J. Fd Hyg. Safety 15(2), 108-113 (2000)

식품 중 합성첨가물 사용실태 조사 연구 -타르색소 중심으로-

윤미혜† · 김국주 · 김정임 · 황선일 · 문수경 · 정은주 · 김재관
경기도 보건환경연구원

Evaluation of Tar Dyes Used in Commercial Foods

Mi-Hye Yoon†, Kook-Joo Kim, Chung-Yim Kim, Sun-Il Hwang, Su-Kyeung Moon, Eun-Ju Jeong and Jae-Kwan Kim
Kyonggi-do Institute of Health and Environment, Suwon 440-290, Korea

ABSTRACT – This study was carried out to propose a simple method for the extraction of seven tar dyes such as tartrazine, sunset yellow FCF, amaranth, erythrosine, allura red, brilliant blue FCF and indigo carmine using aminopropyl amine cartridge and to determine the content of the dyes in candies, soft drinks, ice bars and okchuns produced in Korea. The tar dyes were simultaneously analyzed by reverse phase high performance liquid chromatography(HPLC). The recovery rates of the dyes ranged from 65.8% to 99.6%. The contents of the dyes in candies, soft drinks, ice bars and octhuns were N.D.~50.1 mg/kg, N.D.~49.9 mg/kg, N.D.~56.0 mg/kg and N.D.~867.3 mg/kg, respectively. The types of the dyes used most frequently for candies, soft drinks and ice bars were tartrazine, brilliant blue and amaranth, respectively. Of the samples, tartrazine was used frequently, and indigo carmine was not used at all.

Key words ☐ Tar dyes, HPLC, Aminopropyl amine cartridge

식품첨가물 중 착색료는 식품에 대한 소비자의 선택기준이 내적 품질뿐 만 아니라 외형적 가치에 비중을 두게 됨에 따라 식품의 색상을 아름답게 하여 제품의 가치를 높이기 위한 수단으로 가공단계에서 다양하게 사용되고 있다.

식품의 착색에는 천연색소를 사용하는 것이 바람직하나 원료의 제약으로 화학적 안정성이 우수하고 가격이 저렴한 합성착색료가 널리 사용되고 있으며 그 중에서도 coal tar로부터 합성된 타르색소가 가장 많이 사용되고 있다.[1,2]

타르색소는 그 종류가 수천에 이르지만 발암성 및 유전독성 등 안전성에 문제가 있어[3-5] 각 나라마다 비교적 독성이 적은 것만 식품에 사용하도록 규제하고 있으며[6,7] 우리나라에서도 현재 8종만을 허용하고 있다.[8]

최근 들어 사탕, 음료 및 빙과 등 어린이와 청소년들이 즐겨 찾는 기호식품에 자극적인 색채로 시선을 집중시켜 소비를 증가시키려는 제조업체의 마케팅 전략에 따라 타르색소의 사용은 더욱 증가하게 되었다. 더욱이 소비자들은 각종 합성첨가물의 유익성에도 불구하고 위해성에 더욱 민감하며 특히 착색료 사용에 불안을 느낀다고 한다.[9,10]

따라서 식품에 첨가된 타르색소의 정확한 함량분석을 통한 위생관리가 요구되고 있으나 우리 나라 식품공전[11]에 수재되어 있는 시험법은 정성분석법으로 미량분석이 불가능하며 지금까지 연구 보고된 정량분석법[12-14]들도 방해물질을 제거하기 위한 시료전처리 과정이 다양하고 색소별로 분석조건이 달라 동시정량이 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 시중 유통되고 있는 사탕, 청량음료, 빙과 및 옥춘 등의 식품에 첨가된 타르색소에 대하여 새로운 전처리방법과 HPLC에 의한 동시정량으로 분석시간을 단축하고 정확한 사용실태를 파악하여 식품의 안전수준을 평가하는 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

대상식품: 1999년 2월부터 11월 사이에 서울, 경기지역에서 제조 · 유통되고 있는 사탕류 36개 품목, 옥춘(제수용 사탕) 4개 품목, 청량음료 30개 품목 및 빙과류 30개 품목

†Author to whom correspondence should be addressed.

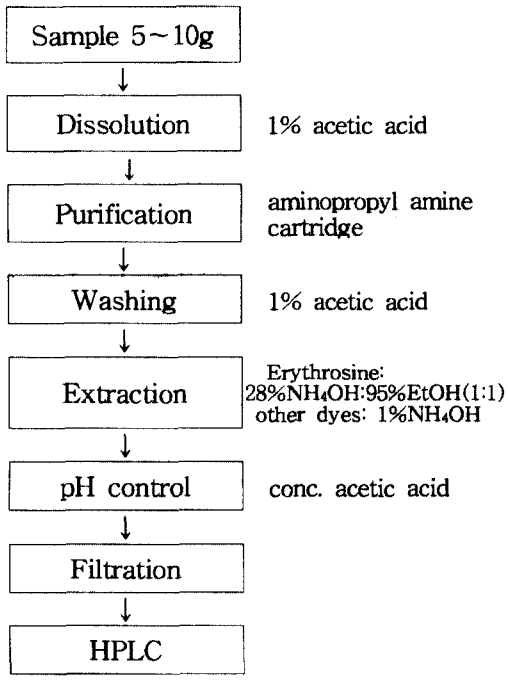

Fig. 1. Procedure of tar dyes analysis for food.

등 총 4종 100개 품목을 구입하여 재료로 사용하였다.

분석대상 타르색소: 황색4호(Tartrazine: Y4), 황색5호(Sunset yellow FCF: Y5), 적색2호(Amaranth: R2), 적색3호(Erythrosine: R3), 적색40호(Allura red: R40), 청색1호(Brilliant blue FCF: B1) 및 청색2호(Indigo carmine: B2)의 7종을 선택하였다.

시약 – 분석대상 타르색소 7종은 표준품으로서 三濼化學工業(Japan)의 食用色素標本을 사용하였고 acetonitrile과 water는 HPLC용으로 J.T. Baker(U.S.A.) 제품을, 그 외 시약은 특급시약을 사용하였으며 정제용 cartridge는 미리 1% 초산 약 10 ml로 용출시킨 aminopropyl amine (1000 mg/6 ml, Spe-ed SPE cartridge, applied separations, U.S.A.)을 이용하였다.

분석방법

표준용액 조제: 위의 타르색소 7종 표준품을 이동상으로 희석하여 혼합표준용액의 최종농도가 각각10 ppm이 되도록 조제하여 표준용액으로 하였다.

시료용액 조제 – 사탕, 청량음료, 빙과를 약 5~10 g 취하여 1%초산으로 용해하고 aminopropyl amine catridge에 통과시켜 색소를 침착 시킨 후 1% 초산으로 여러 번 세척하여 당류를 제거시키고 1% 암모니아수로 색소를 추출하였으며 적색3호가 있는 경우 28%암모니아수 : 95%에탄올(1 : 1)로 추출하였다. 추출액을 초산으로 pH5~6이 되도록 조절 한 후 총량을 10 ml로 하여 시료용액으로 하였다. (Fig. 1)

시험조작: 위의 혼합표준용액 및 시료용액은 0.45 μm filter로 여과하여 Table 1과 같은 조건으로 HPLC(Waters, U.S.A.)분석을 하였으며 혼합표준용액의 크로마토그람은 Fig. 2와 같다.

결과 및 고찰

시료전처리 방법 검토

식품 중의 타르색소 분석은 방해물질의 제거를 위해 시료전처리가 복잡하고 다양하다. 식품공전[11]의 모사염색법, Puttemans[13] 등의 용매추출법, AOAC[15]의 Sep-pak C_{18}에

Table 1. Analysis condition of HPLC

Instrumunts	Waters 510 pump, 486 UV detector, 717 autosampler, autom atedgradient controller, Young-lin autochrom data system			
Column	Symmetry C18(3.9×150 mm, 5 μm)			
Detector	UV 254 nm			
Injection volumn	20 μl			
Mobil phase	Gradient curve #6 (Pump A ↔ Pump B)			
	Time(min)	Flow rate(ml/min)	Pump A	Pump B
	0	0.7	93	7
	5	0.7	93	7
	8	0.7	85	15
	9	0.7	85	15
	14	0.7	70	30
	23	0.7	70	30
	25	0.7	93	7
	30	0.7	93	7

Pump A : 0.175% ammonium acetate, Pump B : acetonitrile

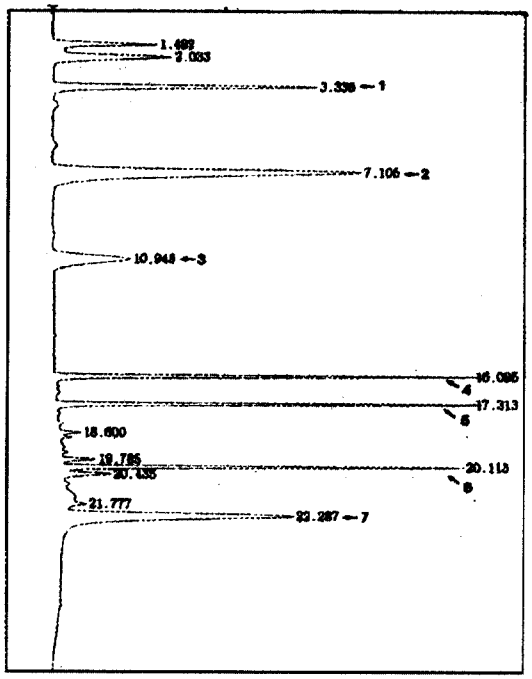

Fig. 2. Chromatogram of standard food tar dyes.
1: Tartrazine, 2: Amaranth, 3: Indigo carmine, 4: Sunset yellow FCF, 5: Allura red, 6: Brilliant blue FCF, 7: Erythrosine

의한 정제법 등은 식품종류에 따른 여러 단계의 추출과정과 정제, 농축, 희석 등의 전처리로 분석시간이 장시간 소요되는 단점이 있다.

이에 본 연구에서는 전처리과정을 간소화하여 분석시간을 단축시키기 위해 aminopropyl amine cartridge를 이용하여 색소를 추출하였다.

Aminopropyl amine cartridge의 색소 보유에 관여하는 산의 영향을 검토하기 위해 초산을 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%의 농도로 조제하여 통과시킨 결과 1.0% 이상의 초산농도에서 색소가 모두 보유되었다.적색3호를 제외한 색소의 용출액으로 1% 암모니아수를 사용하였으며 적색3호에 대한 용출액은 28% 암모니아수 : 95% 에탄올(1 : 1) 혼합용액을 사용하였다.

Aminopropyl amine cartridge를 통과하여 용출된 액은 초산으로 pH 5~6이 되도록 조절 한 후 HPLC용 시험용액으로 하였다.

회수율 검토

위의 타르색소 7종의 50 mg/kg 혼합표준용액을 색이 없는 사탕, 청량음료, 빙과에 첨가한 후 회수율을 검토한 결과 Table 2와 같이 사탕 및 옥춘 66.1~95.6%, 청량음료 69.2~99.6%, 빙과 65.8~96.8% 이었으며 색소별 검출한계는 황색4호, 황색5호, 적색2호, 적색3호, 적색40호 및 청색1호는 0.05 mg/kg, 청색2호는 0.1 mg/kg이었다.

Table 2. Recovery rates of tar dyes added to the foods

Tar dyes	Recovery(mean ± S.D.)		
	Candy(include okchun)	Soft drink	Ice bar
Y4	94.4 ± 0.81	97.5 ± 0.49	96.8 ± 0.70
Y5	89.4 ± 0.75	93.6 ± 0.77	89.6 ± 0.64
R2	93.7 ± 0.51	95.9 ± 0.50	92.3 ± 0.62
R3	78.3 ± 1.83	76.4 ± 2.12	77.2 ± 1.78
R40	93.4 ± 0.68	97.5 ± 0.45	92.8 ± 0.51
B1	95.6 ± 0.85	99.6 ± 0.86	92.0 ± 0.59
B2	66.1 ± 1.37	69.2 ± 1.73	65.8 ± 1.65

S.D.: Standard Deviation,
Y4: Tartrazine, Y5: Sunset yellow FCF, R2: Amaranth,
R3: Erythrosine, R40: Allura red, B1: Brilliant blue FCF,
B2: Indigo carmine

청량음료의 회수율이 사탕, 빙과보다는 다소 높은 것으로 나타났고 색소별 회수율은 적색3호와 청색2호가 비교적 낮았는데 이는 적색3호의 경우 산성 용액하에서는 광선에 약한 키산틴계 색소이고 청색2호는 다른 색소에 비해 안정성이 낮기 때문인 것으로 사료된다.[16]

대상식품의 타르색소 정량 및 사용실태 조사

시중 유통되는 사탕, 청량음료, 빙과, 옥춘 등 100개 품목에 대하여 타르색소의 함량을 분석한 결과 Table 3~6과 같았다.

Table 3에서와 같이 사탕 36개 품목의 타르색소 검출농도 범위는 황색4호 0.5~50.1 mg/kg (평균 14.8 mg/kg), 황색5호 3.0~30.6 mg/kg(평균 16.4 mg/kg), 적색2호 4.5~20.4 mg/kg(평균 12.7 mg/kg), 적색40호 0.5~27.8 mg/kg(평균

Table 3. Content of tar dyes in candies

Tar dyes	Content (mg/kg)			Remark
	Mean	Max.	Min.	
Y4	14.8	50.1	0.5	20[1](55.6)[2]
Y5	16.4	30.6	3.0	7(19.4)
R2	12.7	20.4	4.5	4(11.1)
R3	N.D.	N.D.	N.D.	0
R40	10.3	27.8	0.5	9(25.0)
B1	1.8	3.4	0.2	14(38.9)
B2	N.D.	N.D.	N.D.	0

N.D.: Not Detected, Max.: Maximum, Min.: Minimum
Y4: Tartrazine, Y5: Sunset yellow FCF, R2: Amaranth,
R3: Erythrosine, R40: Allura red, B1: Brilliant blue FCF,
B2: Indigo carmine
[1]Frequency of use for tar dye in food.
[2]Number in parenthesis means percentage.

Table 4. Content of tar dyes in soft drinks

Tar dyes	Content(mg/kg)			Remark
	Mean	Max.	Min.	
Y4	14.4	49.9	0.1	12[1](40.0)[2]
Y5	18.2	29.7	1.0	7(23.3)
R2	16.1	31.6	1.7	6(20.0)
R3	N.D.	N.D.	N.D.	0
R40	20.5	25.8	10.9	3(10.0)
B1	2.2	4.4	0.1	18(60.0)
B2	N.D.	N.D.	N.D.	0

N.D.: Not Detected, Max.: Maximum, Min.: Minimum
Y4: Tartrazine, Y5: Sunset yellow FCF, R2: Amaranth,
R3: Erythrosine, R40: Allura red, B1: Brilliant blue FCF,
B2: Indigo carmine
[1]Frequency of use for tar dye in food.
[2]Number in parenthesis means percentage.

10.3 mg/kg), 청색1호 0.2~3.4 mg/kg(평균 1.8 mg/kg)이었으며 적색3호 및 청색2호는 검출되지 않았다.

사탕류의 색소별 사용빈도는 황색4호가 20개 품목(55.6%)으로 가장 높았고 청색1호 14개 품목(38.9%), 적색40호 9개 품목(25.0%), 황색5호 7개 품목(19.4%), 적색2호 4개 품목(11.1%)순으로 황색계열의 색소가 가장 많이 사용되고 있음을 확인하였다.

청량음료 30개 품목에 대한 분석 결과는 Table 4와 같이 황색4호 0.1~49.9 mg/kg(평균 14.4 mg/kg), 황색5호 1.0~29.7 mg/kg(평균 18.2 mg/kg), 적색2호 1.7~31.6 mg/kg(평균 16.1 mg/kg), 적색40호 10.9~25.8 mg/kg(평균 20.8 mg/kg), 청색1호 0.1~4.4 mg/kg(평균2.2 mg/kg)이었으며, 사탕류와 마찬가지로 적색3호와 청색2호는 검출되지 않았다.

청량음료에의 색소별 사용은 청색1호가 18개 품목(60.0%)으로 가장 많았고 황색4호 12개 품목(40.0%), 황색5호 7개 품목(23.3%), 적색2호 6개 품목(20.0%), 적색40호 3개 품목(10.0%)순이었으며 적색보다는 청색과 황색계열의 색소가 훨씬 많이 사용되고 있는 것으로 나타났다.

또한 빙과류 30개 품목에 대한 분석은 Table 5와 같이 황색4호 1.0~56.0 mg/kg(평균 15.2 mg/kg), 황색5호 0.8~24.7 mg/kg(평균 8.1 mg/kg), 적색2호 2.7~44.8 mg/kg(평균 16.1 mg/kg), 적색40호 2.7~27.4 mg/kg(평균 10.6 mg/kg), 청색1호 0.9~13.0 mg/kg(평균 4.9 mg/kg)의 결과를 나타내었으며 사탕, 청량음료와 마찬가지로 적색3호, 청색2호는 검출되지 않았다.

빙과류에서 가장 많이 사용된 색소는 적색2호로 14개 품목(46.7%)에서 검출되었고 황색4호, 적색40호 및 청색1호가 11개 품목(36.7%)으로 같은 빈도로 사용됐으며 가장 적게 사용된 색소는 4개 품목(13.3%)에서 검출된 황색5호로 사탕, 청량음료와 달리 적색계통의 색소가 월등히 많이 사용되었음을 알 수 있었다.

Table 6은 제수용 사탕인 옥춘 4개 품목에 대한 분석 결과로 색소별 사용빈도와 농도는 황색4호가 4개 품목에서 2.9~389.7 mg/kg(평균 106.7 mg/kg), 적색2호가 1개 품목에서 191.2 mg/kg, 적색3호가 4개 품목에서 38.9~867.3 mg/kg(평균 372.4 mg/kg), 청색1호가 2개 품목에서 0.4~13.8 mg/kg(평균 7.1 mg/kg)으로 다른 식품에 비하여 훨씬 진한 농도로 사용되어 안전성에 대한 문제가 있을 것으로 예측되었다.

위 분석결과를 종합하여 볼 때 식품별 타르색소의 사용농도는 사탕류 N.D.~50.1 mg/kg, 청량음료 N.D.~49.9 mg/kg, 빙과류 N.D.~56.0 mg/kg으로 비슷하였고 옥춘의 경우 N.D.~867.3 mg/kg으로 다른 대상식품에 비하여 15배 이상 진한 농도로 사용되었음을 알 수 있었다. 또한 색소별 사용빈도는 황색 4호가 전 대상식품에서 기본적으로 많이 사용

Table 5. Content of tar dyes in Ice bars

Tar dyes	Content(mg/kg)			Remark
	Mean	Max.	Min.	
Y4	15.2	56.0	1.0	11[1](36.7)[2]
Y5	8.1	24.7	0.8	4(13.3)
R2	16.1	44.8	2.7	14(46.7)
R3	N.D.	N.D.	N.D.	0
R40	10.6	27.4	2.7	11(36.7)
B1	4.9	13.0	0.9	11(36.7)
B2	N.D.	N.D.	N.D.	0

N.D.: Not Detected, Max.: Maximum, Min.: Minimum
Y4: Tartrazine, Y5: Sunset yellow FCF, R2: Amaranth,
R3: Erythrosine, R40: Allura red, B1: Brilliant blue FCF,
B2: Indigo carmine
[1]Frequency of use for tar dye in food.
[2]Number in parenthesis means percentage.

Table 6. Content of tar dyes in Okchuns(candy)

Tar dyes	Content(mg/kg)			Remark
	Mean	Max.	Min.	
Y4	106.7	389.7	2.9	4[1](100)[2]
Y5	N.D.	N.D.	N.D.	0
R2	191.2	191.2	191.2	1(25.0)
R3	372.4	867.3	38.9	4(100)
R40	N.D.	N.D.	N.D.	0
B1	7.1	13.8	0.4	2(50.0)
B2	N.D.	N.D.	N.D.	0

N.D.: Not Detected, Max.: Maximum, Min.: Minimum
Y4: Tartrazine, Y5: Sunset yellow FCF, R2: Amaranth,
R3: Erythrosine, R40: Allura red, B1: Brilliant blue FCF,
B2: Indigo carmine
[1]Frequency of use for tar dye in food.
[2]Number in parenthesis means percentage.

되며, 청색2호는 모든 대상식품에서 사용되지 않고, 적색3호는 옥춘에만 사용되었음을 확인할 수 있었다.

현재 우리 나라에서는 타르색소에 대하여 사용대상식품만이 규정되어 있고 사용량에 대한 기준은 규정되어있지 않다. 그러나 위 분석결과와 같이 사용되는 타르색소의 종류 및 농도가 식품에 따라 차이가 있으므로 식품 섭취량을 다각적으로 검토하여 타르색소 사용식품과 더불어 사용량도 함께 규제해야 할 것으로 사료된다.

최근 들어 식품을 천연색에 가깝고 아름답게 보이기 위한 노력으로 하나의 색소보다는 여러 가지 색소를 혼합하여 사용하는 경우가 점점 많아지고 있다.

대상식품별 혼합색소 사용실태를 살펴보면 Table 7과 같이 사탕 11개 품목(31%), 청량음료 14개 품목(47%), 빙과류 15개 품목(50%)으로 빙과류에서 혼합색소 사용비율이 가장 높게 나타났는데 빙과류는 다른 식품들보다 부형제의 사용이 많아 착색은 물론 색의 표현이 어렵기 때문이라고 사료된다. 옥춘의 경우 4개 품목 모두에서 혼합색소를 사용한 것으로 나타났는데 이는 예로부터 전해 내려오는 제수용품의 특유한 색을 표현하기 위함일 것이다.

혼합색소의 사용은 색을 다양하게 표현하는 등의 장점이 있으나 단일색소보다는 독성이 클 것으로 추정되므로 향후 이에 대한 안전성 평가가 이루어져야 한다.

1950년 미국에서 발생한 인공색소 오렌지1호(FD&C orange No.1)의 과용에 의한 어린이 집단중독 사건을 계기로 타르색소의 독성에 대한 재검토가 시작되어 우리 나라를 비롯한 여러 나라에서 계속적으로 연구되고 있다.[2,17,18]

그 결과 적색2호는 1976년 미국에서 발암성이 있다는 이유로 식품에의 사용이 금지되었고 적색3호의 경우도 미국 식품의약품청(FDA)에서 발암성 판정을 받은 바 있으며[7] FAO/WHO에서 권장하는 일일허용섭취량[19]도 각 색소마다 차이가 있어 황색4호 0~7.5 mg/kg.bw/day, 황색5호 0~2.5 mg/kg.bw/day, 적색2호 0~0.5 mg/kg.bw/day, 적색3호 0~0.1 mg/kg.bw/day, 적색40호 0~7.0 mg/kg.bw/day, 청색1호 0~12.5 mg/kg.bw/day, 청색2호 0~5.0 mg/kg.bw/day로 적색2호와 적색3호가 매우 낮은 편이다.

Table 7. Frequency of use for mixed dyes and single dye

Samples	No. of samles	No. of samles	
		Single dye	Mixed dye
Candy	36	11(31)[1)]	25(69)
Soft drink	30	14(47)	16(53)
Ice bar	30	15(50)	15(50)
Okchun	4	4(100)	0

[1)]Number in parenthesis means percentage.

FAO/WHO에서 권장하는 일일허용섭취량과 비교하여 볼 때 위 대상식품의 대부분은 타르색소 사용에 있어서 크게 문제가 없는 것으로 나타났으나 옥춘과 빙과류의 일부제품에서 사용된 적색3호와 적색2호는 안전수위에 적신호를 보이고 있었다.

적색3호가 867.3 mg/kg이 검출된 옥춘과 적색2호가 191.2 mg/kg이 검출된 옥춘은 제품 1개의 무게가 약 30 g이라면 1개의 제품 속에는 약 26.0 mg, 5.7 mg의 색소를 함유한 것이 되고 적색2호가 44.8 mg/kg이 검출된 빙과는 1개당 6.72 mg이 함유된 것(빙과 무게 150 g 산정)이 되어 체중 10 kg의 어린이가 1개만 섭취하여도 FAO/WHO에서 권장한 적색3호, 적색2호의 일일허용섭취량 1 mg, 5 mg을 초과하게 된다.

미국에서 사용 금지된 적색2호는 우리 나라의 경우 어린이들이 좋아하는 식품 등에 빈번하게 사용되고 있음은 물론 타르색소를 다량 첨가하고도 명칭과 용도를 제대로 표시하지 않은 제품이 많아 소비자에게 식품 선택 시 정확한 정보를 제공하지 못하고 있었다.

따라서 어린이 선호 식품뿐만 아니라 항상 섭취하는 식품은 타르색소의 안전성을 고려하여 사용색소와 더불어 사용량을 규제하는 것이 바람직하며 홍보, 교육, 감시, 표시기준 관리 등으로 다각적인 관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

국문요약

타르색소는 식품의 색상을 아름답게 하여 제품의 가치를 높이기 위한 수단으로 가공단계에서 다양하게 사용되고 있다.따라서 식품 중에 첨가된 타르색소에 대한 정확한 분석으로 위생관리가 요구되고 있으나 현행 식품공전에는 정성시험법만이 수재되어 있으며 지금까지 연구 보고된 분석법들도 시료전처리가 복잡하고 색소별로 분석조건이 달라 동시 정량이 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 시중 유통되고 있는 사탕, 청량음료, 빙과 및 옥춘 등의 식품에 첨가된 타르색소에 대하여 새로운 전처리방법과 HPLC에 의한 동시정량으로 분석시간을 단축하고 정확한 사용실태를 파악하고자 하였다. 황색4호, 황색5호, 적색2호, 적색3호, 적색40호, 청색1호, 청색2호 등 7종의 타르색소에 대하여 시료 전처리법을 검토한 결과 aminopropyl amine cartridge를 이용한 색소 추출법으로 기존의 방법에 비해 전처

리과정을 크게 단축할 수 있었으며 대상식품별 회수율은 사탕 및 옥춘 66.1~95.6%, 청량음료 69.2~99.6%, 빙과 65.8~96.8%의 결과를 얻었다. 대상 식품 4종 100개 품목에 대한 식품별 색소사용농도는 사탕류 N.D.~50.1 mg/kg, 청량음료 N.D.~49.9 mg/kg, 빙과류 N.D.~56.0 mg/kg로 비슷하였고, 옥춘의 경우 N.D.~867.3 mg/kg로 다른 식품보다 15배 이상 진한 농도로 사용되었음을 알 수 있었다. 색소별 사용빈도는 사탕류의 경우 황색4호, 청량음료는 청색1호, 빙과류는 적색2호가 가장 많이 사용되었고 모든 대상식품에서 가장 많이 사용된 색소는 황색4호, 전혀 사용되지 않는 색소는 청색2호로 나타났으며 2개 이상의 혼합색소 사용율이 많아 종합적인 검토의 필요성이 제기되고 있다. 대상식품의 대부분은 타르색소가 FAO/WHO에서 권장한 일일허용섭취량보다 안전한 수준으로 사용되고 있었으나 적색3호와 적색2호가 867.3 mg/kg, 191.2 mg/kg이 검출된 옥춘과 적색2호가 44.8 mg/kg이 검출된 빙과류 등은 안전성이 우려되었다. 또한 발암성의 이유로 미국에서는 사용이 금지된 적색 2호가 우리 나라에서는 사탕 등 어린이 선호 식품에 빈번하게 사용되고 있었다.

참고문헌

1. 문범수: 식품첨가물, 수학사, 114-127 (1990)
2. 김종훈: 식품화학, 탐구당, 787-792 (1990)
3. OECD: OECD *Guideline for testing of chemicals*, **471**, 1 (1983)
4. Dean, B.J., Books, T.M., Hodson-Walker, G. and Huston, D.H.: Genetic toxicology testing of 41 industrial chemicals, *Mutation Research*, **153**, 57 (1985)
5. Kier, L.E., Brusick, K.J., Auletta, E.S. and Von Halle: The Salmonella typhimurium/mammalian microsomal assay-A report of the U.S. Environmental Protection Agency Gene-Tox program. *Mutation Research*, **168**, 69 (1986)
6. 정희곤: 최신식품위생학, 세진사, 263-269 (1988)
7. 조양희, 함태식: 착색료의 안전사용 및 각국의 관리현황, 식품기술, **10**, 28-51 (1997)
8. 식품의약품안전청: 식품첨가물공전 (1998)
9. 한왕근: 식품의 안전성 및 식품첨가물에 대한 소비자 인식에 관한 연구, 고려대학교 석사학위논문 (1990)
10. Ehlers, K.M. and Fox, H.: Food cooperative shoppers, nutrition knowledge, attitudes and concerns, *J. of the American Dietetic Association*, **80**, 160-162 (1982)
11. 식품의약품안전청: 식품공전 (1999)
12. Lawrence J. F., Lancaster F. E. and Conacher H. B. S.: Separation and detection of synthetic food colors by ion-pair high performance liquid chromatography. *J. Chromato.*, **210**, 168-173 (1981)
13. Puttemans M. L., Dryon L., and Massart D. L.: Isolation, identification, and determination of food dyes following ion-pair extraction. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **65**, 737-744 (1982)
14. 김형국, 강찬순, 구영삼, 최보경, 박승희, 서수경, 고건일: 의약품 첨가제에 관한 연구-색소에 관한 연구- , 국립보건원보, **27**, 371-383 (1990)
15. AOAC: Official Methods of Analysis, 16th ed., ch.46, 3-4 (1995)
16. 김정헌, 김복순, 오영희, 김경식, 조태희, 오수경, 한상문, 이덕행: 식용타르색소 수용액의 안전성에 관한 연구, 서울특별시보건환경연구원, **30**, 91-94 (1993)
17. Konishi, H.: 培養細胞を用いた Xanthene系 色素の 光毒性 研究, 信州醫誌, **29**, 386, (1981)
18. Ha, K.W., Jung, H.K., Oh, H.Y. He, O.S. Sohn, S.J., Han, E.S., Jung, S.C., S.J., Han, S.Y., Choi, S.J. and Cho, Y.H.: Mutagenicity studies of food and cosmetic dyes(1), Kor. *J. Food Hygiene*, **8**, 171-179 (1993)
19. 石館守三外 三人: 食品添加物公定書解說書, 鐮川書店, D544-D640 (1992)