

기타가공품의 중금속, 부정유해물질 모니터링 및 노출량 평가

장진섭 · 권문주 · 김명희 · 박진수 · 임수선 · 권성희 · 송성민 · 여은영 · 홍성희 · 김정임 · 엄애선^{1*}
인천광역시 보건환경연구원 식품분석과, ¹한양대학교 식품영양학과

Other Processed Products, Monitoring and the Exposed Dose Assessment of Heavy Metal, the Illegal Compounds

Jin-Seob Jang, Mun-Ju Kwon, Meyong-Hee Kim, Jin-Soo Park, Soo-Sun Lim, Sung-Hee Kwon, Sung-Min Song, Eun-Young Yeo, Seong-Hee Hong, Jung-Im Kim, and Ae-Son Om^{1*}

Dept. of Food Analysis, Incheon metropolitan city Research Institute of Public Health and Environment, Incheon, Korea

¹Dept. of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea

(Received February 24, 2014/Revised May 9, 2014/Accepted September 19, 2014)

ABSTRACT - This study was performed for both evaluating the safety of other processed products and providing basic information for making the general standard for contaminants in the category of other processed products. We analyzed the contents of three heavy metals, thirty six anti-impotence drugs and their analogues, three anti-obesity drugs and their analogues, twenty eight steroid drugs and their analogues, collecting in Incheon Metropolitan City. Any illegal compound was not detected in those products. However the contents of lead, cadmium and mercury of those products were at the range of 0.001-13.390 mg/kg, 0.03-1.231 mg/kg and 0.001-0.650 mg/kg respectively. Because there are no standards of heavy metals against other processed products, we compared the analytical results with relevant standards of both S. Korea and foreign countries. As a result, two products exceeded the relevant standards of lead, and other two products exceeded the relevant standards of mercury. The relative hazards compared to PTWI of FAO/WHO (Codex), Seafoods-pajeonmix, Perilla seed powder exceeded PTWI standards 0.214. The compulsory standards of each food product are determined by the category of the products. Because there is no standard of heavy metals in the category of other processed products in S. Korea, any food products registered as other processed product by manufacturer are free with those standards. Abusing similar problems on the categorization of food products could cause consumers' health problem. To prevent these problems, detail regulations on the categorization of food products have to be introduced.

Key words : Illegal compounds, Heavy metal, Other processed products

건강하고 행복한 삶을 추구하는 것은 인간의 가장 기본적인 욕구이며, 이러한 욕구를 충족하기 위해 다양한 식품과 의약품이 범람하여 식품의 섭취로 건강을 유지 또는 증진하기 위해 건강을 표방하는 식품들이 늘어나는 실정이다. 하지만 이러한 식품들이 건강을 표방하고 있다보니 빠르고 강한 효과를 나타내기 위해 식품에는 사용할 수 없는 의약품성분 등을 사용하는 불법 제품들이 유통되는 사례가 증가하고 있으며, 이는 시민의 건강을 위협할 수 있는 위험한 상황이다.

식품에 불법적으로 혼입된 의약품 성분은 제품에 표시되지 않기 때문에 섭취하는 사람은 제품성분에 대한 정보를 알 수 없으며, 그 성분특성에 따른 관리를 전혀 할 수 없다. 그 예로서 '발기부전치료제' 성분인 실데나필(Sildenafil (viagra))은 전문의약품으로 의사의 처방 없이 섭취 할 경우 혈압강하 등 심각한 부작용을 일으킬 수 있다^{1,2}. 대중매체에서 만병통치약인 것처럼 노인들을 현혹하거나, 다이어트에 효과가 있는 것처럼 과대광고 하는 제품들을 보면 기타가공품으로 분류되어 있는 경우가 많다¹. 이러한 제품들은 까다로운 건강기능식품이나 의약품 등의 기준규격을 충족하기가 어렵기 때문에 식품의 원료를 기재하거나 애매모호한 성분으로 기타가공품으로 등록하여 소비자를 현혹하는 경우가 있다. 현재 규격의 일반가공식품에서 정해진 유형 외의 모든 식품을 기타가공품으로 분류하

*Correspondence to: Ae-Son Om, Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, 17 Haengdang-dong, Seongdong-gu, Seoul 133-791, Korea
Tel: 82-2-2220-1203, Fax: 82-2-2220-1856, 82-2-2281-8285
E-mail: aesonom@hanyang.ac.kr

고 있어 기타가공품의 다양성에 따른 적절한 검사가 이루어지지 못하고 있다^{3,4)}.

최근 3년 동안 인천보건환경연구원 식품분석과 에서 검사한 규격외 일반가공식품 중 기타가공품의 검사건수는 총 1,056건으로 전체검사건수의 약 6.0%를 차지하고 있다. 기존 의뢰된 기타가공품의 종류는 분말류로 부침가루, 튀김가루, 빵가루, 선식, 들깨가루, 목가루, 식혜가루, 감자가루, 고추씨가루, 백년초분말 등이 있었으며, 환종류로는 다시마환, 씩환, 마늘환, 헛개환 등과 함께 여러 종류의 기타가공품이 의뢰되었다. 이러한 기타가공품은 대부분 정상, 이물 실험밖에 없어서 중금속등 여러 가지 유해물질에 노출되었다 하더라도 검사를 피해갈 수 밖에 없는 실정이다. 본 실험은 기타가공품의 식품형태를 정확히 파악하고 관능적 검사에 치우쳐 있는 기타가공품의 규격에 중금속 등의 규격 기준을 제시하여 재정비합과 동시에 기타가공품 (기능성 표방식품)에 함유되어 있는 부정유해물질 및 중금속의 조사를 통하여 시민의 안전을 확립하고 기준규격 제정 시 기초자료로서 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

2013년 1~9월 중 인천광역시 관내 재래시장, 약국, 건강식품 판매업소등에서 기타가공품에 속하는 “새싹함초환” 등 총 100건의 검체를 자체수거, 시군구위생과, 시특별사법경찰과의 합동수거의 방법으로 수거하였다.

제품의 제조 방법 및 사용된 원료에 따라 환제품은 50건이며, 그 중 도라지, 쑥, 헛개등 농산물을 가공한 환제품은 45건이었고 기타는 5건이었다. 분말의 형태로 판매되는 제품은 인삼분말, 누에가루, 부침가루등 35건이었으며, 캡슐의 형태로 판매되는 제품은 8건, 농축액·액체의 형태로 판매되는 제품은 7건이었다.

분석시약

부정유해물질의 표준품 발기부전치료제 Acetylvardenafil 등 36개 항목, 비만치료제 Desmethyisibutramine 등 3개 항목, 스테로이드제 Beclomethasone 등 28개 항목은 식품의약품안전처에서 제공받았으며, 중금속의 표준용액으로는 납(Pb), 카드뮴(Cd) (2% HNO₃, 1000 mg/l)은 PerkinElmer Life and Analytical Sciences (Shelton, U.S.A), 수은(Hg) (10% HNO₃, 1000 mg/l)은 PerkinElmer Life and Analytical Sciences (Shelton, U.S.A) 표준원액을 0.5N HNO₃ (DAEJUNG Chemical & Metals Co. Ltd, Gyonggy-do, Korea)으로 희석하여 사용하였다.

수은 분석용 첨가제는 HG-MHT, HG-BHT (Nippon Instrument Co., Japan)을 사용하였다.

기기분석

발기부전치료제

발기부전치료제 및 유사물질의 분석기기로 HPLC는 Nanospace SI-2 Model (Shiseido Co. Ltd., Tokyo, Japan),

Table 1. Operating condition of HPLC, LC/MSMS^{1,2,4,6,12-14)}

HPLC	Peakman SP [^] LC
Column	SP Column C18 MG Type 5 μm 4.6 mmI.D × 250mm
Column oven	40°C
Flow Rate	1.2 ml/min
Injection Volume	10 μl
PDA	291 nm (200~400 nm)
Mobile phase (Gradient program)	A : 0.1% Phosphoric acid and 0.5 mM sodium-1-hexane sulfonate in water B : 95% Acetonitrile Gradient program : A(80%)0min-A(60%)30min-A(60%)32min-A(0%)50min-A(80%)60min
LC/MSMS	Thermo Fisher LC/MSMS system
Column	Themo Hypersil gold (2.1 mm × 100 mm, 3 μm)
Ionization mode	ESI Positive
Capillary voltage	3.5 kv
Source Temp	120°C
Column oven	40°C
Injection Volume	5 μl
Desolvation Gas (N ₂)	350°C
Flow Rate	0.2 ml/min
Mobile phase (Gradient program)	A : 10 mM Ammonium formate B : Acetonitrile Gradient program:A(95%)0min-A(95%)3min-A(20%)20min

^{1,2,4,6,12-14)}: HPLC, LC/MSMS 분석방법 참조

Table 2. Analysis compounds of anti-impotence drugs and their analogues^{1,2,4,6,12-14)}

Compound group A (21)	Compound group B (15)
1. Acetylvardenafil	1. Vardenafil
2. Thioquinapiperifil	2. Carbodenafil
3. Hydroxyvardenafil	3. Dimethylhongdenafil
4. Norneovardenafil	4. Oxohongdenafil
5. Hydroxyhongdenafil	5. Sildenafil
6. Hongdenafil	6. Homosildenafil
7. Piperidinohongdenafil	7. Udenafil
8. Hydroxyhomosildenafil	8. Xanthoanthrafil
9. Aminotadalafil	9. Cinnamyldenafil
10. Desulfovardenafil	10. Pseudovardenafil
11. Dimethylsildenafil	11. Hydroxychlorodenafil
12. Cyclopentynafil	12. Thiohomosildenafil
13. Tadalafil	13. Chlorodenafil
14. Benzylsildenafil	14. N-octylnortadalafil
15. Mirodenafil	15. Dichlorodenafil
16. Hydroxythiohomosildenafil	
17. Thiosildenafil	
18. Dimethylthiosildenafil	
19. Chloropretadalafil	
20. Nitrodenafil	
21. Nomeosildenafil	

^{1,2,4,6,12-14)}: 분석항목 참조

LC/MSMS는 TSQ Quantum Ultra (Thermo Fisher Scientific Inc, Waltham, U.S.A)를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다.

발기부전치료제 총 36개 항목은 2개의 혼합표준용액으로 제조한 후 60min동안 두가지 이동상으로 Gradient program의 조건으로 동시 분석하였다. 검출된 화합물은 먼저 PDA Spectrum으로 일치도를 확인한 후 LC/MSMS로 확인시험을 실시하였으며 분석항목은 Table 2와 같다.

비만치료제

비만치료제인 Desmethylibutramine 등 3개 항목의 정성 검사는 HPLC, Nanospace SI-2 Model (Shiseido Co. Ltd., Tokyo, Japan), PDA를 이용하여 220 nm (200~400 nm)에서 실시하였고, 확인시험은 LC/MSMS, TSQ Quantum Ultra (Thermo Fisher Scientific Inc, Waltham, U.S.A)를 이용하여 분석하였으며, 기타 분석조건은 발기부전치료제의 분석 조건과 같다^{1,2,4,6,15-20)}.

검출된 화합물은 먼저 PDA Spectrum으로 일치도를 확인한 후 LC/MSMS로 확인시험을 실시하였으며 분석항목은 Desmethylibutramine, Didesmethylibutramine, Sibutramine 이다.

스테로이드제

스테로이드제 Beclomethasone 등 28개 항목은 식품공정에 분석방법이 없으므로 식약처에서 배포해준 자료를 바탕으로 LC/MSMS를 이용하여 정성, 정량 검사를 실시하

Table 3. Operating condition of LC/MSMS^{1,2,6,21-24)}

LC/MSMS	Thermo Fisher LC/MSMS system
Column	Thermo Hypersil gold (2.1 mm × 100 mm, 3 μm)
Ionization mode	ESI Positive
Capillary voltage	3.5 kv
Source Temp	120°C
Column oven	40°C
Injection Volume	5 μl
Desolvation Gas (N ₂)	350°C
Flow Rate	0.2 ml/min
Mobile phase (Gradient program)	A : 0.1% Formic acid in DW : ACN (95:5) B : 0.1% Formic acid in ACN : DW (95:5) Gradient program:A(80%)0min-A(80%)3min-A(40%)13min-A(0%)17min-A(80%)20.5min-A(80%)25min

^{1,2,6,21-24)}: LC/MSMS 분석방법 참조

였고, 분석조건은 Table 4와 같다^{1,2,6,21-24)}.

스테로이드제는 정성분석을 위해 MS 각각의 Parameters를 최적화한 조건을 확립하고 Table 5과 같이 SRM조건을 확립하여 스테로이드 28개 항목의 분석을 실시하였다.

중금속

납, 카드뮴 분석은 Microwave (Qwave-1000, Questron technologies corp, Canada)로 시료를 전처리하여 ICP-OES는 Perkin Elmer Optima 5300DV Model (PerkinElmer Life and Analytical Sciences, Shelton, U.S.A)를 이용하여 Pb Wavelength (λ) 220.353, Cd Wavelength (λ) 228.802에서 측정하였다^{7,10-11)}.

수은의 분석은 Mercury analyzer (MA-2, Nippon Instrument Co. Japan)를 이용하여 일정량의 검체를 취하여 첨가제 HG-MHT, HG-BHT (Nippon Instrument Co., Japan)를 Boat에 M+S+M+B+M (M: HG-MHT, B: HG-BHT, S: Sample) 순서대로 첨가하여 가열기화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)으로 분석하였다^{7,10-11)}.

시료의 전처리

발기부전치료제 및 비만치료제

균질화한 검체 일정량을 물 10 ml에 녹이고 메탄올 70 ml를 가하여 진탕추출후 여과한다. 여액에 1% NaHCO₃ 1 ml 및 물 20 ml를 가하고 디클로로메탄 50 ml로 2회 추출한다. 디클로로메탄층을 무수황산나트륨 약 25 g을 사용하여 탈수하고 40°C 이하의 수욕상에서 감압농축한다. 건조물에 10 ml 메탄올을 가하여 녹인 후 0.45 μm 멤브레인 필터로 여과하여 시험용액으로 사용하였다⁴⁾.

Table 4. Acquisition LC/MSMS SRM Parameters of Steroid drugs and analogues^{1,2,6,21-24)}

Compounds (28)	Ion mode	Precursor (m/z)	Fragment (m/z)
1. Beclomethasone	+	409.03	373
2. Beclomethasone 17, 21-dipropionate	+	521.00	319
3. Beclomethasone-17-propionate	+	465.01	355
4. Beclomethasone-21-acetate	+	451.00	319
5. Beclomethasone-21-hemisuccinate	+	508.99	319
6. Beclomethasone-21-propionate	+	465.05	319
7. Betamethasone	+	393.04	279
8. Betamethasone 17, 21-dipropionate	+	505.08	411
9. Betamethasone-17-valerate	+	477.10	355
10. Betamethasone-21-acetate	+	435.00	279
11. Betamethasone-21-hemisuccinate	+	493.04	337
12. Betamethasone-21-valerate	+	477.07	439
13. Budesonide	+	431.08	323
14. Cortisone-21-acetate	+	403.14	163
15. Clobetasol-17-propionate	+	467.01	447
16. Dexamethasone	+	393.05	355
17. Dexamethasone-21-acetate	+	435.03	309
18. Dexamethasone-21-hemisuccinate	+	493.04	455
19. Hydrocortisone	+	363.06	309
20. Hydrocortisone-17-acetate	+	405.06	345
21. Hydrocortisone-17-valerate	+	447.10	309
22. Hydrocortisone-21-acetate	+	405.03	309
23. Hydrocortisone-21-valerate	+	447.08	327
24. Prednisolone	+	361.05	325
25. Prednisolone-21-acetate	+	401.03	313
26. Prednisone-21-acetate	+	403.07	307
27. Triamcinolone acetonide	+	435.05	397
28. Triamcinolone diacetate	+	479.01	441

^{1,2,6,21-24)}; LC/MSMS 분석방법 참조

Table 5. HPLC, LC/MSMS Suitability, Linearity, LOD, Recovery for Illegal compounds in samples

Compounds	System suitability (RSD%)	Linearity	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Recovery (%)
Sildenafil	< 1%	0.9995	0.02	0.07	98.5
Sibutramine	< 1%	0.9998	0.03	0.1	100.5
Betamethasone	< 9%	0.9991	0.0005	0.002	103.5

스테로이드제

균질화한 검체 일정량을 70% MeOH를 가하여 50 ml 메스플라스크에 약 80% 정도로 채운 후 sonicator에서 30분 진탕 후 표선까지 채운다. 원심분리기 3000rpm에서 5분간 원심분리후 상등액을 취해 필터한 후 시험용액으로 사용하였다^{1,2,6,21-24)}.

중금속

납, 카드뮴(Pb, Cd)

균질화한 검체 일정량에 HNO₃ 8 ml + DW 2 ml 가한 후 Microwave 분해한 후 시험용액조제(DW 50 ml로 함) ICP-OES로 Pb, Cd 측정하였다^{7,10-11)}.

수은(Hg)

균질화한 검체 일정량에 첨가제 HG-MHT, HG-BHT

(Nippon Instrument Co., Japan)를 Boat에 순서대로 첨가하여 가열기화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)으로 분석하였다^{7,10-11)}.

분석방법 검증

부정유해물질

부정유해물질의 Validation은 Table 6에서와 같이 시스템 적합성은 Sildenafil, Sibutramine RSD < 1%, Betamethasone RSD < 9% 이하로 나타났고, 직선성은 R² = 0.9991~0.9998이며, 회수율은 98.5% 이상을 얻을 수 있었다. 발기부전치료제 Sildenafil, 비만치료제 Sibutramine, 스테로이드제 Betamethasone을 이용하여 각각 0.1~2.0(mg/kg)를 제조하여 검량선을 작성하였고, LOD, LOQ는 각각 신호 대 잡음비 3배, 10배 이상의 농도로 계산하였다. 회수율 측정은

Table 6. ICP-OES, Mercury analyzer of Suitability, Linearity, LOD, LOQ, Recovery for a heavy metal in samples

Compounds	System suitability (RSD%)	Linearity	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Recovery (%)
Pb	< 1%	0.9999	0.0005	0.001	105
Cd	< 1%	0.9999	0.0005	0.001	101.5
Hg	< 1%	0.9999	0.0005	0.001	97.5

Table 7. Results of Analysis a heavy metal in Samples

Compounds	Number of Analysis	Results of Analysis (mg/kg)		Number of Detecting
		Min	Max	
Pb	100	0.001	13.39	87
Cd	100	0.003	1.231	86
Hg	100	0.001	0.650	75
Total	300			248

공시료에 1.0(mg/kg) 수준으로 첨가한 후 시험용액의 조제 방법에 따라 5회 반복 실험 후 결과는 최대와 최소값을 제한 후 평균값을 나타냈고, System suitability 은 5회 반복 분석해서 얻은 결과의 상대표준편차(%)로써 나타냈다.

중금속

중금속의 Validation은 Table 7에서와 같이 시스템적합성은 RSD < 1%이하로 나타났고 직선성은 $R^2 = 0.9999$ 이상이며, 회수율은 97.5% 이상을 얻을 수 있었다.

Pb, Cd은 각각 0.01~5.0(mg/kg), Hg은 0.003~0.5(mg/kg)을 제조하여 검량선을 작성하였고, LOD, LOQ는 각각 신호 대 잡음비 3배, 10배 이상의 농도로 계산하였다. 회수율 측정은 공시료에 Pb, Cd은 각각 1.0(mg/kg), Hg은 0.1(mg/kg) 수준으로 첨가한 후 부정유해물질의 분석 방법과 동일하게 실험을 실시하였다.

결과 및 고찰

기타가공품 등 100건의 검사결과 부정유해물질은 검출되지 않았다. 중금속의 경우에는 납(Pb) 0.001~13.39(mg/kg), 카드뮴(Cd) 0.003~1.231(mg/kg), 수은(Hg)은 0.001~0.650

(mg/kg)의 결과를 얻었다.

전체 검사건수의 약 83% 정도에서 이들 중금속들이 검출되었으며, 특히, 납(Pb)은 87건의 검사결과 중 최대 13.39(mg/kg)로 가장 높은 결과를 얻었다.

기타가공품은 납, 카드뮴, 수은에 대한 기준이 없으므로 국내 및 국외의 중금속 기준을 비교하여 “Table 9”에 나열하였다. 각국의 기준을 종합하여 최대치를 확인해본 결과 납(Pb)은 5.0(mg/kg), 카드뮴(Cd) 5.0(mg/kg), 수은(Hg)은 0.5(mg/kg)으로 조사되었다^{3,7-9)}.

국내 중금속 기준을 통해서 보면 납, 카드뮴, 수은의 최고 기준은 각각 5.0, 5.0, 0.5(mg/kg) 이하이고 외국의 경우에는 국내의 경우보다 낮은 실정이다^{3,7-9)}. 국내 기준 중 최대기준은 “다류 중 침출차”의 경우 5.0(mg/kg)이하이며, 카드뮴의 경우는 수산물의 중금속 기준 중 “내장을 포함한 꽃게류”의 경우 5.0(mg/kg)이하이며, 수은의 경우는 수산물 중 어류 등의 기준에 0.5(mg/kg)이하로 가장 높은 기준 규격을 적용하고 있다. 환제품의 종류를 보면 홍화씨 환, 도라지환, 인진쑥환, 뽕잎환 등의 농산물을 가공한 환제품이 대부분이었으며, 농산물의 가장 높은 기준으로 납(Pb)은 “엽채류, 참깨” 0.3(mg/kg), 카드뮴(Cd)은 “쌀, 대두, 엽채류, 참깨” 0.2(mg/kg)를 적용한다. 실험결과 총 100건의 검체 중 환제품은 50건이며, 환제품의 결과 중 농산물을 가공한 환제품은 45건이고, 농산물 중금속 기준의 최고기준을 초과한 제품은 32건이었다. 납(Pb)의 경우 국내·외 최대기준인 5.0(mg/kg)을 초과한 제품은 “환-47” 13.4(mg/kg), “환-50” 9.5(mg/kg)으로 2건이 검출되었고, 수은의 경우 최대기준인 0.5(mg/kg)를 초과한 제품은 “환-29” 0.6(mg/kg), “환-41” 0.7(mg/kg)으로 2건이 검출되었다. “유통 환제의 유해 중금속 함량 및 위해도 평가”의 환제품에 대한 결과와 비교해 보았을 때, 납(Pb)은 “석류환” 14.37

Table 8. Standards of a heavy metal in Samples^{3,7-9)}

Nation	Pb	Cd	Hg	Type of Samples
	Standards (mg/kg)	Standards (mg/kg)	Standards (mg/kg)	
Korea	0.02~5.0	0.05~5.0	0.1~0.5	Processed, Agricultural, Marine, Livestock Products
China	1.0	0.03~0.2	0.01~0.3	Processed, Agricultural, Marine, Livestock Products
Japan	1.0~5.0	0.4~1.0	0.02~0.05	Agricultural Products
EU	0.25~0.8	0.005~0.2	0.016~0.5	Agricultural Products
USA	0.3~0.5	0.005~0.2		Milk, Agricultural, Livestock Products
Min/Max	0.02 / 5.0	0.005 / 5.0	0.01 / 0.5	

^{3,7-9)}: 외국기준적용 참조

Table 9. Results of Analysis a heavy metal in Samples

Samples	Heavy Metals (mg/kg)			Type of Samples
	Pb	Cd	Hg	
Standards of Max	5.0	5.0	0.5	Processed, Agricultural, Marine, Livestock Products
Agricultural Standards of Max	0.3	0.2	-	Agricultural Products
Pills-3	0.7	0.0	0.0	Other processed products
Pills-18	0.6	0.0	0.1	Other processed products
Pills-19	0.8	0.3	0.1	Other processed products
Pills-20	1.7	0.1	0.1	Other processed products
Pills-21	1.4	0.1	0.1	Other processed products
Pills-22	1.8	0.2	0.0	Other processed products
Pills-24	1.1	0.1	0.1	Other processed products
Pills-25	3.4	0.0	0.0	Other processed products
Pills-26	4.4	0.2	0.1	Other processed products
Pills-28	3.5	0.3	0.2	Other processed products
Pills-29	3.4	0.4	0.6	Other processed products
Pills-30	1.9	0.3	0.0	Other processed products
Pills-31	1.6	0.4	0.0	Other processed products
Pills-32	1.5	0.4	0.0	Other processed products
Pills-33	2.2	1.2	0.0	Other processed products
Pills-34	2.4	0.3	0.0	Other processed products
Pills-35	1.0	0.7	0.0	Other processed products
Pills-36	1.5	0.3	0.0	Other processed products
Pills-37	2.0	0.3	0.1	Other processed products
Pills-38	1.0	0.2	0.0	Other processed products
Pills-39	1.5	0.5	0.0	Other processed products
Pills-40	1.1	0.3	0.0	Other processed products
Pills-41	2.0	0.0	0.7	Other processed products
Pills-42	2.0	0.0	0.0	Other processed products
Pills-43	0.5	0.1	0.0	Other processed products
Pills-44	1.2	0.3	0.0	Other processed products
Pills-45	3.0	0.2	0.0	Other processed products
Pills-46	3.7	0.2	0.0	Other processed products
Pills-47	13.4	0.2	0.0	Other processed products
Pills-48	2.5	0.3	0.0	Other processed products
Pills-49	2.4	0.5	0.0	Other processed products
Pills-50	9.5	0.2	0.0	Other processed products

Table 10. Results of Analysis a heavy metal in Products

Name of Samples	Heavy Metals (mg/kg)		Type of Samples
	Pb	Cd	
Standard of Wheat flour	0.2	0.2	Wheat flour
Seafoods-pajeonmix	3.4	0.2	Other processed products
Fried food powder	1.4	0.1	Other processed products
Shikhae powder	3.3	0.2	Other processed products
Cupcake	0.4	0.1	Other processed products
Perilla seed powder	3.2	0.1	Other processed products
Homegrown Perilla seed powder	2.0	0.1	Other processed products

(mg/kg)으로 “Pills-47”과 비슷한 결과로 검출되었으며, 최대기준인 5.0(mg/kg)을 초과한 제품은 “침환”등 2건으로 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타냈다¹¹⁾.

분말류의 경우 밀가루류는 납(Pb), 카드뮴(Cd)의 기준이 각각 0.2(mg/kg)이하로 수거한 검체 중 이와 비슷한 해물

과전믹스, 튀김가루, 컵케익 등의 결과를 아래 Table 11 과 같이 나타냈다.

위의 결과에서 납(Pb)은 밀가루류의 기준 0.2(mg/kg)의 기준보다 높게 나타났는데, 이는 만약 기준이 설정되어 있거나 유사 식품으로 기준을 적용하면 부적합으로 판정 되

Table 11. Standards of FAO/WHO (codex) a heavy metal in food (PTWI)⁷⁻¹¹⁾

Heavy Metals	PTWI ($\mu\text{g}/\text{kg BW}$)	Codex-ADI ($\mu\text{g}/60 \text{ kg person}/\text{day}$)	Agricultural Products ($\text{mg}/\text{kg FW}$)
Pb	25	430	0.43
Cd	7	60	0.06
Hg	5	43	0.04

Table 12. Acquisition standards of PTWI

Heavy Metals	PTWI ($\text{mg}/60 \text{ kg person}/\text{day}$)	Samples	Daily Intake (g/day)	Results ($\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$)
Pb	0.214	Pills-47	$3.75 \text{ g} \times 2/\text{d} = 7.5$	0.1
		Pills-50	$0.07 \text{ g} \times 40\text{Pills} \times 3/\text{d} = 8.4$	0.08
		Seafoods-pajeonmix	$290 \text{ g} \times 1/4 \times 1/\text{d} = 72.5$	0.25
		Fried food powder	$1000 \text{ g} \times 1/10 \times 1/\text{d} = 100$	0.14
		Shikhae powder	$240 \text{ g} \times 1/12 \times 1/\text{d} = 20$	0.07
		Cupcake	$60 \text{ g} \times 1/1 \times 1/\text{d} = 60$	0.02
		Perilla seed powder	$1000 \text{ g} \times 1/10 \times 1/\text{d} = 100$	0.32
		Homegrown Perilla seed powder	$1000 \text{ g} \times 1/10 \times 1/\text{d} = 100$	0.20
Cd	0.06	Seafoods-pajeonmix	$290 \text{ g} \times 1/4 \times 1/\text{d} = 72.5$	0.01
		Fried food powder	$1000 \text{ g} \times 1/10 \times 1/\text{d} = 100$	0.01
		Shikhae powder	$240 \text{ g} \times 1/12 \times 1/\text{d} = 20$	0.00
		Cupcake	$60 \text{ g} \times 1/1 \times 1/\text{d} = 60$	0.01
		Perilla seed powder	$1000 \text{ g} \times 1/10 \times 1/\text{d} = 100$	0.01
		Homegrown Perilla seed powder	$1000 \text{ g} \times 1/10 \times 1/\text{d} = 100$	0.01
Hg	0.04	Pills-29	$0.06 \text{ g} \times 30\text{Pills} \times 3/\text{d} = 5.4$	0.003
		Pills-41	$0.08 \text{ g} \times 30\text{Pills} \times 3/\text{d} = 7.2$	0.005

는 오류가 나타날 수 있다.

환제품은 일반의약품과 같이 하루 권장 섭취량이 표기되어 있지만 해물파전등은 섭취량이 표기되어 있지 않고 남녀노소 누구나 쉽게 섭취할 수 있으므로 PTWI (Provisional Tolerance Weekly Intake) 기준을 적용하여 섭취량을 확인해 볼 필요가 있다.

FAO/WHO (codex)의 PTWI (Provisional Tolerance Weekly Intake)는 잠정주간섭취허용량을 의미하는데, 이는 중금속 등과 같이 축적되고 서서히 대사되는 성질을 지닌 오염물질의 경우 섭취량의 중요성을 강조하기 위하여 평생 섭취해도 인체에 무해한 양을 1주일 단위로 정한 것이다⁷⁻¹¹⁾.

위의 결과를 바탕으로 FAO/WHO (codex)의 PTWI 기준 적용 하루섭취량을 감안하여 계산을 해보면, “Table 13”과 같다. 환제품은 하루 권장 섭취량이 표시되어 있어서 표시기준을 참고하였으며, 밀가루와 유사한 기타가공품은 개인 및 기호의 정도에 따라 섭취량이 차이가 있으므로 포장단위의 양과 표시인분에 의해 성인 1인당 하루 1회 섭취량을 추정 하였다.

위의 결과에서는 Seafoods-pajeonmix, Perilla seed powder는 Pb의 PTWI의 기준인 0.214를 초과하여 나타났다. 따라서, 검사의 사각지대에 있는 기타가공품으로 인해 시민의 건강이 위협 받을 수 있다. “2012년도 식품 및 식품첨가물 생산실적 통계집”에 의하면 생산량 기준 식품순위에서 전체 100위 중 기타가공품은 8위를 차지할 정도로 많은 생산량을 나타내고 있다⁵⁾. 이는 판매자의 입장에서는 검

사항목이 적은 기타가공품으로의 등록을 선호할 것이므로 품목제조 허가 신고 시 규격의 일반가공식품 중 기타가공품으로의 등록을 지양해야 할 것이며, 기타가공품의 검사 시 중금속 검사를 실시하여 검사의 사각지대가 없도록 관리를 해야 할 것이다.

식품공전의 규격의 일반가공품 식품유형에서 곡류가공품 등 8가지 유형 중에 식용유지가공품과 당류가공품에 한해서 중금속 기준이 10(mg/kg)이하로 설정되어있는데³⁾, 기타가공품의 경우에도 납(Pb), 카드뮴(Cd)의 기준을 설정하여야 할 것이며, 나머지 6개의 규격의 일반가공식품에도 납(Pb), 카드뮴(Cd)의 기준을 설정하여 시민의 안전한 먹거리를 제공하는데 만전을 기하여야 할 것이다.

요 약

본 연구는 인천광역시내 유통되고 있는 기타가공품에 대하여 중금속 (납, 카드뮴, 수은), 부정유해물질 (발기부전 치료제와 그 유사물질 36종, 비만치료제 3종, 스테로이드 28종)을 조사하여 안전성을 평가하고, 기타가공품에 대한 기준규격 제정 시 기초자료로서 제공하고자 실시하였다.

그결과 부정유해물질은 검출되지 않았고, 중금속은 납(Pb) 0.001~13.39(mg/kg), 카드뮴(Cd) 0.003~1.231(mg/kg), 수은(Hg)은 0.001~0.650(mg/kg)의 결과를 얻었다. 기타가공품은 중금속에 대한 규격 기준이 없으므로, 중금속의 국내·외 기준을 비교하였을 때 중금속 최고기준을 적용하

면 납(Pb)과 수은(Hg)에서 각각 2건씩 4건이 초과되는 것으로 확인되었다.

검사결과를 바탕으로 한 중금속의 위해성 평가는 FAO/WHO (Codex)의 잠정주간섭취허용량(PTWI)과 비교결과, 해물파전믹스, 들깨가루는 Pb의 PTWI의 기준 0.214를 초과하였다.

결론적으로 분말류나 환제품을 유사식품 기준으로 적용하면 부적합으로 판정 될 수 있기 때문에 규격검사를 피할 목적으로 기타가공품으로의 등록을 지향한다. 이를 악용할 경우 검사의 사각지대로 인해 시민의 건강이 위협 받을 수 있다. 따라서 품목제조허가 신고시 규격의 일반가공식품에서 기타가공품으로의 등록을 지양하고, 기타가공품의 세부적인 검사규격을 제정하여 관리해야 함을 제안한다.

참고문헌

1. 식품의약품안전처: 식품의약품 안전평가원 Analytical methods of illegal compounds in food (2013).
2. 식품의약품안전청: 식품 중 신종 부정유해물질의 사전예측적 합성 및 실태조사. Vol 11, (2007).
3. 식품의약품안전처: 식품공전 (2013).
4. 식품의약품안전처: 식품공전 시험법 II 7.4~7.5 (2013).
5. 식품의약품안전처: 2012년도 식품 및 식품첨가물 생산실적 통계집 (2013).
6. 식품의약품안전청: 부정유해물질 탐색 및 확인연구 결과 보고서 (2006).
7. 농촌진흥청 국립농업과학원: 농산물 중 중금속 분석법 및 정도관리 지침서 (2011).
8. 농산물의 중금속 기준 및 현황. <http://blog.daum.net/dackkal/3324451>.
9. 중금속 독소, 농약, PTWI 허용치. <http://wanabe00.blog.me/50113567587>.
10. Ock kyoung Chun, Yeon chen Kim, Sun hee Han.: A study on the contents of Heavy Metals in the commercial processed foods. *J. Food Hyg. Safety*, **16**(4), 308-314 (2001).
11. Sung-deuk Lee, Young-ki Lee, Moo-sang Kim, Seok-ki Park, Yeon-sun Kim, Young-zoo Chae.: The Content and Risk Assessment of Heavy Metals in Herbal Pills. *J. Food Hyg. Safety*, 375-387 (2012).
12. Choi DM.: Structure elucidation and determination of illegal compounds (anti-impotence drug analogues) in foods. *Anal. Sci. Tech.*, **21**, 65-83 (2008).
13. Reepmeyer JC, d'vignon DA.: Structure elucidation of thioke-tone analogues of sildenafil detected as adulterants in herbal aphrodisiacs. *J. Pharmaceut. Biomed.*, **49**, 145-150 (2009).
14. Mee-hye Kim, Hyun-sook Lee, Joon-goo Lee, Jin-chul Kim, Jae-ho Oh, Young-mi Jang.: Monitoring of Anti-impotence Drugs and Their Analogues in Food *Korean J. of Food Sci. Technol.*, **43**(6), 675-682 (2011).
15. Sabina S, Cristiana C, Francesco B.: Detection of sibutramine administration, a gaschromatography/mass spectrometry study of the main urinary metabolites. *Rapid Commun. Mass. Sp.*, **21**, 79-88 (2007).
16. So Hyun Kim, Jeongmi Lee, Taehyung Yoon, Jangduck Choi, Dongmi Choi, Deukjoon Kim and Sung Won Kwon.: Simultaneous determination of anti-diabetes/anti-obesity drugs LC/PDA, and targeted analysis of sibutramine analog in dietary supplements by LC/MS/MS. *Biomed. Chromatogr.*, **23**, 1259-1265 (2009).
17. Dwyer JT, Allison DB, Coates PM.: Dietary supplements inweight reduction. *J. Am. Diet. Assoc.*, **105**, 80-86 (2005).
18. Kwon CH, Yoon TH, Oh JH, Lee KH, Choi DM.: Elucidation and analysis of desmethylsibutramine in food. *J. Food Hyg. Safety*, **25**, 30-35 (2010).
19. Hae-geun Hong, Seon-jae Bang, Kwang-hee Park, In-Sook Lee, In-jung Park.: Astudy on contents of anti-impotence drug/drug-like compounds in food *Korean J. Sanitation*, **22**(3), 89-96 (2007).
20. Zou P, Hou P, Oh SS, Chong Ym, Bloodworth BC, Low MY, Koh HL.: Isolation and identification of thiohomosildenafil and thiosildenafil in health supplements. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **47**, 279-284 (2008).
21. KFDA: PDE-5 Inhibitors and their analogues detection survey. *Korea Food & Drug Administration*, Seoul, Korea, 2-4 (2006).
22. Jin-hwan Hong.: Monitoring and elucidation of novel illegal compounds in foods *Korea Food & Drug Administration*, Seoul, Korea (2012).
23. Yong-cheol Lee, Bog-soon Kim, Eun-sun Yun, Sung-dan Kim.: Monitoring of forbidden medicines as adulterants in dietary supplements marketed online by HPLC and ESI-tandem mass spectrometry *J. of Food Sci. Technol.*, **44**(2), 148-154 (2012).
24. Yong-cheol Lee, Ju-sung Park, Sung-Dan Kim, Hye-Ran Yang, Eun-Hee Kim, Yun-Jung Yi, Sung-Ja Cho, Han-Bin Jo, Jung-Hun Kim, Young-Zoo Chae.: Simultaneous Determination of Non-steroidal Anti-inflammatory Drugs and Corticosteroids Added to Foods as Adulterants using LC-ESI-tandem Mass Spectrometry. *J. Food Hyg. Safety*, 247-251 (2013).