

HPLC를 이용한 카페인의 분석법 개발 및 시판 식품중 함유량 조사

김희연 · 이영자 · 홍기형 · 이철원 · 김길생 · 하상철*
식품의약품안전청 식품첨가물평가부, *대구미래대학 제과제빵학과

Development of Analysis Method of Caffeine and Content Survey in Commercial Foods by HPLC

Hee-Yun Kim, Young-Ja Lee, Ki-Hyoung Hong, Chul-Won Lee, Kil-Saeng Kim and Sang-Chul Ha*
Department of Food Additives Evaluation, Korea Food and Drug Administration,
*Department of Confectionary Decoration, Daegu Future College

Abstract

A simple and practical method for determination of caffeine in foods was developed. The analysis of caffeine was performed by reverse phase high performance liquid chromatography using a μ -Bondapak C₁₈ column at isocratic condition with methanol-acetic acid-water(20:1:79) on UV detector at 280 nm. The clean-up and extraction of caffeine in samples were based on a simple pretreatment using a Sep-Pak C₁₈ cartridge. Recovery rates obtained with this method for cider, candy, cookie, milk, ice cream and persimmon leaf tea were 99.23%, 99.50%, 99.17%, 99.37%, 98.93% and 99.10% respectively. And the detection limit of caffeine was 0.1 μ g/mL. With this method, the range of caffeine contents extracted from coffee, green tea, black tea, Oolong tea(tea bag), soft drinks, ice cream, milk and commercial confectionery were 3.38~37.50 mg/g, 16.30~26.10 mg/g, 10.80~16.65 mg/g, 11.25 mg/g, 0.06~0.11 mg/g, 0.04~0.44 mg/g, 0.04~0.39 mg/g and 0.10~1.80 mg/g, respectively. But caffeine was not detected in the other tea such as Acanthopanax sessiliflorum tea, Angelica gigas tea, Angelica tea, Arrow root tea, Duchu'ng tea, Dunggulle tea, Ganoerma lucidum tea, Ginger tea powder, Persimmon leaf tea, Ssanghaiwa tea and Cocoa mix powder.

Key words : caffeine, sep-pak cartridge, high performance liquid chromatography

서 론

기호식품은 제조·가공기술의 발달로 종류나 형태가 점점 다양화되고, 식생활의 변화에 따라 수요가 날로 증가되고 있다. 특히 다류의 소비는 많은 양을 차지하고 있는 실정이다. 최근 식품성분에 대한 새로운 관점에서의 연구가 활발하게 진행됨에 따라 식품 유래의 특정 성분들이 인체의 생리기능 조절에 직·간접적으로 작용하는 사실들이 밝혀지고 있다. 특히 카페인은 중추신경계와 말초신경계를 자극하는 작용을 가지고 있으며 카페인이 함유된 식품을 적당량 섭취할 경우 신경활동이 활발해지고 피로가 경감되는 효과도 있다. 그러나 과잉량 섭취할 경우 신경과민, 흥분, 불면 등을 유발할 수 있으며 심장질환 또는 위궤양 환자에게 나쁜 영향을 준다고 알려졌다⁽¹⁾.

카페인은 1820년 루게(Ruge)에 의해 처음으로 발견되었고, 1827년 오드리(Oudry)가 차에서도 발견하여 테인(Theine)이라고 불렀으나 커피의 카페인과 동일함이 밝혀졌다. 카페인은 냄새가 없는 침상의 결정으로 120~178°C에서 승화되며 뜨거운 물에 잘 녹는 특유의 쓴맛을 가지고 있고 이뇨작용과 강심작용을 나타내는데, 1인당 1일 소비하는 카페인량은 평균 50mg이며, 카페인이 많이 포함된 식품을 소비하는 사람의 경우 1일 700mg 이상을 커피나 차, 콜라, 코코아 등으로부터 섭취하고 있다⁽²⁾.

차의 카페인은 뿌리와 종자에는 함유되어 있지 않지만, 차잎의 경우 종자의 발아 시에 생성되며, 계절별로는 봄철보다 여름철에 함량이 증가한다⁽²⁾. 또한 차잎 중에는 카페인 이외에 테오피릴린(theophylline)과 테오브로민(theobromine) 성분도 소량 함유되어 있다. 차잎 중의 카페인은 원두커피나 마테차에 비해 함량이 많지만, 차를 우려낼 때 60~70% 정도만이 우려나므로 한 잔당 카페인 섭취량은 커피의 절반밖에 되지 않는다

Corresponding author : Hee-Yun Kim, Department of Food Additives Evaluation, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-Dong, Eungpyung-Ku, Seoul 122-704, Korea

다. 더욱이 차잎 중에는 커피에 함유되어 있지 않은 카테킨(catechin)과 테아닌(theanine)성분에 의해 카페인 흡수가 저해되고 생리적 작용이 억제되기 때문에, 커피와 같은 부작용이 적은 것도 차만이 갖는 특징이라 할 수 있다.

임신 중에 있는 여성이 카페인을 섭취할 경우 카페인이 태반을 통해 쉽게 전달되고 혈액으로부터 모유로 쉽게 이행되므로 임신 주변기에 있는 여성에게는 카페인이 함유된 음료와 식품의 섭취를 경고하고 있다^(3,4). 성인의 경우에는 2~6시간만에 카페인이 대사되고, 분해되는데 4일 가량 소요된다. 신생아의 경우에는 섭취된 카페인의 대사가 매우 늦어 적은 양의 카페인이라도 반복해서 섭취하게 되면 신생아의 혈액중에 축적되게 된다⁽⁵⁾. 그러므로 태어나 신생아에게 가능한 나쁜 영향을 주지 않게 하기 위해서는 임신 주변기에 있는 여성에 대해 카페인이 함유된 식품이나 음료, 약제의 섭취를 가능한 제한해야 한다.

카페인의 정량법은 전위차적정법⁽⁶⁾, 흡광광도법^(7,8), 가스크로마토그래프법^(9,10), 박층크로마토그래프법⁽¹¹⁾, 액체크로마토그래프법⁽¹²⁻¹⁷⁾이 보고되고 있다. 그러나 이와 같은 방법들은 시료중의 카페인을 분리·추출하는 전처리 방법이 비교적 어렵고 장시간이 소요되며, 다수의 시료를 신속하게 처리하는 데는 불편한 단점이 있다.

커피, 홍차, 녹차는 널리 애용되는 기호음료로서 다량의 카페인이 함유되어 있다. 그러나 이와 같은 기호음료중의 카페인 함량을 신속하고 정확하게 분석하는 방법이 현재 우리나라에서는 공정화 되어있지 않은 실정이다. 일부 식품첨가물은 사용 기준을 정하여 대상 식품과 허용량을 규제하고 있으나, 천연카페인에 아직까지 분석방법의 공정화가 확립되어 있지 않아 카페인 함유 가공식품의 사후 품질관리가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구자들은 식품 중 공정 시험법이 확립되어 있지 않은 카페인에 대해 우리 실정에 적용이 가능한 시험방법을 개발, 확립하여 우리 나라 국민들의 카페인 식이 섭취 실태파악의 기초자료로 활용하고자 하였으며 이에 확립된 방법을 이용하여 현재 시중에 유통되고 있는 다류 및 음료중의 카페인을 분석하는데 최적의 전처리 방법을 검토하고, 각종 시료중의 카페인함량을 신속 정확하게 측정하였다.

재료 및 방법

실험재료

조사연구기간은 1996년 7월부터 12월에 걸쳐서 실험

하였다. 조사대상식품은 Table 1과 같다. 즉, 다류 15종 82품목, 아이스크림 1종 4품목, 가공유류 1종 2품목, 과자류 4종 13품목 및 청량음료 1종 13품목 등 총 22종 114품목을 대상식품으로 선정하였으며, 특히 녹차는 그 지역에서 재배하여 제조 가공된 것을 구입하였으며, 구입된 검체는 냉장 보관하여 실험재료로 사용하였다.

카페인 표준품은 Sigma사 제품을 사용하였으며 메틸알콜 및 물은 Merck사, 초산은 특급으로서 Aldrich사 제품을 사용하였다. 또한 추출물의 정제를 위하여 Waters사의 Sep-pak alumina A, B, N, silica, florisil 및 C₁₈ 추출카트리지를 사용하였다.

Table 1. Foods collected from 13 provinces for analysis

Name of Samples	Number of samples
Acanthopanax sessiliflorum tea(오가피차)	1
Angelica gigas tea(당귀차)	1
Angelica tea(명일열차)	2
Arrow root tea(취차)	2
Biscuit(비스킷)	4
Black tea(홍차)	
powder	2
tea bag	3
Candy(커피맛캔디)	2
Cocoa mix powder(코코아차)	4
Chocolate(초콜릿)	5
Chocolate products(초콜릿 함유제품)	2
Coffees(커피)	
drink, canned	5
instant powder	7
instant powder(decaffeinated)	2
roasted beans	5
vending instant powder	1
Cola(콜라)	13
Cow's milk	
liquid milk containing recombined milk, low fat, with coffee (저지방 커피우유)	1
liquid milk containing recombined milk, with chocolate (초코우유)	1
Duch'ung tea(두충차)	2
Dunggulle tea(둥굴레차)	2
Ganoerma lucidum tea(영지차)	2
Ginger tea powder(생강차)	2
Green tea(녹차)	
drink, canned	3
leaves, dried(common grade)	22
leaves, dried(crude)	2
tea bag	6
Ice cream(아이스크림)	
chocolate	2
coffee	2
Oolong tea(우롱차)	
drink, canned	1
tea bag	1
Persimmon leaf tea(감잎차)	2
Ssanhwa tea(쌍화차)	2

본 실험에 사용한 기기는 Waters Co. M-510 Solvent Delivery System, M-486 Tunable Absorbance Detector, M-746 Data Module로 구성된 HPLC를 사용하였으며, 분석조건으로는 Column은 μ -Bondapak C18(3.9×300 mm), 용매는 Methanol : Acetic acid : Water(20 : 1 : 79), 유속은 1.0 mL/min, detector는 280 nm에서, injection volume는 10 μ L를, Chart speed는 0.5 cm/min으로 분석하였다.

시험용액의 조제

기호 음료중의 카페인 함량을 분석하기 위해 실제 음용 상태로 분쇄한 원두커피 10g을 약 100°C의 물 120 mL에 사이폰식으로 침출시켰으며, 인스턴트커피는 8 g을 약 100°C의 물 100 mL에 용해시킨 다음 식힌 것을 시험용액으로 하였다. 홍차는 2 g을 약 100°C의 물 120 mL에 2분간 침출시켰다. 녹차는 6 g을 약 80°C의 물 170 mL에 2분간 침출시켰다. 커피음료 및 콜라는 시판되는 것을 그대로 시험용액으로 하였다.

시험조작

시험용액을 Sep-pak cartridge에 5 mL씩 통과시키고 이동상 용매(Methanol : acetic acid : water = 20 : 1 : 79) 15 mL로 용출하여 0.45 μ m membrane filter로 여과한 것을 HPLC에 주입하여 시험을 행하였다.

Sep-pak cartridge를 이용한 추출방법

커피가 들어 있는 캔 음료의 경우에는 유지방, 식물성지방, 단백질이 포함되어 있으므로 이들의 영향을 없애기 위해 지방과 단백질을 isopropanol로 침전시켜 Sep-pak cartridge로 통과시켰다. 액체-고체 추출법에 사용된 Sep-pak cartridge에 따른 카페인의 회수율과 재현성을 보기 위해 일정량의 시료에 카페인 표준용액을 일정량씩 균일하게 첨가한 각 시료를 사용하였다.

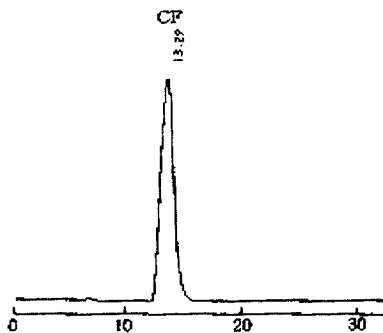


Fig. 1. The HPLC chromatogram of caffeine standard solution.

회수율시험방법

카페인 이 함유되어 있지 않은 시료군(비스킷, 캔디, 사이다, 아이스크림, 우유 및 감잎차)에 각각의 카페인 표준용액(750 μ g/mL, 1,500 μ g/mL, 2,250 μ g/mL)을 첨가하고 앞의 전처리 방법에 의해 처리하여 각 시료군의 회수율을 시험하였다.

정량성과 재현성의 검토

카페인 표준용액을 0.1~100 μ g/mL 농도로 조제된 것을 HPLC의 분석조건으로 하여분석한 피크의 검출 감도로부터 검량선을 작성하였다. 또한 카페인 표준용액(100 μ g/mL)을 동일한 분석조건하에서 5회 주입하여 피크패턴법에 의한 재현성을 검토하였다.

추출시간 및 추출온도의 영향

시료로부터 카페인을 추출할 때 추출온도 및 시간의 영향을 검토하기 위하여 추출시간은 5분 간격으로 20분까지, 추출온도는 20°C부터 20°C간격으로 100°C까지 설정하여 실험하였다.

결과 및 고찰

회수율

카페인 이 함유되어 있지 않은 시료군(비스킷, 캔디, 사이다, 아이스크림, 우유 및 감잎차)에 각각의 카페인 표준용액(750 μ g/mL, 1,500 μ g/mL, 2,250 μ g/mL)을 첨가하고 앞의 전처리 방법에 의해 처리하여 각 시료군의 회수율을 시험한 결과는 Table 2와 같다. 비스킷, 캔디, 사이다, 아이스크림, 우유 및 감잎차에서 각각 99.17%, 99.50%, 99.23%, 98.93%, 99.37% 및 99.10%로 매우 양호한 결과를 나타내었다.

Sep-pak cartridge 종류별 분리능

각종 기호음료중의 방해 성분을 제거하고 카페인을 효과적으로 추출하기 위해 Sep-pak cartridge(C₁₈, silica, alumina A, B, N, florisil)를 이용한 추출법을 검토하

Table 2. Recovery rates of caffeine from various foods (Unit : %)

Name of samples	Run			Mean	RSD
	1	2	3		
Biscuit	98.9	99.4	99.2	99.17	0.25
Candy	97.7	100.0	100.0	99.50	1.62
Cider	98.9	99.5	99.3	99.23	0.30
Ice cream	98.0	99.5	99.3	98.93	0.82
Milk	98.9	100.0	99.2	99.37	0.57
Persimmon leaf tea	100.0	99.0	98.3	99.10	0.86

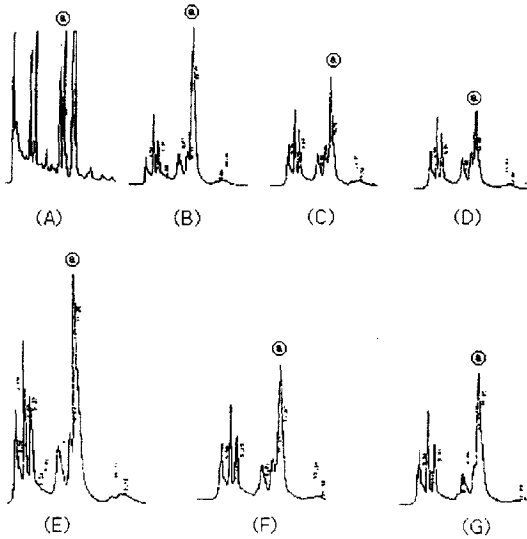


Fig. 2. The HPLC chromatograms of coffee extract at various Sep-pak cartridges treatment. (A) before treatment, (B) C18, (C) silica, (D) florisisil, (E) alumina A, (F) alumina B, (G) alumina N.

였다.

커피가 들어 있는 캔 음료의 경우에는 유지방, 식물성지방, 단백질이 포함되어 있으므로 이들의 영향을 없애기 위해 지방과 단백질을 isopropanol로 침전시켜 Sep-pak cartridge로 통과시켰다. 액체-고체 추출법에 사용된 Sep-pak cartridge에 따른 카페인의 회수율과 재현성을 보기 위해 일정량의 시료에 카페인 표준용액을 일정량씩 균일하게 첨가한 각 시료를 여러 가지 Sep-pak cartridge로 통과시켜 용출된 시료를 HPLC로 분석한 결과는 Fig. 2와 같이 C₁₈과 alumina A의 경우가 효과적으로 방해물질을 제거할 수 있는 것으로 나타났다. Kunugi 등⁽¹⁾은 Estrelut open column으로 추출시료를 정제하여 기호음료 중의 카페인을 정량하였다고 보고하였는데, 본 실험에서는 Kunugi 등이 사용한 open column정제법에 비해 특별한 준비 조작이 필요 없이 간단한 조작만으로 추출물의 정제를 할 수 있었다. 또한 시료의 전처리 시간이 절약되며 다수의 시료를 동시에 처리할 수 있는 잇점과 또한 HPLC 컬럼에 비가역적으로 흡착될 수 있는 불순물을 제거하여 컬럼의 성능을 연장할 수 있었다. 이 결과로서 여러 가지 기호음료 중의 카페인을 정량 분석할 경우 C₁₈ Sep-pak cartridge를 사용함으로써 시료의 전처리 과정을 단축시킬 수 있었으며 분석의 결과도 양호함으로 계속하여 사용하였다.

추출시간 및 추출온도의 영향

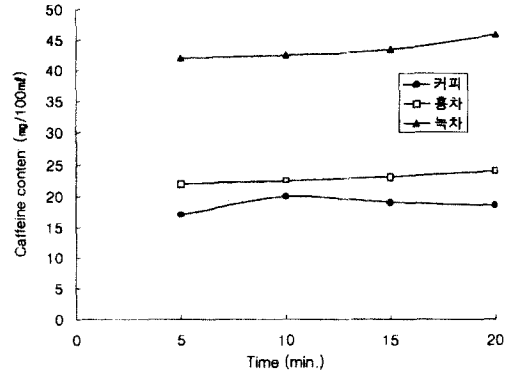


Fig. 3. Effect of extraction time on the contents of caffeine; extracted at 100°C

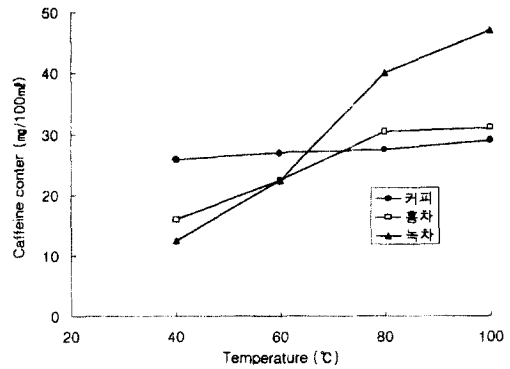


Fig. 4. Effect of extraction temperature on the contents of caffeine; extracted for 10 min.

추출온도 및 시간에 따른 caffeine 추출조건을 검토하기 위하여 추출시간은 5분 간격으로 20분까지, 추출온도는 20°C부터 20°C간격으로 100°C까지 설정하여 실험한 결과는 Fig. 3 및 4와 같다. 커피의 경우 추출온도의 상승에 따라 카페인 함량은 조금 증가하는 경향을 보인 반면, 홍차의 경우는 40°C~80°C까지는 계속 증가하다가 80°C이상에서는 거의 일정하게 유지하였으며, 녹차의 경우는 40°C~100°C까지 함량이 계속 증가하는 경향을 보였다. 반면에 추출시간 5분~10분 사이는 카페인 추출량에 많은 영향을 미치지 않았으나 15~20분 사이는 증가현상을 보였고 20분 이후부터는 큰 영향을 미치지 못하였다. 따라서 원두커피, 녹차 또는 홍차를 끓일 경우 카페인의 용출량 및 관능을 고려하여 추출온도를 80~100°C, 추출시간 20분으로 조절하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

식품중의 카페인 함량

시판 청량음료수중의 카페인 함량에 대한 분석 결

Table 3. Contents of caffeine in commercial soft drink and canned teas
(Unit : mg/g)

Name of samples	Number of samples	Contents
Cola	13	0.06~0.11 (0.08)*
Coffee(canned)	5	0.18~0.75 (0.46)*
Green tea (canned)	3	0.11
Oolong tea (canned)	1	0.06

*mean value

Table 4. Contents of caffeine in commercial ice creams and milks
(Unit : mg/g)

Name of samples	Number of samples	Contents
Ice cream (coffee)	2	0.05~0.44 (0.24)*
(chocolate)	2	0.04~0.29 (0.12)*
Milk (coffee)	1	0.39
(chocolate)	1	0.04

*mean value

과는 Table 3과 같다. 캔커피에서는 0.18~0.75 mg/g(평균 0.47 mg/g)이 검출되었고, 캔녹차에서는 0.11 mg/g이 검출되었으며 캔우롱차에서는 0.06 mg/g으로 녹차보다 다소 낮은 경향을 보여주었다. 콜라에서는 0.06~0.11 mg/g(평균 0.08 mg/g) 검출되었다. 분석 결과 캔커피가 다른 캔음료 보다 약 4~8배 정도 높은 카페인 함량을 나타냈으며 그 다음으로 캔녹차, 콜라, 캔우롱차순으로 나타났다.

가공유류와 아이스크림 중의 카페인 함량의 분석 결과 Table 4와 같다. 커피맛 아이스크림은 시판 커피 음료에서 검출된 카페인 함량(0.46 mg/g)의 절반수준(평균 0.24 mg/g)이 검출되었고, 초콜릿 맛의 아이스크림은 0.04~0.29 mg/g(평균 0.12 mg/g) 검출되었다. 또한 저지방 커피우유는 0.39 mg/g이 검출되었고, 초코우유에서는 0.04 mg/g이 검출되었다.

과자류 중의 카페인 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 초콜릿에서는 시판 4개사의 제품에서 0.40~1.80 mg/g(평균 1.10 mg/g)이 검출되었으며, 초콜릿함유 제품에서는 0.40 mg/g이 검출되었다. 커피함유 비스킷은 0.24 mg/g을 나타내었는데, 이것은 시판 커피의 1/2정도로서 낮은 함량을 나타내었다. 커피함유 캔디는 0.10~0.47 mg/g(평균 0.28 mg/g)의 함량을 나타내었다.

여러 종류의 차의 카페인 함량을 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. 오가피차, 당귀차, 명일엽차, 칩차, 두충차, 둥글레차, 영지차, 생강차, 감잎차, 쌍화차 및 코코아차 모두 검출되지 않았다.

기호식품으로서 일상생활에 많이 마시고 있는 홍차, 커피류, 녹차류 및 우롱차에 대한 카페인 함량을 통상 음용되는 조건으로 추출한 결과를 Table 7에 나

Table 5. Contents of caffeine in commercial confectionery
(Unit : mg/g)

Name of samples	Number of samples	Contents
Biscuit(coffee)	4	0.18~0.30 (0.24)*
Candy(coffee)	2	0.10~0.46 (0.28)*
Chocolate	5	0.40~1.80 (1.10)*
Chocolate products	2	0.4

*mean value

Table 6. Contents of caffeine in various teas (Unit : mg/g)

Name of samples	Number of samples	Contents
Acanthopanax sessiliflorum tea	1	ND
Angelica gigas tea	1	ND
Angelica tea	2	ND
Arrow root tea	2	ND
Cocoa mix powder	4	ND
Duchng tea	2	ND
Dungulle tea	2	ND
Ganoderma lucidum tea	2	ND
Ginger tea powder	2	ND
Persimmon leaf tea	2	ND
Ssanghwa tea	2	ND

All datas are average of three trials.

ND : not detected

Table 7. Comparison of caffeine contents in major teas
(Unit : mg/g)

Name of samples	Number of samples	Contents
Black tea, powder	2	16.65
tea bag	3	10.80
Coffee, vending instant powder	1	37.50
roasted beans	5	12.24
instant powder	7	19.74
instant powder(decaffeinated)	2	3.38
Green tea, leave, dried(common grade)	22	26.10
leaves, dried(crude)	2	17.00
tea bag	6	16.30
Oolong tea, tea bag	1	11.25

타내었다. 커피의 경우 일반적으로 원두커피가 인스턴트 커피보다 카페인 함량이 높을 것으로 생각되고, 탈카페인 커피는 카페인이 없을 것으로 생각되나, 분석한 결과에서는 자판기용커피 37.5 mg/g, 원두커피 12.24 mg/g, 인스턴트커피 19.74 mg/g, 탈카페인커피 3.38 mg/g으로 자판기용 커피의 함량이 가장 높았으며, 탈카페인 커피는 자판기용커피의 9.0%수준으로 나타났다. 녹차의 경우 leaves(common grade)는 26.10 mg/g, leaves(crude)는 17.00 mg/g, tea bag은 16.30 mg/g 이었으며, 홍차의 경우 분말은 16.65 mg/g, tea bag 10.80 mg/g이었으며, 우롱차는 tea bag에서 11.25 mg/g이 검출되었다.

요 약

식품중 분석법에 대한 공정 시험법이 확립되어 있지 않은 카페인에 대해 우리 실정에 적용 가능한 시험방법을 개발, 확립함과 동시에 확립된 시험방법을 토대로 우리나라 국민들의 카페인 식이섭취 실태파악의 기초자료로 활용하고자 식품중의 카페인 함량을 측정하였다. 카페인 정량은 Sep-pak C₁₈ cartridge를 이용한 간단한 전처리를 통해 효과적으로 불순물을 제거한 후 메틸알콜-초산-물(20:1:79)을 이동상으로 하고 μ -Bondapak C₁₈ 칼럼을 사용하여 파장 280 nm에서 고속 액체크로마토그래피분석을 행하였다. 동 조작조건에서 조사대상 식품군 별인 다류, 아이스크림, 가공유류, 과자류 중 카페인 무함유 식품인 감잎차, 바닐라아이스크림, 우유, 쿠키, 캔디, 사이다를 대상으로 회수율을 검토한 결과는 각각 99.10%, 98.93%, 99.37%, 99.17%, 99.50% 및 99.23%이었고 검출 한계는 0.1 μ g/mL 였다. 또한 시중에 유통되고 있는 다류 15종 82품목, 아이스크림 1종 4품목, 가공유류 1종 2품목, 과자류 4종 13품목 및 청량음료 1종 13품목 등 총 22종 114품목을 조사대상 식품으로 하여 식품의 카페인 함량을 분석한 결과는 다음과 같다. 커피중 자판기용커피는 37.50 mg/g, 원두커피는 12.24 mg/g, 인스탄트커피는 19.74 mg/g, 탈카페인 커피는 3.38 mg/g이었으며, 녹차는 leaves(common grade)가 26.10 mg/g, leaves(crude)는 17.00 mg/g, tea bag은 16.30 mg/g이었고, 홍차는 분말에서 16.65 mg/g, tea bag은 10.80 mg/g이었다. 우롱차는 tea bag에서 11.25 mg/g이었으며, 코코아차, 기타 다류인 오가피차, 당귀차 칩차, 두충차, 둥굴레차, 영지차, 생강차, 명일엽차, 감잎차 및 쌍화차 등에서는 검출되지 않았다. 캔음료 중 캔커피 0.18~0.75 mg/g, 캔 녹차 0.11 mg/g, 캔우롱차 0.06 mg/g, 콜라 0.06~0.11 mg/g이었으며, 아이스크림 중 커피 아이스크림 0.05~0.44 mg/g, 초콜릿 아이스크림 0.04~0.29 mg/g이었고, 가공유류중 저지방 커피우유 0.39 mg/g 및 초콜릿우유 0.04 mg/g이었다. 과자류중 초콜릿함유 과자류는 0.40 mg/g 및 비스킷 0.18~0.30 mg/g이었으며, 초콜릿과 캔디는 각각 0.40~1.80 mg/g과 0.10~0.47 mg/g이었다. 이상의 결과로서 본 시험법은 간단하고 신속하게 다량의 시료를 처리할 수 있는 분석방법으로서 식품중 공정시험법으로 적용할 수 있으며, 또한 본 분석결과를 토대로 우리나라 국민들의 카페인 식이 섭취 실태파악에 기초자료로서 활용이 기대된다.

문 헌

- Caffeine in Coffee, Black Tea and Green Tea by High Performance Liquid Chromatography. Journal of the Food Hygienic Society of Japan. 29: 136-140 (1988)
- Kim, J.T. Science and Culture of Tea, p. 160. Borim press, Seoul, Korea (1996)
- Morris, M.B. and Weinstein, L. Caffeine and the fetus : Is trouble brewing?. Am. J. Obstet. Gynecol. 140: 607-610 (1981)
- Resman, B.H., Blumenthal, H.P. and Jusko, W.J. Breast milk distribution of theobromine from chocolate. J. Pediatr. 91: 477-480 (1977)
- Aldrige, A., Aranda, J.V. and Neims, A.H. Caffeine metabolism in the developing infant. Pharmacology 20: 263 (1978)
- Lau, O.W., Luk, S.F. and Cheung, Y.M. Simultaneous determination of ascorbic acid, caffeine and paracetamol in drug formulations by differential-pulse voltammetry using a glassy carbon electrode. Analyst. 114: 1047-1051 (1989)
- Newton, J.M. Spectrophotometric determination of caffeine in coffee products. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 62: 705-708 (1979)
- Strahl, N.R., Lewis, H. and Fargen, R. Comparison of gas chromatographic and spectrophotometric method of determination for caffeine in teas. J. Agric. Food Chem. 25: 233-235 (1977)
- Pharmaceutical Society of Japan. Standard Method of Analysis for Hygienic Chemists with Commentary, pp. 282. Kingbara Press, Japan (1980)
- AOAC. Official Method of Analysis, 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1975)
- Lehmann, G., Haug, I. and Schlosser, R.Z. Determination of the Caffeine Contents of Coffee and Foods Containing Caffeine by Using of the Extrelut Column. Lebensm. Unters. Forsch. 172: 87-89 (1981)
- Ishida, H., Sekine, S. and Kimura, S. Gas chromatographic determination theobromine in foods. Journal of the Food Hygienic Society of Japan, 27: 75-80 (1986)
- Blauch, J.L. and Tarka, S.M. HPLC determination of caffeine and theobromine in coffee, tea and instant hot cocoa mixes. J. Food Science 48: 745-750 (1983)
- Duijn, J.V. and Stegen, G.H.D. Analysis of caffeine and trigonelline using high-performance liquid chromatography. J. Chromatogr. 179: 199-204 (1979)
- Kreiser, W.R. and Martin, R.A. High pressure liquid chromatographic determination of theobromine and caffeine in cocoa and chocolate products. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 63: 591-594 (1980)
- Smyly, D.S.W., Woodward, B.B. and Conrad, E.C. Determination of saccharine, sodium benzoate, and caffeine in beverage by reverse phase high pressure liquid chromatography. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 59: 14-19 (1980)
- Kreiser, W.R. and Martin, R.A. High pressure liquid chromatographic determination of theobromine and caffeine in cocoa and chocolate products. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 61: 1424-1427 (1978)