

뽕잎중 잔류농약의 monitoring 및 안전성 평가

이재구* · 권정욱 · 안기창 · 문재유¹

충북대학교 농과대학 농화학과, ¹서울대학교 농업생명과학대학 천연섬유학과

요약 : 농약에 의한 오염가능성이 있는 뽕잎의 안전성을 평가하기 위하여 뽕나무에 등록되어 있는 유기인계 살충제 dichlorvos, acephate, phenthoate와 유기인계 살균제 pyrazophos, 그리고 뽕나무에 등록되어 있지 않지만 인근 포장으로부터 비산오염될 가능성이 있는 pyrethroid계 살충제 deltamethrin과 cypermethrin에 대하여 2년간 그 잔류량을 분석하였다. 1996년의 봄시료의 일부에서 검출된 dichlorvos, acephate 및 phenthoate의 잔류량이 각각 0.018~0.032, 0.013~0.072, 및 0.051 ppm이었고, pyrazophos는 검출되지 않았으며, 검출빈도는 각각 29, 58 및 4%이었다. 반면 가을시료에서는 dichlorvos, acephate, 및 phenthoate의 잔류량이 각각 0.012~0.048, 0.020~0.156, 및 0.018~0.050 ppm이었고, pyrazophos는 역시 검출되지 않았으며, 그 검출빈도는 각각 42, 17 및 13%이었다.

1997년의 봄시료의 일부에서 검출된 dichlorvos, acephate 및 cypermethrin의 잔류량이 각각 0.014~0.064, 0.033~0.061, 및 0.019~0.068 ppm이었고, deltamethrin은 검출되지 않았으며, 검출빈도는 각각 75, 13 및 8%이었다. 반면 가을시료의 일부에서는 dichlorvos, acephate, 및 cypermethrin의 잔류량이 각각 0.013~0.062, 0.015, 및 0.009~0.013 ppm이었고, deltamethrin은 검출되지 않았으며, 그 검출빈도는 각각 88, 4 및 17%이었다. Cypermethrin이 고농도 (0.068 ppm)로 검출된 뽕잎시료 (No. 10, 1997 봄)를 제외한 대부분의 시료는 누에에 무해할 것으로 판단되었다. 또한 phenthoate의 잔류분석에서는 GC column의 적절한 선택과 온도의 조절을 통하여 분리 및 확인이 애매한 화합물들을 확실하게 구분할 수 있었다. (1998년 6월 10일 접수, 1998년 7월 30일 수리)

Key words : mulberry leaves, pesticide residues, silkworms.

서 론

우리 나라 농촌의 부업으로 오랜 전통을 가졌던 양잠업은 높은 인건비와 부가가치의 하락 및 값싼 중국산 고치의 대량수입등으로 인해 큰 타격을 받아 1976년을 고비로 그 생산량이 줄어들기 시작하여 근래에는 누에 고치 생산량이 국내 수요량에도 크게 미치지 못하여 수입에 의존하고 있는 실정이다.

최근에는 양잠 본래의 목적인 견사생산율은 극히 낮아 지고 잠엽부산물물의 의약품 (김, 1994; 이, 1994; 허, 1994)과 식품 (이, 1994)으로의 활용이 매년 증가하고 있다. 그 예로 한방에서 널리 쓰이는 생약제들이 우수한 의약품 원료의 공급원으로서 재인식되기 시작하였으며, 그 중 잠엽부산물인 상백피, 강잠, 잠사들은 아주 전망

이 밝은 것으로 보고되고 있다 (허, 1994). 이러한 뽕잎을 위시한 잠엽부산물물이 견사생산의 목적이 아닌 인간에게 직접적인 섭취물로서 이용된다면 뽕잎에 잔류되어 있는 각종 농약잔류물은 농약에 대한 저항성이 매우 약한 누에 (김, 1962)는 물론 인간에게 직접적으로 피해를 줄 수 있을 것으로 생각되며 실제로 농약잔류물에 의한 누에의 피해 사례들이 종종 보고되고 있다 (충청북도 잠종장, 1993).

현재 우리 나라에서 뽕나무밭에 사용할 수 있도록 품목등록 되어 있는 농약은 살충제로 dichlorvos, acephate 및 phenthoate의 3종, 살균제로 captan과 pyrazophos의 2종, 토양살충제로 ethoprophos와 endosulfan의 2종, 그리고 제초제로 alachlor, simazine, pendimethalin, paraquat dichloride의 4종이다.

오 등 (1984)은 뽕나무밭용 유기인계 살충제인 dichlorvos와 phenthoate, 그리고 수도용 유기인계 살충제

* 연락처

이나 비산에 의하여 뿌잎을 오염시킬 가능성이 있는 fenitrothion과 fenthion에 대하여 뿌잎 채취전 살포시기를 달리하였을 때 뿌잎중 농약잔류량의 경시적 변화와 잔독성에 관하여 연구한 바 있다. 본 연구에서는 상기의 농약들중에서 양잠농가의와의 대화를 통하여 살포한 적이 있거나 오염가능성이 있는 dichlorvos, acephate, phenthoate 및 pyrazophos와 뿌나무밭에 직접 살포는 하지 않지만 농약을 살포한 인근 포장으로부터 바람에 의하여 비산될 가능성이 높은 pyrethroid계 살충제중에서 deltamethrin과 cypermethrin을 잔류분석농약으로 선정하였다.

이 연구의 목적은 전국 8개도에서 규모가 큰 양잠농가를 각각 3농가씩 선정하여 2년간 봄과 가을 2회에 걸쳐 뿌잎시료를 채취하여 농약잔류분석을 행함으로써 뿌잎의 농약오염에 대한 안전성을 평가하여 최근 활기를 띠고 있는 양잠업의 보호 육성에 기여하고자 하는 것이다.

재료 및 방법

잔류분석 대상농약

잔류분석 대상농약으로는 뿌나무에 사용하도록 등록되어 있는 유기인계 살충제 dichlorvos, acephate, phenthoate와 유기인계 살균제 pyrazophos, 그리고 뿌나무에 등록되어 있지는 않지만 인근 포장으로부터 바람에 의하여 비산될 가능성이 높은 pyrethroid계 살충제중 deltamethrin과 cypermethrin등 6종의 농약을 선정하였다.

뿌잎의 채취

전국의 대규모 양잠농가중에서 각 도별 (8개도)로 3개의 농가를 선정하여 2년 (1996, 1997)에 걸쳐 봄 (5~6월)과 가을 (9~10월) 2회 시료를 채취하여 실험실로 운반 후 줄기를 제거하고 냉동고에 보관하면서 분석을 실시하였다. 시료의 내역은 No. 1~3 (강원), No. 4~6 (경

Table 1. GLC conditions for the analyses of some pesticide residues in mulberry leaves

(a) Dichlorvos, phenthoate, and pyrazophos

Column	SE-30 (30 m L. × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm film thickness) or HP-1 (5 m L. × 0.53 mm I.D. × 2.65 μm film thickness)
Detector	Nitrogen phosphorus detector
Temperature	Oven : Initial 100°C for 0.1 min, 15°C/min to 170°C maintained for 5 min or initial 130°C for 1 min, 5°C/min, 140°C for 0.1min, and 20°C/min to 270°C maintained for 5 min. Injector : 220°C, Detector : 250°C
Injection volume	1 μl

(b) Acephate

Column	SE-30 (30 m L. × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm film thickness) or HP-1 (5 m L. × 0.53 mm I.D. × 2.65 μm film thickness)
Detector	Nitrogen phosphorus detector or Flame photometric detector (S-mode)
Temperature	Oven : NPD : Initial 110°C for 0.1 min, 20°C/min to 250°C maintained for 5 min. or initial 70°C for 2 min, 10°C/min to 270°C maintained for 5 min. FPD : Initial 170°C for 0.5 min, 20°C/min to 250°C maintained for 5 min. Injector : 220°C or 230°C Detector : 270°C (NPD) or 260°C (FPD)
Injection volume	1 μl

(c) Deltamethrin and cypermethrin

Column	HP-1 (5 m L. × 0.53 mm I.D. × 2.65 μm film thickness)
Detector	Electron capture detector
Temperature	Column : Initial 200°C for 1 min, 10°C/min to 280°C maintained for 1 min Injector : 280°C, Detector : 300°C
Injection volume	1 μl

기), No. 7~9 (충북), No. 10~12 (충남), No. 13~15 (전북), No. 16~18 (전남), No. 19~21 (경북) 및 No. 22~24 (경남)과 같다.

뽕잎시료의 잔류농약분석

냉동보관한 뽕잎시료는 homogenizer를 이용하여 분쇄하였고, dichlorvos, phenthoate 및 pyrazophos는 동시분석법으로 실시하였으며, 그 방법은 시료 30 g에 acetone 100 ml을 가하여 초음파 추출, 여과, 농축하고, dichloromethane으로 2회 partitioning한 후 florisil 또는 silica gel column chromatography를 실시하였고, deltamethrin과 cypermethrin은 역시 동시분석법으로 하였으며, 그 방법은 시료 20 g을 취하여 acetone 100 ml을 가하고 초음파 추출, 여과, 농축하고 여기에 acetone 20 ml과 응고액 (H₃PO₄:NH₄Cl:H₂O=20:10:780, v/w/v)의 10배 희석액 50 ml을 가하고 30분간 방치한 후 Celite 545를 여과지 위에 깔고 여과하였다. 이어 dichloromethane으로 2회 partitioning한 후 florisil column chromatography를 실시하였다. 또한 acephate는 20 g의 시료에 ethyl acetate 100 ml을 가하여 초음파추출하고, 여기에 무수 sodium sulfate를 가하여 수분을 제거한 후 여과, 농축하여 florisil column chromatography를 실시하였다. 기기분석은 gas chromatograph (HP 5890 series II, Hewlett Packard, U.S.A.)를 사용하였고, dichlorvos, acephate, phenthoate 및 pyrazophos는 NPD (Nitrogen phosphorus detector) 또는 FPD (Flame photometric detector)를, deltamethrin과 cypermethrin은 ECD (Electron capture detector)를 사용하였고, column은 Ultra-1 (Cross-linked methyl siloxane, 25 m L.×0.32 mm I.D.×0.17 μ m film thickness, Hewlett Packard), HP-1

(Methyl silicone gum, 5 m L.×0.53 mm I.D.×2.65 μ m film thickness, Hewlett Packard) 및 SE-30 (Fused silica capillary column, 30 m L.×0.25 mm I.D.×0.25 μ m film thickness, Supelco)을 사용하였다 (표 1).

회수율 시험

분석대상화합물에 대한 회수율 시험은 여러가지 농도 (0.05, 0.1, 0.5, 1.0 ppm)로 실시하였으며, 상기의 방법으로 분석하여 회수율을 구하였다.

불분명한 peak의 분리 및 확인

유기인계 살충제인 phenthoate를 분석하는 과정에서 phenthoate의 retention time과 일치하는 시간에 No. 6 시료에서 phenthoate로서 평균 1.90 ppm에 상당하는 고농도의 잔류물질이 검출되어 다시 column과 oven의 온도를 변화시켜 peak의 분리를 시도하였다. Column은 HP-1 (Methyl silicone gum, 5 m L.×0.53 mm I.D.×2.65 μ m film thickness, Hewlett Packard)에서 Ultra-1 (Cross-linked methyl siloxane, 25 m L.×0.32 mm I.D.×0.17 μ m film thickness, Hewlett Packard)으로 바꾸었고, oven의 최초온도는 150 $^{\circ}$ C에서 60 $^{\circ}$ C까지 점차적으로 낮추어 retention time을 길게 하였다. 또한 분리된 peak를 확인하기 위하여 GC/MSD (HP 5890 A Series II Gas Chromatograph equipped with HP 5972 Series Mass Selective Detector, Hewlett Packard)를 사용하였다.

결과 및 고찰

회수율 시험

Table 2. Recovery by the analytical methods

Chemical	Recovery (mean \pm SD ^{a)} , %) at different concentrations (ppm)			
	0.05	0.10	0.25	1.00
Dichlorvos		93.3 \pm 4.0		95.1 \pm 8.2
Acephate		100.3 \pm 4.0		94.9 \pm 4.2
Phenthoate		99.4 \pm 0.8		96.4 \pm 2.1
Pyrazophos		91.8 \pm 1.5		91.5 \pm 2.0
Deltamethrin	97.0 \pm 3.8		91.5 \pm 5.4	
Cypermethrin	92.7 \pm 6.6		91.8 \pm 5.4	

^{a)}Standard deviation.

확립된 분석법에 의한 각 농약의 회수율은 표 2에서 보는 바와 같이 92~100%로 양호하였다. 또한 본고에 제시하지는 않았지만 deltamethrin에 대한 회수율 시험과정에서 partition 횟수를 2회, 흡착제인 florasil의 양을 10 g으로 했을때의 회수율이 0.05 ppm과 0.25 ppm에서 각각 81%와 87%이었음에 반하여 partition 횟수를 1회 줄이고, florasil의 양을 5 g으로 줄였을 때 회수율은 97%와 92%로 향상됨을 알 수 있었다.

뽕잎중 농약잔류량

시료의 분석결과는 표 3에서 보는 바와 같고, 검출빈도와 잔류량을 요약해 보면 표 4와 5에서 보는 바와 같다. 뽕나무에 등록된 네가지 농약중 생산량과 출하량이 가장 많고 뽕나무의 잎말이나방 방제용으로 사용되고 있

는 dichlorvos는 1996년과 1997년 봄, 가을시료에서 각각 29, 42, 75 및 88%의 검출빈도를 보였고, 잔류량의 범위는 0.018~0.032, 0.012~0.048, 0.014~0.064 및 0.013~0.062 ppm이었다. 오 등 (1984)에 의하면 3령기와 5령기의 누에에 대한 dichlorvos의 최대잔류허용한계 (maximum residue limits)는 각각 0.11과 0.15 ppm이라고 하였다. 본 연구의 결과를 보면 시기별 최대잔류량이 0.032, 0.048, 0.064 및 0.062 ppm으로 농약에 더 민감한 3령기의 최대잔류허용한계인 0.11 ppm의 각각 20, 44, 58 및 56%에 못미치는 잔류량이므로 본 실험에서 분석한 뽕잎은 dichlorvos에 의한 누에의 피해는 없을 것으로 판단된다. 한편 뽕나무 총채벌레 방제용으로 등록되어 있는 acephate는 보통독성의 유기인계 살충제로 검출빈도는 각각 58, 17, 13 및 4%로 점점 줄어드는 경향을 보였

Table 3. Pesticide residues(ppm)^{a)} in mulberry leaves analyzed over two consecutive years (1996~1997)

Sample No.	Location (Province)	1996							
		Chemicals							
		Dichlorvos		Acephate		Phenthoate		Pyrazophos	
Season		Spring		Fall		Spring		Fall	
1	Kangwon	0.024	0.048	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
2		0.018	0.020	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
3		<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4	Kyungki	<0.010	0.017	0.022	<0.010	<0.010	0.050	<0.010	<0.010
5		<0.010	0.030	<0.010	0.041	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
6		0.022	<0.010	0.023	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
7	Chungbuk	<0.010	<0.010	0.017	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
8		<0.010	0.014	0.014	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
9		<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
10	Chungnam	0.032	0.012	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
11		0.028	<0.010	0.025	<0.010	0.051	0.018	<0.010	<0.010
12		0.019	<0.010	0.017	0.156	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
13	Chunbuk	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
14		<0.010	<0.010	0.020	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
15		<0.010	0.013	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
16	Chunnam	<0.010	<0.010	0.026	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
17		<0.010	0.022	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
18		<0.010	<0.010	0.015	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
19	Kyungbuk	<0.010	0.018	0.018	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
20		<0.010	<0.010	0.072	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
21		<0.010	<0.010	0.023	0.020	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
22	Kyungnam	0.019	0.015	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
23		<0.010	<0.010	0.013	0.035	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
24		<0.010	<0.010	0.041	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010

^{a)}Figures represent mean of duplication.

고, 잔류량의 범위는 0.013~0.156 ppm으로 계절에 따라 상이한 양상을 보였다. Phenthoate는 1996년 봄, 가을시료에서 각각 4와 13%의 낮은 검출빈도를 보였고, 그 잔류 범위는 0.018~0.051 ppm이었다. 오 등 (1984)에 의하면 3령기와 5령기의 누에에 대한 phenthoate의 최대잔류허용 한계 (maximum residue limits)는 각각 0.30과 0.50 ppm이라고 하였으며, 따라서 연구조사에서 나타난 최대잔류량은 허용한계의 1/6~1/10 정도여서 phenthoate 역시 누에에 대하여 피해를 입힐 가능성은 없을 것으로 사료된다. Pyrazophos는 모든 시료에서 검출한계 이하로 나타나 최근에는 살포량이 적거나 살포한다 하더라도 빠르게 분해되어 거의 잔류하지 않는 것으로 생각된다.

한편 뽕나무에 등록되어 있지 않은 농약으로서 pyrethroid계 살충제인 deltamethrin은 모든 시료에서 검출되지 않았으나 cypermethrin은 1997년 봄과 가을시료에서 각각 8과 17%의 검출율을 보였고, 잔류량의 범위는 각

각 0.019~0.068과 0.009~0.013 ppm이었다. 뽕시료중 No. 10에서 그 잔류량이 0.068 ppm으로 비교적 높게 나타났다. '89년 농약연구소의 보고에 따르면 누에에 피해를 입힌 뽕잎을 양잠농가로부터 채취하여 분석한 결과 시료 A (서산, 부석), 시료 B (서산, 부석) 및 시료 C (서산, 고북)에서 cypermethrin이 각각 0.07, 0.05 및 0.16 ppm 수준으로 검출되었다 (충청북도 잠종장, 1993). 이 결과와 비교해 볼 때 본 실험에서 cypermethrin이 검출된 시료 (0.068 ppm)는 누에에 대한 피해 가능성이 매우 높을 것으로 생각된다.

불분명한 peak의 분리 및 확인

뽕잎시료중 phenthoate의 잔류량이 1.90 ppm일 경우 누에에는 농약에 대하여 매우 약하므로 (김, 1962) 이 뽕잎을 먹는 누에는 큰 피해를 입을 것으로 생각된다. 그러나 이 정도의 잔류량은 실질적으로 포장에서 잔류하기 어

Table 3. Continued

Sample No.	Location (Province)	1997							
		Chemicals							
		Dichlorvos		Acephate		Deltamethrin		Cypermethrin	
		Season							
		Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall
1	Kangwon	0.016	0.040	0.044	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
2		0.014	0.036	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
3		0.018	0.026	0.033	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	0.009
4	Kyungki	0.045	0.013	0.061	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
5		0.035	0.022	<0.022	0.015	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
6		<0.013	<0.010	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
7	Chungbuk	<0.013	0.040	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	0.019	<0.008
8		0.031	0.042	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	0.009
9		0.023	0.028	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
10	Chungnam	0.022	0.062	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	0.068	<0.008
11		0.017	0.035	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
12		0.020	0.025	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	0.009
13	Chunbuk	<0.013	<0.010	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
14		0.019	0.047	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
15		0.046	0.036	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
16	Chunnam	0.015	0.035	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
17		<0.013	0.022	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
18		<0.013	0.046	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
19	Kyungbuk	0.016	0.018	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
20		0.023	0.034	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
21		0.038	0.029	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
22	Kyungnam	0.032	0.024	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	0.013
23		<0.013	<0.010	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008
24		0.064	0.034	<0.022	<0.010	<0.015	<0.008	<0.015	<0.008

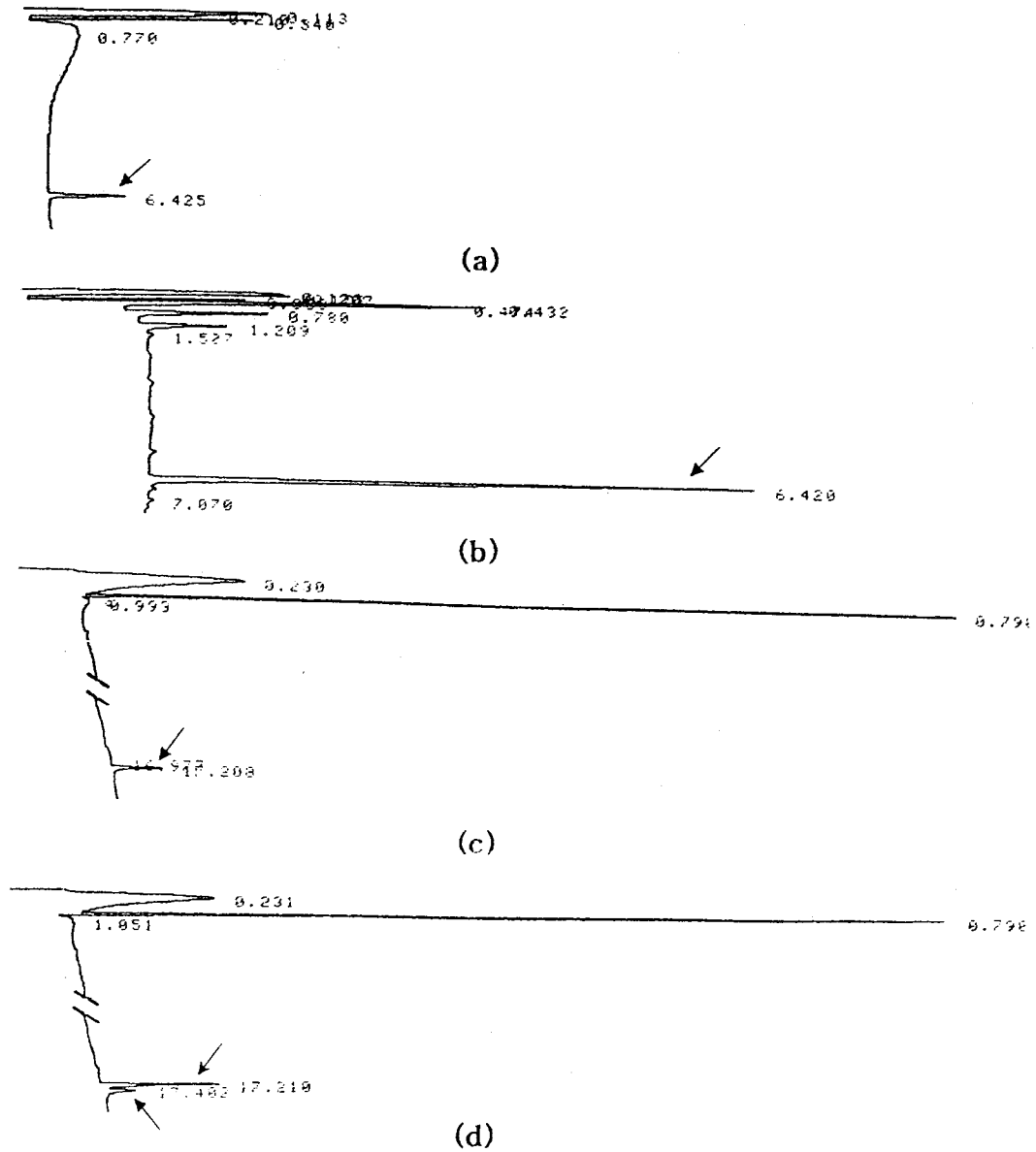


Fig. 1. Chromatograms of the phenthoate standard and sample at the different columns and oven temperatures. (a) The phenthoate standard at HP-1 column and initial temperature of 150°C, (b) The sample at HP-1 column and initial temperature of 150°C, (c) The phenthoate standard at Ultra 1 column and initial temperature of 60°C, and (d) The mixture of the phenthoate standard and sample at Ultra-1 column and initial temperature of 60°C.

렵기 때문에 검출된 그 peak가 phenthoate가 아닐것이라 생각하고 column과 oven의 온도를 변화시켜 분석한 결과 phenthoate가 아님을 확인할 수 있었다 (그림 1). 그림 1은 HP-1을 column으로 사용하고 oven의 최초온도를 150℃로 하였을 때의 phenthoate 표준품의 chromatogram(a)과 상기시료의 chromatogram (b)을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 phenthoate 표준품의 retention time (6.425 min)과 시료의 retention time (6.420 min)이 거의 일치하기 때문에 오인할 수가 있었다. 그러나 column을 Ultra-1과 oven의 최초온도를 60℃로 하였을 때 retention time이 약 17분대로 옮겨감과 동시에 phenthoate standard peak와 확실히 분리되었다 (c와 d). Phenthoate로 오인했던 peak가 어떤 화합물인지를 알아보기 위하여 GC/MSD를 이용하여 분석해 보았으나 구조는 확인할 수 없었다.

인용문헌

김주읍 (1962) 농약살포상엽이 누에의 생리에 미치는 영향. 한국잠사학회지 2:83~88.
 김창환 (1994) 잠상생산물의 한의학적 활용과 가능성. 한국잠사학회지 36(2):180~181.
 오병렬, 김영구, 박영선, 이병무, 백현준 (1984) 뽕잎중 유기인계 농약의 잔류성과 잠독성에 관한 연구. 한국환경농학회지 3(1):16~21.
 이완주 (1994) 잠상산물의 고부가가치 용도개발 현황과 전망. 한국잠사학회지 36(2):168~175.
 충청북도 잠종장 (1993) 알기쉬운 양잠기술 270~273.
 허훈 (1994) 잠엽 부산물의 의약품으로의 활용. 한국잠사학회지 36(2):176~179.

감사의 글

이 논문은 '96 농림수산특정연구과제로 수행한 연구내용의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

Table 4. The detection frequencies and the residual amounts ('96)

Chemical	Detection frequency ^{a)} (%)		Range of residues (ppm)	
	Spring	Fall	Spring	Fall
Dichlorvos	29	42	0.018~0.032	0.012~0.048
Acephate	58	17	0.013~0.072	0.020~0.156
Phenthoate	4	13	0.051	0.018~0.050
Pyrazophos	0	0	ND ^{b)}	ND ^{b)}

^{a)}No. of samples detected/No. of samples analyzed×100.

^{b)}Not detected.

Table 5. The detection frequencies and the residual amounts ('97)

Chemical	Detection frequency ^{a)} (%)		Range of residues (ppm)	
	Spring	Fall	Spring	Fall
Dichlorvos	75	88	0.014~0.064	0.013~0.062
Acephate	13	4	0.033~0.061	0.015
Deltamethrin	0	0	ND ^{b)}	ND ^{b)}
Cypermethrin	8	17	0.019~0.068	0.009~0.013

^{a)}No. of samples detected/No. of samples analyzed×100.

^{b)}Not detected.

Monitoring of the residues of some pesticides in mulberry leaves and their safety evaluation

Jae-Koo Lee*, Jeong-Wook Kwon, Ki-Chang Ahn and Jae-Yu Moon¹ (*Department of Agricultural Chemistry, Chungbuk National University, 361-763 Cheongju, Korea, and ¹Department of Natural Fiber, Seoul National University, 441-744 Suwon, Korea*)

Abstract : In order to evaluate the safety of mulberry leaves for sericultural purpose to the contamination by pesticide residues, the analyses of dichlorvos, acephate, phenthoate, pyrazophos, deltamethrin, and cypermethrin were done for 24 samples collected in spring and fall over two consecutive years (1996 and 1997), each, from 8 provinces across the country, by selecting three representative farmhouses in each province. In spring samples of 1996, the residual amounts of dichlorvos, acephate, and phenthoate were 0.018~0.032, 0.013~0.072, and 0.051 ppm, respectively, whereas, pyrazophos was not detected, and the detection frequencies were 29, 58, and 4%, respectively. In fall samples, on the other hand, those of the above pesticides were 0.012~0.048, 0.020~0.156, and 0.018~0.050 ppm, respectively, and pyrazophos was not detected either and the detection frequencies were 42, 17, and 13%, respectively. While in spring samples of 1997, the residual amounts of dichlorvos, acephate, and cypermethrin were 0.014~0.064, 0.033~0.061, and 0.019~0.068 ppm, respectively, and deltamethrin was not detected. The detection frequencies were 75, 13, and 8%, respectively. In fall samples, on the other hand, those of the above pesticides were 0.013~0.062, 0.015, and 0.009~0.013 ppm, respectively, and deltamethrin was not detected either. The detection frequencies were 88, 4, and 17%, respectively. Almost all of the samples turned out to be non-toxic to silkworms, except that one sample (No. 10, spring 1997) contaminated by a high concentration of cypermethrin (0.068 ppm) was judged to do harm to silkworms. In the GC analyses, the selection of columns, the change in column temperature, and the use of MSD made the separation and identification of the vague compounds possible.

*Corresponding author