J. Fd Hyg. Safety
Vol. 24, No. 2, pp. 182~187 (2009)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

엽채류의 세척 및 끓임에 의한 엽면살포 농약의 경감

권혜영* · 이희동[1] · 김진배 · 진용덕 · 문병철 · 박병준 · 손경애 · 권오경 · 홍무기
농촌진흥청 국립농업과학원 유해물질과, [1]농촌진흥청 국립농업과학원 기획조정과

Reduction of pesticide residues in field-sprayed leafy vegetables by washing and boiling

Hyeyoung Kwon*, Heedong Lee1, Jinbae Kim, Yong-Duk Jin, Byeong Chul Moon, Byung-June Park, Kyung Ae Son, Oh-Kyung Kwon, and Moo Ki Hong
Hazardous Substances Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea
[1]Planning and coordination division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea
(Received November 9, 2008/Revised March 26, 2009/Accepted June 19, 2009)

ABSTRACT - The reduction rate of pesticide residues on spinach(bifenthrin, metalaxyl, procymidone), chard(bifenthrin, imidacloprid) and mallow(bifenthrin, chlorpyrifos, imidacloprid) were tested on each step of washing and boiling(spinach: 1, 3, 5min., chard: 3, 6, 9min., mallow: 10, 20, 30min.). The reduction rates of bifenthrin and procymidone by washing were 58~64% and 82%, and these were not changed significantly after boiling. In case of imidacloprid, the rates showed 43% on chard and 12% on mallow by washing, and these were highly increased to 94% after boiling. And the reduction rate of metalaxyl and chloropyrifos were 69% and 11% by washing, and 96~98% and 77~79% by boiling. Specifically we monitored the pesticide residues on both boiled vegetable and its water because there are used to cook as soup in Korea. The total residual amounts of imidacloprid and chloropyrifos were effectively removed on both boiled mallow and its water (12% → 34~40%, 11% → 76~79%), however, the other tested pesticides were not changed on pesticide residues when calculated with total amounts on boiled vegetable and its water. These explained the other pesticides were just moved vegetable to water by boiling.

Key Words: Pesticide residue, Washing, Boiling, Reduction

소비자들의 먹거리 안전성에 대한 관심은 항구적이고 매우 높다. 최근 식품의 안전성을 확보하기 위한 수단으로 원재료 생산에서부터 제조, 가공, 보존, 유통단계를 거쳐 최종 소비자가 섭취하기 전까지의 각 단계에서 발생할 수 있는 위해 요소를 구명하고 이를 중점적으로 관리하고자 하는 위해요소 중점관리기준(hazard analysis and critical control point) 제도의 적용이 일반화되어 있으며, 우리나라도 1995년 식품위생법에 이 제도를 도입하여 식품의 안전성을 강화해 나가고 있다. 유기 농산물 소비실태 및 소비자 분석 결과 응답자의 77%가 안전성 때문에 유기농산물을 구입하는 것으로 나타났으며[1)], 특히 잔류농약에 대한 우려는 실제적인 위험 수준보다도 훨씬 불안한 의식을 가지고 있는 게 사실이다.

최근 몇 년간 시중 출하되는 농산물중 잔류농약 검사에 의한 부적합 농산물의 90%이상이 들깻잎, 상추, 쑥갓 등의 엽채류이다. 농약의 작물 잔류성에 미치는 외형적 요인은 농약의 제형 및 이화학적 특성, 작물의 형태 및 성장속도, 기상 및 토양 환경 등으로 크게 나누어 볼 수 있으며[2)], 여기서 작물의 형태라 함은 작물체 표면의 굴곡, 융모의 양과 형태, 중량에 대한 표면적비 등을 들 수 있다. 따라서 비표면적이 크고 수확주기가 짧은 엽채류의 특성상 다른 작물들에 비해 농약이 더 잔류될 수 있으리라 판단된다. 그러나 우리가 엽채류를 섭취시에는 세척이나 조리과정을 거치므로 우리가 엽채류를 섭취시 엽채류에 실제 남아있는 농약의 양은 초기의 양과 다를 수 있다.

실제로 많은 논문들이 채소의 데치기 및 끓이기, 쌀의 취반, 과일 잼 제조 등과 같은 가열 조리에 의해서 잔류농약량이 크게 변한다고 보고하고 있다[3~6)]. Nagayama는 시

*Correspondence to: Hyeyoung Kwon, Faculty of National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea.
Tel.: +82-31-290-0535, Fax.: +82-31-290-0506
E-mail: kwonhy@rda.go.kr

Table 1. Physico-chemical properties of the pesticides used[8)]

Pesticide	Water solubility ($mgkg^{-1}$)	logP	Vapor pressure (mPa, 20-25°C)	Henry's constant ($Pa\ m^3\ mol^{-1}$)	Mode of action
Bifenthrin	<1ug/L	>6	0.024	1.02×10^{2}	Non-systemic
Chorpyrifos	1.4	4.7	2.7	6.76×10^{-1}	Non-systemic
Imidacloprid	610	0.57	4×10^{-7}	2×10^{-10}	Systemic
Metalaxyl	8400	1.75	0.75	1.6×10^{-5}	Systemic
Procymidone	4.5	3.14	18	1.14[9)]	Non-systemic on leaf

장에서 수거해 온 농산물들을 데치거나 잼을 제조한 후 농약 잔류량을 분석한 결과 logPow값들과 제거율은 반비례한다고 보고 한 바 있다[7)].

따라서 본시험에서는 우리나라에서 주로 섭취되는 엽채류 중 잔류농약에 의한 부적합 비율이 높고 주로 데치거나 국을 끓여 먹는 작물인 근대, 아욱, 시금치를 비닐하우스에서 재배하여 농약안전사용기준에 따라 약제를 살포한 후 수확하여 세척 및 물에서 끓일 때의 잔류농약 경감을 조사하였다.

재료 및 방법

물중 잔류농약의 끓임에 의한 경감 실험

물을 끓일때 잔류농약의 경감을 조사하기 위해 500 ml 유리 비이커 각각에 증류수 210 ml를 붓고 bifentrin, chlorpyrifos, imidacloprid, metalaxyl, procymidone 10 $mgkg^{-1}$ 용액 1 ml를 첨가하여 핫플레이트에 올려놓고 10분간 끓였다. 끓이기 전후의 농약의 잔류농도를 구하고 물량을 곱하여 농약량을 구하고 이를 이용하여 잔류농약의 제거율을 산출하였다.

작물체중 잔류농약의 세척 및 끓임에 의한 경감 실험

시험작물

우리나라에서 주로 소비되는 엽채류 중 잔류농약에 의한 부적합 판정 비율이 높고 가열조리하는 작물인 시금치(킹오브덴마크, *Spinacia oleracea L.*), 근대(백경근대, *Beta vulgaris L. var. cicla L.*), 아욱(치마아욱, *Malva verticillata L.*)을 수원시 입북동에 위치한 비닐하우스에서 재배하여 농약별 안전사용기준을 준수하여 농약을 살포하고 수확하여 시험에 사용하였다.

약제살포 및 시료채취

시험농약은 각 작물에 등록된 농약들 중에서 약제간의 화학적 특성이 상이하도록 선정하였는데 시금치는 비펜트린 수화제와 메탈락실 수화제, 근대와 아욱은 비펜트린 수화제와 이미다클로프리드 수화제를 선정하였고, 아울러 잔류농약에 의한 부적합 비율이 높은 농약인 프로사이미돈 수화제와 클로로피리포스 수화제를 추가로 선정하여 시금치와 아욱에 각각 사용하였다. 각 약제의 이화학적 특성은 Table 1에 나타내었다. 약제살포는 엽채류의 수확기에 표준희석배수로 희석하여 압축식 분무기를 이용하여 안전사용기준에 맞춰 살포한 후 수확하여 시험에 사용하였는데 시료의 채취일은 근대 6월 14일, 아욱 6월 7일, 시금치 6월 10일 이었다.

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

Pesticide	Washing solvent	Elution solvent
Bifenthrin	H/D(8/2)	H/D/A*(49.65/50/0.35)
Chlorpyrifos	H/D(8/2)	H/D/A(49.65/50/0.35)
Imidacloprid	H/D/A(45/50/5)	D/A(50/50)
Metalaxyl	H/D/A(45/50/5)	D/A(50/50)
Procymidone	H/D(8/2)	H/D/A(49.65/50/0.35)

* H:hexane, D:dichloromethane, A:acetonitrile

가열조리방법

비가식 부분을 제거한 후 잎의 형태와 길이가 비슷한 것을 골라 시료로 사용하였는데 가열시간은 관련 논문 및 예비실험을 근거로 시료별 특성을 고려하여 결정하였다. 근대, 시금치, 아욱을 먼저 수돗물 4 L당 시료 100 g의 비율로 넣어 1분간 1회 세척한 후 냄비에 4 L의 물을 받아 물이 끓기 시작하면 세척된 시료 300 g을 넣어 끓였는데 이때 끓이는 시간은 작물체의 특성을 고려하여 결정하였다. 시금치는 1분, 3분, 5분, 근대는 3분, 6분, 9분, 조직이 다소 뻣뻣하고 두꺼운 아욱은 10분, 20분, 30분간 끓였다. 끓여진 작물체는 체에 받쳐 물기를 빼고 작물체와 물을 각각 분석하였다.

잔류농약분석

각 시료를 잔류농약의 분석이 가능한 무게로(세척시료 : 20~150 g, 가열시료: 30~260 g) 유화기 컵에 취하고 acetone 100~150 mL를 가하여 유화기로 균질화하고 여지(No. 2)에 celite545를 깔아둔 Bchner funnel에서 감압여과하였다. 여과액을 1 L 분액여두에 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 4시간이상 활성화된 Florisil(60~100 mesh) 5 g을 TEPP stop cock가 달린 직경 12 mm, 길이 400 mm 정제용 유리컬럼에 충진한 후 그 위에 sodium sulfate를 2 cm높이로 충진하고 *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. 세척 및 가열처리에 이용한 물도 부피를 재고 일정량(0.5~3 L)을 취해 액액분배과정부터 위와 같은 방법으로 실험하여 잔류농도를 조사하여 잔류 농약량을 구하는데 이용하였다.

제거율 계산

세척과 끓임의 각 단계별로 작물체와 물의 잔류농약의 농도를 구하고 그 농도에 작물체와 물의 무게를 곱하여 잔류 농약량을 구하고 이들을 이용하여 제거율을 산출하였다.

Table 3. Operating conditions of instruments for analysis of pesticides

Bifenthrin, Chlorpyrifos, Procymidone
Instrument : HP 6890 series Gas Chromatograph, Hewlett packard, USA
Detector : Electron Capture Detector(ECD)
Column : HP-5(30 cm L. × 0.25 mm i.d., 0.25 μm 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(N_2) 1.5 mL/min
Injection volume : 1 μL
Metalaxyl
Instrument : HP 6890 series Gas Chromatograph, Hewlett packard, USA
Detector : Nitrogen Phosphorus Detector(NPD)
Column : DB-1701 (30 cm L. × 0.25 mm i.d., 0.25 μm 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(N_2) 1.5 mL/min, H_2 3.5 mL/min, Air 60 mL/min
Injection volume : 1 μL
Imidacloprid
Instrument : High performance liquid chromatopraph, HP-1100 series, Hewlett packard, USA
Detector : Diode Array Detector(DAD)
Column : Supelcosil LC-18 (25 cm L. × 4.6 mm i.d., 5 μm particle size)
Mobile phase : Acetonitrile-Water
Wave length : 254, 270 nm
Flow rate : 1 mL/min
Injection volume : 5 μL

잔류농약의 회수율 시험

잔류분석법의 효율을 검증하기 위하여 각 작물의 무처리 시료 및 작물을 넣고 가열한 물에 각 용매로 녹인 표준품을 두 수준의 농도로(0.1 $mgkg^{-1}$, 1 $mgkg^{-1}$) 첨가하여 잘 혼합하고 1시간 이상 방치한 후 상기 각 분석방법별로 추출 및 정제하고 분석하여 회수율을 산출한 결과, bifenthrin의 회수율은 두 수준의 농도에서 87~105%였고 최소 검출량은 0.01 $mgkg^{-1}$이었으며, chorpyrifos의 회수율 95~109%, 최소검출량은 0.01 $mgkg^{-1}$이었으며 imidacloprid의 회수율은 78~93%였고 최소 검출량은 0.1 $mgkg^{-1}$이었다. Metalaxyl의 회수율은 89~94%, 최소 검출량은 0.5 $mgkg^{-1}$이었고 procymidone의 회수율은 98~119%였으며 최소 검출량은 0.05 $mgkg^{-1}$ 이었다.

결과 및 고찰

물의 끓임에 의한 잔류농약 경감

물에 농약을 첨가한 후 10분간 끓일 때의 잔류농약 제거율을 Fig. 1에 나타내었다. Bifenthrin 96.4%, chlorpyrifo 99.5%, procymidone 78.5%, imidacloprid 13.9%, metalaxyl 10.7%의 제거율을 보였다. 많은 농약들은 대기와 토양, 식물, 물표면 사이에서 증기와 함께 휘발하는 것으로 알려져 있는데 Sunito등은 농약의 Henry's constant나 air-water partition coefficient가 클수록 대기로 잘 휘산된다고 하였다[10]. 또한 Reichman등은 토양표면 중 농약의 휘발시험에서 순수한 농약의 휘발성은 그것의 증기압이나 증기밀도와 연관이 되지만 농약이 젖은 매개물에 들어 있을 때는 Henry's constant에 따른 상분배로 인해 휘발성이 변화가 되는데 토양 실험에서 가장 높은 Henry's constant를 가진 trifluralin의 휘산율이 가장 컸다고 하였다[11]. 본 실험에서도 물의 끓임에 의한 잔류농약의 제거율은 농약의 Henry's constant와 비례하였으며(Fig. 2) 증기압과의 연관성은 찾을 수 없었다.

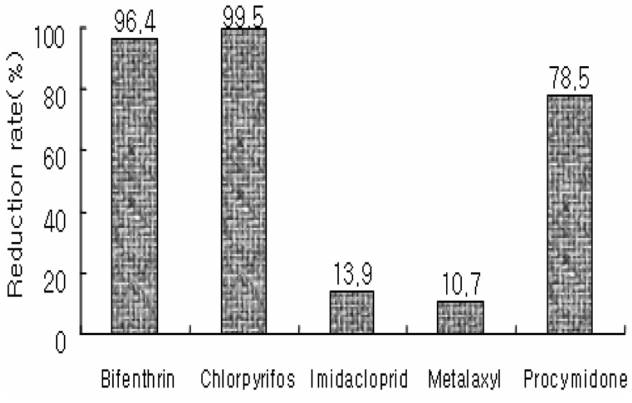

Fig. 1. Reduction of pesticide in water by boiling for 10 minutes.

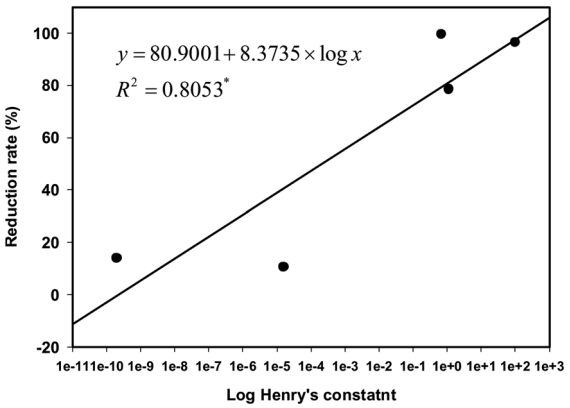

Fig. 2. The relationship between Henry's constant and reduction rate of pesticide in water by boiling for 10 minutes.

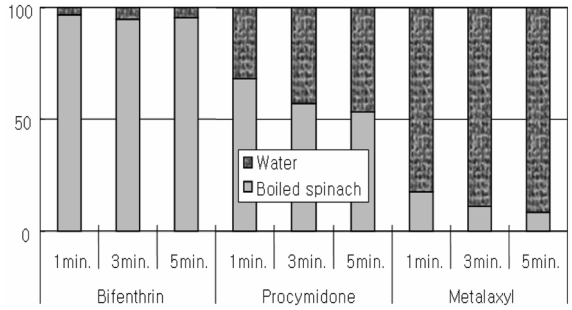

Fig. 4. Distribution of pesticide residues in the spinach and water after boiling.

시금치의 세척 및 끓임에 의한 잔류농약의 경감

수확한 시금치의 세척전 잔류량은 bifenthrin, metalaxyl, procymidone 각각 1.95, 0.02, 26.97 mgkg^{-1}이었다. 미등록 농약인 procymidone의 경우에는 잔류허용기준인 5 mgkg^{-1} (상추 기준 적용)을 5배 이상 초과하였다. 시금치를 세척하여 물에 넣고 1분, 3분, 5분간 끓인 후의 잔류농약 제거율을 Fig. 3a에 나타내었다. 세척에 의한 제거율은 bifenthrin 62%, metalaxyl 69%, procymidone 82%였으며 세척된 시료를 끓임에 따라 시금치의 잔류농약은 bifenthrin은 66~76%, metalaxyl은 96~98%, procymidone은 87~91%까지 제거되어 짧은 끓임 시간에도 불구하고 metalaxyl은 크게 제거되었다. 이는 물의 끓임에 의한 잔류농약 제거 실험(Fig. 1)의 결과와 매우 달랐다. Ozbey는 페파민트 잎을 끓는 물에서 우려내는 시험에서 높은 Henry's constant를 가진 choropyrifos가 물속으로 가장 적게 이동했고 낮은 Henry's constant를 가진 dimethoate가 물로 가장 크게 이동했다고 하였는데[12] 본 실험에서도 끓임에 의해 Henry's constant가 가장 낮은 metalaxyl이 물로 가장 크게 이동하여 잔류농약 제거율이 가장 높았던 것으로 보였다. 한편 우리가 시금치국을 섭취할 때를 가정하여 물의 잔류 농약량을 구하고 이를 시금치의 잔류 농약량과 합하여 시금치와 물 전체에 대한 잔류농약 제거율을 살펴본 바(Fig. 3b) bifenthrin 65~75%, metalaxyl 69~77%, procymidone 80~84%로 세척에 의한 제거율과 유의한 차이가 없었는데 이로써 끓임에 의해 시금치에서 물로 이동된 농약이 물속에서 제거되지 않았음을 알 수 있었다.

시금치와 물의 잔류농약 분포비를 살펴보면 시금치에 남아있는 비율은 농약의 Henry's constant가 클수록 높았다(Fig. 4).

이러한 결과들을 물의 잔류농약 제거실험 결과(Fig. 1)와 연관 지어 살펴보면 Henry's constant가 높은 bifenthrin은 끓이는 동안 물로 이동되는 양이 작았고 이동된 이후 쉽게 제거되었으며 Henry's constant가 낮은 metalaxyl은 물로 이동되는 양이 많고 이동된 이후 제거되지 않았음을 알 수 있었다.

근대의 세척 및 끓임에 의한 잔류농약의 경감

수확한 근대의 세척전 잔류량은 bifenthrin, imidacloprid 각각 0.94, 0.56 mgkg^{-1}이었다. Fig. 5(a)에 근대를 세척 및 물에 넣고 3분, 6분, 9분 끓일 때의 잔류농약 제거율을 나타내었다. 근대에 대한 잔류농약 제거율은 bifenthrin은 세척에 의해 58%, 끓임에 의해 69~73%로 큰 차이가 없었으나 imidacloprid는 세척에 의해 43%제거된 후 끓임에 의해 90~94%까지 크게 제거되었다. 이는 시금치에서와 마찬가지로 Henry's constant와 반비례하였다. 한편 근대와 물 전체에 대한 잔류농약 제거율을 살펴보면(Fig. 5b)

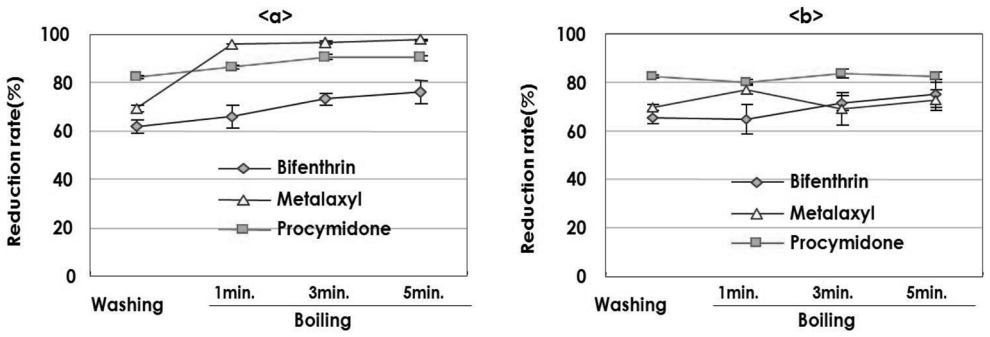

Fig. 3. Reduction rate of pesticide residue in the spinach without(a) and with(b) water by boiling process.

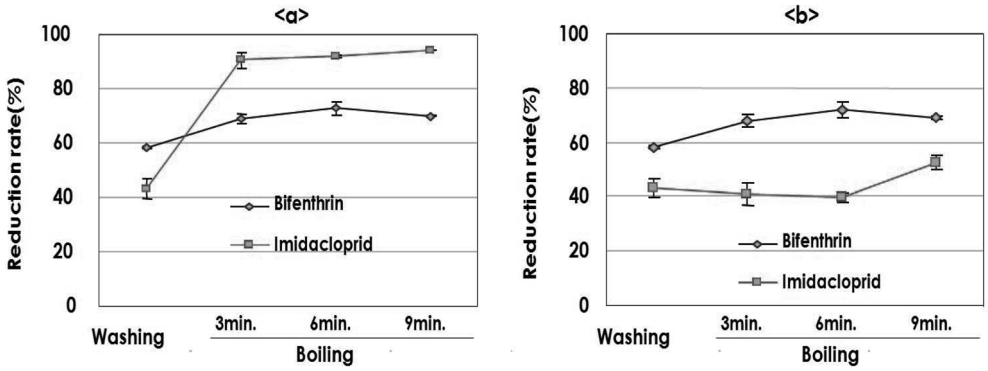

Fig. 5. Reduction rate of pesticide residue in the chard without(a) and with(b) water by boiling process.

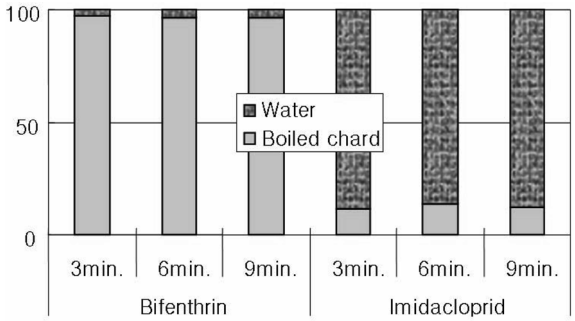

Fig. 6. Distribution of pesticide residue in the chard and water after boiling.

imidacloprid는 40~53%, bifenthrin은 68~72% 로써 세척시의 제거율과 큰 차이를 보이지 않았다.

끓인 후 근대와 물에 대한 잔류농약의 분포비율을 Fig. 6에 나타내었다. 근대에 bifenthrin은 96%, imidacloprid는 12% 분포하여 Henry's constant값과 비례하였다.

이러한 결과들을 물의 잔류농약 제거실험 결과(Fig. 1)와 연관 지어 살펴보면 시금치와 마찬가지로 Henry's constant가 낮았던 imidacloprid의 경우 물로 이동되는 양은 많았으나 물로 이동된 후 제거되지 않았고 Henry's constant가 높았던 bifenthrin은 물로 이동되는 양은 작았으나 이동된 후 쉽게 제거되었음을 알 수 있었다.

아욱의 세척 및 끓임에 의한 잔류농약의 경감

수확한 아욱의 세척전 잔류량은 bifenthrin, chlorpyrifos, imidacloprid 각각 0.81, 0.46, 0.14, $mgkg^{-1}$이었으며, 미등록 농약인 chlorpyrifos의 경우 잔류허용기준인 0.01 $mgkg^{-1}$을 46배나 초과하였다. 아욱의 세척 및 물에서 10분, 20분, 30분간 끓일 때의 잔류농약 제거율을 Fig. 7a에 나타내었다. 아욱의 세척에 의한 제거율 및 끓임에 의한 제거율은 bifenthrin 64%, 66~71%, chlorpyrifos 11%, 77~79%, imidacloprid 12%, 91~93%였다. 앞서 두 작물과 마찬가지로 높은 Henry's constant를 가진 bifenthrin에 비해 낮은 Henry's constant를 가진 chlorpyrifos와 imidacloprid의 제거율이 높았다. 한편 아욱과 물 전체에 대한 잔류농약 제거율을 살펴보면(Fig. 7b) bifenthrin은 65~71%로 세척과 차이가 없었고, chlorpyrifos는 76~78%, imidacloprid는 34~40%까지 끓임에 의해 효과적으로 제거되었다.

끓인 후 아욱과 물의 잔류농약 분포비를 살펴보면 아욱에 남아있는 비율은 농약의 Henry's constant가 클수록 높았다(Fig. 8).

이러한 결과들을 물의 잔류농약 제거실험 결과(Fig. 1)와 연관 지어 살펴보면 근대와 시금치에 비해 비교적 끓임 시간이 길었던 아욱에서도 Henry's constant가 가장 높았던 bifenthrin은 물로 이동되는 양이 작았고 이동된 후

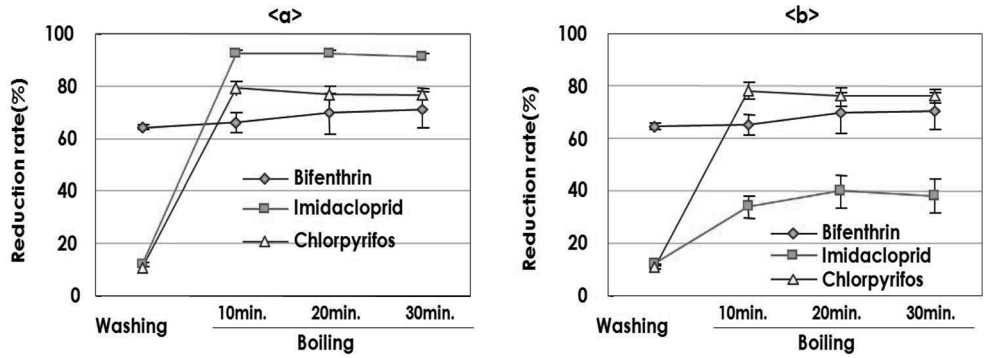

Fig. 7. Reduction rate of pesticide residue in the mallow without(a) and with(b) water by boiling process.

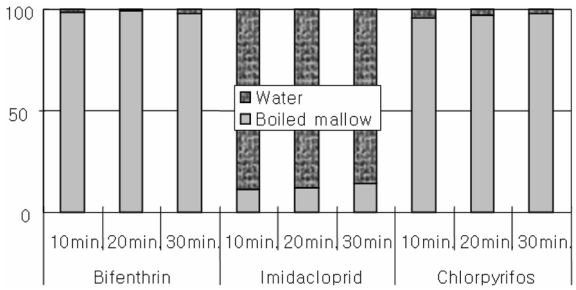

Fig. 8. Distribution of pesticide residue in the mallow and water after boiling.

쉽게 제거되었으며 Henry's constant가 낮은 imidaclorid와 chlorpyrifos는 물로 이동되는 양이 컸고 이동된 후 물에서 Henry's constant에 비례하여 제거되었다.

요 약

작물을 데치거나 국을 끓여 먹는 과정에서의 잔류농약 경감을 조사하기 위해 비닐하우스에서 재배하면서 농약을 살포한 시금치(bifenthrin, metalaxyl, procymidone), 근대(bifenthrin, imidacloprid), 아욱(bifenthrin, chlorpyrifos, imidacloprid)을 세척하고 물에 넣고 끓여(시금치: 1분, 3분, 5분, 근대: 3분, 6분, 9분, 아욱: 10분, 20분, 30분) 잔류농약 제거율을 조사하였다. Bifenthrin, procymidone은 세척에 의해 각각 58~64%, 82%제거되었고 끓임에 의해 제거율이 유효하게 변하지 않았다. Imidacloprid의 경우 근대에서 43%, 아욱에서 12%가 세척에 의해 제거되었으며 끓임에 의해 94%까지 크게 제거되었다. Metalaxyl, chlorpyrifos는 세척에 의해 각각 69%, 11%가 제거되었고 끓임에 의해 98%, 79%까지 유효하게 제거되었다. 한편 국을 끓여 먹을 때를 고려하여 끓이는 과정에서 사용된 물과 작물체를 합하여 제거율을 조사했을 때는 아욱의 imidacloprid와 chloropyrifos만이 끓임에 의해 효과적으로 제거되었고(12% → 34~40%, 11% → 76~78%) 다른 농약들은 세척과 차이가 없었다. 이러한 농약들은 작물체를 물에서 끓이는 과정에서 물로 이동되었으나 끓임에 의해 제거되지 않고 물속에 남아 있는 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 전혜경: 소비이용단계에서의 엽채류의 품질 특성 연구, 농촌진흥청 시험연구사업설계서 (2002).
2. 정영호, 김장억, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현: 최신 농약학, 시그마프레스, 272-276 (2000).
3. Soliman, K.M.: Changes in concentration of pesticide residue in potatoes during washing and home preparation. *Food Chem Toxicol*., **39**, 887-891 (2001).
4. Elkins, E. R., Farrow, R. P., and Kiml, E. S.: Effect of heat processing and storage on pesticide residues in spinach and apricots. *J. Agric. Food Chem.*, **20**, 286-291 (1972).
5. Lee, M. G. and Lee, S. R.: Removal of EPN residues in washing and cooking process of chinese cabbage and radish. *Foods and Biotechnology*, **4,** 207-211 (1995).
6. 김남형: 쌀의 취반중 Phenthoate 농약 잔류분의 제거, 한국식품과학회지, **28**, 490-496 (1996).
7. Nagayama, T.: Behavior of residual Organophosphorus Pesticides in foodstuffs during leaching or cooking, *J. Agric. Food Chem.,* **44**, 2388-2393 (1996).
8. The Pesticide manual 13 Edition, British Crop Protection Council (2003).
9. Ferrari F, Karpouzas D. G., Trevisan M. and Capri E.: Measuring and Predicting Environmental Concentrations of Pesticides in Air after Application to Paddy Water Systems, *Environ. Sci. Technol.,* **39**, 2968-2975 (2005).
10. Sunito, L. R., Shiu, W. Y., Mackay, D., Seibes. J. N., and Glofelty, D.: Critical review of Henry's law constants for pesticides. *Rev. Environ. Contam. T.,* **103**, 159 (1988).
11. Reichman, R., Mahrer, Y., and Wallach, R.: A combined soil atmosphere model for evaluating the fate of surface applied pesticides. 2. the effect of varying environmental conditions, *Environ. Sci. Technol,* **34**, 1321-1330 (2000).
12. Ozbey, A., and Uygun, U.: Behavior of some organophosphorus pesticide residues in peppermint tea during the infusion process, *Food Chem.*, **104**, 237-241 (2007).