

다성분 동시분석법을 이용한 고추함유 장류, 소스류 중의 잔류농약 양상 및 잔류량 조사

잔류농약검사팀

정소영* · 이정숙 · 박경애 · 조성애 · 김남훈
김윤희 · 박혜원 · 류희진 · 이정미 · 유인실

Application of Multi-residue Method for Monitoring Pesticides Residues in Paste and Sauce containing Hot Pepper

Residue Pesticide Inspection Team

**So-young Jung^{*}, Jeong-sook Lee, Kyung-ai Park,
Sung-ae Jo, Nam-hoon Kim, Yun-hee Kim, Hae-won Park,
Hoe-jin Ryu, Jeong-mi Lee and In-sil Yu**

Abstract

Residues of five pesticides(chlorpyrifos, chlorfenapyr, cyhalothrin, cypermethrin, tebuconazole) commonly found in paste and sauce containing hot pepper, were analyzed by gas chromatograph - electron capture detector(GC-ECD) and gas chromatograph - nitrogen phosphorous detector(GC-NPD) techniques, using a multi-residue method. LODs for hot pepper paste and chili sauce were 0.005~0.03 mg/kg and 0.0007~0.009 mg/kg, respectively. The corresponding LOQs were 0.02~0.07 mg/kg and 0.002~0.03 mg/kg. Of the 109 commercial samples analyzed, the pesticides chlorfenapyr, cypermethrin, and chlorpyrifos were present in only 4 of the chili sauces; and their concentrations were within the range 0.003 to 0.088 mg/kg. Method efficiency was examined by addition of each pesticide at concentrations of 0.01 mg/kg (0.04 mg/kg for tebuconazole), 0.1 mg/kg, and 1.0 mg/kg. Recoveries for hot pepper paste and chili sauce were 66.8~139.8% and 65.2~110.0%, respectively.

Key words : multi-residue method, pesticides, hot pepper paste, chili sauce

서론

고추는 한국인의 식생활에서 중요한 다소비 농산물이며(1), 고춧가루나 고추장 또는 소스 등의 가공형태로도 많이 섭취되는 식품이다. 고추의 재배과정에서 불가피하게 농약이 사용되고 이 사용된 농약은 작물의 유통 시까지 잔류하게 되어 의도치 않게 식탁의 안전을 위협하는 일이 발생하게 된다. 그동안의 많은 연구를 통해 고추의 잔류농약에 대한 모니터링은 이루어져 왔으며, 고추에서의 잔류농약 검출률은 다른 농산물에 비해 높은 경향을 나타내었다(2~4). 특히 고추는 말린 후 고춧가루 형태로 섭취하게 되는 경우가 많은데 고춧가루의 경우 수분함량이 낮으므로 고추에 비해 잔류농약의 검출률은 더욱 높은 편이다(5~6). 2014년 서울시보건환경연구원에서 위해요소선형조사로 실시한 고춧가루의 잔류농약 검사 결과도 크게 다르지 않아 잔류허용기준을 초과한 부적합 제품은 없었으나 높은 검출률을 나타내었다(표 1).

또한 고추는 고춧가루형태로 고추장이나 혼합장, 소스류 등의 가공식품 원료로도 많이 사용되고 있으며 최근 식생활의 변화로 다양한 수입 소스류가 시판되고 있으며 이런 제품에서도 고추는 중요한 향신료로 사용되고 있다. 그럼에도 불구하고 농산물인 고추나 고춧가루의 농약 잔류량 모니터링은 많이 보고된 반면 이를 이용한 가공식품의 잔류량 보고는 거의 이루어지지 않고 있는 실정으로 고춧가루 함유 가공식품에 대한 안전성이 우려

되는 바이다.

최근의 잔류농약분석은 많은 시료를 짧은 시간에 분석하는 다성분 동시분석이 주를 이루고 있으나, 가공식품의 잔류농약 분석은 농산물과는 달리 매트릭스가 더 복잡하고 따라서 전처리방법이나 기기분석에 있어 농산물과 동일한 방법을 적용하는데 검증이 필요하다(7~9).

본 실험에서는 이전의 연구결과와 본원의 위해 예방 선형조사 결과를 토대로 고춧가루 및 고추에서 다빈도로 검출되는 농약 5종을 대상으로 고추를 함유하는 장류 및 소스류 중에서의 잔류량을 분석하여 그 결과를 보고하고 안전성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

실험에 사용한 가공식품은 서울지역 유통매장에서 구입한 고추를 함유한 고추장 47건, 혼합장 38건, 소스류 24건 등 109건을 대상으로 실험하였다. 표준물질인 클로르피리포스는 Sigma-Aldrich(St. Louis, USA), 클로르페나피르는 CHEM-SERVICE(West Chest, USA), 사이할로트린, 사이피메트린, 테부코나졸은 Dr. Ehrenstorfer (Augsburg, Germany)사의 제품을 구입하여 사용하였다. 추출에 사용된 아세토니트릴은 Fisher Scientific Korea Ltd(Seoul, Korea)제품이었고 카트리지

Table 1. Occurrence and concentration of pesticides in 73 pepper powder samples in 2014 provided by SIHE(Seoul Institute of Health and Environments)

Detected pesticide	No. of detection (Detection rate)	Range of detection (mg/kg)	Maximum Residue Limits in pepper powder(mg/kg)
Tebuconazole	49(67.1%)	0.10~3.90	5.0
Cypermethrine	31(42.5%)	0.08~1.86	2.0
Chlorpyrifos	23(31.5%)	0.06~0.56	1.0
Chlorfenapyr	7(9.6%)	0.07~0.20	5.0
Cyhalothrine	3(4.1%)	0.14~0.17	2.0
Pyraclostrobin	1(1.4%)	0.16	3.0
Total	50(68.5%)		

정제에 사용한 헥산과 아세톤은 Kanto Chemical 사(Tokyo, Japan) 제품이었다.

정제에 사용된 카트리지는 Agilent Technology (Santa Clara, USA)사의 Florisil(1,000 mg, 6 mL)을 사용하였다.

2. 분석장비

분석기기로 사용한 Gas Chromatography-Electron Capture Detector(GC-ECD)와 Nitrogen Phosphorous Detector(NPD)는 Agilent 사의 7800series였다. 농약의 확인을 위해서는 Agilent 5973 Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS)를 사용하였다. 시료의 추출에는 제이오텍사(Seoul, Korea)의 회전식진탕기와 Omni Macro Homogenizer(Kennesaw, USA)를 사용하였다. 시료농축을 위한 질소농축기는 Organomation Associates, Inc.의 N-EVAP TM 112(Berlin, USA)를 사용하였다.

3. 실험방법

식품공전 중 제 10.일반시험법 4. 식품중 잔류 농약분석법 중 4.1.2.다중농약다성분 분석법(10)을 응용하여 실험하였다. 시료 약 20 g을 혼합추출 분쇄기(Omni mixer) 용기에 정밀히 취하고 시료 중 존재하는 수용성 물질의 제거를 위해 증류수 60 mL를 첨가하여 30분간 회전식진탕기로 흔들면서 방치하였다. 다음 아세토니트릴 100 mL를 넣고 혼합추출분쇄기를 이용하여 2분간 추출하여 그 추출액을 여지를 이용하여 염화나트륨 10~15 g이 들어있는 분리병에 넣고 강하게 흔들어서 약 1시간 정치시킨 후 아세토니트릴층을 분리하였다. 가공식품의 경우 농산물보다 농약의 잔류량이 낮을 것으로 판단하여 취하는 아세토니트릴의 양을 50 mL로 하여 40℃ 이하의 수욕 중에서 감압농축하여 용매를 날려버리고 잔류물은 20% 아세톤 함유 헥산 4 mL에 녹여 정제하였다. 시료의 지방성분을 제거하여 그 결과를 비교해보기 위하여 지방성시료의 전처리법도 병행하여 회수율을 검토하였다. 잔류물을 다시 아세토니트릴포화 헥산 30 mL에 녹인 후 헥산포화 아세토니트릴 30 mL로 2회 추출하여 수욕 중에서 감압농축하여 용매를 날린 후

동일하게 정제하여 실험하였다.

Florisil 카트리지를 헥산 4 mL와 20%로 활성화 한 후 시료를 loading하고 8 mL로 용출하였다. 질소농축기를 사용해 40℃ 이하에서 용매를 제거한 후 20% 아세톤함유 헥산 2 mL로 정용하여 기기 분석하였다.

표 2의 기기분석조건으로 GC-NPD로 분석하는 테부코나졸과 GC-ECD로 분석하는 4종 농약 클로르피리포스, 클로르페나피르, 사이할로트린, 사이피메트린을 분석하였고 검출된 농약성분은 GC-MS로 확인하였다.

3. 회수율, 검출한계, 정량한계

절대회수율은 대상잔류농약이 검출되지 않은 것으로 확인된 고추장과 칠리소스 20 g에 혼합표준 용액을 농도별로 첨가하여 위의 시료전처리와 동일하게 실험하였다. GC-ECD분석농약 4종은 20 mg/L, 2 mg/L, 0.2 mg/L 수준으로, 테부코나졸은 80 mg/L, 8 mg/L, 0.8 mg/L 수준으로 혼합 조제하여 1 mL 첨가하였다.

절대회수율은 표준물질을 시료에 첨가하여 전처리를 거친 값과 시료전처리를 하지 않은 최종표준 물질 피크높이를 비교하여 구하였다. 5회 반복하여 실험하여 평균값과 표준편차를 계산하였다.

위의 회수율실험에서 농도별로 첨가하여 구한 값으로 검량선을 작성하여 y절편과 기울기를 구한 후 아래식으로부터 구하였다(11).

$$LOD = 3.3(\sigma/S)$$

$$LOQ = 10(\sigma/S)$$

σ : y 절편의 표준편차

S : 검량선의 기울기

결과 및 고찰

1. 회수율검증

식품공전 다중농약 다성분 분석법을 응용하여 고추장과 칠리소스를 대상으로 5종 농약에 대해 회수율을 검증하였다. 시료에 포함되어 있는 당

등 수용성성분의 제거를 위해 증류수를 60 mL 가 하여 진탕기에서 흔들면서 30분간 방치한 후 아세토니트릴로 추출하였고, 가공식품의 경우 농산물보다 농약의 잔류량이 낮을 것으로 판단하여 취하는 아세토니트릴의 양을 50 mL로 하였다. 실험결과, GC-ECD 경우 시료에 포함되어 있는 여러 가지 방해피크는 존재했으나 분석대상 4종 농약의 정량에 크게 방해가 되지 않았다. 고추장과 칠리소스에 표준용액을 첨가하여 실험한 크로마토그램을 그림 1에 나타내었다.

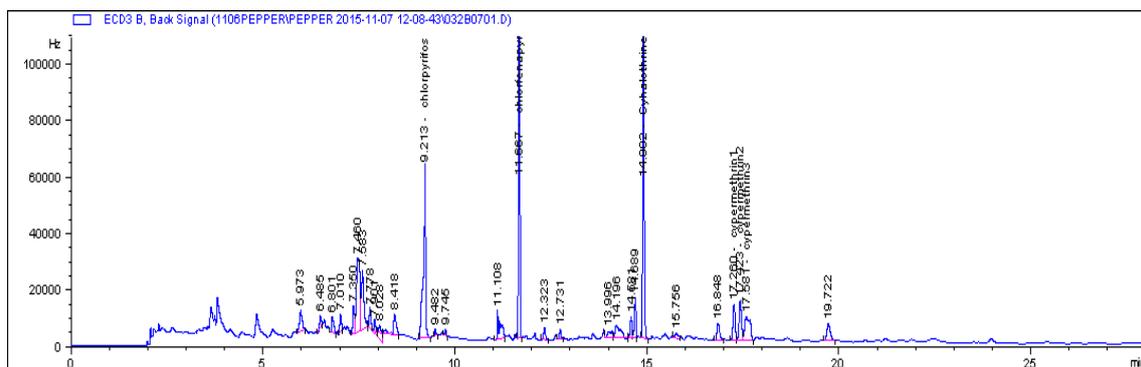
회수율을 검토해본 결과, 고추장을 대상으로 한 경우는 66.8~139.8%, 칠리소스를 대상으로 한 경우는 65.2~110.0%였다. 상대오차는 고추장은 0.07~25.6%, 칠리소스는 0.07~9.7%였다. 고추장의 경우 칠리소스와 비교해볼 때 편차가 크고 클로르페나피르와 테부코나졸의 회수율이 저농도 대상 실험에서 120% 이상의 결과를 나타내었다. 이는 바탕선도 안정적이지 않고 방해피크도 많아 생긴 부의 오차로 보인다. 고추장시료와 칠리소스 시료를 대상으로 한 5종 농약에 대한 회수율을 표 3에 나타내었다. 인용문헌에 따르면 국내에서 잔류농약 분석법 검증에 위한 회수율 및 분석오차

허용범위는 0.01 mg/kg 농도에서는 60~120%와 30%, 0.1 mg/kg 농도에서는 70~120%와 20%이며, 1.0 mg/kg 농도범위에서는 70~110%와 15%이다(12). 외국의 경우 Association of Official Analytical Chemists(AOAC)에서는 회수율의 인정범위를 농도별로 1 mg/kg 수준에서는 75~120%, 0.01 mg/kg 수준에서는 70~125%로 설정하였고 반복성에 대한 상대편차의 허용범위는 1.0 mg/kg 수준에서는 8%, 0.01 mg/kg 수준에서는 15%로 규정하였다(13). 본 실험의 결과를 볼 때 고추장을 대상으로 실험한 경우 정량한계 이하의 농도에서 클로르페나피르와 테부코나졸이 그 범위를 벗어났으며 정량한계 이상의 농도에서는 회수율에서 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있었다. 고추장의 매트릭스 효과를 감소시키기 위하여 다 성분농약 동시분석법 중 헥산포화 아세토니트릴로 지방을 제거하는 과정을 거친 고농도시료의 회수율도 함께 살펴보았다. 그 결과, 회수율이나 크로마토그램에서 지방제거 전과 크게 차이가 없었다. 따라서 고추장시료의 매트릭스 효과에서 지방의 영향은 크지 않은 것으로 생각되고 시료 전처리시 지방제거 과정은 생략하였다.

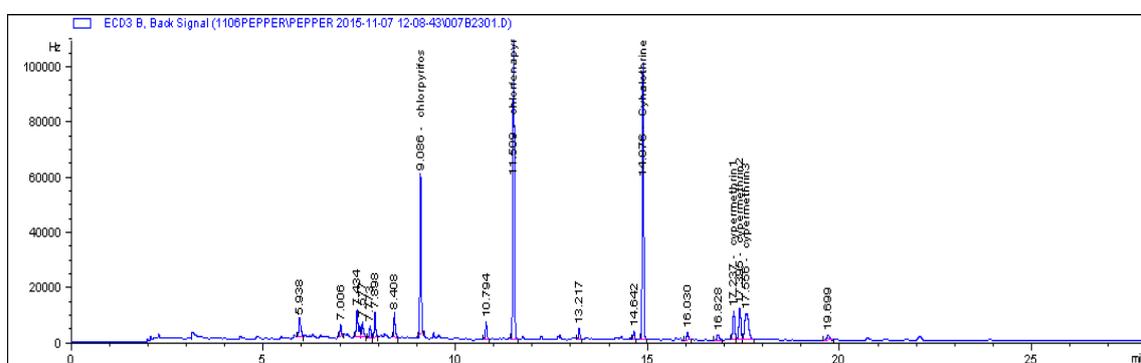
Table 2. Analytical conditions of GC-ECD¹⁾, GC-NPD²⁾ and GC-MS³⁾

Parameter	Conditions			
	GC-ECD	GC-NPD	GC-MS	
Column	DB-5 (30 m, 0.32 mmID, 0.25 μm df)	DB-5 (30 m, 0.32 mmID, 0.25 μm df)	DB-5 MS (30 m, 0.32 mmID, 0.25 μm df)	
Injection Vol.	1 μL	1 μL	1 μL	
Gas flow	He : 1.2 mL/min	He : 1.4 mL/min	He : 1.0 mL/min	
		Air : 120 mL/min H2 : 3.0 mL/min		
Temp.	Innet.	280°C	325°C	
	Oven	150°C (1 min)→12°C/min 240°C (2 min)→10°C/min 280°C (13.5 min)	110°C (1 min)→15°C/min 200°C (10 min)→20°C/min 280°C (17 min)	100°C (2 min)→10°C/min 280°C (15 min)
	Det.	280°C	280°C	280°C (Interface temperature)

- 1) Gas Chromatograph - Electron Capture Detector
- 2) Gas Chromatograph - Nitrogen Phosphorous Detector
- 3) Gas Chromatograph - Mass Spectrometer



(a)



(b)

Fig. 1. GC-ECD chromatograms of hot pepper paste extract (a) and chili sauce extract (b) fortified with 0.1 mg/kg 4 pesticides.

Table 3. Recoveries of 5 pesticides by multiresidue method(n=5) in hot pepper paste and chili sauce

Item	Spiked level (mg/kg)	Recovery ± RSD(%)				
		Chlorpyrifos	Chlorfenapyr	Cyhalothrine	Cypermethrine	Tebuconazole
Pepper Paste	0.01 ¹⁾	66.8±4.1	126.0±24.2	106.8±9.8	108.4±4.1	139.8±25.6
	0.1	73.6±4.3	120.9±17.1	102.0±11.5	79.4±7.0	98.1±9.1
	1.0	99.4±0.07	106.3±0.68	103.6±0.09	94.3±3.5	86.7±2.3
	1.0 ²⁾	98.8±0.33	104.3±0.78	102.9±0.41	99.7±3.5	88.8±1.9
Chili Sauce	0.01 ³⁾	68.0±2.1	110.0±9.7	97.2±7.5	90.4±5.7	90.1±8.6
	0.1	65.2±2.7	92.4±5.2	104.1±3.5	89.7±3.0	83.0±1.9
	1.0	99.9±0.07	98.9±0.09	99.8±0.1	103.6±3.3	83.3±4.8

1) Tebuconazole : 0.04 mg/kg

2) Fat removal procedure

3) Tebuconazole : 0.04 mg/kg

2. 검량선 작성, 검출한계(LODs), 정량한계(LOQs)

위의 농도별 회수율실험결과로 검량선을 작성하여 직선식과 R²값을 구하였고 그 검량식의 y-절편과 기울기를 이용하여 검출한계와 정량한계를 구하였다. 그 결과값은 표 4와 같다. 실험결과, 고추장과 칠리소스에서 모두 0.9989 이상의 좋은 직선성을 보였으며 검출한계는 고추장에서는 0.005~0.03 mg/kg, 칠리소스에서는 0.0007~0.009 mg/kg였다. 정량한계는 고추장에서 0.02~0.07 mg/kg, 칠리소스에서는 0.002~0.03 mg/kg이었다. 회수율결과와는 달리 검출한계와 정량한계는 고추장과 칠리소스에서 큰 차이를 보였는데 이는 고추장에 함유되어 있는 여러 방해물질들로 인해 크로마토그램의 바탕선이 불안정한데서 기인한 것이다. GC-ECD와 GC-NPD로 잔류농약을 분석하는데 있어 매트릭스 효과는 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있고, 농산물의 종류나 농약의 이화학적 성질에 따라 차이가 있는 것으로 보고되고 있다. 고추는 특히 매트릭스 효과가 큰 농산물이며(14), 농약 중에서는 극성이 클수록, 머무름 시간이 긴 농약일수록, 그리고 피레스로이드계 농약이 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다(15). 본 실험에

서의 매트릭스 영향은 농약종류에 따라서 크게 차이가 나지는 않았으나 대상 시료에 따라 큰 차이를 나타내어 칠리소스를 대상으로 한 정량한계 및 회수율은 농산물에서의 결과와 크게 다르지 않았으나(16), 고추장에서의 정량한계는 큰 차이를 보였다. 실험 대상 고추장의 고춧가루 함유량은 6.1%였고, 영양성분 함량으로는 탄수화물 43%, 당 28%, 지방 1.8%, 단백질 5%였다. 반면 칠리소스는 고추의 함량이 3.5%, 탄수화물 43%, 당 42%, 지방 1%이하, 단백질 1% 이하였다. 두 시료에 표준용액을 첨가한 회수율 실험의 GC-ECD 크로마토그램을 그림 1에 표시하였다. 고추에서 비롯된 불순물과 그 외 당, 지방, 첨가물함량 및 수분의 함량상태에서 기인한 매트릭스 효과로 인해 고추장에서의 정량한계는 칠리소스에 비해 2~10배까지 높게 산출되었다. 따라서 고추장과 같이 매트릭스가 복잡한 시료의 경우는 다성분동시분석법 전처리에 의한 GC-ECD, GC-NPD 분석은 극미량 분석에는 한계가 있는 것으로 보인다. 그러나 고춧가루 잔류허용기준을 초과할 정도의 잔류량이라면 실제 고추장으로도 이행되어 검출될 것으로 보여, 유통제품을 모니터링 하여 적부관정을

Table 4. Calibration equations, correlation coefficients, LODs(mg/kg) and LOQs(mg/kg) of the multiresidue method for the determination of pesticides in hot pepper paste and chili sauce

		Regression curve	R ²	Method LOD (mg/kg)	Method LOQ (mg/kg)
Hot Pepper Paste	Chlorpyrifos	y = 883999x - 9904	0.9995	0.007	0.02
	Chlorfenapyr	y = 855142x + 20852	0.9990	0.006	0.02
	Cyhalothrine	y = 875931x + 1493	0.9999	0.006	0.02
	Cypermethrine	y = 287994x + 466	0.9997	0.005	0.02
	Tebuconazole	y = 100x + 0.797	0.9989	0.03	0.07
Chili Sauce	Chlorpyrifos	y = 889687x + 200	0.9991	0.0007	0.002
	Chlorfenapyr	y = 862043x + 337	0.9990	0.001	0.003
	Cyhalothrine	y = 869669x + 502	0.9998	0.002	0.006
	Cypermethrine	y = 368048x + 212	0.9999	0.002	0.006
	Tebuconazole	y = 108x + 0.279	0.9995	0.009	0.03

하는데 큰 어려움은 없었다.

3. 유통제품의 잔류농약 모니터링

서울시내에 유통되고 있는 고춧가루 또는 고추 가 함유되어 있는 가공식품 중 고추장 47건, 혼합장 38건, 소스류 24건에 대해 잔류농약 5종에 대한 모니터링을 실시하였다. 그 결과는 표 5와 같다. 소스류 4건에서 미량의 농약이 검출되었고 나머지 제품에 대해서는 모두 불검출이었다. 2014년 서울시보건환경연구원에서 73건의 고춧가루를 대상으로 286종의 농약을 모니터링 한 위해예방선행 조사 결과를 보면, (표 1) 고춧가루에서 농약의 검출률이 매우 높았고 고추장의 경우 전체 47건의 고춧가루 비율은 평균 10.8%였다. 조등(6)의 연구결과를 살펴보면, 고춧가루의 잔류농약은 저장온도와 저장시간에 따라 다르지만 연구대상 농약 중 가장 낮은 감소율을 보인 클로르피리포스는 경우는 60일 이후에 온도에 따라 34~47% 감소율을 보였고, 그 외 농약들은 최대 84%까지 감소함을 나타냈다. 또 펜발라레이트와 이미다크로프리를 살포한 고추로 고추장을 담아서 잔류농약감소 효과를 본 이등(17)의 연구결과를 보면 2개월간 숙성시킨 후 검사한 결과 잔류농약이 검출되지 않아 초기농도의 10% 이하수준으로 감소되었다고 추정하였다. 따라서 고춧가루에서 미량의 농약이 잔류되어 있다하더라도 고추장 제조 시 다른 재료와 섞이면서 희석되고 숙성기간동안 분해되므로 시판 고추장에서는 검출한계 이상으로 검출되는 제품이

없는 것으로 보인다. 2014년 서울시보건환경연구원에서 실시한 고춧가루의 잔류농약 위해예방선행 조사 결과 검출률이 높아 장류 원료에 대한 안전성이 우려되었으나 시판 고추장과 혼합장에서 잔류농약이 검출되지 않아 가공식품의 잔류농약 기준에 모두 적합하였다.

한편 칠리소스 4건에서 잔류농약이 검출되었는데 가공식품의 경우 잔류농약 허용기준은 '원료식품의 잔류허용기준 범위내에서 잔류를 허용할 수 있다'고 규정되어 있고(18) 식품위생법(19)의 원재료 함량표시 규정은 '원재료를 제품명 또는 제품명의 일부로 사용하는 경우에 한한다'라고 명시되어 있다. 그러나 농약이 검출된 칠리소스들의 경우 고추의 함량은 제품에 따라 3.6~16%였는데 검출된 4건 중 3건은 원료함량을 계산했을 때 가공식품 잔류농약 기준에 모두 적합하였다. 그러나 1건은 여러 가지 농산물이 복합적으로 들어있고 함량이 명시되어 있지 않은 경우가 있어 그 적부 여부를 판단하기 어려웠다. 따라서 가공식품의 원재료 안전관리를 위해서는 일정함량 이상인 농산물의 경우 함량표시를 의무화하여 부적합원료사용을 차단할 수 있는 근거를 마련해야 할 것으로 생각된다.

가공식품의 잔류농약분석은 시료의 특성에 따라 전처리방법을 달리해야 하고 매트릭스가 복잡하여 분석에 방해요인이 많으므로 다양한 연구가 이뤄져야 할 부분이다. 아울러 가공식품은 원재료의 상태를 소비자가 확인 할 수 없어 관리가 제대로

Table 5. Monitoring results of pesticides in paste and sauce containing hot pepper

Item	Sample No.	Detected Sample No.	Detected pesticide	Detected pesticide Conc.(mg/kg)
Hot pepper paste	47	-	-	-
Mixed soy paste	38	-	-	-
Sauce	24	4	Chlorpyrifos	0.003
			Chlorfenapyr	0.007
				0.006
			Cypermethrine	0.088
Total	109	4		

이루어지지 않을 경우 의도되지 않은 유해물질의 오염이 방지될 수 있다. 따라서 이에 대한 안전성 확보를 위해서는 가공식품을 대상으로 한 분석법 연구 및 모니터링이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

결 론

식품 중 존재하는 잔류농약분석을 위해 다성분 동시분석법의 적용가능 여부를 고추함유 가공식품 중 장류와 소스류를 대상으로 GC-ECD와 GC-NPD를 이용하여 실험하였다. 고춧가루에서 검출빈도가 높은 5종 농약(클로르피리포스, 클로르페나피르, 사이할로트린, 사이피메트린, 테부코나졸)을 대상농약으로 하여 분석법의 적합성 여부와 시판제품 중의 잔류량 모니터링을 실시하였다. 고추장과 칠리소스를 대상으로 농약별로 0.01(테부코나졸은 0.04), 0.1, 1.0 mg/kg 수준으로 첨가하여 회수율을 구한결과 고추장과 칠리소스에서 각각 66.8~139.8%, 65.2~110.0%였다. 검출한계는 고추장에서는 0.005~0.03 mg/kg, 칠리소스에서는 0.0007~0.009 mg/kg였고, 정량한계는 각각 0.02~0.07 mg/kg, 0.002~0.03 mg/kg으로 다성분 동시분석법으로 고추장의 잔류농약 분석에 적용 가능하였다. 이를 바탕으로 시중에 유통되고 있는 고추함유 가공식품 중 장류와 소스류 109건을 대상으로 5종 농약에 대해 모니터링을 실시하였다. 실험결과, 고추장 시료에서는 농약이 검출되지 않아 가공식품 기준에 적용하여 모두 적합하였고, 4건의 칠리소스에서 0.003~0.088 mg/kg의 농약이 검출되었으나 1건은 원료함량이 명확히 표시되지 않아 판단이 불가하였고 3건은 가공식품 잔류허용기준에 적합하였다.

참고문헌

1. 보건복지부, 질병관리본부 : 제 6차 국민건강 영양조사, 2013.
2. 김남훈, 이정숙, 김옥희, 최영희, 한성희, 김

- 윤희, 김희선, 이새람, 이정미, 유인실, 정권 : 2013년 서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해성평가. 식품위생안전성학회지, 29(3):170~180, 2014.
3. 남혜선, 최용훈, 윤상현, 홍혜미, 박용춘, 이진하, 강운숙, 이종옥, 안영순, 홍영표, 김희연 : 유통중인 농산물의 잔류농약 모니터링. 한국식품과학회지, 38(3):317~324, 2006.
4. 장미라, 문현경, 김태량, 육동현, 김은희, 홍채규, 최채만, 황인숙, 김정현, 김무상 : 서울지역 유통 채소류의 잔류농약 조사. 농약과학회지, 15(2):114~124, 2011.
5. 홍혜근, 신상운, 김기철, 정일형, 김경아, 오상현, 윤수정, 김철영, 장진호, 윤미혜, 이정복 : 경기도내 유통 고춧가루 중 잔류농약 실태조사. 경기도보건환경연구원보, 24:95~102, 2011.
6. 조성애, 김은희, 김경식, 김정현, 박석기 : 저장온도와 기간에 따른 고춧가루 중 농약의 잔류량 변화. 농약과학회지, 13(3):127~132, 2009.
7. Chai, LK, Zaidel, ND and Hansen, HCB : A rapid multi-residue method for the determination of pesticide residues in choy sum, yardlong beans and aubergines. Food chem., 131:611~616, 2012.
8. Wilkowska, A and Biziuk, M : Determination of pesticide residues in food matrices using the QuEChERS methodology. Food chem., 125:803~812 2011.
9. Ronald, E, Hunter, JR, Anne, MR and P. Barry, R : Method for the Determination of Organophosphorus and Pyrethroid Pesticides in Food via Gas Chromatography with Electron-Capture Detection. J. Agric. Food Chem., 58:1396~1402, 2010.
10. 식품의약품안전처 : 식품공전, 2013.
11. International Conference on Harmonization of Technical Requirements for registration of Pharmaceuticals for Human Use(ICH). Validation of Analytical Procedures : Text and Methodology Q2(R1). Available from :

- http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Quality/Q2_R1/Step4/Q2_R1__Guideline.pdf. Accessed Jan. 5, 2014.
12. 식품의약품안전처 : 식품공전 잔류농약분석법 실무해설서, 4:78~105, 303~311, 2011.
 13. AOAC International : Guidelines for Dietary Supplements and Botanicals, Appendix K : 8~9, 2013.
 14. Kim, NH, Lee, JS, Park, KA, Kim, YH, Lee, SR, Lee, JM, Yu, IS, Jung, K and Lee, YK : Determination of Matrix Effects Occurred during the Analysis of Organochlorine Pesticides in Agricultural Products Using GC-ECD. Food Sci. Biotechnol., 25(1):1~8, 2016.
 15. Pinho, GP, Silverio, FO, Neves, AA and Queiroz, M : Influence of the chemical constituents of extracts from different matrices in the pesticides chromatographic response. Quimica Nova, 33(4): 909~913, 2010.
 16. Motohashi, N, Nagashima, H, Parkanyi, C, Subrahmanyam, B and Zhang, GW : Official multiresidue methods of pesticide analysis in vegetables, fruits and soil. J.of chromatogr A, 754:333~346, 1996.
 17. 이회동, 유오중, 임양빈, 권혜영, 진용덕, 김진배, 김윤한, 박승순, 오경석, 고성림, 김태화, 노재관, 정근욱, 경기성 : 재배환경, 품종 및 가공 방법에 따른 고추와 고춧잎 중 농약의 잔류특성. 농약과학회지, 10:99~106, 2006.
 18. 식품의약품안전처 : 식품의 농약 잔류허용기준. 2015.
 19. 보건복지가족부, 식품의약품안전처 : 식품위생법. 2012.