

식품 중 부정 혼입된 비만치료제 및 사용금지 성분 실태조사

윤지숙 · 최장덕 · 권기성 · 조천호*

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 신중유해물질팀

Screening of anti-obesity drugs, their analogues and prohibited ingredients in slimming foods

Jisuk Yun, Jangduck Choi, Kisung Kwon, and Cheon-Ho Jo*

New Hazardous Substance Team, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

Abstract Globally, obesity has been recognized as a serious health problem. Recently, slimming foods for weight loss and maintenance were found to contain anti-obesity drugs, their analogues, and prohibited ingredients. To avoid inspections by the Government, structurally modified analogs have been continuously synthesized. For rapid determination of adulterated slimming products, we simultaneously analyzed 21 illegal compounds using liquid chromatography (LC) equipped with photo diode array, and LC coupled with tandem mass spectrometry. The validation of the method was performed with regard to selectivity, linearity, limit of detection, limit of quantification, precision, and accuracy. We purchased 128 samples from the Korean market and online sources in the year 2015. In 31 samples, 3 illegal compounds were detected as follows: 9.9-135.3 mg/g of sibutramine, 0.2-17.5 mg/g of yohimbine, and 1.8 mg/g of icariin. This simultaneous detection method might prove to be a simple and rapid analysis for monitoring illegal compounds in slimming foods.

Keywords: illegal compound, anti-obesity drug, adulteration, obesity, slimming product

서 론

비만은 체내에 지방이 과도하게 축적된 상태를 말하는 것으로, 1996년 세계보건기구(WHO)에서는 치료가 필요한 만성질환으로 규정하였으며, 대사 증후군(metabolic syndrome)의 주요인자로 인식되고 있다. 소득 수준이 향상되고 웰빙과 건강에 대한 관심이 증가되면서 다양한 다이어트 식품이 개발되어 판매되고 있다. 또한 인터넷 쇼핑이 편리해지면서 해외직구를 통해 다양한 식이 보충제나 건강기능식품을 손쉽게 구매할 수 있게 되었다. 특히 일부 식품들은 천연(natural) 혹은 허브 제품(herbal formulation)임을 강조하면서 부작용이 전혀 없고, 안전한 것처럼 광고하면서 소비자를 현혹하고 있다. 단기간에 체중조절 효과를 극대화하기 위하여 시부트라민(sibutramine)과 오르리스타트(orlistat)와 같은 비만치료제 성분이나 이들의 화학구조를 일부 변형시킨 유사물질, 이뇨제와 항우울제 같은 의약품 성분, 사용금지 원료 등을 식품에 첨가하는 사례가 늘고 있다. 특히 비만치료제 성분의 화학구조를 일부 변형시킨 유사물질은 액체크로마토그래피(liquid chromatography, LC)-photo diode array (PDA) 분석 시 피크의 머무름 시간

(retention time)이 상이하여 기존의 방법으로는 검출이 어려운 점을 이용하여, 새로운 유사물질들을 합성하여 식품에 첨가하고 있다. 식품의약품 통계연보에 의하면 2014년에 정식 수입된 건강기능식품 8,520건을 검사한 결과 부적합 건수가 81건 이었다(1). 식품의약품안전처에서 2013년부터 2015년까지 수행한 연구사업 결과를 보면, 해외인터넷 사이트와 국내 시장에서 유통 중인 식품 1,063건 중 발기부전치료제, 비만치료제 및 그 유사물질과 사용금지 성분이 혼입된 경우가 229건(22%)으로 나타났다(2-4). 개인이 해외직구를 통해 구입하는 식품은 국내에 수입 허가된 제품이 아니더라도 구매가 가능하며, 통관 시 특별한 검사가 진행되지 않기 때문에, 인체에 유해하거나 허가되지 않은 성분들이 포함될 수 있으므로 각별한 주의가 필요하다.

시부트라민은 선택적 세로토닌 재흡수 억제제(selective serotonin reuptake inhibitor)로 원래 우울증 치료제로 미국 식약청 (Food and Drug Administration, FDA)의 승인을 받았으나, 신경성 식욕항진증에 효과가 있을 뿐만 아니라 단기간의 임상시험에서 체중감소 효과를 나타내어 비만치료제로 사용되었던 약물이다(5). 특히 과도한 식욕으로 인한 비만과 체중증가에 효과적이어서 비만치료제 시장에서 독보적인 행보를 보였으나, 2010년 심발작, 뇌졸중 등 심혈관계에 심각한 부작용을 일으켜 사용이 중지되었다(6). 비만치료제 유사물질을 만들어 식품에 혼입하는 이유는 LC분석 시 머무름 시간이 달라 검출이 어렵기 때문이다. 그러나 식품공전 제2.5.12에는 발기부전치료제, 당뇨병치료제, 비만치료제 등과 화학구조가 근원적으로 유사한 합성물질은 식품 중에 검출되어서는 아니 된다고 명시되어 있으며(7), 이러한 유사물질을 불법적으로 혼입한 식품들을 제조하거나 판매한 사람 모두 식품위생법에 따라 행정처분 대상이 된다.

*Corresponding author: Cheon-Ho Jo, New Hazardous Substance Team, Food Safety Evaluation Department, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Chungbuk 28159, Korea
Tel: +82-43-719-4453
Fax: +82-43-719-4450
E-mail: jch77@korea.kr
Received June 2, 2016; revised July 7, 2016;
accepted July 9, 2016

Table 1. Classification of 21 illegal compounds investigated in this study

Classification	Compound
Anti-obesity drugs (2)	Sibutramine, Orlistat
Sibutramine analogues (4)	Desmethylsibutramine, didesmethylsibutramine, chlorolsibutramine, benzylsibutramine
Hypoglycemic drugs (4)	Glibenclamide, gliclazide, glipizide, glimepiride
Other drugs (4)	Liothyronine (T3), levothyroxine (T4), ephedrine, fenfluramine
Prohibited compounds (7)	N-nitrosafenfluramine, fluoxetine, phenolphthalein, cascarosides (cascaroside A, B, C, D), sennosides (sennoside A, B), icariin, yohimbine

그러므로 본 연구에서는 다이어트 식품 중 부정 혼입된 비만 치료제와 그 유사물질, 의약품 성분, 사용 금지 성분 등 총 21종의 부정물질을 동시분석법으로 스크리닝 하였으며, 불법 성분 혼입에 대한 실태조사 결과는 식품 안전관리를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

분석 대상 시료

식품에 부정 혼입된 비만치료제와 그 유사물질, 의약품 성분, 사용 금지 성분 등의 실태조사를 위하여 해외 인터넷 사이트와 국내에서 유통되고 있는 다이어트 식품 128건을 구입하였다. 구입한 시료는 분석 전까지 판매되는 조건과 동일한 조건에서 보관하였다.

시약 및 초자

비만치료제 성분인 시부트라민과 오르리스타트는 한미약품 (Hwaseong, Korea)에서 제공받았고, 시부트라민 유사물질 4종인 데스메틸시부트라민 (desmethylsibutramine), 디데스메틸시부트라민 (didesmethylsibutramine), 클로로시부트라민(chlorosibutramine), 벤질 시부트라민(benzylsibutramine)과 펜플루라민(fenfluramine), N-니트로소펜플루라민(N-nitrosafenfluramine)은 식품의약품안전처에서 합성한 표준품을 사용하였다. 글리베클라마이드(Glibenclamide), 글리클라지트(gliclazide), 글리피지트(glipizide), 글리메피리드(glimepiride), 리오티로닌(liothyronine, T3), 레보티록신(levothyroxine, T4), 에페드린(ephedrine), 플루옥세틴(fluoxetine), 이카린(icariin), 요힘빈(yohimbine), 페놀프탈레인(phenolphthalein)은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 센노사이드(sennoside) A와 B는 Wako (Osaka, Japan)에서 구입하였다. 카스카로사이드(Cascaroside) A, B, C, D는 식품의약품안전처에서 식이보충제(dietary supplement)로 판매되고 있는 식품을 분리정제하여 제조한 표준품을 사용하였다. 이동상 제조에 필요한 sodium-1-hexane sulfonate와 포름산(formic acid)은 Sigma-Aldrich 제품을 구입하였고, 인산(phosphoric acid)은 Wako (Osaka, Japan) 제품을 사용하였다. 액체크로마토그래피용 아세토니트릴(acetonitrile)과 메탄올(methanol)은 Merck (Darmstadt, Germany)에서 구입하였고, 물은 Barnstead Nanopure (Thermo Scientific, Marietta, OH, USA)를 이용하여 얻은 초순수 3차 증류수를 사용하였다.

표준용액의 조제

표준원액(stock standard solution)은 표준품을 각각 메탄올에 녹여 10 mg/10 mL이 되도록 제조하였고, 혼합 표준용액(mixed standard solution)은 표준원액을 70% methanol에 녹여 감도에 따라 10-200 mg/L의 농도가 되도록 제조하였다. 검량선(calibration curve) 작성을 위한 표준용액(working stand solution)은 표준원액을 70% (v/v) 메탄올로 희석하여 0.5-50 mg/L의 농도가 되도록 제조하였

Table 2. HPLC/PDA conditions for 21 illegal compounds

Parameter	Condition		
Instrument	Shiseido Nanospace S1-2		
Column	Capcell Pak C18 MG II (4.6×250 mm, 5.0 μm)		
Column temperature	40°C		
Mobile phase	A: 0.5 mM sodium-1-hexane sulfonate in 0.1% phosphoric acid B: 95% acetonitrile		
Gradient conditions	Time (min)	A (%)	B (%)
	Initial	85	15
	6	85	15
	15	70	30
	30	60	40
	32	60	40
	40	0	100
	50	0	100
	52	85	15
	60	85	15
Flow rate	1.2 mL/min		
Injection volume	10 μL		
Detector	UV 220, 291 nm (200-400 nm)		

다. 본 연구에서는 비만치료제 및 그 유사물질, 사용금지성분 등 21종을 5그룹으로 나누어 분석하였으며, 표준원액과 혼합표준용액은 분석 전까지 갈색병에 담아 4°C에서 냉장 보관하였다.

전처리 방법

모든 시료는 분쇄 및 균질화한 후 1g을 취하여 70% (v/v) 메탄올 50 mL에 녹여 10분간 초음파 추출하고, 4,000 rpm에서 5분간 원심분리 하였다. 상층액(supernatant) 1 mL을 취해 0.45 μm 시린지 필터(syringe filter; Teknokroma, Barcelona, Spain)로 여과한 후 시험용액으로 사용하였다.

기기 및 분석조건

고속액체크로마토그래피(High performance liquid chromatography, HPLC)-PDA 분석은 Nanospace S1-2 (Shiseido, Tokyo, Japan)를 이용하였으며, 분석에 사용한 컬럼은 Shiseido Capcell Pak C18 MGII (4.6×250 mm, 5.0 μm)이었다. 이동상은 0.5 mM sodium-1-hexane sulfonate가 들어있는 0.1% 인산(이동상 A)과 95% 아세토니트릴(이동상 B)을 사용하였으며, 1.2 mL/min의 유속으로 농도구배조건으로 분석하였다(Table 2). 컬럼 온도는 40°C이었고, 시료 2 μL을 HPLC에 주입하여 60분간 분석하였다. PDA 검출기의 파장은 200-400 nm으로 분석하여 각 피크에 해당하는 스펙트럼을 확인하였으며, 이카린, 요힘빈, 카스카로사이드는 291

Table 3. UPLC-MS/MS conditions for 21 illegal compounds investigated in this study

Parameter	Condition		
Instrument	Waters AQUITY UPLC		
Column	AQUITY UPLC™ BEH C18 (2.1×100 mm, 1.7 μm)		
Column temperature	40°C		
Mobile phase	A: 0.1% formic acid in D.W. B: 0.1% formic acid in acetonitrile		
UPLC	Time (min)	A (%)	B (%)
	Initial	95	5
	3.0	95	5
	7.0	90	10
	14.0	20	80
	16.0	20	80
	16.1	5	5
18.0	95	5	
Flow rate	0.3 mL/min		
Injection volume	2 μL		
Instrument	Waters Xevo TQ-S		
Ionization source	ESI		
Desolvation temperature	500°C		
Desolvation gas flow	800 L/h		
Capillary voltage	2.5 kV		
Cone voltage	25 V		
Source temperature	150°C		

nm, 그 외 성분은 220 nm에서 피크의 머무름 시간을 확인하였다.

HPLC-PDA로 1차 스크리닝 한 후, 질량분석법(LC-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)로 정성시험을 하였다. LC-MS/MS는 Xevo TQ-S (Waters, Milford, MA, USA)를 사용하였으며, 분석용 컬럼은 Waters AQUITY UPLC™ BEH C18 (2.1×100 mm, 1.7 μm)를 사용하였다. 이동상은 0.1% 포름산이 들어있는 물(이동상 A)과 0.1% 포름산이 들어있는 아세토니트릴(이동상 B)을 사용하였으며, 0.3 mL/min의 유속으로 농도 구배 조건으로 분석하였다(Table 3). 컬럼 온도는 30°C로 설정하였고, 시료 2 μL를 주입하여 18분 동안 분석하였다.

시험법 유효성 검증

본 연구에서는 식품공전(8)에 수제되어 있지 않으면서, Choi 등(9)과 Kwon 등(4)의 선행연구에서 분석하지 않았던 성분인 벤질시부트라민에 대해서 시험법 유효성 검증을 실시하였으며, 선택성(selectivity), 직선성(linearity), 검출한계(limit of detection, LOD), 정량한계(limit of quantification, LOQ), 정밀성(precision), 정확성(accuracy)을 확인하였다. 벤질시부트라민이 검출되지 않은 공시료에 벤질시부트라민 표준용액을 첨가하여 선택성을 확인하였고, 표준용액을 농도별로 분석하여 얻은 검량선으로부터 회귀식과 결정계수(coefficient of determination, r^2)를 산출하여 직선성을 확인하였다. 검출한계와 정량한계는 표준용액을 첨가한 시료를 5회 반복 측정하였으며 얻은 농도의 표준편차(standard deviation, σ)를 산출하여, 3배(3σ), 10배(10σ)되는 값을 적용하였다. 정확성은 5 μg/mL와 25 μg/mL의 표준용액을 공시료에 첨가하여 회수율을 확인하였으며, 3일간 5반복 측정하였다. 정밀성은 2 농도 수준에서 1일 동안 5회 측정하는 일내 분석(intra-day assay)과 3일에 걸쳐

Table 4. Accuracy and precision of benzyisibutramine

Spiked concentration (μg/mL)	Accuracy (% Recovery) (n=15, α=0.01)	Precision (% RSD)	
		Intra-day	Inter-day
5.0	94.5±0.7 ¹⁾	0.5	1.1
25.0	94.7±1.0	0.4	1.6

¹⁾The values are mean±confidence interval.

동일 실험을 반복하는 일간 분석(inter-day assay)을 실시하여 얻은 상대표준편차(percentage of relative standard deviation, % RSD)로 확인하였다. 일간 정밀성은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance, one-way ANOVA)으로 유의성 검증을 시행하였으며, 정확성과 정밀성은 AOAC 가이드라인(10)에 적합한지 확인하였다.

통계처리

평균, 표준편차, 일원배치 분산분석을 산출하기 위하여 엑셀(Microsoft office 2010)의 데이터분석 프로그램을 사용하였다. 유의수준 95%에서 F검정을 시행하였다($p=0.05$).

결과 및 고찰

시험법 유효성 검증

벤질시부트라민은 2013년 미국에서 규명된 시부트라민 유사물질로 이온이동분석법(ion mobility spectrometry)과 LC-MS/MS로 분석하거나(11), 액체크로마토그래피-사중극자 이온트랩질량분석기(LC-quadrupole linear ion trap mass spectrometry)로 분석한 보고(12)는 있으나, LC-PDA와 LC-MS/MS로 비만치료제와 유사물질을 동시 분석한 보고는 없다. 그러므로 본 연구에서는 다이어트 제품에 불법적으로 혼입되는 비만치료제 유사물질을 포함한 부정물질 21종을 동시분석하기 위하여 HPLC-PDA와 LC-MS/MS를 이용한 간단하고 신속한 분석법을 개발하였으며, 식품공전(8)에 수제되어 있지 않은 비만치료제 유사물질인 벤질시부트라민에 대하여 시험법 유효성 검증을 실시하였다.

비만치료제 유사물질인 벤질시부트라민의 선택성을 확인하기 위하여 공시료와 표준용액을 첨가한 시료를 HPLC-PDA로 분석하였다. 공시료에서는 벤질시부트라민의 피크가 검출되지 않았고, 표준용액을 첨가한 시료에서는 표준용액과 동일한 피크의 머무름 시간과 스펙트럼이 검출되었으며, 방해 피크 없이 특이성 있는 피크를 확인하였다. LC-MS/MS에서도 공시료에서는 벤질시부트라민의 모이온(precursor ion)이 검출되지 않았으나 표준용액을 첨가한 시료에서는 표준용액의 피크와 머무름 시간이 일치하였으며, 딸이온(product ion)의 질량 스펙트럼이 동일한 양상을 보였다. 벤질시부트라민 표준용액을 0.5-50 μg/mL가 되도록 희석하여 HPLC-PDA로 분석한 결과, 회귀식은 $y=101208x+6280.7$ 이었고, 결정계수(r^2)가 0.999 이상으로 우수한 직선성을 보였다. 벤질시부트라민의 검출한계 및 정량한계는 5, 15 μg/mL이었다. 정밀성과 정확성은 Table 4에 나타내었다. 회수율은 94%로 AOAC 가이드라인(10)인 75-120%에 적합하였다. 정밀성 확인을 위하여 1일 간 2 농도 수준에서 5회 반복하는 일내 분석과 3일에 걸쳐 동일 실험을 반복하는 일간 분석한 결과, 상대표준편차 1.6% 이하로 AOAC 가이드라인(10)인 8% 미만에 적합하였다. 또한 분산분석으로 일간 정밀성에 대한 유의성 검증을 하였을 때, 통계적으로 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$).

Table 5. Levels of illegal compounds detected in slimming food

	Detected N.	Concentration		Content (mg/unit) ²⁾
		Mean ¹⁾ (mg/g)	Range (mg/g)	
Sibutramine	4	54.2±55.6	9.9-135.3	6.6-39.2
Yohimbine	26	3.4±3.8	0.2-17.5	0.1-15.2
Icariin	1	1.8	1.8	2.6

¹⁾The values are mean±standard deviation.

²⁾Content per dosage form, including capsule or tablet

다이어트제품 중 비만치료제, 유사물질 및 사용금지 성분 실태조사

다이어트제품의 효과를 극대화하기 위하여 식품에 사용할 수 없는 비만치료제, 비만치료제의 화학구조를 일부 변형시킨 유사물질, 의약품 성분 등 사용금지 성분 등을 불법적으로 혼입하여 판매하고 있다. 다이어트제품에 혼입되는 성분은 주로 다이어트 치료제와 유사물질, 이노제, 완화제, 항우울제, 자극제, 혈당강하

제 등이다. 특히 비만치료제 유사물질이 지속적으로 합성되어 건강기능식품에 첨가되고 있는데, 화학구조를 일부 변형시킨 유사물질은 LC-PDA 분석 시 피크의 머무를 시간이 상이하여 기존의 방법으로는 부정물질 검출이 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 식품에 부정 혼입되는 비만치료제 2종, 식품공전 미수제 유사물질인 벤질시부트라민을 포함한 유사물질 4종, 의약품 성분 4종, 식품에 사용이 금지된 원료의 활성성분인 요힘빈, 이카린을 포함하여 7종을 포함하여 총 21종을 동시분석법으로 분석하였다.

해외 인터넷 사이트 및 국내 오프라인 매장에서 다이어트 목적으로 판매되고 있는 식품 128건을 구매하여 HPLC-PDA와 LC-MS/MS로 분석한 결과, 31건(24%)에서 시부트라민, 요힘빈, 이카린이 검출되었다(Table 5). 이들 부정물질이 검출된 시료 31건은 모두 해외 인터넷 사이트를 통해 구매한 제품이었다. 본 연구에서 분석한 다이어트제품 중 가장 많이 검출된 성분은 요힘빈으로 26건 검출되었고, 검출 농도는 0.2-17.5 mg/g이었으며, 시부트라민 4건(9.9-135.3 mg/g), 이카린 1건(1.8 mg/g)이 검출되었다(Table 6, Fig. 1). Jang 등(2)은 다이어트 제품 중 시부트라민 2.8-82.1 mg/g, 요힘빈 5.6-9.2 mg/g이 검출되었다고 보고하였고, Jang 등(3)

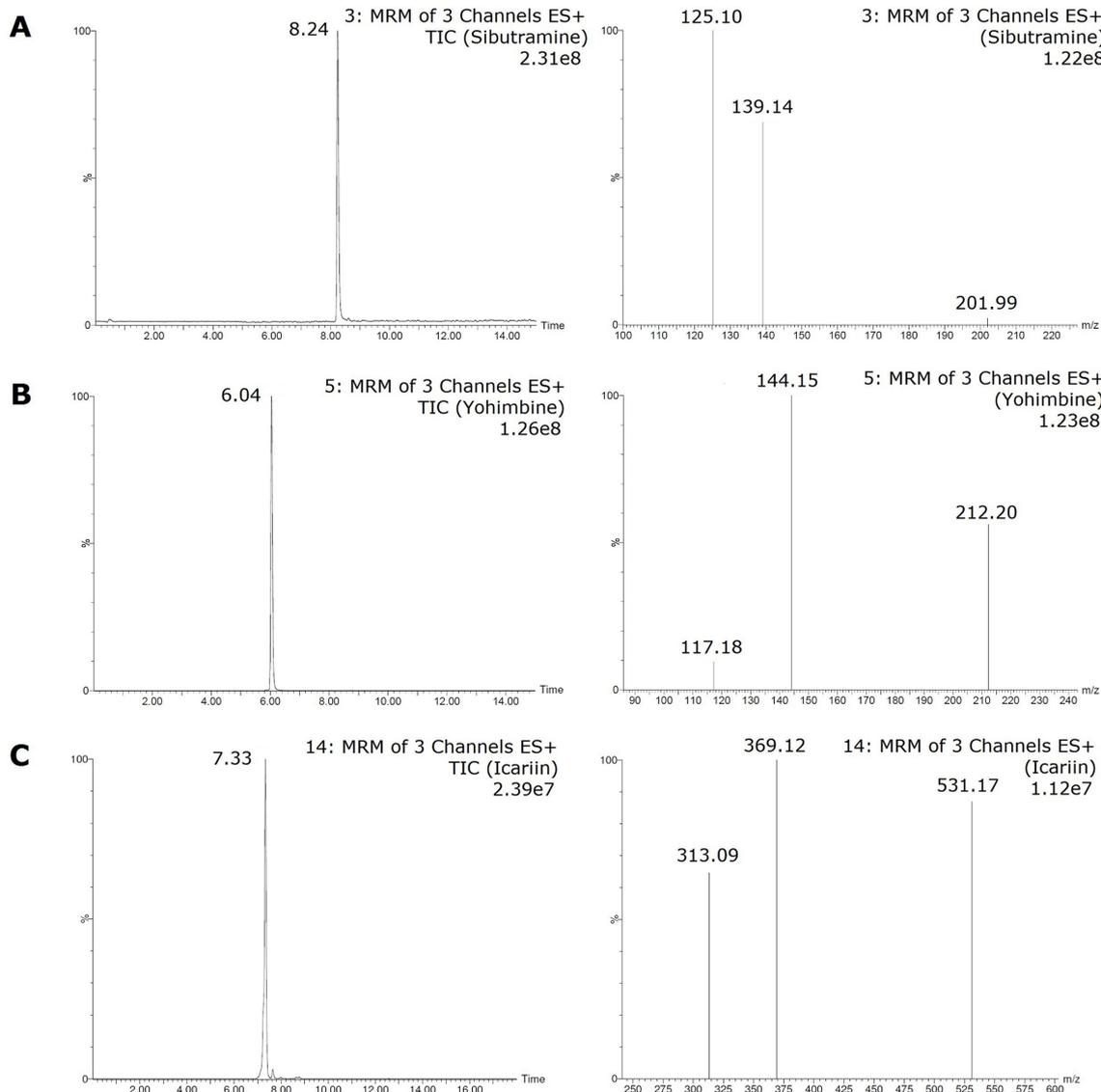


Fig. 1. Chromatograms and mass spectra of sibutramine, yohimbine and icariin obtained from weight-loss products.

은 시부트라민 47.4-79.2 mg/g, 요힘빈 1.0-6.9 mg/g이 검출되었고 보고하였으며, Kim 등(13)은 시부트라민이 다이어트제품에 가장 빈번하게 검출되는 부정물질이라고 하였으며, 검출농도는 0.03-132.4 mg/g으로 보고하여, 본 연구와 비슷한 결과를 보였다.

요힘빈은 가봉, 카메룬, 콩고 등 중앙아프리카에 자생하는 꼭두서니과의 *Pausinystalia yohimbe* 나무의 껍질에서 추출한 성분으로, 아프리카에서는 전통적으로 최음제로 사용되었으며(14), McCarty의 연구에 의하면 운동 전 섭취 시 지방산의 가수분해를 촉진시켜 지방감량 효과를 보였다(15). 이카린은 삼지구엽초의 활성성분으로, 삼지구엽초는 주류에만 제한적으로 사용할 수 있고, 식품에는 사용할 수 없다(7). 요힘빈과 이카린은 우리나라에서는 사용이 금지된 원료의 활성 성분이지만, 이들이 함유된 제품은 인터넷 사이트에서 해외직구로 쉽게 구할 수 있다. 허브와 같은 식물성 원료의 사용 가능여부는 나라마다 기준이 다르므로, 사용된 원료나 성분표시를 주의해서 살펴보아야 한다. 또한 요힘빈 섭취 후 소화기 장애, 혈압상승, 심박동 증가, 심계항진, 조증(manic reaction), 기관지경련, 불면증, 불안, 과민, 떨림, 발한, 오심, 홍조, 두통 등 중추 아드레날린 활성화와 관련된 부작용이 보고되었다(16,17). 시부트라민은 과거에 비만치료제로 사용되었으나 심혈관계 등에 심각한 부작용으로 인해 2010년 10월 미국 FDA에 의해 처방 및 사용이 중지되었고, 시부트라민의 개발회사인 미국 애보트에서 자진회수하였다(6). 식품의약품안전처에서는 2010년 10월 중앙약사심의위원회를 거쳐 판매중지 및 자발적 회수를 권고한 바 있다. 이처럼 사용이 금지된 시부트라민이 함유된 불법 다이어트제품을 복용하는 것은 건강 상 심각한 위험을 초래할 수도 있다. 본 연구에서는 검출되지 않았으나 데스메시부트라민, 디데스메틸시부트라민처럼 시부트라민의 구조를 변형시킨 유사물질이 혼입된 다이어트제품도 판매되고 있었다(2,13,18). 이들 유사물질은 치료제로 개발된 성분의 화학구조를 약간 변형시킨 것으로, 안정성이나 유효성이 입증되지 않았을 뿐만 아니라, 화학구조가 변형되었기 때문에 본래 치료제 성분과 동일한 효과를 내는지도 장담할 수 없다. 비만치료제와 그 유사물질, 의약품 성분 및 사용금지 성분이 불법적으로 혼입된 불량식품을 관리하기 위하여, 신규 부정물질의 신속한 규명과 지속적인 모니터링 및 검사가 필요하며, 법적인 제재를 통해 체계적으로 관리해야 할 것으로 사료된다.

요 약

비만은 전세계적으로 심각한 문제로 인식되고 있다. 최근 체중 감소와 유지를 위한 다이어트제품에 비만치료제와 그 유사물질, 사용금지 성분들이 발견되고 있다. 정부의 감시를 피하기 위하여, 비만치료제의 화학구조를 일부 변형시킨 유사물질이 지속적으로 합성되고 있다. 부정물질이 혼입된 다이어트식품을 신속하게 검사하기 위하여, 국내에서 판매되는 제품과 해외 인터넷 사이트에서 128건의 다이어트제품을 구매하였으며, HPLC-PDA와 LC-MS/MS로 21종의 부정물질을 동시분석하였다. 시험법의 유효성 검증은 선택성, 직선성, 검출한계, 정량한계, 정확성, 정밀성을 검토하였다. 분석결과 31건의 시료에서 부정물질이 검출되었으며, 검출수준은 시부트라민 9.9-135.3 mg/g, 요힘빈 0.2-17.5 mg/g, 이카린 1.8 mg/g이었다. 본 연구의 부정물질 분석법은 간단하면서도 신속한 분석법으로, 식품안전관리를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 식품의약품안전처의 연구개발비(16161미 래식059)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Ministry of Food and Drug Safety. Food & Drug Statistical Yearbook. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 51-52 (2015)
2. Jang YM, Kim SY, Chang HS, Jang IH, Kim JI, Kim KH, Lee JH, Jung YK, Park J, Jeong D, Won S, Lee H, Shin D, Shin S, Lee JY, Kim ES, Kim OS, Lim MS, Hu SJ, Chae KR, Park SY, Kim EJ, Joo HJ, Lee JS, Han YJ, Cho JH, Lee HY. Monitoring and Elucidation of Novel Illegal Compounds in Foods - about Compounds relative to Erectile Dysfunction Drugs and It's Analogues, Steroid Ingredients, and etc. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 56-57 (2013)
3. Jang YM, Choi J, Chang HS, Kim JI, Yun J, Kim KH, Lee JH, Jung YK, Park J, Jeong D, Cho WJ, Won S, Kim J, Shin D, Lee H, Kim KW, Choi SO, Park MH, Lim MS, Kang N, Kim I, Shin J, Kim M, Cho JH, Lee JJ. Monitoring and Elucidation of Novel Illegal Compounds in Foods-about Compounds relative to Erectile Dysfunction Drugs and Their Analogues, Steroids, etc. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 215 (2014)
4. Kwon K, Choi J, Jo CH, Yun J, Lee JH, Kang TS, Lee JH, Jung YK, Kim W, Kim JI, Shin D, Kim T, Won S, Park H, Cho WJ, Kim J, Choi SO, Chung SY, Chai JY, Oh MH, Cho JH, Lim MS, Kim EJ, Kim S, Kim E. Monitoring and Elucidation of Novel Illegal Compounds in Foods-with a Focus on Anti-impotence Drugs, Anti-obesity Drugs and Their Analogues. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 244-246 (2015)
5. Luque CA, Rey JA. The discovery and status of sibutramine as an anti-obesity drug. Eur. J. Pharmacol. 440: 119-129 (2002)
6. Food and Drug Administration. Memorandum to the file NDA 20-632 Meridia (sibutramine hydrochloride monohydrate). Available from: <http://www.fda.gov/downloads/drugs/drugsafety/ucm228795.pdf>. Accessed May 25, 2016.
7. Ministry of Food and Drug Safety. Food Sanitation Law. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 23-35 (2015)
8. Ministry of Food and Drug Safety. Food Code -Analytical Method II-. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 1262-1281 (2015)
9. Choi D, Choi J, Park SK, Suh J, Ju S, Yoon T, Kim E, Han S. Safety Evaluation of Illegal Compounds in Food. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. pp. 7-20 (2008)
10. Association of Official Analytical Chemists. Appendix K: Guidelines for dietary supplements and botanicals. Available from: http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC_Docs/Standards_Development/eoma_appendix_k.pdf. Accessed May 20, 2016.
11. Mans DJ, Gucinski AC, Dunn JD, Gryniwicz-Ruzicka CM, Mecker-Pogue LC, Kao J L-F, Ge X. Rapid screening and structural elucidation of a novel sibutramine analogue in a weight loss supplement: 11-Desisobutyl-11-benzylsibutramine. J. Pharm. Biomed. Anal. 83: 122-128 (2013)
12. Zeng Y, Xu Yimin, Kee CL, Low MY, Ge X. Analysis of 40 weight loss compounds adulterated in health supplements by liquid chromatography quadrupole linear ion trap mass spectrometry. Drug Test. Analysis 8: 351-356 (2016)
13. Kim HJ, Lee JH, Park HJ, Cho SH, Cho S, Kim WS. Monitoring of 29 weight loss compounds in foods and dietary supplements by LC-MS/MS. Food Addit. Contam. A 31: 777-783 (2014)
14. Tam SW, Worcel M, Wyllie M. Yohimbine: a clinical review. Parm. Therapeu. 91: 215-243 (2001)
15. McCarty MF. Pre-exercise administration of yohimbine may enhance the efficacy of exercise training as a fat loss strategy by boosting lipolysis. Med. Hypotheses 58: 491-495 (2002)

16. Corazza O, Martinotti G, Santacroce R, Chillemi E, Di Giannantonio M, Schifano F, Cella S. Sexual enhancement products for sale online: Raising awareness of the psychoactive effects of yohimbine, maca, horny goat weed, and *Ginkgo biloba*. *Biomed. Res. Int.* 2014; 841798 (2014)
17. Kearney T, Tu N, Haller C. Adverse drug events associated with yohimbine-containing products: A retrospective review of the California poison control system reported cases. *Ann. Pharmacother.* 44: 1022-1029 (2010)
18. Lee YC, Kim BS, Yun ES, Kim SD, Chang MS, Park YA, Shin Y, Jung SO, Lee JI, Chae YZ. Monitoring of forbidden medicines as adulterants in dietary supplements marketed online by HPLC and ESI-tandem mass spectrometry. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 148-154 (2012)