

GC에 의한 농산물중의 13종 유기인계농약 동시분석법 검토

농산물검사과

김복순·조성자·조성애·강희곤·김정현

Simultaneous determination of 13 organophosphorus pesticides in agricultural products by Gas Chromatograph

Agrochemical Analysis Division

**Bok-Soon Kim, Sung-Ja Cho, Sung-Ae Cho,
Hee-Gon Kang, Jung-Hun Kim**

= Abstract =

This study was carried out to find multipesticide residue analysis method of 13 kinds of phosphorus pesticides (chlormephos, methacrifos, isazofos, qunalphos, tetrachlorvinphos, pyridaphenthion, fonofos, prothiofos, pyraclofos, anilofos, IBP, salithion and fosthiazate) that were not regulated Korean Food Code.

The results were as followed:

1. The 13 kinds of phosphorus pesticides were simultaneously detected by GC-NPD and GC-FPD, respectively.

The detection limits were ranged from 0.01 to 0.03 mg/kg.

2. Eleven kinds pesticides of the 13 kinds of pesticides were able to be analyzed by multiresidue analysis method, but chlormephos and methacrifos were not analyzed by multipesticide residue analysis method because they were not recovered in several agricultural products fortified.
3. The recovery rate of the 11 kinds of phosphorus pesticides in 7 samples fortified was ranged from 70.6 to 103.0% by GC-NPD
4. The recovery rate of the 11 kinds of phosphorus pesticides in 7 samples fortified was ranged from 72.2 to 115.2% by GC-FPD but pyraclofos's was more than 190%.
5. The procedure was applied to 452 products : prothiofos was detected at 1.04, 14.03mg/kg in Korean cabbage and perilla leaf. IBP was detected at 0.74mg/kg in chinamul.

서 론

농작물의 재배과정 또는 수확 후 사용되고 있는 농약의 수는 세계적으로 600여종에 이르고 있으며¹⁾ 이 중 일본에서는 약 300여종이²⁾ 우리나라에는 약 400여종이 등록되어 있다³⁾.

그러나 농산물에 대한 농약잔류허용기준은 1998년 3월 현재 CODEX는 158종⁴⁾, 일본 138종⁵⁾, 우리나라는 203종⁶⁾으로 각 나라마다 농업관행이나 식습관의 형태에 따라 규제농약 종류, 대상농산물 및 잔류허용기준이 다르게 설정되어 있다.

일본, 미국 등 외국에서 생산되고 있는 농산물에서 fonofos⁸⁻¹⁰⁾, salithion⁹⁾, IBP⁹⁾, qunalphos^{9,11,24)}, isazofos⁹⁾, 및 tetrachlorvinphos¹²⁾가 검출되는 것으로 보고 되었고, 우리나라에서는 97년도에 isazofos, qunalphos, pyraclofos, fosthiazate, prothiofos, IBP, anilofos, pyridaphenthion 및 fonofos 등 9종 농약을 1만 8천~2백만kg이상 생산 및 출하하였으며¹³⁾ 또한 이들 일부의 농약성분이 농산물에서 검출되고 있으나¹⁴⁾ 이에 대한 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 않아 이들 농약성분들에 대한 관리가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 아니한 농약중 유기인계 농약성분 13종(chlormepfos, methacrifos, prothiofos, fonofos, isazofos, qunalphos, tetrachlorvinphos, pyridaphenthion, pyraclofos, anilofos, IBP, salithion 및 fosthiazate)에 대한 분석방법을 검토하여 기준설정 의 기초자료로 제공코자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

98년 5월부터 8월까지 서울시내 도매시장 및 재래시장, 대형유통센터 등에서 시판되고 있는 농산물 33품목 452건과 완제품 녹차를 대상으로 시험하였다.

2. 시 약

Chlormepfos, methacrifos, prothiofos,

fonofos, isazofos, qunalphos, anilofos 및 tetrachlorvinphos 등 8종 농약표준품은 Riedel-de Haen(Germany)제품을 salithion, pyridaphenthion, pyraclofos, IBP 및 fosthiazate 등 5종 농약표준품은 (주)和光純藥(일본)의 제품을 사용하였으며, 추출용매인 acetonitrile과 acetone은 (주)和光純藥(일본)의 잔류농약분석용을 사용하였고, NaCl은 Tedia(USA)사 제품을 그의 시약은 잔류농약분석용 및 특급제품을 사용하였다.

여과지는 Shark skin (E & K, USA), 여과기는 nylon syringe filter(ϕ 13mm, 0.2 μ m, Whatman, USA), bond elut sep-pak NH₂는(Varian, USA) 500mg/10mL를 사용하였고, sep-pak NH₂ plus C₁₈(Waters, USA) 제품을 사용하였다.

농약혼합표준용액 A에는 Chlormepfos, salithion, pyridaphenthion, pyraclofos, qunalphos, prothiofos 및 IBP를, 농약혼합표준용액 B에는 Metacrifos, isazofos, anilofos, tetrachlorvinphos, fosthiazate 및 fonofos를 혼합하여 사용하였다. 이 때 혼합표준용액의 농도는 chlormepfos, methacrifos, isazofos, qunalphos, pyridaphenthion, anilofos, salithion, IBP, tetrachlorvinphos, pyraclofos 및 fosthiazate는 10 μ g/mL농도로, prothiofos 및 fonofos는 5 μ g/mL 농도로 아세톤에 녹여 혼합하여 실험에 사용하였다.

3. 측정장비

균질한 시료를 만들기 위하여 채소류는 대형분쇄기 blixer 5 plus (Robot coupe, France)를, 곡류는 소형분쇄기(food mixer, 한일)를 사용하였으며, 농약성분의 추출에는 omni mixer(International Waterbury, USA)와 추출용액의 농축에는 water bath(창신과학기술기계제작소, 한국)를 사용하였으며, 분석기기는 GC-NPD, GC-FPD(GC 5890, Hewlett Packard, USA)를 검출농약성분의 확인에는 GC-MSD(5973, Hewlett Packard, USA)를 사용하였다.

4. 실험방법

1) 추출 및 정제

식품공전에 의한 유기인계농약 시험법은 전처리 과

정이 복잡하고 시간과 경비가 많이 소요되므로 이 점을 보완하고자 미국의 CDFA (California Department of Food and Agriculture)에서 사용하고 있는 다성분 동시분석법¹⁵⁾에 의해 채소류와 과일류는 2kg을 blixer 5 plus로 잘게 분쇄하여 그 중 50g을 옴니믹스 병에 정밀히 달아 넣고 acetonitrile 100ml를 첨가하여 omni mixer로 2분간 고속으로 균질화 한 다음 미리 NaCl 10g을 넣은 유리병에 shark skin 여지로 여과하였다.

여액은 병마개로 막고 약 1분간 잘 흔들어 30분 이상 방치한 다음 acetonitrile층과 물층이 분리되면 acetonitrile층 10ml를 비이커에 취해 50℃의 수욕조에서 질소가스로 용매를 증발시키고 잔류물은 acetone 5ml에 재용해하였다. 이 용액을 nylon syringe filter로 여과한 후 시험용액으로 하여 GC(NPD, FPD)로 측정하여 면적비로 계산하였으며, 측정조건은 Table 1, 2와 같다. 곡류와 두류는 food mixer로 분쇄한 후 그 중 20g을 취해 증류수 30ml를 넣고 잘 혼합한 후 2시간 동안 불린 다음 채소

류와 같이 전처리하여 분석하였다.

2) 회수실험

(1) 채소류(깻잎, 오렌지, 양파, 당근, 토마토)

약 2kg의 시료를 균질화하여 그 중 50g을 취한 후 농약표준용액 5ml와 95ml acetonitrile을 넣고 전보²⁶⁾와 같이 시험하였다.

(2) 쌀

분쇄하여 균질화한 시료 20g을 달아 증류수 30ml를 가해 2시간 불린 다음 채소류와 같이 시험하였다.

3) 녹차

시판되고 있는 녹차잎 10g 달아 증류수 30ml를 가해 2시간 불린 다음 채소류와 같이 시험하였다.

3) 농약성분 확인시험

농산물에서 GC-FPD와 GC-NPD에 의해 농약성분이 검출되었을 경우 GC-MSD로 대상농약성분을 확인하였다. GC-MSD분석을 위한 전처리 과정은 전보²⁶⁾와 같으며 기기분석 조건은 Table 3과 같다.

Table 1. Analytical condition of GC for organophosphorus pesticide

	NPD	FPD
Column	DB-17 (30m×320 μ m ID×0.25 μ m film thickness)	HP-1701 (30m×320 μ m ID×0.25 μ m film thickness)
Oven Temp.	100 $^{\circ}$ C(2min)-8 $^{\circ}$ C/min-140 $^{\circ}$ C(0min)-10 $^{\circ}$ C/min -200 $^{\circ}$ C(3min)-15 $^{\circ}$ C/min-260 $^{\circ}$ C(5min)	150 $^{\circ}$ C(2min)-15 $^{\circ}$ C/min-210 $^{\circ}$ C(5min) -10 $^{\circ}$ C/min-280 $^{\circ}$ C(5min)
Inj. Temp.	210 $^{\circ}$ C	210 $^{\circ}$ C
Det. Temp.	260 $^{\circ}$ C	280 $^{\circ}$ C
Gas flow	N ₂ (1.5 ml/min) Air (100 ml/min) H ₂ (3.5 ml/min)	N ₂ (1.5 ml/min) Air (100 ml/min) H ₂ (95 ml/min)

Table 2. Analytical condition of GC-MSD for pesticide confirmation

Instrument	GC-MSD (5973, Hewlett Packard, USA)
Column	HP-5 column(30 m × 0.25 mm×0.25 μ m, Hewlett Packard, USA)
Inj. Temp.	210 $^{\circ}$ C
Det. Temp.	280 $^{\circ}$ C
Oven Temp.	100 $^{\circ}$ C(2min)-5 $^{\circ}$ C/min-150 $^{\circ}$ C(2min)-15 $^{\circ}$ C/min-210 $^{\circ}$ C(2min)-15 $^{\circ}$ C/min-250 $^{\circ}$ C(5min)
Gas flow	He (1 ml/min)
Aux. Temp.	250 $^{\circ}$ C
Mode	EI / SCAN
Inj. Mode	Splitless

결과 및 고찰

1. 분리 및 검출한계

13종의 농약성분에 대한 GC-NPD와 GC-FPD로 측정된 retention time과 검출한계는 Table 4와 같다. GC-NPD와 GC-FPD에서 13종 농약성분은 모두 검출되었으며, Fig. 1과 2 에서와 같이 GC-NPD분석 chromatogram에서는 prothiofos와 qunalphos가 조금 겹쳤지만 GC-FPD chromatogram에서는 양호하게 분리되었다.

GC-NPD에서는 chlormepfos, prothiofos, fosthiazate, qunalphos, fonofos의 검출한계는 0.01mg/kg이었고, 이는 Roy⁹⁾, Garcia-Repetto¹⁶⁾ 등의 검출한계와 비슷하였으며, isazofos, tetrachlorvinphos, methacrifos는 0.02mg/kg, 그 외 농약성분들은 0.03mg/kg이었다.

GC-FPD에서는 prothiofos, fosthiazate, IBP, qunalphos, methacrifos, tetrachlorvinphos, pyridaphenthion의 검출한계가 0.01mg/kg이었고, isazofos는 0.02mg/kg, 그 외 농약성분들은 0.03mg/kg이었다.

Table 3. Retention time and detection limits of organophosphorus pesticides by GC-NPD and GC-FPD.

No.	Pesticide	CAS registry	NPD RT	Det. Limit	FPD RT	Det. Limit
1	Anilofos	064249-01-0	23.449	0.03	19.824	0.03
2	Chlormepfos	024934-91-6	9.667	0.01	4.587	0.03
3	Salithion (Dioxabenzofos)	003811-49-2	13.685	0.03	7.252	0.03
4	Fonofos	000944-22-9	14.263	0.01	7.756	0.03
5	Fosthiazate	098886-44-3	19.084	0.01	13.684	0.01
6	IBP(Iprobenfos)	026087-47-8	14.955	0.03	8.674	0.01
7	Isazofos	042509-80-8	15.249	0.02	8.654	0.02
8	Methacrifos	162610-77-9	10.699	0.02	5.211	0.01
9	Prothiofos	034643-46-4	19.054	0.01	13.698	0.01
10	Pyraclofos	077458-01-6	25.344	0.03	22.065	0.03
11	Pyridaphenthion	000119-12-0	23.103	0.03	18.919	0.01
12	Qunalphos	013593-03-8	18.797	0.01	12.967	0.01
13	Tetrachlorvinphos	022248-79-9	19.321	0.02	14.099	0.01

Table 4. Recovery rate of pesticides from fortified 7 samples by GC-NPD

No.	Pesticide	Recovery rate(%) (n=3)						Average	
		Carrot	Perilla leaf	Tomato	Onion	Orange	Rice		Tea
1	Anilofos	103.4	98.2	89.7	108.4	106.3	102.1	67.6	96.5
2	Chlormepfos	-	5.4	-	-	13.2	18.9	33.1	17.7
3	Salithion (Dioxabenzofos)	69.3	81.7	63.7	64.5	66.5	74.7	74.1	70.6
4	Fonofos	68.9	80.0	63.8	71.9	79.7	71.5	84.1	74.3
5	Fosthiazate	86.3	103.9	79.7	99.2	94.2	93.1	78.4	90.7
6	IBP(Iprobenfos)	72.3	91.0	70.8	98.0	89.4	78.7	94.2	84.9
7	Isazofos	66.2	101.1	66.4	77.3	86.8	68.6	81.2	78.2
8	Methacrifos	4.5	23.6	-	37.3	17.1	4.9	60.6	24.7
9	Prothiofos	85.2	101.3	81.1	100.6	94.9	93.2	87.8	92.0
10	Pyraclofos	121.6	81.9	110.2	61.9	103.5	121.4	102.2	100.4
11	Pyridaphenthion	88.0	97.9	81.6	97.1	91.8	89.2	80.0	89.4
12	Qunalphos	84.6	100.4	71.9	89.8	93.6	92.4	93.6	89.5
13	Tetrachlorvinphos	96.2	121.7	77.2	125.9	117.6	107.2	91.4	105.3

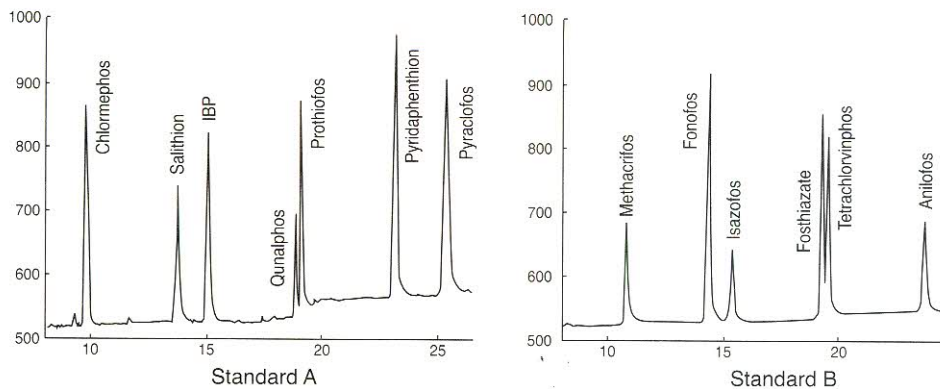


Fig. 1. GC-NPD chromatograms of organophosphorus pesticides

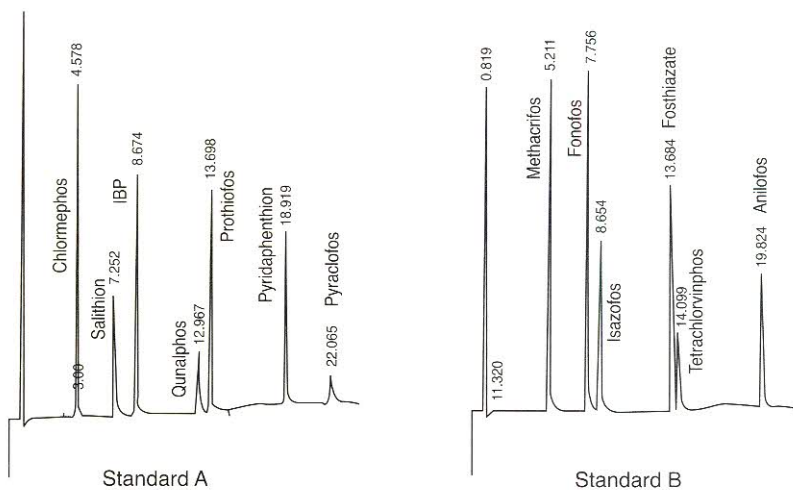


Fig. 2. GC-FPD chromatograms of organophosphorus pesticides

Table 5. Recovery rate of pesticides from fortified 7 samples by GC-FPD

No.	Pesticide	Recovery rate(%) (n=3)							Average
		Carrot	Perilla leaf	Tomato	Onion	Orange	Rice	Tea	
1	Anilofos	98.3	101.4	93.4	93.4	100.4	107.2	85.4	97.1
2	Chlormephos	-	23.5	-	17.1	10.3	11.3	35.3	19.5
3	Salithion (Dioxabenzofos)	84.3	95.8	60.5	71.4	62.6	66.8	78.4	74.3
4	Fonofos	71.6	74.9	64.1	78.4	72.2	72.6	71.5	72.2
5	Fosthiazate	98.2	102.3	90.4	102.1	102.7	93.8	90.7	97.2
6	IBP(Iprobenfos)	101.4	100.9	70.7	101.8	98.7	77.3	78.7	89.9
7	Isazofos	74.7	91.6	80.3	93.7	83.7	79.3	79.8	83.3
8	Methacrifos	47.8	76.3	12.7	43.3	16.2	17.2	71.9	40.8
9	Prothiofos	99.8	100.9	83.3	101.0	104.0	96.0	70.0	93.6
10	Pyraclofos	201.0	270.8	156.0	268.8	157.8	202.3	98.8	193.6
11	Pyridaphenthion	117.5	124.4	111.0	119.2	114.5	99.2	76.3	108.9
12	Qunalphos	105.8	107.5	95.2	104.4	102.8	92.7	84.0	98.9
13	Tetrachlorvinphos	124.2	129.2	121.6	125.9	107.1	107.2	91.4	115.2

2. 회수시험

회수시험을 위해 사용된 농산물은 방해물질을 고려하여 각 특성별로 선택하였다. 색소함유량이 비교적 많은 깻잎과 당근, 수분함량이 많은 토마토, 유기산 함량이 많은 오렌지, 황화합물이 많은 양파, 수분함량이 적으며 분석하고자 하는 농약성분의 대상농작물이 많은 곡류 중 쌀 등 농산물 6종과, 시험하고자 하는 농약성분이 일본의 경우 녹차에 농약잔류허용기준이 설정되어 있기 때문에 시판 녹차를 시험대상으로 하였다. 이들 시료에 식품공전에 규격이 설정되어 있지 않은 13종 농약성분의 혼합표준용액을 첨가하여 3회 반복하여 GC-NPD와 GC-FPD로 측정된 회수율 결과는 각각 Table 5, 6과 같다.

GC-NPD에서는 prothiofos, fonofos, qunalphos, tetrachlorvinphos, anilofos, salithion, IBP, isazofos, pyridaphenthion, pyraclofos 및 fosthiazate 등 11종 농약성분은 회수율이 평균 70.6~105.3%로 양호하게 나타났으며, 7종 농산물 중 당근, 토마토 및 오렌지의 회수율이 다른 농산물에 비해서 다소 낮게 나타났다.

네덜란드에서 기준이 설정되어 있는 chlormephos의 경우²⁷⁾ 당근, 양파 및 토마토 등에서는 회수되지 않았고, 그 밖의 4종 농산물(깻잎, 오렌지, 쌀, 녹차)에 대해서도 회수율이 평균 17.7%로 아주 낮았다. 종전에 CODEX에 기준이 설정되어 있다가 98년 3월에 삭제된 methacrifos의 경우⁴⁰⁾ 토마토에서는 회수되지 않았고 또한 평균 회수율도 24.7%로 낮아 다성분 동시분석법으로는 분석이 불가능하였다.

오렌지에서의 첨가회수율 시험에서는 IBP와 pyridaphenthion의 회수율은 각각 89.4%와 103.5%로 宮田昌弘¹⁷⁾이 보고한 92.3%와 107.6%와 비슷한 회수율의 양상을 나타냈다. 그러나 salithion의 회수율은 66.5%로서 宮田昌弘¹⁷⁾의 89.5%에 비하여 상당히 낮게 나타났으며, prothiofos는 宮田昌弘¹⁷⁾의 77.3%보다 훨씬 높은 94.9%가 회수되었다. 양파에서의 prothiofos의 회수율은 100.6%로 起橋雅浩¹⁸⁾이 보고한 87.3%에 비하여 높은 것으로 나타났다.

쌀에서도 chlormephos, methacrifos의 회수율은 각각 18.9%, 4.9%로 낮게 나타났으며, 그의 농약성

분들은 68.6~121.4%의 회수율을 나타내었다.

일본에서는 녹차에 prothiofos 5.0mg/kg⁴⁹⁾ 등 40여종의 농약에 대해 농약안전사용기준을 설정하고 농약안전사용기준의 준수여부를 관리하여 안전한 차를 국민들에게 공급하고 있으나 우리나라에서는 아직 그 기준이 제정되어 있지 않은 실정이다. 끓는 물에 침출하여 음용하는 녹차의 경우 끓는 물로 추출하여 시험할 경우 유기인계 농약성분은 거의 회수되지 않는다는 보고¹⁾가 있어 녹차잎에 농약을 첨가하여 GC-NPD를 이용한 회수시험을 행한 결과 salithion 등 9종 농약성분은 74.1~102.2%의 회수율을 보였으며, 반면에 chlormephos, methacrifos 및 anilofos는 각각 33.1%, 60.6%, 68.6%의 낮은 회수율을 나타내었다.

GC-FPD에서는 prothiofos, fonofos, isazofos, qunalphos, IBP, tetrachlorvinphos, salithion, pyridaphenthion, fosthiazate 및 anilofos 등 10종 농약성분은 72.2~115.2%의 양호한 회수율을 나타내었다. pyraclofos의 경우는 녹차에서 98.8%의 양호한 회수율을 나타낸 반면 당근 등에서는 150~268.8%의 회수율을 나타내어 pyraclofos의 경우는 GC-FPD를 이용한 분석보다는 GC-NPD를 이용하여 분석하는 것이 보다 신뢰도가 높은 결과를 얻을 수 있다고 생각되었다.

그러나 chlormephos의 경우 당근과 토마토에서는 전혀 회수되지 않았고 그 외의 시료에서도 평균 19.5%의 낮은 회수율을 나타내었다. methacrifos는 깻잎과 녹차에서는 76.3%, 71.9%가 회수되었으나 당근 등의 농산물에서는 12.7~47.8%의 낮은 회수율을 나타내었다

tetrachlorvinphos의 회수율은 91~129% 로서 whole milk에서 85~136%의 회수율을 보인 Bennett²⁰⁾과 유사한 결과를 나타냈으며, prothiofos, qunalphos, salithion, pyridaphenthion 및 IBP는 당근에서 84.3~117.5%의 아주 양호한 회수율로 高橋那彦²¹⁾이 보고한 회수율과 유사하였고, 토마토에서의 prothiofos와 qunalphos의 회수율은 83.3%, 95.2%로 平井佐紀²⁵⁾의 68%, 73.5% 보다 높은 회수율을 나타내었다.

쌀에서 prothiofos, fonofos, tetrachlorvinphos, pyridaphenthion, qunalphos 및 salithion의 회수율은 66.8~125.9%로 현미로 실험하여 50~74.9%

의 회수율을 나타낸 宮田昌弘 등²²⁾ 보다 높은 회수율을 나타내었으나 지방에 잘 용해되는 특성을 지닌 methacrifos는 宮田昌弘 등²²⁾ 의 57%보다 훨씬 낮은 17.2%가 회수되었다. 이는 현미와 백미의 지방함량에 따른 차이로 생각되어지며, qunalphos는 회수율이 평균 92.7%로 이는 Roy등⁹⁾ 의 73.9~146.0%범위에 속하는 양호한 회수율을 나타내었다.

일본에서 농약잔류허용기준이 고시⁵⁾ 되어 있는 prothiofos, qunalphos, fosthiazate 및 pyraclofos는 GC-NPD에서는 87.5~100.4%의 회수율을 나타내었고 GC-FPD에서는 상기 4종 농약성분 모두 평균 90%이상의 회수율을 나타내었다

3. 유통농산물의 분석

98년 5월부터 8월까지 시중에서 유통되고 있는 농산물 33품목 452건중 현행 식품공전에 규격이 설정되어 있지 않은 13종 농약성분을 조사한 결과, 배추 1건 및 깻잎 1건에서 prothiofos가 각각 1.04mg/kg, 14.03mg/kg이 검출되었다. 일본의 경우 배추에서의 prothiofos 잔류허용기준 0.1mg/kg⁵⁾ 보다 높게 검출되었다.

IBP도 취나물 1건에서 0.74mg/kg 검출되었으나 그 외 11종 농약성분은 유통농산물 중에서는 검출되지 않았다.

결론

현행 식품공전에 규격이 설정되어 있지 않은 13종(chlormepfos, methacrifos, prothiofos, fonofos, isazofos, qunalphos, anilofos, tetrachlorvinphos, salithion, pyridaphenthion, pyraclofos, IBP 및 fosthiazate)의 유기인계 농약성분에 대하여 농산물 6종(깻잎, 오렌지, 당근, 토마토, 양파 및 쌀)과 완제품 녹차를 사용하여 다성분 동시분석법중 유기인계 시험방법으로 분석한 결과는 다음과 같았다.

1. GC-NPD와 GC-FPD에서 13종 농약성분은 모두 검출되었으며, 검출한계는 0.01~ 0.03 mg/kg 이었다.
2. 13종 농약성분 중 11종(prothiofos, fonofos, isazofos, qunalphos, anilofos, tetrachlorvinphos, salithion, pyridaphenthion, pyraclofos, IBP 및 fosthiazate)이 다성분 동

시분석법으로 분석가능하였으며, chlormepfos와 methacrifos의 경우는 회수되지 않는 농산물도 있었고 회수율도 낮아 다성분 동시분석법으로는 분석이 불가능하였다

3. GC-NPD에서는 prothiofos, qunalphos, tetrachlorvinphos, fonofos, pyridaphenthion, IBP, salithion, pyraclofos, anilofos, fosthiazate 및 isazofos는 평균 70.6~105.3%의 회수율을 나타내었다.
4. GC-FPD에서는 prothiofos, fonofos, isazofos, qunalphos, IBP, tetrachlorvinphos, pyridaphenthion, salithion, fosthiazate 및 anilofos는 평균 72.2~115.2%의 회수율을 나타내었으며, pyraclofos는 190%이상의 회수율을 보였다.
5. 유통농산물 452건에 대해서 13종 농약성분을 분석한 결과 11종(chlormepfos, methacrifos, fonofos, qunalphos, tetrachlorvinphos, isazofos, salithion, anilofos, pyridaphenthion, pyraclofos 및 fosthiazate)농약성분은 검출되지 않았으며, 배추 1건, 깻잎 1건에서 prothiofos가 1.04mg/kg, 14.03mg/kg, 취나물 1건에서 IBP가 0.74mg/kg 검출되었다.

참고 문헌

1. 坂井亨, 今村倫子, 佐藤誠, 小川正彦, 志村恭子, 大熊和行, 森善宜, 倉田英雄, 大井田隆, 久松田東, 溝口次夫, 鈴木澄子, 中澤裕之 : FPD-GCによる農産物中の残留有機リン系農薬の迅速一斉分析. 食衛誌, 35(6):636 (1994)
2. 外海泰秀, 津村ゆかり, 中村優美子, 紫田正 : HPLCによる青果物中残留 農薬及 びその代謝物の一斉分析法. 食衛誌, 39(2):13 (1998)
3. 농약공업협회 : 농약사용지침서, 삼정인쇄공사, 서울, (1998)
4. 식품의약품안전청 : CODEX농약잔류허용기준 (1998)
5. 日本食品衛生學會 : 日本食品衛生法 (1998)
6. 보건복지부 : 식품공전, 문영사, 경기 과천 (1998)
7. Guidelines for Workplace Health Surveillance

- : Organophosphate Pesticides. Health and safety in Employment act. 10(2):1 (1998)
8. Neidert, E. & Saschenbrecker, P. W. : Occurrence of pesticide residues in selected agricultural food commodities available in Canada. Journal of AOAC international 79(2):549 (1996)
 9. Roy, R. R., Wilson, P. & Laski, R. R., Roberts, J. I., Weishaar, J. A., & Bong, R. L., Yess, N. J. : Monitoring of domestic and imported apples and rice by the U.S. food and drug administration pesticide program. Journal of AOAC international, 80(4):883 (1997)
 10. Lovell, R. A., Mcchesney, D. G., Price, W. D. : Organohalogen and organophosphorus pesticides in mixed feed rations : findings from FDA's domestic surveillance during fiscal years 1989~1994. Journal of AOAC international 79(2):544 (1996)
 11. Torres, C. M., Pico, Y., Marin, R., Manes, J. : Evaluation of organophosphorus pesticide residues in citrus fruits from the Valencian community(Spain). Journal of AOAC international 80(5): 1122 (1997)
 12. Dejonckheere, W., Steurbaut, W., Drieghe, S., Verstraeten, R., Braeckman, H. : Monitoring of pesticide residues in fresh vegetables, fruits, and other selected food items in Belgium, 1991~1993. Journal of AOAC international, 79(1):97 (1996)
 13. 농약공업협회 : 농약연보. 문선기획 (1998)
 14. '98 농산물 안전성 조사 : 농림부 (1998.1)
 15. S. Mark Lee, Michael L. Papathakis, Hsiao-Ming C. Feng, Gray F. Hunter, and Joyce E. Carr. : Multipesticide residue method for fruits and vegetables. Fresenius J. Anal. Chem., 339 (1991)
 16. Garcia-Repetto, R., Garrido, I. & Repetto, M. : Determination of Organochlorine, Organophosphorus, and Trizine Pesticide Residues in Wine by Gas Chromatography with Electron Capture and Nitrogen-Phosphorus Detection. Journal of AOAC international, 79(6): 1423 (1996)
 17. 宮田昌弘, 鎌倉和政, 平原嘉親, 成田美加子, 岡本浩一郎, 長谷川眞住, 鯉口智, 山名孝善, 外海泰秀, 伊藤譽志男: 農作物中12種ピレスロイド系農薬及び29種有機リン系農薬の同時分析法の検討. 食衛誌, 34(6):496 (1993)
 18. 起橋雅浩, 尾花裕孝, 堀伸二郎, 西宗高弘, 佐々木寧 : タマネギ等の残留農薬分析における電子レンジの利用. 食衛誌, 37(1):43 (1996)
 19. 일본식품위생협회 : 残留農薬 基準便覽, 大日本法令印刷株式會社, 東京都 (1994)
 20. Bennett, D. A., Chung, A. C., Lee, S. M. : Multi-residue method for analysis of pesticides in liquid whole milk. Journal of AOAC international, 80(5):1065 (1997)
 21. 高橋那彦, 石井里枝, 飯島正雄, 星野庸二 : 野菜及び果實中の有機リン系, ピレスロイド系及び含窒素系農薬の系統分析法の検討. 食衛誌, 36(5):607 (1995)
 22. 宮田昌弘, 平原嘉親, 成田美加子, 木村實加, 渡(梗) 穡, 伊藤澄夫, 武田壽, 小林昭彦, 外海泰秀, 中村優美子, 津村ゆかり, 紫田正 : 食品中 残留農薬の多成分分析法におけるGC及びGC/MSの比較検討. 食衛誌, 37(3):158 (1996)
 23. 식품의약품안전청 : 잔류농약의 기준적용지침(98.10.2)
 24. 成田美加子, 宮田昌弘, 鎌倉和政, 平原嘉親, 岡本浩一郎, 長谷川眞住, 鯉口智, 三好智子, 山名孝善, 外海泰秀, 伊藤譽志男 : コーヒー生豆中の有機リン系, カーバメイト系及びピレスロイド系農薬分析法の検討(税壇健儒 膠論 食衛誌, 35(4):371 (1994)
 25. 平井佐紀了, 陰地義樹, 佐一木美智子: グラフアイトカーボン系カートリッジを用いた農作物中残留有機リン系農薬の簡易分析法. 食衛誌, 36(5):635 (1995)
 26. 조성자, 김복순, 김일영, 신기영, 박주성, 홍미선, 정소영, 장민수, 조성애, 박애숙, 강희곤, 김정현, 이강문 : 시중 유통농산물 중의 농약잔류실태조사 (V), 서울특별시보건환경연구원보, 33:165 (1997)