량은 국민평균 섭취량 보다 7배 이상 높게 나타났으며, 주요 기여식품은 과일채소류 음료($239.04 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)으로 총 섭취량의 60% 이상을 차지하였다(Table 3). 국민평균 섭취량 평가에서 주요 기여식품은 과일채소류 음료와 절임류로 평가되었으나 섭취자의 섭취량에서는 과일채소류 음료만 주요 기여식

품으로 평가되었다. 이는 식품섭취량에서 섭취자의 섭취량평가에서 절임류의 섭취자 수는 많지만 섭취량이 적어 삭카린나트륨 섭취자의 섭취량이 국민평균 섭취량 보다 4배 증가하는데 그친 반면 과일채소류 음료는 섭취자 수는 작지만 섭취량이 많아 삭카린나트륨 섭취자의 섭취량이 10배 이상 크게 증가하였다. 이러한 특징은 일회 섭취량이 절임류에 비해 다량을 섭취하는 음료의 특성 때문으로 생각된다.

상위섭취자(90th percentile, 95th percentile) 즉, 상위 90% 또는 95%의 식품섭취량을 가진 섭취자의 섭취량은 90th percentile에서 $783.12 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 95th percentile에서 $998.54 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었고, ADI 대비 각각 15.7, 20.0%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 3).

아스파탐

과자 등 28종의 식품에서 아스파탐의 국민평균 섭취량은 $145.47 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었으며, ADI 대비 0.4%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 4). 일본은 2002년과 2006년의 아스파탐 섭취량평가에서 각각 $117.1 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 와 $1.0 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로

Table 5. Concentration and estimated daily intake of acesulpham-K

Food category	No. of samples	No. of detected sample (%)	Mean conc. (mg/kg)	Estimated daily intake of acesulpham-K ($\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)			
				Average group	Eater group		
					Average	90 th percentile	95 th percentile
Dried confectioneries	58	9(15.5)	14.5	3.21	20.30	42.07	58.87
Candies	38	10(26.3)	63.4	0.89	31.82	89.03	132.05
Gums	38	24(63.2)	421.8	0.27	64.39	120.48	229.10
Processed fish product	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Tea	16	1(6.3)	19.5	1.48	15.34	55.89	78.65
Formulated coffee	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Fruit · vegetable beverages	18	1(5.6)	6.9	3.43	34.72	71.92	85.92
Carbonated beverages	7	3(42.9)	63.9	40.54	362.23	706.65	951.51
Other beverages	76	11(14.5)	17.4	3.66	82.19	181.75	238.61
Soy sauce	24	0(0.0)	0	0	0	0	0
Soybean paste	15	0(0.0)	0	0	0	0	0
Gochujang	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Mixed soybean paste with gochujang	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dressing	6	0(0.0)	0	0	0	0	0
Sauces	14	0(0.0)	0	0	0	0	0
Kimchi	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Salted and fermented seafood (jeotkal)	10	0(0.0)	0	0	0	0	0
Pickle	77	0(0.0)	0	0	0	0	0
Takju and yakju	20	3(15.0)	11.2	1.58	118.32	289.31	390.64
Clear strained rice wine and other alcohol beverage	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Wine (other the grape)	7	0(0.0)	0	0	0	0	0
Soju	9	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dried shellfish and fish fillet	31	0(0.0)	0	0	0	0	0
Cereals	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Steamed corn	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dairy-based drinks, flavored/fermented	10	0(0.0)	0	0	0	0	0
Fermented milk product	15	0(0.0)	0	0	0	0	0
Ice cream products	11	0(0.0)	0	0	0	0	0
Total %ADI	584	62		55.06 0.4	729.32 4.9	1,557.09 10.4	2,195.33 14.6

산출되었으며, ADI대비 0.29%, 0.0025%로 나타났다. 일본의 아스파탐 섭취량은 연구시점에 따라 큰 차이를 보였다(15,18).

조제커피와 탄산음료를 통한 아스파탐의 섭취량은 각각 48.98 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 과 42.64 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 아스파탐 섭취량의 63%를 차지하였다(Table 4). 캔디와 껌의 아스파탐 평균함량은 각각 511.5 mg/kg과 546.8 mg/kg으로 다른 식품보다 높은 수치를 보였으나 식품섭취량이 0.59 g/day와 0.02 g/day로 매우 낮아 캔디와 껌의 섭취를 통한 국민평균 아스파탐 섭취량은 7.15 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 와 0.35 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 낮게 평가되었다. 호주의 연구에서 아스파탐의 주요 기여식품은 탄산음료로 총 EDI의 66%를 차지하여 국내와 유사한 결과를 보였다(11).

섭취자의 섭취량은 1,945.46 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 산출되어 ADI 대비 4.9%의 섭취수준으로 평가되었으며, 국민평균 섭취량 보다 약 15배 높게 나타났다. 기여식품은 약주 및 탁주 550.38 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 탄산음료 380.93 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 기타음료 325.0 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 캔디 256.75 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 국민평균의 기여식품이었던 탄산음료 외 캔디, 기타음료, 약주 및 탁주가 섭취자 섭취량의 주요 기여식품으로 평가되었다(Table 4). 이는 삭카린나트륨의 경우

와 마찬가지로 섭취자의 식품섭취 패턴이 섭취자 수는 작지만 섭취량이 많은 즉, 소수의 섭취자가 다량의 식품을 섭취한 경우로 섭취자의 섭취량이 상대적으로 높은 결과를 보이는 것으로 평가되었다.

상위섭취자(90th percentile, 95th percentile)의 섭취량은 90th percentile에서 4,399.09 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 95th percentile에서 6,307.83 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되어 각각 ADI 대비 11.0, 15.8%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 4).

아스파탐의 섭취량은 삭카린나트륨 보다 높은 결과를 보였으나, 아스파탐의 ADI는 40 mg/kgbw/day로 ADI가 5 mg/kgbw/day인 삭카린나트륨에 비해 8배 높아 ADI 대비 섭취 수준은 낮게 평가되었다(Table 4).

아세설팜칼륨

과자 등 28종의 식품을 통한 아세설팜칼륨의 국민평균 섭취량은 55.06 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되었으며, ADI 대비 0.4%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 5). 2002년과 2006년 일본의 연구에서 아세설팜칼륨의 EDI는 13.0 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 와 3.6 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$

Table 6. Concentration and estimated daily intake of sucralose

Food category	No. of samples	No. of detected samples (%)	Mean conc. (mg/kg)	Estimated daily intake of sucralose ($\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)			
				Average group	Eater group		
					Average	90 th percentile	95 th percentile
Dried confectioneries	58	1(1.7)	11.5	2.54	16.10	33.37	46.69
Candies	38	9(23.7)	80.7	1.13	40.51	113.32	168.08
Gums	38	3(7.9)	43.8	0.03	6.69	12.51	23.79
Processed fish product	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Tea	16	5(31.3)	91.4	6.95	71.88	261.97	368.51
Formulated coffee	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Fruit · vegetable beverages	18	2(11.1)	35.3	17.54	177.64	367.96	439.57
Carbonated beverages	7	1(14.3)	1.9	1.21	10.77	21.01	29.18
Other beverages	76	12(15.8)	23.1	4.86	109.12	241.29	316.78
Soy sauce	24	0(0.0)	0	0	0	0	0
Soybean paste	15	0(0.0)	0	0	0	0	0
Gochujang	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Mixed soybean paste with gochujang	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dressing	6	0(0.0)	0	0	0	0	0
Sauces	14	0(0.0)	0	0	0	0	0
Kimchi	27	0(0.0)	0	0	0	0	0
Salted and fermented seafood (jeotkal)	10	0(0.0)	0	0	0	0	0
Pickle	77	0(0.0)	0	0	0	0	0
Takju and yakju	20	0(0.0)	0	0	0	0	0
Clear strained rice wine and other alcohol beverage	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Wine (other the grape)	7	0(0.0)	0	0	0	0	0
Soju	9	2(22.2)	87.7	36.89	414.88	847.93	1,059.85
Dried shellfish and fish fillet	31	0(0.0)	0	0	0	0	0
Cereals	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Steamed corn	5	0(0.0)	0	0	0	0	0
Dairy-based drinks, flavored/fermented	10	3(30.0)	49.9	0	0	0	0
Fermented milk product	15	5(33.3)	71.8	0	0	0	0
Ice cream products	11	0(0.0)	0	0	0	0	0
Total	584	43		93.86	1,293.34	2,700.72	3,556.43
%ADI				0.6	8.6	18.0	23.7

day으로 ADI 대비 3%와 0.07%로 나타났다(15,18).

국민평균 아세설팜칼륨 섭취량의 기여식품은 탄산음료($40.54 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$) 로 총 섭취량의 73%를 차지하였다. 껌의 아세설팜칼륨 평균함량은 $421.8 \text{ mg}/\text{kg}$ 으로 다른 식품보다 상대적으로 높은 수치를 보였으나 껌의 섭취량이 $0.02 \text{ g}/\text{day}$ 로 매우 낮아 국민 평균 섭취량은 $0.27 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 평가되었다(Table 5). 호주의 연구에서 아세설팜칼륨의 기여식품은 탄산음료와 요구르트로 각각 52%와 22%를 차지하였다(11).

섭취자의 아세설팜칼륨 섭취량은 $729.32 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 산출되어 ADI 대비 4.9%의 섭취수준으로 평가되었으며, 기여식품은 국민평균 아세설팜칼륨 섭취량과 마찬가지로 탄산음료($362.23 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$)로 나타났다(Table 5).

상위섭취자(90th percentile, 95th percentile)의 섭취량은 90th percentile에서 $1,557.09 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 95th percentile에서 $2,195.33 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 산출되어 각각 ADI 대비 10.4, 14.6%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 5).

수크랄로스

과자 등 28종의 식품을 통한 수크랄로스의 국민평균 섭취량은 $93.86 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 ADI 대비 0.6%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 6). 일본의 2002년과 2006년 연구에서 수크랄로스의 섭취량이 각각 $6.2 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, $0.0 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 ADI 대비 0.04%와 0%로 나타났다(15,18).

주요 기여식품은 소주 $36.89 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 과일채소류음료 $17.54 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 발효유 $15.62 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 으로 총 섭취량의 74%이상을 차지하였다(Table 6). 캔디와 다류는 수크랄로스의 평균함량이 $80.7 \text{ mg}/\text{kg}$ 과 $91.4 \text{ mg}/\text{kg}$ 으로 다른 식품보다 상대적으로 높은 수치를 보였으나 식품섭취량이 $0.02 \text{ g}/\text{day}$ 와 $4.72 \text{ g}/\text{day}$ 로 낮아 수크랄로스의 섭취량은 낮게 평가되었다. 그러나 소주와 발효유는 평균함량이 $87.7 \text{ mg}/\text{kg}$ 과 $71.8 \text{ mg}/\text{kg}$ 으로 높은 수치를 보였으며, 식품섭취량 또한 $28.48 \text{ g}/\text{day}$ 와 $10.62 \text{ g}/\text{day}$ 로 낮지 않아 상대적으로 높은 섭취량으로 평가되었다. 호주의 연구에서 수크랄로스의 주요 기여식품은 탄산음료로 총 EDI의 59%를 차지하

였다(11). 국내 섭취량평가에서 주요기여식품인 과일음료와 요구르트는 9%와 13%로 비교적 기여도가 낮았으며, 호주의 기여식품인 탄산음료의 경우 국내의 연구에서는 국민평균 섭취량이 1.21 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ (ADI 대비 0.013%)으로 기여도가 매우 낮았으며, 이는 탄산음료의 수크랄로스 검출 비율과 검출평균 모두 낮았기 때문으로 생각된다.

섭취자의 섭취량은 1,293.34 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 산출되어 ADI 대비 8.6%의 섭취수준으로 평가되었으며, 국민평균의 기여식품이었던 과일채소류음료 177.64 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 소주 414.88 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 발효유 197.35 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 외에 기타음료 109.12 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 와 가공우유 248.39 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 가 기여식품으로 평가되었다. 수크랄로스의 경우 일회 섭취량이 높은 음료 섭취를 통한 섭취량이 높았다(Table 6).

상위섭취자(90th percentile, 95th percentile)의 섭취량은 90th percentile에서 2,700.72 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 95th percentile에서 3,556.43 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 산출되어 각각 ADI 대비 18.0%, 23.7%의 섭취수준으로 평가되었다(Table 6). 수크랄로스는 평가한 감미료 중 ADI 대비 가장 높은 섭취비율을 나타내었다.

본 연구에서는 국민건강·영양조사의 1일 식품섭취량자료 및 국민 평균 체중과 식품 중 사카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 수크랄로스의 함량을 이용하여 국민평균 및 섭취자의 일일추정섭취량을 평가하고 JECFA에 의해 설정된 ADI와 비교하여 감미료의 섭취수준을 평가하였다. 본 연구는 식품 중 첨가물의 함량을 평가하기 위한 시료 구입 시 감미료가 함유된 식품을 위주로 구입하였으며 식품섭취량은 국민건강·영양조사 자료를 이용하여 1일치의 식품섭취량으로 평가하고, 감미료의 사용대상 식품을 하루에 모두 섭취하는 것을 가정하여 평가하였으므로 실제섭취수준보다 높게 평가되는 결과를 얻었다. 그러나 평가한 모든 감미료의 국민평균, 섭취자, 상위섭취자(90th percentile, 95th percentile)의 평가에서 일일추정섭취량은 모두 ADI의 30%이하로 나타나 한국인의 감미료 섭취수준은 안전한 것으로 평가할 수 있었다.

요 약

국내 사용빈도가 높은 사카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 수크랄로스의 일일추정섭취량을 평가하였다. 식품별 인공감미료의 농도와 국민건강·영양조사의 성별, 연령별 식품섭취자료와 체중을 이용하여 일일추정섭취량을 산출하였고, 이를 JECFA에서 제시한 ADI와 비교·검토하여 섭취수준을 통한 안전성을 평가하였다. 분석된 인공감미료의 일일추정섭취량은 사카린나트륨 52.34 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 아세설팜칼륨 55.06 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 아스파탐 145.47 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 수크랄로스 93.86 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 산출되었으며, ADI 대비 각각 1.0, 0.4, 0.4, 0.6%로 평가되었으며, 상위섭취자(90th percentile)의 일일추정섭취량 평가에서도 사카린나트륨 783.12 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 아스파탐 4,399.09 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 아세설팜칼륨 1,557.09 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$, 수크랄로스 2,700.72 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw}/\text{day}$ 로 산출되었으며 ADI 대비 15.7, 11.0, 10.4, 18.0%로 안전한 섭취수준으로 평가되었다. 각각의 인공감미료의 섭취에 주요 기여식품은 사카린나트륨은 절임식품류와 과일·채소류 음료이며, 아스파탐은 탄산음료, 약주 및 탁주, 캔디, 아세설팜칼륨은 탄산음료, 수크랄로스는 소주, 발효유, 과일·채소류 음료 등으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 식약청 용역사업(08082영기안099)의 지원으로 수행 되었습니다.

문 헌

- Munro IC. A case study: The safety evaluation of artificial sweeteners. pp. 151-167. In: Food Toxicology. Taylor SL, Scanlan RA (eds). A Perspective on the Relative Risks. Marcel Dekker, Dordrecht, Germany. (1989)
- Zhu Y, Cuo Y, Ye M, James FS. Separation and simultaneous determination of four artificial sweeteners in food and beverages by ion chromatography. *J. Chromatogr. A* 1085: 143-146 (2005)
- Lino CM, Costa IM, Pena A, Ferreira R, Cardiso SM. Estimated intake of the sweeteners, acesulfame-K, and aspartame, from soft drinks, soft drinks based on mineral waters and nectars for a group of portuguese teenage students. *Food Addit. Contam.* 25: 1291-1296 (2008)
- Chung MS, Suh HJ, Yoo W, Choi SH, Cho YJ, Cho YH, Kim CJ. Daily intake assessment of saccharin, stevioside, D-sorbitol and aspartame from various processed foods in Korea. *Food Addit. Contam.* 22: 1087-1097 (2005)
- Garland EM, St. John M, Asamoto M, Eklund SH, Mattson BJ, Johnson LS, Cano M, Cohen SM. A comparison of the effects of sodium saccharin in NBR rats and in intact and castrated male F344 rats. *Cancer Lett.* 78: 99-107 (1994)
- SCF. Opinion on saccharin and its sodium, potassium, and calcium salts, Scientific Committee for Food, Brussels, European Commission (1995)
- Salminen S, Hallikainen A. Sweeteners. pp. 297-326. In: Food Additives. Branen AL, Davidson PM, Salminen S (eds). Marcel Dekker, New York, NY, USA (1990)
- SCF. Opinion of the Scientific Committee on Food on Sucralose. Scientific Committee for Food, Brussels, European Commission (2000)
- KFDA. Korean Food Additives Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2007)
- IPCS INCHEM. JECFA monographs. Available from: <http://incchem.org/pages/jecfa.html>. Accessed Oct. 03, 2009.
- Food Standards Australia and New Zealand. Consumption of Intense Sweeteners in Australia and New Zealand. Available from: <http://www.foodstandards.gov.au/newsroom/publications/intensivesweetenersurvey2004>. Accessed May 02, 2008.
- Arcella D, Le Donne C, Piccinelli R, Leclercq C. Dietary estimated intake of intense sweeteners by Italian teenagers, present levels and projections derived from the INRAN-RM-2001 food survey. *Food Addit. Contam.* 42: 677-685 (2004)
- 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. *FFI Journal.* 212: 815-839 (2007)
- The Japan Food Chemical Research Foundation. Daily Intake Study of Food Additives by Age Cohort based on the Market Basket Method (2000). Available from: <http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/pages/DI-study>. Accessed May 02, 2008.
- The Japan Food Chemical Research Foundation. Daily Intake Study of Sweetener by Age Cohort based on the Market Basket Method (2002). Available from: [http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/7bd44c20b0dc562649256502001b65e9/940ed4a41be32642492571fe001eb85e/\\$FILE/DI-studyH14.pdf](http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/7bd44c20b0dc562649256502001b65e9/940ed4a41be32642492571fe001eb85e/$FILE/DI-studyH14.pdf). Accessed May 02, 2008.
- The Japan Ministry of Health, Labour and Welfare. Daily Intake Study of Preservatives and Colors by Age Cohort based on the Market Basket Method (2003). Available from: <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/08/dl/s0826-5h.pdf>. Accessed May 02, 2008.
- The Japan Ministry of Health, Labour and Welfare. Daily Intake

- Study of Antioxidant by Age Cohort based on the Market Basket Method (2004). Available from: <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2006/03/dl/s0323-9e.pdf>. Accessed May 02, 2008.
18. The Japan Ministry of Health, Labour and Welfare. Daily Intake Study of Fortifying nutrient and Emulsifier by Age Cohort based on the Market Basket Method (2005). Available from: <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/03/dl/s0320-7m.pdf>. Accessed May 02, 2008.
 19. The Japan Ministry of Health, Labour and Welfare Daily. Intake Study of Sweetener by Age Cohort based on the Market Basket Method (2006). Available from: <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/02/dl/s0228-8h.pdf>. Accessed May 02, 2008.
 20. Lee CW, Kim BS, Gak IS, Lee CH, Park SK, Hur SY, Park JS. Daily intake assessment of Food Additives-Artificial Sweeteners. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 767-774 (1998)
 21. Kim HY, Yoon HJ, Hong KH, Choi JD, Park SK, Park HO, Estimated Dietary Intake of Sodium Saccharin and Acesulfame in Koreans. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 804-811 (2004)
 22. Korea Ministry of Government Legislation. Law for the alcohol drink available from: <http://www.law.go.kr/LSW/LsInfoP.do?lsiSeq=83674>. Accessed May 02, 2008.
 23. Kim HY, Yoon HJ, Hong KH, Lee CH, Park SK, Choi JM, Park SY, Lee KJ, Oh SJ, Kim MS, Park SM, Lee CW. A study on intake of artificial sweeteners in foods()-analytical method of artificial sweeteners in foods-. Annual report of KFDA. 6: 169-176 (2003)
 24. KFDA. Analysis Method of Food Additive in Foods. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. 2-1-1-2-6-1 (2004)
 25. KFDA. Daily dietary Intake of Food Additive by Korean Population. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 249-260 (2004)
 26. MHW. The Third Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES)-Nutrition Survey. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea. pp. 160-189 (2005)
 27. MHW. The Third Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES)-Health Examination. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea. pp. 82-85 (2005)