

## 침지 시간에 따른 과일의 부위별 농약 농도에 관한 연구

식품안전성과

박 주 성 · 홍 미 선 · 김 정 현  
양 혜 란 · 정 소 영 · 김 덕 인

### The Pesticide Residue Levels in Flesh and Exocarp of Fruits by Immersion and Storage Time

*Food Safety Division*

Ju-Sung Park · Mi-Sun Hong · Jung-Hun Kim  
Hye-Ran Yang · So-Young Jung and Deog-In Kim

#### = Abstract =

The immersion amount into fruits from prepared pesticides solution by dipping time and changes of the residue levels during storage were investigated.

Apple, orange and kiwi as fruits sample were selected, and pesticides used were two kinds of fungicides and two kinds of insecticides, that is, chlorothalonil and carbendazim, EPN and methidathion. After each pesticide was prepared by the concentration of use in the field, fruits were dipped in pesticide solution for 30sec, 3min and 10min, and then determined levels of residue in divided flesh and exocarp parts. While they had been stored at cold(0~4℃) and freezing(-18~-20℃) temperatures with dipping fruits for 3min during 8weeks, the levels of residue in divided flesh and exocarp parts were investigated by intervals of 1 week.

The results were as follows:

1. Levels of residue were increased in the order of 30sec, 3min and 10min.
2. Levels of residue according to the components of pesticides were appeared very different patterns in divided flesh and exocarp parts. The quantities of residual chlorothalonil, methidathion, EPN and carbendazim were ND~89ppm, ND~67ppm, ND~85ppm and ND~52ppm, respectively.
3. During storage of 8 weeks at cold and freezing temperatures, the levels of residue in the each pesticide were more decrease at cold than at freezing temperatures.
4. After storage of 8 weeks at cold and freezing temperatures, the decreasing ratios of EPN were 54~78% and 55~89%, respectively. Carbendazim was not detected in the flesh of fruits, but the decreasing ratios in the exocarp were 32~42%, and 2%, respectively. The decreasing ratios of methidathion were 52~93% and 22~78%, respectively. The decreasing ratios of chlorothalonil were 52~95% and 36~85%, respectively.

## 서 론

농약은 농작물 재배중 병충해의 방지를 위해 불가피하게 많이 사용하고 있으므로 농약이 부분적으로 농산물에 잔류하게 되어 이들 농산물을 섭취할 경우 농약성분의 독성과 그 잔류량에 따라 식품위생상 위해를 일으킬 수 있다. 그러나 농산물은 적절한 처리를 거친 후 가식부만을 이용하므로 농약성분의 이행성이나 안전성에 따라 최종적으로 섭취되는 농약의 양은 다를 수 있다<sup>1,2)</sup>.

유기염소계 농약인 클로르타로닐, 유기인계 농약인 EPN, 메치다치온 그리고 carbamate계 농약인 카벤다짐은 과수 및 원예작물의 살충과 살균제로 널리 이용되고 있고, 일본에서 1995년 농약판매 순위를 살펴보면 살충제로 메치다치온이, 살균제로 클로르타로닐과 카벤다짐이 높은 순위를 차지하는 것으로 나타났다<sup>3)</sup>. 현재 우리나라에서는 카벤다짐제제는 감귤의 더맹이병, 사과와 배의 탄저병과 흰가루병등에, EPN은 낙엽과수의 일반해충과 응애류의 동시방제에, 메치다치온은 사과, 감귤, 배, 채소등에 종합 살충제로 널리 사용되어지고, 클로르타로닐은 감귤의 더맹이병, 사과 나무의 꽃썩음병등의 방제에 이용되고 있다<sup>4)</sup>.

이들 농약의 특성을 보면 살충제로 사용되는 EPN은 파라치온에 비해 독성은 낮으나 광범위한 해충에 대하여 유효하고, 잔효성이 비교적 길며, 메치다치온은 유기인계 살충·살비제로 접촉독 및 소화중독 효과와 더불어 우수한 침투효과를 지니므로 방제에 곤란한 흡즙성 해충에도 우수한 효과를 나타낸다. 살균제로 사용되는 클로르타로닐은 보호작용을 중심으로 한 강력한 살균제로서 내우성이 있고, 또한 자외선에도 안정하기 때문에 잔효성을 지닌다. 카벤다짐은 적용범위가 비교적 넓은 살균제이다<sup>5)</sup>.

이들 농약은 현재 우리나라에서도 사용되고 있어, 클로르타로닐이 상추, 시금치 그리고 호박에서 검출되었고, EPN이 오이, 배, 배추 그리고 고추에서, 카벤다짐이 콩에서, 메치다치온이 오이, 배, 파인애플 그리고 오렌지에서 검출되어 그 사용빈도가 높은 것으로 나타났다<sup>6,7)</sup>.

따라서 본 실험에서는 자주 사용되는 농약성분인 EPN,

메치다치온, 클로르타로닐 및 카벤다짐을 선정하여 실제 사용농도로 농산물을 침지시킬 때 침지시간에 따른 농약의 침투도와 냉장과 냉동의 저장조건에 따른 농약성분의 변화를 과육과 과피로 분류하여 잔류정도를 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

#### 1)시료

사과는 96년 문경산, 키위는 96년 해남산, 감귤은 96년 제주산을 시중에서 구입하여 사용하였다. 이들 과일은 본 실험에 사용하기전 농약의 잔류여부를 조사하였으며 그 결과 이들 시료에서는 실험대상 농약이 검출되지 않았다.

#### 2)농약

마이코 수화제(카벤다짐 60%, 미성농약공업), 이피엔 유제(EPN 45%, 미성농약공업), 수프라이드 유제(메치다치온 40%, 주식회사 경농) 및 다코닐 수화제(클로르타로닐 75%, 주식회사 경농)를 사용하였다.

#### 3)시약 및 표준품

추출과 분배에 사용된 용매는 잔류농약용(和光(주), 일본)을, HPLC 분석에는 HPLC용(Fisher, 미국)을, 기타 시약은 특급품을 사용하였으며 표준품은 카벤다짐, EPN, 메치다치온 및 클로르타로닐의 표준품은 99.5% 이상의 잔류농약 표준품(和光(주), 일본)을 사용하였다.

### 2. 방법

#### 1)시료의 침지

농약시험용액은 표 1과 같이 각 농약의 사용방법에 따라 수도물에 유제인 EPN, 메치다치온의 경우 20ml/20 l, 수화제인 카벤다짐, 클로르타로닐의 경우 20g/20 l 농도로 용해하여<sup>8)</sup> 사과, 감귤 및 키위를 30초, 3분, 10분간 침지한후 꺼내서 플라스틱 그물 바구니에 담아 통풍이 잘되는 그늘진 곳에서 4시간 동안 풍건시킨후, 3분 침지한 각 과일을 냉장(0~4℃), 냉동(-18~-20℃)조건에서 8주간 저장

Table 1. Program of pesticides treatments applied to fruits

Pesticide	Formulation	Concentration of Active Ingredient, ppm	Immersion time
Carbendazim	Myco	600	30sec, 3min, 10min
EPN	EPN	450	30sec, 3min, 10min
Methidathion	Supuracide	400	30sec, 3min, 10min
Chlorothalonil	Daconil	750	30sec, 3min, 10min

하였다.

## 2) 시료의 전처리

식품공전<sup>9)</sup>에 따라 클로르타로닐, EPN 및 메치다치온은 각 과일을 균일하게 마쇄한 후 삼각플라스크에 시료 20g을 취하여 아세톤 100ml로 10분간 진탕하여 여과하였고 잔류물에 다시 30%함수아세톤 100ml로 반복 추출한 후 이들 여액을 모아 40℃이하의 수욕상에서 감압농축하여 아세톤을 거의 날려버리고, 물층을 미리 10%염화나트륨용액 100ml 및 핵산 50ml를 넣은 분액깔대기에 옮기고 진탕기로 10분간 심하게 흔들어서 섞은 후 정지하여 핵산층을 취한다. 다시 물층에 핵산 50ml를 넣고 위와 같이 되풀이하여 핵산층을 합한다. 합친 핵산층을 물 50ml로 세정하고 무수황산나트륨을 통과시켜 40℃이하의 수욕상에서 감압농축하여 2ml로 농축한다. 정제는 안지름이 20mm, 길이 200mm의 칼럼에 후로리실 10g, 다음에 무수황산나트륨 8g을 각각 핵산에 현탁시켜 충전한 후 그 상단에 소량의 핵산이 남을 정도까지 유출시킨다.

이 칼럼에 농축액을 넣고 15% 에틸함유 핵산 150ml로 유출하여 농축하고 핵산으로 일정량으로 한 후 GC-ECD로 측정하였다. 카벤다짐은 각 과일을 균일하게 마쇄한 후 삼각 플라스크에 시료 20g을 취하여 메탄올 100ml로 10분간 진탕추출한 후 여과하고 잔사에 메탄올 100ml로 반복 추출하여 여과한다. 여액을 합쳐 40℃이하의 수욕상에서 감압농축하여 용매를 거의 날려버리고, 물층을 0.1N 염산 25ml 및 소량의 물로 분액깔대기에 옮기고 핵산 50ml를 넣어 진탕기로 1분간 천천히 흔들어서 섞은 후 정지하여 핵산층을 버린다. 물층에 핵산 50ml를 넣어 진탕기로 심하게 흔들어서 섞은 후 정지하여 물층을 분액깔대기에 취한다. 물층에 1N 수산화나트륨 용액 및 0.1N 수산화나트륨 용액으로 pH 6~7로 조정하고 초산에칠 50ml를 넣어 진탕기로 5분간 심하게 흔들어서 섞은 후 정지하여 초산에칠층을 취한다. 물층에 초산에칠 50ml를 넣어 위와같이 되풀이하여 초산에칠층을 위의 초산에칠층에 합친다. 초산에칠층을 40℃이하의 수욕상에서 감압하여 50ml로 농축한 후 분액깔대기에 옮긴다. 이에 0.1N 염산 25ml를 넣어 진탕기로 5분간 심하게 흔들어서 섞은 후 정지하여 물층을 분액깔대기에 옮긴다. 초산에칠층에 0.1N 염산 25ml를 넣어 위와 같이 되풀이하여 물층을 위의 분액깔대기에 합친다.

이에 1N 수산화나트륨 용액 및 0.1N 수산화나트륨 용액으로 pH 6~7로 조정하고 초산에칠 50ml를 넣어 진탕기로 5분간 심하게 흔들어서 섞은 후 정지하여 초산에칠층을 취한다. 물층에 초산에칠 50ml를 넣어 위와같이 되풀이하

여 초산에칠층을 위의 초산에칠층에 합친다. 초산에칠층에 적당량의 무수황산나트륨을 넣어 때때로 흔들어 섞은 후 1시간정도 방치하여 여과한다. 여액을 40℃이하의 수욕상에서 감압하여 용액을 날려보낸 후 잔사를 메탄올에 용해하여 시험용액으로 이용하였다.

## 3) 농약분석

사과, 감귤 및 키위를 침지시간별, 저장방법에 따른 냉장과 냉동은 1주 간격으로 과피와 과육으로 나눠 전처리 한 후 EPN, 메치다치온 및 클로르타로닐은 표 2의 조건에 따라 GC-ECD로, 카벤다짐은 표 3의 조건으로 HPLC로 분석을 행하였다.

Table 2. Analytical condition of gas chromatograph.

Instrument	6890(Hewlett Packard, USA)
Column	HP-5 (HP. Co., 30m×0.32 mm×0.25μm)
Detector	ECD
Flow	1.5ml/min, N <sub>2</sub>
Inj. temp.	210℃
Det. temp.	270℃
Oven temp.	160℃(2 min)-8℃/min-210℃(3 min)
(program)	-12℃/min-260℃(12 min)

Table 3. Analytical condition of high performance liquid chromatograph.

Instrument	HPLC system(Waters, USA) with 510 Pump, U6K Injector, 486 UV Detector and 746 Data Module
Column	μ-Bondapack C18, 10 μm×3.9 mm×30 cm, SS
Mobile phase	40% Acetonitrile in Water
Flow rate	0.8 ml/min(900 psi)
AUFS	0.05
Detector	UV 280 nm
Chart speed	0.5 cm/min

## 결과 및 고찰

### 1. 침지 시간별 농약의 과육과 과피중 침투이행정도

침지시간별 농약의 침투이행정도는 각 과일에 따라 다른 것은 하나 각각의 과일 부위별 과육과 과피의 농도는 표 4, 5 및 6과 같이 나타났다. 사과에서 침지시간별 각 농약의 과육 및 과피의 이행정도는 카벤다짐이 과육에서 ND~0.031ppm, 과피에서 1.038~10.325ppm이었으며, EPN

은 과육에서 ND~0.02ppm, 과피에서 11.448~33.233ppm이 검출되었다. 메치다치온은 과육에서 ND~0.038ppm, 과피에서 15.71~67.29ppm이었으며, 클로르타로닐은 과육에서 ND~0.012ppm, 과피에서 13.108~39.453ppm으로 나타났다.

감귤에서 침지시간별 각 농약의 과육 및 과피의 이행 정도는 카벤다짐이 과육에서 ND~0.022ppm, 과피에서 0.079~2.104ppm이었으며, EPN은 과육에서 ND~0.036ppm, 과피에서 4.776~13.819ppm이 검출되었다. 메치다치온은 과육에서 ND~0.038ppm, 과피에서 5.654~20.493ppm으로 나타났으며, 클로르타로닐은 과육에서 ND~0.054ppm, 과피에서 2.347~3.237ppm으로 나타났다.

키위에서 침지시간별 각 농약의 과육 및 과피의 이행 정

도는 카벤다짐이 과육에서 0.052~0.157ppm, 과피에서 1.353~52.461ppm이었으며, EPN은 과육에서 0.03~0.043ppm, 과피에서 26.134~85.386ppm이 검출되었다. 메치다치온은 과육에서 ND~0.038ppm, 과피에서 26.301~51.419ppm이었으며, 클로르타로닐은 과육에서 ND~0.059ppm, 과피에서 42.659~89.483ppm으로 나타났다. 침지시간이 길어질수록 농약이 과육과 과피로의 이행 정도는 높아지는 것으로 나타났으며, 사과나 감귤에 비해 키위에서 과육과 과피에 농약의 농도가 높은 것은 키위의 잔털에 흡착되어 과피에 다량 잔류하고 과육으로 이행되는 것으로 생각되어 진다. 또한 사과 과육에서 낮은 검출은 사과 표면의 왁스질이 침투저해 효과를 갖는 것으로 생각된다. 저장실험은 3분 이후 과육에서 급격한 증가를 보이지 않아 3분간 침지한 시료를 가지고 실험을 행하였다.

**Table 4.** The concentration of pesticides in flesh and exocarp of the apple by immersion

(mg/kg)

	apple flesh			apple exocarp		
	0.5min	3min	10min	0.5min	3min	10min
Chlorothalonil	ND*	0.012	0.009	13.108	32.593	39.453
Methidathion	ND	0.017	0.038	15.710	37.581	67.290
EPN	ND	0.020	0.005	11.448	24.576	33.233
Carbendazim	ND	0.031	0.003	1.038	3.900	10.325

\* ND : not detected

**Table 5.** The concentration of pesticides in flesh and exocarp of the orange by immersion

(mg/kg)

	orange flesh			orange exocarp		
	0.5min	3min	10min	0.5min	3min	10min
Chlorothalonil	ND*	0.054	0.049	2.416	3.237	2.347
Methidathion	ND	0.027	0.038	5.654	8.896	20.493
EPN	ND	0.036	0.031	4.776	6.555	13.819
Carbendazim	ND	0.021	0.022	0.079	2.083	2.104

\* ND : not detected

**Table 6.** The concentration of pesticides in flesh and exocarp of the kiwi by immersion

(mg/kg)

	kiwi flesh			kiwi exocarp		
	0.5min	3min	10min	0.5min	3min	10min
Chlorothalonil	ND*	0.057	0.059	42.659	87.792	89.483
Methidathion	ND	0.031	0.038	26.301	46.428	51.419
EPN	0.030	0.032	0.043	26.134	75.068	85.386
Carbendazim	0.052	0.086	0.157	1.353	48.869	52.461

\* ND : not detected

홍<sup>10)</sup>은 우리농산물의 잔류농약 실태 및 안전성평가에서 과일의 부위별 잔류농약 분포율을 보면 90% 이상이 껍질에 분포되어 있으므로 과일을 잘 씻은 후 먹거나 껍질을 깎아 먹는다면 잔류농약의 섭취는 거의 이루어지지 않는다고 하였으며 EPN이 채소류에서 ND~0.0151ppm, 과일에서 ND~0.0219ppm으로 나타났으며 특히 감귤의 과육에서는 ND, 과피에서는 0.0001ppm으로 나타나 본 실험과는 분포양상은 유사하고 잔류농도는 다른 것으로 나타났다.

적용대상작물은 다르지만 吉田<sup>11)</sup> 등은 야채·과실중 잔류농약의 부위분포 및 세정에 의한 제거에서 야채와 과일의 각 부위별로 잔류농약의 분포를 조사한 결과, 과일에서는 과육에 비해 과일의 줄기와 외피에서 보다 높게 나타났다고 보고하였고, 야채에서는 바깥쪽 잎이 안쪽잎 보다 높게 나타났다고 하였다. 고추와 상추에서 메치다치온이 0.017~2.34ppm이 검출되었으며 배추에서 EPN이 0.001이하~0.50ppm이 검출되었다고 하였다. 또한 永山<sup>12)</sup> 등은 과실류에 사용된 농약의 과피 및 과육중의 농도비교에서 유기인계 농약 및 유기염소계 농약은 일부의 과실류에서 과육에서도 검출되지만 과피의 농도와 비교해서 과육중의 농도는 낮고 이행되기가 어렵다고 하였으며, 실험결과 복숭아에서 EPN이 과피에서 미량검출, 과육에서는 검출되지 않았다. 참외, 수박 및 복숭아에서 클로르타로닐이 과육과 과피에서 ND~0.13, ND~0.02 및 ND~1.1ppm 검출되었다.

## 2. 냉장과 냉동 저장시 감소효과

3분 침지한 각 과일을 냉장(0~4℃)과 냉동(-18~-20℃)으로 8주간 저장하면서 1주 간격으로 과육과 과피로 나누어 감소효과를 관찰한 결과를 그림 1~8과 같은 결과를 나타내었다.

각 과일을 8주간 저장한 후 저장온도에 따른 농약성분의 증감을 살펴보면 EPN은 냉장에서 54~78%가 감소하였고, 냉동에서는 55~89%의 감소를 보였다. 카벤다짐은 과육에서는 검출되지 않았지만 과피에서는 냉장에서 32~42%, 냉동에서 2%가 감소하였다. 메치다치온은 냉장저장에 의해 52~93%가 감소하였고, 냉동저장에 의해 22~78%가 감소하였다. 클로르타로닐은 냉장에서 52~95%가 감소하였고, 냉동에서 36~85%의 감소를 보였다.

EPN은 저장방법에 따른 큰 차이를 나타내지는 않았다. 반면 카벤다짐은 저장방법에 따라 변화가 심한 것을 알 수 있었다. 또한 메치다치온과 클로르타로닐은 냉장보다는 냉동에서 감소율이 높게 나타났다. 한편 8주간 냉장과 냉동으로 나누어 저장하는 동안 감귤에서 약간의 부패되는 것을 볼 수 있었으며 다른 시료에서는 부패의 양상은 나타나지

않았다. 이는 침지한 농약의 효과에 의한 것으로 생각된다.

김<sup>13)</sup> 등은 저장온도와 양념첨가에 의한 captan의 제거효과를 captan에 침지한 당근과 케일을 20일간 15, 3, 및 -17℃에서 저장하면서 관찰한 결과 당근은 99.2, 76.2 및 60.3%이었고, 케일은 95.4, 70.5 및 42.3%로 나타나 저장온도가 높을수록 제거율이 높았다고 보고하여, 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

냉장의 과일에서 농약의 제거효과가 냉동보다 높게 나타난 것은 이들 과일이 냉동보다는 냉장이 보다 활발한 신진대사에 의한 것으로 생각되며, 냉동에서 낮게 나타난 것은 각 과일이 갖는 효소의 작용이 거의 억제되는 것이라 생각된다.

## 요 약

침지시간에 따라 과일로의 이행 정도와 저장온도에 따른 농약 잔존량을 알아보기 위해 과일로는 사과, 감귤, 키위를 선정하였고, 농약으로는 살균제로 사용되는 클로르타로닐, 카벤다짐과 살충제로 사용되는 EPN, 메치다치온을 선정하여 각각의 농약을 실제 사용 농도로 조제 혼합하여 30초, 3분, 10분간 침지하여 대상과일을 과육과 과피로 나누어 침투정도를 조사하였고, 3분 침지한 각 과일을 냉장(0~4℃), 냉동(-18~-20℃) 온도에서 8주간 저장하면서 1주일 간격으로 과육과 과피로 나눠 그 잔류정도를 실험함으로써 저장중 이행정도를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 침지시간별 각 과일의 농약의 잔류정도는 시간이 경과함에 따라 30초, 3분, 10분 순으로 높게 나타났다.
2. 각 농약별 잔류정도는 과육과 과피에 따라 다르게 나타났으며, 클로르타로닐이 불검출~89ppm, 메치다치온이 불검출~67ppm, EPN이 불검출~85ppm, 카벤다짐이 불검출~52ppm이었다.
3. 냉장과 냉동온도에서 8주간 저장기간동안 농약잔류량의 감소는 냉동보다 냉장에서 높게 나타났다.
4. 냉장과 냉동온도에서 8주간 저장한 후 EPN의 감소는 냉장에서 54~78%, 냉동에서 55~89%로 나타났으며, 카벤다짐은 과육에서는 검출되지 않았지만 과피에서는 냉장에서 32~42%, 냉동에서 2%가 감소하였다. 메치다치온의 감소는 냉장과 냉동에서 52~93%와 22~78%로 나타났으며, 클로르타로닐의 냉장과 냉동에서의 감소는 52~95%와 36~85%로 각각 나타났다.

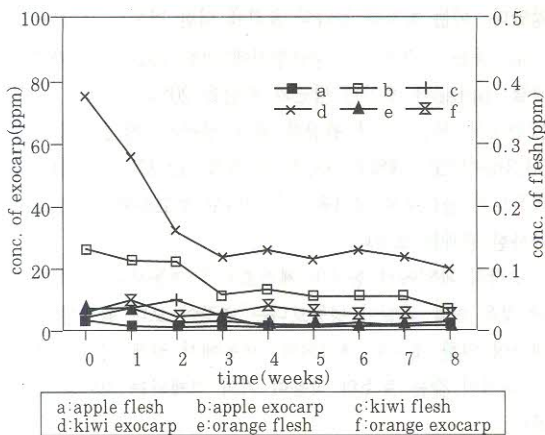


Fig. 1. Changes of residue levels of EPN in fruits storage at cold(4°C)

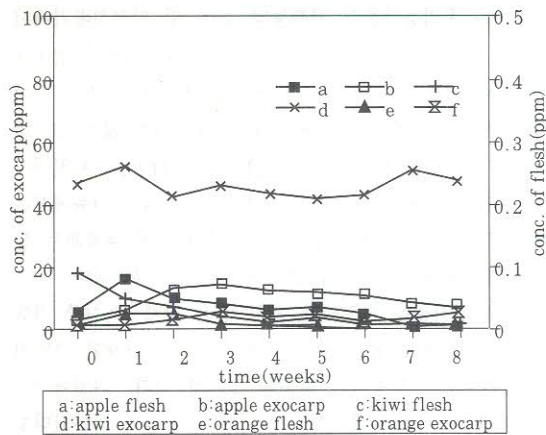


Fig. 4. Changes of residue levels of carbendazim in fruits by storage at freezing(-18°C)

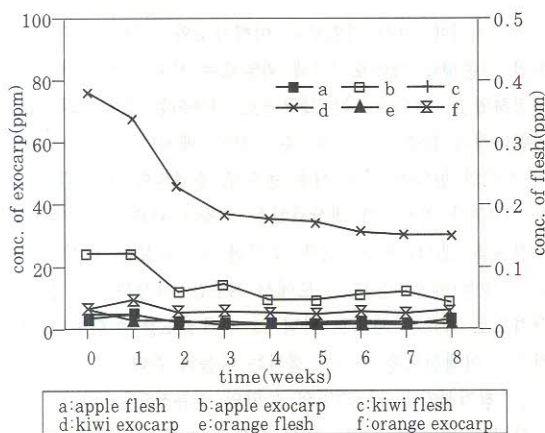


Fig. 2. Changes of residue levels of EPN in fruits by storage at freezing(-18°C)

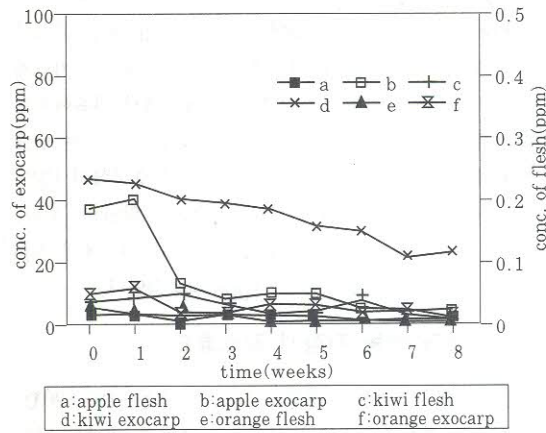


Fig. 5. Changes of residue levels of methidathion in fruits by storage at cold(4°C)

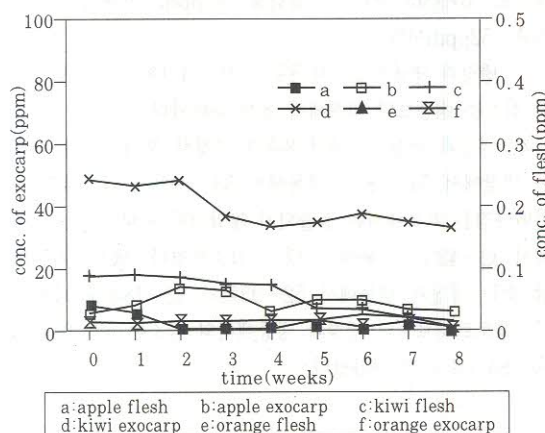


Fig. 3. Changes of residue levels of carbendazim in fruits by storage at cold(4°C)

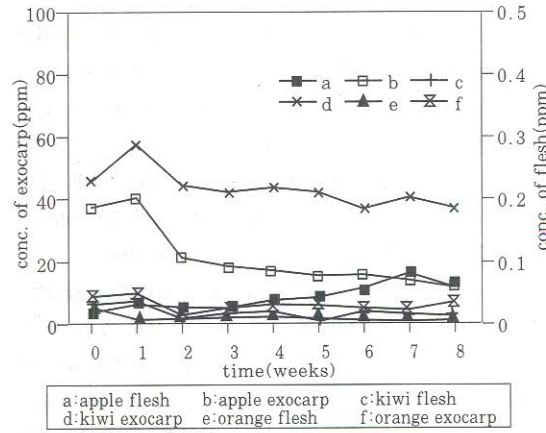


Fig. 6. Changes of residue levels of methidathion in fruits by storage at freezing(-18°C)

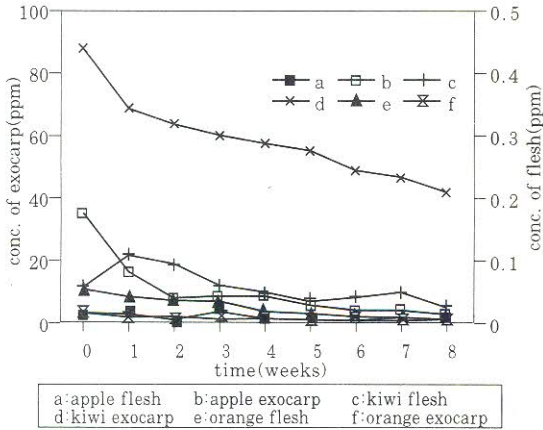


Fig. 7. Changes of residue levels of chlorothalonil in fruits by storage at cold(4°C)

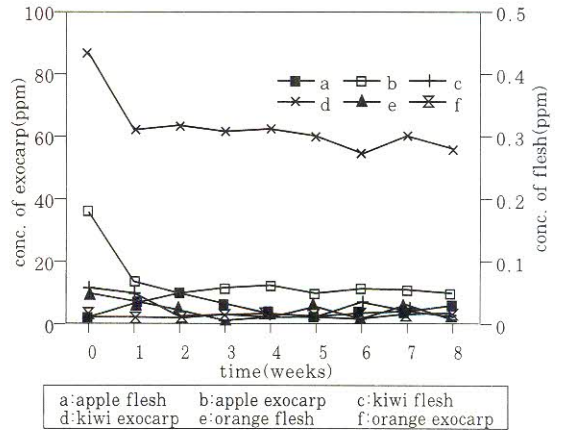


Fig. 8. Changes of residue levels of chlorothalonil in fruits by storage at freezing(-18°C)

### 참 고 문 헌

1. 이서래 : 식품의 안전성 연구, 이화여자대학교 출판부, 서울, p.93(1993).
2. 송병훈 : 우리나라 농산물중의 잔류농약과 안전성, 식품위생학회지, 7:S21(1992)
3. 농약공업협회 : 농약정보, 대한상사, 서울 p.57(1996)
4. 농약공업협회 : 농약정보, 대한상사, 서울 p.68(1997)
5. 양환승, 이두형, 이승찬 : 신농약, 향문사, 서울 p.154(1993).
6. 조한빈, 신기영, 이종필, 홍미선, 한선희, 이덕행 : 시중유통 농산물중의 잔류 농약 실태조사(Ⅱ), 서울특별시 보건환경연구원보, 29:159(1993).
7. 전옥경, 김일영, 김양숙, 조한빈, 한선희, 박성배 : 시중유통 농산물중의 잔류 농약 실태조사(Ⅲ), 서울특별시 보건

- 환경연구원보, 31:144(1995).
8. 농약공업협회 : '96 농약사용지침서, 대한상사, 서울, p.254(1996).
9. 보건사회부 : 식품공전, 한일인쇄, 서울, p.743(1996)
10. 홍무기 : 우리농산물의 농약잔류 실태 및 안전성 평가, 식품과학과 산업, 25:2(1992).
11. 吉田精作, 村田 弘, 今井田雅示 : 野菜・果實中残留農薬の部位分布 および”洗淨による 除去, 日本農藝化學會誌, 66:1007(1992).
12. 永山敏廣, 小林麻紀, 田寛子, 伊藤正子, 田村行弘 : 果實類に使用された 農薬の果皮及び”果肉中の濃度, 食衛誌 36:383(1995).
13. 김성준, 구평태, 이병규, 박건영 : 당근과 케일에서 저장온도와 양념첨가에 의한 잔류 captan의 제거효과, 한국식품위생·안전성학회지, 11:89(1996).