*J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 26, No. 1, pp. 57~63 (2011)

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

# 어린이 기호식품 중 타르색소 모니터링 및 노출량 분석

**이유미 · 나병진 · 이유시 · 김수창[1] · 이동호[1] · 서일원[1] · 최성희[2] · 하상도***
[1]식품의약품안전청, [2]한국보건산업진흥원, 중앙대학교 식품공학부

# Monitoring of Tar Color Content in Children's snack and Its Exposure Assessment

Yu-Mi Lee, Byung-Jin Na, Yu-Si Lee, Soo-Chang Kim[1], Dong-Ho Lee[1], Il-Won Seo[1], Sung-Hee Choi[2], and Sang-Do Ha*
*School of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Korea*
*[1]Korea Food and Drug Administration,*
*[2]Korea Health Industry Development Institute*
(Received January 31, 2011/Revised February 13, 2011/Accepted February 28, 2011)

**ABSTRACT** - This survey was conducted to develop an appropriate management for safety of children snacks. In this study, monitorings of food additives such as nine kinds of tar colors (tartrazine, sunset yellow FCF, brilliant blue FCF, indigo carmine, new coccine, amaranth, erythrosine, allura red and fast green FCF) which are sold at stationary store around the school, were performed. Eighty two samples (3 snacks, 71 candies, 4 chocolates and 4 beverages) were analyzed for tar colors. Results of risk assessment for tar colors were expressed as EDI (Estimated Daily Intake) comparing with ADI (Acceptable Daily Intake). The ratio of high risk group for tar color intake (95th) were 0-3.56%. The consumptions of tar colors from domestic and imported products for nine kinds of tar colors in candies were not significantly different. The results of this study indicated that each EDI of nine kinds of tar colors sold at stationary store around the school is much lower than each ADI in general. Consequently, the children snacks are thought to be safe for consumption.

**Key words :** Children snack, Tar color, Risk assessment, Stationary store, School

식품산업의 발달과 함께 식생활이 간편화, 다양화됨에 따라 다양한 가공식품이 개발되고 있으며, 사용되는 식품첨가물의 종류와 소비 또한 증가하고 있다[1]. 식품의 안전성은 국민 건강유지 및 증진을 위해 기본적으로 확립되어야 하며, 특히 어린이 등 취약계층에 대한 식품첨가물의 안전관리가 가장 중요시 되고 있다. 식품의 제조, 가공 시에 법적 식품첨가물 사용기준을 준수하였다 하더라도 어린이들의 생체 내 화학물질 대사체계가 성인과 다르기 때문에 다량, 장시간 노출 시 부작용 발생 가능성이 높다. 또한 어린이는 식품의 선택 기준이 성인과 매우 달라 편식할 경우 일부 식품첨가물의 일일허용섭취량 (Acceptable Daily Intake, ADI)을 상회할 가능성이 높다[2,3]. 미국 식품의약품청(Food and Drug Administration, FDA)에서 운영하는 "어린이 식품안전 퀴즈(Food Safety Quiz for Kids)"는 어린이가 안전한 식품을 선택하도록 교육하는 프로그램이며, 일부 식품첨가물이 건강에 미치는 악영향을 알려주고 있다[2]. 우리나라 식품의약품안전청(KFDA)은 안전성 확보를 위하여 식품첨가물에 대해 국제식량농업기구/세계보건기구 합동식품첨가물전문가위원회(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)에서 정하는 ADI를 기초로 식품첨가물의 종류와 첨가량을 관리하고 있다. 최근 어린이들의 가공식품 섭취량이 증가하고 있는 추세이며, 어린이기호식품의 수입 또한 증가되고 있어 식품첨가물 사용에 대한 안전성 문제가 지속적으로 대두되고 있다[4]. 어린이기호식품 중에서도 합성색소, 합성감미료 등의 식품첨가물 사용 가능성이 높다[1]. 학교주변 문구점, 슈퍼마켓 등 소규모 소매상에서 판매, 유통되고 있는 어린이 기호식품은 가격이 저렴하여 어린이들이 쉽게 구입, 섭취하고 있다. 그러나 안전과 품질을 고려하지 않은 제품이 많고, 표시가 제대로 갖추어져 있지 않거나 어린이가 식별

*Correspondence to: Sang-Do Ha, School of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansung 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-4831, Fax: 82-31-675-4853
E-mail: sangdoha@cau.ac.kr

하기에 어려워 안전을 위협하고 있다. 따라서 본 연구는 학교주변에서 유통되는 어린이기호식품을 대상으로 타르색소 9종의 사용실태와 사용량을 분석하고 이에 따른 어린이의 일일추정섭취량(Estimated Daily Intake, EDI)을 산출하여 ADI와 비교함으로써 위해성평가를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

2010년 2월부터 8월까지 제주도를 제외한 전국 초, 중, 고등학교 주변에서 지역 총 140개소에서 유통되고 있는 어린이기호식품을 수집하였다. 타르색소 분석은 합성착색료를 첨가한 과자류(3개), 캔디류(71개), 초콜릿류(4개), 음료류(4개) 등 총 82개 제품을 대상으로 하였다.

### 시약 및 표준품

식용타르색소 표준품은 Tokyo Kasei사(Tokyo Kasei Kogyo CO, LTD, Japan) 제품인 청색 제 1호(B1, Brilliant Blue FCF), 청색 제2호(B2, Indigocarmine), 녹색 제3호(G3, Fast Green FCF), 적색 제2호(R2, Amaranth), 적색 제3호(R3, Erythrosine), 적색 제40호(R40, Allura Red), 적색 제102호(R102, New Coccine), 황색 제4호(Y4, Tartrazine) 및 황색 제5호(Y5, Unset Yellow FCF)를 사용하였다. Acetonitrile, Methanol (HPLC급)은 Marker사(Darmstadt, Germany)을 사용하였고, Ether(특급시약)는 Waco사(Wako Pure Chemical Industries, Ltd, Japan)를 사용하였으며, Tetrabutylammonium bromide (TBA-Br)은 Sigma사(SIGMA CHEMICAL CO, USA)를 사용하였다. 정제용 카트리지는 Sep-pak C18 cartridge는 Water사(Water Co., Mil-ford, MA, USA)를 제품을 사용하였다.

### 정량용 색소표준용액 및 시험용액의 조제

각 식용색소 표준품에 증류수를 가하여 40 ppm으로 맞춘 후 혼합하여 4 ppm, 1 ppm, 0.4 ppm으로 만든 것을 표준용액으로 하였다. 타르색소의 추출 및 정제는 타르색소의 측정법[5] 에 따라 조제하여 사용하였다.

### 음료류(탄산음료, 혼합음료 등)의 전처리

음료류 중 타르색소 분석을 위해 시료 약 10 g(착색의 정도에 따라 2~10 g)을 취하여 필요한 경우 2배의 물로 희석한 후 원심분리(3,500 ppm, 15 min)하여 불용물을 제거하고 정제한 후 증류수를 가해 일정량의 시험용액으로 사용하였다. 탄산을 함유한 시료의 경우는 수욕상에서 탄산을 증발시키고 잔류물에 증류수를 가해서 감량을 보충한 액을 시료로 해서, 상기의 경우와 동일하게 조작하여 시험용액으로 사용하였다.

### 캔디류(사탕, 젤리, 카라멜 등)의 전처리

캔디류 중 타르색소 분석을 위해 잘게 부순 샘플 5~10 g을 취하여 2~10배의 증류수를 가하여 혼합한 후 10~30분간 가온 한 다음, 그 액을 원심 분리하여 상층액을 취하였다. 잔류물이 착색되어 있을 경우는 1 N 염산 10 mL를 가해 상기 조작방법을 반복하고, 모든 증류수 층을 합한 후 정제하고 물을 가해 일정량으로 하여 시험용액으로 사용하였다.

### 과자류, 초콜릿류의 전처리

과자류, 초콜릿류 중 타르색소 분석을 위해 시료 약 5~10 g을 취하여 균질화하고 5~10배의 증류수를 가하였다. 유지방이 포함되어 있는 시료의 경우 Ether로 2~3회 추출하여 제거한 다음 감압 농축시켜 5~10배의 증류수를 가한 후 원심 분리하여 고형물을 제거하고 증류수 층을 취하였다. 잔류물이 착색되어 있는 경우는 1 N 염산 10 mL를 가해 상기 조작방법을 반복하고, 모든 증류수 층을 합한 다음 정제하고 증류수를 가해 일정량으로 하여 시험용액으로 사용하였다.

### 사용기기 및 분석조건

분석에 사용된 기기인 high performance liquid chromatography (HPLC)는 Micro HPLC (Shiseido Co., Japan)를 사용하였다. 색소표준용액 및 시료용액을 각각 20 μl씩 주입하여 Table 1의 조건하에서 동일하게 시험하였다. 각 표준용액의 크로마토그램 분석자료를 구하기 위해서 계열별 표준용액의 최대 흡광도를 보이는 파장은 적색계열 520 nm, 황색계열 420 nm, 및 녹색·청색 계열 620 nm로 분석하였다.

### 위해성평가 방법

섭취량 분석 시 "2010년 계절별 영유아, 어린이, 청소년의 식품 및 영양섭취량 심층연계분석" 결과[6]를 이용하였고

**Table 1.** HPLC chromatographic operating conditions for mixture of nine tar colors

| | | | |
|---|---|---|---|
| Column | CAPCELL PAK C18 (4.6 mm I.D. × 250 mm. 5 μm) | | |
| Mobile Phase | A solution : 10 mM Ammonium acetate<br>B solution : Acetonitrile | | |
| | Time(min) | A | B |
| | Init | 95 | 5 |
| | 30 | 50 | 50 |
| | 30.1 | 95 | 5 |
| Detection absorbance | Y4, Y5 : UV 420 nm<br>R2, R3, R40, R102 : UV 520 nm<br>B1, B2, G3 : UV 620 nm | | |
| Flow rate | 1.0 mL/min | | |
| Injection volume | 10 μl | | |

**Table 2.** Average daily intake of various children's snacks

(g)

| Sample | Average daily intake of age (0-19aged person/day) | | High intake group (day) | |
|---|---|---|---|---|
| | Male | Female | 90th | 95th |
| Beverages | 197.22 | 181.81 | 265.63 | 339.88 |
| | 190.17 | | | |
| Candies | 21.53 | 16.46 | 40.00 | 59.25 |
| | 18.78 | | | |
| Snacks | 39.50 | 36.03 | 74.82 | 94.62 |
| | 37.82 | | | |
| Chocolates | 32.18 | 24.92 | 55.12 | 69.20 |
| | 28.36 | | | |

(Table 2), 어린이의 평균 몸무게는 34.23 kg을 적용하여 산출하였다. 위해성평가 방법은 아래 식과 같이 EDI 대비 ADI의 비율로 나타내었으며, 전체 평균, 성별, 연령별(0~6, 7~12, 13~19세), 극단섭취자(상위섭취군 90th, 95th)로 구분하여 각 군별 섭취량조사 결과와 평균 체중을 이용하여 값을 산출하였다.

위해도 (%) = [ 일일추정섭취량 (EDI) / 일일섭취허용량 (ADI)] × 100

## 결과 및 고찰

### 타르색소의 함량 분석

82개 어린이기호식품 중 함유된 타르색소의 평균 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 식품별 총 평균 함량은 초콜릿류 15.27 mg/kg, 캔디류 2.85 mg/kg, 음료류 0.22 mg/kg 순으로 초콜릿류의 타르색소 함량이 높았으며, 음료류는 낮은 수준이었다. 타르색소 종류별 평균 함량은 Y4 17.55 mg/kg, Y5 21.11 mg/kg, B1 3.46 mg/kg, B2 0.01 mg/kg, R102 4.01 mg/kg, R3 0.44 mg/kg, R40 2.49 mg/kg으로 각각 분석되었다. 전반적으로 황색색소는 초콜릿류와 과자류에서 청색과 적색색소는 초콜릿류와 캔디류에서 가장 많이 사용되었으나 음료류에서는 타르색소가 거의 사용되지 않았다. Kim 등[4]의 연구결과, 타르색소의 평균함량은 초콜릿 47.66 mg/kg, 캔디류 28.41 mg/kg, 청량음료 16.68 mg/kg로 나타나 다른 제품군에 비해 초콜릿류의 타르색소 함량이 높은 것으로 나타났으며, 황색계열의 색소의 함량이 특히 높아 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. Lee 등[7]의 연구에서도 품목별 타르색소 검출율은 사탕류 95.8%, 츄잉껌류 95.2%, 빙과류 73.3%, 청량음료류 72.7%, 건과류 61.6% 순으로 사탕류에서 타르색소가 가장 많이 검출되었다고 보고하였다.

**Table 3.** Contents of tar colors in children's snack

(mg/kg)

| Tar colors | Contents | | | | Average |
|---|---|---|---|---|---|
| | Beverages (4) | Candies (71) | Snacks (3) | Chocolates (4) | |
| Y4 | 0.71[1] (0.00-2.83)[2] | 9.90 (0.00-81.81) | 0.00 (0.00-0.00) | 59.57 (0.07-151.14) | 17.55 |
| Y5 | 0.10 (0.00-0.40) | 3.89 (0.00-99.64) | 31.19 (0.00-79.92) | 49.26 (0.00-153.04) | 21.11 |
| B1 | 0.31 (0.00-0.58) | 2.25 (0.00-23.60) | 0.00 (0.00-0.00) | 11.28 (0.67-25.78) | 3.46 |
| B2 | 0.00 (0.00-0.00) | 0.04 (0.00-1.78) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.01 |
| R102 | 0.00 (0.00-0.00) | 0.54 (0.00-23.68) | 0.00 (0.00-0.00) | 15.51 (0.00-62.04) | 4.01 |
| R2 | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 |
| R3 | 0.00 (0.00-0.00) | 0.01 (0.00-0.29) | 0.00 (0.00-0.00) | 1.76 (0.00-5.15) | 0.44 |
| R40 | 0.89 (0.00-2.13) | 9.04 (0.00-113.74) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.04 (0.00-0.12) | 2.49 |
| G3 | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 (0.00-0.00) | 0.00 |
| Average | 0.22 | 2.85 | 3.47 | 15.27 | |

*Y4: Tartrazine, Y5: Unset Yellow FCF, B1: Brilliant Blue FCF, B2: Indigocarmine, R102: New Coccine, R2: Amaranth, R3: Erythrosine, R40: Allura Red, G3: Fast Green FCF.

[1]Mean content

[2]Detected contents (Minimum-Maximum)

**Table 4.** Tar color contents for each serving sizes of children's snack

(mg)

| Tar colors | Beverages (4) | Candies (71) | Snacks (3) | Chocolates (4) | ADI (mg/kg·bw/day) | ADI[1)] of children (mg/kg/day) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Y4 | 0.05 (0.00-0.20) | 0.13 (0.00-1.31) | N.D | 1.09 (0.00-3.02) | 7.50 | 256.73 |
| Y5 | 0.01 (0.00-0.03) | 0.05 (0.00-1.89) | 3.12 (0.00-7.99) | 0.99 (0.00-3.06) | 2.50 | 85.58 |
| B1 | 0.02 (0.00-0.04) | 0.03 (0.00-0.38) | N.D | 0.21 (0.02-0.52) | 12.50 | 427.88 |
| B2 | N.D | 0.00 (0.00-0.02) | N.D | N.D | 5.00 | 171.15 |
| R102 | N.D | 0.01 (0.00-0.36) | N.D | 0.31 (0.00-1.24) | 4.00 | 136.92 |
| R2 | N.D | N.D | N.D | N.D | 0.5 | 17.12 |
| R3 | N.D | 0.00 (0.00-0.01) | N.D | 0.02 (0.00-0.06) | 0.10 | 3.42 |
| R40 | 0.06 (0.00-0.15) | 0.14 (0.00-2.16) | N.D | 0.00 (0.00-0.00) | 7.00 | 239.61 |
| G3 | N.D | N.D | N.D | N.D | 0.1 | 3.42 |

[1)]ADI was expressed in terms of mg/kg/day by children (0-19 age) of 34.23 kg.

### 타르색소의 섭취량 분석

타르색소 함유 제품의 1회 제공량 당 함량은 Table 4에 나타내었다. Y4의 1회 제공량 함량 평균은 초콜릿류 1.09 mg, 캔디류 0.13 mg, 음료류 0.05 mg 순으로 나타났다. 이 결과를 활용하여 Y4의 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 섭취 제품수를 추산하였다. 캔디류 1,974.81개(최대량 함유 제품은 195.97개), 초콜릿류 235.53개(최대량 함유 제품은 85.01개), 음료류 5,134.50개(최대량 함유 제품은 1,283.63개)로 나타났다. 모든 제품에서 Y4 섭취에 대해 안전한 결과를 보여 어린이기호식품 섭취에 따른 Y4에 대한 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단된다.

Y5는 과자류 3.12 mg, 초콜릿류 0.99 mg, 캔디류 0.05 mg, 음료류 0.01 mg 순으로 나타났다. Y5의 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 제품 수는 과자류 27.43개(최대량 함유 제품은 11개), 캔디류 1,712개(최대량 함유 제품은 45개), 초콜릿류 86개(최대량 함유 제품은 28개), 음료류 8,558개(최대량 함유 제품은 2,853개)로 평가되었다. 대부분의 제품을 통한 Y5 섭취량이 적어 어린이기호식품 섭취에 따른 Y5에 대한 위해성 수준은 낮은 것으로 판단되나, 일부 과자 제품의 경우 하루 약 10개 정도 섭취 시 Y5의 ADI를 초과하게 된다. EU(유럽 연합)의 사용량 기준에 따르면 Y4와 Y5는 비알콜착향료음료, 과자류, 빙과류에 각각 100, 300, 150 mg/kg으로 최대허용량이 설정되었고, Codex (국제식품규격위원회)에서도 젤리에 200 mg/kg, 빙과류 및 아이스믹스에 100 mg/kg의 최대허용량을 설정하고 있다[8)].

B1은 과자류에서는 검출되지 않았으며, 초콜릿류 0.21 mg, 캔디류 0.03 mg, 음료류 0.02 mg 순으로 검출되었다. B1의 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 제품수는 캔디류 14,263개(최대량 함유 제품은 1,126개), 초콜릿류 2,038개(최대량 함유 제품은 823개), 음료류 21,394개(최대량 함유 제품은 10,697개)였다. 모든 제품에서 B1 섭취량이 매우 낮아 어린이기호식품 섭취에 따른 B1 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단된다.

B2은 캔디류(0.01 mg)에서만 검출되었으며 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 제품수는 8,558개로 나타났다. 모든 제품을 통한 B2 섭취량이 적어 어린이기호식품 섭취에 따른 B2 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단된다.

R102는 초콜릿류 0.31 mg, 캔디류 0.01 mg의 순으로 나타났다. R102의 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 제품수는 캔디류 13,692개(최대량 함유 제품은 381개 섭취 시 ADI 초과), 초콜릿류 442개(최대량 함유 제품은 111개)로 평가되었다. 모든 제품에서 R102 섭취량이 적어 어린이기호식품 섭취에 따른 R102에 대한 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단된다.

R3는 초콜릿류는 0.02 mg, 캔디류 0.01 mg로 나타났다. R3의 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 제품수는 캔디류는 342개, 초콜릿류는 171개(최대량 함유 제품은 58개)로 나타났다. 모든 제품에서 R3 섭취량이 적어 어린이기호식품 섭취에 따른 R3에 대한 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단된다. Park 등[9)]의 연구에서도 R3의 섭취량은 0.391 mg/person/day로 산출되었으며, ADI를 국민 평균체중(55 kg)으로 환산한 5.5 mg/person/day (ADI 0~0.1 mg/kg)와 비교하였을 때 매우 낮은 수치를 나타내었다고 보고하였다.

R40는 캔디류 0.14 mg, 음료류 0.06 mg 순으로 검출되었다. R40의 ADI를 초과하는데 필요한 하루 평균 제품수는 캔디류 1,712개(최대량 함유 제품은 111개), 음료류 3,994개(최대 함유 제품은 1,598개)로 나타났다. 모든 제품에서 R40 섭취량이 적어 어린이 기호식품 섭취량에 따른 R40에

대한 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단된다. R2 및 G3는 모든 제품에서 검출되지 않았다(Data not shown). Kim 등[10]의 연구에서도 ADI 대비 매우 소량의 식품첨가물을 섭취하고 있었음이 보고되었다.

### 타르색소의 노출량 평가

타르색소에 대한 섭취군 및 연령별 노출량은 Table 5에 나타냈으며, ADI 대비 백분율은 Table 6과 같다. 본 연구의 노출량 평가는 본 연구진이 Sampling한 품목의 제품이 소비되었다는 가정하에 추산하였다.

**Table 5.** Estimated daily intakes (EDI) of tar colors (μg/kg·bw/day)

(%)

| Tar colors | Food types | Sex, Aged EDI | | | | | | | | High intake group EDI | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | All | | 0-6 aged | | 7-12 aged | | 13-19 aged | | | | |
| | | Male | Female | Male | Female | Male | Female | Male | Female | 90th | 95th | |
| | | average | | average | | average | | average | | | | |
| Y4 | Beverages | 3.92 | 3.96 | 7.05 | 7.03 | 4.04 | 3.96 | 2.63 | 2.73 | 5.51 | 7.05 | 26.29 |
| | | 3.94 | | 7.04 | | 4.01 | | 2.68 | | | | |
| | Candies | 5.97 | 5.00 | 10.90 | 9.43 | 6.49 | 4.52 | 3.63 | 3.62 | 11.57 | 17.14 | 47.86 |
| | | 5.43 | | 10.14 | | 5.46 | | 3.55 | | | | |
| | Chocolates | 53.73 | 45.54 | 80.12 | 77.94 | 49.89 | 40.92 | 43.54 | 33.65 | 95.92 | 120.43 | 378.38 |
| | | 49.35 | | 79.17 | | 45.04 | | 37.82 | | | | |
| Y5 | Beverages | 0.55 | 0.56 | 0.99 | 0.99 | 0.57 | 0.56 | 0.37 | 0.38 | 0.78 | 0.99 | 3.70 |
| | | 0.56 | | 0.99 | | 0.56 | | 0.38 | | | | |
| | Candies | 2.35 | 1.96 | 4.28 | 3.71 | 2.55 | 1.78 | 1.43 | 1.42 | 4.55 | 6.73 | 18.80 |
| | | 2.13 | | 3.98 | | 2.14 | | 1.40 | | | | |
| | Snacks | 34.53 | 34.47 | 52.24 | 56.35 | 36.80 | 34.21 | 26.61 | 25.36 | 68.18 | 86.22 | 269.86 |
| | | 34.46 | | 54.11 | | 35.63 | | 25.72 | | | | |
| | Chocolates | 44.43 | 37.66 | 66.26 | 64.45 | 41.25 | 33.84 | 36.00 | 27.83 | 79.32 | 99.58 | 312.87 |
| | | 40.81 | | 65.46 | | 37.24 | | 31.27 | | | | |
| B1 | Beverages | 1.71 | 1.73 | 3.08 | 3.07 | 1.76 | 1.73 | 1.15 | 1.19 | 2.41 | 3.08 | 11.48 |
| | | 1.72 | | 3.07 | | 1.75 | | 1.17 | | | | |
| | Candies | 1.36 | 1.14 | 2.48 | 2.14 | 1.48 | 1.03 | 0.83 | 0.82 | 2.63 | 3.89 | 10.87 |
| | | 1.23 | | 2.30 | | 1.24 | | 0.81 | | | | |
| | Chocolates | 10.17 | 8.62 | 15.17 | 14.76 | 9.45 | 7.75 | 8.24 | 6.37 | 18.16 | 22.80 | 71.64 |
| | | 9.35 | | 14.99 | | 8.53 | | 7.16 | | | | |
| B2 | Candies | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.19 |
| | | 0.02 | | 0.04 | | 0.02 | | 0.01 | | | | |
| R102 | Candies | 0.33 | 0.27 | 0.59 | 0.51 | 0.35 | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 0.63 | 0.93 | 2.60 |
| | | 0.30 | | 0.55 | | 0.30 | | 0.19 | | | | |
| | Chocolates | 13.99 | 11.86 | 20.86 | 20.29 | 12.99 | 10.65 | 11.34 | 8.76 | 24.98 | 31.36 | 98.53 |
| | | 12.85 | | 20.61 | | 11.73 | | 9.85 | | | | |
| R3 | Candies | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.05 |
| | | 0.01 | | 0.01 | | 0.01 | | 0.00 | | | | |
| | Chocolates | 1.59 | 1.35 | 2.37 | 2.30 | 1.47 | 1.21 | 1.29 | 0.99 | 2.83 | 3.56 | 11.18 |
| | | 1.46 | | 2.34 | | 1.33 | | 1.12 | | | | |
| R40 | Beverages | 4.92 | 4.96 | 8.84 | 8.81 | 5.06 | 4.97 | 3.29 | 3.42 | 6.91 | 8.84 | 32.96 |
| | | 4.94 | | 8.83 | | 5.02 | | 3.36 | | | | |
| | Candies | 5.45 | 4.56 | 9.95 | 8.61 | 5.93 | 4.13 | 3.32 | 3.31 | 10.56 | 15.65 | 43.69 |
| | | 4.96 | | 9.26 | | 4.98 | | 3.24 | | | | |
| | Chocolates | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.08 | 0.25 |
| | | 0.03 | | 0.05 | | 0.03 | | 0.03 | | | | |

*Y4: Tartrazine, Y5: Unset Yellow FCF, B1: Brilliant Blue FCF, B2: Indigocarmine, R102: New Coccine, R2: Amaranth, R3: Erythrosine, R40: Allura Red, G3: Fast Green FCF.

**Table 6.** Percentage (%) of estimated daily intakes (EDI) to acceptable daily intake (ADI) of tar colors

(%)

| Tar colors | Food Types | Sex, Aged EDI to ADI (%) | | | | | | | | High intake group ADI (%) | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | All | | 0-6 aged | | 7-12 aged | | 13-19 aged | | 90th | 95th | |
| | | Male | Female | Male | Female | Male | Female | Male | Female | | | |
| | | average | | average | | average | | average | | | | |
| Y4 | Beverages | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.34 |
| | | 0.05 | | 0.09 | | 0.05 | | 0.04 | | | | |
| | Candies | 0.08 | 0.07 | 0.15 | 0.13 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 0.23 | 0.64 |
| | | 0.07 | | 0.14 | | 0.07 | | 0.05 | | | | |
| | Chocolates | 0.72 | 0.61 | 1.07 | 1.04 | 0.67 | 0.55 | 0.58 | 0.45 | 1.28 | 1.61 | 5.05 |
| | | 0.66 | | 1.06 | | 0.60 | | 0.50 | | | | |
| Y5 | Beverages | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.15 |
| | | 0.02 | | 0.04 | | 0.02 | | 0.02 | | | | |
| | Candies | 0.09 | 0.08 | 0.17 | 0.15 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.18 | 0.27 | 0.76 |
| | | 0.09 | | 0.16 | | 0.09 | | 0.06 | | | | |
| | Snacks | 1.38 | 1.38 | 2.09 | 2.25 | 1.47 | 1.37 | 1.06 | 1.01 | 2.73 | 3.45 | 10.80 |
| | | 1.38 | | 2.16 | | 1.43 | | 1.03 | | | | |
| | Chocolates | 1.78 | 1.51 | 2.65 | 2.58 | 1.65 | 1.35 | 1.44 | 1.11 | 3.17 | 3.98 | 12.51 |
| | | 1.63 | | 2.62 | | 1.49 | | 1.25 | | | | |
| B1 | Beverages | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.08 |
| | | 0.01 | | 0.02 | | 0.01 | | 0.01 | | | | |
| | Candies | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.09 |
| | | 0.01 | | 0.02 | | 0.01 | | 0.01 | | | | |
| | Chocolates | 0.08 | 0.07 | 0.12 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.15 | 0.18 | 0.58 |
| | | 0.07 | | 0.12 | | 0.07 | | 0.06 | | | | |
| R102 | Candies | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.06 |
| | | 0.01 | | 0.01 | | 0.01 | | 0.00 | | | | |
| | Chocolates | 0.35 | 0.30 | 0.52 | 0.51 | 0.32 | 0.27 | 0.28 | 0.22 | 0.62 | 0.78 | 2.46 |
| | | 0.32 | | 0.52 | | 0.29 | | 0.25 | | | | |
| R3 | Candies | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.05 |
| | | 0.01 | | 0.01 | | 0.01 | | 0.00 | | | | |
| | Chocolates | 1.59 | 1.35 | 2.37 | 2.30 | 1.47 | 1.21 | 1.29 | 0.99 | 2.83 | 3.56 | 11.18 |
| | | 1.46 | | 2.34 | | 1.33 | | 1.12 | | | | |
| R40 | Beverages | 0.07 | 0.07 | 0.13 | 0.13 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.13 | 0.48 |
| | | 0.07 | | 0.13 | | 0.07 | | 0.05 | | | | |
| | Candies | 0.08 | 0.07 | 0.14 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 0.22 | 0.62 |
| | | 0.07 | | 0.13 | | 0.07 | | 0.05 | | | | |

*Y4: Tartrazine, Y5: Unset Yellow FCF, B1: Brilliant Blue FCF, B2: Indigocarmine, R102: New Coccine, R2: Amaranth, R3: Erythrosine, R40: Allura Red, G3: Fast Green FCF.

Y4는 과자류에서는 검출되지 않았으나, Y4의 노출량을 캔디류 3.55~17.14 μg/kg·bw/day, 초콜릿류 33.65~120.43 μg/kg·bw/day, 음료류 2.63~7.05 μg/kg·bw/day에서 각각 구하였고, ADI 대비 백분율은 각각 0.05~0.23, 0.50~1.61, 0.04~0.09%의 범위를 보였다. 노출량 평가 결과, 어린이 평균 섭취군은 ADI 대비 각각 0.07, 0.66, 0.05% 수준으로 나타났으며, 남녀로 구분하면 캔디류 0.08, 0.07%, 초콜릿류 0.72, 0.61%, 음료류 0.05, 0.05%의 수준으로 나타났다. 연령별로는 0~6세에서 가장 높게 나타났는데, 이는 체중 차이에 따른 결과이며, 상위섭취군의 90th, 95th percentile은 각각 ADI 대비 캔디류 0.15, 0.23%, 초콜릿류 1.28, 1.61%, 음료류 0.07, 0.09% 수준으로 나타났다.

Y5는 과자류, 캔디류, 초콜릿류, 음료류에서 검출되었으나, 상위섭취군의 90th, 95th percentile은 각각 ADI 대비 과자류 2.73, 3.45%, 캔디류 0.18, 0.27%, 초콜릿류 3.17, 3.98%, 음료류 0.03, 0.04% 수준으로 위해성이 매우 낮은

것으로 판단되었다. B1는 과자류에서 검출되지 않았으며, 다른 어린이기호식품 섭취에 따른 어린이의 B1에 대한 위해성 수준은 낮은 것으로 판단되었다. B2는 캔디류(0.01~0.07 μg/kg·bw/day)에서만 검출되었다. R102와 R3는 캔디류와 초콜릿류에서 검출되었으며, 노출량 평가 결과, 모두 어린이 평균 섭취군이 ADI 대비 각각 1% 미만 수준으로 나타났다. R40은 과자류에서는 검출되지 않았나, 역시 노출량 평가 결과, ADI 대비 1% 미만 수준으로 나타났다.

그러나 Park 등[11]의 연구 결과에서는 사탕 두 개의 시료가 각각 143.92, 301.16 mg/kg으로 ADI를 초과하였다고 보고하였다. 미국의 경우는 적색2호가 발암성이 있다는 이유로 1976년에 식품에서의 사용이 금지되었다[12].

이상의 결과를 종합해 볼 때 초, 중, 고등학교 주변에 유통되고 있는 어린이기호식품의 국내 허용 타르색소의 경우 섭취에 따른 위해성은 매우 낮은 수준이었으며, Y4, Y5의 사용빈도가 높은 것으로 나타났다. Kim 등[4]의 연구에서도 국내 어린이 기호식품 중 Y4, B1, R40의 타르색소 사용빈도가 높았다고 보고하였다. 본 연구결과, 우리나라 학교주변 어린이기호식품은 타르색소의 안전성이 문제시 되지는 않으나, 캔디, 초콜릿류에서 대부분 사용되고 검출되고 있으므로 기업들의 이들 타르식품 사용 자제 등 사용량 저감화 노력이 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

다양한 식품첨가물의 사용과 소비가 증가하고 있으며, 최근 어린이기호식품을 통한 타르색소 등 첨가물의 섭취량이 늘어가고 있다. 본 연구는 시중 유통중인 학교 주변 어린이기호식품을 대상으로 식용색소 황색 제4호(Y4), 황색 제5호(Y5), 청색 제1호(B1), 청색 제2호(B2), 적색 제2호(R2), 적색 제3호(R3), 적색 제40호(R40), 적색 제102호(R102), 녹색 제3호(G3)등 국내 허용된 타르색소 9종에 대한 실태조사를 실시하고 모니터링 분석을 통하여 노출량, 위해성 평가를 수행하였다. 그 결과, 어린이기호식품 82종(과자류 3종, 캔디류 71종, 초콜릿 4종, 음료류 4종)을 통한 타르색소의 섭취수준이 매우 낮고 상위섭취군(95th percentile)에서도 일일섭취허용량(ADI)의 0~3.56%에 불과하였다. 결론적으로 어린이기호식품 섭취에 따른 어린이의 타르색소에 대한 위해성 수준은 매우 낮은 것으로 판단되며, 타르색소 9종 각각의 일일추정섭취량(EDI)이 평균적으로 FAO/WHO에서 권장하는 양보다 낮아 안전한 수준으로 평가되었다. 그러나 어린이기호식품에 사용되는 식품첨가물은 보편적으로 몇 가지 첨가물이 복합적으로 사용되고 있어 어린이의 식품첨가물 섭취에 대한 지속적인 모니터링과 그에 따른 적절한 관리가 필요할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 2010년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원 (08082먹거리999)에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

## 참고문헌

1. Han, Y.J., Kim, J.H., Park, S.Y., Oh, J.H., Jang, Y.M. and Kim, M.Y.: Monitoring of food additives as an artificial sweetener on favorite foods of children. *J. Fd, Hyg. Safety*, **25**, 185-191 (2010).
2. Lee, E,N., Kim, H.J., Im, J.Y., Kim, J.A., Park, H.y., Ryu, J.Y., Ko, K.R. and Kim, H.S.: Survey of caffeine levels in the favorite diets of children. *J. Fd. Hyg. Safety*, **22**, 173-178 (2007).
3. Seo, K.W., Kim, J.P., Cho, B.S., Gang, G.L., Yang, Y.S., Park, J.T. and Kim, E.S.: Study on safety of children snacks in school zone. *J. Fd. Hyg. Safety*, **24**, 154-161 (2009).
4. Kim, H.Y., Nam, H.S., Jung, J.H., Lee, J.H. and Ha, S.C.: Tar color in foods distributed throughout the Gyeong-In region - monitoring favorite good items of children near elementary schools-. *Korean J. Food Sci. Technol*., **40**, 243-250 (2008).
5. 한국보건산업진흥원: 식이를 통한 식품첨가물 섭취량 조사(타르색소, 병용섭취), 식품의약품안전청 용역사업연구결과보고서, pp. 64-79 (2006).
6. 한국보건산업진흥원: 계절별 영유아, 어린이, 청소년의 식품 및 영양섭취량 심층연계분석, 식품의약품안전청 용역사업연구결과보고서 (2010).
7. Lee, H.M. and Rhee, J.O.: Analysis of tar color content in children's favorite foods. *Korean J. Food Preserv.*, **12**, 355-360 (2005).
8. Ministry of Health and Welfare: Study on the application of chemically synthetic food additives in foods. Korea Institution of Food Sanitation, Korea, pp. 194-236 (1997).
9. Park, S.K., Lee, T.S. and Park, S.K.: Estimation of daily dietary intake of food red colors -food red No. 2, No. 3 and No. 40-. *J. Korean soc. Nutr.,* **34**, 75-80 (2005).
10. Kim, S.M. and Kim, J.W.: Development of risk communication strategy and educational homepage on food additives. *Korean J. Community Nutrition*, **15**, 240-252 (2010).
11. Park, S.K., Lee, T.S. and Park, S.K.: Method development for the sample preparation and quantitativev analysis of synthetic colors in foods. *Korean J. Food Sci. Technol*., **36**, 893-899 (2004).
12. Jo, Y.H. and Ham, T.S.: Safe use of coloring agent and administrative status of each country. *Food Technology*, **10**, 28-54 (1997).