

식품 중 인공감미료의 분석법에 관한 연구

김희연* · 윤혜정 · 홍기형 · 이창희¹ · 박성관 · 최장덕
최우정 · 박선영 · 김지혜 · 이철원

식품의약품안전청 식품첨가물과, ¹부산지방식품의약품안전청

A Study on the Analytical Method of Artificial Sweeteners in Foods

Hee-Yun Kim*, Hae-Jung Yoon, Ki-Hyung Hong, Chang-Hee Lee, Sung-Kwan Park,
Jang-Duck Choi, Woo-Jeong Choi, Sun-Young Park, Ji-Hye Kim, and Chul-Won Lee

Food Additives Division, Korea Food and Drug Administration

¹Test and Analysis Laboratory, Busan Regional Food and Drug Administration

Analysis methods of artificial sweeteners, aspartame, acesulfame potassium, sodium saccharin, and sucralose isolated from foods were developed using high performance liquid chromatography. HPLC conditions for aspartame, acesulfame potassium, and sodium saccharin were: column, Symmetry C₁₈ (3.9 mm i.d × 150 mm, 5 μm); mobile phase, 0.005 M sodium phosphate monobasic : acetonitrile (9 : 1, pH 3.5, containing 0.01M tetrapropylammonium hydroxide); detector, UV detector at 210 nm. HPLC condition for sucralose were : column, Symmetry C₁₈ (3.9 mm i.d × 150 mm, 5 μm); mobile phase, water:methanol (7 : 3); detector, refractive index detection (sensitivity = 16). Recoveries of artificial sweeteners in foods including soft drinks, fruit and vegetable beverages, alcoholic beverages, fermented milk beverages, soybean milk, ice cream, snacks, chewing gums, jam, honey, kimchi salted food, special dietary products, processed fish products, candies, food additive mixtures, chocolate and cocoa were 76.1-101.3%, 82.3-103.2%, 83.1-103.7%, and 80.6-99.5% for aspartame, acesulfame potassium, sodium saccharin, and sucralose, respectively.

Key words: artificial sweeteners, HPLC, aspartame, acesulfame potassium, sodium saccharin, sucralose

서 론

현대사회에서 인공감미료는 다양한 가공식품, 인스턴트식품의 소비량 증가로 인하여 그 사용이 필연적이며 사용량 또한 증가하고 있는 식품첨가물 중 하나이다. 그러나 감미료는 단맛에 대한 소비자들의 욕구를 충족시킬 수는 있으나 과량섭취시 비만, 당뇨병, 동맥경화, 충치, 심장질환 등의 발병과 깊은 상관관계를 가지고 있기 때문에 그 사용량에 대한 소비자들의 관심이 날로 증가되고 있다.

현재 우리나라에서 식품첨가물로 허용된 인공감미료는 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세실팜 칼륨 및 수크랄로스 등이 있으며 현행 식품첨가물공전에서는 사용대상식품과 그 사용량을 엄격히 규제하고 있다. 그러나 식품공전에는 삭카린나트륨에 대한 박층크로마토그래피 및 고속액체크로마토그래피에 의한 정성 또는 정량법만이 수재되어 있고 나머지 3종의 인공감미료

에 대한 분석법은 수재되어 있지 않아 일선 식품위생검사기관 등의 업무에 혼란을 야기하고 있으므로 이에 대한 연구가 요구되고 있는 실정이다(1,2).

한편 식품 중 인공감미료를 분석하는 방법으로 GC/MS, 이온크로마토그래피 및 고속액체크로마토그래피 등의 분석법이 보고되고 있다. 그러나 GC/MS(3)의 경우에는 시료를 acetylation 혹은 silylation 반응을 시켜 유도체화시켜야 하는 번거로운 전처리방법을 요구하고, 이온크로마토그래피는(4) 기기의 보편성이 떨어져서 일선 식품위생검사기관에서의 활용도가 낮은 단점이 있다. 또한 고속액체크로마토그래피를 사용하여 인공감미료를 분석한 연구(5-8)들을 보면, 시료 전처리방법으로 투석법을 이용하고 동시분석이 아닌 감미료 각각의 개별분석법이 많아, 분석시간이나 간편성에서 효율성이 떨어진다. 따라서 다른 분석기기에 비해 활용도가 높은 고속액체크로마토그래피를 이용하여 다양한 시료에 적용할 수 있는 전처리방법 및 분석조건 등을 확립하여 공정시험법으로 활용할 수 있는 인공감미료 분석법 개발이 필요하다. 본 연구에서는 우리나라에서 허용되어 있는 4종의 인공감미료에 대해 재현성, 간편성, 회수율 및 분리능이 우수한 정성, 정량법을 확립하여 공정시험법으로 활용하고, 추후 우리나라의 인공감미료 식이섭취량 조사 시 기초자료로 사용하고자 한다.

*Corresponding author : Hee-Yun Kim, Food Additives Division, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyeongku, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-2-380-1687
Fax: 82-2-354-1399
E-mail: pmheekim@kfda.go.kr

재료 및 방법

결과 및 고찰

대상식품

시중에서 유통되고 있는 제품을 대상으로 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세실팜칼륨 및 수크랄로스가 사용 가능한 탄산음료류, 과실채소류음료, 주류, 발효음료류, 두유류, 아이스크림류, 건과류, 껌류, 잼류, 꿀, 김치·절임식품, 특수영양식품, 어육가공품, 사탕류, 혼합제제식품첨가물, 초콜릿류 및 코코아 등 총 17종 151품목을 수집하여 시료로 하였다.

시약 및 시액

본 실험에 사용된 인공감미료 표준품은 saccharin sodium salt hydrate(SA), aspartame(ASP)은 Sigma Chemical Co.(USA)에서 potassium acesulfame(AK)과 sucralose(SU)은 각각 Nutrinova Co.(Germany), Tate & Lyle Co.(USA)에서 제조된 것을 구입하여 사용하였으며 메탄올, 아세트니트릴은 HPLC용으로서 Merck Co.(USA)제품을 사용하였다. 또한 10% tetrapropylammonium hydroxide solution(TPA-OH)와 zinc sulfate 7·hydrate, potassium dihydrogenphosphate은 Wako Co.(Japan), potassium ferrocyanide 3·hydrate와 sodium phosphate monobasic은 각각 Sigma Chemical Co.(USA)와 Fisher Chemical Co.(USA)사 제품을 사용하였다.

침전용 Carrez 시액은 potassium ferrocyanide 3·hydrate 150 g에 물을 가해 1,000 mL로 한 것을 Carrez I, zinc sulfate 7·hydrate 300 g에 물을 가해 1,000 mL로 한 것을 Carrez II 용액으로 하여 사용하였다.

표준용액의 조제

삭카린나트륨, 아스파탐 및 아세실팜칼륨: 1 mL당 각 인공감미료 1,000 µg(1,000 ppm)을 함유하도록 조제하고 각각 최종농도 0, 1, 5, 10, 20, 50 ppm이 되도록 물로 희석하여 검량선용 표준용액으로 하였다(이 액의 1 mL는 각 인공감미료 0, 1, 5, 10, 20 및 50 µg을 함유).

수크랄로스: 1 mL당 수크랄로스 10,000 µg(10,000 ppm)을 함유하도록 조제하고 각각 최종농도 0, 25, 50, 100, 250 ppm이 되도록 물로 희석하여 검량선용 표준용액으로 하였다(이 액의 1 mL는 수크랄로스 0, 25, 50, 100 및 250 µg을 함유).

시료의 전처리 방법 검토

고형식품, 반고형 식품 및 액체식품 등 시료의 성상, 특성에 따라 분류하고 그에 따른 시료의 전처리 방법을 검토하였다.

분석방법 검토

인공감미료 분석은 Waters Co.(USA)의 M-510 Solvent Delivery System, M-486 Tunable Absorbance Detector, M-746 Data Module로 구성된 HPLC를 사용하였으며 분석조건으로 칼럼 종류, 이동상의 조성, 측정파장 등을 검토하였다.

회수율 검토

인공감미료가 함유되어 있지 않은 시료에 각각의 인공감미료를 최종농도 50 ppm이 되게 첨가하고 검토한 전처리 방법을 이용하여 각 시료의 회수율을 시험하였다.

시료의 전처리

고형 식품 및 반고형 식품: 적당한 크기로 자르거나 잘게 부수어 약 2-5 g을 취하고 10-20 mL의 온수를 가한 다음 10-20분간 흔들어 완전히 용해시킨 후 물을 이용하여 50 mL로 정용하여 최종용액으로 하였다. 단, 지방이 함유된 식품은 지방을 제거한 후 시료 전처리를 하여야 한다. 따라서 지방의 제거를 위해 디에틸에테르를 이용하여 지방층과 물층을 분획시켜 지방을 제거시키는 방법을 취하였다. 즉, 시료 약 2-5 g을 취하여 물 약 10-20 mL를 넣고 10분간 초음파 처리한 다음 물로 희석하여 50 mL로 하고 실온, 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상등액을 분액깔때기로 옮기고 디에틸에테르 50 mL를 가한 다음 물층을 취하여 상기 조작을 2회 반복한 후 모든 추출액을 합하고 증발농축하여 디에틸에테르를 제거한 다음 0.45 µm 필터(Gelman Science, USA)로 여과한 액을 시험용액으로 하였다. 이에 속하는 대상식품은 아이스크림류, 건과류, 껌류, 잼류, 꿀, 김치·절임식품, 특수영양식품, 어육가공품, 사탕류, 혼합제제식품첨가물, 초콜릿류 및 코코아이다.

액상 식품: 시료 5 g을 취하여 물을 이용하여 50 mL로 정용하여 최종용액으로 하였다. 단, 탄산가스가 있는 경우에는 10분간 초음파(Branson ultrasonics Co., USA) 처리하여 탄산가스를 제거하고, 알코올을 함유한 시료의 경우는 70°C의 수욕상에서 15분간 가온하여 알코올을 증발시키며 고형물이 있는 경우에는 혼합기로 균질화시킨 후 시료로 하였다. 이러한 시료의 전처리는 단백질이 함유된 액상 식품의 경우에는 적용시키기 어렵다. 식품공전에서는 시료를 투석하여 Sep-Pak C₁₈을 이용하여 정제하는 과정을 수재하고 있다. 그러나 이러한 시료 전처리 방법은 투석 시 24-48시간 정도 소요되는 등의 실험시간이 장시간 소요될 뿐 아니라 Sep-Pak C₁₈을 이용하여 정제하여야 하는 등의 실험조작이 복잡하다. 또한 Carrez 침전법보다 Sep-Pak C₁₈을 이용하여 시료를 정제할 경우 회수율이 20%정도 낮은 것으로 예비실험결과 나타났다. 따라서 간편한 조작으로 실험시간을 단축하면서 회수율도 양호한 Carrez 침전법을 활용하였다(9). 즉, 단백질이 함유된 액상 식품 약 5 g을 취한 후 50 mL 용량 플라스크에 옮기고 물 10 mL를 가하고 강하게 흔든 후 Carrez I 시약 2 mL, Carrez II 시약 2 mL를 각각 넣고 2분간 흔들어 섞는다. 이 액을 초음파 처리하여 발생된 거품을 제거한 다음 물로 50 mL로 정용하고 원심분리한 후 상등액을 0.45 µm 필터로 여과하여 시험용액으로 하였다. 대상식품으로는 탄산음료류, 과실채소류음료, 주류, 발효음료류, 두유류가 이에 속한다.

HPLC의 분석조건 검토

인공감미료의 동시분석을 위하여 HPLC의 최적 분석조건을 검토하였다. 삭카린나트륨, 아스파탐 및 아세실팜칼륨은 자외선 검출기(UV)를 이용하여 동시분석을 수행하였고 수크랄로스의 경우에는 나머지 3종의 인공감미료보다 분자량이 큰 특징을 가지고 있어 고분자나 당의 분석에 이용되는 굴절을 검출기(RI)를 이용하여 개별분석을 수행하였다.

삭카린나트륨, 아스파탐 및 아세실팜칼륨의 동시분석을 위한 분석조건을 검토한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 최적

Table 1. HPLC chromatographic operating conditions for sodium saccharin, aspartame and acesulfame potassium

HPLC condition	
Column	Symmetry C ₁₈ (3.9 mm i.d.×150 mm, 5 μm)
Mobile phase	0.005 M KH ₂ PO ₄ : CH ₃ CN = 9 : 1, 0.01 M TPA-OH, pH 3.5
Detector	UV, 210 nm
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 μL

Table 2. HPLC chromatographic operating conditions for sucralose

HPLC condition	
Column	Symmetry C ₁₈ (3.9 mm I.d.×150 mm, 5 μm)
Mobile phase	Water : CH ₃ OH = 7 : 3
Detector	RI, sensitivity = 16
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	50 μL

의 인공감미료 측정과정을 결정하기 위하여 인공감미료 각각의 최대흡수파장을 측정한 결과 아스파탐 192.6 nm, 아세설팜칼륨 226.5 nm 및 삭카린나트륨 200.8 nm으로 나타났다. 이를 기준으로 하여 190-220 nm의 범위에서 검출한계, 방해물질의 검출여부 등을 고려하여 최적 검출과정을 검토한 결과 모든 성분의 분리 및 검출한계가 양호한 210 nm로 선정하였다. Moriyasu 등(6)에 의하면 아세설팜칼륨, 삭카린나트륨, 아스파탐 분석시 210 nm로 하였다고 보고한 바 있어 본 결과와 일치함을 알 수 있었다. 인공감미료의 동시분석을 위하여 carbon loading 량 및 내경에 따라 Nova-Pak C₁₈(3.9mm i.d.×150 mm, 4 μm)과 Symmetry C₁₈(3.9mm i.d.×150 mm, 5 μm)의 2종 역상계 칼럼을 비교, 검토한 결과 Nova-Pak C₁₈은 아스파탐과 아세설팜칼륨의 분리가 다소 곤란하여 모든 인공감미료의 분리가 양호한 Symmetry C₁₈을 선택하여 본 실험에 사용하였다. 또한 인공감미료 동시분석을 위한 이동상을 결정하기 위하여 먼저 물, 메탄올

및 아세토니트릴의 단일 또는 혼합액을 비교하여 분리능, 검출 시간, 피크의 모양 등을 검토한 결과, 물과 메탄올의 혼합액을 이용한 경우 인공감미료의 분리에 장시간이 소요되므로 물과 아세토니트릴의 혼합액을 사용하였으며, 물과 아세토니트릴의 혼합비율을 90% : 10% 내지 80% : 20%의 범위로 비교하였을 때 90% : 10%에서 모든 대상 인공감미료의 분리가 양호하였다. Buffer인 potassium phosphate의 농도는 Prodoliet 등(7)의 아세설팜칼륨 분석에 대한 연구보고를 인용하여 0.005 M 농도로 결정하였다. pH에 따른 인공감미료의 분리를 pH 3.5-4.5에서 검토한 결과, 아세설팜칼륨, 삭카린나트륨은 pH에 따른 변화가 없으나 아스파탐은 pH가 증가할수록 용출시간이 증가하였으며 pH 4.0-4.5에서는 아스파탐과 아세설팜칼륨의 분리가 곤란하였으므로 pH는 모든 성분의 분리가 양호한 3.5로 설정하였다. Ion pair 시약으로는 Kobayashi 등(10)의 연구보고를 참조하여 tetrapropylammonium hydroxide(이하 TPA-OH)로 결정하였으며 농도에 의한 Rt값과 상호분리를 비교하였을 때는 농도가 높을수록 Rt값이 높아져 0.01 M이 가장 적합한 것으로 판단되었다.

수크랄로스의 분석조건은 Table 2에 나타내었다. 앞에서 언급한 바와 같이 수크랄로스는 나머지 감미료보다 분자량이 크기 때문에 자외선 검출기로는 분석하기 어렵다. 따라서 고분자나 당의 분석에 사용되는 굴절률 검출기(RI)를 사용하여 분석하였다. 또한 이동상의 용매조성은 물과 메탄올의 7 : 3 혼합액을 사용하였다. Kishi 등(11)이 보고한 바에 따르면 수크랄로스 분석시 물과 메탄올 7.5 : 2.5의 혼합액을 사용하였다고 하여 본 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 최적의 인공감미료 분석법을 결정하였으며 결정된 분석조건에서 얻어진 인공감미료 표준용액의 HPLC 크로마토그램을 Fig. 1 및 2에 나타내었다. 검출한계는 S/N(signal to noise ratio) = 3으로 하여 측정된 결과, 삭카린나트륨, 아스파탐 및 아세설팜칼륨은 각각 0.1 ppm, 수크랄로스는 25 ppm이었다.

회수율 검토

분석대상시료에 삭카린나트륨, 아스파탐, 아세설팜칼륨 및 수

Table 3. Recovery rates of 4 artificial sweeteners to the several foods by HPLC

Sample	Recovery (%) ± standard deviation			
	ASP	AK	SA	SU
Soft drinks	95.4 ± 0.05	95.6 ± 0.03	95.7 ± 0.14	96.6 ± 0.04
Fruit and vegetable beverages	101.1 ± 0.08	100.2 ± 0.06	100.3 ± 0.28	99.0 ± 0.04
Alcoholic beverages	101.3 ± 0.01	100.0 ± 0.01	100.2 ± 0.07	99.2 ± 0.02
Fermented milk beverages	86.0 ± 0.06	101.3 ± 0.04	94.6 ± 0.07	93.6 ± 0.04
Soybean milk	76.1 ± 0.07	103.2 ± 0.05	96.3 ± 0.21	95.3 ± 0.06
Ice cream	90.8 ± 0.03	90.6 ± 0.92	92.1 ± 0.07	90.5 ± 0.05
Snacks	87.8 ± 0.02	97.5 ± 0.10	103.7 ± 0.07	87.8 ± 0.02
Chewing gums	94.3 ± 0.04	98.9 ± 0.03	99.3 ± 0.14	94.3 ± 0.09
Jam	99.9 ± 0.06	99.8 ± 0.17	100.2 ± 0.07	99.0 ± 0.04
Honey	99.8 ± 0.03	100.7 ± 0.36	100.2 ± 0.07	99.5 ± 0.14
Kimchi and salted food	92.3 ± 0.17	95.2 ± 0.12	96.1 ± 0.04	92.2 ± 0.13
Special dietary products	85.1 ± 0.06	98.4 ± 0.06	92.3 ± 0.28	91.2 ± 0.06
Processed fish products	99.5 ± 0.06	102.8 ± 0.12	100.7 ± 0.21	95.5 ± 0.08
Candies	99.9 ± 0.15	102.8 ± 0.17	102.1 ± 0.11	92.9 ± 0.02
Food additive mixtures	97.0 ± 0.10	102.1 ± 0.06	100.2 ± 0.04	96.0 ± 0.06
Chocolate	82.8 ± 0.12	83.2 ± 0.06	83.6 ± 0.14	85.2 ± 0.07
Cocoa	84.0 ± 0.12	82.3 ± 0.17	83.1 ± 0.01	80.6 ± 0.07

Table 4. The analytical results of 4 artificial sweeteners detected in various foods by HPLC

Samples	No. of sample	ASP		AK		SA		SU	
		No. of detected sample	Mean (µg/g)	No. of detected sample	Mean (µg/g)	No. of detected sample	Mean (µg/g)	No. of detected sample	Mean (µg/g)
Soft drinks	6	2	180.8	2	110.8	-	ND ¹⁾	-	ND
Fruit and vegetable beverages	11	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Alcoholic beverages	7	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Fermented milk beverages	8	4	65.3	-	ND	-	ND	-	ND
Soybean milk	4	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Ice cream	10	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Snacks	45	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Chewing gums	14	2	232.5	3	250.3	-	ND	1	120.1
Jam	2	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Honey	1	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Kimchi and salted food	5	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Special dietary products	4	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Processed fish products	6	-	ND	-	ND	1	42.3	-	ND
Candies	13	1	1,672.0	-	ND	-	ND	-	ND
Food additive mixtures	2	2	5,259.0	1	2,362.1	-	ND	-	ND
Chocolate	8	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
Cocoa	5	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND

¹⁾ND: Not detected.

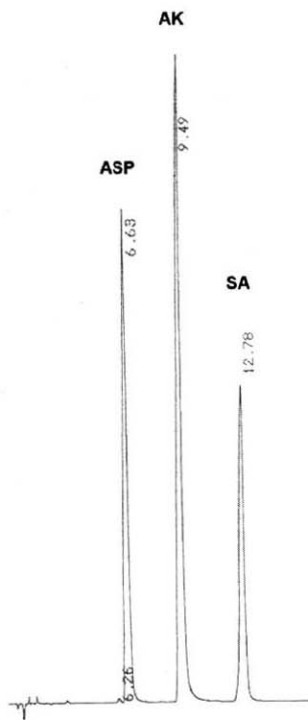


Fig. 1. Chromatogram of sodium saccharin, aspartame, and acesulfame potassium standards by HPLC.

크랄로스를 첨가한 후 회수율 실험을 3회 반복한 결과는 Table 3과 같았다. 다만, 상기 인공감미료 중 아스파탐은 중성용액에서는 안정하나 산성용액에서는 약간 불안정하며 열과 광선 등에 약하다는 보고가 있으므로 다른 인공감미료에 비해 회수율이 약간 낮은 것으로 생각된다(12).

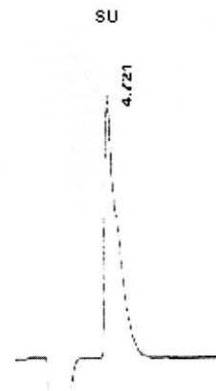


Fig. 2. Chromatogram of sucralose standard by HPLC.

대상식품의 인공감미료 정량

시중에서 유통되고 있는 제품 중 탄산음료류, 과일채소류음료, 주류, 발효음료류, 두유류, 아이스크림류, 건과류, 껌류, 젤리, 꿀, 김치·절임식품, 특수영양식품, 어육가공품, 사탕류, 혼합제제식품첨가물, 초콜릿류 및 코코아 등 총 17종 151품목을 대상으로 확립된 분석방법을 적용하여 인공감미료 4종에 대한 함량을 구한 결과는 Table 4와 같으며 인공감미료가 검출된 대상식품은 청량음료, 발효유, 츄잉껌, 캔디, 식품첨가물 혼합제제 등으로 나타났고 이들은 표시사항과는 모두 일치하였다.

요 약

본 연구는 인공감미료의 사용확대에 따른 실태 파악 및 실제 섭취량 조사를 통해 현행 사용기준의 안전수준에 대한 안전성을 확보하는 연구의 기초자료로서 우리나라에서 식품첨가물로 허용되어 있는 인공감미료인 삭카린나트륨, 아스파탐, 아

세설팜칼륨 및 수크랄로스에 대한 식품 중 분석법을 확립하였으며 결과는 다음과 같다.

먼저 투석이나 정제과정 없이 보다 간편하고 짧은 시간에 효율적으로 시료를 전처리할 수 있는 방법을 시료의 성상에 따라 확립하였다.

고속액체크로마토그래프(HPLC)의 최적 분석조건을 검토한 결과, 삭카린나트륨, 아스파탐 및 아세설팜칼륨의 3종 인공감미료의 분석에 컬럼은 Symmetry C₁₈(3.9 mm i.d×150 mm, 5 μm), 이동상은 0.005 M tetrapropylammonium hydroxide가 함유된 0.01 M KH₂PO₄:acetonitrile(9:1, pH 3.5), 측정파장은 210 nm로 설정하였다. 수크랄로스의 분석조건은 컬럼은 Symmetry C₁₈(3.9 mm i.d×150 mm, 5 μm), 이동상은 water: methanol(7:3)을 사용하였고 검출기는 굴절률 검출기(RI), sensitivity = 16로 설정하였다. 검출한계는 삭카린나트륨, 아스파탐 및 아세설팜칼륨은 각각 0.1 ppm, 수크랄로스는 25 ppm으로 측정되었다. 이와 같이 결정된 인공감미료의 최적 분석조건으로 회수율을 측정된 결과 아스파탐 92.5%, 아세설팜칼륨 97.3%, 삭카린나트륨 96.5%, 수크랄로스 93.4%로 양호한 결과를 얻었다.

시중에서 유통되고 있는 제품 중 총 17종 151품목을 대상으로 4종의 인공감미료 함량을 정량한 결과, 아스파탐은 탄산음료 2품목에서 180.8 μg/g, 발효음료 4품목에서 65.3 μg/g, 껌 2품목에서 232.5 μg/g, 사탕 1품목에서 1,672.0 μg/g, 혼합제제식품첨가물 2품목에서 5,259.0 μg/g이 검출되었으며 아세설팜칼륨은 탄산음료 2품목에서 110.8 μg/g, 껌 3품목에서 250.3 μg/g, 혼합제제식품첨가물 1품목에서 2,362.1 μg/g, 삭카린나트륨은 어묵 1품목에서 42.3 μg/g, 수크랄로스는 껌 1품목에서 120.1 μg/g이 검출되었으며 검출된 인공감미료는 표시사항과 일치하였다.

문 헌

1. Korea Food and Drug Administration. Korean Food Additives

- Code. KFDA, Seoul, Korea (2002)
2. Korea Food and Drug Administration. Korean Food Code. KFDA, Seoul, Korea (2002)
 3. Kitada Y, Tamase K, Sasaki M, Nishikawa Y, Tanigawa K. Determination of saccharin, benzoic acid and p-hydroxybenzoate esters in soy sauce by high speed liquid chromatography. J. Fd. Hyg. Soc. Japan 21: 480-484 (1980)
 4. Lee CW, Kim BS, Kwak IS, Lee CH, Park KS, Hou SY, Joo SK, Kang KM, Park SJ, Kim SK. A study for intake of food additives in foods by total diet-Artificial sweetener. Ann. Rep. KFDA 1: 67-74 (1997)
 5. Matsunaga A, Yamamoto A, Makino M. The simultaneous determination of saccharin, sorbate, benzoate, and five p-hydroxybenzoate esters in liquid foods by isocratic high-performance liquid chromatography. Toyama-ken Eisei Kenkyusho Nenpo 8: 77-81 (1984)
 6. Moriyasu T, Nakazato M, Kobayashi C, Kikuchi Y, Hayano K, Tamura Y. Determination of acesulfame K, saccharin and aspartame in various foods by HPLC. J. Fd. Hyg. Soc. Japan 37: 91-96 (1996)
 7. Prodolliet J, Bruehlhart M. Determination of acesulfame K in foods. J. AOAC Int. 76: 268-274 (1993)
 8. Sjoberg AMK, Alanko TA. Liquid chromatographic determination of saccharin in beverage and sweets. NMKL(Nordic Committee on Food Analysis) 1 collaborative study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 70: 58-60 (1987)
 9. Qu F, Qi ZH, Liu KN, Mou SF. Determination of aspartame by ion chromatography with electrochemical integrated amperometric detection. J. Chromatogr. A 850: 277-281 (1999)
 10. Kobayashi C, Nakazato M, Ushiyama H, Kawai Y, Tateishi Y, Yasuda K. Simultaneous determination of five sweeteners in foods by HPLC. J. Fd. Hyg. Soc. Japan 40: 166-171 (1999)
 11. Kishi H, Kawana K. Determination of sucralose in foods by anion-exchange chromatography and reverse-phase chromatography. J. Fd. Hyg. Soc. Japan 42: 133-138 (2001)
 12. JFAA. Explanation of Japan's Specifications and Standards for Food Additives. Japan Food Additives Association, Tokyo, Japan (1999)

(2003년 9월 24일 접수; 2004년 2월 17일 채택)