

세척방법에 따른 상추중 유기인 잔류농약의 제거효과

대구광역시 보건환경연구원*, 경북대학교 보건대학원**
고복실·전태환·정규생*·이성국**

Removal Effects of Organic-Phosphorus Pesticide Residue in lettuce by washing methods

Bok-Sil KO, Tae-Hwan Jeon, Kyu-Saeng Jung*, Sung-Kook Lee**

Taegu Institute of Health and Eenvironment*,
Graduate School of Public Health, Kyungpook National University**

= ABSTRACT =

It is investigated to determine the removal efficiency of organic - phosphorus insecticide residues in lettuce by washing processes, the 5 washing solutions (stagnant tap water, flowing tap water, alkaline solution, acidic solution) were used with the washing time (10, 30, 50sec.) and frequencies (1, 2, 3 washing, 2 rinsing).

The removal efficiency of residual pesticides by 5 washing methods was increased on the more washing time and frequency, and also was the highest on the 3 times washing for each 50 sec.

The removal rate with stagnant tap water was 33.7% of Diazinon, 45.7% of Dimethoate and 24.6% of Fenitrothion, but 29.4% of Diazinon, 37.7% of Dimethoate and 24.5% of Fenitrothion with flowing tap water. Therefore, the former was significantly higher effective than the latter one.

The removal rate of residual pesticides with alkaline solution showed 32.1% of Diazinon, 49.5% of Dimethoate and 29.9% of Fenitrothion, and 30.4% of Diazinon, 36.4% of Dimethoate and 21.0% of Fenitrothion with acidic slution. The washing efficiency of neutral detergent showed the most effective result than others with 47.1% of Diazinon, 58.0% of Dimethoate and 39.5% of Fenitrothion.

Consequently, it's appeared that the neural detergent washing was the most effective method on the 3 times washing for each 50 sec.

I. 서 론

일반적으로 농약은 농산물 재배시에 발생하는 병해충이나 잡초를 방제하여 농산물의 수량을 증대시키거나 수확 시기를 조절하는 등의 목적에 사용되어 왔다. 실제 무농약 재배시의 작물 감소율

조사에서 벼는 평균 30%, 채소류는 20%~70%의 수당 감소를 보였으며 과일은 무농약 재배가 불가능한 것으로 나타났다(농약정보, 1991). 이렇듯 농약은 인구 증가에 대비한 식량 확보 차원에서는 영농의 필수 요소이긴 하지만, 그 독성으로 인해 사용자나 소비자에게 직접 또는 간접적인 위해를

줄 가능성을 내포할 뿐 만 아니라 나아가 환경오염, 생태계 파괴 등의 부정적인 측면도 아울러 가지고 있다. 특히 식품 중의 농약 잔류가 식품 위생상 큰 문제로 내두되면서 각 나라마다 각종 농약에 대한 대상작물, 사용시기, 사용량 그리고 사용횟수 등에 관한 안전사용기준이나 식품에 대한 잔류허용기준을 설정해 놓고 있다.

우리나라의 경우, 고시된 농약의 품목 수는 현재 605종으로 이에 대한 안전사용기준(농약공업협회, 1995)은 물론 농산물에 대한 143종의 잔류허용기준이 설정(보건복지부, 1996) 관리되고 있고, 해마다 농약의 품목 수와 잔류허용기준은 증가되는 추세이다. 그러나, 농산물에 대한 잔류허용기준은 시용되고 있는 농약 가운데 일부에 지나지 않고, 또한 허용 기준이 설정되어 있는 수많은 농산물을 전부 검사하여 농약의 잔류량을 확인하는 것도 현실적으로 곤란하기 때문에, 가정이나 급식시설에서 농산물중의 잔류농약을 제거하는 일이 매우 중요한 문제로 보인다.

한편, 농산물 재배시 살포된 농약은 대부분 시간이 경과함에 따라 대기 중으로의 확산, 강우에 의한 세척, 광선 또는 미생물에 의한 분해 등을 통해 자연제거가 되나 수세, 다듬기, 데치기, 가열 등 인위적 조리가공을 통해서도 많은 양이 제거되는 것으로 알려져 있다. 그러나 껍질을 벗기기 곤란하거나 생식하는 농산물에 대해서는 세척에 의한 농약 제거만이 농약의 위해도부터 모호할 수 있는 가장 효과적인 방법이라 할 수 있겠다. 세척방법에 의한 농산물 중의 잔류농약 제거 연구를 보면 대부분의 경우 세제나 물에 의한 농약제거를 조사한 것인데, 毛利와 田村(1977)은 복숭아를 대상으로 Fenitrothion을 제거했을 때 물에서 20%, 세제에서 40%의 제거율을 보고하였고, 심애련 등(1984)은 상추중의 Malathion을 제거하기 위해 물이나 세척제로 세척한 후 잔류량을 측정하였는데, 물로 세척시 61.1%, 세척제 세척시 72.8%의 제거율을 보고한 바 있다. 이외에도 농산물중 잔류농약 세척시험에 관한 연구는 다수 보고되어 있으나(Geisman, 1975; 出浦, 1991; 김정화, 1991; 송병훈 등, 1992; 박쌍순 등, 1993; 김정준 등, 1994; 윤치혁, 1995), 대부분 오랜시간 침적에 의한 세척과 기계적 진탕세척에 관한 연구로 실제 가정에서 활

용하지 않는 방법으로 조사가 이루어졌다.

따라서 본 연구에서는 생식하는 채소류 중 비교적 소비 빈도가 높고 세척이 까다로운 상추를 대상으로, 유기인계 살충제 농약 3종(Diazinon, Dimethoate, Fenitrothion)을 인위적으로 부착시킨 뒤 가정에서 손쉽게 할 수 있는 세척 조건으로 실험을 수행 하였으며 5가지 세척 방법에 따른 잔류농약의 제거 효과를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시시료

재래시장 및 대형유통센터로 부터 신선한 상추를 구입하여 먼저 농약의 잔류성을 조사한 다음 대상 농약이 검출되지 않은 상추를 공시 시료로 선정하였으며, 농

재래시장 및 대형유통센터로 부터 신선한 상추를 구입하여 먼저 농약의 잔류성을 조사한 다음 대상 농약이 검출되지 않은 상추를 공시 시료로 선정하였으며, 농산물재배에 광범위하게 사용되는 유기인계 농약 3종을 각각 20,000배 희석 용액으로 만들어 상추를 2초간 담궈 농약을 부착시켰다. 그리고 농약이 부착된 상추를 꺼낸 뒤 플라스틱 그물바구니에 담아 45° 기울여 표면의 물을 제거시켰으며, 4시간 풍건시킨 후 보관용 검은 비닐에 옮겨 실온에서 하루밤 보관하였다. 제거효과를 보기 위해 사용된 농약 3종의 성분비율, 용해도 등의 특성은 Table 1과 같다.

2. 세척방법

시료 세척을 위해 사용된 세척제는 일반 가정에서 손쉽게 이용될 수 있는 수도물(정제된 물과 흐르는 물), 중성세제(J사 : 계면활성제 25%), 알카리용액(O사 : 중탄산나트륨, 순도 99%), 산성용액(O사 : 양조식초, 산도 6.5%~7%) 등 5종류를 사용하였는데 먼저, 농약이 부착된 상추를 200g씩 나누어, 한 군은 부착 농약의 잔류량을 보기 위해 즉시 분석하였으며, 나머지 군들은 5가지 세척제에 의한 세척방법으로 실험을 하였다. 상추는 조직이 연하여 손으로 비벼 씻을 수 없고 또한 너무 세게 흔들어서 씻을 경우 조직이 상하여 제품으로서의 가치가 상실되기 때문에, 조직에 손상이

Table 1. The characteristic of pesticides tested in the present study

| Common name | Trade name | Gradient | Solubility |
|--------------|------------|---|------------|
| Diazinon | Diaton | O,O-diethyl-O-2-isopropyl-6-methyl pyrimidin-4-yl phosphorothioate (34%) Sulfactant and carrier (66%) | 40mg/ l |
| Dimethoate | Smithion | O,O-dimethyl-S-methyl-carbamonyl methyl phosphorodithioate (46%) Sulfactant and carrier (54%) | 25g/ l |
| Fenitrothion | Rogo | O,O-dimethyl-O-4-nitro-m-tolyl phosphorothioate (50%) Sulfactant and carrier (50%) | Insoluble |

가지 않을 정도의 세척강도로 세척을 하였다.

(1) 정제된 물에 의한 세척

세척직전 수조에 받아 놓은 수도물 3 l 의 정제된 물에 시료를 일정량씩 취하여, 시간별(10초, 30초, 50초)로 세척횟수(1회, 2회, 3회)를 달리하면서 가볍게 흔들여 씻고, 수도물 3 l 도 2회 영급한 다음, 그늘에서 2시간 말린 뒤 시료중의 잔류농약을 측정하였다.

(2) 흐르는 물에 의한 세척

수도물의 유속을 3 l /10sec가 되도록 조절한 다음, 시료를 일정량씩 취하여 시료의 앞 뒷면을 돌려 가면서 (1)과 같이 세척 실험하였다.

(3) 중성세제에 의한 세척

시판되는 중성세제를 수도물로 0.15% 희석 조제한 용액 3 l 에 시료를 일정량씩 취하여 (1)과 같이 세척 실험하였다.

(4) 알카리용액에 의한 세척

수도물로 0.2%로 조제한 중탄산나트륨용액 3 l 에 시료를 일정량씩 취하여 (1)과 같이 세척 실험하였다.

(5) 산성용액에 의한 세척

수도물로 5% 희석 조제한 식초용액 3 l 에 시료를 일정량씩 취하여 (1)과 같이 세척 실험하였다.

3. 잔류농약분석

농약 부착 및 세척이 완료된 상추중의 농약 잔류량 분석을 위하여 Fig.1의 방법으로 시료를 전처리하였다. 준비된 상추 200g을 믹서기로 균질화 한

뒤 그 중 20g을 취해 Acetone으로 전탕, 추출, 여과하였으며, 다시 Benzene으로 재추출하여 팔성탄 : 셀룰로오스(1:10) 층진 column으로 정제 후 40 °C에서 감압농축(Vacuum rotary evaporator, Heidlp VV2000)하고 가스크로마토그래피로 표준 용액과 비교하여 정량분석하였다. 이때 사용된 기기의 분석조건은 Table 2와 같다.

4. 제거율 산출

상추에 잔류되어 있는 Diazinon, Dimethoate 및 Fenitrothion 농약의 제거율 계산식은 다음과 같으며, 결과는 3회 반복실험 후 그 평균치를 기재하였다.

III. 결과 및 고찰

세척에 의한 잔류농약 제거는 하나의 중요한 과제로 알려져 왔으며(Geisman, 1975), 본 연구에서는 세척방법 가운데 수도물에 의한 세척, 중성세제에 의한 세척, 0.2% 중탄산나트륨에 의한 알카리용액 세척 그리고 5% 식초에 의한 산성용액 세척 등 5가지 방법으로 인위적으로 부착된 Diazinon, Dimethoate 그리고 Fenitrothion 농약을 얼마나 제거시킬 수 있는지 그 효과를 조사하였다.

처음 시료에 농약을 부착시킨 결과 잔류량은 Diazinon이 2,408 ± 0.098ppm, Dimethoate가 4,049 ± 0.23ppm 그리고 Fenitrothion이 6,429 ± 0.092ppm 수준으로 나타났다. 부착된 3종 농약의 잔류량 차이

$$\text{세척에 의한 잔류농약 제거율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{세척후의 잔류농약 (ppm)}}{\text{세척전의 잔류농약 (ppm)}} \right) \times 100$$

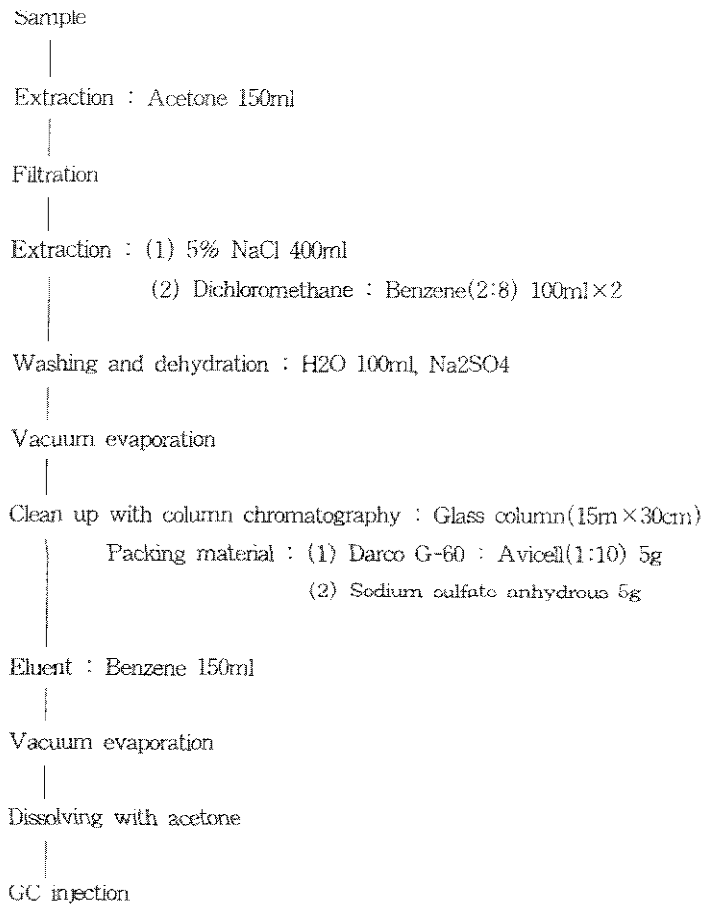


Fig 1. Flow diagram of sample preparation for pesticide residue analysis

Table 2. Operating conditions for gas chromatographic analysis

| | |
|----------------|--|
| Model | Hewlett packard 5890 series II |
| Column | HP-50 : 30m x 0.53mm x 1.0µm (50% phenyl-and 50% methyl polysiloxane) |
| Detector | Nitrogen- Phosphorus detector |
| Column temp. | 200°C |
| Injector temp. | 230°C |
| Detector temp. | 250°C |
| Flow rate | Helium : 15ml/min, Hydrogen : 3.4ml/min, Air : 130ml/min |

는 각각 유효성분의 함량이 다른 때문으로 보인다. 채소류에서 Diazinon의 잔류허용기준치는 0.1~0.5ppm, Dimethoate는 1ppm~2ppm 그리고 Fenitrothion은 0.2ppm이며, 콩시료인 상추의 잔류허용기준치는 Diazinon이 0.1ppm이며 Dimethoate와 Fenitrothion은 검출되어서는 안되는 것으로 고시되어 있다. 본 실험에 사용한 3종의 농약들은 농산물 재배시비교적 광범위하게 사용되는 살충제이기 때문에 오남용 또는 2차 오염될 가능성이

있으므로 허용 기준치보다는 다소 많은 양을 상추에 부착시켜 실험을 수행하였다.

1. 정체된 물과 흐르는 물 세척에 의한 제거효과 농약(Diazinon, Dimethoate, Fenitrothion)을 부착시킨 상추를 세척시간(10, 30, 50초)과 횟수(1, 2, 3회)를 달리하면서 정체된 물로써 세척한 결과, Diazinon은 30.3%~38.4%의 제거율을 나타내었으며 50초간 3회 세척이 38.4%로 가장 높은 효과를

Table 3. Removal rate of pesticide residue with stagnant tap water

(unit : %)

| Washing time (Sec.) | Frequency | | Diazinon | Dimethoate | Fenitrothion |
|------------------------|-----------|-------|----------|------------|--------------|
| | Washing | Rinse | | | |
| 10 | 1 | 2 | 30.3 | 39.6 | 20.6 |
| | 2 | 2 | 31.6 | 41.5 | 22.3 |
| | 3 | 2 | 33.5 | 44.8 | 22.5 |
| 30 | 1 | 2 | 31.4 | 40.7 | 20.9 |
| | 2 | 2 | 32.9 | 41.8 | 25.7 |
| | 3 | 2 | 34.2 | 46.2 | 25.3 |
| 50 | 1 | 2 | 34.5 | 41.4 | 22.1 |
| | 2 | 2 | 36.4 | 42.6 | 23.5 |
| | 3 | 2 | 38.4 | 45.7 | 24.6 |

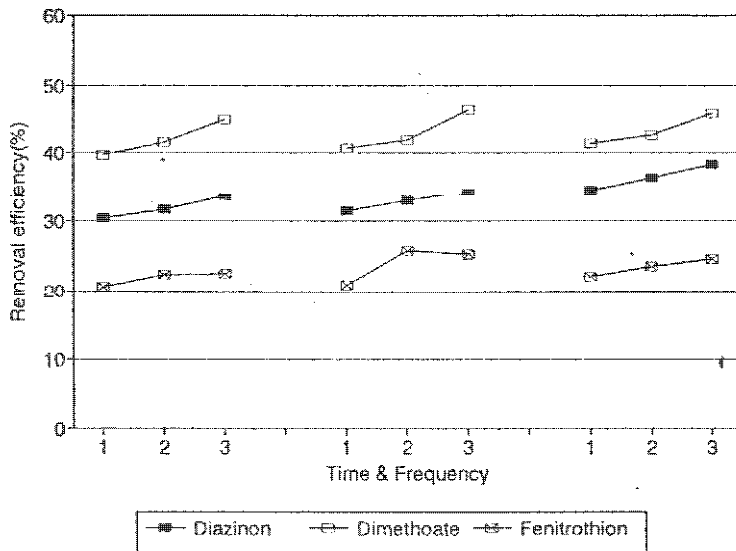


Fig. 2. Removal efficiency of pesticide residue with stagnant tap water

보였다. Dimethoate는 39.6%~46.2%의 제거율을 나타내었는데 가장 효과가 높은 세척조건은 30초간 3회 세척으로 46.2% 제거율을 나타내었으며,

Fenitrothion은 20.6%~25.7%의 제거율을 나타내었는데 30초간 2회 세척이 25.7%로 효과가 높게 나타났다(Table 3, Fig.2).

Table 4. Removal rate of pesticide residue with stagnant tap water

(unit : %)

| Washing time (Sec.) | Frequency | | Diazinon | Dimethoate | Fenitrothion |
|------------------------|-----------|-------|----------|------------|--------------|
| | Washing | Rinse | | | |
| 10 | 1 | 2 | 20.7 | 29.4 | 14.6 |
| | 2 | 2 | 22.1 | 32.6 | 16.3 |
| | 3 | 2 | 23.2 | 33.4 | 18.1 |
| 30 | 1 | 2 | 23.1 | 31.9 | 18.9 |
| | 2 | 2 | 24.7 | 32.6 | 20.1 |
| | 3 | 2 | 28.2 | 35.6 | 23.1 |
| 50 | 1 | 2 | 24.7 | 32.7 | 21.1 |
| | 2 | 2 | 26.4 | 36.6 | 23.1 |
| | 3 | 2 | 29.4 | 37.7 | 24.5 |

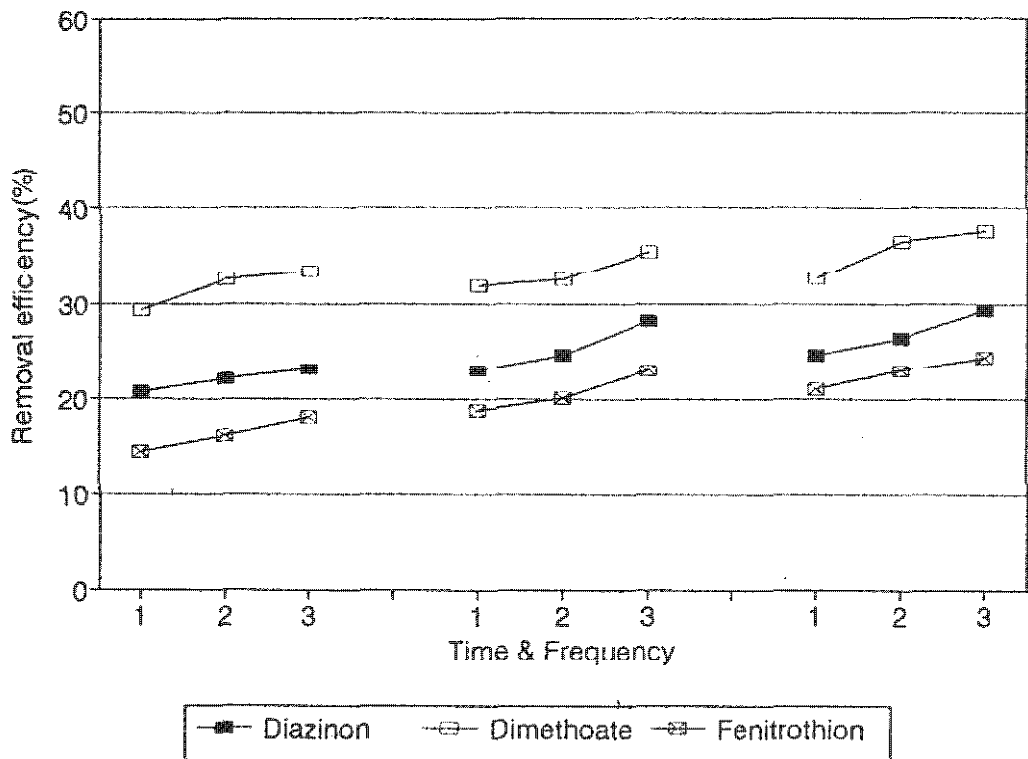


Fig. 3. Removal efficiency of pesticide residue with flowing tap water

Table 5. Removal rate of pesticide residue with neutral detergent

(unit : %)

| Washing time (Sec.) | Frequency | | Diazinon | Dimethoate | Fenitrothion |
|------------------------|-----------|-------|----------|------------|--------------|
| | Washing | Rinse | | | |
| 10 | 1 | 2 | 39.3 | 46.7 | 29.3 |
| | 2 | 2 | 40.4 | 48.8 | 29.5 |
| | 3 | 2 | 42.4 | 52.0 | 32.0 |
| 30 | 1 | 2 | 41.5 | 49.7 | 30.0 |
| | 2 | 2 | 44.3 | 53.9 | 30.9 |
| | 3 | 2 | 46.6 | 54.4 | 33.5 |
| 50 | 1 | 2 | 44.2 | 51.8 | 35.1 |
| | 2 | 2 | 46.3 | 54.0 | 37.7 |
| | 3 | 2 | 47.1 | 58.0 | 39.5 |

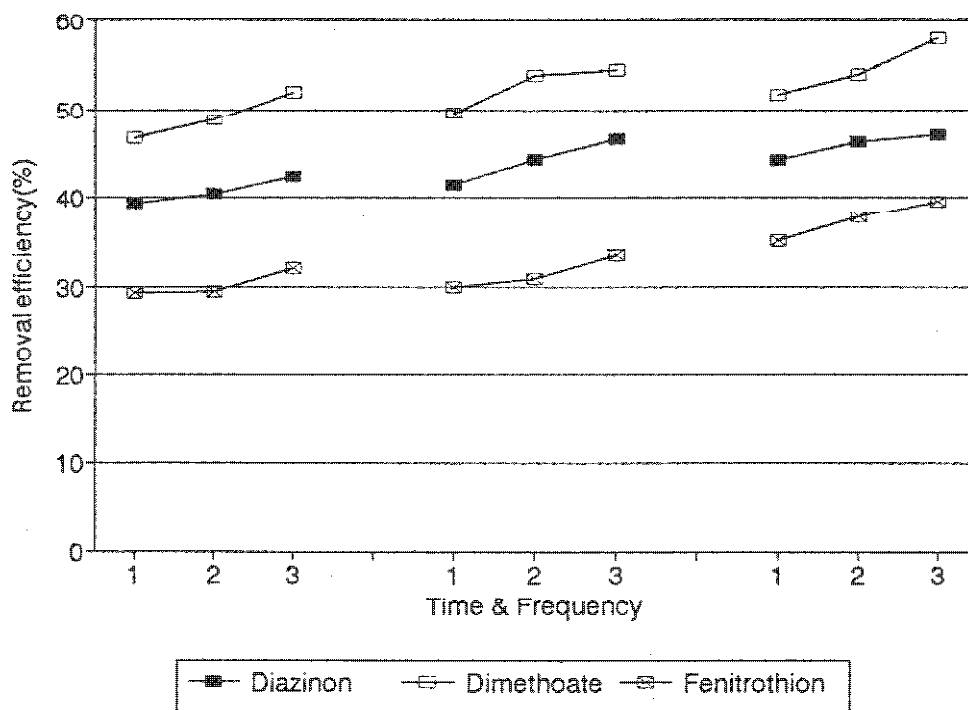


Fig. 4. Removal efficiency of pesticide residue with neutral detergent

호르는 물에 의한 세척에서 Diazinon은 20.7%~29.4%, Dimethoate는 29.4%~37.7% 그리고 Fenitrothion은 14.6%~24.5%의 제거율을 나타내었는데 제거효가가 가장 높은 세척조건은 3종 모두 50초간 3회 세척으로 Diazinon은 29.4%, Dimethoate는 37.7% 그리고 Fenitrothion은 24.5%의 제거율을 나타냈다(Table 4, Fig. 3). 이러한 결과는 한상옥(1994)이 Diazinon을 부착시킨 사과를 대상으로 정채된 물에서 3분간 3회세척했을때 34.7%, 吉田 등(1992)의 Diazinon 잔류 파슬리를 대상으로 정채된 물에서 진탕 세척했을 때 31.8%, 윤치혁(1995)의 Fenitrothion 부착 사과를 1분간 초음파 세척 했을 때 27.5%의 결과와 비슷한 수준으로 나타났다. 한편 박광순 등(1993)이 딸기를 대상으로 Deltamethrin과 Procymidon을 호르는 물과 정채된 물에서 각각 조사 했을 때 Deltamethrin은 32.51%와 23.19%, Procymidon은 79.16%와 68.82%의 제거율을 보여 정채된 물보다는 호르는 물에서 제거효과가 더 좋은 것으로 보고하였는데, 본 실험에서는 이와 반대로 정채된 물이 호르는 물보다 오히려 제거효과가 높은 것으로 나타났다. 이는 3종 농약의 물에 대한 용해도와 식물체 표면의 높은 부착력 및 침투력 등의 영향에 따라 차이가 나는 것으로 보이며, 본 실험에서의 공시시료인 상추는 표면주름으로 표면적이 크기 때문에 물과의 접촉기회가 더 많은 것으로 사료되는 정채된 물에서 제거효과가 오히려 높게 나타난 것으로 보인다.

2. 중성세제 세척에 의한 제거효과

중성세제에 의한 세척결과 Diazinon은 39.3%~47.1%, Dimethoate는 46.7%~58.0% 그리고 Fenitrothion은 29.3%~39.5%의 제거율을 보였고, 세척시간과 횟수가 많아질 수록 제거효과가 높아져 50초간 3회 세척시, Diazinon은 47.1%, Dimethoate는 58.0%, Fenitrothion은 39.5%의 제거율을 나타내었는데 이는 물 세척방법보다 10%~20% 더 높은 효과를 보여주었다.(Table 5, Fig.4). 이는 심애련 등(1984)의 과채류중 Malathion 제거시 세제에 의한 제거효과가 물 세척보다 20%~30% 증가하였다는 보고와 비슷하였으며, 出浦(1972)의 BHC 제거율이 물 세척보다 2.5배, 毛利와 田村(1976)의 유기인계 농약의 제거효과가 물 세척에 비해 2~3

배 더 증가했다는 보고와도 일치하며 특히 세제농도 0.2%, 세척시간 2분 이상, 세척온도 25℃ 이상, 휘저어쉬기 50rpm 이상의 조건에서 모든 시료가 90% 이상의 세척효율을 보였다고 보고하였다. 이렇듯 중성세제 세척이 물 세척보다 제거효과가 높은 이유는 계면활성제 작용에 의해 지용성 농약성분을 유화시켜 물에 녹게함으로써 표면장력이 저하되어 상추표면의 주름진 부분까지도 세척을 시켜주기 때문으로 사료된다(이학오의 박명서, 1992). 그러나 세제사용이 농약 제거에 좋다고 해서 고농도 세척액에 장시간 담구어 세척할 경우 오히려 품질에 나쁜영향을 미칠 수 있다. 그래서 지방산계 세제(종래의 비누)는 0.5%이하, 중성세제는 0.1%이하가 되도록 사용하여야 하고, 과채류는 5분이상 담그지 말며 세제 사용후에는 반드시 호르는 물에 30초이상 또는 정채된 물에서 2회 이상 씻도록 권장하고 있다(식품공업, 1977).

3. 알카리 및 산성용액 세척에 의한 제거효과

알카리 용액에 의한 세척 방법에서 Diazinon은 21.6%~32.1%, Dimethoate는 39.2%~49.5% 그리고 Fenitrothion은 22.3%~29.9%의 제거율을 보였는데, 제거효과가 가장 높은 조건은 역시 50초간 3회 세척으로 나타났으며 Diazinon은 32.1%, Dimethoate는 49.5% 그리고 Fenitrothion은 29.9%의 제거율을 보였다. (Table 6, Fig. 5)

산성용액으로 세척한 결과 Diazinon은 23.2%~30.4%, Dimethoate는 28.9%~36.4% 그리고 Fenitrothion은 11.1%~21.0%의 제거율을 나타내었으며, 50초간 3회 세척에서 Diazinon은 30.4%, Dimethoate는 36.4% 그리고 Fenitrothion은 21.0%으로 제거효과가 가장 높게 나타났다(Table 7, Fig. 6). 이는 김성준 등(1994)이 알칼리용액인 3% 소금액, 산성용액인 5% 식초액을 사용하여 시금치에 잔류하는 Captan의 제거율을 조사했을 때 77.1%와 86.3%로 보고한 결과와는 상당한 차이를 보였는데 아마도 대상 농약의 이화학적성질에 기인한 것으로 보이며, 본 연구에 사용된 농약은 지속형 접촉성 화합물 또는 이행형 침투성 화합물로 있으므로 부착과 침투가 Captan에 비하여 크기 때문에 사료된다(박창규, 1993). 그리고 알카리용액이 산성용액보다 제거효과가 높게 나타난 것은

Table 7. Removal rate of pesticide residue with acidic solution

(unit : %)

| Washing time (Sec.) | Frequency | | Diazinon | Dimethoate | Fenitrothion |
|------------------------|-----------|-------|----------|------------|--------------|
| | Washing | Rinse | | | |
| 10 | 1 | 2 | 23.2 | 39.2 | 11.1 |
| | 2 | 2 | 24.0 | 39.3 | 13.4 |
| | 3 | 2 | 26.9 | 30.0 | 13.9 |
| 30 | 1 | 2 | 26.1 | 30.5 | 13.1 |
| | 2 | 2 | 25.7 | 30.2 | 16.8 |
| | 3 | 2 | 28.9 | 33.4 | 18.2 |
| 50 | 1 | 2 | 25.9 | 33.2 | 17.7 |
| | 2 | 2 | 27.5 | 36.1 | 19.0 |
| | 3 | 2 | 30.4 | 36.4 | 21.0 |

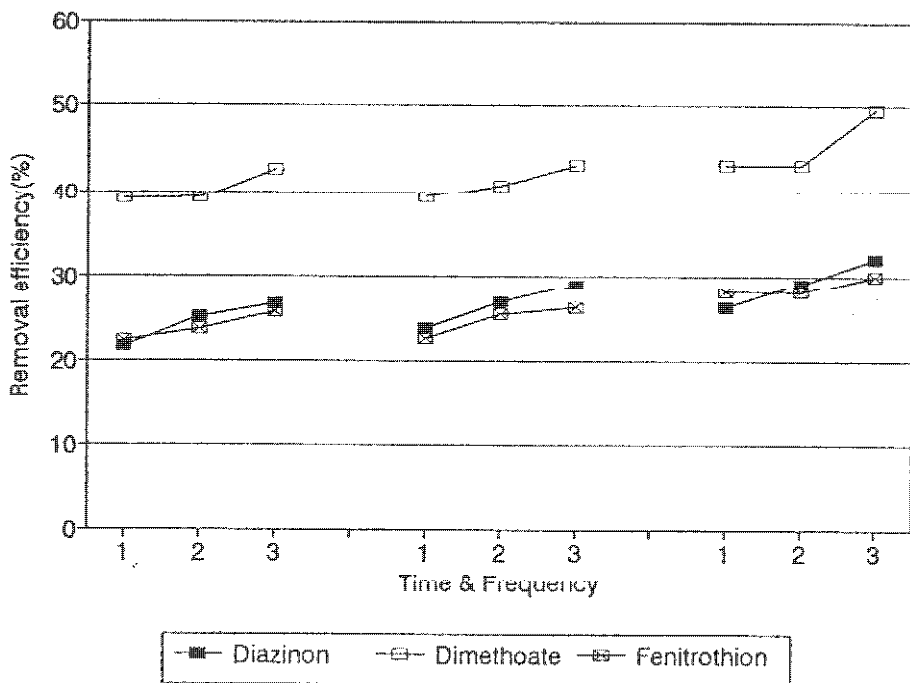


Fig. 5. Removal efficiency of pesticide residue with neutral detergent

유기합성농약이 일반적으로 약산성에 안정하고 알칼리에 가수분해되기 쉬운 성질 때문인 것 같다 (이성환과 홍종욱, 1987; 류홍일 등, 1991).

상기의 결과를 종합해 보면 유기인계 농약 3종 가운데 Dimethoate는 Diazinon보다 10%, Fenitrothion보다 20%의 제거효과가 더 높게 나타났으며,

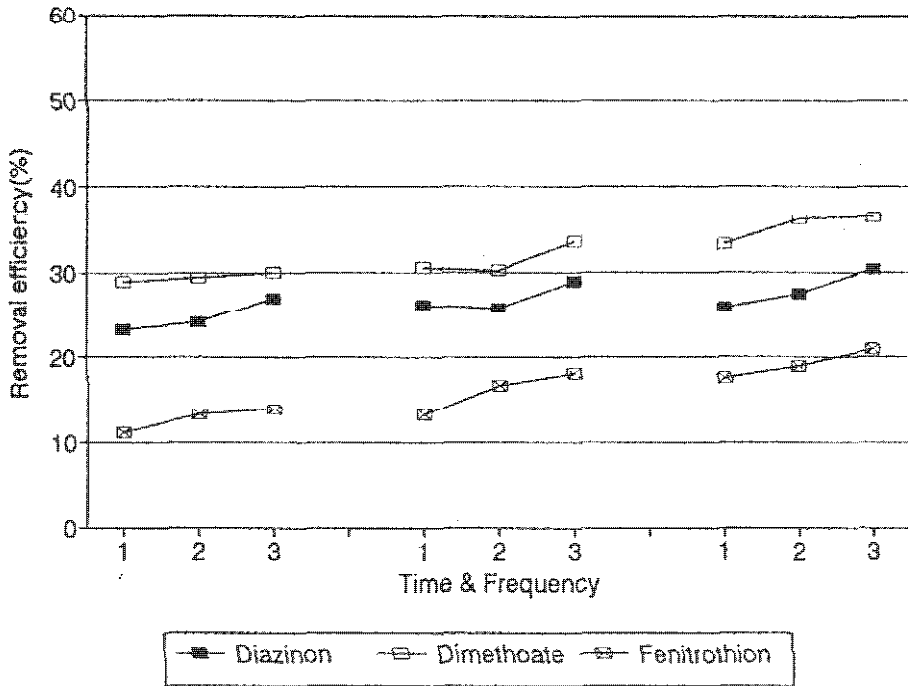


Fig. 6. Removal efficiency of pesticide residue with neutral detergent

Fenitrothion이 가장 낮은 제거율을 보였다. 세척 결과 Diazinon은 정제된 물에서 평균 33.7%, 흐르는 물에서 24.7%, 중성세제에서 43.6%, 알카리용액에서 26.7% 그리고 산성용액에서 26.5%의 제거율을 보였고, Dimethoate는 정제된 물에서 평균 42.7%, 흐르는 물에서 33.6%, 중성세제에서 52.1%, 알카리용액에서 42.3% 그리고 산성용액에서 32.0%의 제거율을 나타냈으며, Fenitrothion은 정제된 물에서 평균 23.1%, 흐르는 물에서 20.0%, 중성세제에서 33.5%, 알카리용액에서 25.7% 그리고 산성용액에서 16.0%의 제거율을 나타냈다. Diazinon의 경우는 중성세제, 정제된 물, 산성용액, 알카리용액, 흐르는 물 순으로 제거효과를 보였으며, Dimethoate는 중성세제, 정제된 물, 알카리용액, 흐르는 물, 산성용액, Fenitrothion은 중성세제, 알카리용액, 정제된 물, 흐르는 물, 산성용액에 의한 방법순으로 제거효과를 보였다. 3종의 농약 모두 중성세제에 의한 세척방법에서 제거효과가 가장 높게 나타났는데, 중성세제(43.1%), 정제된 물(33.2%), 알카리

용액(31.6%), 흐르는 물(26.1%), 산성용액(24.8%) 순으로 제거효과가 조사되었다. (Table 8, Fig 7).

이렇게 세척에 의한 잔류농약의 제거효과에 있어서 대상농약에 따라 차이가 나는 주된 이유는 이들 농약의 물에 대한 용해도 등 이화학적성질 때문으로 보이며 물에 대한 용해도가 낮을수록 제거효과가 감소하는 경향을 보였다. 세척횟수 증가에 따른 제거율 증가분은 농약 3종 모두 1%~4%씩 나타났고, 세척시간을 10초, 30초, 50초로 늘릴수록 1%~6%씩 증가한 것으로 나타났는데, 이는 김정화(1991)의 당근에 부착시킨 Diazinon을 횟수별인 세척한 결과 3회 세척이 6회 세척에 의한 제거율의 90%에 달한다는 보고와 심애련 등(1984)의 딸라치온 조사 보고, 윤치혁(1995)의 사과를 대상으로한 Fenitrothion 세척 보고와 거의 일치하고 있어 세척횟수가 증가할수록 제거율은 높아졌지만 그 증가분은 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 세척시간과 횟수의 증가에 따른 증가분이 크지 않더라도, 제거율이 지속적으로 증가되므로

Table 8. Removal rate of pesticide residue by 5 washing methods.

(unit : %)

| Method | Pesticides | | | Mean |
|--------------------|------------|------------|--------------|------|
| | Diazinon | Dimethoate | Fenitrothion | |
| Stagnant tap water | 33.7 | 42.7 | 23.1 | 33.2 |
| Flowing tap water | 24.7 | 33.6 | 20.0 | 26.1 |
| Neutral detergent | 43.6 | 52.1 | 33.5 | 43.1 |
| Sodium bicarbonate | 26.7 | 42.3 | 25.7 | 31.6 |
| Vinegar | 26.5 | 32.0 | 16.0 | 24.8 |

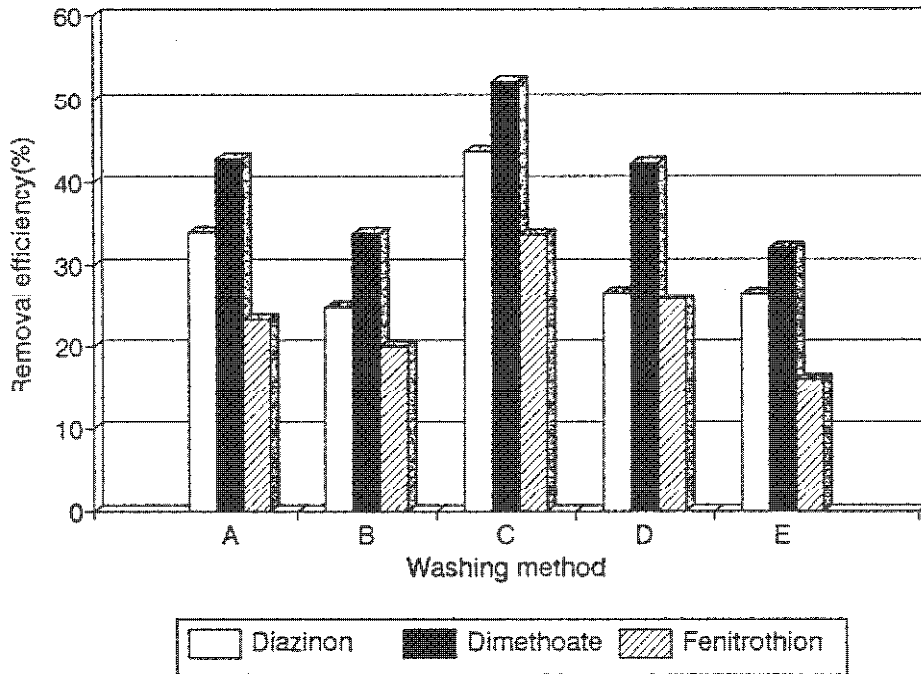


Fig. 7. Removal efficiency of pesticide residue by 5 washing methods.

(A: Stagnant tap water, B: Flowing tap water, C: Neutral detergent D: Alkaline solution, E: Acidic solution)

세척시간과 횟수를 많이 할 수록 제거효과는 증가 될 것으로 보인다. 본 실험결과로 만 볼 때에는 세척시간은 50초 이상, 세척횟수는 3회 이상하는 것이 제거효율을 높일 수 있을 것으로 사료된다. 세척제에 대한 제거효과는 농약의 종류에 관계없

이 흐르는 물보다 정체된 물에서 효과가 높았고, 물보다는 중성세제를 사용했을 경우 나머지 방법 들보다 제거효과는 더 높게 나타났으나 부각된 농 약이 완전히 제거 되지않았기 때문에 식품 안전성 에 관한 의문이 제기될 수도 있다. 그러나 정영호

(1993)가 농산물 중의 농약성분이 잔류하더라도 양이 극미량으로 사람의 몸 속에서 대사, 분해되어 무독화 시킬 수 있는 양 이하일 때에는 우리의 건강에는 아무런 영향이 없으므로 안전한 농산물로 평가한다는 보고와 국립 보건원(백덕우 등, 1986; 1987; 권우창 등, 1988; 1989, 원경풍 등; 1993)이 전국 각 시노에서 채취한 농산물을 대상으로 잔류농약을 측정할 결과 채소류에서 검출 범위가 Diazinon은 0.000~0.402ppm, Dimethoate는 0.000~0.102ppm 그리고 Fenitrothion은 0.000~0.189ppm으로 일생동안 매일 섭취하여도 안전하다는 근거 하에서 설정된 잔류 허용량을 초과한 것이 없었다는 보고, 또한 저장, 운반등 유통기간 동안의 자연감소(Rogers, 1970; Edward, 1974)와 본 연구에서 제시된 세척방법에 의한 감소량을 고려한다면 식품위생상 문제가 되지 않을 것으로 사료된다.

어쨌든 채소류에 잔류할 가능성이 있는 농약성분을 제거하기 위해서는 제품의 변성이 일어나지 않는 범위에서 세제와 물로써 세척시간과 횟수를 많이하고 매 수세때마다 물의 사용량을 충분히 하여 세척하는 것이 바람직할 것으로 사료되나 근본적으로 농약의 부작용을 최소한으로 줄이고 안전한 농산물을 생산하기 위해서는 농약 판매자, 취급사 및 사용자 모두가 농약에 대한 올바른 이해를 가지고 바르게 취급, 관리하는 자세가 필요하며 아울러 자연상태에서 일정기간내에 분해가 잘되고 독성이 거의 없고, 잔류로 인한 위해 염려도 없는, 그리고 생태계의 균형을 유지할 수 있는 그러한 농약의 개발 연구가 계속되어야겠다.

IV. 요약

유기 인계 살충제 농약 (Diazinon, Dimethoate, Fenitrothion)이 부착된 상추를 대상으로 정제된 물, 흐르는 물, 중성세제, 알카리용액 및 산성용액 등으로 세척시간(10, 30, 50초)과 세척횟수(1, 2, 3회)별로 잔류농약의 제거율을 조사한 결과는 다음과 같다.

다섯가지 세척방법에 의한 농약의 제거효과는 세척시간과 횟수가 늘어날수록 증가되었으며, 50초간 3회 세척이 가장 높은 제거율을 보였다. 정

제된 물을 세척제로 사용하여 50초간 3회 세척시 잔류농약의 제거율은 Diazinon 38.4%, Dimethoate 45.7%, Fenitrothion 24.6%이었으나, 흐르는 물에서는 Diazinon 29.4%, Dimethoate 37.7%, Fenitrothion 24.5%로 정제된 물에서 효과가 높게 나타났다. 알카리용액을 세척제로 사용했을때의 잔류농약 제거율은 Diazinon 32.1%, Dimethoate 49.5%, Fenitrothion 29.9%. 산성용액에서는 Diazinon 30.4%, Dimethoate 36.4%, Fenitrothion 21.0%이었으며, 중성세제의 경우는 Diazinon 47.1%, Dimethoate 58.0%, Fenitrothion 39.5%로 다섯가지 세척제 중에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

본 연구결과와반으로 볼 때 중성세제를 세척제로 하여 50초간 3회 세척하는것이 가장 효과적인 세척방법으로 조사되었다.

참고문헌

1. 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 이희덕, 박건상, 성덕화, 이만술 : 식품중의 오염물질에 관한 조사연구. 국립보건원보 제25권, 565~577, 1988.
2. 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 이희덕, 박건상, 성덕화, 이만술 : 식품중의 오염물질에 관한 조사연구. 국립보건원보 제26권, 461~471, 1989.
3. 김성준, 차경숙, 구평태, 강성현, 임채원 : 시금치에 잔류하는 캡탄의 세척에 의한 제거 효과, 부산보건환경연구원보 : 75-86, 1994.
4. 김정화 : 당근이 세척 및 조리에 의한 농약잔류량과 비타민 소실에 대한 영향. 고려대학교 식량개발대학원 석사학위논문: 1991.
5. 농약정보 : 무농약 제배시 병해충 피해실태, 14(6), 1995, 쪽 13-15
6. 농약공업협회 : 농약사용지침서, 1995
7. 류홍일, 이해근, 전성환 : 농약잔류분석방법, 동화기술, 1991, 쪽 135-137.
8. 박평안, 단홍기, 황은주, 김종욱, 이종국 : 밭기의 농약잔류량에 미치는 세척의 효과, 충청북도보건환경연구원보 제 3권, 35-50 : 1993.
9. 박창규 : 농약의 생화학과 사용법, 신일상사, 1993, 쪽 106-163.

10. 백덕우, 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 서석춘, 이경진, 임준래, 소경택, 진홍철, 정규생, 김무용 : 식품중의 오염물질에 관한 조사연구, 국립보건원보, 제23권, 643~668, 1986.
11. 백덕우, 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 서석춘, 이경진 : 식품중의 오염물질에 관한 조사연구, 국립보건원보 제24권, 747~759, 1987.
12. 보건복지부 : 식품공전, 1995.
13. 송병훈: 우리나라 농산물 중의 잔류 농약과 안정성, *J. Korean Food Hygc*, 7(23) : 21-32, 1992.
14. 송병훈, 임양빈, 임진재, 김진배, 성경원: 생식과채류중 잔류농약 검감기술개발, 농약연구소, 보령제약, 시험연구보고서 : 343, 1992.
15. 심애련, 최연호, 이서래: 과일 채소중 말라타온 잔류분의 세척효과, *Food sci. technol*, 16(4) : 418-422, 1984.
16. 식품공업: 하절기 식품위생, 90(105): 18-20, 1977
17. 원경풍, 홍무기, 박인신, 이희덕, 박건상, 윤희경, 문재진, 강경원, 임재원, 전태환, 이재만, 김윤옥, 심태흠, 박광순, 김오한, 김탁근, 김영국, 정중교, 김홍주, 임희용: 식품중의 오염 물질에 관한 조사연구, 국립보건원보 제30권, 378~391, 1991.
18. 윤치혁: Ultrasonic Cleaner를 이용한 사과와의 잔류농약 제거율에 대하여.
19. 경북대학교 농학석사학위논문: 1995.
20. 이학오, 박영서: 계면활성제 공업의 현황과 기술개발 동향, KINITE, Technical Report, No.3, 1992.
21. 이성환, 홍종욱: 개정 농약학, 향문사, 1987, 쪽 142-161.
22. 정영호: 농산물중 농약잔류우려 해소하는 길 농약정보, 14(3): 12-13, 1993.
23. 한상욱: 합성세제의 환경영향 및 안전성 평가를 위한 조사연구.
24. 아태환경경영연구원, 287-324, 1994.
25. Charles R. Worthing: The pesticide manual, Vol9, 1991.
26. Deura H.: Studies on removal of residual Pesticide from fruit and vegetable by washing, *J. Food Hyg Soc, Japan*, 13(1): 36-42, 1991.
27. Edward, C. A.: Pesticide Biology and Toxicology, 39,56, 1974.
28. Geisman J. R.: Reduction of pesticide residue in food crops by processing, *Residue review*, 54, : 43-52, 1975.
29. Goodwin S., Ahmad N., Newell G.: Dimethoate Spray Residues in strawberries, *Pesticide Science*, 16(2): 143-146, 1985.
30. Rogers, A.R.: *Pesticide Science*, 1, 266, 1970.
31. 吉田精作, 村田 弘, 今井田雅示: 野菜, 果實中 殘留農藥の 部位分布および 洗淨による除去に, *Nippon Nogeikaku kaish*, 66(6): 1007-1011, 1992.
32. 毛利善一, 田村順一: 果實野菜に殘留する農藥の 除去 關する 研究,
33. *J. Food hyg. Soc*, 17(6): 413, 1976.
34. 毛利善一, 田村順一: 果實野菜に殘留する農藥の 除去 關する 研究(その2)
35. *J. Food hyg. Soc*, 18(3): 217, 1977.
36. 出浦 浩: 野菜に 殘留する農藥の 除去に 關する 研究(第1報), *食衛誌*, 13(1): 63-67, 1972a.
37. 出浦 浩: 野菜に 殘留する農藥の 除去に 關する 研究(第2報), *食衛誌*, 13(1) : 68-73, 1972b.