KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 36, No. 5, pp. 804~811 (2004)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

식품 중 사카린나트륨, 아세설팜칼륨의 섭취량에 관한 연구

김희연* · 윤혜정 · 홍기형[1] · 최장덕[2] · 박성관[1] · 박희옥[3]
진명식[3] · 최우정 · 박선영 · 이경주 · 이철원

식품의약품안전청 식품안전평가부, [1]식품의약품안전청 식품규격평가부
[2]식품의약품안전청 시험분석담당관실, [3]조선대학교 식품의약학과

Estimated Dietary Intake of Sodium Saccharin and Acesulfame Potassium in Koreans

Hee-Yun Kim*, Hae-Jung Yoon, Ki-Hyoung Hong[1], Duck-Jang Choi[2], Sung-Kwan Park[1], Hui-Og Park[3], Myeong-Sig Jin[3], Woo-Jeong Choi, Sun-Young Park, Kyoung-Joo Lee, and Chul-Won Lee

Center for Food Safety Evaluation, Korea Food and Drug Administration
[1]Center for Food Standard Evaluation, Korea Food and Drug Administration
[2]Office of Analysis and Evaluation, Korea Food and Drug Administration
[3]Food and Drug Department, Chosun University

Mean concentration of 2 artificial sweeteners, sodium saccharin and acesulfame K, in food samples and their daily intakes were estimated. Among 755 food samples, 57 contained these artificial sweeteners. Contribution rate to total estimated daily intake (%) of artificial sweeteners in food categories were high in danmooji for sodium saccharin and ice cream for acesulfame K. Total estimated daily intakes (ΣEDI) for different age groups were high in 30-49 year-old group for sodium saccharin and 13-19 year-old group for acesulfame K. Total estimated daily intakes (ΣEDI) of men and women were 5.91 and 4.89 mg/man/day, respectively. Total estimated daily intakes (ΣEDI) based on mean body weight of 55 kg were 4.13 and 1.25 mg/man/day for sodium saccharin and acesulfame K, respectively. These values ranged within 0.2-1.5% of acceptable daily intake (ADI) evaluated by FAO/WHO and 1.2-13.5% of theoretical maximum daily intake (TMDI), and, therefore, judged to be safe.

Keywords: artificial sweeteners, sodium saccharine, acesulfame K

서 론

식생활이 간편화, 다양화되고 제품의 고급화 경향이 증가함에 따라 가공식품, 인스턴트 식품 등의 사용이 급증하고 있으며 이에 따른 식품첨가물의 사용 또한 증가하고 있는 실정이다. 그러나 최근 대중매체에서 식품첨가물의 사용량 증가와 이로 인한 안전성 등의 문제점을 거론하여 소비자들로 하여금 이미 안전성이 확보된 식품첨가물에 대해서도 근거 없는 불안감을 조성케 하고 있다. 따라서 실생활의 요구에 의해 또는 불가피하게 사용되어지는 식품첨가물에 대한 국민건강증진확보 및 소비자들의 불안감 해소, 더 나아가서는 안전성의 확보가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

*Corresponding author: Hee-Yun Kim, Center for Food Safety Evaluation, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-gu, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-2-380-1669
Fax: 82-2-380-1359
E-mail: pmheekim@kfda.go.kr

식품첨가물의 안전성 평가는 1956년에 설립된 FAO/WHO 식품첨가물 전문가위원회인 JECFA(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)에서 사람이 일생 동안 건강상 위해 없이 섭취할 수 있는 양인 식품첨가물의 일일허용섭취량(ADI: acceptable daily intake)을 설정하고 있는데, 실제로 식품첨가물의 섭취량이 ADI 이하인지를 파악하기 위해서는 식품첨가물의 사용실태 및 섭취량의 평가가 매우 중요하다.

식품첨가물의 일일섭취량 조사는 일본, 영국, 프랑스, 브라질, 이탈리아 등 세계적으로 사카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨, 아질산염, 이산화황 등을 성별, 연령별, 건강상태 등에 따라 식품첨가물에 대한 자국민의 1인당 평균 일일섭취량을 조사하여 식품첨가물 사용에 대한 식품위생상의 평가를 하고 있으며(1), 일본의 경우를 보더라도 약 30년 전부터 계속사업으로 현재까지 식품첨가물에 대한 자국민의 일인당 평균 일일섭취량을 종합적으로 조사하여 식품첨가물의 안전성 확보를 위한 기초 자료로 활용하고 있으며(2-9), 우리나라의 경우 20년 전부터 소비자의 주요 관심사가 되어온 보존료, 인공감미료, 산화방지제, 합성 착색료 등의 섭취량 조사를 수행하여 식품의

안전성에 대한 국민의 신뢰를 회복하고, 국제기준인 Codex기준과의 조화방안을 모색함과 동시에 국제적으로 조화가 불가능한 부분을 도출하여 이에 대한 과학적 근거를 확보하고 있다(10-19).

최근, 관심이 증대하고 있는 저칼로리 다이어트 식품에 함유되어 있는 비영양성 감미목적만의 식품첨가물이 필연적으로 요구되고 있고, 1997년 섭취량 조사 이후 아세설팜칼륨과 수크랄로스가 추가 고시되어 조사가 매우 필요한 시점이다.

본 연구는 사카린나트륨과 아세설팜칼륨의 사용량, 사용빈도 및 국내섭취량에 대한 기초자료를 확보하기 위하여 식품별, 인공감미료별 사용실태조사와 국민영양조사결과를 활용하여 우리나라 국민의 인공감미료 실제 섭취량을 추정하고 JECFA에서 설정한 각각의 ADI 및 현행 사용기준과 비교, 검토함으로서 실제 섭취량의 안전수준을 평가 하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

2003년 1월부터 동년 12월까지 수행하였으며 시중에서 유통되고 있는 제품 중 사카린나트륨 및 아세설팜칼륨이 사용 가능한 대상식품인 빵 또는 떡류, 김치류, 음료류, 어육가공품, 건과류, 아이스크림류, 잼류, 발효유류 등 46종 755품목을 대상으로 하였다. 수집지역으로 대도시는 서울, 인천, 대전, 대구, 광주, 부산 등 6개 지역에서, 중소도시는 구미, 마산, 목포, 속초, 전주, 청주, 천안 등 7개 지역에서 각각 수집하여 시료로 사용하였다.

분석에 사용된 사카린나트륨과 아세설팜칼륨은 각각 Sigma사(St. Louis, USA), Nutrinova사(Sunett-Betrieb, Germany)에서 구입하여 사용하였고 그 밖의 시약으로 메탄올, 아세토니트릴(이상 HPLC용)은 Merck사(Germany), 10% tetrapropylammonium hydroxide solution, 황산아연, 제일인산칼륨 등은 Wako사(Japan), 페로시안화칼륨과 제일인산나트륨은 각각 Sigma사와 Fisher사(USA)에서 구입하여 사용하였다. 사용된 Carrez I과 Carrez II 시약은 각각 페로시안화칼륨 150 g에 물을 가해 1 L, 황산아연 330 g에 물을 가해 1 L로 하여 제조하였다. 정제용 카트리지는 PVDF Acrodisc® AutoPack™ syringe filter(0.45 m filter, Gelman Science Co., USA)를 구입하여 사용전에 메탄올 5 mL, 물 5 mL을 차례로 이용하여 세정시킨 것을 사용하였다.

기기분석

사카린나트륨과 아세설팜칼륨의 분석은 HPLC(Waters Co., USA)를 사용하였다. 컬럼은 Symmetry C_{18}(3.9 mm×150 mm, 5 μm, Waters Co., USA)를 사용하였으며 이동상은 0.005 M tetrapropylammonium hydroxide가 함유된 0.01 M 제일인산칼륨-아세토니트릴(90 : 10, pH 3.5, v/v)혼합액을 이용하여 분리하였다. 검출기는 486 UV detector(자외선 검출기, Waters Co., USA)로 210 nm에서 분석하였으며 photodiode array detector 996(Waters Co., USA)를 사용하여 scanning하였다.

실험방법

표준용액의 조제, 시험용액의 조제 및 시험조작은 김 등(20)의 방법에 따라 동일하게 수행하였으며 3회 반복 실험하였다.

인공감미료의 섭취량 산출

조사대상식품은 인공감미료별 사용기준에 따라 식품을 분류하여 검사결과를 계산하였다.

식품섭취량: 한국인에 의한 식품별 섭취량은 보건복지부의 '01 국민건강·영양조사(영양조사 부문) 결과보고서(21) 중 인공감미료의 사용기준에 의한 대상식품인 과자, 비스킷, 껌, 사과잼, 아이스크림, 요구르트 등 35개군의 식품섭취량 자료를 이용하였으며 이에 대한 1인 1일당 분포자료, 연령별 1인 1일 섭취량 및 성별 1인 1일 섭취량은 Table 1과 같다.

실제 인공감미료의 섭취량 산출: 각 대상식품 별 식품을 통한 인공감미료의 일일추정섭취량(EDI: estimated daily intake)은 Table 1의 대상식품 별 1인 1일당 섭취량(food intake)과 대상식품 중 HPLC분석에 의해 인공감미료가 검출된 식품만의 인공감미료 평균함유량(average contents of sweeteners in food)을 이용하여 다음 식에 의해 산출하였다. 다만, 뻥튀기, 곤약, 마늘장아찌, 우엉조림, 껌, 사과잼, 딸기분말음료, 소스류 등 일인당 일일식품섭취량 자료가 없는 일부 인공감미료 대상식품은 섭취량 계산 시 제외하였다.

$$EDI(mg/man/day) = food\ intake(kg/man/day) \times average\ contents\ of\ sweeteners\ in\ food(mg/kg)$$

이론적 최대섭취량으로부터 안전수준평가: 인공감미료의 일일추정섭취량과 사용기준 사이의 안전수준을 평가하기 위해서 이론적 최대섭취량(TMDI: theoretical maximum daily intake)을 일일섭취허용량(ADI)와 비교하였다. 이론적 최대섭취량은 대상식품의 1인 1일당 섭취량(Food Intake)과 식품첨가물의 사용기준(maximum level of use)에 의해서 다음 식에 의해 산출하였다.

$$TMDI(mg/man/day) = food\ intake(kg/man/day) \times maximum\ level\ of\ use(mg/kg)$$

결과 및 고찰

조사검체건수 및 검출율

시중에서 유통되고 있는 제품 중 사카린나트륨 및 아세설팜칼륨이 사용 가능한 빵 또는 떡류, 김치류, 음료류, 어육가공품, 건과류, 아이스크림류, 잼류, 발효유류 등 식품공전에 유형별로 분류된 46종 755품목을 대상으로 사카린나트륨과 아세설팜칼륨을 분석하였다.

식품의 유형별 사카린나트륨과 아세설팜칼륨의 검출건수 및 검출율은 Table 2에 나타낸 바와 같다. 검출율은 절임류 71.9%(57건 중 41건) 및 혼합제제 식품첨가물에서 50.0%(4건 중 2건)로 가장 높았으며, 김치류 10.5%(38건 중 4건), 탄산음료류 7.7%(13건 중 1건), 캔디류 6.3%(64건 중 4건), 껌 6.3%(32건 중 2건)등의 순으로 검출율을 나타내었다. 또한 인공감미료별 검출율은 사카린나트륨은 49건(총 검사건수의 6.5%), 아세설팜칼륨은 11건(총 검사건수의 1.5%)이었다.

인공감미료의 대상 식품별 섭취실태

식품첨가물공전에 사카린나트륨 및 아세설팜칼륨의 사용기준이 설정되어 있는 식품에 대하여 세분화하여 대상식품을 선정하였다. 이러한 대상식품을 전처리한 후 액체크로마토그래프로 분석한 결과(22-25), 현행 사용기준의 대상식품별 분류에 따른 평균 농도 및 EDI를 산출한 결과는 Table 3 및 4와 같다.

식품유형별 사카린나트륨의 검사결과 검출된 시료의 평균농도가 가장 높은 식품은 단무지로 평균농도 0.48 g/kg이었으며, 검출율 81.1%(37건 중 30건 검출)이었다. 검출율이 가장 높은 대

Table 1. Average food intake for each food item, age, and sex per man per day

Items	Average food intake, g/man/day (nationwide)	Ages								Sex	
		1-2	3-6	7-12	13-19	20-29	30-49	50-64	>65	Males	Females
Cracker	1.3	1.8	3.1	3.8	2.8	1.2	0.4	0.1	0.1	1.4	1.2
Biscuit	0.5	0.7	0.6	0.8	0.8	1.1	0.4	0.1	0.0	0.4	0.6
Chewing gum	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apple jam	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ice cream	3.1	1.3	5.7	7.7	7.3	4.5	1.5	0.2	0.0	3.0	3.1
Milk	70.6	216.8	166.9	167.7	114.2	56.2	33.9	28.9	29.7	76.5	65.3
Yogurt	2.2	5.7	5.2	3.2	1.9	3.2	1.7	1.4	0.5	2.0	2.4
Bread	1.7	0.9	2.6	2.9	3.5	1.3	1.9	0.6	0.1	1.6	1.9
Candy	0.2	1.0	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Chocolate	0.5	1.1	1.7	0.9	1.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.5	0.5
Cheese	0.5	1.8	0.9	0.7	0.9	0.5	0.5	0.1	0.2	0.5	0.5
Fish paste	7.3	3.1	6.7	9.5	10.9	10.2	7.7	4.4	1.7	7.5	7.2
Strawberry beverage (powder)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bran rice-green tea	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.1	0.0	0.1	0.2
Soy milk	3.0	70.0	2.9	0.4	2.0	1.3	1.1	0.3	3.5	3.3	2.6
Apple juice	0.3	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3
Soft drink	3.2	3.6	7.5	4.8	7.7	4.7	1.9	0.5	0.0	3.4	3.0
Sikhe	3.3	2.6	4.4	1.4	3.4	5.0	3.0	3.2	3.6	2.5	4.0
Coffee	7.1	0.0	0.0	0.4	2.6	16.4	11.1	5.5	0.9	6.0	8.1
Infant food	0.2	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
Mixed soybean paste	1.5	0.0	0.3	0.5	1.3	1.6	2.3	1.5	0.8	1.9	1.1
Sauces	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Kakdugi	11.8	1.0	4.0	8.7	10.9	12.7	14.9	13.5	9.3	14.7	9.3
Nabak-kimchi	3.8	0.9	0.9	1.1	1.3	2.1	3.8	5.6	11.5	3.5	4.0
Cabbage kimchi	91.9	8.5	23.6	53.3	76.3	91.8	114.5	116.7	99.7	100.8	83.9
Cucumber kimchi	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
Yulmoo kimchi	1.3	0.0	0.3	0.3	1.6	1.2	1.2	2.6	2.0	1.5	1.2
Green onion kimchi	1.2	0.0	0.1	0.3	0.2	1.1	1.8	1.8	1.6	1.2	1.2
Chonggak kimchi	7.7	0.4	1.6	2.9	4.4	5.3	11.0	10.7	9.1	7.0	8.3
Takju	4.9	0.0	0.0	0.0	0.4	9.4	6.6	20.6	14.0	7.4	2.6
Soju	20.2	0.0	0.0	0.0	8.8	21.3	31.2	30.3	16.6	35.6	6.4
File fish	0.3	0.1	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0.0	0.4	0.2
Honey	0.3	0.1	0.5	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
Danmooji	3.37[1)]	-	-	-	-	-	-	-	-	3.96	2.80
Pickled cucumber	0.17[1)]	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	0.17

[1)]Data were reprocessed with report on 2001 national health and nutrition survey (dietary intake survey) from Korea Ministry of Health and Welfare.

상식품은 오이지로써 평균농도는 0.33 g/kg, 검출율은 100.0%(5건 중 5건 검출)이었으며 어묵의 평균농도는 0.04 g/kg으로 검출율은 11.8%(17건 중 2건 검출)이었고, 깍두기의 평균농도는 0.11 g/kg으로 검출율은 50.0%(4건 중 2건 검출)로 나타났으며 사과주스, 탄산음료, 식혜 및 커피음료 등에서는 검출되지 않았다(Table 3).

Table 4는 아세설팜칼륨에 대한 분석결과를 나타낸 결과로써 검출된 시료의 평균농도가 가장 높은 식품은 껌이었으며 평균농도가 1.64 g/kg 및 검출율은 6.3%(32건 중 2건 검출)였다. 또한 검출율이 가장 높은 대상식품은 탄산음료로 평균농도 0.13 g/kg이고, 검출율은 7.7%(13건 중 1건 검출)이었다. 사탕의 경우 평균농도 0.37 g/kg 및 검출율 6.3%(64건 중 4건 검출)이었고 비스킷은 평균농도 0.30 g/kg 및 검출율 2.8%(36건 중 1건 검출)로 나타났으며 요구르트, 치즈, 어묵, 커피음료 및 깍두기 등에서는 검출되지 않았다.

인공감미료의 연령대별 섭취실태

인공감미료 2종에 대한 연령대별 EDI를 산출한 결과는 Table 5와 같다.

연령대별 인공감미료의 EDI를 산출한 결과, 사카린나트륨은 30-49세 및 50-64세에서, 아세설팜칼륨은 13-19세 및 7-12세에서 섭취량이 가장 많을 것으로 추정된다. 이러한 경향은 30-49세 및 50-64세에서는 단무지, 깍두기, 총각김치, 어묵 등을 많이 섭취하고 13-19세 및 7-12세에서는 껌, 사탕, 탄산음료, 아이스크림 등을 많이 섭취하기 때문으로 사료된다.

Table 2. Concentration of sweeteners detected in food categories that are listed by Korea

Commodity	No. of sample	Sweeteners							
		Sodium saccharin				Acesulfame potassium			
		No. of detected sample	Detection rate (%)	Mean conc. of tested samples (g/kg)	Mean conc. of detected samples (g/kg)	No. of detected sample	Detection rate (%)	Mean conc. of tested samples (g/kg)	Mean conc. of detected samples (g/kg)
Cake and rice cake	16	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Dried cake	86	-	0.00	-	-	1	1.16	0.004	0.303
Candy	64	-	0.00	-	-	4	6.25	0.020	0.367
Chocolate	22	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Chewing gum	32	-	0.00	-	-	2	6.25	0.051	1.638
Jam	4	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Syrup	10	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Oligosaccharide	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Ice cream	171	-	0.00	-	-	2	1.17	0.001	0.200
Milk	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Low-fat milk	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Processed milk	16	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Fermented milk beverage	18	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Processed cheese	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Processed meat products	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Processed fish products	21	3	14.29	0.005	0.036	-	0.00	-	-
Mook	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Extract tea	5	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Powedred tea	13	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Fruit tea	3	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Fruit & vegetable beverage	35	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Soft drink	13	-	0.00	-	-	1	7.69	0.010	0.127
Soy milk	14	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Fermented products	4	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Other beverage	21	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Prepared milk	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Growing preparation food	9	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Infant formula	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Patient food	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Mixed soybean paste	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Sauces	3	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Red ginseng beverage	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Kimchi	38	4	10.53	0.013	0.120	-	0.00	-	-
Salt-fermented fish product	7	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Salted food	57	41	71.92	0.008	0.436	-	0.00	-	-
Hard-boiled food	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Takju	12	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Yakju	3	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Soju	6	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Spirituous liquor	2	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Liqueur	4	-	0.00	-	-		0.00	-	-
Slices of dried meat seasoned with spices	9	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Peanut and processed nut product	5	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Honey	9	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Mixed food additives	4	1	25.00	1.316	5.264	1	25.00	1.180	4.720
Lunch-box	1	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-
Total	755	49	6.49	1.342	5.856	11	1.46	1.266	7.355

Table 3. The analytical results and estimated daily intakes of sodium saccharin in each food item that is regulated by Korea

Samples	No. of sample	Sweeteners		
		Sodium saccharin		
		No. of detected sample	Mean conc. of detected samples (g/kg)	EDI (mg/man/day)
Danmooji	37	30	0.480	1.616
Pickled cucumber	5	5	0.334	0.057
Fish paste	17	2	0.036	0.259
Apple juice	22	-	-	-
Soft drink	13	-	-	-
Sikhe	3	-	-	-
Coffee	1	-	-	-
Kakdugi	4	3	0.115	1.352
Nabak-kimchi	1	-	-	-
Cabbage kimchi	20	-	-	-
Cucumber kimchi	3	-	-	-
Yulmoo kimchi	2	-	-	-
Green onion kimchi	3	-	-	-
Chonggak kimchi	3	1	0.110	0.847
Total	134	41	1.075	4.131

인공감미료의 성별 섭취실태

인공감미료 2종에 대한 성별 EDI을 산출한 결과는 Table 6과 같다. 성별 EDI은 식품별 1인 1일 평균섭취량(성별)에 HPLC 분석에 의해 인공감미료가 검출된 식품만의 인공감미료 평균 함유량을 곱한 값을 합산하여 산출하였다. 인공감미료의 EDI를 산출한 결과, 사카린나트륨은 남성의 섭취량이 높은 것으로 나타났으며 아세설팜칼륨은 여성의 섭취량이 높은 것으로 나타났다. 또한, 성별 총 일일추정섭취량(ΣEDI)은 남성이 5.91 mg/man/day, 여성은 4.89 mg/man/day으로 남성이 여성보다 조금 높게 나타났다.

인공감미료별 추정섭취량 및 안전성 평가

인공감미료별 EDI와 사용기준사이의 안전수준을 평가하기 위해서 ADI를 비교한 결과는 Table 7과 같다.

2001년 국민영양조사에 의한 식품섭취량을 기초로 산출된 모든 검사시료의 식품별 인공감미료별 평균농도에 각 식품의 섭취량을 곱하여 1인1일당 추정섭취량을 구하였을 때, 인공감미료별 ΣEDI는 FAO/WHO에서 평가된 각 인공감미료의 ADI를 국민평균체중 55 kg으로 환산한 사카린나트륨 275 mg/man/day (ADI 0-5 mg/kg), 아세설팜칼륨 825 mg/man/day(ADI 0-15 mg/kg)와 비교하였을 때 각각 1.5% 및 0.2% 이하로 낮은 수치를 보였다.

상기 수치들은 각 대상식품에서 인공감미료가 검출된 품목들의 평균값을 이용하였으므로 실제 인공감미료가 검출되지 않는 품목을 계산에 포함한다면 각 인공감미료의 총 EDI는 훨씬 낮아지리라 생각되며 따라서 총EDI/ADI 역시 매우 낮은 값을 나타낼 것이다.

각국의 인공감미료별 추정섭취량 비교

Table 8은 인공감미료의 일일추정섭취량에 대해 현재까지 보고된 조사결과와 본 연구결과를 비교하여 나타낸 것이다. 인공감미료별 1인1일당 섭취량에 대해 우리나라에서는 이 등(14)에 의해 보고된 국민영양조사와 식이섭취량보고서에 의한 일일섭취추정결과, 식품소비량과 최대허용량을 이용한 추정섭취량평가 및 김 등(26)에 의한 대상식품의 실제분석치, 국민영양조사에 의한 섭취량 결과가 보고된 바 있다. 그 외에는 일본에서 수행된 1994년도와 1996년도에 보고된 결과, 이탈리아, 덴마크 및 네덜란드에서 보고된 결과 등의 연구보고서가 있으며 본 연구결과와 비교하였을 때 인공감미료별 섭취비율면에서 사카린나트륨이 더 높은 것으로 나타났고 과거보다는 최근에 더 많이 섭취하는 경향을 보여주었다. 이러한 결과는 사카린나트륨의 경우 김치류 및 절임류 등 사용기준의 확대에 기인한 것으로 사료된다.

상기 연구들의 섭취량 결과를 비교하는 경우, 조사방법에 따라 추정하는 방법이 달라 다소 과대 또는 과소평가될 수 있는 요인이 있고 시기별 차이 및 국가에 따라 허가된 인공감미료와 사용기준이 다르기 때문에 이 점도 고려하여야 하며, 본 연구에 적용된 검사결과는 식품첨가물공전의 사용기준에 따라 시험을 행한 것으로 각 인공감미료의 사용가능식품 및 사용기준 위반가능성이 있는 식품을 대상으로 하는 경향이 있으므로 사용가능성이 낮거나 또는 사용가능성이 없는 식품의 검사건수는 비교적 적다. 따라서 본 연구에서 산출된 식품 중의 인공감미료별 농도 및 그 결과로부터 얻은 추정섭취량은 시판 가공식품 전체의 인공감미료 평균농도 및 실제 인공감미료 섭취량보다 약간 높을 수 있는 가능성이 있다. 차후 인공감미료의 식이섭취량 조사는 여러 가지 조사방법을 적용한 결과를 다각적으로 검토하여야 보다 정확한 섭취량 추정결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

시중에서 유통되고 있는 제품 중 사카린나트륨 및 아세설팜칼륨이 사용 가능한 대상식품인 빵 또는 떡류, 김치류, 음료류, 어육가공품, 건과류, 아이스크림류, 잼류 및 발효유류 등 46종 755품목을 대상으로 인공감미료 2종에 대한 사용실태를 파악하고 식이를 통해 실제 섭취되는 인공감미료의 총 섭취량을 조

Table 4. The analytical results and estimated daily intakes of acesulfame potassium in each food item that is regulated by Korea

Samples	No. of sample	Sweeteners		
		Acesulfame potassium		
		No. of detected sample	Mean conc. of detected samples (g/kg)	EDI (mg/man/day)
Cracker	48	-	-	-
Biscuit	36	1	0.303	0.152
Chewing gum	32	2	1.638	0.000
Apple jam	4	-	-	0.000
Ice cream	171	2	0.200	0.620
Milk	18	-	-	-
Yogurt	22	-	-	-
Bread	16	-	-	-
Candy	64	4	0.367	0.073
Chocolate	22	-	-	-
Cheese	2	-	-	-
Fish paste	19	-	-	-
Strawberry Beverage(powder)	1	-	-	0.000
Bran rice-green tea	11	-	-	-
Soy milk	14	-	-	-
Apple juice	22	-	-	-
Soft drink	13	1	0.127	0.407
Sikhe	3	-	-	-
Coffee	1	-	-	-
Infant food	11	-	-	-
Mixed soybean paste	1	-	-	-
Sauces	3	-	-	0.000
Kakdugi	3	-	-	-
Nabak-kimchi	1	-	-	-
Cabbage kimchi	20	-	-	-
Cucumber kimchi	3	-	-	-
Yulmoo kimchi	2	-	-	-
Green onion kimchi	3	-	-	-
Chonggak kimchi	4	-	-	-
Takju	12	-	-	-
Soju	6	-	-	-
File fish	9	-	-	-
Honey	9	-	-	-
Total	606	10	2.635	1.252

Table 5. Estimated daily intakes of sweeteners for each age

Ages \ Sweeteners	EDI* (mg/man/day)	
	Sodium saccharin	Acesulfame potassium
1-2	0.269	1.625
3-6	0.872	2.586
7-12	1.653	2.703
13-19	2.119	2.792
20-29	2.400	1.868
30-49	3.190	0.700
50-64	2.879	0.171
>65	2.127	0.073

*EDI (mg/man/day) = Food intake (kg/man/day)×Sweeteners contents in food (mg/kg).

Table 6. Estimated daily intakes of sweeteners for sex

Sex \ Sweeteners	EDI* (mg/man/day)		ΣEDI (mg/man/day)
	Sodium saccharin	Acesulfame potassium	
Male	4.679	1.227	5.906
Female	3.633	1.257	4.890

*EDI (mg/man/day) = Food intake (kg/man/day)×Sweeteners contents in food (mg/kg).

사하여 FAO/WHO의 ADI와 비교 검토함으로서 인공감미료의 실제 섭취량과 ADI간 안전수준평가 및 사용기준 개정시 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 따라서 분석된 결과를 기초로 식품유형별, 연령대별, 성별 및 인공감미료별 사용실태를 파악

Table 7. Assessment of dietary intake of sodium saccharin and acesulfame potassium

Sweeteners	ΣEDI[1] (mg/man/day)	ADI[2] (mg/man/day)	ΣTMDI[3] (mg/man/day)	EDI/ADI (%)
Sodium saccharin	4.131	275	30.610	1.502
Acesulfame potassium	1.252	825	106.460	0.152

[1]EDI (mg/man/day) = Food intake (kg/man/day)×Sweeteners contents in food (mg/kg).
[2]ADI is expressed in terms of mg/kg weight/day by a man of 55 kg.
[3]TMDI (mg/man/day) = Food intake (kg/man/day)×Maximum level of use (standards for use) (mg/kg).

Table 8. Comparison of estimated daily intake of sweeteners in Korea, Japan, Italy, Denmark, Netherlands, and UK

Sweeteners	ADI[1] (mg/man/day)	EDI[2] from this study (mg/man/day)	EDI from references (mg/man/day)						
			Korea[3]	Japan	Japan	Italy[4]	Denmark[5]	The Netherlands[6]	UK[7]
Study period		2003	1997	1996	1994	1996	1995	1995	1992
Sodium saccharin	275	4.13	0.26	7.64	7.26	0.21	2.0	0.4	0.40
Acesulfame potassium	825	1.25	-	-	-	0.02	3.6	0.2	0.63

[1]ADI is expressed in terms of mg/kg weight/day by a man of 55 kg.
[2]EDI (mg/man/day) = Food intake (kg/man/day)×Sweeteners contents in food (mg/kg).
[3]Estimated by Lee CW *et al.* (14)
[4]Estimated by Leclercq C *et al.* (27)
[5]Expressed by Renwick AG (28)
[6]Estimated by Hulshof KFAM *et al.* (29)
[7]Estimated by Hinson AL *et al*. (30)

하고 국민영양조사자료에 근거하여 대상식품의 유형과 연령에 따른 인공감미료별 1인 1일당 추정섭취량을 산출하였으며 FAO/WHO에서 설정한 ADI와 비교 검토한 결과, 총 검사건수 755건 중 57건의 인공감미료가 검출되어 7.6%의 검출율을 나타내었으며 인공감미료별 검출건수와 검출율은 각각 사카린나트륨 49건(6.5%) 및 아세설팜칼륨 11건(1.5%)으로 나타났다. 또한, 대상식품별 일일추정섭취량을 산출한 결과 사카린나트륨은 단무지에서, 아세설팜칼륨은 아이스크림에서 가장 높은 것으로 나타났다. 연령별 ΣEDI는 1.89-4.91 mg/man/day의 범위로 13-19세에서 인공감미료 섭취가 가장 많았으며 65세 이상에서 가장 낮았다. 또한 각 인공감미료를 연령대별로 보면 사카린나트륨은 30-49세, 아세설팜칼륨은 13-19세에서 가장 섭취량이 많은 것으로 나타났다. 성별 ΣEDI는 남성은 5.91 mg/man/day, 여성은 4.89 mg/man/day으로 나타났다. 국민영양조사표 등의 식품별 1인 1일당 섭취량과 인공감미료별 평균검출농도로부터 일일추정섭취량을 산출하였을 때, 인공감미료별 ΣEDI는 사카린나트륨 4.13 mg/man/day, 아세설팜칼륨 1.25 mg/man/day로 각 인공감미료의 ADI를 국민평균체중 55 kg으로 환산한 275-825 mg/man/day와 비교하였을 때 매우 낮은 수치를 나타내었으며 이 결과는 ADI 대비 0.2-1.5% 수준이었고 사용가능 대상식품의 이론적 TMDI의 1.2-13.5%의 수준으로 사용대상식품을 통한 인공감미료의 섭취는 안전하다고 판단된다.

문 헌

1. Gibney MJ. Dietary intake methods for estimating food additive intake. Regulatory Toxicol. Pharmacol. 30: 31-33 (1999)
2. Yukimasa M, Yuka K, Takashi H, Nobumi A, Masanori S, Yoshio I. Preparation an characterization of sulfite adducts. Toxicol. Environ. Health. Jpn. 41: 440-446 (1995)
3. Sumiko T, Tadashi S, Kenji I, Takeo K, Mieko K, Motohiro N, Hiromichi H, Toshinobu F, Hiroyuki K, Munehiko G, Yoshio S, Kiyoshi S, Kakuyuki O, Hiroshi M, Hisanori U, Teruo S, Yoshio I. Daily intake of non-naturally occurring chemically synthesized food additives from the processed foods purchased in Japan. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 36: 93-101 (1995)
4. Sumiko T, Tadashi S, Motohiro N, Yoshinobu F, Hiroyuki K, Munehiko G, Yoshio S, Yasuko M, Zensho O, Minoru S, Kazuo N, Shigeru M, Shuichi E, Yayoi S, Hisanori U, Teruo S, Yoshio I. Estimation of daily intake of chemically synthesized natural food additives from processed foods in Japan. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 37: 308-318 (1996)
5. Sumiko T, Kaori F, Masa K, Tadashi S, Sachiko UH, Miyuki F, Noboru K, Yoshiko O, Kazuya F, Hiroshi S, Yoshio I. Naturally occurring of sulfites in raw and processed foods. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 34: 303-313 (1993)
6. Sumiko T, Masako K, Yukihiro M, Tadashi S, Noboru K, Kazuya F, Kazuko W, Sachiko UH, Shigeaki I, Kazuya F, Hiroshi S, Yoshio I. Naturally occurring of nitrite existing in various raw and processed foods. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 34: 294-302 (1993)
7. Sumiko T, Tadashi S, Nobutake U, Tateo K, Hiroshi S, Sachioko UH, Junko M, Noboru K, Yoshio I. Naturally occurring of orthophosphate ion in various rqu and processed foods by ion chromatography. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 35: 56-65 (1994)
8. Sumiko T, Tadashi S, Koichiro O, Koji T, Tasuchi F, Yoshio I. Preparation of sample solution using pronase treatment for determination of food coal-tar dyes in foods. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 36: 68-76 (1994)
9. Tomomi K, Tomoko Y, Yoshie T, Nastsuyo H, Yoshiko T, Miki F, Masanori S, Sumiko, T, Tadashi S, Yosio I. Studies on daily Intake of Food Coal-tar Dye in Japan. J. Food Chem. Jpn. 2: 16-23 (1995)
10. Lee CW, Lee DS, Moon BS. A study on intakes of some food additives by Korean. Korean J. Food Hyg. 4: 1-20 (1989)
11. Kim KS, Lee CW, Lee DS, Lee YJ, Yu SY, Kim YK, Lee JD, Moon BS, Shin MK. A study on intakes of some food additives by Korean (I) (DHA, BHA, BHT). Ann. Report NIH 22: 443-454 (1985)
12. Kim KS, Lee CW, Lee DS, Lee YJ, Yu SY, Kim YK, Kim KN, Kim JH, Moon BS. A study on intakes of some food additives by Korean (II) (Benzoic acid, Sorbic acid, ρ-Hydroxybenzoate ester). Ann. Report NIH 23: 631-642 (1986)
13. Kim KS, Lee CW, Lee DS, Lee YJ, Yu SY, Kim YK, Kim KN, Hong KH, Kim HJ, Moon BS. A study on intakes of some food additives by Korean (III) (Propionic acid, Sodium nitrite, Sodium sulfite (as SO_2)). Ann. Report NIH 24: 719-732 (1987)

14. Lee CW, Kim BS, Kwak IS, Lee CH, Park SK, Huh SY, Ju SK, Kang KM, Park JS, Kim KS. A study on food additives from diet (Artificial sweeteners). Ann. Report KFDA 1: 67-74 (1997)
15. Lee CH, Park SK, Yun HJ, Park JS, Lee JO. Estimation of daily intake of artificial sweetener and antioxidants in foods. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 519-524 (2000)
16. FAO/IPCS. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/ WHO Expert Committee Food Additives. JECFA, Rome, Italy (1994)
17. Lee JO, Yun HJ, Lee CH, Park SK, Lee CW. A study for analytical method of synthetic color additives in foods (I). Ann. Report KFDA 2: 107-115 (1998)
18. Lee JO, Kim SH, Yun HJ, Lee CH, Park SK, Park JS, Jung YH, Chae SY, Kim EJ, Lee CW. A study for analytical method of synthetic color additives in foods (II). Ann. Report KFDA 3: 129-148 (1999)
19. JECFA. Safety evaluation of certain food additives. WHO Food Add. Series 42: 402-459 (1999)
20. 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 (I). Ann. Report KFDA 6: 169-176 (2003)
21. Ministry of health and welfare. Report on 2001 National Health and Nutrition Survey (Dietary Intake Survey). Korea Health Industry Development Institute, Seoul, Korea (2001)
22. Hajimu I, Motohiro N, Yoshinobu F, Yoshio I, Takashi Y. Evaluation of the contents of BHA, BHT, propylene glycol, and sodium saccharin in foods and estimation of daily intake based on the results of official inspection in Japan in fiscal year 1994. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 39: 89-100 (1998)
23. Shin KH, Lee YH, Lee YJ, Lee HD. A study on the food additives. (The simultaneous analysis of food colorants by HPLC). Ann. Report NIH 18: 377-381 (1981)
24. Hajimu I, Takiko S, Yoko K, Yuiko T, Takashi Y, Motohiro N, Yoshinobu F. Estimation of antifungal agent concentrations allowed as food additives in food and their daily intake based on official inspection results in Japan in fiscal year 1996. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 40: 407-416 (1999)
25. Hajimu I, Takiko S, Yoko K, Yuiko T, Takashi Y, Motohiro N, Yoshinobu F. Estimation of preservative concentrations in food and their daily intake based on official inspection results in Japan in fiscal year 1996. J. Food Hyg. Soc. Jpn. 40:246-258 (1999).
26. Kim HY, Lee YJ, Hong KH, Ha SC, An MS, Cho JS, Kim KS. Intake of food additives in foods by total diet. Food Sci. Technol. 30: 767-774 (1998)
27. Leclercq C, Berardi D, Sorbillo MR, Lambe J. Intake of saccharin, aspartame, acesulfame K and cyclamate in Italian teenagers: present levels and projections. Food Add. Contam. 16: 99-109 (1999)
28. Renwick AG. Intake studies on low-calorie sweeteners: methods, results and comparisons. In: Intake Studies-Lessons Learnt. Corti A (ed). International Sweeteners Association, Brussels, Belgium. pp. 79-97 (1995)
29. Hulshof KFAM, Bouman M. Use of various types of sweeteners in different population groups. In: 1992 Dutch National Food Consumption Survey. Hulshof KFAM, Bouman M (eds). TNO Nutrition and Food Research Institute, Bonn, Germany (1995)
30. Hinson AL, Nicol WM. Monitoring sweetener consumption in Great Britain. Food Add. Contam. 9: 669-681 (1992)

(2004년 7월 31일 접수; 2004년 10월 3일 채택)