

첨가제 처리에 의한 과·채류 중 잔류농약 제거효과 연구

구평태* · 진성현 · 강정미 · 권혁동 · 박선희 · 이지윤

부산광역시 보건환경연구원

A Study on the Removal Efficiency of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables Treated by Additional Materials

Pyung-Tae Ku*, Seong-Hyun Jin, Jung-Mi Kang, Hyuk-Dong Kwon, Sun-Hee Park and Ji-Yoon Lee

Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment, Busan 613-806, Korea

Received July 27, 2005; Accepted October 17, 2005

This study was conducted to experiment the removal efficiency of 6 pesticides in fruits and vegetables using various washing solutions. As results, the average removal efficiencies of pesticides washed with tap-water were 68.3%, whereas those washed by ultrasonic cleaning for 2 and 5 minutes were 73.7% and 82.5%, respectively. Using different washing solutions with various additional materials such as 0.5% detergent, 5% vinegar, 5% salt and flour, the removal rates were 82.9%, 76.9%, 75.8% and 75.7%, respectively. With 0.5% detergent, pesticides were 20% more removed when washed by ultrasonic cleaning than tap-water washing; moreover, Chlorthalonil in cherry tomato showed the highest removal efficiency while EPN in grape washed with tap-water showed the lowest. The order of removal efficiencies of pesticides were Chlorthalonil (90.0%) > Procymidone (81.3%) > Chlorpyrifos (76.6 %) > Endosulfan (75.7%) > Fenitrothion (75.5%) > EPN (73.8%).

Key words: removal efficiency, pesticides, additional materials

서 론

농약은 농산물 재배시 발생하는 잡초나 병해충 등을 방제하여 농산물의 품질향상과 보전, 농산물의 안정적인 생산과 수량 증대에 크게 공헌하는 등 현대 농업에서 없어서는 안될 중요한 농업자재이다. 그러나 농약잔류에 의한 농산물 안전성, 야생동물에 대한 위해, 환경오염 문제 등이 끊임없이 제기되고 있다. 특히 농산물 중 잔류농약 검출로 위생상 큰 문제로 대두되면서 각 나라마다 농약 안전사용기준에 따라 대상 작물별 사용농약, 사용시기, 사용량을 정하여 관리하고 있으며, 농산물에 대한 잔류허용기준을 설정해 두고 있다.

많은 국가에서 자국 농산물의 안전성을 확보하기 위해 잔류농약 모니터링을 지속적인 사업으로 정해 실시하기도 한다. 이는 농산물 수입개방으로 늘어나는 농산물과 새롭게 개발되는 많은 농약들로부터 피해를 줄이기 위함이다. 최근 농약사용의 증가, 소비자들의 의식구조 변화와 웰빙 문화의 확산에 따라 안전 농산물 섭취 욕구가 증가하고 있다. 그리고 농산물의 농약

잔류성에 영향을 주는 주된 요인으로 농약의 작용 특성, 작물의 형태, 재배방법, 작물의 성장률, 농약제형, 살포방법, 기상 등으로 볼 수 있는데 농산물에 잔류된 농약은 대기중 확산, 강수에 의한 제거, 광선에 의한 분해, 식물체내 대사 및 가수분해 등으로 소실되어지고 또한 잔류성은 시간이 지남에 따라, 세척에 의해서는 많이 감소하는 것으로 알려져 있다²⁾. 이³⁾ 등은 깻잎을 대상으로 물, 중성세제, 0.2% 알칼리용액, 5% 산성용액에서 Chlorpyrifos-methyl과 Fenitrothion의 세척율 조사결과 17.7~81.52%, 김⁴⁾ 등은 수세한 쌀에서 Phenthoate가 51% 제거되었으며, 성⁵⁾ 등은 고추 및 고추잎에서 Bitertanol과 Terbuconazole의 세척율이 각각 55.7~73.2%, 51.8~80.5%로 나타났다고 보고하였다. 이와 같이 농산물에 함유된 잔류농약에 대해 조리나 취반, 양념첨가, 저장 및 세척방법에 의한 농약제거 효과에 대한 연구가 증가되고 있지만 미미한 실정이다^{6,7)}. 잔류농약의 90% 이상이 외피부분에 존재하기 때문에 흐르는 물에 세척하거나 외피를 제거하여 섭취할 경우 농약으로 인한 피해를 줄일 수 있는 효과적인 제거방법을 조사하여 농약의 위해를 줄일 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

이를 위해 본 연구는 엽채류인 청경채와 치커리, 과채류인 방울토마토, 장과류인 포도 등을 택하여 부산광역시 보건환경연구원에서 조사한 결과 최근 몇 년간 검출빈도가 높았던 6종

*Corresponding author
Phone: 82-51-754-2320; Fax: 82-51-757-2879
E-mail: kkppt@metro.busan.kr

(Chlorpyrifos, Chlorothalonil, Endosulfan, EPN, Fenitrothion, Procymidone)의 농약을 사용기준에 따라 물에 희석시키고, 대상작물에 인위적으로 부착시킨 다음 수돗물 세척, 첨가제액 세척, 첨가제액을 이용한 초음파 세척 등 세척방법별 작물 중 농약 제거효과를 알아 보았다.

재료 및 방법

대상작물. 본 실험에 사용된 대상작물은 치커리(*Cichorium intybus*), 청경채(*Brassica campestris* var. *chinensis*), 방울토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill), 포도(*Vitis vinifera* L.)로 부산 시내 일반시장에서 구입 후 농약 잔류여부를 확인하기 위해 사전 검사를 거쳐 공시재료로 사용하였으며, 식품공전의 농산물의 농약잔류허용기준시험법에 따라 가식부만 취하여 사용하였다.

대상농약. 대상작물에 인위적으로 처리한 농약은 그로포수화제(Chlorpyrifos: 25%), 타로닐수화제(Chlorothalonil: 75%), 지오릭스유제(Endosulfan: 35%), 이피엔유제(EPN: 45%), 메프유제(Fenitrothion: 50%), 프로파수화제(Procymidone: 50%) 등 6종으로 시중 농약 판매점에서 구입하였으며, 농약 정보는 Table 1과 같다.

첨가제 및 초음파세척기. 농약제거를 위해 사용된 첨가제로는 일반 가정에서 쉽게 구할수 있고 조제가 가능한 0.5% 합성세제액(L사, 계면활성제 12.5%), 5% 밀가루액(C사, 중력밀가루), 5% 소금물(S사, NaCl 80% 이상), 5% 식초액(O사, 총산도 6-7%)으로 각각 조제하여 사용하였다. 초음파세척기는 Bandelin Ultrasonic Cleaner(Model: Sonorex super 10p, Tank size: 510×360×300 mm, Power: 10×10%)를 사용하였다.

시약 및 표준품. Acetonitrile, *n*-Hexane 등 유기용매는 Merck 제 잔류농약분석용 시약을 Chlorpyrifos(98.4%), Chlorothalonil(99.5%), Endosulfan[α(96.0%), β(99.0%), sulfate(97.5%)], EPN(98.5%), Fenitrothion(97.7%), Procymidone(98.0%) 등 농약표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH사의 제품을 사용하였다.

농약처리. 시중에서 구입한 6종의 농약을 사용기준 농도(20 g/20 l)로 희석시킨 침지액에 대상작물의 농약 부착량을 고려하여 치커리, 청경채는 5분간, 방울토마토, 포도는 10분간 침지하여 인위적으로 부착시킨 후 실험실에서 풍건하여 사용하였다.

수돗물 세척. 농약을 인위적으로 부착시킨 공시재료들을 균질화 한후 50 g씩 정칭하여 대조군은 즉시 대상농약들의 양을

분석하였으며, 시험구 시료들은 동일한 방법으로 수돗물 8L에 담아 막대로 흔들어 주면서 5분간 침지 후 흐르는 물에 1분간 씻고 풍건하여 세절한 후 잔류량을 분석하여 대조군과 비교하였다.

첨가제액을 이용한 세척. 위와 같은 방법으로 공시재료를 처리하여 0.5% 세제액, 5% 밀가루액, 5% 식초액, 5% 소금물 8L를 조제하여 각각 막대로 흔들어주면서 5분간 침지 후 흐르는 물에 1분간 씻고 풍건하여 세절 후 분석하여 대조군과 비교하였다.

첨가제액을 이용한 초음파 세척. 물과 0.5% 세제액 등 4종의 첨가제액을 조제하여 같은 방법으로 초음파세척기에서 2분간 처리하였고, 2분간 처리한 것과 비교해보기 위해 물과 0.5% 세제액으로 5분간 초음파 처리하여 비교하였다.

농약 잔류량 측정. 농약부착 및 처리된 대상 작물들의 농약 잔류량 측정을 위한 전처리는 식품공전의 동시 다성분 시험법에 따랐다. 치커리, 청경채, 방울토마토, 포도 50 g에 acetonitrile 100 ml를 가해 homogenizer로 3,000 rpm으로 2분간 마쇄 추출하였다. 여기에 NaCl 20 g을 넣고 10분간 진탕 후 -20°C 냉동실에 1시간 정치 후 상등액 20 ml를 취하여 진공회전농축기(40°C 이하)에서 농축하여 acetonitrile를 제거 후 20% acetone 함유 hexane 2 ml에 재용해하여 SPE(Solid Phase Extraction)정제용 시료로 사용하였다. Florisil cartridge(Sep-pak® vac 3cc, waters)에 hexane 5 ml를 가해 conditioning한 다음 시료 2 ml를 전개 후 20% acetone 함유 hexane 5 ml로 용출시켰다. 용출액을 TuboVap® LV evaporator로 농축시킨 후 20% acetone 함유 hexane 1 ml로 재용해하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다. 분석장비 중 GC/MSD[Mass Selective Detector, Agilent(HP)사, USA]는 농약 검출여부 확인, GC/ECD [Electron Capture Detector, Agilent(HP)사, USA]로는 정량 분석하였다 (Table 2).

농약 제거율 계산. 농약 제거율은 대상작물에 인위적으로 농약을 처리한 대조군에서 분석한 농약 잔류량과 첨가제액 및 첨가제액으로 초음파세척 후 측정된 농약 잔류량을 비교하여 다음의 계산식에 의거하여 산출하였다. 그리고 농약 Endosulfan은 α-, β-, -sulfate를 합한 수치로 계산하였다.

$$\text{농약 제거율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{처리군의 잔류농도(ppm)}}{\text{대조군의 잔류농도(ppm)}}\right) \times 100$$

Table 1. The characteristics of pesticides

Common name	Chemical name	MRL* (mg/kg)	ADI** (mg/kg/day)	Soil Half-life (day)
Chlorpyrifos	O,O-diethyl O-3,5, 6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate	0.01~2.0	0.01	30
Chlorothalonil	2,4,5,6-tetrachloro-1,3-benzenedicarbonitrile	0.05~7.0	0.03	30
Endosulfan	6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepin 3-oxide	0.1~2.0	0.006	50
EPN	O-ethyl O-4-nitro phenyl phenylphos phonothioate	0.05~0.2	-	15
Fenitrothion	O,O-dimethyl O-4-nitro-m-tolyl phosphorothioate	0.02~6.0	0.00	54
Procymidon	N-(3,5-dichlorophenyl)-1,2-dimethylcyclopro pane-1,2-dicarboximide	0.1~10.0	0.1	7

*Maximum Residue Limit (MRLs for Pesticides in Agricultural Products)

**Acceptable Daily Intake

Table 2. Operating conditions of GC/(MSD, ECD) for residue analysis of pesticides

	GC (MSD)	GC (ECD)
Instruments	Hewlett Packard 6890GC/5972MSD	Hewlett Packard 5890 series II
Column	HP-5MS 30 m×0.25 mm×0.25 μm	Ultra-2 25 m×0.25 mm×0.17 μm
	100°C (2 min)	150°C (3 min)
	20°C/min	5°C/min
Oven	200°C (1 min)	200°C (1 min)
	5°C/min	3°C/min
	260°C (15 min)	240°C (10 min)
Carrier gas flow rate	He : 1.0 ml/min	N ₂ : 1.0 ml/min
Injectin volumn	2.0 μl	2.0 μl
Spilit ratio	Spilitless	50 : 1
Injector (Inlet) Temp.	260°C	260°C
Detector (Aux) Temp.	280°C	280°C

Table 3. Recovery and detection limit of the analytical method for pesticides in chichory and grape

Sample	Pesticide	Fortification (mg/kg)	Recovery±C.V (%)*	Detection limit (mg/kg)
Chichory	Chlorpyrifos	0.5	92.1±2.9	0.01
	Chlorotalonil	0.3	101.1±2.5	0.005
	Endosulfan	0.3	91.8±4.1	0.005
	EPN	0.5	89.5±3.5	0.01
	Fenitrothion	0.4	91.4±2.4	0.01
	Procymidone	0.5	92.7±2.8	0.01
Grape	Chlorpyrifos	0.5	89.9±2.1	0.01
	Chlorotalonil	0.3	93.2±7.0	0.005
	Endosulfan	0.3	91.1±1.3	0.005
	EPN	0.5	89.6±2.1	0.01
	Fenitrothion	0.4	90.8±3.0	0.01
	Procymidone	0.5	90.2±1.5	0.01

*Mean values of triplicate samples with coefficient of variation

결과 및 고찰

분석법의 회수율 및 검출한계. 농약이 검출되지 않은 치커리, 포도(50 g) 2종을 대표적으로 선택(작물 형태별)하여 Chlorpyrifos 0.5 mg/kg, Chlorotalonil 0.3 mg/kg, Endosulfan 0.3 mg/kg, EPN 0.5 mg/kg, Fenitrothion 0.4 mg/kg, Procymidone 0.5 mg/kg을 각각 처리한 후 3시간 정도 정치시키고, 상기 분석방법에 따라 3반복 실험하여 회수율 시험을 한 결과 Table 3과 같다. 본 분석법의 회수율은 농약별로 치커리 및 포도에서 89.5~101.1, 89.6~93.2%, 변이계수는 2.4~4.1, 1.3~7.0%이었으며, 농약별 검출한계는 각각 0.005~0.01 mg/kg로 나타나 본 실험을 수행하는데 적합한 분석법이라 판단하였다.

수돗물 세척에 의한 농약의 제거효과. 치커리 등 4품목 대상 작물에 인위적으로 농약 6종을 처리하여 수돗물 세척에 의한 제거율을 조사한 결과(Fig. 1과 Fig. 2), Chlorthalonil, Fenitrothion, Chlorpyrifos, Procymidone, Endosulfan, EPN의 평균제거율은 86.0, 61.9, 63.1, 74.3, 63.3, 60.8%, 초음파 2분간 세척에서는 88.1, 68.6, 68.4, 76.8, 69.6, 70.9%, 초음파 5분간 세척에서는 91.38, 80.6, 80.7, 84.4, 82.1, 76.1%로 나타나 수돗물 세척(평균 68.3%)보다는 초음파 2분(73.7%) 및 5분간(82.5%) 세척에서의 제거율이 높은 것으로 나타났다.

이 중 Chlorthalonil, Procymidone은 유기염소계 농약으로 다

른 유기인계 농약인 Fenitrothion과 EPN에 비해 높은 제거율을 보였다. 이는 윤¹⁰⁾ 등의 연구 결과와 마찬가지로 유기인계 농약은 지용성이기 때문에 대상작물에 흡착, 침투가 일어나기 쉬워 제거율이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 또한 본 실험에 사용된 농약의 제형 특성상 수화제인 Chlorthalonil, Procymidone, Chlorpyrifos 등이 높은 제거율을 보였고, Endosulfan은 유기염소계 농약이나 유제로써 Fenitrothion, EPN 등과 함께 다른 농약들보다 낮은 제거율을 보였다. 성⁵⁾ 등은 수돗물을 사용하여 고추 및 고추잎에서 Bitertanol 농약이 62.6, 59.1% 제거되었고, 김¹¹⁾ 등은 현미 중 BHC가 65~70%정도 제거되었다고 보고하여 본 실험의 물 세척 결과와 비슷하였다. 대상 작물별 물 세척에서 치커리, 청경채, 방울토마토, 포도의 제거율은 71.4, 67.8, 70.0, 63.7%, 2분간 초음파세척에서 79.6, 72.1, 76.9, 66.1%, 5분간 초음파세척에서는 83.5, 81.9, 87.5, 77.4%로 나타나 농약별 제거율과 비슷한 양상을 보였고, 평균 제거율에서 큰 차이는 없었으나 치커리(78.2%) > 방울토마토(78.1%) > 청경채(73.9%) > 포도(69.1%) 순으로 나타났다.

첨가제액 처리에 의한 농약의 저감효과. 0.5% 세제액, 5% 밀가루액, 5% 식초액, 5% 소금물을 조제하여 제거율을 조사한 결과(Fig. 3과 Fig. 4), 전체 농약의 평균 제거율은 각각 82.9, 75.7, 75.8, 76.9%로 나타나 첨가제별 제거효과는 0.5% 세제액 > 5% 식초액 > 5% 소금물 > 5% 밀가루액 순으로 나타나 수돗

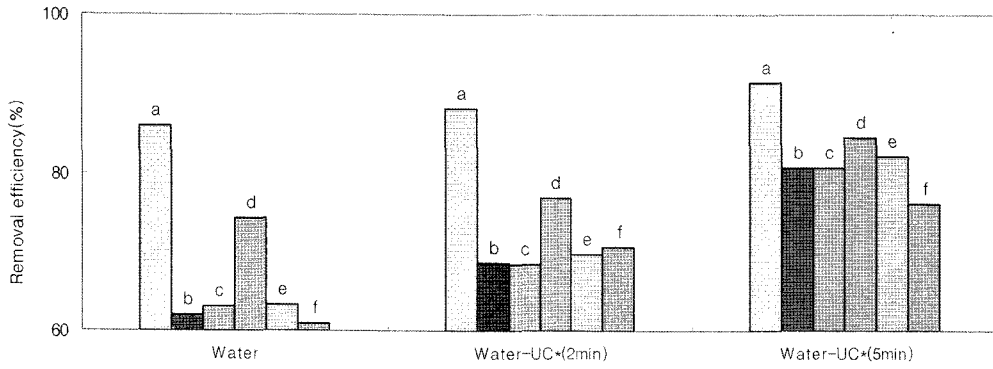


Fig. 1. The average of removal efficiency of pesticides washed by tap-water and ultrasonic cleaning. a: chlorthalonil, b: fenitrothion, c: chlorpyrifos, d: procymidone, e: endosulfan, f: epn, uc*: ultrasonic cleaning.

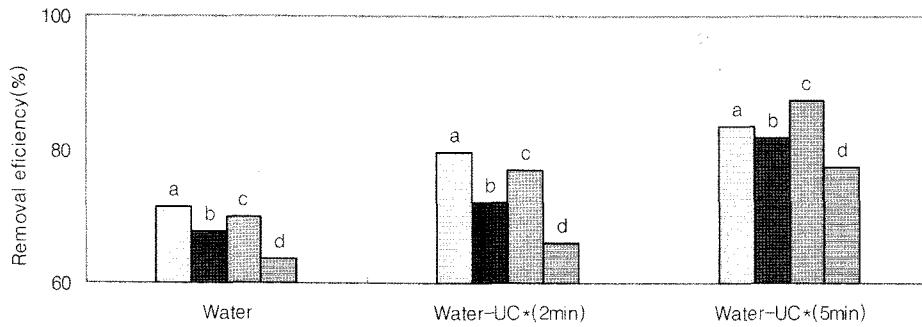


Fig. 2. The average of removal efficiency of samples washed by tap-water and ultrasonic cleaning. a: chichory, b: chungkyungchae, c: cherry tomato, d: grape, uc*: ultrasonic cleaning.

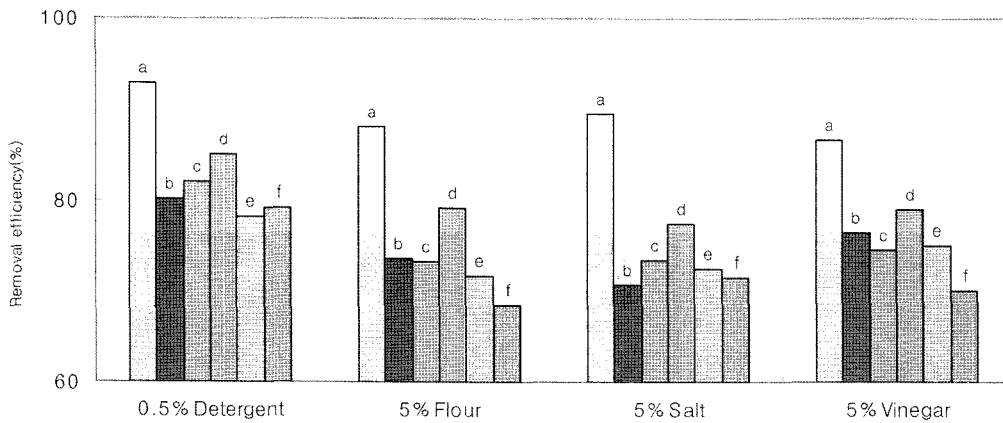


Fig. 3. The average of removal efficiency of pesticides washed by additional materials. a: chlorthalonil, b: fenitrothion, c: chlorpyrifos, d: procymidone, e: endosulfan, f: epn.

물 세척(68.3%)보다는 높은 제거율을 보였다. 심¹²⁾ 등은 1회 연성세제 세척과 2회의 수세를 병용한 풋고추, 딸기, 포도 중 Malathion의 제거율이 91.7, 75.2, 98.4%로 나타났다고 보고하였고, 이³⁾ 등은 0.15% 중성세제로 깻잎 세척시 Chlorpyrifos-methyl과 Fenitrothion이 81.5, 76.6% 제거되었으며, 이¹³⁾ 등은 세제에 의한 제거율은 일반적으로 수세에 의한 것보다 평균 10%가량 더 높았고, 표면이 매끈한 것보다 거칠거칠한 것에서 효과가 좋았다고 하였다. 이는 농약이 부착된 농산물 표면의 요철, 응모의 양과 형태, 중량에 대한 표면적 비, 표면을 구성하는 matrix 등의 요인이 작용하여 발생된 결과로 사료된다. 또한 Elkins¹⁴⁾, 김¹⁵⁾, Valverde¹⁶⁾, 이¹⁷⁾ 등은 세척에 의한 잔류농약의 분해는 농약의 화학적 성질, 대상작물의 특성 및 세척시간

과 방법에 따라 크게 달라진다고 하였다. 본 실험에서도 0.5% 세제 세척 중 Chlorthalonil이 EPN보다 평균 제거율이 13%이상 높게 나타나는 등 농약의 종류 및 제형에 따라 다른 결과를 보여주고 있다. 또한 Deura¹⁸⁾ 등은 세제 세척에 의해 BHC의 제거율이 물 세척보다 2.5배 가량 높았으며, Mori¹⁹⁾ 등도 토마토, 사과, 시금치 등에서 유기인제의 제거는 세제 사용시 물보다 몇 배 더 높은 효과를 보였다고 보고한 바, 본 실험의 세제 세척에서의 높은 제거율과 유사한 결과를 얻었다. 이처럼 세제 세척에 의한 제거 효과가 큰 이유는 이²⁰⁾ 등의 보고에 의하면 개면활성제의 작용에 의한 것으로 지용성 농약 성분을 유화시켜 표면장력을 저하시켜 세척하는 효과를 나타내기 때문이라고 하였다. 그러나 세제액으로 장시간 세척시 오히려 과채류에 세

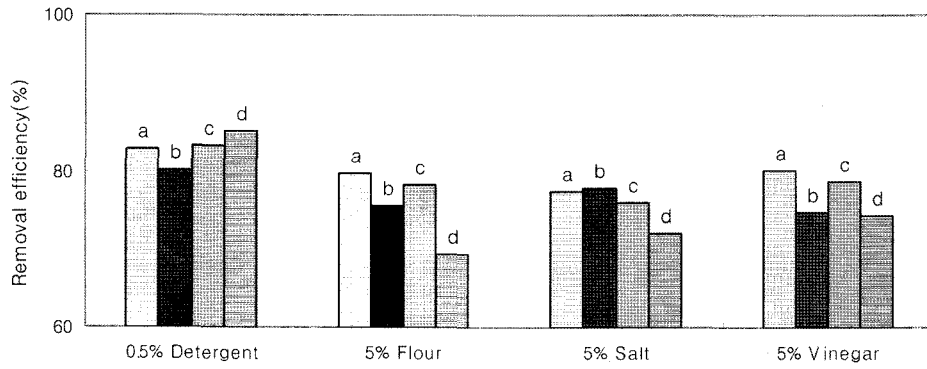


Fig. 4. The average of removal efficiency of samples washed by additional materials. a: chichory, b: chungkyungchae, c: cherry tomato, d: grape.

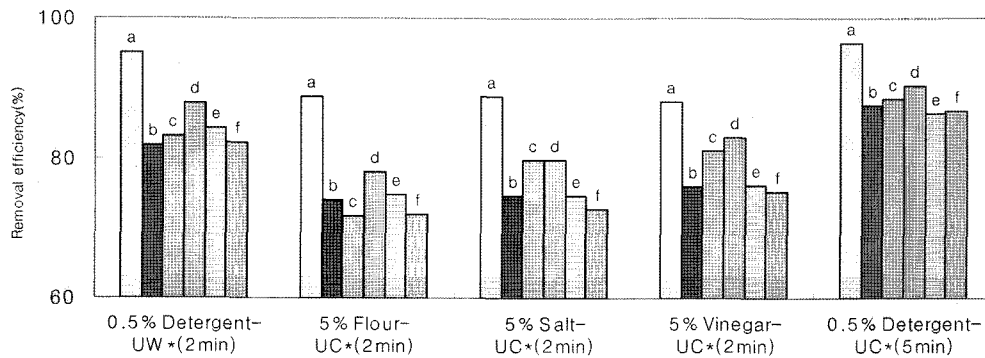


Fig. 5. The average of removal efficiency of pesticides washed by ultrasonic cleaning with additional materials. a: chlorthalonil, b: fenitrothion, c: chlorpyrifos, d: procymidone, e: endosulfan, f: epn, uc*: ultrasonic cleaning.

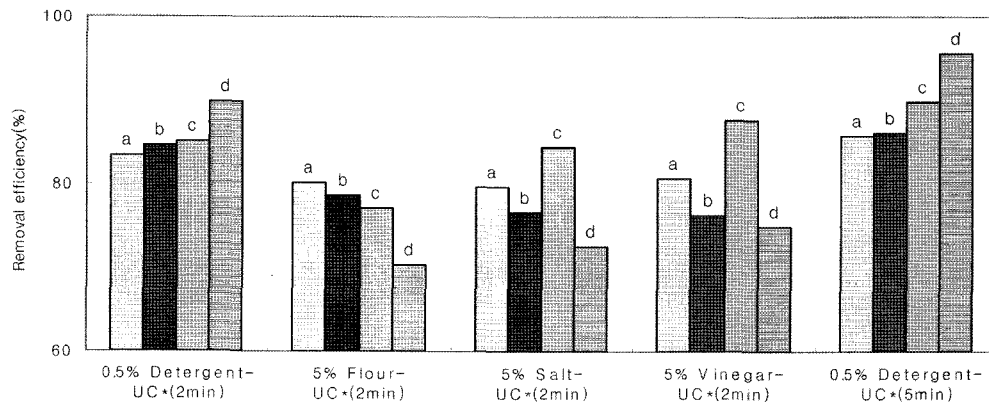


Fig. 6. The average of removal efficiency of samples washed by ultrasonic cleaning with additional materials. a: chichory, b: chungkyungchae, c: cherry tomato, d: grape, uc*: ultrasonic cleaning.

제가 잔류하여 인체에 유해할 수 있으므로 짧은 시간내에 세척을 해야하며, 세척 후에는 흐르는 물에서 30초 이상 씻어주어야 안전하게 섭취할 수 있을 것으로 사료된다. 작물별 결과에서는 치커리(80.0%) > 방울토마토(79.1%) > 청경채(77.5%) > 포도(75.2%) 순으로 나타나 물 세척의 결과와 같은 양상을 보였으나 작물별로 큰 차이는 없었다. 본 실험 결과 대상작물의 표면 특성과 면적에 따라 부착된 농약 잔류량 차이로 열채류인 치커리와 청경채는 잔류량이 많은 상태에서 제거율이 높았으며, 상대적으로 표면이 매끈한 방울토마토와 포도는 부착량이 적은 상태에서 위와 같은 제거율을 나타내 모든 대상작물에서의 결과는 비슷하게 나타난 것으로 생각된다.

첨가제액을 이용한 초음파세척에서 농약의 저감효과. 0.5%

세제액 등 4종의 첨가제액을 제작하여 같은 방법으로 초음파 세척기에서 2분간 세척 및 0.5% 세제액으로 5분간 초음파 세척한 결과(Fig. 5와 Fig. 6)를 비교 하였다. 0.5% 세제액, 5% 밀가루액, 5% 식초액, 5% 소금물을 이용하여 2분간 초음파 세척한 결과 농약 전체 평균제거율이 각각 85.8, 76.6, 78.3, 79.9%로 나타나 첨가제액 처리보다 높은 제거율을 나타내었다. 이 중 0.5% 세제액으로 5분간 초음파 세척한 결과 농약 평균 89.3%로 첨가제액만으로 세척했을 때(82.9%)와 2분간 세척했을 때(85.8%)보다, 각각 6.4, 3.5%의 높은 제거율을 보였으나 2, 5분간 초음파 세척에서는 큰 차이를 발견할 수 없었다. 이는 세제액만으로도 아주 좋은 세척효과를 보인 것으로 사료된다.

윤⁸⁾ 등은 사과에서 유기인계 농약인 Fenitrothion, Chlorpyrifos,

Phenthoate를 30% Ethanol에서 초음파 세척한 결과 각각 64.7, 41.7, 74.2%로 나타나 본 실험보다는 약간 낮은 제거율을 보였고, 농약 종류별 제거율에서는 유기염소계 보다 유기인계 농약의 제거율이 상대적으로 낮은 결과에서는 비슷한 양상을 보였다. 수돗물 세척 및 첨가제액 세척, 첨가제액을 이용한 초음파 세척에서 농약별 평균제거율을 살펴볼 때 Chlorthalonil(90.0%) > Procymidone(81.3%) > Chlorpyrifos(76.6%) > Endosulfan(75.7%) > Fenitrothion(75.5%) > EPN(73.8%) 순으로 나타나 유기염소계인 Chlorthalonil, Procymidone이 유기인계인 Fenitrothion, EPN 보다 높은 제거율을 보였다. 본 실험 결과 단순한 물 세척보다는 첨가제액으로 세척한 것과, 첨가제를 이용한 초음파 세척에서의 제거율이 높았고, 첨가제 중에서는 0.5% 세제액이 가장 뛰어난 세척력을 보여 잔류농약 제거에 효과적인 방법으로 밝혀졌다. 따라서 농약에 따라 제거 효과가 다른 이유는 농약 제형의 특성, 농산물의 형태 및 표면 특성, 세척제 및 세척방법에 따라 차이가 나며, 세척횟수와 세척시간이 많을수록 농약제거율이 높을 것으로 생각된다. 아울러 본 연구대상 외의 농약과 농산물을 대상으로 좀더 많은 연구가 필요한 것으로 사료된다.

초 록

치커리, 청경채, 방울토마토, 포도 등 과·채류 4종에 Chlorpyrifos, Chlorothalonil, Endosulfan, EPN, Fenitrothion, Procymidone 등 농약 6종을 인위적으로 부착시켜 잔류농약 제거율을 조사한 결과, 수돗물 세척에서 전체 평균 제거율은 68.3%, 수돗물을 이용한 초음파 2분 및 5분간 세척에서 73.7, 82.5%로 나타났고, 4종의 첨가제액을 이용한 세척에서는 0.5% 세제액(82.9%) > 5% 식초액(76.9%) > 5% 소금물(75.8%) > 5% 밀가루액(75.7%) 순으로 나타나 0.5% 세제액이 가장 높은 제거율을 보였으며, 나머지 3종류의 첨가제는 비슷한 제거율을 나타내었다. 첨가제액을 이용한 초음파 세척에서는 첨가제액 세척보다 1~3% 정도 높게 나타났으며, 0.5% 세제액으로 5분간 초음파 세척시 89.3%로 수돗물 세척보다는 20%정도 높은 제거율을 보였다. 한편 전체 결과에서 최고 및 최저 제거율은 방울토마토중 Chlorthalonil이 99.0%(0.5%세제 초음파 5분간 세척), 포도 중 EPN이 47.8%(물세척)로 나타났고, 농약별로는 Chlorthalonil(90.0%) > Procymidone(81.3%) > Chlorpyrifos(76.6%) > Endosulfan(75.7%) > Fenitrothion(75.5%) > EPN(73.8%) 순으로 높은 제거율을 보였다.

Key words: 제거효과, 농약, 첨가제

참고문헌

1. Korea Food & Drug Administration (2003) Food Code.
2. Lee, J. K., Kwon, J. W., Ahn, K. C., Park, J. H. and Lee, J. S. (2000) Effect of photosensitization on the diminution of pesticides residues on red pepper. *Korean J. Environ. Agric.* **19**, 116-121
3. Lee, J. M., Lee, H. R. and Nam, S. M. (2003) Removal rate of residual pesticides in perilla leaves with various washing

- methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 86-590.
4. Kim, N. H., Lee, M. G. and Lee, S. R. (1996) Elimination of phenthoate residues in the washing and cooking of polished rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 490-496.
5. Seong, K. Y., Choi, K. I., Jeong, M. H., Hur, J. H., Kim, J. G. and Lee, K. S. (2004) Residues and half-lives of bitertanol and tebuconazole in greenhouse-grown peppers. *J. Korean Soc. Appl. Chem.* **47**, 113-119.
6. Elkins, E. R. (1989) Effect of commercial processing on pesticide residues in selected fruits and vegetables. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **72**, 533.
7. Lee, S. R., Mourer, C. R. and Shibamoto, T. (1991) Analysis before and after cooking processes of a trace chlorpyrifos spiked in polished rice. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 906.
8. Ishikura, S., Onodera, S., Sumiyashiki, S., Kasahara, T., Nakayama, M. and Watanabe, S. (1984) Evaporation and thermal decomposition of organophosphorus pesticides during cooking of rice. *J. Food Hyg. Soc. Japan.* **25**, 203.
9. Kim, Y. H., Kim, H. N., Kim, S. S. and Lee, S. R. (1979) Elimination of BHC residues in the polishing and cooking processes of brown rice. *Koan J. Food Hygiene.* **11**, 18-25
10. Yoon, C. H., Park, W. C., Kim, J. E. and Kim, C. H. (1997) Removal efficiency of pesticide residues on apple by ultrasonic cleaner. *Korean J. Environ. Agric.* **16**, 225-258.
11. Kim, Y. G., Lim, T. G., Park, S. S., Heo, N. C. and Hong, S. S. (2000) A study on residual pesticides in commercial fruits and vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 763-771
12. Shim, A. R., Choi, E. H. and Lee, S. R. (1984) Removal of malathion residues from fruits and vegetables by washing processes. *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**, 418-422.
13. Lee, M. G. and Lee, S. R. (1997) Reduction factors and risk assessment of oragnophosphorus pesticides in Korean foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 240-248.
14. Elkins, E. R., and Davis, D. R. (1989) Reduction of ethylnethiourea residues in canned spinach. *HortScience.* **24**, 990-992.
15. Kim, Y. S., Park, J. H., Park, J. W., Lee, Y. D., Lee, K. S. and Kim, J. E. (2003) Residue levels of chlorpyrifos and chlorothalonil in apple at harvest. *Korean J. Environ. Agric.* **22**, 130-136.
16. Valverde, M., Aguilera, A., Rodriguez, M., Bourad, M. and Begrani, M. S-El. (2002) Pesticide residue levels in peppers grown in a greenhouse after multiple applications of pyridaben and tralomethrin. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 7303-7307.
17. Lee, H. K., Kim, Y. K. and Park, Y. S. (1988) A monitoring survey on pesticide residues in strawberries and cucumbers from plastic film house. *Koan J. Food Hygiene.* **3**, 193-202.
18. Deura, H. (1971) Studies on removal of residual pesticides from fruit and vegetables by washing. *J. Food Hyg. Soc. Japan.* **13**, 36-42
19. Mori, Z. and J. Tamura (1976) A Study on removal of residual bordeaux used to tomatoes in laborator., *J. Food Hyg. Soc. Japan.* **17**, 413-418.
20. Lee, H. O. and Park, Y. S. (1992) Present conditions of surfactant industry and technical developments. KINITI, Technical Report, No. 3.