

엽채류에 엽면 살포된 농약의 세척 방법에 따른 제거

권혜영 · 김택겸 · 홍수명 · 김찬섭 · 백민경 · 김두호 · 손경애*

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부

Removal of Pesticide Residues in Field-sprayed Leafy Vegetables by Different Washing Method

Hyeyoung Kwon, Taek-Kyum Kim, Su-Myeong Hong, Chan-sub Kim,
Minkyong Baek, Doo-ho Kim and Kyung-Ae Son*

Department of Agro-food Safety, National Academy of Agriculture Science,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

(Received on October 25, 2013. Revised on November 8, 2013. Accepted on November 18, 2013)

Abstract Pesticides were sprayed on perilla leaf and leafy lettuce in a greenhouse and the reduction rate of pesticide residues on each vegetable by washing were tested. The reduction rate of pesticide residues by washing for 30 sec~3 min on perilla leaf were 3~63% in tap water, 2~58% in salt water, 6~74% in green tea water, and 8~86% in detergent solution. The detergent solution only showed significant difference in reduction rates compared to the tap water washing. Considering reduction effects of the washing duration, it was showed that the reduction rates were a pattern of inclining as the duration of washing process increased, but there was no significant difference in the reduction rates except the reduction rates between washing in the detergent solution for 1 min and 3 min. Comparing washing in flowing tap water and in stagnant tap water with leafy lettuce, the reduction rate by one time washing were 8~68% in flowing tap water and 7~64% in stagnant tap water. The water and the time used in this experiment were 17.5 L, 2.9 min with flowing tap water and 4 L, 1 min with stagnant tap water. The reduction rate by 3 times washing in stagnant tap water were 16.5~76.6%, and the water and the time used were 12 L, 3 min. Therefore, when the water and the time used to wash vegetables were considered, washing two or three times in stagnant tap water could be more effective than washing one time in flowing tap water.

Key words Pesticide residue, Leafy vegetable, Washing, Reduction

서 론

엽채류는 연속수확작물이 많고 수확주기가 짧으며 비표면적이 커서 다른 작물들에 비해 잔류농약의 농도가 더 높을 가능성이 있다. 실제로 최근 시중에 유통되는 농산물의 농약 검출은 엽채류에서 가장 많았다(김 등, 2013; 노 등, 2011; 한 등, 2012).

농산물에 존재하는 잔류농약은 껍질제거(Awasthi, 1993; Hegazy 등, 1988), 건조(Athanasopoulos 등, 2005; Cabras

등, 2005), 삶기 등의 가열조리(제갈 등, 2000; Lalah 등, 2002; Muahammad 등, 1985; Newsome, 1980), 주스제조(Athanasopoulos 등, 2000), 발효(Banna 등, 1982; Pardez-Lopez 등, 1991; Ruediger 등, 2005), 곡물의 도정 및 익힘(김 등, 1996; 한과 조, 1999; 황 등, 2013; Cogburn 등, 1990; Uygun 등, 2005) 등의 조리과정을 거치면서 그 양이 변화된다. 엽채류의 경우 시금치, 근대, 아욱과 같이 데치거나 국을 끓여 먹는 경우 엽채류에 잔류하는 농약의 양은 크게 줄어들 수 있다(권 등, 2009; 서 등 2010). 그러나 상추와 같이 주로 생식으로 섭취하는 엽채류의 경우 세척이외에 다른 조리과정을 거치지 않기 때문에 소비자가 느끼는 잔류농약에 대한 우려는 더욱 크다.

*Corresponding author

Tel: +82-31-290-0577, Fax: +82-31-290-0508

E-mail: sky199@korea.kr

농약의 안전사용기준을 준수하여 재배된 작물의 경우 수확된 농산물이 잔류허용기준을 초과할 가능성은 거의 없지만 잔류농약 뿐 아니라 유해 미생물 등의 생물적 오염원이나 흙 같은 물리적 오염원을 제거하기 위해서도 세척과정은 필요하다.

세척은 농산물에 존재하는 잔류농약의 양을 줄이는 가장 큰 방법 중의 하나이다. 물 세척만으로도 많은 양의 농약이 제거되며, 수초간의 짧은 세척에도 많은 농약이 제거된다(이, 1999; Krol, 2000). 세척효율과 농약의 화학적 특성의 관계를 구명하기 위한 연구들이 수행되었는데, Cabras (1997)는 올리브열매에 6가지 농약을 살포하고 세척시험을 수행한 결과 제거율은 수용해도와 관련이 없었고 침투성 약제인 dimethoate가 수용해도는 월등히 높았으나 다른 약제보다 제거율이 낮았다고 보고하였다. Krol (2000)은 비침투성인 12가지 농약을 이용하여 세척 시험을 실시한 결과 제거율과 약제의 수용해도와의 연관성을 찾을 수 없었고 chlorpyrifos, bifenthrin, vinclozolin 등은 수용해도가 비슷하거나 낮은 다른 약제들보다 제거율이 더 작았다고 하였다. 한편, 잔류농약을 효율적으로 제거하기 위해 물에 식초, 소금 등의 첨가제를 추가하여 세척하는 실험(구 등, 2005; Liang 등, 2012; Zhang 등, 2007)이 실시되었으나 수확한 농산물에 인위적으로 농약을 부착하여 제거율을 구한 것으로 포장에서 살포된 농약의 제거율과 다를 수 있다.

따라서 본 시험에서는 우리나라에서 주로 섭취되는 생식용 엽채류 중 잔류농약 검출 빈도가 높은 작물로서 작물체의 표면 형태가 매우 다른 엽채류인 잎들깨와 상추를 비닐하우스에서 재배하면서 안전사용기준에 맞춰 농약을 살포하고 수확한 후 다양한 세척방법에 의한 잔류농약의 제거율을 구하여 산업체나 가정에서 효과적으로 잔류농약을 제거할 수 있는 방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

시험작물

잔류농약에 의한 부적합 판정 비율이 높은 작물들 중에서

주로 생체로 먹는 엽채류인 상추, 들깻잎을 대상으로 시험을 하였으며 우리나라 농가에서 주로 재배되는 품종으로 들깻잎은 잎들깨 1호(*Perilla frutescens* (L.) Britt.), 상추는 청치마(*Lactuca sativa* L.)를 시험작물로 선정하여 수원시 입북동에 위치한 비닐하우스에 재배하면서 농약을 살포한 다음 세척시험에 이용하였다.

시험농약

시험농약은 각 작물에 등록된 농약들 중에서 약제간의 화학적 특성이 상이하도록 알파사이퍼메트린 유제(a.i. 2%), 디메토펜카רב 수화제(a.i. 25%), 디메토펜모르프 수화제(a.i. 25%), 이미타클로프리드 수화제(a.i. 10%)를 선정하였고, 아울러 미등록 농약이지만 잔류농약 검출빈도가 높은 농약인 클로로피리포스수화제(a.i. 25%)와 프로시미돈 수화제(a.i. 50%)(김 등, 2013; 한 등, 2012)를 추가로 선정하여 시험에 사용하였으며 약제별 이화학적 특성은 아래 Table 1과 같다.

약제살포 및 시료채취

약제살포는 약제를 표준희석배수로 희석하여 배부식 분무기를 사용하여 Table 1과 같이 작물별 안전사용기준을 준수하여 7일 간격으로 1~3회 살포하여 3~10일 후에 수확하였다. 미등록 농약의 경우 7일전에 1회만 살포한 후 수확하였다. 약제살포 및 시료채취 시기는 5월 17일~7월 2일 이었다.

세척방법

세척액의 종류별로 세척효율을 비교하기 위하여 들깻잎과 상추 각각 100 g을 취해 4 L의 세척액에 넣고 세척시간별(30초, 1분, 3분)로 세척횟수별(1회, 2회, 3회)로 세척하였다. 세척액은 들깻잎의 경우 수돗물, 소금물(2%, 4%), 야채과일 전용세척제(1%), 주방용 중성세제(0.2%), 녹차추출액(1%)을 사용하였고 상추의 경우 수돗물, 야채과일 전용세척제(1%), 주방용 중성세제(0.2%)를 사용하였다. 흐르는 물에 씻는 방법은 상추 100 g을 취해 10초당 1 L의 속도로 일정

Table 1. Physico-chemical properties of the pesticides used

	Pesticide	Preharvest Interval (day/frequency)	Mode of action	LogP
Perilla leaves	α -Cypermethrin EC ^{a)}	3/3	Non-systemic	6.94
	Chlorpyrifos ^{c)} WP ^{b)}	7/1	Non-systemic	4.7
	Diethofencarb WP	10/2	Systemic	3.02
	Dimethomorph WP	7/2	Systemic	2.63
	Procymidone ^{c)} WP	7/1	Non-systemic on leaf	3.14
Leafy lettuce	α -Cypermethrin EC	3/3	Non-systemic	6.94
	Dimethomorph WP	10/1	Systemic	2.63
	Imidacloprid WP	5/3	Systemic	0.57

a) Emulsifiable Concentrate, b) Wettable Powder, c) Unregistered pesticides for perilla leaves

Table 2. Washing and elution solvents used at column clean up process (v/v)

Pesticide	Washing solvent	Elution solvent
α -Cypermethrin	H/D(8/2)	H/D/A ^{a)} (49.65/50/0.35)
Chlorpyrifos	H/D(8/2)	H/D/A(49.65/50/0.35)
Diethofencarb	H/D/A(49.65/50/0.35)	H/D/A(45/50/5)
Dimethomorph	H/D/A(45/50/5)	D/A(50/50)
Imidacloprid	H/D/A(45/50/5)	D/A(50/50)
Procymidone	H/D(8/2)	H/D/A(49.65/50/0.35)

a) H:hexane, D:dichloromethane, A:acetonitrile

Table 3. Analytical condition of instruments ***α -Cypermethrin, Chlorpyrifos, Procymidone***

Instrument : HP 6890 series Gas Chromatograph, Hewlett packard, USA

Detector : Electron Capture Detector (ECD)

Column : HP-5 (30 cm L. \times 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film thickness)

Temperature : Oven 100°C (1 min) 10°C/min 250°C (1 min) 20°C/min 270°C (1 min) Injector 250°C, Detector 300°C

Flow rate : Carrier (N₂) 1.5 mL/min

Injection volume : 1 μ L

Diethofencarb

Instrument : HP 6890 series Gas Chromatograph, Hewlett packard, USA

Detector : Nitrogen Phosphorus Detector (NPD)

Column : HP-5 (30 cm L. \times 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film thickness) DB1701 (30 cm L. \times 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film thickness)

Temperature : Oven 100°C (1 min) 10°C/min 250°C (1 min) 20°C/min 270°C (1 min) Injector 250°C, Detector 300°C

Flow rate: Carrier (N₂) 1.5 mL/min, H₂ 3.5 mL/min, Air 60 mL/min

Injection volume : 1 μ L

Dimethomorph, Imidacloprid

Instrument : High performance liquid chromatograph, HP-1100 series, Hewlett packard, USA

Detector : Diode Array Detector (DAD)

Column : Supelcosil LC-18 (25 cm L. \times 4.6 mm i.d., 5 μ m particle size)

Mobile phase : Acetonitrile-Water

Wave length : 254, 270 nm

Flow rate : 1 mL/min

Injection volume : 5 μ L

하게 물이 흐르도록 하면서 세척하였다. 세척한 시료는 체에 받아 물기가 제거되도록 하였다. 이 방법들은 실험을 위한 과장된 방법이 아니라 가정에서 흔히 사용하고 있는 일반적인 조건을 기준으로 방법을 정하였으며 잎이 변성되어 적절한 세척방법이 아니라고 판단되었던 식초액은 잔류농약 분석에서 제외하였다.

잔류농약분석

각각의 시료 일정량(무세척: 20 g~50 g, 세척시료 : 20 g~150 g)을 유화기 컵에 취하고 acetone 100~150 mL를 가하여 유화기로 균질화하고 여지(No. 2)에 celite545를 깔아둔 Büchner funnel에서 감압여과 하였다. 여과액을 1 L분액여두에 옮기고 물 500 mL와 포화식염수 100 mL를 가한 후 dichloromethane 50 mL로 2회 액액분배하고 유기용매층을 받아 감압농축하여 hexane-dichloromethane (8:2, v/v) 혼합용액 5 mL로 용해하였다. 정제는 130°C에서 4시간 이상 활

성화된 Florisil (60~100mesh) 5 g을(diethofencarb는 silica gel 사용) TEPP stop cock가 달린 직경 12 mm, 길이 400 mm 정제용 유리컬럼에 충전한 후 그 위에 sodium sulfate를 2 cm 높이로 충전하고 *n*-hexane 50 mL로 세척하였다. 여기에 위의 용해액 2 mL를 가하고 각각의 용리조건에 맞추어 (Table 2) 정제하고 분석대상 화합물을 용출시켜 용출액을 감압농축 후 GC용은 *n*-hexane, HPLC용은 methanol로 용해하여 각각의 기기에 주입하였다. 본 실험에 사용된 각 농약의 기기분석 조건은 Table 3과 같다.

회수율 시험

잔류분석법의 효율을 검증하기 위하여 무처리 시료에 각 용매에 녹인 표준품을 0.5와 5 mgkg⁻¹의 첨가농도로 첨가하여 잘 혼합하고 1시간 이상 방치한 후 상기 각 분석방법별로 추출 및 정제하고 분석하여 회수율을 산출하였다.

Table 4. Reduction rate of pesticide residues in perilla leaves

Pesticide	Washing duration	Reduction rate (% , n=3)					
		Tab water	Salt water (2%)	Salt water (4%)	Green tea water (1%)	SNDD ^{a)} (0.2%)	SEDFV ^{b)} (1%)
α -Cypermethrin EC	30 sec	9 ^{fe}	11 ^{file}	8 ^{fe}	17 ^{cd}	14 ^{cfile}	11 ^{file}
	1 min	9 ^{fe}	16 ^{cde}	11 ^{file}	12 ^{file}	20 ^{cb}	16 ^{cfile}
	3 min	9 ^{fe}	15 ^{cfile}	8 ^f	14 ^{cfile}	36 ^a	25 ^b
Chlorpyrifos WP	30 sec	3 ^{de}	2 ^e	2 ^{de}	7 ^{dce}	12 ^c	8 ^{dc}
	1 min	4 ^{de}	2 ^e	2 ^{de}	6 ^{de}	20 ^b	12 ^c
	3 min	3 ^{de}	3 ^{de}	3 ^{de}	8 ^{dc}	31 ^a	19 ^b
Diethofencarb WP	30 sec	57 ^{ecd}	45 ^{ef}	36 ^f	61 ^{bcd}	53 ^{ecd}	53 ^{ecd}
	1 min	57 ^{ecd}	48 ^{ef}	55 ^{ecd}	65 ^{bc}	60 ^{bcd}	62 ^{bcd}
	3 min	63 ^{bcd}	57 ^{ecd}	55 ^{ecd}	74 ^{ba}	61 ^{bcd}	79 ^a
Dimethomorph WP	30 sec	28 ^{ebdc}	24 ^{edfc}	25 ^{edfc}	18 ^{ef}	20 ^{edf}	17 ^f
	1 min	36 ^{ba}	32 ^{bac}	28 ^{ebdac}	29 ^{bdac}	24 ^{edfc}	20 ^{edf}
	3 min	38 ^a	34 ^{bac}	28 ^{ebdac}	26 ^{ebdfc}	26 ^{ebdfc}	25 ^{edfc}
Procymidone WP	30 sec	34 ^{hi}	48 ^{file}	35 ^{hgi}	29 ⁱ	59 ^{cd}	53 ^{cfile}
	1 min	45 ^{hfg}	46 ^{fige}	46 ^{fige}	55 ^{cfile}	65 ^{cb}	55 ^{cfile}
	3 min	52 ^{file}	58 ^{cde}	54 ^{cfile}	49 ^{file}	86 ^a	75 ^b

Values with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Duncan's multiple range test (DMRT).

a) Solution of neutral detergent for dish washing

b) Solution of exclusive detergent for fruit and vegetable washing

결과 및 고찰

회수율 및 검출한계

회수율은 α -cypermethrin은 93~112%, chlorpyrifos는 95~109%, diethofencarb는 72~102%, dimethomorph는 103~119%, procymidone은 107~117%였으며 상대표준편차(RSD)는 15% 이하였으며 정량한계(Limit of quantification)는 0.5 mgkg⁻¹로써 본 실험에서 사용된 시료의 분석에 적합하였다.

세척액별 잔류농약 경감

들깨잎의 세척전 잔류량은 α -cypermethrin 1.9, chlorpyrifos 1.9, diethofencarb 4.3, dimethomorph 5.7, procymidone 34 mgkg⁻¹이었다. 세척액별 각 농약의 제거율은 α -cypermethrin EC 9~36%, chlorpyrifos WP 2.1~31%, diethofencarb WP 36~79%, dimethomorph WP 17~38%, procymidone WP 34~75%였다(Table 4). 여러 첨가제중 세척액의 제거율만이 수돗물에 비해 유의하게 컸으며 이는 세척 첨가액으로 세척시 cypermethrin과 fenvalerate의 제거효과가 높았던 결과(유 등, 2011)와 일치하였다. 그러나 수확한 배추(Zhang 등, 2007) 및 오이(Liang 등, 2012)에 인위적으로 농약을 부착한 후 5~10분간 세척시 소금물 세척이 수돗물 세척보다 더 높은 제거율을 보였다는 보고와 달리 본 실험에서는 차이가 없었다. 세척시간이 증가함에 따라 제거율

도 증가하였으나 세척액의 1분 세척과 3분 세척만이 유의한 차이가 있었고 다른 처리들은 세척시간별로 제거율의 유의한 차이가 없었다.

상추의 경우 들깨잎의 세척시험에서 잔류농약의 제거율이 높았던 세척액을 이용하여 세척하고 제거율을 산출하였다(Table 5). 세척전 상추의 잔류량은 α -cypermethrin 1.0, dimethomorph 3.3, imidacloprid 1.5 mgkg⁻¹이었으며 세척시 잔류농약 제거율은 수돗물의 경우 α -cypermethrin EC 4~12%, dimethomorph WP 48~68%, imidacloprid WP 14~18%였으며 전용세척액의 경우 α -cypermethrin EC 7~23%, dimethomorph WP 63~82%, imidacloprid WP 14~24%였고 중성세척액의 경우 α -cypermethrin EC 22~31%, dimethomorph WP 69~75%, imidacloprid WP 14~30%였다. α -cypermethrin EC의 경우 전용세척 및 중성세척액이 물에 비해 잔류농약 제거율이 두배까지 높았다. 세척시간별로는 세척시간이 증가할수록 제거율이 증가하는 경향이였으나 α -cypermethrin EC를 제외한 다른 농약들은 유의적인 차이가 없었다.

유(2011) 등은 물리화학적 특성이 확연히 다른 7종 농약을 수확된 배추에 농약을 인위적으로 첨가하여 수돗물에 세척한 결과, 예상과는 다르게 농약 잔류량과 log P와 음의 상관관계를 나타냈는데 이는 농약의 침투성 등이 고려되지 않았기 때문이라고 추측하였다. 본 실험에서 농약별 잔류농약 제거율은 들깨잎의 경우 diethofencarb WP > procymidone

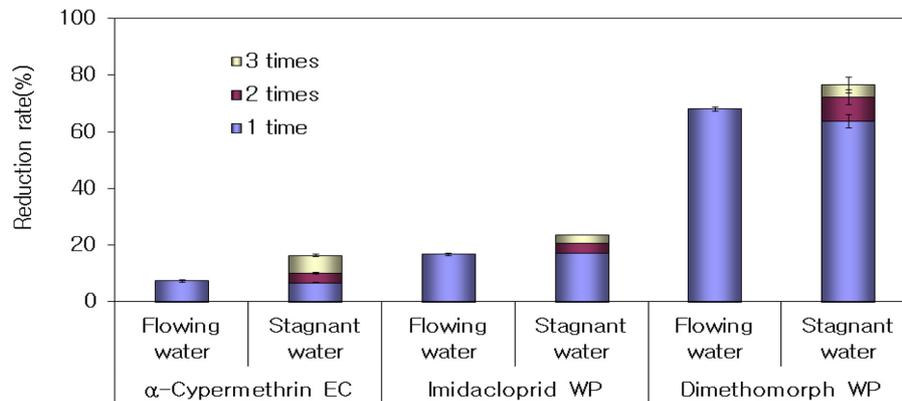
Table 5. Reduction rate of pesticide residues in leafy lettuce

Pesticide	Washing duration	Reduction rate (% , n=3)		
		Tab water	SNDD ^{a)} (0.2%)	SEDFV ^{b)} (1%)
α -Cypermethrin EC	30 sec	3.9 ^e	22.3 ^c	7.4 ^f
	1 min	6.8 ^f	31.9 ^a	17.7 ^d
	3 min	11.5 ^e	30.5 ^b	23.2 ^c
Dimethomorph WP	30 sec	48.2 ^f	74.9 ^b	63.3 ^e
	1 min	63.9 ^e	68.8 ^c	64.8 ^{de}
	3 min	67.9 ^{cb}	74.5 ^b	82.3 ^a
Imidacloprid WP	30 sec	13.6 ^{de}	13.5 ^{de}	13.8 ^{de}
	1 min	17.0 ^c	12.8 ^e	15.5 ^{cd}
	3 min	17.8 ^c	30.3 ^a	23.7 ^b

Values with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Duncan's multiple range test (DMRT).

a) Solution of neutral detergent for dish washing

b) Solution of exclusive detergent for fruit and vegetable washing

**Fig. 1.** Reduction rate of pesticide residues in leafy lettuce by flowing water washing and stagnant water washing.

WP > dimethomorph WP > α -cypermethrin EC > chlorpyrifos WP 순이었고 상추의 경우 dimethomorph WP > imidacloprid WP > α -cypermethrin EC 순이었다. 들깨잎의 경우 비침투성이지만 log P값이 높은 농약인 α -cypermethrin과 chlorpyrifos의 제거율이 침투성이거나 부분 침투성인 농약들보다 제거율이 낮았고 상추의 경우는 log P값이 높고 비침투성인 α -cypermethrin과 log P값이 낮지만 침투성인 imidacloprid의 제거율이 낮아 동일 작물에서의 잔류농약 제거는 log P값, 침투성, 제형 등이 복합적으로 관여되는 것으로 판단되었다.

한편 상추를 이용하여 가정에서 가장 많이 택하는 방법인 흐르는 물에 세척하는 방법과 물을 받아 세척하는 방법을 비교하였다(Fig. 1). 물을 받아 세척하는 방법은 위의 세척 시간별 실험에서 잔류농약 제거 효과 면에서 좋고 가정에서의 현실적인 세척시간을 감안하여 1분을 선택하였다. 상추의 경우 1회 세척시 잔류농약 제거율은 흐르는 물에 세척시 dimethomorph WP 68%, imidacloprid WP 17%, α -cypermethrin EC 8%였고 물을 받아 세척시 dimethomorph

Table 6. The time required and water consumption in one time washing with flowing water and stagnant water on pesticide residue in leafy lettuce

Washing method	Water consumption (L)	Time required (min)
Flowing water	17.5	2.9
Stagnant water	4.0	1.0

WP 64%, imidacloprid WP 17%, α -cypermethrin EC 7%로 두 세척방법간의 잔류농약 제거율은 비슷하였다. 이는 흐르는 물에 세척할 경우 잔류농약 제거율이 높을 것이라는 예상과 달랐는데 이는 흐르는 물 세척의 경우 상추 한 장당 물과의 접촉 시간이 수초 이내로 매우 짧았고 물을 받아 세척하는 경우 물 양은 작지만 물과의 접촉시간(1분)이 길어서 물량은 작지만 제거율이 나쁘지 않았던 것으로 추측되었다. 1회 세척에 드는 물량과 시간은 물을 받아 세척하는 방법의 경우에는 4 L의 물량과 1분이었고 흐르는 물에 세척하는 방법의 경우 17.5 L의 물량과 2.9분이었다(Table 5). 따라

서 물을 받아 씻는 것을 2회 이상으로 늘리면 채소류에 잔류할 수 있는 농약의 제거율을 1.2~2배까지 더 높이면서도 물 소비량과 시간을 절약 할 수 있어 효율적이었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업 ‘유해물질 노출량 평가를 통한 농산물 안전성향상 기술개발(과제번호:PJ008498)’ 과제의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

Literature Cited

- Athanasopoulos, P. E. and C. Pappas (2000) Effects of fruit acidity and storage conditions on the rate of degradation of azinphos-methyl on apples and lemons. *Food Chemistry*, 69:69-72.
- Athanasopoulos, P. E., C. Pappas, N. V. Kyriakidis and A. Thanos (2005) Degradation of methamidophos on soultanina grapes on the vines and during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 91:235-240.
- Awasthi, M. D. (1993) Decontamination of insecticide residues on mango by washing and peeling. *Journal of Food Science Technology*, 30:132-133.
- Banna, A. A. and N. S. Kawar (1982) Behavior of parathion in apple juice processed into cider and vinegar. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 17:505-514.
- Cabras, P. (1997) Persistence of Insecticide Residues in olives and olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:2244-2247.
- Cabras, P., A. Angioni, V. L. Garau, M. Melis, F. M. Pirisi and F. Cabitza (2005) Pesticide residues on field-sprayed apricots and in apricot drying processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:2306-2308.
- Cogburn, R. R., R. A. Simonaitis and B. D. Webb (1990) Fate of malathion and chlorpyrifos methyl in rough rice and milling fractions before and after parboiling and cooking. *Journal of Economic Entomology*, 83:1636-1639.
- Han, S. H. and H. B. Jo (1999) Effect of Storage Temperature, Washing, and Cooking on Postharvest-treated Pesticide Residues in Polished Rice. *Journal of Food Hygiene and Safety* 14(1):9-16
- Han, S. H., S. K. Park, O. H. Kim, Y. H. Choi, H. J. Seoung, Y. J. Lee, J. H. Jung, Y. H. Kim, I. S. Yu, Y. K. Kim, K. Y. Han and Y. Z. Chae (2012) Monitoring of pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul, Korea. *The Korean Journal of Pesticide Science* 16(2):109-120
- Hegazy, M. E. A., M. Abdel-Razik, M. M. Diab and M. M. Abu-Zahw (1988) Sumithion residues on and in potato tubers. *Annals of Agricultural Science-Cairo*, 33:1291-1298.
- Hwang, L., A. Kim, B. Jung, J. Lee, J. Shin, Y. Park, H. Park, M. Kim, K. Park, E. Yun and M. Kim (2013) Removal of Pesticides during Washing and Cooking of Rice. *Journal of Food Hygiene and Safety* 28(1):31-35
- Jegal, S. A., Y. S. Han and S. A. Kim, Organophosphorus pesticides removal effect in rice and Korean Cabbages by Washing and Cooling. *Korean Journal of Food and Cookery Science* 16(5):410-415
- Kim, H. Y., S. Y. Lee, C. G. Kim, E. J. Choi, E. J. Lee, N. G. Jo, J. M. Lee and Y. H. Kim (2013) A Survey on the Pesticide Residues and Risk Assessment for Agricultural Products on the Markets in Incheon Area from 2010 to 2012. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 32(1):61-69
- Kim, N. H., M. G. Lee and S. R. Lee (1996) Elimination of Phenthoate Residues in the Washing and Cooking of Polished Rice. *Korean Journal of Food Science and Technology* 28(3):490-496
- Krol, J. W. (2000) Reduction of Pesticide Residue on Produce by Rinsing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:4666-4670.
- Ku, P. T., S. H. Jin, J. M. Kang, H. D. Kwon, S. H. Park and J. Y. Lee (2005) A Study on the Removal Efficiency of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables Treated by Additional Materials. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 48(4):388-393
- Kwon, H., H. Lee, J. Kim, Y. Jin, B. Moon, B. J. Park, K. A. Son, O. K. Kwon and M. K. Hong (2009) Reduction of Pesticide Residues in Field-Sprayed Leafy Vegetables by Washing and Boiling. *Journal of Food Hygiene and Safety* 24(2):182-187
- Noh, H. H., K. H. Lee, J. Y. Lee, H. K. Park, S. H. Park, S. H. Kim and K. S. Kyung (2011) Characteristics of Pesticide Residues in Leafy Vegetables Collected from Wholesale and Traditional Markets in Cheongju. *The Korean Journal of Pesticide Science* 15(4): 453-462
- Lalah, J. O. and S. O. Wandiga (2002) The effect of boiling on the removal of persistent malathion residues from stored grains. *Journal of Stored Products Research*, 38:1-10.
- Lee, M. G. (1999) Computation of residue limit of organophosphorus pesticides in functional foods from citrus fruit peels. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 18(4):349-354
- Liang, Y., W. Wanga, Y. Shen, Y. Liu and X.J. Liu (2012) Effects of home preparation on organophosphorus pesticide residues in raw cucumber. *Food Chemistry*, 133:636-640.
- Muhammad, S. and N. S. Kawar (1985) Behavior of parathion in tomatoes processed into juice and ketchup. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 20:499-510.
- Newsome, W. H. (1980) Determination of daminozide residues on foods and its degradation to 1,1-dimethylhydrazine by

- cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28:319-321.
- Pardez-Lopez, O., J. Gonzales-Casteneda and A. J. Carabenz-Trejo (1991) Influence of solid substrate fermentation on the chemical composition. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 71:58-62.
- Ruediger, G. A., K. H. Pardon, A. N. Sas, P. W. Godden and A. P. Pollnitz (2005) Fate of pesticides during the winemaking process in relation to malolactic fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:3023-3026.
- Seo, J., D. Ha, H. Lee, M. Oh, J. Park, H. Shin, and E. Kim (2010) The Degradation Patterns of Two Pesticides in Spinach by Cultivation, Storage and Washing. *Journal of Food Hygiene and Safety* 25(2):91-99.
- Uygun, U., H. Koxsel and A. Atli (2005) Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. *Food Chemistry*, 92:643-647.
- Youl, Y., Y. Lee and H. Kwon (2011) Reduction Factors of Pesticides with Different Physicochemical Properties under Washing and Cooking Conditions. *Korean Journal of Food Science and Technology* 43(5):537-543
- Zhang, Z., X. Liu and X. Hong (2007) Effects of home preparation on pesticide residues in cabbage. *Food Control*, 18:1484-1487.

엽채류에 엽면 살포된 농약의 세척 방법에 따른 제거

권혜영 · 김택겸 · 홍수명 · 김찬섭 · 백민경 · 김두호 · 손경애*

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부

요 약 우리가 주로 생채로 먹는 들깻잎, 상추를 하우스에서 재배하고 안전사용기준을 준수하여 약제를 살포한 후 수확하여 다양한 세척액의 시간별 제거율을 조사하고 가정에서 주로 사용하는 방법인 흐르는 물에 씻는 방법과 물을 받아 씻는 방법의 제거효율을 비교하였다. 들깻잎의 경우 잔류농약의 제거율은 수돗물 3~63%, 소금물 2~58%, 녹차액 6~74%, 세제액 8~86%였다. 세제액만이 수돗물과 유의성 있는 차이를 보였고 다른 세척액은 수돗물과 유의성이 없었다. 세척시간이 증가함에 따라 제거율도 증가하였으나 세제액의 1분 세척과 3분 세척만이 유의한 차이가 있었고 다른 처리들은 세척시간별로 제거율의 유의한 차이가 없었다. 흐르는 물에 씻는 방법과 물을 받아 씻는 방법을 조사한 결과 상추를 흐르는 물에 1회 세척시 8~68%, 물을 받아 세척시 7~64% 농약이 제거되었고 물과 시간은 흐르는 물에 세척시 17.5 L, 2.9분이 소비되었고 물을 받아 세척시 4 L, 1분이 소비되었다. 물을 받아 3회 세척시 16.5~76.6%의 농약이 제거되었으며 물과 시간은 12 L와 3분이 소비되었다. 따라서 물을 받아 세척하는 것이 물과 시간을 절약하면서 제거율을 높일 수 있는 것으로 생각되었다.

색인어 잔류농약, 엽채류, 세척, 경감