

갯잎의 세척방법별 잔류농약 제거효과에 관한 연구

이지윤[†]·조현철·이주현·구평태·나영란·김경아·김현진·황인영·김찬희
농산물검사소

Study on the Removal Efficiency of Pesticides in Perilla Leaf by Washing Methods

Ji-Yoon Lee[†], Hyeon-Chul Cho, Ju-Hyeon Lee, Pyeong-Tae Ku, Young-Ran Na, Kyeong-A Kim, Hyeon-Jin Kim, In-Young Hwang and Chan-Hee Kim

Office of Agricultural Products Inspection

Abstract

This study was conducted to experiment on residue patterns of Fenpropathrin & Kresoxim-methyl in perilla leaf by storage temperature and dates. And washing methods using various solutions were investigated to remove residual pesticides effectively. As result, the residual rates of 2 pesticides after storage 1, 3, 5, 10 days were 83.0%, 82.2%, 75.3%, 74.6% at 5°C, and 80.9%, 73.1%, 60.0%, 42.6% at 25°C, respectively. The residual rate was higher 5°C than 25°C. Also the average removal efficiency of 2 pesticides by washing methods was 3% Flour (62.3%) > 0.5% Green tea (60.6%) > 3% Vinegar (54.7%) > Tap water (54.5%) > 3% Sodium bicarbonate (53.5%). Removal rate of Fenpropathrin was 33.7%, Kresoxim-methyl 80.6%. Washing efficiency of soaking time was 56.0% at 1 min, 58.3% at 3 min, respectively.

Key words : Perilla leaf, Fenpropathrin, Kresoxim-methyl, Washing method, Removal rate

서론

생활환경의 변화에 따라 식품 소비시 건강지향성과 편의성이 중요시되고 있으며 신선한 식품에 대한 수요가 커지고 있다. 특히 신선 과채류는 특유의 조직감, 향미, 외관 뿐만 아니라 생리적 기능성 등에 관한 연구보고의 활성화 및 이들 정보가 각종 매체를 통하여 보급됨에 따라 수요 잠재력이 더욱 증대되고 있다.¹⁾

이러한 과채류 등 농작물 재배시 병충해 및 잡초 등을 효과적으로 제거하기 위하여 합성된 유기화합물인 농약이 사용되고 있으며 오·남용을 방지하고 잔류농약으로부터 안전한 농산물을 생산하기 위해 각 농약별 사용량, 사용 횟수, 수확기에 따른 살포 횟수 및 시기 등에 관한 농약안전사용기준과 최대잔류허용기준을 설정하여 사용방법과 사용량을 엄격히 규제하고 있다.^{2), 3)}

또한 각 기관마다 매년 농산물에 대한 잔류농약 모니터링을 실시하고 있는데 2007년 부산시내 유통농산물 3,387건에

대한 잔류농약 검사결과 118건이 기준초과 되었으며 부적합 품목은 갯잎 21건 > 상추 13건 > 부추 10건 순이었고 2008년 3,485건 검사결과 99건이 기준초과 되었으며 품목은 갯잎 22건 > 파·부추·참나물 각 8건 > 배추 7건 순이었고 농약성분은 Diethofencarb, Endosulfan, Fenpropathrin, Kresoxim-methyl, Procymidone 등으로 나타났다. 2006년 식품의약품안전청의 식품 등 수거검사결과 중 농산물에 대한 부적합 현황⁴⁾, 2007년도 농림수산식품부의 농산물 안전성 조사현황⁵⁾을 살펴보면 갯잎이 지속적으로 타작물에 비해 부적합률이 높은 것을 알 수 있으며, 이는 서울, 광주 등의 주요 부적합 농산물의 품목이 갯잎, 시금치, 열갈이 등으로 나타난 것과 일치하였다.^{6,7)}

갯잎(*Perilla frutesceus* var. *japonica* HARA)은 Anthocyanins, Flavones 등 안토시아닌계 색소와 철분, 칼슘 등의 무기질, 비타민A·C가 풍부하게 함유되어 있으며 Perillaldehyde, Perillaketone 등과 같은 방향성 정유 성분이 들어 있어 독특한 향이 입맛을 돋구어주므로 잎채소로 많이 이용되고 있다.^{8), 9)}

[†]Corresponding author. E-mail : mero214@korea.kr
Tel : +82-51-327-8601, Fax : +82-51-327-8603

깻잎은 대표적인 소면적 재배작물로 사용되는 농약의 수효가 적어 시장성이 적기 때문에 농약 회사들이 적용농약 개발을 기피하고 그 결과 농민들은 안전사용기준이 없는 다른 작물용 농약을 오용하는 일이 빈번하다.¹⁰⁾ 이러한 깻잎의 잔류농약검사 결과 기준 적용시 잔류농약허용기준 중 당해농산물의 분류에 따른 농산물의 최저기준을 적용받으므로 부적합률이 높은 실정이며 Fenprothrin, Kresoxim-methyl이 대표적이다. 2009년 12월 현재 깻잎에 대한 Fenprothrin 기준은 오이의 0.2 ppm, Kresoxim-methyl은 배추의 0.1 ppm이 적용 된다.

Fenprothrin은 감귤, 사과, 수박, 배 등의 나방 및 진딧물 방제에 사용되는 합성 Pyrethroid계 살충제로 1976년 일본 Sumitomo사에 의해 개발되었으며 국내에서는 1985년에 Fenpro(Danitol)로 등록되어 시판 사용되고 있다. 그리고 Kresoxim-methyl은 Strobilurin계 살균제로 사과, 오이, 포도 등의 갈색무늬병, 노균병 등의 예방 및 방제 효과가 우수하며 침투이행성이 없는 것이 특징이다.^{11), 12)}

깻잎의 표면 특성상 농약의 잔류 가능성이 크고 여러 장 겹쳐지기 쉬워 세척시 주의가 요구되므로 기준초과 빈도가 높은 Fenprothrin, Kresoxim-methyl을 대상으로 하여 이를 효과적으로 제거하고 잔류농약으로부터 안전한 농산물을 섭취하고자, 저장조건 및 기간별 잔류농약의 감소정도를 파악하고 또한 가정에서 손쉽게 할 수 있는 세척방법을 알아 보았다.

대상작물

본 실험에 사용된 대상작물은 부산시내 시장에서 구입 후 사전검사를 통해 실험대상 농약이 검출되지 않은 깻잎을 사용하였다.

대상농약

대상작물에 인위적으로 처리한 농약은 다니톨(펜프로파트린 유제, Fenprothrin 5%, 동방아그로), 해비치(크레속심메틸 입상수화제, Kresoxim-methyl 47%, 정보화학) 2종으로 시중 농약 판매점에서 구입하였으며 농약정보는 Table 1과 같다.

시약 및 표준품

Acetonitrile, n-Hexane등 유기용매는 Merck계 잔류농약분석용 시약을 사용하였으며, Fenprothrin(100%), Kresoxim-methyl(98%) 농약표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH, AccuStandard사의 제품을 사용하였다.

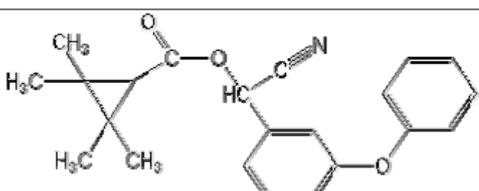
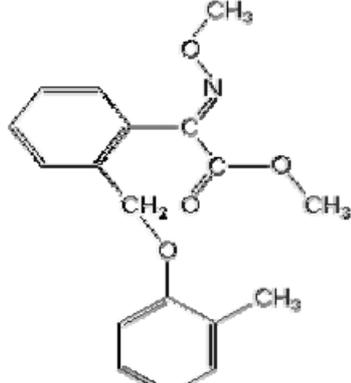
세척액

농약제거를 위해 사용된 세척액으로는 일반 수돗물과 0.5% 녹차액(아모레퍼시픽, 가루녹차 100%), 3% 소다액(전원식품, 탄산수소나트륨 95%·밀가루 5%), 3% 식초액(오투기, 총산도 6~7%), 3% 밀가루액(씨제이제일제당, 중력밀가루)을 각각 제조하여 사용하였다.

재료 및 방법

실험재료

Table 1. Chemical structures of Fenprothrin and Kresoxim-methyl

	Chemical Structures	Chemical names
Fenprothrin		cyano(3-phenoxyphenyl)methyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopropanecarboxylate
Kresoxim-methyl		methyl(aE)-α-(methoxyimino)-2-[(2-methylphenoxy)methyl]benzeneacetate

실험방법

농약처리

2종의 농약을 농약사용시침서¹¹⁾의 사용기준에 따라 Fenpro-pathrin(20 mL/20 L), Kresoxim-methyl(6.7 g/20 L)을 물에 희석시킨 침지액에 깻잎을 1분간 담근 후 표면의 물기를 털어 내고 건조대에서 풍건하여 사용하였다.

저장방법

농약부착 후 풍건된 공시시료를 50 g씩 각각의 분리된 폴리 에틸렌 병에 담아 직사광선을 차단한 상태에서 실온(25℃) 및 냉장(5℃)보관 하면서 일정 기간 경과 후인 1, 3, 5, 10일째에 3반복 실험하여 농약 잔류량을 측정하였다.

세척방법

농약을 인위적으로 부착시킨 공시시료를 균질화 한 후 50 g 을 칭량하여 대조군은 즉시 대상농약의 양을 분석하였다. 또한 시험구 시료는 세척액 종류에 따라 일반 수도물과 0.5% 녹차 액, 3% 소다액, 3% 식초액, 3% 밀가루액을 8 L씩 조제하여 각 각 고인 물에 1분 및 3분 동안 침지시키고 막대로 10초에 2~3 회 정도 흔들어 준 후 흐르는 물에 1분간 씻고 풍건하여 농약 잔류량을 분석하였다.

농약 잔류량 측정

농약이 처리된 대상 작물들의 농약 잔류량 측정에 있어 전처리는 기본적으로 식품공전의 다중농약다성분시험법에(Fig. 1) 따랐다. 깻잎 50 g에 Acetonitrile 100 mL를 가해 Homo-genizer로 3000 rpm으로 2분간 마쇄 추출하였다. 여기에 NaCl 20 g을 넣고 10분간 진탕 후 -20℃ 냉동실에 1시간

정지 후 상등액 20 mL를 취하여 진공회전농축기(40℃ 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 3 cc, 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.

농약 제거율 계산

잔류농약 제거율은 대상작물에 인위적으로 농약을 처리한 대조군에서 분석한 농약 잔류량과 세척방법에 따라 세척한 후 측정된 농약 잔류량을 비교하여 다음의 계산식에 의해 산출하였다.

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

회수율 실험

농약이 검출되지 않은 깻잎 50 g에 Fenpropathrin, Kresoxim-methyl을 각각 0.3 mg/kg을 처리한 후 3시간 정도 정지시키고, 상기 분석법에 따라 3반복 실험하여 회수율을 구하였다.

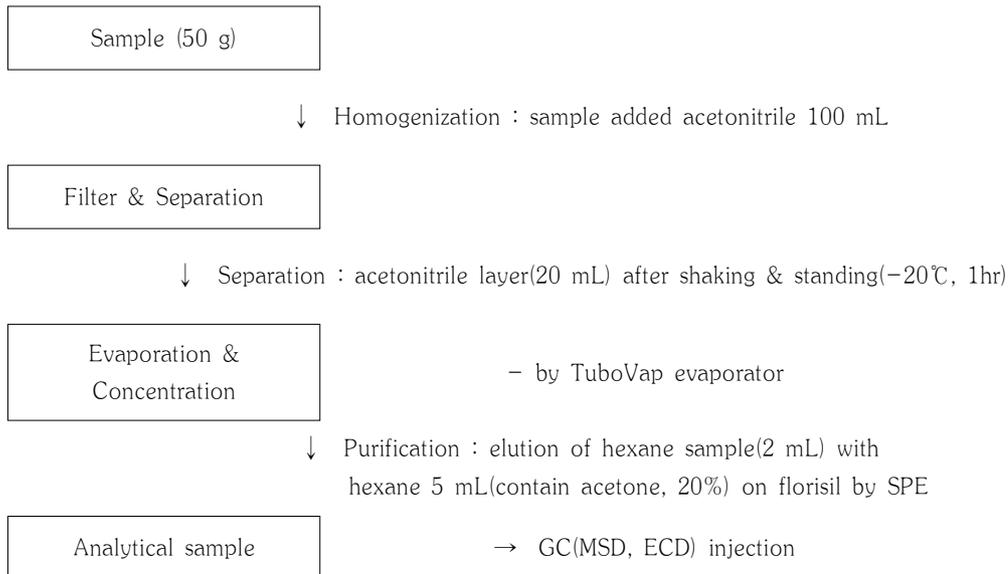


Fig. 1. Schematic diagram of sample preparation for analysis of pesticides.

Table 2. Analytical condition of GC/MSD and GC/ECD

	GC (MSD)	GC (ECD)
Instruments	Agilent Technologies 6890N GC / 5973i MSD	Agilent Technologies 6890N series II
Column	HP-5MS 30 m×0.25 mm×0.25 μm	HP-5 30 m×0.25 mm×0.25 μm
Oven	120℃ (1 min) 5℃/min	120℃ (1 min) 5℃/min
	200℃ (1 min) 5℃/min	200℃ (1 min) 5℃/min
	270℃ (10 min)	270℃ (10 min)
Injector(Inlet) Temp.	250℃	260℃
Detector(Aux) Temp.	-	280℃

결과 및 고찰

분석법의 회수율 및 검출한계

농약이 검출되지 않은 깨잎 50 g에 Fenpropathrin, Kresoxim-methyl을 각각 0.3 mg/kg, 0.6 mg/kg 을 처리한 후 3시간 정도 정치시키고, 상기 분석법에 따라 3반복 실험하여 구한 회수율은 Table 3과 같다. 본 분석법의 깨잎에 대한 회수율은 Fenpropathrin의 경우 90.7~96.3%, Kresoxim-methyl은 94.0~98.1%이었으며, 변이계수는 각각 1.3~3.5%, 1.8~2.1%로 농약별 검출한계는 각각 0.01~0.005 mg/kg로 본 실험을 수행하는데 적합한 분석법이라 판단하였다.

저장조건 및 기간에 따른 농약 잔류율 변화

실험대상 시료인 깨잎을 냉장(5℃) 보관하면서 시간의 경과 (1, 3, 5, 10일)에 따른 농약의 잔류율을 조사한 결과(Fig. 2) Fenpropathrin 78.2%, 76.7%, 70.1%, 69.3%, Kresoxim-methyl 87.7%, 87.6%, 80.4%, 79.9%로 나타났다.

한편 실온(25℃)에서의 잔류율(Fig. 3)은 Fenpropathrin 76.7%, 68.2%, 66.9%, 59.1%, Kresoxim-methyl 85.1%, 77.9%, 53.0%, 26.1%로 조사되어 냉장조건에서는 상대적으로 Fenpropathrin 보다 Kresoxim-methyl 의 잔류율이 높게 나타났으나 실온에서는 보관일수가 경과함에 따라 Fenpropathrin이 높게 나타났다. 고¹⁰⁾ 등은 Bifenthrin, Procymidone을 처리한 깨잎을 10일간 저장한 결과 4℃에서는 Procymidone 59.8%, Bifenthrin

45.9%, 20℃에서는 Procymidone 38.1%, Bifenthrin 41.3%의 농약이 잔류하였고 서¹³⁾ 등의 깨잎은 4℃에서 10일 후 Dimethomorph, Indoxacarb, Procymidone이 각각 76.9%, 75.0%, 69.0%, 20℃에서 37.6%, 5.9%, 6.6%의 잔류율을 보였다. 또한 이¹⁴⁾ 등의 조사결과에 따르면 복숭아를 15일간 보관했을 경우 잔류율은 4℃에서 Procymidone, Chlorpyrifos, Cypermethrin이 52.8%, 46.1%, 45.9%, 20℃ 보관시 9.5%, 33.6%, 42.6%, 로 나타났고 김¹⁵⁾ 등은 사과를 10℃에서 저장시 60일째에 Chlorpyrifos 30.5%, Chlorothalonil 46.3%, 4℃에서는 저장 120일째에 Chlorpyrifos 48.8%, Chlorothalonil 53.8%가 잔류하여 대상작물과 농약의 특성, 저장조건 및 기간에 따라 각각 농약의 잔류율이 감소되는 정도에는 차이가 있었지만 실온에 비해 냉장저장은 일정기간 경과 이후에도 초기상태와 비교했을 때 큰 변화가 없음을 알 수 있었다.

또한 실온저장 조건에서는 냉장에 비해 어느 정도의 농약 잔류율 감소 효과가 있었으나 사과, 복숭아 등의 과실류와 달리 깨잎은 작물 특성상 보관성이 떨어지며, 본 실험에서 저장 5일 이후부터 수분감소로 인한 시들음 및 짓무름 현상이 나타났고, 곰팡이 등이 생겨 현저한 품질저하가 일어나 가식할 수 없는 상태가 되었다. 일반적으로 가정에서 신선농산물 보관시 냉장고를 이용하는 상황을 고려해보면 저장기간에 따른 농약의 잔류율 변화가 크지 않으므로 안전한 농산물을 섭취하기 위해서는 적절한 방법의 세척이 필요할 것으로 사료된다.

Table 3. Recovery and detection limit of the analytical method for pesticides in Perilla leaf

Pesticide	Fortification (mg/kg)	Recovery ±C.V(%)*	Limit of Detection (mg/kg)
Fenpropathrin	0.3	90.7 ± 3.5	0.01
	0.6	96.3 ± 1.3	
Kresoxim-methyl	0.3	94.0 ± 2.1	0.005
	0.6	98.1 ± 1.8	

*Mean values of triplicate samples with coefficient of variation

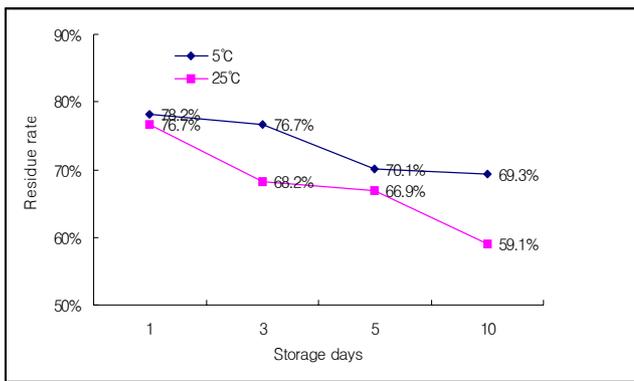


Fig. 2. Residue patterns of Fenpropathrin in perilla leaf during storage period at 5°C and 25°C.

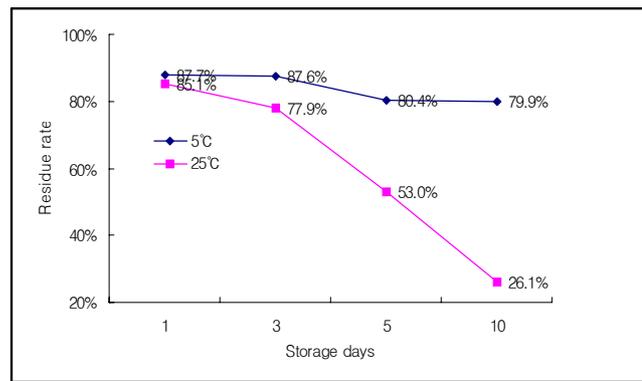


Fig. 3. Residue patterns of Kresoxim-methyl in perilla leaf during storage period at 5°C and 25°C.

세척방법별 잔류 농약의 제거효과

수돗물 세척

농약이 검출되지 않은 깻잎에 인위적으로 Fenpropathrin, Kresoxim-methyl을 처리하여 수돗물 침지 및 세척에 의한 농약의 제거율을 조사한 결과 1분간 침지 했을 때에 Fenpropathrin 30.8%, Kresoxim-methyl 76.6%, 3분간 침지했을 경우 Fenpropathrin 31.0%, Kresoxim-methyl 79.4%로 나타났다.

고¹⁰⁾ 등은 깻잎을 2분간 침지 및 진탕 후 30초간 흐르는 물에 세척하여 Procymidone 55.01%, Bifenthrin 54.36%의 제거율을 보였으며 권¹⁶⁾ 등은 시금치, 근대, 아욱을 대상으로 물 세척하였을 때 Bifenthrin 58~64%, Imidacloprid 12~43%가 제거되었다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었으며 물 세척 만으로도 일정 수준의 농약이 제거되는 것을 확인할 수 있었다.

첨가제를 이용한 세척

0.5% 녹차액, 3% 소다액, 3% 식초액, 3% 밀가루액으로 세척한 후 제거율을 조사한 결과 3% 밀가루액(62.3%) > 0.5%

녹차액(60.6%) > 3% 식초액(54.7%) > 3% 소다액(53.5%) 순으로 나타났다.

침지시간에 따른 제거율은 3% 밀가루액에 1분간 침지 했을 때에 Fenpropathrin, Kresoxim-methyl의 평균 제거율은 61.7%, 3분간 침지했을 경우 63.0%로 나타나 세척제 중 가장 높은 제거율을 보였고 0.5% 녹차액 세척은 58.7%(1 min), 62.5%(3 min)로 3% 밀가루액 다음으로 비교적 높은 제거율을 나타내었다. 그 외 3% 소다액 세척은 52.4%(1 min), 54.6%(3 min) 이었고 3% 식초액은 53.3%(1 min), 56.2%(3 min)로 나타나 수돗물 세척과 큰 차이가 없었다.

세척효과 비교

이상의 결과를 종합하면 세척방법별 잔류농약의 평균 제거율 (Fig. 4)은 3% 밀가루액(62.3%) > 0.5% 녹차액(60.6%) > 3% 식초액(54.7%) > 수돗물 (54.5%) > 3% 소다액(53.5%) 순으로 나타나 일반 수돗물, 식초 및 소다액에 비해 밀가루, 녹차액의 세척율이 비교적 높은 것으로 조사되었다.

농약별 평균제거율(Fig. 5)은 Fenpropathrin 33.7%, Kresoxim-methyl 80.6%로 Fenpropathrin에 비해서 Kresoxim-methyl이 높은 제거율을 보였는데 이는 농약의 제형별 특성에 의한 것으로 유제 처리시 수화제보다 높은 부착력 및 흡수율을 보

였다는 노¹⁷⁾ 등의 결과와 같이 수화제인 Kresoxim-methyl에 비해 유제인 Fenpropathrin이 깻잎 표면을 통한 흡착 및 침투가 용이하여 작물 내 흡수율이 높아 상대적으로 제거율이 낮게 나타난 것으로 보인다.

그리고 침지시간에 따른 세척효과(Fig. 6과 Fig. 7)를 살펴보면 침지 1분에서 Fenpropathrin은 3% 밀가루액(39.5%) > 0.5% 녹차액(36.8%) > 수돗물(30.8%) > 3% 식초액(29.6%) > 3% 소다액(25.3%), Kresoxim-methyl은 3% 밀가루액(83.8%) > 0.5% 녹차액(80.6%) > 3% 소다액(79.5%) > 3% 식초액(77.0%) > 수돗물 (76.6%)순으로 제거율이 조사되어 Fenpropathrin 32.

4%, Kresoxim-methyl 79.5%로 평균 56.0%의 제거율을 보였다. 그리고 침지 3분에서 Fenpropathrin은 0.5% 녹차액(40.4%) > 3% 밀가루액(40.1%) > 3% 식초액(34.8%) > 수돗물 (31.0%) > 3% 소다액(28.5%), Kresoxim-methyl은 3% 밀가루액(85.8%) > 0.5% 녹차액(84.6%) > 3% 소다액(80.7%) > 수돗물 (79.4%) > 3% 식초액(77.5%)순으로 조사되어 Fenpropathrin 35.0%, Kresoxim-methyl 81.6%로 평균 58.3%의 제거율을 보여 고여 있는 물에 대상작물을 침지시켜 충분히 저어준 다음 흐르는 물에 세척하는 것이 비교적 잔류농약의 제거율이 높은 것으로 나타났다.

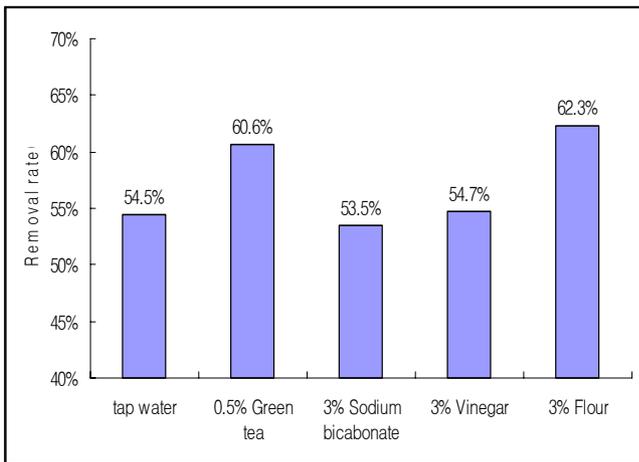


Fig. 4. Removal rate of pesticides in perilla leaf by washing solutions.

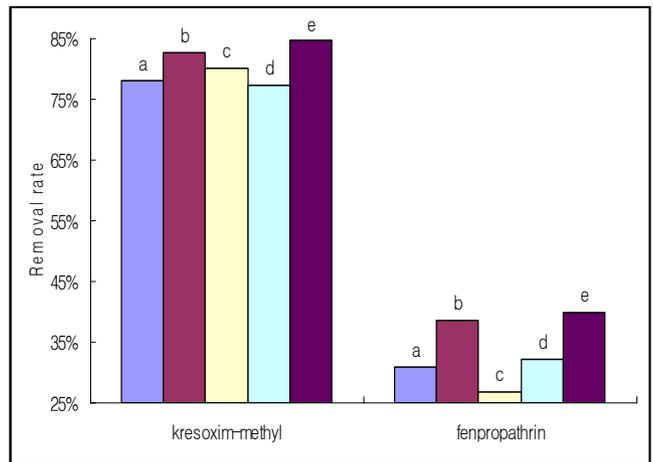


Fig. 5. Removal rate of Fenpropathrin and Kresoxim-methyl. a: Tap water, b: 0.5% Green tea, c: 3% Sodium bicarbonate d: 3% Vinegar, e: 3% Flour.

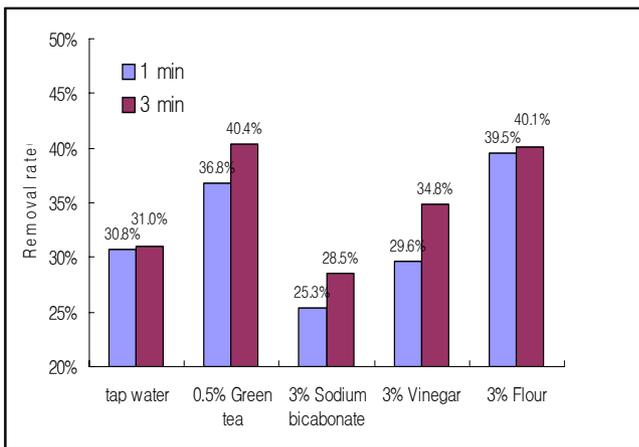


Fig. 6. Removal rate of Fenpropathrin by soaking time and washing solutions.

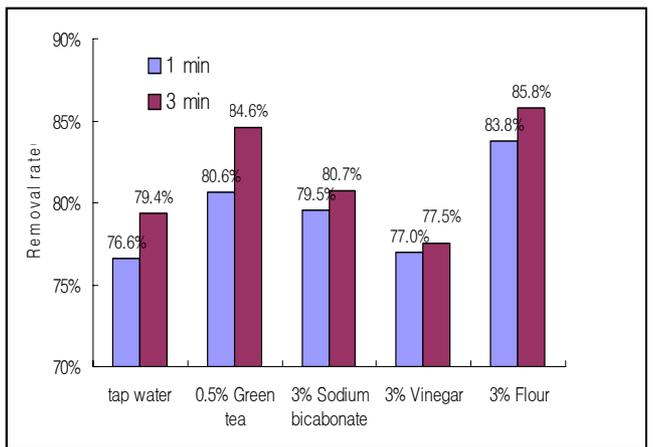


Fig. 7. Removal rate of Kresoxim-methyl by soaking time and washing solutions.

김¹⁸⁾ 등의 연구보고에 따르면 시금치를 대상으로한 Procymidone, Vinclozoline 제거율 실험 결과 녹차 및 우유 수세 방법이 비교적 높은 제거효과가 있었고 식초, 소다 세척 등은 효과가 거의 없었으며, 위 2종 농약을 대상으로 딸기, 방울토마토를 대상으로 실험한 결과에서는 식초, 녹차, 우유, 소다 세척 순으로 나타나 대상작물에 따라서 잔류농약의 제거 효과가 다름을 알 수 있었고 최근 상추 및 쌈추 중 잔류농약 제거를 위한 연구 결과¹⁹⁾ 0.5% 세제액(79.5%) > 10% 쌀뜨물(73.3%) > 1% 녹차액(70.1%) > 5% 식초액(68.3%) > 수돗물(65.0%) 순으로 제거효과가 나타났으며 첨가제 처리에 의한 과채류 중 잔류농약 제거 효과 연구²⁰⁾에서는 0.5% 세제액(82.9%) > 5% 식초액(76.9%) > 5% 소금물(75.8%) > 5% 밀가루액(75.7%) > 수돗물(68.3%) 순으로 조사되어 세척에 의한 잔류농약의 분해는 농약의 화학적 성질, 대상작물 표면의 왁스층 유무 및 형태적 특성, 세척시간과 방법에 따라 그 정도가 다른 것을 알 수 있었으며 이는 김¹⁵⁾, 이²¹⁾ 등의 보고에서도 확인할 수 있었다.

결 론

대상작물인 깻잎에 Fenprothrin, Kresoxim-methyl을 인위적으로 부착하여 냉장(5°C) 및 실온(25°C) 보관하면서 1, 3, 5, 10일째에 농약의 잔류율을 조사한 결과, 냉장보관시 Fenprothrin의 잔류율은 78.2%, 76.7%, 70.1%, 69.3% 이었으며 Kresoxim-methyl은 87.7%, 87.6%, 80.4%, 79.9%로 평균 83.0%, 82.2%, 75.3%, 74.6% 이었으며 실온에서는 Fenprothrin 76.7%, 68.2%, 66.9%, 59.1%, Kresoxim-methyl 85.1%, 77.9%, 53.9%, 26.1%로 평균 80.9%, 73.1%, 60.0%, 42.6%가 잔류하여 실온에 비해 냉장보관시 농약의 잔류율이 높게 나타났다.

세척방법별 제거효과는 3% 밀가루액(62.3%) > 0.5% 녹차액(60.6%) > 3% 식초액(54.7%) > 수돗물(54.5%) > 3% 소다액(53.5%) 순으로 조사되었고 농약별 평균제거율은 Fenprothrin 33.7%, Kresoxim-methyl 80.6% 이었다. 또한 침지시간에 따른 세척효과는 침지 1분에서 Fenprothrin 32.4%, Kresoxim-methyl 79.5%로 평균 56.0%의 제거율을 보였고 침지 3분은 Fenprothrin 35.0%, Kresoxim-methyl 81.6%로 평균 58.3%의 제거율을 나타내었다.

또한 세척 횟수가 증가 할수록 제거율의 증가된 정도는 감소하지만 전체적인 제거율은 높아지며, 세척 횟수도 중요하지만 세척시 사용되는 물의 양이 증가할수록 농약의 제거효과가 높아지고, 고여 있는 물과 흐르는 물에 이중세척 하는 것이 효과적이라는 보고^{13), 22), 23)} 및 본 실험결과에 따라 다량의 고여 있는 물에 깻잎을 침지시키고, 침지하는 동안 휘젓거나 흔들어서 세척한 다음 흐르는 물에 충분히 씻으면 잔류농약으로부터 안전한 농산물을 섭취할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김동만, 홍석인, “신선편이 농산식품의 현황 및 발전방향”, 한국식품저장유통학회, 3(1), pp.18~22 (2004).
2. Kim, H. Y., Yoon S. H., Park, H. J., Lee, J. H., Gwak, I. S., Moon, H. S., Song, M. H., Jang, Y. M., Lee, M. S., Park, J. S., Lee, K. H., “Monitoring of Residual Pesticides in Commercial Agricultural Products in Korea”, KOREAN J. FOOD SCI. TECHINOL. 39(3), pp.237~245 (2007).
3. Korea Food & Drug Administration, Food Code, Korea (2008).
4. Korea Food & Drug Administration, 식품등의 수거검사 결과, pp.59~88 (2007).
5. 농림수산식품부, 농식품 안전백서, pp.467~476 (2008)
6. Park, S. K., Ha, K. T., Kim, S. D., Kim, S. J., Lee, Y. J., Lee, K. A., Jang, J. I., Jeong, S. S., Song, B. Y., Jo, S. J., Jo, H. B., Choi, B. H., Kim, M. Y., “Survey on Pesticide Residues in Commercial Agricultural Products in the Northern Area of Seoul”, J. Fd Hyg. Safety. 24(1), pp.27~37 (2009).
7. Kim, J. P., Gang, G. L., Yang, Y. S., Lee, H. H., Chung, J. K., Kim, E. S., “A Survey on Pesticide Residues of Commercial Agricultural Products in Gwangju Area”, J. Fd Hyg. Safety. 20(3), pp.165~174 (2005).
8. Hong, Y. P., Kim, S. Y. and Choi, W. Y., “Postharvest changes in quality and biochemical components of perilla leaves”, KOREAN J. FOOD SCI. TECHINOL. 18, pp.255~258 (1986).
9. National ural Living Science institute, R. D. A., Food composition table, 6th revision, sangrogsa, Korea, pp.96~97 (2001).
10. Ko, K. Y., Lee, Y. J., Won, D. J., Park, H. J., Lee K. S., “Residual Pattern of Procymidone and Bifenthrin in Perilla Leaf During the Period of Cultivation and Storage”, Korean J. Environ. Agric. 22(1), pp.47~52 (2003).
11. 농약공업협회, 농약사용지침서, pp.230, 565 (2006).
12. Lee, S. J., Hur, J. H., Han, D. S., Kim, S. M., “Residues of Fenprothrin in fruits and leaves of red pepper”, J. Agr. Sci. 7, pp.95~103 (1996).
13. Seo, J. M., Kim, J. P., Yang, Y. S., Oh, M. S., Chung, J. K., Shin, H. W., Kim, S. J., Kim, E. S., “The Degradation Patterns of Three Pesticides in Perilla Leaf by Cultivation, Storage and Washing”, J. Fd Hyg. Safety. 22(3), pp.199~208 (2007).

14. Lee, Y. J., Go, G. Y., Won, D. J., Gil, G. H., Lee, G. S., "Residue Patterns of Procymidone, Chlorpyrifos and Cypermethrin in Peaches During Cultivation and Storage Period", *Korean J. Environ. Agric.* 22(3), pp.220~226 (2003).
15. Kim, Y. S., Park, J. H., Park, J. W., Lee, Y. D., Lee, K. S., Kim, J. E., "Residue Levels of Chlorpyrifos and Chlorothalonil in Apples at Harvest", *Korean J. Environ. Agric.* 22(2), pp.130~136 (2003).
16. Kwon, H. Yo., Lee, H. D., Kim, J. B., Jin, Y. D., Moon, B. C., Park, B. J., Son, K. A., Kwon, O. K., Hong, M. K., "Reduction of Pesticide Residues in Field-Sprayed Leafy Vegetables by Washing and Boiling", *J. Fd Hyg. Safety.* 24(2), pp.182~187 (2009).
17. Ro, A. S., Kang, W. H. and Cho, J. Y. "Effect of Different Formulations on the Biological Activity of Herbicide Cyhalofop-Butyl", *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 38(5), pp.440~446 (1995).
18. Kim, Y. G., Lim, T. G., Park, S. S., Heo, N. C., Hong, S. S., "A Study on Residual Pesticides in Commercial Fruits & Vegetables", *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.* 32(4), pp.763~771 (2000).
19. Lee, J. Y., "Study on the Pesticide Residues and Removal Efficiency of Leafy Lettuce (*Lactuca sativa*) and Ssamchoo(*Brassica lee ssp. namai*)", *부경대석사 학위논문* (2008).
20. Ku, P. T., Jin, S. H., Kang, J. M., Kwon, H. D., Park, S. H., Lee, J. Y., "A Study on the Removal Efficiency of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables Treated by Additional Materials", *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 48(4), pp.388~393 (2005).
21. Lee, M. K., "Computation of residue limit of organophosphorus pesticides in functional foods from citrus fruit peels", *Korean J. Environ. Agric.* 18, pp.349~354 (1999).
22. Yoon, C. H., Park, W. C., Kim, J. E., and Kim, C. H. "Removal efficiency of pesticides on apple by ultrasonic cleaner", *Korean J. Environ. Agric.* 16, pp.255~258 (1997).
23. Jegal, S. A., Han, Y. S., Kim, S. A., "Organophosphorus pesticides removal effect in rice and Korean Cabbages by Washing and Cooking", *KOREAN J. SOC. FOOD SCI.* 16(5), pp.32~37 (2000).