식품산업에서 활용되는 식품안전 분석기술의 현황

Food safety analytical techniques used in food industry

김 영 준
Young-Jun Kim*

서울과학기술대학교 식품공학과
Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

Abstract

Recently, the importance of analytical techniques related to food safety is emerging in the food industry due to changes in diet patterns, environmental changes, climate change and consumer's interest in food safety. In particular, food safety accidents in the food industry may cause economic losses such as media reports, product recalls, consumer distrust, and so on. Therefore, a systematic, proactive and comprehensive food safety management system is increasingly required to prevent food safety issues. Efforts to ensure the reliability of food safety are essential by introducing various analysis instruments such as LC, GC, ICP, LC/MS/MS, GC/MS/MS, ICP/MS, PCR, and RT-PCR. In addition, recent food safety analytical techniques used in food industry should be shifted paradigm by developing multi-component simultaneous analytical method, low cost with high efficient analytical method, and eco-friendly method.

Key Words: food safety, food analysis, instrumental analysis, food industry

서론

최근 소비자의 건강한 식생활에 대한 관심이 증가함에 따라 식품안전의 중요성이 강조되고 있다.

* Corresponding Author: Young-Jun Kim
Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea [01811]
Tel: +82-970-6734
Fax: +82-976-6460
E-mail: kimyj@seoultech.ac.kr
Received March 8, 2018; revised March 19, 2018; accepted March 19, 2018

FAO의 2010년도와 2050년을 비교한 보고서에 따르면, 세계인구는 2010년 69억 명에서 2050년 91.5억 명으로 약 31%가 증가하고, GDP는 2.5배 증대될 것으로 기대하고 있다(Alexandratos과 Bruinsma, 2012). 특히, 급속한 경제성장 변화에 따라 소비 패턴의 변화가 예상되며, 기후변화에 따른 식품 가공 기술의 진보는 물론, 경제적 이익을 목적으로 하는 가짜 식품과 같은 식품사기관련 EMA(Economically Motivated Adulteration) 이슈발생 빈도 역시도 함께 증가될 것으로 여겨지고 있다(Spink, 2011).

국내 식품산업시장은 2015년 기준 192조원의 규모로서, 2014년 대비 약 17.2%가 증가했으며, 2005년부터 평균 7.9%씩 지속적으로 성장하고 있다(한국농수산물유통공사, 2017). 이러한 성장의 배경에는 식품안전 및 식품위생과 관련된 정부기관, 산업체, 학계 등 연관 분야 종사자들의 소비자의 식품안전 의식 개선을 위한 노력도 일조한 것으로 판단된다. 식품안전의 관리요소는 화학적, 생물학적, 물리적의 3가지 관점에서 중요하게 여겨진다. 화학적 관리요소는 의도적 사용물질 또는 비의도적으로 생성되는 오염물질 등으로 구분되며, 생물학적으로는 크게 세균 및 바이러스, 물리적 관리요소는 유리, 금속 등의 이물로 여겨진다. 식품산업에서의 주요한 위해성분과 이와 관련된 분석기술에 대해서는 표 1에 나타내었다. 이렇듯 식품안전과 관련된 성분들은 어느 하나 중요하지 않은 요소가 없으며, 더불어 식품산업체에서는 식품공전의 식품유형에 따른 기준 및 규격, 정기적인 자가품질검사, 제조가공의 식품안전 및 식품위생을 위한 HACCP의 위해요소 분석 등 다방면에 노력을 기울이고 있다. 식품산업체에서는 식품안전 관련한 부정적 이슈를 예방하기 위해서 국내외 식품안전정보를 정확하게 평가하고, 사후관리가 아닌 사전예방체계를 구축하고 있다. 식품 산업체가 식품정보를 수집하고 평가하기 위해 참고해야 할 기관에는 한국 식품의약품안전처(MFDS) 및 국가식품안전정보원(NFSI), EU RASFF(The Rapid Alert System for Food and Feed), 미국 FDA, 일본 MHLW, 중국 식품약품감독관리총국, 대만 식품약품소비자지식서비스넷, 캐나다 식품검사청 등이 있다. 특히, 국가식품안전정보원은 2008년 중국 분유의 멜라민 사건을 계기로 설립되었으며, 세계 52개국 276개 사이트의 주요한 정보를 영어, 일본어, 중국어, 불어, 독일어, 스페인어 등을 번역하여 한국어로 제공하고 있다. 이를 통해 수집된 정보들은 위해성분 종류, 식품유형, 원산지, 위해정보의 출처, 위해성분의 분석가능여부 등으로 체계적인 관리 하에 분류되고 있다. 이러한 식품안전정보를 토대로, 관련 분석법의 확립 및 밸리데이션, 대상 샘플의 모니터링, 위해평가 실시, 문제가능 원료에 대한 지속적인 모니터링 실시, 식품안전을 위한 정책이 수립되기도 한다.

따라서, 식품안전정보에 근거한 식품안전사고의 사전예방적 관리시스템 구축을 위해 국가식품안전정보 및 EU RASFF 등에서 식품안전사고의 이슈가 되고 있는 잔류농약, 곰팡이독소, 중금속, 가공 중 비의도적 생성물질, 포장재 유래 성분에 대해 식품산업체에서 활용되는 분석기술과 식품분석의 향후 나아가야 할 방향인 비파괴분석을 이용한 친환경분석에 대해 정리하여 보고하고자 한다.

본론

1. 잔류농약

우리나라의 잔류농약 규제는 최근에 엄격해지고 있으며, 열대과일 일부 품목에 대해서는 이미 PLS (Positive List System) 제도가 적용되고 있다. PLS 제도의 도입 목적은 기준 미설정 농약에 대해 불검출 수준의 일률기준인 0.01 mg/kg 이하로 관리함으로써 국민들의 먹거리 안전관리를 강화하고 각

표 1. 식품 중 주요 위해성분 분류 및 분석기술

주요 위해성분 분류				주요 분석기술			
	위해성분(대분류)	주요 성분	성분수	LC, LC/MS/MS	GC, GC/MS/MS	AAS, ICP/AES ICP/MS	PCR, RT–PCR, Culture media
1	잔류농약	acetamiprid, carbendazim, chlorpyrifos, fipronil, triazophos, dimethoate 등	466	●	●		
2	중금속	Hg, Pb, Al, Cd, As, inorganic–As, Methyl–Hg, Cr, Sb, I, Sn 등	20			●	
3	곰팡이독소	aflatoxinB1,B2,G1,G2,M1, ochratoxinA, fumonisin Deoxynivalenol, T–2 등	20	●			
4	동물용의약품	chlormphenicol, furazolidone, enrofloxacin, nitrofuran, malachitegreen, nitrofurazone 등	193	●	●		
5	병원성미생물	*Salmonella*, *Standard plate count*, *Listeria*, *Coliform*, *E–coli*, EHEC, *S.aureus*, *Cl.botulinum*, *B.cereus*, *Cl.perfringens* 등	20				●
6	바이러스	노로바이러스, A형바이러스, 조류독감, 구제역 등	5				●
7	식품첨가물	표백제, 보존료, 색소, 인공감미료, 허용외 첨가물 등	661	●	●		
8	가공중 생성 비의도적 오염물질	PAHs, HCA, Biogenic amine, Nitrosamine, acrylamide, ethyl carbamate 등	50	●	●		
9	포장재유래 및 환경호르몬 성분	PCBs, Dioxins, Bisphenol A, Phthalate, 형광증백제, ESBO, 미네랄오일 등	20	●	●		
10	기타	방사능, 방사선조사, 알레르기, GMO, 이물, 기생충, EMA (Economically Motivated Adulteration) 성분 등	45	●	●		●
			1,500				

농약들을 일일섭취허용량(ADI, Acceptable daily intake) 대비 80% 범위 내에서 관리하는데 있다. 특히, 과거에는 농약 잔류허용기준이 없을 때 적용했던 해당 농산물의 CODEX 기준, 유사농산물의 최저기준, 기타농산물 기준 등의 잠정기준을 모두 적용할 수 없으므로, 식품 원료를 수입하거나 국내 재배시 부적합이 발생하지 않도록 이에 대한 충분한 숙지가 필요하다. 이러한 이유로 최근에는 수백 개의 잔류농약을 동시에 정확성과 정밀성을 높게 분석하는 방법에 대한 연구가 증가하고 있다. 이는 샘플 중 정확한 함량 분석이 중요해지고 있으며, 짧은 시간에 수백 개의 농약을 0.01 mg/kg 이하의 낮은 함량까지도 분석할 수 있어야 함을 의미한다. 일반적으로 기기분석시 가장 중요한 부분은 샘플링,

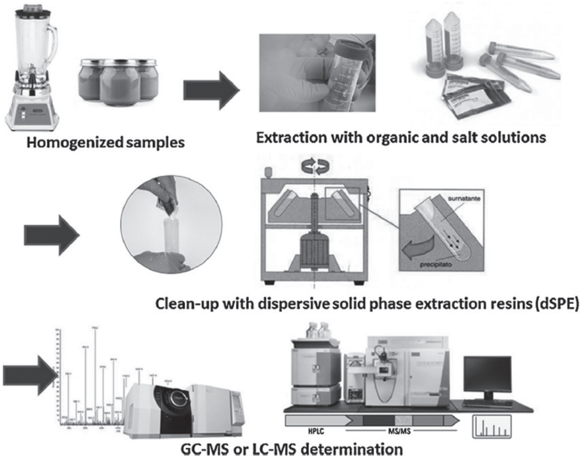

그림 1. QuEChERS 방법을 이용한 시료 전처리 및 기기분석(Gallo와 Ferranti, 2016)

전처리, 기기분석, 결과처리의 일련의 과정을 통해서 신뢰성 높은 데이터를 산출하는 데 있다. 이중 전처리 부분에서 농산물, 수산물, 축산물, 일반가공식품의 샘플에 대해서 수많은 잔류농약을 한번에 검색하기는 상당히 어렵고 복잡한 전처리 과정을 수행해야 한다. 2003년 소개된 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe)법은 빠르고, 쉽고, 가격적 효율성 등의 이유로 최근에 그 이용이 높아지고 있다(Anastassiades, 2003). 분산 고체상 추출(dispersive SPE)법에 의한 QuEchERS법은 시료로부터의 다양하게 발생할 수 있는 매트릭스 영향을 최소화하면서 단시간에 추출과 정제를 동시에 실시하여 별도의 농축과정이 필요 없다는 장점이 있다(그림 1). 일반적으로 사용되는 공인된 QuEchERS법은 구연산 버퍼를 사용하는 European Committee for Standardization (EN) 공인법 15662와 아세트산 버퍼를 사용하는 Association of Analytical Communities (AOAC) 공인법 2007.1 등이 보고되고 있다. 덧붙여 고감도의 분석장비가 동반되어야, 전처리시 일부 손실될 수 있는 회수율을 보정해줄 수 있다. 전통적인 잔류농약 분석은 GC/ECD, GC/

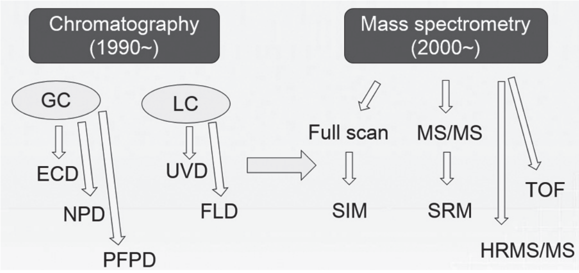

그림 2. 잔류농약 기기분석법의 변화

NPD, HPLC/UVD, HPLC/FLD 등을 이용하여 피크 면적을 기초로 하여 검량선을 작성한 후 미지 샘플의 피크 면적을 계산하는 방법으로 정량 분석하였으며, 확인 실험이 필요한 경우 GC/MSD를 이용하여 정성 실험을 실시했다(그림 2). 이러한 노력에도 불구하고, 낮은 재현성, 높은 검출한계, 결과 산출까지의 긴 시간 소요 등, 보다 효율적인 분석법의 필요성이 지속적으로 제기되었다. 이에 따라서 최근에는 LC/MS/MS, GC/MS/MS, TOF/MS 등을 이용하여 짧은 시간동안 다성분을 동시분석하는 관련 연구가 증가하고 있다(Krauss 등, 2010).

2. 곰팡이독소

우리나라의 경우 곰팡이독소 규격은 2002년 아플라톡신에 대한 규격이 설정된 이후로 2007년 제랄레논, 2009년 오크라톡신A 및 푸모니신, 2010년 데옥시니발레놀의 기준규격이 설정되었다. 최근에는 해당 규제 식품유형의 확대와 EU 등의 규제에 발맞추어 규격을 검토하고 있으며, 이와 더불어 모니터링을 통해 식품안전사고를 사전예방체계로 구축하기 위한 연구가 지속되고 있다(Kang 등, 2010)

최근 곰팡이독소는 기후변화 및 지구온난화에 따라 식품안전이슈로서의 저감화 방법 및 동시분석법에 대해서 관심이 높아지고 있다. 2015년 EU RASFF 연례보고서에 따르면 부적합건수는 미생

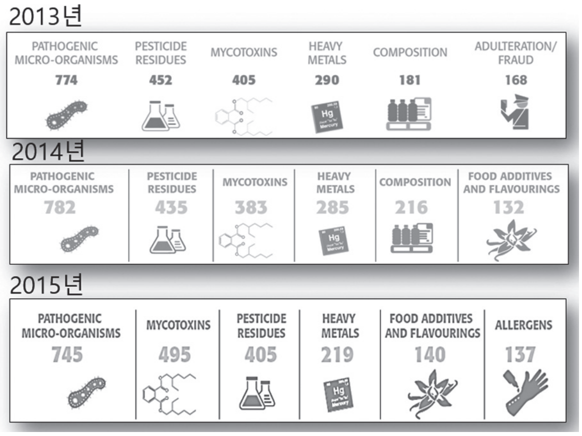

그림 3. EU RASFF의 2013년부터 2015년의 주요 notification 사례

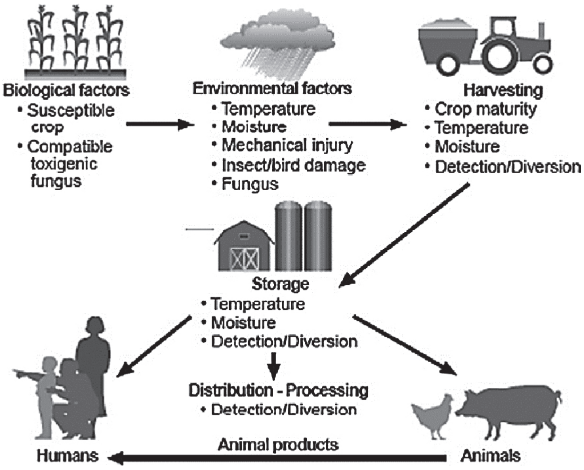

그림 4. 곰팡이독소 발생에 영향을 주는 요인(Paterson과 Lima, 2010)

물, 곰팡이독소, 잔류농약, 중금속, 식품첨가물 등의 순으로 높았으며, 곰팡이독소의 부적합 정보가 2순위로 그 빈도와 중요성이 높아졌음을 알 수 있다(그림 3). 특히, 땅콩이나 무화과 등의 견과류 및 과실류에서 아플라톡신 등이 기준을 초과하여 EU RASFF에 보고된 바 있다. 곰팡이독소는 *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* 등의 곰팡이속으로부터 생성되는 2차 대사산물이다. 그 중 아플라톡신(B1, B2, G1, G2)의 경우 IARC(International Agency for Research on Cancer) 발암등급 1등급(carcinogenic to humans)으로 사람에게 발암성이 확인된 물질로서 특히, 모두 녹는 점이 200℃를 넘기에 가공 중 저감화가 거의 불가능하므로 수확전 및 수확후 관리시 GAP(Good Agricultural Practice)와 HACCP 등의 확실한 식품안전체계를 갖추어 철저히 관리해야만 소비자에게 안전한 식품을 제공할 수 있을 것이다(그림 4). 또한, 곰팡이독소는 식품전체에 오염이 되는 것이 아니라, 습기가 높은 부분에 부분적으로 발생하므로, 샘플링시 최대한 많은 양을 취하여 균질화를 해야 한다. 현행 식품공전에서의 아플라톡신 실험을 위한, 곡류/두류/땅콩/견과류의 샘플링의 경우 샘플사이즈가 1톤 미만일 경우, 8곳에서 검체를 채취하여 한 개로 균질화한 후 실험할 것을 제시하고 있다. 곰팡이독소 전처리의 경우 면역친화컬럼을 사용하여 정제하고, HPLC/FLD를 이용하여 분석을 실시하는 경우가 일반적이지만, 고가의 소모성 면역친화컬럼의 사용을 최소화하는 방법과 유도체화 방법을 이용한 LC/MS/MS 분석법 등의 대체 방법들이 연구되고 있다(그림 5). 그 밖의 국내 규격 미설정 곰팡이독소류(Alternariol, Tentoxin, Alternariolmethylether, Tenuazonic acid, Beauvericin, Enniatin A, Enniatin A1, Enniatin B, Enniatin B1, Lupanine, 13-Hydroxylupanine, Angustifoline 등)의 분석법이 개발되고 있으며, 향후 선제적 식품안전 사고 대응을 위해서 국내 주요 식품산업체에서는 다성분동시 분석법을 확립하고, 관련한 안전성을 자체적으로 모니터링하는데 노력하고 있다.

3. 중금속

중금속은 화학적으로 비중 4.0 이상의 무거운 금속으로 축적성은 높지만, 자연분해나 미생물에 의한 분해는 잘 일어나지 않으며, 과다한 중금속에 오염된 농수축산물의 섭취로 만성, 급성, 건강장애를

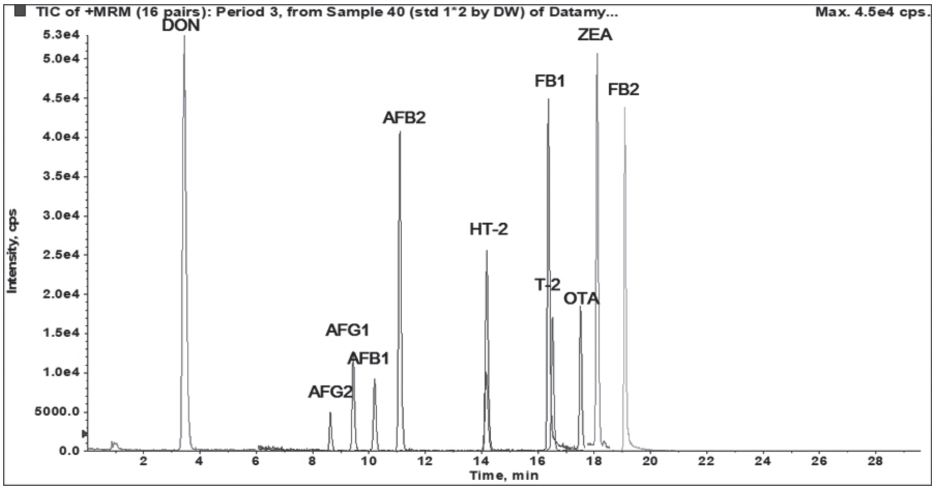

그림 5. LC/MS/MS를 이용한 11개 곰팡이독소의 동시분석 크로마토그램

일으킬 수도 있어서 식품위생안전의 중요한 분야로 여겨진다. 인체의 기능을 저해할 수 있는 무기성분은 납, 카드뮴, 수은, 비소, 크롬, 니켈 등이 있고, 유전독성을 가진 무기성분은 카드뮴, 니켈, 크롬, 코발트 등이 해당된다. 특히, 납, 카드뮴, 비소, 수은은 생체성분과의 친화성이 커서 식품 등에 축적되기 쉽고, 생물계에서 필요성이 밝혀져 있지 않기 때문에 국내외에서 매우 엄격하게 관리되고 있다(Cha 등, 2014). 일반적인 중금속 오염은 원재료의 수확, 가공 등의 전과정에서 발생할 수 있으며, 그 중 대부분 오염된 토양, 물과 대기오염이 심한 지역에서 재배되는 농작물 등에서 일어난다. 사례로서, 2012년말 미국의 컨슈머리포트는 쌀의 무기비소 함량에 대해 문제를 제기한 바 있으나, 우리나라 식약처에서는 국내에서 유통되는 쌀의 무기비소의 함량을 조사한 결과에서 우리나라 국민의 쌀 섭취로 인한 무기비소의 위해성은 우려하지 않을 만한 수준이라고 발표했다. 무기비소는 비소 중 산소, 염소, 황 등과 화합물을 이룬 비소로서, 유기비소에 비해 독성이 강하며, 일부 수산물, 쌀 등에 존재한다. 이에 따라 톳·모자반 함유 가공식품에 무기비소 함량 기준을 1 mg/kg 이하, 쌀은 0.2 mg/kg 이하로 신설, 안전관리를 강화하고 있다. 또한, 식약처는 중금속에 취약한 영·유아가 섭취하는 특수용도식품(이유식 등)과 과자, 시리얼류, 면류에 대해서도 무기비소 기준을 0.1 mg/kg 이하로 신설하여 관리 강화하는 것을 검토하고 있다. 일반적인 중금속 분석을 위해 사용되는 주요 분석장비는 flame atomic absorption spectrometry (FAAS), graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS), cold vapor atomic absorption spectrometry (CVAAS), inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) 및 inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)이 이용된다(Nerin 등, 2016). 이중에서 ICP-AES는 무기성분 및 중금속 분석에 가장 많이 사용하나, 최근 중금속의 규제 함량이 낮아짐에 따라, 산업체의 식품안전센터 및 식품위생검사기관에서는 검출한계를 낮출 수 있는 ICP/MS의 이용률이 높아지고 있다. 특히, 중금속 중 무기비소의 경우는 그림 6과 같이 HPLC와 ICP/MS가 결합된 형태로서, HPLC를 이용하여 무기비소와 유기비소의 머무름시간의 차이와 함께 ICP/MS를 이용하여 개별성분을 정량

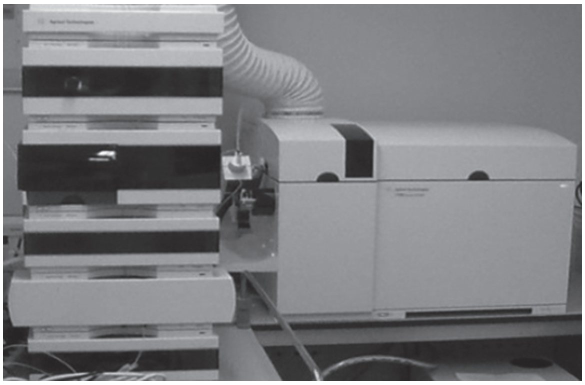

그림 6. LC-ICP/MS를 이용한 무기비소의 종분리 기기분석 활용예

하는 기술이 최근 도입되고 있다(그림 6-7).

4. 가공 중 생성 비의도적 유해물질

비의도적의 생성되는 유해물질은 다환방향족탄화수소(PAHs), 헤테로사이클린아민류, 아크릴아마이드, 에틸카바메이트 등 다양한 성분들이 보고가 되고 있다. 이중 발효식품에서 자연적으로 발생가

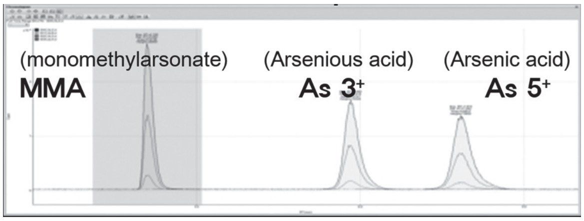

그림 7. LC-ICP/MS를 이용한 무기비소의 동시분석 종분리 크로마토그램

능한 에틸카바메이트에 대해 살펴보고자 한다.

에틸카바메이트(ethyl carbamate, EC)는 체내에서 vinyl carbamate로 대사된 후 에폭시화를 거쳐 DNA adduct를 형성하여 실험동물의 다양한 기관에 종양을 유발한다고 알려져 있다. 또한, 간장, 빵, 요구르트, 와인, 맥주, 위스키 등과 같은 발효식품에서 자연적으로 발생되는 물질로서, 2007년 국제암연구센터(IARC)에 의해 발암성이 2B (possibly carcinogenic to humans)에서 2A (probably carcinogen to humans)로 상향조정되었다. 에틸카바메이트 관련 연구를 google scholar database를 기반으로 1981년

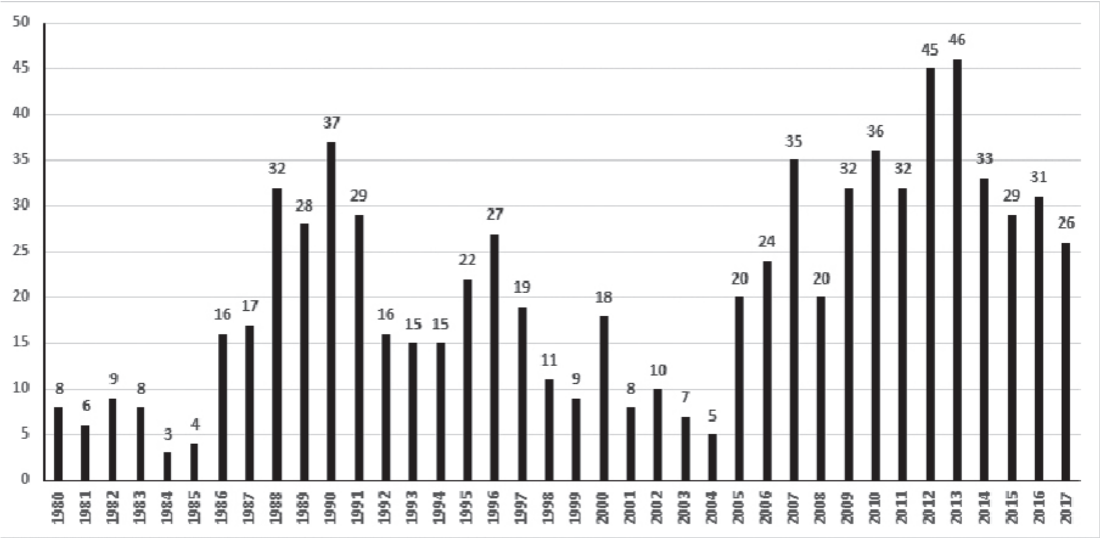

그림 8. Google scholar database 기반의 에틸카바메이트관련 논문, 특허 발표 현황

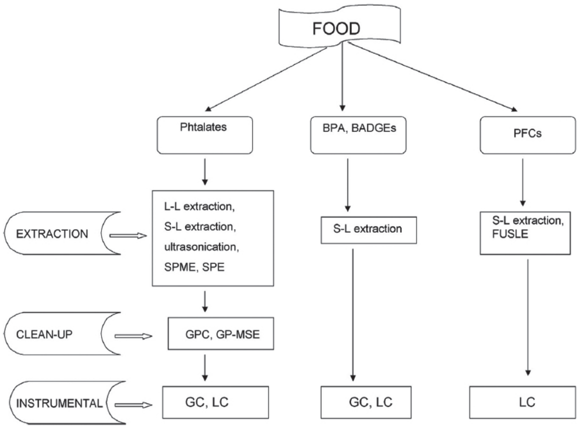

그림 9. 식품 중 포장재 유래 성분의 분석 절차 (Sanchis 등, 2017)

부터 2017년까지 정리를 해보면 그림 8과 같이 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. 특히, 2011년이후부터 2017년 10월까지 238건의 논문과 특허가 발표되는 등 분석법 개발, 모니터링, 발생 메카니즘 규명, 위해평가, 저감화 방법 등에 대해서 연구가 집중되고 있음을 알 수 있다.

식품 중 에틸카바메이트 분석은 식품이 가지는 지용성 및 수용성, 액체 및 고체 등 시료의 특성에 따른 매트릭스 효과 때문에 복잡한 전처리를 거쳐야 되며, 내부표준물질로는 프로필카바메이트, 부틸카바메이트, d5-에틸카바메이트 등이 적용 되고 있다(Wu 등, 2012; Ryu 등, 2016). 에틸카바메이트 분석은 GC, LC 등의 분석장비에 다양한 검출기의 연구가 검토되고 있으며, GC/MS를 이용한 방법의 연구가 가장 활발하게 진행되고 있다.

5. 포장재 유래 성분

일반적으로 식품과 접촉하는 포장재는 식품의 기구 및 용기 기준규격에 준하여 재질규격과 용출규격을 통해 안전성을 확보하고 있으나, 최근 포장재로부터 발생 가능한 성분이 식품에 전이되는 문제에 대해서 관심이 증가되고 있다. 이중 대표적인 포장재 유래성분인 비스페놀A에 대해 살펴보고자 한다. 에폭시 레진이나 폴리카보네이트 플라스틱에서 비스페놀A가 유리되어 인체에 흡수되었을 때 에스트로겐 호르몬과 유사한 효과를 낼 수 있기 때문에 안전성 문제가 지속적으로 대두되고 있다. 폴리카보네이트 용기의 경우, 페놀, 비스페놀A 및 p-터셔리부틸페놀의 합계로서 2.5 mg/L 이하(다만, 비스페놀A는 0.6 mg/L 이하)의 용출규격으로 관리되고 있다. 이러한 포장재유래성분들은 미량으로 식품 속에 존재할 수 있는 가능성이 있으므로, 그림 9와 같이 soxhlet, solid–liquid (S–L) 추출법, Solid Phase Extraction (SPE), 초음파 추출법과 liquid–liquid (L–L) 추출법 등을 통해 식품과 접촉하는 포장재 유래성분들을 추출하는 방법들이 연구되고 있다. 종이 원료와 음료의 phthalate 추출은 soxhlet과 SPE 추출법을 사용하여 GC로 분석하며, 통조림 식품의 비스페놀A를 추출하기 위해 S-L 추출법이 활용하여 HPLC로 분석하기도 한다(Alabi 등, 2014; Cinelli 등, 2014; Aznar 등, 2012). 초음파 추출법으로서 식품(우유 및 와인) 중 phthalate의 샘플 전처리 및 종이 재료로부터 PFCs의 샘플 전처리에 사용되기도 한다(Cinelli 등, 2013; Yan 등, 2011). 현재는 식품 중 포장재 유래 성분의 기준 규격이 설정되어 있지는 않지만, 식품안전과 관련된 이슈가 지속되고 있기 때문에 식품 산업체는 분석법 확립과 모니터링을 통한 안전성 확보에 노력하고 있다.

6. 친환경분석법

최근의 분석기술은 전처리 시간 단축, 시약 사용 최소화, 다성분 동시분석, 비용 절감 등 다각도로 분석기술의 진보가 이루어지고 있다. 이중 비파괴 분석법을 이용한 친환경 분석법을 살펴보고자 한다. 진동 분광기술의 범위는 변환 근적외선, 근적외선, 라만 분광학, 하이퍼스펙트럴 이미징

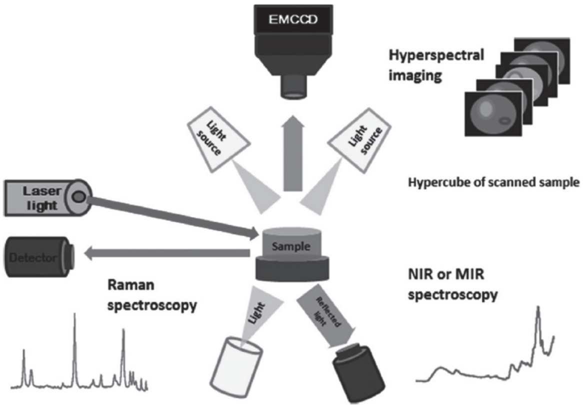

그림 10. 일반적인 진동 분광기술의 개략도(Lohumi 등, 2015)

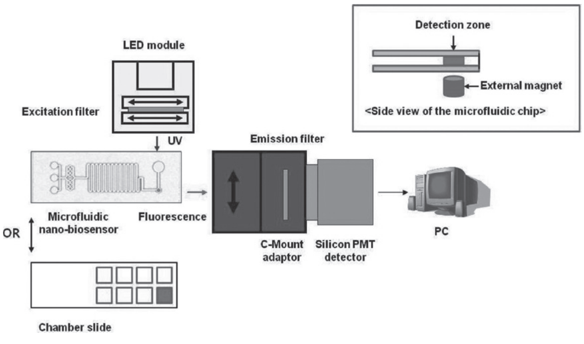

그림 11. 마이크로 유체 나노 바이오센서를 이용한 휴대용 형광분석기의 개략도(Kim 등, 2015)

(HIS, Hyperspectral imaging) 등의 기술로서 비파괴분석으로 상대적으로 분석비용이 낮은 장점이 있으며, 다양한 품질 및 식품안전분석을 위한 기술로서 식품의 정량 분석 및 시간 소모적인 기술에 대한 대안책으로 제시되고 있다(Lohumi 등, 2015). 그림 10과 같이 진동 분광기술의 경우 식품안전측면에서는 식품품질, 식품 진위판별, 신선도, 미생물에 의한 변질, 불순물 또는 오염물질의 혼입여부의 분석에 활용을 할 수 있다. 최근 HIS 기술의 경우 미생물 오염 물질의 확인을 위해 포장 된 용기 내에서의 대장균 오염 측정을 포함하여 신선한 시금치(Siripatrawan 등, 2011), 버섯의 미생물 손상(Gaston 등, 2011), 돼지 고기 등에 활용된 사례가 보고되고 있다(Barbin 등, 2013).

또한, 신속분석법으로서 미세유체 나노바이오센서는 면역자기분리기술과 형광 라벨을 이용하여 신속한 살모넬라 검출기술이 보고된바 있다(Kim 등, 2015). 그림 11과 같이 이러한 형광광도계는 LED 장치, 형광 신호 검출을 위한 실리콘 photomultiplier tube (PMT), 미세유체칩 장착용 트레이를 포함하는 샘플링 장치 및 주변광을 차단하는 하우징을 포함하며, 10^3 CFU/mL의 검출 한계로 30분 이내에 *S. typhimurium*과 *E. coli*를 미세유체 바이오센서로 구분할 수 있음이 보고된바 있다(Lohumi 등, 2015). 이와 같이 마이크로 입자를 제어하여 화학적 오염물질 및 병원성미생물 등의 분석을 향상시킬 수 있는 ‘미세유체기반 차세대 마이크로어레이 플랫폼기술’을 이용하여 미세막 구조물이 포함된 독립공간을 분석칩 내부에 만들고, 각각의 공간에 다양한 마이크로 입자를 원하는 순서와 개수로 배열하여, 입자간 교차 오염없이 여러 가지 반응을 동시에 분석하는 기술로 기존방법보다 시약 소모량 및 분석시간을 수십에서 수백배까지도 절약할 수 있으므로 바이러스 검출이나 질병진단 등에 널리 활용될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

결론

최근 식생활 패턴의 변화, 환경변화, 소비자의 식품안전에 대한 관심 증대로 식품산업에서 식품안전과 관련한 분석기술의 중요성이 대두되고 있다. 특히, 식품산업체의 식품안전사고는 언론보도, 제품회수, 소비자의 불신 확대 등 경제적 측면의 손실이 많이 발생될 수 있으므로, 체계적이고 포괄적인 식품안전관리 시스템 구축의 필요성이 높아지고 있다. 이와 관련하여, 잔류농약, 중금속, 곰팡이독소, 가공 중 생성 성분, 포장재 유래 성분 등의 모니터

링을 통한 선제적 대응을 실시하고, LC, GC, ICP, LC/MS/MS, GC/MS/MS, ICP/MS, PCR, RT-PCR 등 각종 분석장비의 도입으로 식품안전의 신뢰성 확보를 위한 노력이 필수적이다. 이와 함께 최근의 식품산업체의 식품안전분석기술은 다성분동시 분석법, 저비용고효율 분석법, 친환경 분석법 등으로 패러다임이 변화되어야 한다.

참고문헌

Alexandratos N, Bruinsma J. World Agriculture towards 2030/2050, ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO. (2012)

Spink J. Moyer DC. Defining the Public Health Threat of Food Fraud. J. Food Sci. 76: R157-R163 (2011)

2017년도 식품산업 주요통계, 한국농수산물유통공사 (2017)

Anastassiades M, Lehotay SJ. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrilie extraction/partitioning and "Dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticides residues in produce, J. AOAC International, 86: 412-431 (2003)

Krauss M, Singer H, Hollender J. LC-high resolution MS in environmental analysis: from target screening to the identification of unknowns. Anal Bioanal Chem. 397: 943-951 (2010)

Gallo M, Ferranti P. The evolution of analytical chemistry methods in foodomics. Journal of Chromatography A. 1428: 3-15 (2016)

Kang KJ, Kim HJ, Lee YG, Jung KH, Han SB, Park SH, Oh HY, Administration of mycotoxins in Food in Korea. J. FD Hyg. Safety. 25: 281-288 (2010)

Paterson RRM, Lima N. How will climate change affect mycotoxins in food. Food research international. 43: 1902-1914 (2010)

Cha HA, Kang SHm Choe SB, Jun GJm Kang ST., Hazardous Heavy Metal Contents of Mushrooms from Retail Markets in Seoul, Korean J. Food Sci. Technol. 46: 283-287 (2014)

Nerin C, Aznar M, Carrizo D. Food contamination during food process. Trends in Food Science& Technology. 48: 63-68 (2016)

Wu P, Pan X, Wang L, Shen X, Yang D. A survey of ethyl carbamate in fermented foods and beverages from Zhejiang, China. Food Control, 23(1): 286-288 (2012)

Ryu, D., Choi, B., Kim, N., & Koh, E. Validation of analytical methods for ethyl carbamate in nine food matrices. Food Chem, 211: 770-775 (2016)

Alabi A, Caballero-Casero N, Rubio S, Quick and simple sample treatment for multiresidue analysis of bisphenols, bisphenol diglycidyl ethers and their derivatives in canned food prior to liquid chromatography and fluorescence detection, J. Chromatogr. A 1336: 23-33 (2014)

Cinelli G, Avino P, Notardonato I, Centola A, Russo MV, Russo, Study of XAD-2adsorbent for the enrichment of trace levels of phthalate esters in hydro alcoholic food beverages and análisis by gas chromatography coupled with flame ionization and ion-trap mass spectrometry detectors, Food Chem. 146 (2014) 181-187.

Aznar M, Rodriguez-Lafuente A, Alfaro P, Nerin C, UPLC-Q-TOF-MSanalysis of non-volatile migrants from new active packaging materials, Anal.Bioanal. Chem. 404 (2012) 1945-1957.

Cinelli G, Avino P, Notardonato I, Centola A, Russo MV, Rapid analysis of six phthalate esters in wine by ultrasound-vortex-assisted dispersive liquid–liquid micro-extraction coupled with gas chromatography-flame ionization detector or gas chromatography-ion trap mass spectrometry, Anal. Chim. Acta 769 (2013) 72-78.

Yan H, Cheng X, Liu B, Simultaneous determination of six phthalate esters in bottled milks using ultrasound-assisted dispersive liquid–liquid micro extraction coupled with gas chromatography, J. Chromatogr. B 879: 2507-2512 (2011)

Sanchis Y, Yusa V, Coscolla C. Analytical strategies for organic food packaging contaminants. J. Chromatogr. A 1490: 22-46 (2017)

Lohumi S, Lee SD, Lee HS, Cho BK. A review of vibrational spectroscopic techniques for the detection of food authenticity and adulteration. Trends Food Sci Technol. 46: 85-98 (2015)

Siripatrawan U, Makino T, Kawagoe Y, Oshita S. Rapid detection of Escherichia coli contamination in packaged fresh spinach using hyperspectral imaging. Talanta. 85: 276-281 (2011)

Gaston E, Frias JM, Cullen PJ, O'Connell CP, Gowen AA. In Dublin Institute of technology. Conference paper (2011)

Barbin FD, ElMasry, G, Sun, D.-W., Allen, P., & Morsy, N. Non-destructive assessment of microbial contamination in porcine meat using NIR hyperspectral imaging. Innov Food Sci Emerg, 17: 180-191 (2013)

Kim G, Moon JH, Moh CY, Lim JG. A microfluidic nano-biosensor for the detection of pathogenic Salmonella. Biosens Bioelectro, 67: 243-247 (2015)