

배와 단감中 농약잔류에 관한 조사연구

이해근·이영득·신용화

농촌진흥청 농약연구소

A Monitoring Survey on Pesticide Residues in Pears and Sweet Persimmons

Hae-Keun Lee, Young-Deuk Lee and Young-Hwa Shin

Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon 440-707, Korea

ABSTRACT—A pesticide monitoring survey was undertaken for the both 30 samples of pears and sweet persimmons from chief producing districts in 1985 to evaluate pesticide residues in these agricultural products and also to give basic informations in establishing maximum residue limits.

Pesticide residues in pears were detected with fairly low in 7-60% of total samples. Even the maximum residue levels were only in the amount of 1/53-2/3 compared with maximum residue limits established in fruits in Environment Administration, Korea. Most of the residues (71-82%) was remained in peels of pears.

In case of sweet persimmons, captan, captafol, EPN, parathion, and phenthoate residues were also detected with fairly low in 3-20% of total samples.

Presently, it is considered that pesticide residues in pears and sweet persimmons may be no harmful levels for food commodities.

Keywords □ Monitoring survey, Maximum Residue Limits(MRL), Environment Administration.

배와 단감은 우리가 즐겨먹는 과실일 뿐만 아니라 중요한 수출농산물이기도 하지만 이들에 대한 농약잔류량조사가 수행된 경우는 드물며 또한 전국규모로 조사하여 이들 과실에 대한 안전성을 포괄적으로 評價한 경우는 거의 없는 실정이다.

그동안 국립보건원¹⁻⁷⁾이나 농촌진흥청 농업기술연구소⁸⁾ 같은 국가연구기관에서 조사·분석한 적은 있으나 조사결과가 未發表 상태에 있거나⁸⁾ 한정된 지역의 소수시료에 불과하고 조사대상농약도 현재는 사용하지 않는 유기염소계 살충제 위주로 조사가 진행되어 왔으므로 잔류농약에 대한 안전성을 포괄적으로 평가하기는 매우 곤란하였다.

本 조사는 '85년도에 전국 주산단지에서 채취한 배와 단감에 대하여 현재 농민들이 많이 사용하고

있는 농약을 위주로 농약잔류량을 조사하여 국제 농산물시장에서 장애요인의 하나인 농산물中 잔류농약문제에 대처하고 나아가서 식품별 농약의 잔류허용기준설정에 기초자료를 제공코자 수행하였으며, 여기 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료채취 및 전처리—배는 1985년에 전국주산단지 4個道 8個郡을 선정, 郡別 1~5點씩 총 30點의 시료를, 단감은 남부지방 主産團地에서 지역별 2~13點씩 총 30點의 시료를 Table 1에서 보는 바와 같이 채취하였다. 채취는 크기가 균일한 시료를 3kg 정도 포장전체에서 골고루 취한 후 망사자루에 넣어 실험실로 운반하였다.

시료채취시 농약사용실태를 파악하고 나아가서 잔류량분석에 참고하기 위해 사용농약명, 제형,

Received for publication 27 August, 1988
Reprint request; Dr. H.K. Lee at the above address

Table 1. Sampling districts and number of samples of pears and sweet persimmons collected in 1985

Pears			Sweet persimmons		
Sampling districts		No. of samples	Sampling districts		No. of samples
Gyeonggi	Yeosu	1	Jeonnam	Naju	2
"	Janghweon	4	"	Haenam	3
"	Anseong	3	"	Suncheon	4
Chungnam	Yesan	4	"	Seungju	3
"	Ahsan	3	Gyeongnam	Jinyang	5
"	Seongwhan	5	"	Jinyeong	13
Junnam	Naju	5		(Gimhae)	
Gyeongnam	Jinyang	5			
Total		30	Total		30

희석배수, 사용회수, 사용시기 등 약제살포내역을 함께 조사하였다.

시료조제는 농약의 시험기준과 방법⁹⁾에 준하여 배의 경우는 꼭지와 속 및 양쪽 움푹파인 부분을 제거하고, 단감의 경우는 꼭지와 씨를 제거한 후 細切하였다.

한편 배의 경우 果肉과 果皮中 잔류농약의 分布를 조사하기 위해 세절하기 前에 2mm 정도 두께로 껍질을 깎고 세절하였는데 과육 : 과피의 重量比는 9 : 1 정도이었다.

조사대상농약—배의 경우는 시료채취시 조사한 약제살포내역과 배에 사용토록 고시된 농약 및 원예용 약제의 '84년도 소비량¹⁰⁾을 고려, 사과와 같은 우¹¹⁾와 同一한 약제들을 조사대상농약으로 선정하였으며, 단감의 경우는 告示된 농약이 감꼭지나 방약인 파프 수화제 한 품목 뿐 이므로(현재는 감

꼭지나방약으로 피리다 수화제와 주론 수화제가 추가로 고시되었음) 약제살포내역을 中心으로 살균제로는 captan과 captafol을, 살충제로는 fenthion, fenitrothion, EPN, phenthoate, diazinon, chlorpyrifos, parathion 등 유기인계 농약을 조사대상농약으로 하였다.

잔류농약분석—배와 단감中 잔류농약의 분석은 李等¹¹⁾이 보고한 사과中 잔류농약의 분석법에 준하였으며 回收率시험결과 0.01~0.5 ppm 범위에서의 回收率은 75~96%이었는데 조사성적에 회수율은 보정하지 않았다.

결과 및 고찰

배中 농약잔류량—배中 농약잔류량을 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 검출빈도는 대체

Table 2. Summary of some Pesticide residues in pears collected in 1985

Pesticides	Diazinon	Parathion	Fenitrothion	Chlorpyrifos	Dicofol	Chlorfenson	Tetra-difon	Chloro-thalonil	Captan	Captafol
No. of samples analyzed	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
No. of positive samples(%)	2(7)	10(22)	3(10)	2(7)	18(60)	12(40)	2(7)	5(17)	12(40)	11(37)
Range of detected residues(ppm)	t*	t*- 0.203	0.02 -0.014	0.058 -0.075	0.005 -0.336	0.002 -0.015	0.007 -0.256	0.001 -0.214	0.005 -0.236	0.003 -0.245
Mean Total(ppm)	t	0.024	0.007	0.004	0.045	0.002	0.009	0.018	0.042	0.034
Positive(ppm)	t	0.073	0.067	0.067	0.075	0.005	0.132	0.108	0.106	0.092
Maximum residue limits (mg/kg)	0.1 (Korea)**	0.3 (Korea)	0.2 (Korea)	0.5 (Korea)	1.0 (Korea)	0.8 (Korea)	5.0 (U.S.A)	1.0 (Korea)	5.0 (Korea)	5.0 (Korea)

* Trace: diazinon and parathion: 0.01 ppm

** Established in fruits in Environment Administration, Korea

Table 3. Pesticide residues in pears sampled in 1985

Sampling district		Pesticide residues (ppm)								
		Captan	Captafol	Chloro-thalonil	Para-thion	Fenit-rothion	Chlorpy-rifos	Dicofol	Chlor-fenson	Tetra-difon
Yeosu	1	—*	—	—	—	—	—	0.005	0.002	—
Janghoweon	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	0.005	0.015	—	0.150	—	—	—	—	—
	3	—	0.005	—	—	—	—	0.215	—	—
	4	—	0.003	0.055	—	—	0.018	0.336	—	—
Anseong	1	0.225	—	0.134	—	—	—	0.022	0.003	—
	2	—	—	—	—	—	—	0.056	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	0.002	—
Yesan	1	0.032	—	—	0.045	—	—	0.049	0.002	—
	2	—	0.136	—	0.125	—	—	0.113	—	—
	3	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—
Ahsan	1	—	0.126	—	—	—	—	—	0.009	—
	2	—	—	0.134	—	—	—	0.068	0.015	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seongwhan	1	—	0.012	0.214	0.011	—	—	0.010	—	0.007
	2	0.125	0.075	—	—	—	—	—	—	—
	3	0.236	0.226	—	0.018	—	—	0.018	0.008	—
	4	0.013	—	—	—	—	—	0.021	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	0.044	—	0.256
Naju	1	0.235	—	—	—	0.104	—	—	—	—
	2	0.124	—	—	—	0.076	—	—	0.004	—
	3	—	—	—	0.203	—	—	0.109	0.005	—
	4	—	0.024	—	—	0.024	—	0.011	—	—
	5	0.137	—	—	0.032	—	—	0.036	—	—
Jinyang	1	—	—	—	t**	—	—	0.006	0.002	—
	2	—	—	—	—	—	0.075	—	0.002	—
	3	0.125	0.245	—	0.113	—	0.058	0.118	0.003	—
	4	—	—	—	—	—	—	0.111	—	—
	5	0.008	0.146	0.001	—	—	—	—	—	—

* Not detected

** Trace: 0.002ppm

로 낮아 7~60% 범위이었으며 잔류수준도 매우 낮아 우리나라에서 과실류에 설정된 농약잔류허용 기준(Maximum Residue Limits: MRL)¹³⁾을 초과하는 농약은 하나도 없었다. 또한 검출시료의 평균잔류량은 흔적~0.132 ppm으로서 이는 MRL의 1/160~1/3에 불과하였다.

살충제中 유기인제는 diazinon, parathion, fenitrothion 및 chlorpyrifos가 7~22%의 시료

에서 검출되었는데 검출시료의 평균잔류량은 흔적~0.073 ppm으로서 이는 MRL의 1/20~1/3에 불과하였으며 조사최대치의 경우에도 MRL의 1/20~2/3 정도이었다. 응애약으로는 dicofol, chlorfenson 및 tetradifon이 7~60% 시료에서 0.005~0.067 ppm(검출시료)으로 검출되어 MRL의 1/160~1/8에 불과하며 조사최대치의 경우에도 MRL에 크게 未達되었다.

살균제로는 chlorothalonil, captan 및 captafol이 17~40%의 시료에서 0.092~0.108 ppm (검출시료)으로 검출되어 MRL에는 크게 미달하였다.

한편 시료별 농약잔류량조사결과는 Table 3에 나타냈는데 조사최대치는 captan의 경우 성환 3번, captafol은 진양 2번 그리고 chlorothalonil은 성환 2번 시료에서 각각 0.235, 0.245 및 0.214 ppm으로 검출되었는데, 이들은 MRL의 1/21~1/5에 불과하였다. 살충제의 경우는 parathion이 나주 3번 시료에서 0.203 ppm으로 검출되어 MRL인 0.3 ppm¹³⁾에 근접하였으므로 사용에는 특별한 주의가 요망되었으나 기타 살충제의 조사최대치는 MRL의 1/53~1/3에 불과한 매우 낮은 수준이었다. 특히 dicofol은 검출빈도가 조사대상농약中 가장 높았으며 (60%) 장호원 3번과 4번 시료에서는 0.2 ppm 이상 검출되었으나 그외는 0.1 ppm 이하로 검출되었다. Tetradifon은 성환 1번과 5번 시료에서만 각각 0.007과 0.256 ppm으로 검출되었다.

Fig. 1은 배中 captafol과 parathion의 잔류분포를 보여주고 있는데 captafol의 경우 55%가 0.1 ppm 이하로 나머지 45% 정도가 0.1~0.3 ppm 범위로 검출되었으며, parathion은 60%가 0.05 ppm 이하로 나머지 40%는 0.1~0.3 ppm 범위로 검출되었다. Captan과 dicofol도 비슷한 경향을 보였는데 (Table 4 참조), captan과 dicofol 모두 0.05 ppm 이하로 검출되는 것이 각각 75 및 83%로서 잔류량의 大部分이 매우 낮은 농도로 검출되었음을 알 수 있다.

한편 배中 농약잔류량의 부위별 분포를 조사하기 위해 유기인계 살충제인 parathion,

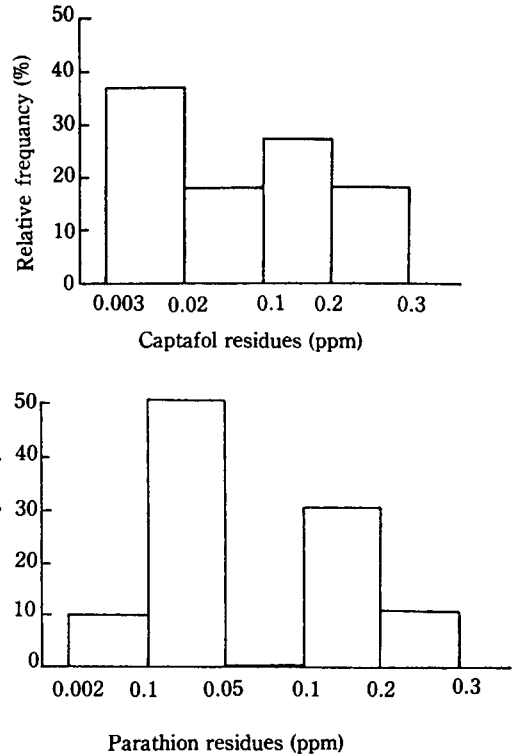


Fig. 1. Distribution of captafol and parathion residues in pears.

fenitrothion 및 chlorpyrifos를 선정, 잔류수준이 비교적 높았던 3點에 대해 조사한 결과는 Table 5와 같다. 배中 유기인계 살충제 잔류량의 71~82%가 果皮에 잔류하고 실제로 可食部인 果肉에는 18~29%만이 잔류하였는데, 이러한 결과는 사과中 잔류량의 大部分인 95~97%가 果皮에 잔류하였다는 李 等의 보고¹¹⁾와는 다소 차이가 있다. 과육과 과피間의 잔류농약 분포비가 사과와 배間에 이렇게 차이가 나는 이유는 아마도 배는 과

Table 4. Distribution of captan and dicofol residues in pears

Captan			Dicofol		
Range (ppm)	No. in ange	% in range	Range (ppm)	No. in range	% in range
0.2 -0.3	3	25	0.2 -0.4	2	11
0.1 -0.2	4	33	0.1 -0.2	4	22
0.01 -0.05	2	17	0.05 -0.1	2	11
0.005-0.01	3	25	0.01 -0.05	7	39
			0.005-0.01	3	17
Total	12	100	Total	18	100

Table 5. Distribution of three insecticide residues in different parts of pears

Pesticides	Parts*	Pesticide residues (ppm)			mean	Distribution(%)
		A	B	C		
Parathion	Total	0.125	0.150	0.203	0.159	100
	Pulp	0.036	0.051	0.076	0.054	29
	Peel	0.923	1.037	1.421	1.127	71
Fenitrothion	Total	0.104	0.024	0.076	0.068	100
	Pulp	0.028	0.006	0.025	0.020	26
	Peel	0.788	0.185	0.532	0.502	74
Chlorpyrifos	Total	0.075	0.018	0.058	0.050	100
	Pulp	0.016	0.004	0.011	0.010	18
	Peel	0.604	0.148	0.480	0.411	82

* Weight ratio of pulp and peel of pears was approximately 9:1.

일 표면이 꺼칠꺼칠한 反面 사과는 매끄럽기 때문에 농약살포시 농약의 부착량이 배가 사과보다 많으며 또한 과일 表面 잔류농약의 消失에 크게 영향을 받는 光分離라든가 휘산은 오히려 배가 사과에서 보다 적게 일어나기 때문이라 여겨진다.

배의 果肉中 잔류농약의 분포비율은 parathion > fenitrothion > chlorpyrifos 순으로, 이는 주로 농약의 이화학적 성질中 深達性의 차이에 基인 것으로 여겨지는데 일반적으로 parathion은 침투이행성도 있지만 深達性도 상당히 크다고 알려져 있다.¹⁵⁾

배中 농약잔류량조사는 '70年代初에 국립보건원에서 4~5點의 시료를 대상으로 유기염소계 살충제만을 대상으로 조사하였으며¹⁻³⁾ '78代에는 5點의 시료에 대해 dicofol과 chlorobenzilate의 잔류량을 조사한 바 chlorobenzilate는 쉰시료에서 不檢出되었으며 dicofol은 3點의 시료에서 平均 0.09 ppm으로 검출되었다고 보고한 바 있다.⁶⁾

한편 농업기술연구소⁸⁾에서는 '74년에 24點을 대

상으로 조사하였는데 parathion, EPN, phenthoate, fenitrothion 등 유기인계 살충제들이 일부 시료(검출빈도: 4~21%)에서 0.002~0.009 ppm으로 매우 낮게 검출된 것으로 알려져 있다.

단감中 농약잔류량-단감中 농약잔류량을 조사한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같이 일부 시료에서 매우 낮은 수준으로 검출되었다. 검출빈도는 3~20%에 불과한데 EPN과 parathion은 1點의 시료에서만, captan과 phenthoate는 2點의 시료에서만 매우 낮은 수준으로 검출되었다. Captafol은 검출된 농약中 가장 높은 20%의 검출빈도를 보였으나 조사최대치인 0.038 ppm은 과실류에 설정된 MRL인 5.0 ppm의 1/32에 불과하다. 當時로서는 감꼭지나 방약으로 唯一하게 告示된 phenthoate는 2點의 시료에서 0.02, 0.04 ppm으로 매우 낮게 검출되었다(Table 7).

Fenthion, fenitrothion, diazinon, chlorpyrifos 등 유기인계 살충제는 어느 시료에서도 검출되지 않았다.

Table 6. Summary of some pesticide residues in sweet persimmons

Pesticides	Captan	Captafol	EPN	Parathion	Phenthoate
No. of samples analyzed	30	30	30	30	30
No. of positive samples (%)	2(7)	6(20)	1(3)	1(3)	2(7)
Range of detected residues (ppm)	0.002	0.014	0.05	0.02	0.02
Mean of positive samples (ppm)	0.002	0.021	0.05	0.02	0.03
Maximum residue limits (mg 1 kg)*	5.0	5.0	0.1	0.3	0.2

* Established in fruits in Environment Administration, Korea.

Table 7. Pesticide residues in persimmons sampled in 1985

Sampling district		Pesticide residues (ppm)				
		Captan	Captafol	EPN	Phenthoate	Parathion
Naju	1	—*	0.015	—	—	—
	2	—	0.038	—	—	—
Haenam	1	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—
Suncheon	1	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	0.04	—
	3	—	—	—	—	—
	4	—	—	—	—	—
Seungju	1	—	0.023	—	—	—
	2	—	0.015	—	—	—
	3	—	—	—	—	—
Jinyang	1	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—
	3	—	0.019	—	—	—
	4	—	—	—	—	—
	5	—	—	0.05	0.02	—
Jinyeong (Gimhae)	1	—	0.014	—	—	0.02
	2	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—
	4	0.002	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	—
	8	—	—	—	—	—
	9	0.002	—	—	—	—
	10	—	—	—	—	—
	11	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	—
	13	—	—	—	—	—

* Not detected

단감재배에 사용하는 농약은 감꼭지나방약인 phenthoate를 포함한 유기인계 살충제를 가장 많이 사용하고 있었으며, 그외에 탄저병약을 포함한 살균제와 응애약 및 Cartap을 포함한 카바메이트계 살충제도 사용하고 있었다. 단감재배에 가장 문제가 되는 병해충은 감꼭지나방으로 현재 phenthoate(파프 수화제) 외에 피리다(ofunack)와 디밀린(diflubenzuron) 수화제가 그후 추가로 고시되긴 하였지만¹²⁾ 단감재배에 사용토록 고시된

약종수가 너무나 부족하여 농민들이 안전사용을 무시하고 오용·남용하는 사례가 많으므로 적절한 농약을 선발·고시하여 이러한 폐단을 줄이도록 적극 노력하여야 할 것이다.

우리나라에서는 감에 대한 농약잔류량 조사가 보고된 예는 거의 없는 실정이고 특히 단감에 대한 조사보고는 거의 없는 것으로 알고 있다. 국립보건의원에서는 지난 75년과 86년에 2차에 걸쳐 감에 대한 농약잔류량을 조사한 바 있는데,^{4,7)} 75년에는

8點에 대해 BHC, Heptachlor 등을 조사하였으며 1986년에는 4個道에서 채취한 16點의 시료에 대해 유기인계와 카바메이트계 살충제를 대상으로 조사한 결과 diazinon, dimethoate, fenthion, fenitrothion, EPN이 1~5點의 시료에서 매우 낮은 수준으로 검출되었다고 보고하였다.

단감에 대한 농약잔류량조사는 아마도 본 조사

가 국내에서는 처음으로 시도된 것으로 알고 있는데, 단감은 사과, 배와 더불어 주요수출농산물인 바, 농산물 국제무역에서 장애요인의 하나인 농산물 중 농약잔류문제에 본 조사결과는 매우 유익한 자료로 활용될 것이며 나아가서 식품별 농약잔류 허용기준 설정에 기초자료로 활용될 것이다.

국문요약

배와 단감中 농약잔류량을 조사하기 위해 전국 주산단지에서 각 30點씩 1985년에 채취, 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 배의 경우 7~60%의 시료에서 잔류농약이 검출되었으나 잔류수준은 매우 낮았다. 검출시료의 평균잔류량은 잔류허용기준에 크게 미달되었으며 조사최대치의 경우에도 잔류허용기준의 1/53~2/3에 불과하였다.
2. 검출농약의 잔류분포를 보면 captan과 captafol은 75~80%가 0.2ppm 이하로, dicofol은 77%가 0.1ppm 이하로, parathion은 60%가 0.05ppm 이하로 검출되었다.
3. 한편 배 과일의 部分別 잔류분포를 조사한 결과 배中 잔류농약의 대부분이 果皮에 殘留하고 果肉에는 18~29%만이 殘留하였다.
4. 단감의 경우는 captan, captafol, EPN, parathion 및 phenthoate가 3~20%의 시료에서 검출되었으나 잔류수준은 매우 낮았으며 조사최대치의 경우에도 잔류허용기준에 크게 미달하였다.

본 조사결과는 배와 단감이 사과와 더불어 우리나라의 중요수출농산물인 만큼 농산물 국제무역에서 장애요인의 하나인 농약잔류문제에 대처하고 또한 식품별 잔류허용기준설정에서 중요한 기초자료로 활용될 것이다.

참고문헌

1. 노정배, 송 철, 권혁희: 식품에 있어서 유독성농약의 잔류량 측정연구(제 4보), 국립보건원, 8, 261(1971).
2. 노정배, 송 철, 권혁희: 식품에 있어서 유독성농약의 잔류량 측정연구(제 5보), 국립보건원보, 9, 191(1972).
3. 노정배, 송 철, 신광순: 식품에 있어서 유독성농약의 잔류량 측정연구(제 6보), 국립보건원보, 10, 157(1973).
4. 송 철, 김길생, 이홍재: 식품에 있어서 유독성농약의 잔류량 측정연구(제 8보), 국립보건원보, 11, 141(1975).
5. 송 철, 권우창, 원경풍: 식품에 있어서 유독성농약의 잔류량 측정연구(제 10보), 국립보건원보, 14, 273(1977).
6. 송 철, 이홍재, 원경풍: 식품중에 잔류하는 유기염소계 분석에 관한 연구, 국립보건원보, 15, 415(1978).
7. 백덕우, 권우창, 원경풍: 식품중 오염물질에 관한 조사연구, 국립보건원보, 23, 643(1986).
8. 농업기술연구소: 과실중 농약잔류량 조사(미발표)(1974).
9. 농약공업협회: 농약의 시험기준과 방법, 농촌진흥청고시 제 23호(1983. 10. 21), 80(1983).
10. 농약공업협회: 농약연보(1987).
11. 이해근, 박영선: 사과와 감귤중 농약잔류량조사 농사시험연구논문집(작물보호편) 30(3), 투고중(1988).
12. 농약공업협회: 농약사용지침서, pp. 380, 407(1988).
13. 환경청(한국): 농작물중 농약의 잔류허용기준, 환경청고시 제 81-5호(1981).
14. 환경청(한국): 농작물중 농약의 잔류허용기준, 환경청고시 제 87-37호(1987).
15. 이성환, 홍종욱: 개정농약학, 향문사, pp. 144(1983).