

경인지역 유통식품 중 타르색소 실태 조사 -학교주변 어린이 기호 식품을 중심으로-

김희연* · 남혜선¹ · 정용현² · 이진하³ · 하상철⁴

서울지방식품의약품안전청 시험분석과, ¹식품의약품안전청 영양기능식품국, ²경인지방식품의약품안전청 시험분석센터, ³대전지방식품의약품안전청 시험분석과, ⁴대구미래대학 제과제과예과

Tar Colors in Foods Distributed throughout the Gyeong-In Region -Monitoring Favorite Food Items of Children Near Elementary Schools-

Hee-Yun Kim*, Hye-Seon Nam¹, Yong-Hyun Jung², Jin-Ha Lee³, and Sang-Chul Ha⁴

Testing and Analysis division, Seoul Regional Food and Drug Administration

¹Nutrition and Functional Food Bureau, Korea Food and Drug Administration

²Center for Food and Drug Analysis, Gyeongin Regional Korea Food and Drug Administration

³Testing and Analysis Division, Daejeon Regional Korea Food and Drug Administration

⁴Department of Confectionary Decoration, Daegu Mirae College

Abstract In Korean, nine tar colors are permitted in foods. This study assessed these compounds in the favorite food items of children found near elementary schools. A total of 439 items categorized under six food types were included in the analysis. The most frequently detected tar colors were tartrazine (Y4), Brilliant Blue FCF (Y5), Allura Red, and Sunset Yellow FCF, respectively. One or a mixture of two tar colors were commonly found in products such as gums, ice bars, soft drinks, and cereals. However, most often, combinations of two or three tar colors were detected. The levels of tar colors in candies, chocolates, gums, ice bars, cereals, and soft drinks were 0.11-1169.58 mg/kg, 0.73-468.02 mg/kg, 0.10-602.46 mg/kg, 0.25-162.32 mg/kg, 0.11-753.68 mg/kg, and 0.21-69.45 mg/kg, respectively. Tar color levels were higher in chocolates and gums than in soft drinks and ice bars. And Y4 and Y5 were detected at the highest levels. For ages 7-12, the total estimated daily intake (Σ EDI) of each tar color ranged from 0.004 to 1.017 mg/day/person. These values were 0.02-5.98% of the FAO/WHO's acceptable daily intake (ADI).

Key words: tar colors, children's favorite foods, elementary school

서 론

국민 식생활의 양식 변화는 식품산업의 급격한 변화를 가져왔고 그로 인하여 식품첨가물의 사용량 및 종류가 급격히 증대되고 있다. 특히 색소는 소비자들의 기호성을 좌우하는 중요한 요인이 됨에 따라 사용량이 증가하고 있는 실정이다. 최근 화학적 합성색소에 대한 안전성 논란으로 자연계에서 추출한 천연색소의 사용이 증가하고 있으나 천연색소는 가격이 비싸고 추출하기 힘들며 가공이나 유통과정 중에 변색, 탈색을 일으키는 단점들 때문에 화학적 안전성이 우수하고 가격이 저렴한 합성색소가 보다 널리 사용되고 있다.

각국의 합성착색료의 관리실태를 알아보면 미국은 착색료를 CFR(Code of Federal Regulation)에서 별도 관리하고 있고, 유럽연

합은 지침(European Parliament and Council Directive 94/36/EC)으로 관리하고 있으며, 각 지침에는 사용가능한 첨가물의 목록과 번호 및 사용기준 등이 목록화 되어 있다. 일본은 착색료로 사용을 허용하고 있는 품목의 경우 후생성 고시를 통해 관리하고 있다. 우리나라는 별도로 식품 첨가물공전(2007)에서 9종의 타르색소(적색 제3호, 청색 제1호, 청색 제2호, 적색 제2호, 적색 제3호, 적색 제4호, 적색 제102호, 황색 제4호, 황색 제5호) 및 그 알루미늄레이크(적색제3호, 적색제102호 제외)를 포함한 9종 16품목의 타르색소를 허용하고 있다. 또한 특수영양식품, 건강기능식품에는 사용할 수 없도록 규제하고 있으며 면류, 김치, 천연식품 등 일부 다소비 식품을 포함한 47품목에도 사용을 금지하고 있으나 과자류, 빙과류 등 가공식품에는 사용을 허용토록 사용기준을 설정하여 관리하고 있다(1). 또한 합성착색료의 표시에 관해서는 식품 등의 표시기준고시(2007. 10. 19. 식품의약품안전청 고시 제2007-69호)에 의하여 관리되고 있으며 특히 희석한 제제에 있어서는 "혼합" 또는 "희석"이라는 표시와 실제의 색깔 명칭을 표시하도록 하고 있다(2).

합성착색료의 허용현황은 Codex 14종(3), 일본 12종(4), EU 15종(5), 미국 9종(6) 등으로 국가마다 허용 종류와 사용기준이 다르며, 대상 식품만을 규제하는 우리나라와는 달리 사용 가능식품

*Corresponding author: Hee-Yun Kim, Testing and Analysis division, Seoul Regional Food and Drug Administration, Seoul 158-050, Korea

Tel: 02-2640-1460

Fax: 02-2640-1364

E-mail: pmheekim@kfda.go.kr

Received February 4, 2008; revised March 26, 2008;

accepted May 17, 2008

Table 1. Regulation for permitted food colors of Codex, EU, USA, Japan, and Korea

Tar colors	Codex	EU	USA	Japan	Korea
Tartrazine (Y4)	◎	◎	◎	◎	△
Sunset Yellow FCF (Y5)	◎	◎	◎	◎	△
Amaranth (R2)	◎	◎	×	◎	△
Erythrosine (R3)	◎	◎	◎	◎	△
Allura Red (R40)	◎	◎	△	◎	△
Ponceau 4R (R102)	◎	◎	×	◎	△
Fast Green FCF (G3)	◎	×	◎	◎	△
Brilliant Blue FCF (B1)	◎	◎	◎	◎	△
Indigo Carmine (B2)	◎	◎	◎	◎	△

◎, permitted with limited use; △, permitted without limited use; ×, not permitted

및 최대사용량을 규제하는 추세이다(Table 1). 최근 들어 무역의 자유화, 국제기준과의 조화 및 분석기술 등의 향상으로 타르색소의 종류와 규격도 점차 국제화 되어가고 있으나 세계 각국에는 서로 다른 합성착색료가 허가되고 있어 사용 가능한 색소에 관한 국가 간 차이를 보이고 있는 실정이다. 최근 들어 어린이들의 가공식품 섭취량이 증가 추세이며 어린이 기호식품의 수입 또한 증가되고 있어 색소 사용량에 대한 안전성 문제가 지속적으로 대두되고 있다.

이에 본 연구는 경인지역 내 초등학교 주변에서 유통되고 있는 어린이 기호식품을 대상으로 국내에서 허용되고 있는 타르색소 9종의 사용실태 및 사용량을 분석하고 이를 주로 섭취하는 학동기 어린이의 타르색소 추정일일섭취량(estimated daily intake, EDI)을 산출하여 FAO/WHO의 JECFA에서 권장한 각 색소의 일일섭취허용량(acceptable daily intake, ADI)과 비교하여 검토함으로써 ADI 초과여부에 따른 안전수준을 평가 하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

2005년 3월부터 11월까지 경인지역내(인천, 부천, 김포, 수원, 성남, 의정부, 안산, 평택) 초등학교 주변에서 유통되고 있는 어린이 기호식품 중 합성 착색료를 사용한 것으로 표시된 6종의 건과류, 캔디류, 음료류, 빙과류, 껌류, 초콜릿류 총 439개 제품을 대상으로 하였다.

시약 및 표준품

식용색소 표준품은 TCI사(Tokyo Chemical Industry, Tokyo, Japan) 제품인 청색1호(B1, Brilliant Blue FCF), 청색2호(B2, Indigocarmine), 녹색3호(G3, Fast Green FCF), 황색4호(Y4, Tartrazine), 황색5호(Y5, Sunset Yellow FCF), 적색2호(R2, Amaranth), 적색3호(R3, Erythrosine), 적색4호(R40, Allura Red), 적색102호(R102, Ponceau 4R)를 사용하였고, acetonitrile, methanol (HPLC용 이상)은 Merko사(Darmstadt, Germany), ether(특급시약)는 Waco사(Osaka, Japan)제품을 사용하였으며, tetrabutylammonium bromide(TBA-Br)와 초산암모늄은 Sigma사(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

정제용 역상계 카트리지인 Sep-pak C18(1 g, Waters Co., Milford, MA, USA)은 사용전 메탄올 10 mL 및 0.1% TBA-Br 수용액 10 mL를 사용하여 차례로 세정한 후 사용하였다.

정량용 색소표준용액의 조제

각 식용색소 표준품 10 mg에 증류수를 가해 100 mL로 한 후, 그 용액을 희석하여 각각 0, 1, 2, 10, 50 및 100 µg/mL로 조제하여 사용하였다.

회수율 시험 및 검출한계

회수율 분석대상 시료를 취하여 각각 10 µg/mL가 되도록 색소를 첨가한 후 회수율을 3회 반복하였다. 황색, 적색 및 청색·녹색 계열 타르색소의 검출한계를 검토하기 위하여 각각 420, 520, 620 nm의 파장에서 S/N(signal noise) 3으로 하여 최소검출한계를 측정하였다.

시험용액의 조제

타르색소의 추출 및 정제는 식품 중 식품첨가물분석법 제4장 착색료 시험법에 준하여 각 시료의 특성에 따라 조제하였다(7).

1) 청량 음료류

청량음료 중 타르색소 분석을 위해 시료를 약 5 g(착색의 정도에 따라 5-20 g)을 취하여 2배의 물로 희석한 후 원심분리하여 침전물을 제거하고 전량을 취하여 1% 암모니아수 또는 1% 초산으로 pH 5-6으로 조정하였다. 전처리된 Sep-pak C18 cartridge에 시료용액 전량을 흘려보내 색소를 흡착시킨 후 증류수 10 mL로 세정하였다. 이어 cartridge에 0.1% 염산-메탄올용액 10 mL 및 1% 암모니아성메탄올 2 mL를 순차적으로 가하여 색소를 용출시킨 후 증발 농축하였다. 농축 잔류물에 0.1% 암모니아수 1 mL를 가하여 녹인 후 물을 가하여 10 mL로 정용한 다음 0.45 µm filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다.

2) 캔디류, 껌, 빙과류

캔디류, 껌, 빙과류 중의 타르색소 분석을 위해 시료 10 g(착색의 정도에 따라 4-10 g)을 취하여 2-5배의 물을 가한 후 때때로 흔들면서 80°C 수욕 상에서 가온한 다음, 그 액을 원심분리하여 침전물을 제거하고 상층액을 취하였다. 잔류물이 착색되어 있을 경우 1 N 염산 10 mL를 가하여 상기 조작방법을 반복하고, 모든 상층액을 합한 후 1% 암모니아수 또는 1% 초산으로 pH 5-6으로 조정 하였다. 전처리된 Sep-pak C18 cartridge에 시료용액을 흘려보내 색소를 흡착시킨 후 증류수 10 mL로 세정하였다. 이어 cartridge에 0.1% 염산-메탄올용액 10 mL 및 1% 암모니아성 메탄올 2 mL를 순차적으로 가하여 색소를 용출시킨 다음 증발 농축하였다. 잔류물에 0.1% 암모니아수 1 mL를 가하여 녹인 후 물을 가하여 10 mL로 정용한 후 0.45 µm filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다.

3) 건과류, 초콜릿류

건과류, 초콜릿류 중의 타르색소 분석을 위해 시료 10 g(착색의 정도에 따라 5-40 g)을 취한 후 분쇄한 다음 지방을 함유한 시료의 경우는 석유에테르 100 mL로 2회 추출하여 지방을 포함한 추출액은 버리고 2-5배의 물을 가한 후, 가끔 흔들어 혼합하면서 80°C 수욕상에서 가온하여 색소를 추출한 후 그 액을 원심분리하여 상층액을 취하였다. 잔류물이 여전히 착색되어 있는 경우 1 N 염산을 가해 상기 조작 방법을 반복하여 모든 상층액을 합한 후 1% 암모니아수 또는 1% 초산으로 pH 5-6으로 조정하였다. 전처리된 Sep-pak C18 cartridge에 시료 용액 전량을 흘려 보내 색소를 흡착시킨 후 증류수 10 mL로 세정하였다. 이어 cartridge에 0.1% 염산-메탄올용액 10 mL 및 1% 암모니아성 메탄올 2 mL

를 순차적으로 가하여 색소를 용출시킨 후 증발 농축하였다. 잔류물에 0.1% 암모니아수 1 mL를 가하여 녹인 후 물을 가하여 10 mL로 정용하고 0.45 µm filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다.

사용기기 및 분석 조건

1) 사용기기

분석에 사용된 기기인 high performance liquid chromatography (HPLC)는 Agilent 1100 series(Agilent, Santa Clara, CA, USA), 검출기는 DAD detector(35900E, Interface)를 사용하였고, 원심분리기는 Hanil HMR210IV(Hanil Science Industrial Co., Ltd., Incheon, Korea)를, rotary vacuum evaporator는 rotary evaporator NE-series(Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 각각 사용하였다.

2) 분석조건

색소표준용액 및 시료용액을 각각 20 µL씩 주입하여 Table 2의 조건하에서 동일하게 시험하였으며, 별도의 검량선을 작성하여 각 시료 중의 타르색소 함량을 구하였다. 각 표준용액의 크로마토그램 분석자료를 얻기 위해서 계열별 표준용액의 최대 흡광도를 보이는 파장, 즉 황색계열 420 nm, 적색계열 520 nm 및 청

색·녹색계열 620 nm로 동시 분석하였으며, 전체적으로 흡광도가 높게 나타나는 254 nm에서 동시 분석하였다.

결과 및 고찰

회수율 및 검출한계

분석 대상 시료에 각각 10 µg/mL가 되도록 각 색소 표준용액을 첨가한 후 회수율시험을 3회 반복하였다 (Table 3). 타르색소별 회수율은 81.1-100.3%이었고, 식품별 회수율은 95.0-97.3%이었다. 검출한계는 각 파장에서 측정된 결과 B1, G3, R3, R40은 0.02 µg/mL, B2, Y4, R2, R102는 0.03 µg/mL, Y5는 0.05 µg/mL이었다.

검량선

색소 표준용액을 10 µg/mL의 농도로 조제한 9종의 혼합액 20 µL를 HPLC에 주입하여 254 nm, 620 nm(녹색 및 청색계열), 420 nm(황색계열) 및 520 nm에서(적색계열) 수집된 크로마토그램은 Fig. 1과 같다.

색소 표준액(0, 1, 2, 10, 50, 100 µg/mL)의 계열별 검량곡선은

Table 2. HPLC chromatographic operating conditions for mixture of nine tar colors

Column	Shiseido Capcell pak C18 (4.6×150 mm, 5 µm)		
	A: 0.025M CH ₃ COONH ₄ containing 0.01M TBA-Br/ acetonitrile/methanol (65/25/10, v/v/v)		
	B: 0.025M CH ₃ COONH ₄ containing 0.01M TBA-Br/ acetonitrile/methanol (50/40/10, v/v/v)		
Mobil phase	Time (min)	A	B
	0	100	0
	16	0	100
	20	0	100
	25	100	0
Detection abs.	B1, B2, G3: UV 254 nm and 620 nm		
	Y4, Y5: UV 254 nm and 420 nm		
	R2, R3, R40, R102: UV 254 nm and 520 nm		
Flow rate	1.0 mL/min		
Injection vol.	20 µL		

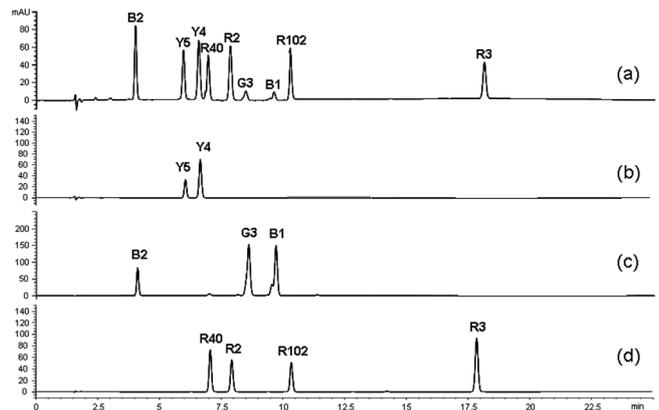


Fig. 1. Chromatograms of nine tar color standards using HPLC at 254 nm (a), 420 nm (b), 620 nm (c), and 520 nm (d). B2, Indigocarmine; Y5, Sunset Yellow FCF; Y4, Tartrazine; R40, Allura Red; R2, Amaranth; G3, Fast Green FCF; B1, Brilliant Blue FCF; R102, Ponceau 4R; R3, Erythrosine

Table 3. Recovery rates of added tar colors in several food

Tar color	Recovery (%)						
	Chocolate	Candy	Chewing gum	Ice bar	Cereal	Soft drink	Average
B2	82.0 ± 2.56 ¹⁾	85.1 ± 2.17	77.8 ± 1.82	82.4 ± 2.34	74.6 ± 1.26	84.9 ± 1.94	81.1
Y5	99.8 ± 5.37	99.3 ± 0.71	100.5 ± 0.56	100.3 ± 0.66	98.4 ± 0.41	100.0 ± 2.37	99.7
Y4	92.9 ± 1.02	99.3 ± 1.15	100.5 ± 0.59	99.98 ± 0.59	98.4 ± 0.41	100.9 ± 1.03	98.7
R40	99.5 ± 0.67	99.9 ± 0.75	102.2 ± 0.98	101.6 ± 0.14	99.2 ± 0.72	99.7 ± 1.09	100.3
R2	89.5 ± 0.47	93.4 ± 0.77	97.9 ± 0.59	98.2 ± 0.51	94.4 ± 0.26	96.5 ± 1.31	94.9
G3	100.8 ± 0.61	99.6 ± 0.75	100.4 ± 0.48	100.7 ± 0.48	98.5 ± 1.22	99.3 ± 1.45	99.9
B1	97.3 ± 0.75	98.0 ± 1.94	99.1 ± 0.81	99.6 ± 0.44	96.9 ± 0.77	97.3 ± 1.79	98.0
R102	99.7 ± 0.18	98.7 ± 0.56	99.9 ± 0.53	100.3 ± 0.56	98.7 ± 0.55	99.0 ± 0.94	99.4
R3	99.6 ± 4.59	97.06 ± 2.98	97.3 ± 1.04	89.4 ± 4.37	95.9 ± 3.43	94.4 ± 5.20	95.6
Average	95.7	96.7	97.3	96.9	95	96.9	

¹⁾ Data are represented Mean ± SD.

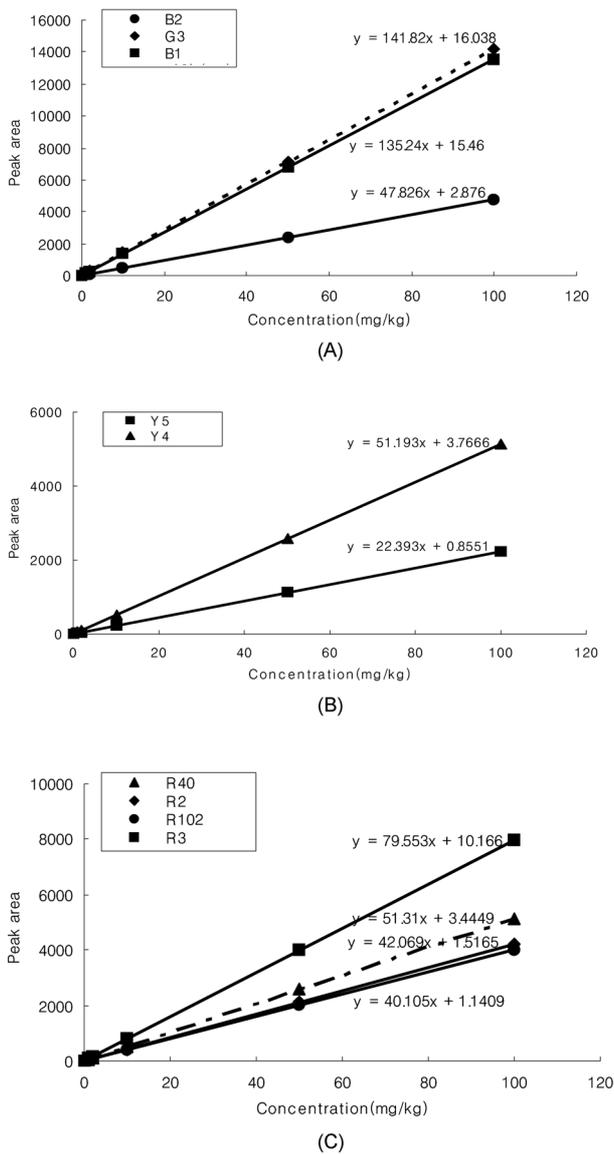


Fig. 2. Standard curves of blue and green tar colors (A), yellow tar colors (B), and red tar colors (C) by HPLC at 620, 420, and 520 nm, respectively. Each R² are 1.0.

Fig. 2와 같다. 청색·녹색계열, 황색계열, 적색계열의 색소 표준액의 검량 곡선은 모두 직선형을 나타내었다.

타르색소 사용실태

경인지역 초등학교 주변에서 유통되고 있는 어린이 기호식품인 캔디류, 초콜릿류, 껌류, 빙과류, 건과류, 청량음료류 439개에 대하여 타르색소의 사용 빈도를 분석한 결과는 Table 4와 같다.

캔디류(290건)에서 각 타르색소의 사용빈도는 Y4(185건), B1(151건), R40(142건), Y5(104건)의 순으로 나타나 Y4가 가장 많이 사용되고 있었다. 두 가지 이상의 색소를 혼합하여 사용한 것이 전체의 65.5%이었고, 이 중 다섯 가지 이상의 색소를 사용한 것도 17건(5.9%)로 나타났다.

초콜릿류(15건)에서는 Y4(14건), R3(11건), B1(9건), R40(9건), Y5(8건) 순으로 타르색소의 사용빈도는 비슷한 분포를 나타냈으며 R2는 검출되지 않았고, 세가지 이상 색소사용이 13건(86.7%)으로 나타났다.

껌류(54건)는 R40(29건)과 Y4(24건)가 많이 사용되었으며, 두 가지 색소 이하를 사용한 경우가 83.3%로 나타났으며, 세 가지 이상의 색소를 사용한 것은 9건(16.7%)이었다.

빙과류(25건)에서의 타르색소 사용빈도는 Y4(17건), B1(14건)가 가장 높았다. 한 가지 색소만을 사용한 것은 6건(24%), 두 가지 색소를 사용한 것은 13건(52%)이었고 세 가지 이상의 타르색소를 사용한 것은 6건(24%)이었다. 반면 Yoon 등(8)의 보고서에서는 빙과류에서 적색계통의 색소가 많이 사용되는 것으로 나타나, 본 연구결과와 차이를 보였다.

청량음료류(28건)에서의 사용빈도는 B1(12건), Y4(8건), R2(8건), R40(7건)순으로 나타나 B1이 가장 높았다. 단일 색소를 사용한 제품은 17건(60.7%), 두 가지 색소사용은 11건(39.3%)으로 다른 품목에 비하여 색소의 혼용률이 적었다. Yoon 등(8)의 보고에 따르면 청량음료에서는 B1와 Y4가 가장 많이 사용되는 것으로 보고되었다.

건과류(27건)에서의 타르색소의 사용빈도는 Y4(22건)와 Y5(14건)인 황색계열이 주로 사용되었으며 두 가지 색소이하를 사용한 경우가 85.2%로 나타났다.

본 연구결과 초등학교 주변 어린이 기호식품 총 439개에서 타르색소 사용빈도는 939건으로 나타났다. 껌류, 빙과류, 청량음료류, 건과류에서는 주로 단일 또는 두 가지의 타르색소를 사용하

Table 4. Usage frequency of tar colors by food type

Food types	Sample No.	B2	Y5	Y4	R40	R2	G3	B1	R102	R3
Candy	290	0 ¹⁾	104	185	144	38	0	153	7	27
		(-) ²⁾	(35.9)	(63.8)	(49.7)	(13.1)	(-)	(52.8)	(2.4)	(9.3)
Chocolate	15	0	8	14	9	0	0	10	1	11
		(-)	(53.3)	(93.3)	(60.0)	(-)	(-)	(66.7)	(6.7)	(73.3)
Gum	54	0	14	26	29	5	0	19	1	3
		(-)	(25.5)	(47.3)	(52.7)	(9.1)	(-)	(34.5)	(1.8)	(5.5)
Ice bar	25	0	5	17	6	10	0	14	1	0
		(-)	(3.8)	(65.4)	(23.1)	(38.5)	(-)	(53.8)	(3.8)	(-)
Cereal	27	0	14	22	3	2	1	3	2	0
		(-)	(51.9)	(81.5)	(11.1)	(7.4)	(3.7)	(11.1)	(7.4)	(-)
Soft drink	28	0	4	8	7	8	0	12	0	0
		(-)	(14.3)	(28.6)	(25.0)	(28.6)	(-)	(42.9)	(-)	(-)
Total	439	0	149	272	198	63	1	211	12	41
		(-)	(33.8)	(61.7)	(44.9)	(14.3)	(0.2)	(47.8)	(2.7)	(9.3)

¹⁾Detection number of tar color

²⁾Number in parenthesis means percentage.

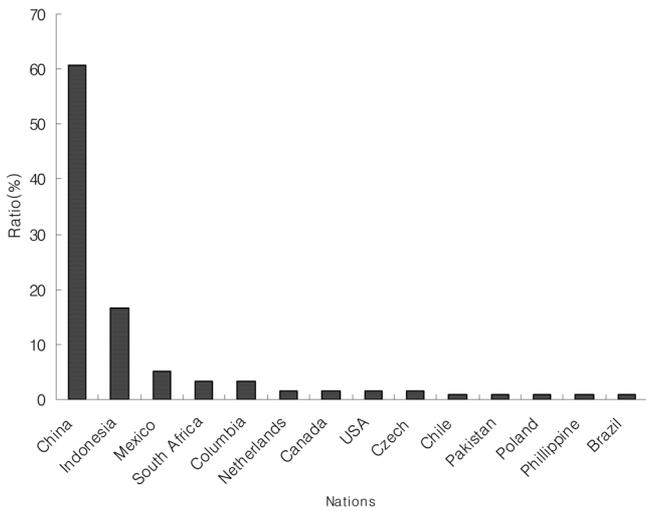


Fig. 3. Nation status of imported foods.

였으며, 캔디류와 초콜릿류는 주로 두 가지 이상의 색소를 혼용하여 사용하는 것으로 나타났다.

타르색소 Y4, B1, R40, Y5는 어린이 기호 식품에 있어 사용 빈도가 높은 색소이었으나, 반면 B2는 493개 모두에서 검출되지 않았다. B2가 검출되지 않은 것은 다른 색소에 비하여 색의 안정성이 떨어져 사용빈도가 낮기 때문으로 생각된다. 또한 G3는 총 439건 중 1건에서만 검출되어 어린이 기호식품에 사용되는 녹색은 단독 사용보다 Y4와 B1의 혼합색을 주로 사용하는 것으로 나타났다.

439개 제품 중 120개 제품이 중국, 인도네시아, 멕시코 등으로부터 수입된 것으로 조사되었다. 병과류를 제외한 모든 품목에서 수입식품이 포함되었으며, 껌과 건과류에서 수입식품이 차지하는 비율이 각각 46.3%(25건), 40.7%(11건)의 높은 비율을 차지하였으며, 초콜릿류와 캔디류도 각각 26.7%(4건) 26.6%(77건)로서, 최근 가공식품의 수입량이 증가함에 따라 어린이 선호식품의 수입량도 증가하고 있음을 알 수 있었다. 수입식품의 국가별 분포도를 살펴보면 중국으로부터의 수입률이 가장 높았고, 인도네시아, 멕시코 등의 수입률이 높았다(Fig. 3).

국내산 319개 제품과 수입산 120개 제품에 대한 타르색소의 사용빈도는 Fig. 4, Fig. 5에 나타내었다. 수입산 120개 제품의 타르색소는 Y4, R40, B1 순으로 높았고, 국내산 319개 제품의 타르색소 사용 빈도는 Y4, B1, R40 순서로 높았다. 본 연구결과 수입산 제품과 국내산 제품 모두에서 Y4(61.5%)의 사용빈도가 가장 높았고, 그 다음으로 B1(47.3%), R40(44.6%), Y5(33.8%) 순이었다.

타르색소 함량

타르색소 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

캔디류의 타르색소 함량 범위는 0.10-1169.58 mg/kg으로 나타났으며 Y4와 R40, Y5의 함량이 높았다. Park(9)의 연구에서는 0.94-53.94 mg/kg, Yoon 등(8)의 연구에서는 0.5-50.1 mg/kg로 본 실험의 타르색소 함량범위가 훨씬 넓은 것을 알 수 있으며, 이는 본 실험재료가 초등학교 주변에서 유통되고 있는 저가의 어린이 기호식품을 대상으로 분석하였기 때문인 것으로 생각된다. 초콜릿류의 타르색소 함량 범위는 0.73-468.02 mg/kg이었다. 껌은 0.1-602.46 mg/kg이었으며 색소별로는 R40, Y4가 높게 나타났고, B2와 G3는 검출되지 않았다. 병과류의 타르색소 함량 범위는 0.25-162.32 mg/kg이었으며, Y5가 가장 높은 수준이었다. 또한 R102는

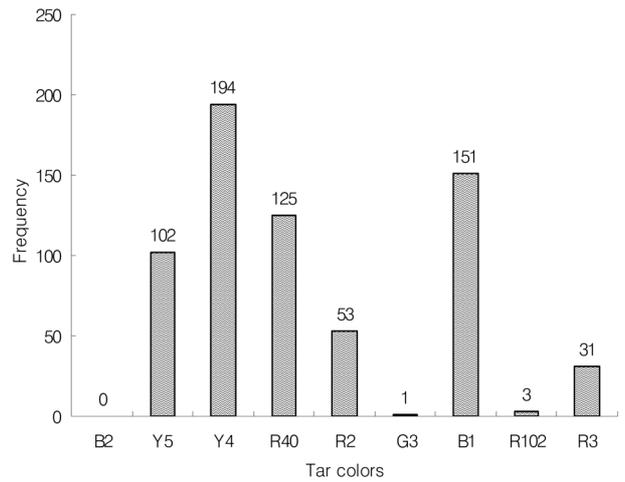


Fig. 4. Detection frequency of tar colors in homemade foods.

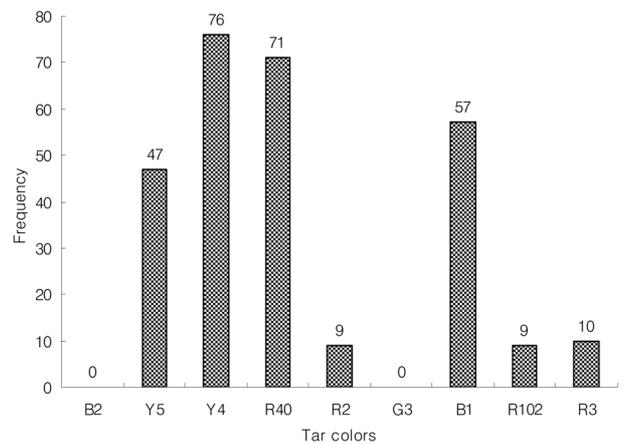


Fig. 5. Detection frequency of tar colors in imported foods.

한건에서만 검출되었으며 B2, G3, R3는 검출되지 않았다. 건과류에서의 타르색소 함량은 0.11-753.68 mg/kg으로 나타났으며, 청량음료에서는 0.21-69.45 mg/kg으로 나타나 최대 사용량이 6종의 식품류 중 가장 낮은 수준이었다.

어린이 기호식품 6종 439개에 대한 식품별 총 타르색소의 평균 함량은 초콜릿 47.66 mg/kg, 껌 42.82 mg/kg, 건과류 26.59 mg/kg, 캔디류 28.41 mg/kg, 청량음료 16.68 mg/kg, 병과류 13.86 mg/kg으로 초콜릿과 껌에서의 타르색소 함량이 높았으며 청량음료와 병과류에서는 낮은 수준이었다. 어린이 기호식품에서 검출된 타르색소별 평균 함량은 Y4 47.24 mg/kg, Y5 41.94 mg/kg, R40 38.32 mg/kg, R102 30.59 mg/kg, R2 23.9 mg/kg, R3 14.04 mg/kg, G3 13.19 mg/kg, B1 7.43 mg/kg으로 나타나 황색계열의 색소가 다른 색소에 비하여 함량이 높았고, R40와 R102는 다른 적색계열 색소보다 함량이 높은 수준이었다.

어린이 기호식품의 타르색소 함량 분포도는 Fig. 6 및 Fig. 7에 나타내었으며, 타르색소 함량의 농도가 100 mg/kg 이상을 나타내는 색소와 그 농도는 Table 6과 같다. 타르색소가 검출된 939건 중 669건(71.2%)은 그 농도가 50 mg/kg 이하에 분포하는 것으로 나타났으나, 71건(7.5%)은 100.1 mg/kg 이상의 함량을 나타내었다. 또한 이 중 15건(1.6%)은 타르색소의 함량이 300.1 mg/kg으로 나타났다. Codex나 EU 등의 사용기준의 경우 타르색소의

Table 5. Content of tar colors in food items

Tar color	Sample						
	Candy	Chocolate	Chewing gum	Ice bar	Cereal	Soft drink	Average
B2	N.D ¹⁾	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	-
Y5	0.37-320.93 ²⁾ (36.68) ³⁾	0.86-136.13 (65.83)	0.59-140.21 (32.77)	1.87-162.32 (36.78)	0.22-357.96 (35.54)	27.77-69.45 (44.04)	41.94
Y4	0.13-1169.58 (46.18)	1.05-300.83 (88.39)	0.10-312.82 (48.57)	0.68-104.79 (19.61)	0.11-753.68 (73.48)	0.89-16.50 (7.68)	47.24
R40	0.56-372.39 (38.82)	13.63-468.02 (98.16)	0.54-602.46 (53.26)	3.09-20.96 (9.81)	0.96-37.21 (14.03)	1.61-33.60 (15.84)	38.32
R2	0.34-277.59 (24.65)	N.D ³⁾	0.92-58.23 (32.12)	1.39-25.35 (14.01)	9.82-60.79 (35.31)	2.79-56.19 (13.44)	23.91
G3	N.D	N.D	N.D	N.D	13.19 (13.19)	N.D	13.19
B1	0.19-242.52 (11.73)	0.73-31.39 (5.35)	1.14-30.38 (8.03)	0.25-6.92 (2.68)	2.60-37.66 (14.39)	0.21-7.20 (2.38)	7.43
R102	1.84-71.29 (16.56)	17.11 (17.11)	118.82 (118.82)	0.25 (0.25)	0.22-0.26 (0.24)	N.D	30.59
R3	0.10-307.33 (24.25)	1.54-40.87 (11.10)	3.28-11.98 (6.77)	N.D	N.D	N.D	10.04
Average	28.41	47.66	42.82	13.86	26.59	16.68	

¹⁾N.D: Not detected

²⁾Detected content (Minimum-Maximum)

³⁾Mean content

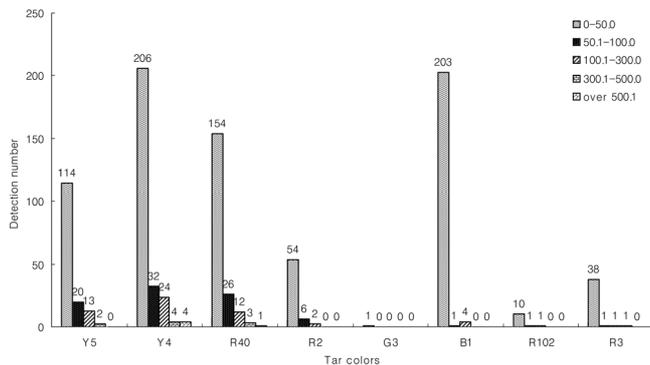


Fig. 6. Distribution chart of detection value in tar colors (mg/kg).

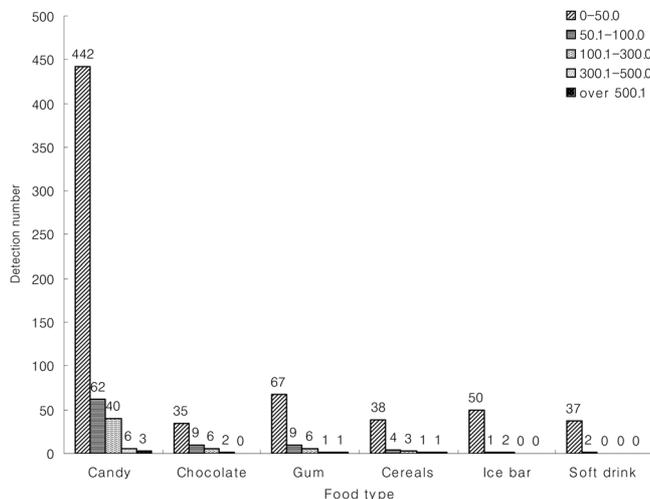


Fig. 7. Distribution chart of detection value in food type (mg/kg).

최대 사용량은 검체종류에 따라 500 mg/kg 이하이며, 대부분의 경우 100-300 mg/kg으로 제한하고 있으나 본 연구결과 타르색소별 함량이 국제 사용 기준보다 높은 수준의 것들도 1.6%나 되어 이에 따른 기준설정이 필요한 것으로 사료된다. 또한 식품에 사용시 타르색소의 단독사용보다는 여러 색소를 혼용하여 사용하기 때문에 초등학교주변 어린이 기호식품에 들어있는 실제 총 타르색소의 함량은 더 높을 것으로 생각된다. 따라서 우리나라에서도 우리의 색소 기호도를 고려하여 타르색소의 최대 사용허용량에 대한 기준을 설정을 설정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

타르색소의 섭취 현황

Table 7은 FAO/WHO에서 권장하는 타르색소의 ADI (10)이며, Table 8은 “2001년 국민건강·영양조사 (영양조사 I)” 결과보고서 (11)에 따른 7-12세 학동기 아동의 1인 1일당 어린이 기호식품 6종의 섭취량이다.

타르색소의 EDI는 아래식에 의하여 산출하였고, 산출된 EDI를 색소별로 더하여 색소별 총일일추정섭취량(Total EDI)을 산출하였다.

$$EDI \text{ (mg/day/person)} = \text{Food intake (g/day/person)} \times \text{Average contents of synthetic colors in food (mg/kg)}$$

위의 식에 의해 산출된 분석대상 식품 6종 439개에 대한 대상 식품별 색소의 total EDI를 산출한 결과 청량음료(1.017), 견과류(0.464), 빙과류(0.125), 초콜릿류(0.043), 캔디류(0.034), 껌(0.004) 순으로 나타났다(Table 9). 껌에서의 타르색소 섭취량이 가장 낮게 나타난 것은 국민영양조사표에 있어서 껌의 섭취량이 매우 낮은데(0.1 g/day/person) 기인하는 것으로 사료된다.

각 타르색소별 total EDI와 FAO/WHO의 JECFA에서 설정한 ADI의 비교는 Table 9와 같다. 이때 7-12세 학동기 아동의 평균 체중은 “2001 국민건강·영양조사(11)” 결과보고서의 평균값 38.1

Table 6. Over 100 mg/kg detection value of tar colors in Korean and imported products

Food	Tar color	Content (mg/kg)	
		Korean products	Imported products
Candy	Y5	105.29, 107.23, 128.79, 140.15, 151.20	116.41, 124.74, 152.41, 291.11, 320.93
	Y4	101.96, 109.75, 114.26, 115.50, 116.04, 136.89, 139.64, 165.67, 170.74, 186.10, 187.15, 213.17, 303.47, 426.42 524.03, 535.22, 1169.58	102.64, 114.92, 116.28
	R40	106.00, 115.68, 116.78, 123.24, 146.08, 158.76, 228.25, 240.43, 372.40	109.94, 306.67
	R2	120.46, 277.59	
	B1	103.23, 168.08, 168.22	242.52
Chocolate	Y5	135.45, 136.13	
	Y4	183.62, 256.66, 300.83	115.29
	R40	160.63, 468.63	
Cereal	Y5	357.96	
	Y4	151.80, 197.57, 216.62, 753.69	
Gum	Y5		140.20
	Y4	133.63	121.69, 312.82
	R40	114.72, 133.93	602.46
	R102		118.82
Ice bar	Y5	162.32	
	Y4	104.79	

Table 7. Acceptable daily intake (ADI) of each tar color

(Unit: mg/kg · body weight)

Tar colors	B2	Y5	Y4	R40	R2	G3	B1	R102	R3
ADI	0-5.0	0-2.5	0-7.5	0-7.0	0-0.5	0-25	0-12.5	0-4.0	0-0.1

Table 8. Average food intake for each food item of 7-12 aged person

Commodity	Average food intake (g)
Candy	1.2
Chocolate	0.9
Cereal	15.5
Gum	0.1
Ice bar	8.7
Soft drink	32.9

Table 9. Comparison of total estimated daily intakes (EDI) to acceptable daily intake (ADI) for tar colors

Tar colors	ADI ¹⁾ (mg/7-12 aged person/day)	Total EDI ²⁾ (mg/7-12 aged person/day)	Total EDI/ADI (%)
B2	190.65	-	-
Y5	95.32	2.43	2.55
Y4	285.98	3.98	1.39
R40	266.91	0.96	0.36
R2	19.07	1.14	5.98
G3	935.25	0.20	0.02
B1	476.63	0.34	0.07
R102	152.52	0.46	0.30
R3	3.81	0.04	1.05
Total	2426.14	9.55	0.39

kg을 사용하였다.

타르색소별 total EDI는 Y4 3.98, Y5 2.43, R40 0.96, R2 1.14, G3 0.20, B1 0.34, R102 0.66, R3 0.04로 각각 산출 되었으며 이 수치는 FAO/WHO에서 권장한 각 색소의 ADI (Table 7) 과 비교하였을 때 낮은 수준이었다.

각 타르색소별 ADI에 대한 EDI의 비율은 0.02-5.98%로 나타나, total EDI는 총 ADI 대비 0.39%로 대상식품을 통한 색소의 섭취는 안전한 수준으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 초등학교 주변에 유통되고 있는 어린이 기호식품의 국내 허용 타르색소의 경우 수입식품을 비롯하여 국내식품에서도 Y4, B1, R40의 사용빈도가 높음을 알 수 있고 total EDI가 FAO/WHO에서 권장한 수준보다 낮아 안전한 수준으로 판단되어진다. 하지만 어린이 기호식품에 사용되어지는

¹⁾ADI is expressed in terms of mg/kg/day by children (7-12 age) of 38.13 kg.

²⁾EDI (mg/day/person)=Food intake (g/day/person)×Average contents of synthetic colors contents in food (mg/kg)

식품색소는 한 가지 타르색소의 사용보다는 한 가지 이상의 복합적으로 사용하고 있으므로 현재 우리나라의 타르색소 기준을 개선하여 최대사용허용량에 대한 기준을 설정하는 것이 보다 적합한 것으로 판단되어진다.

요 약

경인지역내 초등학교 주변에 유통되고 있는 어린이 기호식품 총 6종 439개를 대상으로 국내허용 타르색소 9종의 사용실태를 분석한 결과, 어린이 기호식품에서 사용빈도가 높은 색소는 황색 제4호, 청색제1호, 적색제40호, 황색제5호 순으로 나타났다. 껌, 빙과류, 청량음료, 건과류는 단일 또는 두 가지의 타르색소를 사용하였으며, 캔디류와 초코릿류는 주로 2-3가지의 색소를 혼용하여 사용하였다. 타르색소의 검출농도 범위는 캔디류 0.11-1169.58 mg/kg, 초코릿류 0.73-468.02 mg/kg, 껌 0.10-602.46 mg/kg, 빙과류 0.25-162.32 mg/kg, 건과류 0.11-753.68 mg/kg, 청량음료 0.21-69.45 mg/kg으로 나타났다. 검출농도가 50.0 mg/kg 이하에는 71.2%가 분포하였으나, 300.1 mg/kg 이상 검출된 것도 1.5%였다. 초콜릿과 껌에서의 타르색소 평균함량이 높았고, 청량음료와 빙과류에서는 낮았다. 황색 제4호와 황색 제5호의 평균함량이 다른 색소보다 높았다. 7-12세 아동의 각 식품에 대한 총 EDI는 0.004-1.017 mg/day/person이었고, 각 타르색소의 총 EDI는 0.04-3.98 mg/day/person이었으며, 색소의 총 ADI에 대한 총 EDI의 비율은 0.02-5.98%이었다.

문 헌

1. KFDA. Food Additives Code. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2007).

2. KFDA. Foods Labeling Standards. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea. p. 21 (2007).
3. FAO. Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee Food Additives (JECFA). IPCS Food and Agriculture Organization (1999)
4. JMHW. The Japanese Standards for Food Additives. 7th ed. Ministry of Health and Welfare, Tokyo, Japan (1999)
5. Nutriscan. Options for the routine collection of data on usage level of food additives in the European Union. Nuriscan Ltd., Dublin, Ireland (1994)
6. NARA. Code of Federal Regulation. National Archives and Records Administration, Washington DC, USA (1996)
7. KFDA. Analytical Method for Food Additives in Foods, Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2007)
8. Yoon MH, Kim KJ, Hwang SI, Moon SK, Jeong EJ, Kim JK. Evaluation of tar dyes used in commercial foods. J. Food Hyg. Safety 15: 108-113 (2000)
9. Park SK. Method development for the analysis of synthetic food colors in foods using HPLC and application of the method. PhD thesis. Kyung Hee University. pp. 134-144 (2005)
10. WHO. Guideline for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Report prepared by the Joint UNEP/FAO/WHO Food Contamination Monitoring Programme. World Health Organization, WHO Offset Publication, 87, Geneva, Switzerland (1985)
11. KMHW. Report on 2001 national health and nutrition survey. Ministry of Health & Welfare. Nutrition Survey. Seoul, Korea (2002)