pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 38, No. 3, pp. 99~111 (2023)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2023.38.3.99

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

유통 영유아용 과자류 및 음료류의 안전성 평가

이재린* · 박혜민 · 류근영 · 강경리 · 최수연 · 조은혜 · 조배식 · 김진희†
광주광역시 보건환경연구원 식품분석과

Safety Evaluation of Snacks and Drinks in Circulation for Infants and Toddlers

Jaerin Lee*, Hyemin Park, Keunyoung Ryu, Gyungli Gang, Suyeon Choi, Eunhye Cho, Baesik Cho, Jinhee Kim†
Food Analysis department, Health & Environment Research Institute of Gwangju Metropolitan City, Gwangju, Korea

(Received May 19, 2023/Revised June 2, 2023/Accepted June 15, 2023)

ABSTRACT - The purpose of this study was to provide basic data for setting more detailed standards for baby food and to provide food information that can be used in real-world settings. We purchased 80 snacks and 40 drinks for infants and toddlers from supermarkets and online markets and analyzed tar color, artificial sweeteners, mycotoxins, and nutritional components (e.g., sucrose, sodium, and calcium). Fortunately, it was confirmed that both tar color and sodium saccharin, which do not have detection criteria for labeled foods for infants and toddlers, were not detected. However, acesulfame potassium was detected at 0.07 g/kg in one snack sample. As for myxotoxins, aflatoxin (B1, B2, G1, and G2) and ochratoxin A were not detected. Fumonisin B1, fumonisin B2, and zearalenone were detected in the ranges of 9.78–78.94 μg/kg, 5.58–11.73 μg/kg, and 2.96–8.83 μg/kg, respectively, but only in snacks. Sucrose was detected in 65 of the snacks (0.02–40.94 g/net weight [g]) and in 24 of the drinks (0.12–27.60 g/net weight [g]). Minerals were detected in most of the samples, and in four snacks, the zinc content per net exceeded the tolerable upper intake level for infants. Sixteen snacks exceeded the food standards for sodium content for infants and toddlers, but none of them were labeled as food for infants and toddlers in the product manufacturing report, such that the corresponding standards could not be applied. Therefore, it seems necessary to establish institutional improvements, such as strengthening labeling standards, so that the currently enforced standards can be appropriately applied, and establishing standards for labeled foods for infants and toddlers.

Key words: Infant food, Snack, Food additives, Mycotoxins, Nutritients

영유아용 과자류 시장은 매년 확대되고 있지만 사람들은 영유아용 식품에 대한 품질과 안전에 관심이 부족하다[1]. 현재 우리나라는 식품의약품안전처(식약처)가 식품의 유형을 분류하고 안전한 식품이 소비될 수 있도록 유형별 기준 및 규격을 설정하여 관리하고 있다. 영유아용 식품에 대해서는 조제유류, 영아용 조제식, 성장기용 조제식 및 영유아용 이유식 등으로 식품유형을 분류하여 각각의 기준 및 규격을 설정하고 있으나, 그 외 영유아용 과자류와 음료류 등에 대한 별도의 식품 유형이 설정되어 있지 않다. 다만, '영유아를 섭취대상으로 표시하여 판매하는 식품(영유아용 표시 식품)'의 제조·가공 기준에서 일부 식품첨가물(타르색소, 사카린나트륨)과 나트륨 등에 대해 제한적으로 기준·규격을 명시하고 있을 뿐이다.

타르색소는 식품에 다양한 색을 내기 위해 사용되는 합성착색제로 대표적으로 tartrazine, sunset yellow 등이 있다. 이러한 합성착색제는 비용적인 면에서는 효과적일 수 있지만 알레르기를 유발하며, 발암성 및 기타 독성을 나타낼 가능성이 있어 섭취에 주의가 필요하다[2]. 사카린나트륨은 설탕보다 더 적은 열량으로 훨씬 강렬한 단맛을 내어 많은 양의 설탕 첨가를 대체하기 위해 사용되는 인공감미료 중 하나이다[3]. 인공감미료는 사카린나트륨 외에도 아스파탐, 아세설팜 칼륨 및 스테비아 등이 안전성을

*Correspondence to: Jaerin Lee, Environment Research Institute of Gwangju Metropolitan City, 584, Mujin-daero, Seo-gu, Gwangju 61954, Korea
Tel: +82-62-613-7565, Fax: +82-62-613-7567
E-mail: jrin1108@korea.kr
†Co-correspondence to: Jinhee Kim, Environment Research Institute of Gwangju Metropolitan City, 584, Mujin-daero, Seo-gu, Gwangju 61954, Korea
Tel: +82-62-613-7680, Fax: +82-62-613-7567
E-mail: Ju9510@korea.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

인정받아 널리 사용되고 있다[4]. 하지만 일부 연구 결과에서는 인공감미료가 발암성, 간독성 및 신장기능 장애 등의 부작용을 일으킨다고 보고[5,6]하고 있어 여전히 위험성에 대한 부분은 논란이 있다. 또한 World Health Organization (WHO)도 이러한 이유로 새로 발표된 지침에서 체중 조절을 위해 설탕이 아닌 감미료를 사용하지 말 것을 권고하고 있다[7]. 이와 관련 현재 식약처 고시에서는 영유아용 표시 식품에 타르색소와 사카린나트륨의 사용을 금지하고 있다.

곰팡이독소는 식품첨가물처럼 식품에 특수한 목적에 의해 인위적으로 첨가하는 것과 달리 자연적으로 발생할 수 있는 유해물질이다. 곰팡이독소는 다양한 식품에서 생성되는 곰팡이의 독성 대사 산물로 발암성, 유전독성, 신장독성 및 간장독성 등을 유발할 가능성이 있어 소비자의 건강에 위험을 초래한다[8-10]. 세계적으로 확인된 곰팡이독소는 약 400가지이며, 그중에서 약 30가지가 주로 인간과 동물의 건강을 해칠 수 있는 것으로 주목받는다[11]. 특히 곡류는 저장·유통 중 곰팡이독소가 잘 발생하는 것으로 알려져있는데[12,13], 국내에서 소비되는 영유아용 과자류의 원재료가 대부분 곡류로 이루어져 있어 곰팡이독소 오염이 우려되고 있다.

더불어 WHO[14]에 따르면 영유아용 식품이 영유아가 섭취하기에 당류, 포화지방, 나트륨 등의 함량이 지나치게 높을 수 있다. 실제로 Elliott 등[15]에 따르면 조사한 영유아용 포장 식품 중 절반 이상이 고당류 및 고나트륨 범주에 속했다. 또한, 당류 및 나트륨은 식품 선택 시 중요한 고려 사항이지만 소비자는 영유아를 대상으로 판매하는 제품에 대해 일반 제품보다 더 나은 영양수준일 것이라 단순히 가정하여 영양성분을 제대로 보지 않을 수 있다는 문제점도 언급되고 있다.

따라서 본 연구에서는 영유아를 대상으로 판매하는 과자류 및 음료류의 식품첨가물(타르색소, 인공감미료)과 곰팡이독소 그리고 영양성분(자당, 나트륨 등)을 분석함으로써 영유아용 식품의 보다 세부적인 기준·규격 설정을 위한 기초 자료를 제공하고 실생활에 활용 가능한 식품 정보를 제공하고자 한다.

Materials and Methods

대상시료

시료는 2021년 2월부터 2021년 11월까지 광주 내 대형마트에서 과자류 50건, 음료류 30건을 구입하였고, 2022년 2월부터 2022년 6월까지 온라인 마켓에서 과자류 30건, 음료류 10건을 구입하여 총 120건으로 하였다. 대상시료는 영유아용 과자류 및 음료류를 특정하기 위해 대형마트의 영유아용 식품 코너와 영유아용 과자류를 판매하는 온라인 마켓에서 판매하는 제품, 포장지에 '우리 아이', '키즈' 등의 문구가 적힌 것으로 한하여 무작위로 구입하였다. 식품유형으로는 과자 69건(57.5%), 과·채가공품 8건(6.7%), 기타가공품 1건(0.8%), 준초콜릿 1건(0.8%), 초콜릿가공품 1건(0.8%), 과·채주스 17건(14.2%), 혼합음료 9건(7.5%), 과·채음료 7건(5.8%), 홍삼음료 4건(3.3%), 액상차 2건(1.7%), 유산균음료 1건(0.8%)이었다(Table 1).

시료의 전처리

시료는 구입 즉시 개봉하여 균질화기(DA-280 Gold, Daesung Artlon, Paju, Korea)로 균질화한 후 밀봉하여 냉동고에 보관하였으며 다음 실험 방법에 따라 전처리를 진행하였다.

Table 1. Classification of experimental ingredients according to food type and purchase area

Food type		Total	Purchase type	
			offline markets	online markets
Snacks	Total	80	50	30
	Confectionery	69	43	26
	Processed fruit/vegetable product	8	6	2
	Other processed product	1	-	1
	Semi-chocolate	1	1	-
	Processed chocolate product	1	0	1
Drinks	Total	40	20	10
	Fruit/Vegetable juice	17	11	6
	Mixed beverage	9	9	-
	Fruit/Vegetable drink	7	5	2
	Red ginseng beverage	4	2	2
	Liquid tea	2	2	-
	Lactic acid bacteria beverage	1	1	-

타르색소

타르색소 9종(Y4, Y5, R2, R3, R40, R102, G3, B1, B2)의 표준용액은 Tokyo Chemical Industry Co., Ltd. (Tokyo, Japan)의 acid red 27 (R2, >90.0%), allura red AC (R40, >90.0%), acid red 18 (R102, >82.0%), acid blue 9 (B1, >90.0%), indigo carmine (B2, >95.0%)과 Wako Pure Chemical Industry Co., Ltd. (Osaka, Japan)의 tartrazine (Y4, >90.0%), sunset yellow FCF (Y5, >85.0%), fast green FCF (G3, >85.0%) 그리고 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)의 erythrosin B (R3, >90.0%)를 사용하였다. 4% 암모니아성 메탄올은 25% 암모니아(Merck & Co., Rahway, NJ, USA)와 메탄올(Merck & Co.)를 희석하여 제조하였다.

타르색소 9종은 식품공전의 제 8. 일반시험법 3.4.1 타르색소(산성색소)에 준하여 실험하였다[16]. 시료는 분쇄 및 균질화를 거쳐 약 3 g을 취해 10배의 4% 암모니아성 메탄올을 넣고 진탕기(CM-1000, Eyela, Tokyo, Japan)로 잘 흔들어준 후 원심분리기(5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)로 2,900 g force에서 30분간 원심분리 하여 상층액 3 mL를 완전히 감압 건고시킨 다음 잔류물을 10 mM 아세트산 암모늄(Sigma-Aldrich Co.) 용액 1 mL에 잘 녹여 0.45 μm 막여과지로 여과한 것을 시험용액으로 하였다. 표준검량곡선은 타르색소 9종의 표준품을 각각 물에 녹여 1,000 mg/L의 타르색소 표준원액을 제조한 후 이를 다시 1, 2, 5, 10 mg/L의 농도가 되도록 희석하여 분석한 피크 면적값을 이용해 작성하였으며, 분석은 Table 2의 조건에 따라 HPLC (Nanospace SI-2, Osaka Soda, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다.

인공감미료

인공감미료 분석을 위해 Sigma-Aldrich Co.의 acesulfame K (≥99.0%), saccharin (≥99%) 및 aspartame (≥98%)을 사용하였다. 각 표준물질을 1,000 mg/L의 표준원액으로 제조한 후 이를 증류수로 희석하여 1.25, 2.5, 5 mg/L 범위의 검량선을 작성하였다.

실험 방법은 식품공전의 제 8. 일반실험법 3.2.2 아세설팜칼륨, 사카린나트륨 및 아스파탐 동시분석법에 따랐으며[17], 액체 시료의 경우 검체 약 5 g을 취한 후 물을 가해 50 mL로 한 후 0.45 μm 막여과지로 여과한 액을 시험용

Table 2. The analytical conditions of HPLC for tar colors

Instrument	Parameter	Operation conditions		
HPLC-PDA	Column	Capcell Pak C18 (4.6 × 250 mm, 5 μm)		
	Mobile phase	- A: 10 mM ammonium acetate - B: Acetonitrile		
		Time(min)	A(%)	B(%)
		00:00	95	5
		00:01	95	5
		20:00	50	50
		20:01	95	5
		30:00	95	5
	Wavelength	tartrazine		420 nm
		sunset yellow FCF, acid red 27, erythrosin B, allura red, acid red 18		520 nm
		acid blue 9, indigo carmine, fast green FCF		620 nm
	Flow rate	1.0 mL/min		
	Run time	30 min		
	Injection volume	10 μL		

Table 3. The analytical conditions of HPLC for artificial sweeteners

Instrument	Parameter	Operation conditions
HPLC-PDA	Column	Capcell Pak C18 (4.6 × 250 mm, 5 μm)
	Mobile phase	10% TPA-OH containning 20% MeOH
	Wavelength	210 nm
	Flow rate	1.0 mL/min
	Run time	30 min
	Injection volume	10 μL

액으로 하였다. 고체 시료의 경우 미리 균질화한 검체를 약 5 g 취하여 물 20 mL를 가한 다음 10분간 강하게 흔들어 완전히 용해하였다. 이 액에 물을 가해 50 mL로 하고 3,100 g force에서 10분간 원심분리(Allegra X-12R, Beckman Coulter, Brea, CA, USA)하여 상층액을 취한 다음 0.45 μm 막여과지로 여과한 액을 시험용액으로 하였다. 시험용액은 Table 3의 조건에 따라 HPLC (1290 Infinity II, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 측정하였다.

곰팡이독소

곰팡이독소는 아플라톡신(B1, B2, G1, G2), 오크라톡신 A, 제랄레논 및 푸모니신(B1, B2)을 분석하였다. 표준물질로는 Romer labs (Getzersdorf, Austria)의 aflatoxin mix (A1: 98±1.0%, A2: 97±1.0%, G1: 98±1.0%, G2: 98±1.0%), ochratoxin A (99.0±1.0%), zearalenone (99.7±1.0%) 및 fumonisin mix (B1: 96.3±1.0%, B2: 97.9±1.0%)을 사용하였고, 각 표준물질을 0.1% 개미산(Sigma-Aldrich Co.)을 함유한 50% 메탄올(Wako Pure Chemical Industry Co., Ltd.) 용액으로 희석하여 아플라톡신은 0.625, 1.25, 2.5, 5, 10 μg/mL, 오크라톡신 A, 제랄레논 및 푸모니신은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 μg/mL로 제조하여 검량선을 작성하였다.

실험 방법은 식품공전의 제 8. 일반시험법 9.2.9. 아플라톡신(B1, B2, G1, G2), 오크라톡신 A, 제랄레논, 푸모니신(B1, B2) 동시분석법에 준하였으며[18] 추출 및 정제과정을 거쳤다. 추출과정은 시료 약 3 g을 정밀히 달아 0.1% 개미산(Sigma-Aldrich Co.)을 함유한 50% 아세토니트릴(Wako Pure Chemical Industry Co., Ltd.) 용액 20 mL (액상시료의 경우 최종 20 mL이 되도록 함)를 가하고, 30분간 추출한 후 원심분리기(5810R, Eppendorf)로 3,220 g force에서 30분간 원심분리하였다. 원심분리한 액을 유리섬유여과지(GF/A, pore size 1.6 μm)로 여과한 후 여액 3 mL에 증류수를 가해 15 mL가 되게 하여 추출액으로 하였다. 정제과정은 초당 1방울의 속도로 정제 카트리지(Isolute Myco, 60 mg/3 mL, Biotage, Uppsala, Sweden)를 아세토니트릴 2 mL, 증류수 2 mL로 활성화시킨 후 추출액 5 mL를 주입하여 통과시키고 이어서 물 2 mL, 10% 아세토니트릴 용액 2 mL를 같은 유속으로 통과시킨 다음 정제 카트리지 내에 남아 있는 용액을 완전히 제거하였다. 그리고 0.1% 개미산을 함유한 아세토니트릴 용액 2 mL, 메탄올 4 mL로 용출시킨 후 50°C에서 질소로 완전히 건고시킨 후 0.1% 개미산을 함유한 50% 메탄올 용액 1 mL을 가하여 용해시킨 후 0.2 μm PTFE 막여과지로 여과한 액을 최종 시험용액으로 하였다. 시험용액은 Table 4의 조건에 따라 액체크로마토그래프-질량분석기(QTRAP 4500, AB sciex, Framingham, MA, USA)를 사용하여 분석하였다.

자당

자당 분석 표준물질로는 Sigma-Aldrich Co.의 sucrose (≥99.5%)를 사용하였고, 표준물질을 10,000 mg/L의 표준원액으로 제조한 후 이를 다시 증류수로 희석하여 125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000 mg/L 범위의 검량선을 작성하였다.

실험 방법은 식품공전의 제 8. 일반실험법 2.1.4.1.4 기기분석법에 의한 당류의 정량에 따랐으며[19] 에테르를 이용하여 시료 중 지방을 제거한 후 당류를 추출하는 과정을 거쳤다. 시료 중 지방의 제거를 위해, 시료를 균질화한 후 50 mL 원심분리관에 균질화된 검체 3-5 g을 넣고 에테르로 분산시켰다. 이를 원심분리기(5810R, Eppendorf)로 847 g force에서 10분간 원심분리한 후 석유에테르를 제거하였다. 이를 2회 반복하고 질소를 이용하여 검체로부터 석유에테르를 완전히 증발시켰다. 단, 지방이 없는 시료의

Table 4. The analytical conditions of UPLC and MS/MS for mycotoxins

Instrument	Parameter	Operation conditions
UPLC	Column	ACQUITY UPLC® BEH C18, 1.7 μm, 2.1×100 mm
	Mobile phase	A : B = 55 : 45 → 5 : 95
		A : 0.1% formic acid in H_2O
		B : 0.1% formic acid in ACN
	Flow rate	0.4 mL/min
	Injection volume	10 μL
	Run time	10 min
MS/MS	Ionization mode	ESI (Positive, Negative ion MRM mode)
	Gas	Ar (Collision) and N_2 (Auxiliary)
	Temperature	140°C (Source) and 450°C (Desolvation)
	Collision energy (V)	14-40
	Dwell time (sec)	0.05

Table 5. The analytical conditions of HPLC for sucrose

Instrument	Parameter	Operation conditions
HPLC-ELSD	Column	Prevail Carbohydrate ES (5 μm, 4.6 mm × 250 mm)
	Mobile phase	80% acetonitrile
	Temperature	35°C
	Flow rate	1.0 mL/min
	Run time	20 min
	Injection volume	10 μL
Setup for ELSD detector	Gas (N2)	45.0 psi
	Nebulizer	40%
	Drift Tube	50°C
	Gain Setting	10

Table 6. The analytical conditions of ICP-OES for minerals

Instrument	Parameter	Operation conditions
ICP-OES	RF power (W)	1200
	Nebulizer gas flow rate (L/min)	0.75
	Auxiliary gas flow rate (L/min)	1.0
	Plasma gas flow rate (1 min^{-1})	12.50
	Pump speed (rpm)	12
	Replicates	5
	Wavelength (nm)	Na (589.592 nm), Mg (280.270 nm), Ca (317.933 nm), Fe (238.204 nm), Zn (213.857 nm)

경우 지방 제거과정을 생략하였다. 자당의 추출을 위해 지방이 제거된 시료에 증류수 45 mL를 가하여 무게를 확인하였다. 이를 85°C 수조에서 25분간 가온하여 당을 추출하고, 실온으로 냉각하여 최초 기록한 추출용매의 무게가 될 수 있도록 증류수를 첨가하였다. 이를 0.45 μm 막여과지로 여과한 액을 시험용액으로 하였다. 시험용액은 Table 5의 조건에 따라 ELSD (2424, Waters, Milford, MA, USA)가 장착된 HPLC (Arc, Waters)를 사용하여 측정하였다.

무기질

철(Fe), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 그리고 나트륨(Na)의 함량 분석을 위해 Instrument Calibration Standard 2 (100±0.5 mg/L; Perkinelmer Co. Norwalk, CT, USA)를 표준용액으로 사용하였고, 각 측정원소의 농도에 맞게 2% 질산용액으로 희석하여 0.03-10.0 mg/L 범위의 검량선을 작성하였다.

시험용액은 시료의 형태(고체, 액체)를 고려하여 0.3-1.6 g의 범위에서 취하여 식품공전의 제8. 일반시험법 9. 식품 중 유해물질 시험법 9.1.2 납(Pb) 나. 시험용액의 조제 1) 습식분해법 나) 마이크로웨이브법에 따라[20] 증류수 1 mL와 질산(60%, Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 4 mL를 첨가 후 마이크로웨이브(IT Ultrawave, Milestone, Sorisole, Italy)를 이용하여 분해하였고, 이를 증류수를 이용해 최종 100 mL가 되게 희석하여 시험용액으로 하였다. 무기질의 분석은 제8. 일반시험법 9.1.2 납(Pb) 다. 측정 2) 유도결합플라즈마-발광광도법(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, ICP-OES)에 따라 ICP-OES (AU 5100, Agilent Technologies)로 측정하였고, 측정 조건은 Table 6과 같다.

검출한계 및 정량한계

검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of quantification, LOQ)는 각 농도별 표준용액을 사용하여 4회 시험하여 아래의 식으로부터 측정하였고, 검출한계 미만의 결과는 'Not Detected (N.D.)' 처리하였다[21].

$$LOD = \sigma/S \times 3$$

(σ = The standard deviation of the response)

(S = The slope of the calibration curve)

$$LOQ = LOD \times 3.3$$

검출된 인공감미료, 곰팡이독소, 자당 그리고 무기질의 LOD와 LOQ 값은 Table 7과 같이 확인되었다.

통계처리

통계처리는 IBM SPSS statistics 20.0 (IBM SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 식품 유형별 무기질 함

Table 7. Limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) of each compound

Analytes	LOD	LOQ
Acesulfame K	0.16 mg/L	0.54 mg/L
Fumonisin B1	0.50 ng/mL	1.52 ng/mL
Fumonisin B2	0.22 ng/mL	0.67 ng/mL
Zearalenone	0.19 ng/mL	0.57 ng/mL
Sucrose	5.56 mg/L	18.34 mg/L
Iron(Fe)	3.85 μg/kg	11.66 μg/kg
Zinc (Zn)	3.16 μg/kg	9.59 μg/kg
Magnesium (Mg)	5.65 μg/kg	17.12 μg/kg
Calcium (Ca)	28.74 μg/kg	87.10 μg/kg
Sodium (Na)	1.18 μg/kg	3.56 μg/kg

량의 통계적 유의성 검증은 독립표본 t-test를 이용하였으며, 유의수준은 $P<0.05$에서 검증하였다.

Results and Discussion

타르색소 및 인공감미료

영유아용 과자류 및 음료류 120건 중 타르색소 첨가 표시를 한 제품은 없었으며 분석 결과에서도 검출되지 않았다. 색은 식품의 맛에 영향을 주는 다른 요소들보다 더 중요한 특징으로 알려져 있고 그에 따라 식용색소에 대한 투자가 꾸준히 증가하고 있으나[22], 최근에는 소비자의 인식이 변화함에 따라 합성 식용색소보다 천연 식용색소의 수요가 증가하고 있다[23]. 특히 영유아 식품에 대해서는 유기농, 무첨가 제품이 관심받고 있으며 본 연구 시료에서도 색소 첨가물이 들어간 제품은 찾아볼 수 없었다. 따라서 이러한 연구 결과는 영유아 섭취 식품의 안전성에 대한 소비자의 관심 증가로 불필요한 식용색소의 사용을 지양하는 최근 경향에 의한 것으로 여겨진다.

반면 인공감미료는 아세설팜 칼륨이 1건 검출되었다(Table 8). 아세설팜 칼륨이 검출된 시료는 식품 유형이 기타가공품이었으며 이에 대한 「식품첨가물의 기준 및 규격[24]」의 아세설팜 칼륨 허용 기준은 0.35 g/kg이었다. 시료 중 아세설팜 칼륨 검출량은 0.07 g/kg으로 기준의 1/5에 해당하는 수준이었다. 그러나 이는 일반 기타가공품에 대한 허용 기준치이며, 현재 영유아용 표시 식품에 대한 아세설팜 칼륨의 기준 및 규격은 따로 설정되어 있지 않다. 유럽 연합의 식품과학위원회(Scientific Committee on Food)에서 2000년에 재평가한 결과에 따르면 아세설팜 칼륨의 일일 섭취 허용량(acceptable daily intake, ADI)은 9 mg/체중(kg)이다[25]. 국민건강보험공단의 통계자료[26]에 따르면 4-36개월 영유아의 평균 체중은 11.37 kg이므로 이들의 아세설팜 칼륨 ADI는 약 102.33 mg (약 0.1 g)에 해당한다. 검출된 시료의 포장단위(16 g/봉지)를 고려한다면 앞서 계산된 영유아의 아세설팜칼륨 ADI에 훨씬 못 미치는 양이다. 하지만 우리나라의 식약처, 미국 식품의약국 등 식품관련 행정기관에서 허용하고 있는 물질임에도 불구하고 일부 연구에서는 아직까지 아세설팜 칼륨이 장내 미생물 대사에 영향을 미치고[27], 발암성에 대해 양의 상관관계를 보이는 등[28] 안전성에 대한 우려가 제기되고 있다. 또한 인공감미료의 큰 범주에서 보면 영유아는 성인에 비해 체중이 적고 식성이 다르기 때문에 인공감미료와 같은 화학 첨가물 노출에 더 취약할 수 있어 영유아용 식품의 선택시 더욱 주의를 기울일 필요는 있다[29,30].

곰팡이독소

영유아용 과자류 및 음료류의 곰팡이독소 검출 결과는 Table 9와 같다. 영유아용 과자류 중 정제 처리가 불가한 1건을 제외한 79건에서 곰팡이독소를 분석한 결과 총 26.6%인 21건에서 검출되었다. 검출된 곰팡이독소는 대부분 푸모니신과 제랄레논이었으며, 그 중 푸모니신 B1이 14건으로 가장 많았고, 푸모니신 B2와 제랄레논이 각각 6건과 9건 검출되었다. 그러나 아플라톡신과 오크라톡신 A는 검출되지 않았다. 곰팡이독소가 검출된 시료의 각 독소 함량은 푸모니신 B1이 9.78-78.94 μg/kg의 범위로 그 평균은 27.23 μg/kg이었다. 푸모니신 B2는 5.58-11.73 μg/kg 검출되었고, 검출된 시료의 평균 함량은 9.57 μg/kg이었다. 푸모니신 B1과 B2가 모두 검출된 시료는 총 6건으로 총 푸모니신(푸모니신 B1과 B2의 합)은 32.26-90.65 μg/kg 검출되었고, 평균 함량은 54.58 μg/kg으로 나타났다. Hernández 등[31]의 연구에서도 곡류로 만든 영유아용 제품에서 지역별로 푸모니신 B1이 N.D.-100 μg/kg, 푸모니신 B2는 N.D.-15.8 μg/kg 정도로 나타나 본 연구 결과와 유사한 것을 확인할 수 있었다. 그러나 아직까지 우리나라에서는 영유아

Table 8. Number of detections and detection rates of artificial sweetener and tar color in snacks and drinks for infants and toddlers

Food additives	Number of food additive detection samples (name, amount)	
	Food type	
	Snack	Drink
Artificial sweetener	1 (Acesulfame K, 0.07 g/kg)	N.D.
Tar color	N.D.	N.D.

Table 9. Detection of mycotoxins in snacks and drinks for infants and toddlers

Number of mycotoxin detection samples (range, μg/kg)							
Food type	Purchase type	Mycotoxins					Total
		Aflatoxin (B1, B2, G1, G2)	Fumonisin		Ochratoxin	Zearalenon	
			B1	B2			
Snack	Total	N.D.	14 (9.78-78.94)	6 (5.58-11.73)	N.D.	9 (2.96-8.83)	21
	Offline Markets	N.D.	9 (9.78-78.94)	2 (5.58-11.71)	N.D.	1 (5.92)	9
	Online Markets	N.D.	5 (18.18-64.47)	4 (8.03-11.73)	N.D.	8 (2.96-8.83)	12
Drink	Total	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Offline Markets	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Online Markets	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

용 표시 식품에 대한 푸모니신의 기준·규격은 없었으며, 식품 일반에 대한 공통 기준 및 규격도 과자류에는 설정되어 있지 않고 있다.

영유아용 과자류에서 검출된 시료의 제랄레논 평균 함량은 5.38 μg/kg으로 2.96-8.83 μg/kg의 범위로 확인되었다. 제랄레논의 경우에는 영유아용 표시 식품에 대한 기준·규격은 없으나 식품 일반에 대한 공통 기준·규격에서 과자류에 50 μg/kg, 영아용 조제식, 성장기용 조제식 및 영유아용 이유식은 20 μg/kg 이하로 규정하고 있다. 본 연구에서 검출된 검출량은 모두 기준 이내였고 최대 함량도 8.83 μg/kg으로 과자류 기준인 50 μg/kg보다 기준보다 5-6배 낮게 확인되었다. 또한 Coppa 등[32]에 따르면 곡류로 만든 영유아용 제품에서 제랄레논이 10-15 μg/kg (스페인)과 8.9-26 μg/kg (미국)의 수준을 보였고 Assunção 등[33]에서는 N.D.-44 μg/kg정도로 나타나 본 연구에서 검출된 영유아용 과자류의 제랄레논의 함량이 다른 연구 결과와 비교해서도 낮거나 유사한 수준인 것으로 확인할 수 있었다.

구입처에 따른 검출률을 살펴보면 대형마트에서 구매한 49건의 시료에서는 총 9건(18.4%)이 검출되었으나, 온라인 마켓에서 구매한 30건의 시료에서는 총 12건(40%)이 검출되었다(Table 9). 곰팡이독소가 검출된 시료의 곰팡이독소별 검출 건수 및 함량은 대형마트 시료와 온라인 마켓에서 푸모니신 B1이 각각 9건(9.78-78.91 μg/kg), 5건(18.18-64.47 μg/kg)이었고, 푸모니신 B2이 각각 2건(5.58-11.71 μg/kg), 4건(8.03-11.73 μg/kg)의 범위로 검출되었다. 특히 제랄레논은 대형마트 시료와 온라인 마켓에서 각각 1건(5.92 μg/kg), 8건(2.96-8.83 μg/kg) 검출되어 온라인 마켓에서 구매한 시료가 대형마트에서 구매한 시료보다 검출률이 약 16배 높았다. 이러한 차이는 뚜렷한 원인은 알 수 없으나 대형마트 특성상 재고 회전이 빨라 보관 중에 곰팡이독소가 생성될 가능성이 보다 낮다는 점이 일부 원인으로 생각해볼 수 있다. 또한, 구매시 동일한 제조업체에서 생산한 여러 종류의 제품을 구매하였기 때문에 동일 원재료가 사용된 특정 업체의 제품에서 다수 검출된 경우일 수 있을 것으로 생각된다.

음료류에서는 모두 곰팡이독소가 검출되지 않았는데, 이는 과자류와 음료류의 원재료 차이에 의한 것으로 생각된다. 본 연구 시료 중 음료류는 현미, 옥수수 등 곡류가 주원료인 과자류와 달리 주로 정제수, 액상과당, 과일 및 감미료 등이 주원료로 곰팡이독소가 잘 발생하지 않는 원료였다. 곰팡이독소는 쌀, 밀, 옥수수, 수수 등의 곡류에서 잘 발생하는 것으로 알려져 있으며[34], 특히 푸모니신은 수수나 쌀에서 발생되기도 하지만 주로 옥수수에서 발생된다고 알려져 있다[35]. 본 연구에서도 푸모니신이 검출된 시료 14건의 원재료를 살펴본 결과 옥수수가 들어있는 시료가 11건(78.6%)였으며, 나머지 3건의 시료도 찹쌀, 수수 등의 곡류로 만들어진 제품이었다. 제랄레논은 검출된 9개의 시료 중 6건(66.7%)의 주원료가 현미였다. Ok 등[36]은 백미에서 제랄레논이 7건(4.0-11.5 μg/kg) 검출되었으나, 현미에서는 67건(4.2-201.3 μg/kg)으로 더 많이 검출됐다고 보고하여 유사한 결과를 보였다. 푸모니신과 제랄레논은 수확 전 단계에서 주로 생성되기[34]때문에 수확 전 벼 상태에서 생성된 제랄레논이 도정 과정이 적은 현미에서 더 많이 검출될 수 있을 것이라 판단된다.

결과적으로 영유아용 과자류에서 검출된 곰팡이독소는 다른 연구 결과 대비 그 양이 많은 것은 아니었지만 푸모니신은 동물에게 간암, 신장독성을 일으키고 인간에게도 식도암 등을 일으킬 수 있다고 알려져 있고[37], 제랄레논은 간독성, 유전독성을 일으킨다는 연구 결과[38]가 있을 뿐만 아니라 아이들은 적은 체중과 높은 대사율 및 발달되지 않은 해독 기능으로 성인보다 약 3배정도 곰팡이독소에 더 취약하다는 보고[39]도 있기 때문에 영유아용 과자류에

대한 별도의 곰팡이독소 기준 및 규격 설정이 필요하다고 생각된다.

자당

영유아용 과자류 및 음료류의 자당 검출 결과는 Table 10과 같다. 영유아용 과자류 및 음료류 120건 중 총 89건(74.2%)에서 자당이 검출되었다. 종류별로는 과자류에서 65건(81.3%), 음료류에서 24건(60%)이 검출되었다. 전체 120건의 시료에서의 평균 자당 함량은 4.93±8.36 g/100 g이었다. 종류별로는 과자류에서 0.11-40.94 g/100 g (평균 6.73±9.63 g/100 g)이 검출되었고, 음료류에서는 0.08-12.55 g /100 g (평균 1.33±2.36 g/100 g)으로 검출되어 음료류가 과자류보다 유의적으로 낮았다. 하지만 이는 100 g당 함량 기준이기 때문에 제품 각각의 내용량을 고려하여 비교한 결과 과자류 및 음료류에서 각각 평균 2.65±5.67 및 2.26±4.90 g/내용량(g)으로 유의적인 차이가 없었다. 과자류 중에서 가장 많이 검출된 시료는 준초콜릿 제품(40.94 g/내용량(g))이었으며, 그 외에 계란과자류에서도 비교적 높은 함량(13.69-20.95 g/내용량(g))을 보였다. Garcia 등[40]에 따르면 어린이들이 먹는 시리얼의 자당 함량을 지역별로 조사한 결과 영국은 평균 24.6±6.4 g/100 g, 에콰도르와 멕시코는 각각 34.6±10.8 g/100 g, 32.6±7.6 g/100 g로 나타났으며, 이와 비교해보면 본 연구 결과 영유아용 과자류 및 음료류의 자당 함량은 낮은 편이었다. 또한 검출된 시료 89건 중 영양성분이 미표시된 1건을 제외하고는 모두 당류 표시함량 이내임을 확인하였다. 현재 국내에서는 「식품 등의 표시·광고에 관한 법률」에 따라 식품에 영양성분 함량과 1일 영양성분 기준치(당류: 100 g)에 대한 비율을 표시하여야 한다. 하지만 법에 명시된 1일 영양성분 기준치에도 불구하고 영유아(만 2세 이하의 사람)용으로 표시된 식품 등의 1일 영양성분 기준치는 「국민영양관리법」의 영양소 섭취기준에 따라야하며, 만 1세 이상 2세 이하의 영유아의 당류의 1일 영양성분 기준치에 대해서는 50 g을 적용하고 있다. 영유아가 첨가당을 다량 섭취할 경우 급속한 체중 증가로 비만을 유발할 수 있으며[41], 자당의 중독성에 대해서도 다수 보고[42]되고 있기 때문에 영유아가 과다 섭취하지 않도록 주의해야 할 필요가 있다. 그러나 본 연구 대부분의 시료가 '아이', '키즈' 등의 문구가 적혀있거나 영유아 과자류 판매 사이트에서 판매하는 등 영유아를 대상으로 판매하는 제품임에도 불구하고 품목제조보고서상에서는 영유아용으로 표시하지 않아 일반 1일 영양성분 기준치를 기준으로 표시하고 있는 경우가 많았다. 아이를 연상시키는 문구나 그림, 또는 구입처만 보고 구입하는 소비자의 경우 해당 제품을 영유아용 식품으로 생각하여 영양성분 표시 또한 영유아 기준으로 적혀 있다고 쉽게 착각할 수 있기 때문에 이를 방지하기 위해서는 영유아용 식품에 대한 표시 기준 강화 등의 제도 개선이 필요할 것으로 사료된다.

무기질(철, 아연, 마그네슘, 칼슘, 나트륨)

영유아용 과자류 및 음료류의 무기질 검출 결과는 Fig. 1

Table 10. Detection of sucrose in snacks and drinks for infants and toddlers

	Food type	Number of detection	Contents range		Average contents[1)]	
			g/100 g	g/net weight (g)	g/100 g	g/net weight (g)
	Total (120)	89	0.08-40.94	0.02-40.94	4.93±8.36	2.52±5.41
Snack	Total (80)	65	0.11-40.94	0.02-40.94	6.73±9.63	2.65±5.67
	Confectionery (69)	54	0.14-29.93	0.03-20.95	5.13±7.12	2.20±3.94
	Processed fruit/vegetable product (8)	8	0.11-40.37	0.02-6.46	16.48±16.19	2.38±2.36
	Other processed product (1)	1	2.22	0.40	-	-
	Semi-chocolate (1)	1	40.94	40.94	-	-
	Processed chocolate product (1)	1	10.08	3.02	-	-
Drink	Total (40)	24	0.08-12.55	0.12-27.60	1.33±2.36	2.26±4.90
	Fruit/Vegetable juice (17)	10	0.12-2.24	0.12-1.79	0.54±0.63	0.54±0.57
	Mixed beverage (9)	8	0.08-4.70	0.20-11.29	1.77±1.75	4.17±4.23
	Fruit/Vegetable drink (7)	5	2.11-12.55	2.53-27.60	3.93±4.37	6.22±9.68
	Red ginseng beverage (4)	-	-	-	-	-
	Liquid tea (2)	-	-	-	-	-
	Lactic acid bacteria beverage (1)	1	0.42	0.42	-	-

[1)] Data are expressed means±standard deviation.

Table 11. Detection of minerals in snacks and drinks for infants and toddlers

Division	Minerals	Food type					
		Total		Snack		Drink	
		mg/kg	mg/net weight (g)	mg/kg	mg/net weight (g)	mg/kg	mg/net weight (g)
Average contents[1)]	Fe	7.7±9.7	0.3±0.5	10.5±10.2*	0.4±0.5	2.1±5.1	0.2±0.5
	Zn	19.8±51.4	0.8±2.3	28.8±61.0*	1.1±2.8**	1.8±5.8	0.2±0.6
	Mg	387.3±400.4	13.1±12.9	566.3±379.1*	17.9±13.3**	29.3±30.5	3.4±3.1
	Ca	982.1±1536.8	42.5±73.6	1433.2±1712.7*	57.1±84.9**	79.8±111.4	13.2±24.1
	Na	831.4±1041.1	37.7±45.2	1153.5±1141.9*	42.1±50.6	187.4±166.1	28.9±30.4
Contents range	Fe	N.D.-77.9	N.D.-4.7	N.D.-77.9	N.D.-4.7	N.D.-18.5	N.D.-1.9
	Zn	N.D.-397.1	N.D.-19.9	1.2-397.1	0.02-19.9	N.D.-31.7	N.D.-3.2
	Mg	N.D.-1428.5	N.D.-54.9	92.4-1428.5	2.8-54.9	N.D.-148.0	N.D.-15.0
	Ca	N.D.-5619.2	N.D.-368.3	N.D.-5619.2	N.D.-368.3	N.D.-665.0	N.D.-146.3
	Na	14.4-4808.0	0.8-215.2	68.4-4808.0	0.8-215.2	14.4-707.4	1.4-113.3

[1)] Data are expressed means±standard deviation.
* The asterisk marks indicate that average mineral contents (mg/kg) are significantly defferent between snacks and drinks according to student's t-test ($P<0.05$).
** The double asterisk marks indicate that average mineral contents (mg/net weight(g)) are significantly defferent between snacks and drinks according to student's t-test ($P<0.05$).

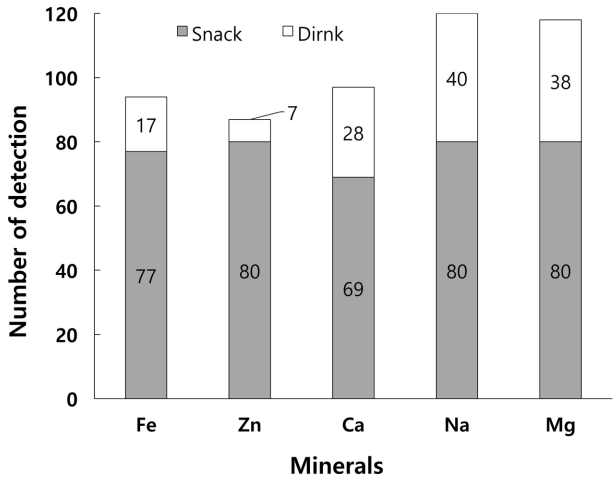

Fig. 1. Number of samples detected with minerals.

및 Table 11과 같다. 시료 120건 중 철, 아연, 마그네슘, 칼슘 및 나트륨은 각각 94건(78.3%), 87건(72.5%), 118건(98.3%), 97건(80.8%) 및 120건(100%)으로 대부분의 시료에서 검출되었다. 종류별로는 과자류는 철과 칼슘이 각각 77건(96.3%), 69건(86.3%) 검출되었으며 나머지 아연, 마그네슘 및 나트륨은 80건 전부 검출되었다. 음료류는 나트륨이 40건 모두 검출되어 가장 높은 검출률을 보였으며, 그 다음으로 높은 검출률로 마그네슘(38건, 95.0%), 칼슘(28건, 70.0%), 철(17건, 42.5%), 아연(7건, 17.5%)이었다. 영유아용 과자류 및 음료류의 120건의 평균 무기질 함량은 철, 아연, 마그네슘, 칼슘 및 나트륨이 각각 7.7±9.7, 19.8±51.4, 387.3±400.4, 982.1±1536.8 및 831.4±1041.1 mg/kg이었다. 종류별로는 과자류 80건에서 철, 아연, 마그네슘, 칼슘 및 나트륨이 각각 평균 10.5±10.2, 28.8±61.0, 566.3±379.1, 1433.2±1712.7 및 1153.5±1141.9 mg/kg, 음료류 40건에서 각각 평균 2.1±5.1, 1.8±5.8, 29.3±30.5, 79.8±111.4 및 187.4±166.1 mg/kg이 검출되어 모두 과자류가 음료류보다 유의적으로 높았다. 하지만 내용량 당 무기질 함량으로 비교하였을 때는 철과 나트륨은 유의적인 차이가 없었으며 아연, 마그네슘 및 칼슘만 과자류에서 유의적으로 높았다.

2020 한국인 영양소 섭취기준[43)]에 따르면 철, 아연, 마그네슘, 칼슘 및 나트륨은 모두 유아(1-5세)에 대한 상한섭취량이 설정되어 있다. 본 연구 결과 영유아용 과자류 및 음료류의 내용량 당 철, 마그네슘, 칼슘 및 나트륨 함량이 상한섭취량을 초과한 시료는 없었다. 다만, 아연의 경우 일부 과자류 시료에서 내용량 당 함량이 상한섭취량을 초과하였다. 1-2세의 아연 상한섭취량(6 mg/일)을 초과한 시료가 4건이었으며, 그 중 3-5세의 아연 상한섭취량(9 mg/일)을 초과한 시료가 3건이었다(Fig. 2). 이는 유아가 해당 제품 한 봉지를 하루에 모두 섭취할 경우 아연을 상한섭취량을 초과하여 섭취할 수 있음을 의미한다. 아연은 식품으로 섭취할 시 인체에 대한 유해성이 잘 나타나지 않지만, 아연 강화식품이나 보충제의 장기·과다 섭취 시 면역력 감소, 위장 장애, 구리 흡수 저하 및 혈중 고밀도 지단백 콜레스테롤이 감소할 수 있다는 연구 결과도 다수 보고[44-47)]되고 있으므로 영유아가 이러한 고아연 함량 과자류를 적정량 이상 자주 섭취하지 않도록 주의할 필요가 있다.

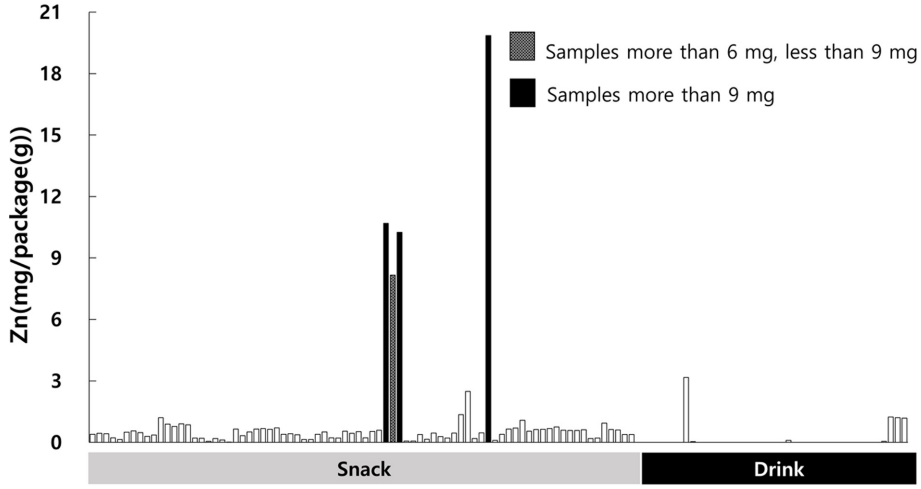

Fig. 2. Contents of zinc in snack and drink for infants and toddlers. A dotted bar means that the zinc contents are not less than 6 mg and not more than 9 mg. Black bars mean that the zinc contents are more than 9 mg.

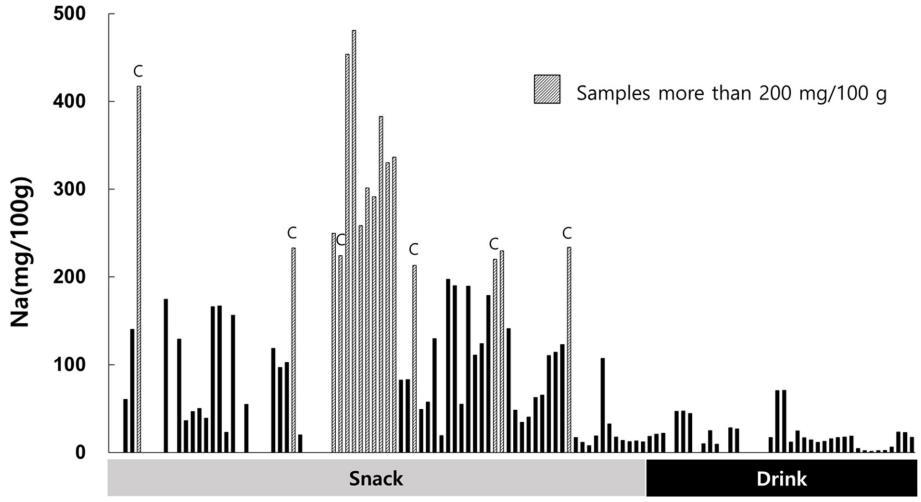

Fig. 3. Contents of sodium in snack and drink for infants and toddlers. Hatched bars mean that the sodium contents are more than 200 mg/100 g. The letter 'C' means samples containing cheese.

현재 우리나라는 영유아를 섭취대상으로 표시하여 판매하는 식품에서 나트륨 함량 규격을 200 mg/100 g 이하(단, 치즈류는 300 mg/100 g 이하)로 설정하고 있다[48]. 본 연구 결과에 따르면 이 기준을 초과한 과자류는 시료 80건 중 16건으로 20%에 해당하는 수준이다(Fig. 3). 이 중 치즈를 함유하고 있는 것이 6건으로 상당부분을 차지했는데, 이는 규격의 단서조항에서도 확인할 수 있듯 치즈의 높은 나트륨 함량에 기인하는 것으로 보인다. Cogswell 등[49]에 따르면 영유아 과자 34건의 평균 나트륨 함량은 486 mg/100 g으로 꽤 높은 수준을 보였다. 하지만 같은 연구에서 건조 곡류 기반의 영유아용 디저트 88건의 평균 나트륨 함량은 169 mg/100 g이었다. 본 연구 결과 영유아용 과자류 80건의 나트륨 함량은 115.4±114.2 mg/100 g이었는데, 시료인 영유아용 과자류의 형태가 대부분 쌀, 옥수수 등으로 만들어진 곡류 기반 과자이므로 Cogswell 등[49]의 건조 곡류 기반의 영유아용 디저트와 비교했을 때 좀 더 낮은 수준이었고, Maalouf 등[50]의 결과인 건조 곡류 기반의 영유아용 디저트 80건에서 평균 나트륨 함량 126 mg/100 g과 비슷한 수준을 보였다.

하지만 Yang 등[51]에 따르면 높은 나트륨의 섭취가 특히 과체중 또는 비만 아동에서 수축기 혈압 상승과 관련이 있고, Emmerik 등[52]에서도 생후 6개월 동안 나트륨을 많이 섭취할 경우 이후에 심혈관 건강에 나쁜 영향을 미칠 수 있다고 보고하고 있으므로 영유아의 건강한 발달을 위해 나트륨 과다 섭취를 제한하는 것은 매우 중요하다. 그러나 본 연구 결과에서 과자류 5개 중 1개에 해당하는 시료에서 영유아용 표시 식품의 나트륨 함량 규격을 초과하고 있으므로 섭취 시 주의할 필요가 있다.

본 연구 결과 대부분의 제품들이 영유아를 대상으로 판매되고 있는 것으로 소비자들에게 인식되고 있으나 영유아용 과자류와 음료류 중 품목제조보고서상 영유아 섭취 대상 식품을 표시한 시료는 한 건도 없었다. 표시 자체는 의무사항이 아니기 때문에 표시를 하지 않을 경우 영유아에 적합한 섭취 기준을 적용할 수 없다. 따라서 식품첨가물, 곰팡이독소, 영양성분 등에 대한 영유아용 표시 식품의 기준·규격을 설정하는 것도 중요하지만 이에 앞서 현재 시행되고 있는 기준·규격이 알맞게 적용될 수 있도록 영유아 섭취 대상 식품 표시의 의무화 등 제도의 개선 및 보완이 우선되어야 할 것으로 생각된다.

국문요약

본 연구는 광주 내 대형마트와 온라인 마켓에서 영유아를 대상으로 판매하는 과자류 80건 및 음료류 40건의 식품첨가물(타르색소, 인공감미료), 곰팡이독소 및 영양성분(자당, 무기질)을 분석하였다. 유아용 표시 식품의 기준 및 규격이 불검출로 설정된 타르색소와 사카린나트륨은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 과자류(기타가공품) 1건에서 인공감미료인 아세설팜 칼륨이 0.07 g/kg 검출되었으나 이는 식품첨가물의 기준 및 규격에서 정한 허용 기준치 이하였다. 곰팡이독소는 아플라톡신 및 오크라톡신 A는 검출되지 않았으며, 푸모니신 B1, B2 및 제랄레논이 각각 과자류에서 14건(9.78-78.94 μg/kg), 6건(5.58-11.73 μg/kg) 및 9건(2.96-8.83 μg/kg) 검출되었다. 푸모니신에 대한 기준·규격은 따로 설정되어 있지 않았으나 타 연구 결과와 비교했을 때 비슷한 수준이었으며, 제랄레논은 식품 일반에 대한 공통 기준·규격 이내로 확인되었다. 자당은 과자류에서 65건(0.02-40.94 g/내용량(g)), 음료류에서 24건(0.12-27.60 g/내용량(g)) 검출되었으나 식품유형간 유의적인 차이는 없었으며, 타 연구 결과와 비교했을 때 그 함량도 적은 편이었다. 다만, 검출 시료 89건 중 1건을 제외하고는 모두 1일 영양성분 기준치를 성인 기준으로 표시하고 있었기 때문에 제품 구입 시 영유아 기준으로 오인될 우려가 있다. 무기질은 대부분의 시료에서 검출되었으며 과자류 중 4건의 시료에서 내용량 당 아연 함량이 상한섭취량(1-2세: 6 mg/일, 3-5세: 9 mg/일)을 초과하는 수준이었다. 아연 강화식품이나 보충제의 과다 섭취가 인체의 유해성을 보인다는 다수의 보고가 있으므로 섭취시 유의할 필요가 있다. 나트륨은 과자류 80건 중 16건이 영유아용 표시 식품의 기준을 초과하였으나 모두 품목제조보고서상 영유아 섭취 대상 식품으로 표시하지 않아 해당 기준을 적용할 수 없었다. 따라서 영유아용 표시 식품의 기준·규격을 설정과 함께 현재 시행되는 기준·규격이 알맞게 적용될 수 있도록 표시 기준 강화 등의 제도적 개선이 필요할 것으로 보인다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Jaerin Lee https://orcid.org/0000-0003-1421-9022
Hyemin Park https://orcid.org/0000-0002-5238-9463
Keunyoung Ryu https://orcid.org/0000-0002-7542-4268
Gyungli Gang https://orcid.org/0000-0001-7780-5569
Suyeon Choi https://orcid.org/0000-0003-1192-2783
Eunhye Cho https://orcid.org/0000-0001-7362-017X
Baesik Cho https://orcid.org/0000-0002-1903-3254
Jinhee Kim https://orcid.org/0000-0002-6550-4627

References

1. Koletzko, B., Shamir, R., Ashwell, M., Quality and safety aspects of infant nutrition. *Ann. Nutr. Metab.*, **60**, 179-184 (2012).
2. Gautam, N., Food colorants and their toxicology: An overview. *Sunsari Technical College Journal*, **2**, 69-75 (2015).
3. Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R., Artificial sweeteners–a review. *J. Food Sci. Technol.*, **51**, 611-621 (2014).
4. Sharma, A., Amarnath, S., Thulasimani, M., Ramaswamy, S., Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe?. *Indian J. Pharmacol.*, **48**, 237-240 (2016).
5. Harpaz, D., Yeo, L. P., Cecchini, F., Koon, T.H.P., Kushmaro, A., Tok, A.I.Y., Marks, R.S., Eltzov, E., Measuring artificial sweeteners toxicity using a bioluminescent bacterial panel. *Molecules*, **23**, 2454 (2018).
6. Marinovich, M., Galli, C. L., Bosetti, C., Gallus, S., La Vecchia, C., Aspartame, low-calorie sweeteners and disease: regulatory safety and epidemiological issues. *Food Chem. Toxicol.*, **60**, 109-115 (2013).
7. WHO, (2023, May 31). Use of non-sugar sweeteners: WHO guideline. Retrieved form https://apps.who.int/iris/handle/10665/367660
8. Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E., Varzakas, T., Advances in occurrence, importance, and mycotoxin control strategies: Prevention and detoxification in foods. *Foods*, **9**, 137 (2020).
9. Anfossi, L., Giovannoli, C., Baggiani, C., Mycotoxin detection. *Curr. Opin. Biotechnol.*, **37**, 120-126 (2016).
10. Karlovsky, P., Suman, M., Berthiller, F., De Meester, J., Eisenbrand, G., Perrin, I., Oswald, I.P., Speijers, G., Chiodini, A., Recker, T., Dussort, P., Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination. *Mycotoxin Research*, **32**, 179-205 (2016).
11. Alassane-Kpembi, I., Schatzmayr, G., Taranu, I., Marin, D., Puel, O., Oswald, I. P., Mycotoxins co-contamination: Methodological aspects and biological relevance of combined toxicity studies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **57**, 3489-3507

(2017).
12. Luo, S., Du, H., Kebede, H., Liu, Y., Xing, F., Contamination status of major mycotoxins in agricultural product and food stuff in Europe. *Food Con.*, **127**, 108120 (2021).
13. Pitt, J. I., Taniwaki, M. H., Cole, M. B., Mycotoxin production in major crops as influenced by growing, harvesting, storage and processing, with emphasis on the achievement of Food Safety Objectives. *Food Control*, **32**, 205-215 (2013).
14. WHO, (2022,December 27). Commercial foods for infants and young children. Retrieved form https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346582/WHO-EURO-2019-3589-43348-60812-eng.pdf?sequence=1
15. Elliott, C. D., Conlon, M. J., Packaged baby and toddler foods: Questions of sugar and sodium. *Pediatr. Obes.*, **10**, 149-155 (2015).
16. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Food code. No. 2021-26, Cheongju, Korea, pp. 166-168.
17. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Food code. No. 2021-26, Cheongju, Korea, pp. 157-158.
18. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Food code. No. 2021-26, Cheongju, Korea, pp. 1076-1081.
19. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Food code. No. 2021-26, Cheongju, Korea, pp. 42-43.
20. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Food code. No. 2021-26, Cheongju, Korea, pp. 1054-1056.
21. Eropean Food Safety Authority, Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances. *EFSA J.*, **8**, 1557-1652 (2010).
22. Garber Jr, L. L., Hyatt, E. M., & Starr Jr, R. G., The effects of food color on perceived flavor. *J. Marketing Theory and Practice*, **8**, 59-72 (2000).
23. Chaitanya Lakshmi, G., Food coloring: the natural way. *Res. J. Chem. Sci.*, **4**, 87-96 (2014).
24. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Korean Food Additives Code. No. 2021-57, Cheongju, Korea, pp. 1748.
25. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS), Safety of the proposed extension of use of acesulfame K (E 950) in foods for special medical purposes in young children. *EFSA Journal*, **14**, 4437 (2016).
26. Kim, S.M., Kim, Y.I., 2021. 2020 National health screening statistical yearbook. Health Insurance Review & Assessment Service, National Health Insurance Service, Wonju, Gangwon-do, Korea, pp. 689.
27. Shahriar, S., Ahsan, T., Khan, A., Akhteruzzaman, S., Shehreen, S., Sajib, A. A., Aspartame, acesulfame K and sucralose-influence on the metabolism of *Escherichia coli*. *Metabol. Open*, **8**, 100072 (2020).
28. Debras, C., Chazelas, E., Srour, B., Druesne-Pecollo, N., Esseddik, Y., de Edelenyi, F. S., Agaësse, C., Sa, A. D., Lutchia, R., Gigandet, S., Huybrechts, I., Julia, C., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Andreeva, V. A., Galan, P., Hercberg, S., Deschasaux-Tanguy, M., Touvier, M., Artificial sweeteners and cancer risk: Results from the NutriNet-Santé population-based cohort study. *PLoS Medicine*, **19**, e1003950 (2022).
29. Amler, S. N., De Rosa, C. T., Williams-Johnson, M. M., Jones, D. E., Amler, R. W., Wilbur, S., Risk analysis, uncertainty factors, and the susceptibilities of children. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, **9**, 1701-1711 (2003).
30. Renwick, A. G., Dorne, J. L., Walton, K., An analysis of the need for an additional uncertainty factor for infants and children. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, **31**, 286-296 (2000).
31. Hernández, M., Juan-García, A., Moltó, J. C., Mañes, J., Juan, C., Evaluation of mycotoxins in infant breast milk and infant food, reviewing the literature data. *Toxins*, **13**, 535 (2021).
32. Coppa, C. F. S. C., Khaneghah, A. M., Alvito, P., Assunção, R., Martins, C., Eş, I., Gonçalves, B. L., Neeff, D. V., Sant'Ana, A. S., Corassin, C. H., Oliveira, C. A. F., The occurrence of mycotoxins in breast milk, fruit products and cereal-based infant formula: A review. *Trends Food Sci. Technol.*, **92**, 81-93. (2019).
33. Assunção, R., Martins, C., Vasco, E., Jager, A., Oliveira, C., Cunha, S. C., Fernandes., J. O., Nunes, B., Loureiro, S., Alvito, P., Portuguese children dietary exposure to multiple mycotoxins–an overview of risk assessment under MYCOMIX project. *Food Chem. Toxicol.*, **118**, 399-408 (2018).
34. Neme, K., Mohammed, A., Mycotoxin occurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies. A review. *Food Control*, **78**, 412-425 (2017).
35. Council for Agricultural Science and Technology (CAST), Mycotoxins: risks in plant, animal, and human systems. NO.139, CAST, Ames, Iowa, USA (2003).
36. Ok, H. E., Kim, D. M., Kim, D.C., Chung, S. H., Chung, M. S., Park, K. H., Chun, H. S., Mycobiota and natural occurrence of aflatoxin, deoxynivalenol, nivalenol and zearalenone in rice freshly harvested in South Korea. *Food Control*, **37**, 284-291 (2014).
37. Ahangarkani, F., Rouhi, S., Gholamour Azizi, I., A review on incidence and toxicity of fumonisins. *Toxin Reviews*, **33**, 95-100 (2014).
38. Gromadzka, K., Waskiewicz, A., Chelkowski, J.,Golinski, P. Zearalenone and its metabolites: occurrence, detection, toxicity and guidelines. *World Mycotoxin J.*, **1**, 209-220 (2008).
39. Peraica, M., Richter, D., Rašić, D., Mycotoxicoses in children. *Arh. Hig. Rada Toksikol.*, **65**, 347-363 (2014).
40. Garcia, A. L., Ronquillo, J. D., Morillo-Santander, G., Mazariegos, C. V., Lopez-Donado, L., Vargas-Garcia, E. J., Curtin, L., Parrett, A., Mutoro, A. N., Sugar content and nutritional quality of child orientated ready to eat cereals and yoghurts in the UK and Latin America; does food policy matter?. *Nutrients*, **12**, 856 (2020).
41. Kong, K. L., Burgess, B., Morris, K. S., Re, T., Hull, H. R., Sullivan, D. K., Paluch, R. A., Association between added sugars from infant formulas and rapid weight gain in US infants and toddlers. *J. Nut.*, **151**, 1572-1580 (2021).
42. Avena, N. M., Rada, P., Hoebel, B. G., Evidence for sugar addiction: behavioral and neurochemical effects of intermittent, excessive sugar intake. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, **32**, 20-39 (2008).
43. MFDS, (2023, March 30). 2020 Dietary Reference Intakes

for Koreans. Retrieved form https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=12131.
44. Black, M. R., Medeiros, D. M., Brunett, E., Welke, R., Zinc supplements and serum lipids in young adult white males. *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 970-975 (1988).
45. Boukaiba, N., Flament, C., Acher, S., Chappuis, P., Piau, A., Fusselier, M., Dardenne, M., Lemonnier, D., A physiological amount of zinc supplementation: effects on nutritional, lipid, and thymic status in an elderly population. *Am. J. Clin. Nutr.*, **57**, 566-572 (1993).
46. Chandra, R. K., Excessive intake of zinc impairs immune responses. *Jama*, **252,** 1443-1446 (1984).
47. Freeland-Graves, J. H., Friedman, B. J., Han, W. H., Shorey, R. L., Young, R.,Effect of zinc supplementation on plasma high-density lipoprotein cholesterol and zinc. *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 988-992 (1982).
48. Ministry of Food and Drug safety, 2021. Food code. No. 2021-26, Cheongju, Korea, pp. 72-74.
49. Cogswell, M. E., Gunn, J. P., Yuan, K., Park, S., Merritt, R. Sodium and sugar in complementary infant and toddler foods sold in the United States. *Pediatrics*, **135**, 416-423 (2015).
50. Maalouf, J., Cogswell, M. E., Bates, M., Yuan, K., Scanlon, K. S., Pehrsson, P., Gunn, J. P., Merritt, R. K., Sodium, sugar, and fat content of complementary infant and toddler foods sold in the United States, 2015. *Am. J. Clin. Nutr.*, **105**, 1443-1452 (2017).
51. Yang, Q., Zhang, Z., Kuklina, E. V., Fang, J., Ayala, C., Hong, Y., Loustalot, F., Dai, S., Gunn, J. P., Tian, N., Cogswell, M. E., Merritt, R., Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents. *Pediatrics*, **130**, 611-619 (2012).
52. Emmerik, N. E., de Jong, F., van Elburg, R. M., Dietary Intake of Sodium during Infancy and the Cardiovascular Consequences Later in Life: A Scoping Review. *Ann. Nutr. Metab.*, **76**, 114-121 (2020).