

상추의 생산단계별 Chlorpyrifos 및 Procymidone의 잔류허용기준 설정

김영숙 · 박주황 · 박종우 · 이영득¹⁾ · 이규승²⁾ · 김장억*
경북대학교 농화학과, ¹⁾대구대학교 농화학과, ²⁾충남대학교 농화학과
(2002년 4월 12일 접수, 2002년 6월 12일 수리)

Persistence and Dislodgeable Residues of Chlorpyrifos and Procymidone in Lettuce Leaves under Greenhouse Condition

Young-Sook Kim, Ju-Hwang Park, Jong-Woo Park, Young-Deuk Lee¹⁾, Kyu-Seung Lee²⁾, and Jang-Eok Kim* (Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea, ¹⁾Department of Agricultural Chemistry, Daegu University, Kyungbuk 712-714, Korea, ²⁾Department of Agricultural Chemistry, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

ABSTRACT: Two pesticides commonly used for lettuce cultivation including chlorpyrifos and procymidone were subjected to a field residue trial to ensure safety of terminal residues in the harvest. After pesticides were applied at standard and double rates in a foliar spray, leaf persistence of their residues was investigated for 10 days prior to harvest. Even though far exceeded the tolerances, initial leaf residues were rapidly dissipated with time and remained only 0.4~7.2% of the residues in the harvest. As well fitted by the first-order kinetics, biological half-lives of the pesticide residues in lettuce leaves ranged 1.2~2.6 days. Slow dissipation of the residues in the harvest was observed during storage at room temperature and 4°C for 7 days. Portions of dislodgeable residues which resided in detergent washings decreased as time elapsed. Patterns in dissipation and distribution of dislodgeable residues were not largely affected by the application rate of pesticides. It is concluded that timing of pesticide application, that is, pre-harvest interval would be the first factor to determine the terminal residue level in edible portions of lettuce.

key words: chlorpyrifos, procymidone, biological half-life, dislodgeable residue, pre-harvest interval

서 론

국내에서 주로 생식용으로 소비되는 채소류 중 엽채류에 해당되는 상추는 재배특성상 연속 수확작물이며 성장속도가 빨라 수확간 소요일수가 7~10일로 상당히 짧은 특징이 있다. 상추의 이러한 소비 및 재배특성을 감안할 때, 상추재배 시에 사용되는 농약들의 수확물 중 잔류수준의 안전성 평가는 타 작물의 경우에 비하여 상대적으로 그 중요성이 크다고 할 수 있다¹⁾. 상추와 같은 농산물은 수확물의 신선도상 유통기간이 매우 짧으므로 출하 후 농약잔류검사제도로는 그 분석결과가 산출되는 시점에 이미 그 유통이 종료되어 시기상 관리 및 제재 조치를 하기가 어렵다. 따라서 이러한 농작물들의 잔류농약에 대한 안전성 평가는 출하 전에 검사하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 즉 농산물의 출하여부는 수확전 10일경에 수확물에 대한 잔류량을 사전조사하고 출하시기의 예상

잔류량과 잔류허용량 (MRL)을 비교 평가하여 결정할 수 있다. 1997년부터 농림부에서는 농수산물품질관리법에 근거하여 출하 전 농산물에 대한 잔류허용 기준을 설정하여 부적합한 농산물의 출하를 사전에 차단하고 있다²⁾. 이러한 출하전 검사 제도를 효율적으로 운영하기 위해서는 출하시점에서의 MRL과 재배시 살포되는 농약의 생화학적 반감기에 근거한 생산 단계에서의 농약잔류허용기준이 별도로 설정되어야 할 것이다. 상추 수확물중 잔류수준이 높을 것으로 우려되는 농약들은 주로 경엽에 살포되는 살충제 및 살균제이며 제초제는 주로 살포시기가 재배초기이고 또한 토양처리제임을 감안할 때 수확물 중 농약잔류수준에 대한 기여도는 그다지 높지 않을 것으로 기대된다. 현재 국내에서 상추재배시 사용이 등록되어 있는 살충제 및 살균제는 총 8종이다³⁾. 국립농산물품질관리원이 2000년에 실시한 농산물 안전성 조사 결과, 부적합 내역 및 조치사항을 보면 MRL을 초과한 전체 부적합 품목은 56품목 525건이었다. 이중 채소류가 93%로 대부분을 차지하였으며 주요 작물은 깻잎, 쪽갓, 상추의 순으로 엽채류가 많은 것으로 나타났다. 주로 검출되는 농약으로는 chlorpy-

*연락처자명 :
Tel: +82-53-950-5720 Fax: +82-53-953-7233
E-mail: jekim@knu.ac.kr

rifos, carbofuran, endosulfan, EPN, procymidone 등이었으며 가장 많은 빈도를 나타낸 농약은 유기인계 살충제인 chlorpyrifos이었다⁴⁾. 농산물 재배시 살포된 농약은 대부분 시간이 경과함에 따라 대기 중으로 확산, 강우에 의한 유실, 가수분해, 광분해, 미생물에 의한 분해 및 작물체내 대사작용 등을 통해 자연 제거가 되거나 세척, 다듬기, 데치기, 가열 등 인위적 조리가공을 통해서도 많은 양이 제거되는 것으로 알려져 있다⁵⁻⁸⁾. 그러나, 주로 생식하는 농산물인 상추는 세척만이 가장 효과적인 농약제거 방법이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 출하 전 농산물의 안전성 평가에서 문제가 된 살충제 chlorpyrifos와 살균제 procymidone을 실제 상추 재배포장에 살포하여 가식부중 농약잔류량 변화를 조사하고, kinetics 해석에 따른 합리적 회귀식과 생화학적 반감기를 산출함으로써 생산단계에서의 농약잔류허용기준 설정을 위한 연구를 수행하고자 하였다. 또한 저장조건 및 기간별로 수확물의 농약잔류량 변화실험을 수행하여 유통기간 동안의 잔류량 감소정도를 추정하고자 하였으며, 세척에 따른 잔류농약의 제거 효과를 조사하여 최종 소비단계에서의 잔류농약 수준을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

약제

Chlorpyrifos (순도 99.7%) 및 procymidone (순도 99.3%) 분석용 표준품은 Merck사에서 구입하여 사용하였으며, 제품은 chlorpyrifos의 경우 더스반 수화제 (25%, 동부한농화학), procymidone은 스피렉스 수화제 (50%, 동방아그로)의 시판품을 구매하여 사용하였다. Chlorpyrifos와 procymidone의 화학명, 화학구조 및 사용 방법과 기준에 관한 사항들^{9,11)}은 각각 Table 1 및 2와 같다.

상추

상추 (*Lactuca sativa* L.)는 흥농종묘의 청치마 품종을 구입하여 사용하였다.

시험포장

상추 시험포장은 대구광역시 동구 지묘동 소재의 대규모 비닐하우스 단지 중에서 1개동 (60 m, 길이 × 6.0 m, 폭)을 임차하여 사용하였다. 상추포장의 토양은 Table 3과 같이 토성이 미사질 식양토(SiL), 유기물 함량이 3.8%로 경북지역의 일반적 토양특성을 나타내었다. 포장내 시험구는 약제처리별로 3반복 배치하였고 교차 오염을 방지하기 위하여 구간에 1 m의 완충지대를 설치하였다.

상추재배

상추는 별도의 포장에 파종하여 관행크기까지 성장시킨 종묘를 본 포장에 정식하였다. 재식밀도는 30 cm × 20 cm 이었으며 정식 11일 후 가장자리의 크기가 불균일하고 노화된 잎을 제거, 상추잎 크기를 균일화한 후 실험에 사용하였다. 실험기간 중 2일 간격으로 상추뿌리 주변의 토양에 물을 공급해 주어 정상적인 생육 상태를 유지시켰으며 그 외 상추재배 및 관리는 일반적인 경종법에 준하였다.

약제처리

Chlorpyrifos 및 procymidone은 공시약제의 살포농도를 표준희석배수 (표준량, 1000배 희석)와 표준희석배수의 1/2 (배량)로 조절하여 두 약제를 혼합한 다음 배부식 분무기를 사용하여 경엽을 포함한 전면에 균일하게 살포하였다.

경엽 중 잔류특성 실험

상추잎 중 두 약제의 생화학적 반감기를 구하기 위하여 정기적으로 잎시료를 채취하였다. 즉 상추포장에서 약제 살포 후 0 (2시간), 1, 2, 3, 5, 7 및 10일에 각 반복구당 6엽씩을 채취하여 잎의 무게와 투영면적을 측정하고 잔류분석에 사용하였다.

저장 실험

약제살포 5일 후에 상추포장 표준량 처리구에서 상추잎을 대량 채취하여 저장처리 시료로 사용하였다. 저장조건은 실온(20℃)

Table 1. Chemical structure and name of chlorpyrifos and procymidone

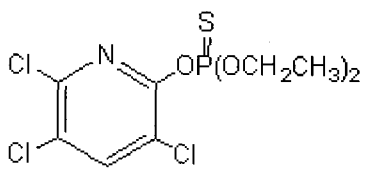
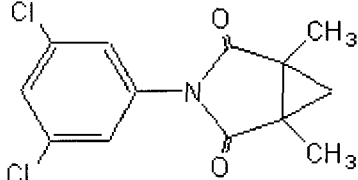
	Chlorpyrifos	Procymidone
Chemical structure		
Chemical name	O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate	N-(3,5-dichlorophenyl)-1,2-dimethylcyclopropane-1,2-dicarboximide

Table 2. Pesticides registered for use on lettuce during cultivation

Pesticide	Formulation	AI ^{a)} content (%)	Standard dilution rate	Safe use standard		MRL ^{d)} (mg/kg)
				PHI ^{b)} (day)	MNA ^{c)}	
Chlorpyrifos (Insecticide)	WP	25	1000	8	4	-
Procymidone (Fungicide)	WP	50	1000	3	-	5.0

^{a)}AI, active ingredient; ^{b)}PHI, pre-harvest interval; ^{c)}MNA, maximum number of application; ^{d)}MRL, maximum residue limit.

Table 3. Physicochemical characteristics of the soil of lettuce field

Texture ^{a)}	Particle size dist. (%)			pH (1.5 H ₂ O)	OM (%)	CEC (cmol/kg)
	Sand	Silt	Clay			
SiL	22.8	64.2	13.0	7.6	3.8	15.1

^{a)}SiL : Silty loam

Table 4. Gas-liquid chromatographic conditions for residue analysis of chlorpyrifos and procymidone

Instrument	Varian STAR 3400 CX gas chromatography	
Detector	Electron capture detector (ECD)	
Column	RESTEC corporation Rtx-5 (30 m×0.25 mm i.d.×0.25 μm)	
Temperature	Column	: 120°C(0.5 min)→20°C/min.→210°C(0 min)→5°C/min. →250°C(0 min)→10°C/min.→300°C(10 min)
	Injector	: 250°C
	Detector	: 300°C
Gas flow rate	Carrier N ₂	: 2 mL/min
	Make up N ₂	: 25 mL/min
Sample size	1.0 μL	
Retention time	Chlorpyrifos	: 8.9 min.
	Procymidone	: 10.0 min.

과 냉장 (4°C)으로 구분, 6엽씩 각 3반복으로 비닐백에 포장하였다^{12,13)}. 실온의 경우 비닐백에 직경 1 cm 정도의 구멍을 뚫어 통기가 되도록 하여 직사광을 차단한 상자에 넣어 보관하였고, 냉장의 경우는 비닐백을 밀봉하여 냉장고에 보관하였다. 저장 후 1, 2, 3, 4, 5 및 7일에 각 시료를 채취하여 잔류량을 분석하였다.

세척 실험

약제살포 5일 및 10일 후에 표준량 및 배량 처리구에서 상추잎을 반복구당 6엽씩 채취하여 세척실험에 사용하였다. 세척액은 증류수와 세척액 (sodium dioctylsulfosuccinate, 20 mg/L)을 각각 별도로 사용하였다. 즉 상추 잎시료에 세척액 500 mL을 가하고 120 rpm으로 10분간 교반 후 세척액을 따라 내었다. 상추시료에 재차 세척액 500 mL을 가하고 앞서의 과정을 반복하였다. 합한 세척액과 세척 후 상추잎 시료를 각

각 잔류분석하여 세척에 따른 농약 제거율을 산출하였다.

잔류분석

상추의 경우 세척시료 20 g에 acetone 70 mL를 가하여 homogenizer에서 균일하게 마쇄한 다음 Celite 545를 간 Büchner funnel로 감압여과하고 20 mL의 acetone으로 용기 및 잔사를 세척하여 앞서의 여액과 합하였다. 여과액을 40 °C 이하의 수욕상에서 회전농축기로 감압농축, 원래 여과액 부피의 1/3정도가 되도록 acetone을 유거시켰다. 부분 농축한 여과액을 분액여두에 옮겨 넣고 포화 염화나트륨수용액 80 mL과 dichloromethane 50 mL을 가하고 3분간 교반기로 격렬하게 교반하여 분석성분인 chlorpyrifos 및 procymidone을 dichloromethane층으로 분배시켰다. Dichloromethane층이 수용액상과 명확하게 분리된 후 dichloromethane층을 무수 sodium sulfate에 통과시켜 탈수하였다. 남은 수용액상에 dichloromet-

Table 5. Recovery and detection limit of the analytical method

Sample matrix	Compound	Fortification (mg/kg, mg/L)	Recovery \pm SD (%) ^{a)}	Detection limit (mg/kg, mg/L)
Lettuce	Chlorpyrifos	0.005	91.1 \pm 7.6	0.002
		0.025	91.5 \pm 8.6	
	Procymidone	0.05	97.7 \pm 2.1	0.02
		0.25	94.1 \pm 5.1	
Detergent solution	Chlorpyrifos	0.0005	92.9 \pm 4.0	0.0002
		0.0025	91.9 \pm 5.2	
	Procymidone	0.005	93.5 \pm 2.6	0.002
		0.025	92.8 \pm 4.1	

^{a)}Mean values of triplicate samples with standard deviations.

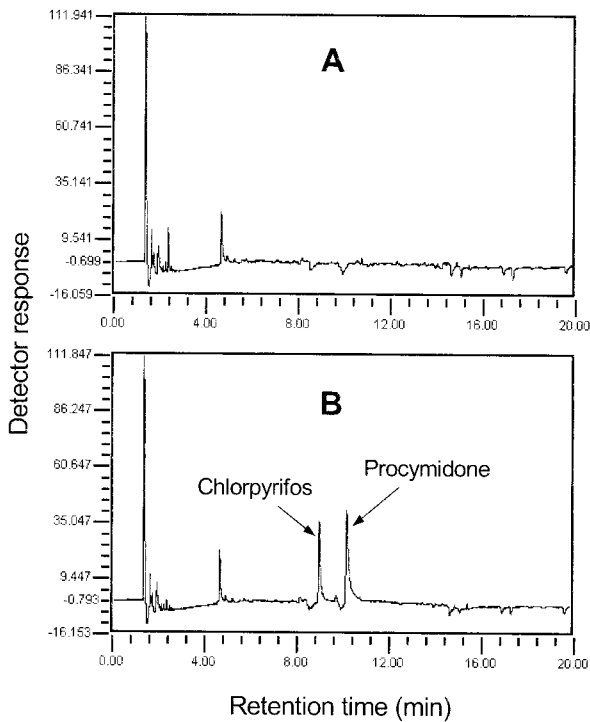


Fig. 1. Typical GLC chromatogram of the lettuce extract. A, control; B, fortified with chlorpyrifos and procymidone at 0.005 and 0.05 mg/kg respectively.

hane 40 mL을 가하여 위의 분배과정을 반복하고 앞서의 dichloromethane층에 합하였다. 합한 dichloromethane층을 회전 농축기로 건고 직전까지 농축한 후 질소 gas로 건고시키고 잔류분석용 hexane에 재용해하였다. Florisil 8.0 g이 hexane에 의해 습식충진된 glass column에 시료용액을 loading하고 hexane 80 mL로 씻어버린 후 acetonitrile : hexane : dichloromethane (1/49/50, v/v/v) 혼합용액으로 용출시켰다. 용출 용매를 농축하고 최종적으로 질소 gas로 건고시킨 후 잔류분석용 acetone 10 mL에 재용해하여 GLC/ECD로 잔류량을 분석하였다. 세척액의 경우 시료 1000 mL중 200 mL를 취하여

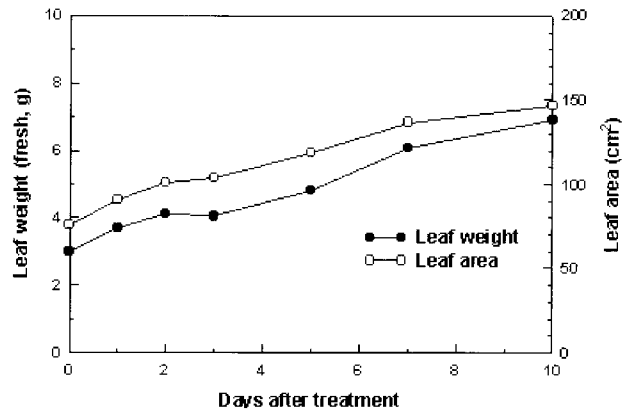


Fig. 2. Growth of lettuce leaves during the experiment.

포화 염화나트륨수용액 50 mL와 함께 분액여두에 가한 후 dichloromethane 100 mL로 2회 분배하였다. Dichloromethane 층이 수용액상과 명확하게 분리된 후 dichloromethane층을 무수 sodium sulfate에 통과시켜 탈수하였다. 이 후의 과정은 상추시료와 동일하게 정제하여 GLC/ECD로 Table 4와 같은 조건으로 잔류량을 분석하였다¹⁴⁾.

결과 및 고찰

잔류분석법의 회수율 및 검출한계

본 연구에서 사용된 chlorpyrifos와 procymidone의 상추 및 세척액 중의 잔류분석법에 대한 회수율을 알고자 무처리 상추와 세척액 시료에 농약을 2수준 3반복으로 처리하고 앞서의 분석과정을 수행하여 구한 회수율은 Table 5와 같다. 이 조건에서 chlorpyrifos와 procymidone은 동시 분석이 가능하였으며, 머무름 시간은 각각 8.9분 및 10.0분이었다. 최소검출량은 3% FSD (S/N>10)에서 각각 0.005 ng 및 0.05 ng이었다. 분석법의 회수율은 92.1~98.3% 범위로 모든 분석성분에서 75%를 상회하였다. 또한 분석오차는 전 시료종류, 대상성분 및 처리수준에 상관없이 10% 미만으로 나타나 우수한 재현성을 보였다. 이러한 분석법의 회수율과 분석오차는 농촌진흥청의 잔류농약분석기준¹⁵⁾을 만족하였다. 분석법의 검출한계는 상추시료의 경우 chlorpyrifos는 MRL의 1/200까지도 충분히 검출할 수 있어 높은 감도를 나타내었으며 세척액의 경우에는 상추시료보다 10배 높은 감도로 분석할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 사용된 chlorpyrifos와 procymidone의 잔류분석법은 Fig. 1의 chromatogram과 같이 방해물질의 간섭없이 2성분을 동시 분석할¹⁶⁾ 수 있을 뿐만 아니라 우수한 회수율과 재현성 그리고 높은 감도를 나타내어 상추시료의 잔류량 검사에 실용적으로 적용할 수 있다고 사료된다.

기상 및 상추생장 특성

실험기간 (2001년 5월 21일~5월 31일) 중 상추포장 비닐하우스내의 평균온도는 23.7 \pm 3.4 $^{\circ}$ C이었으며 평균습도는 72.9 \pm

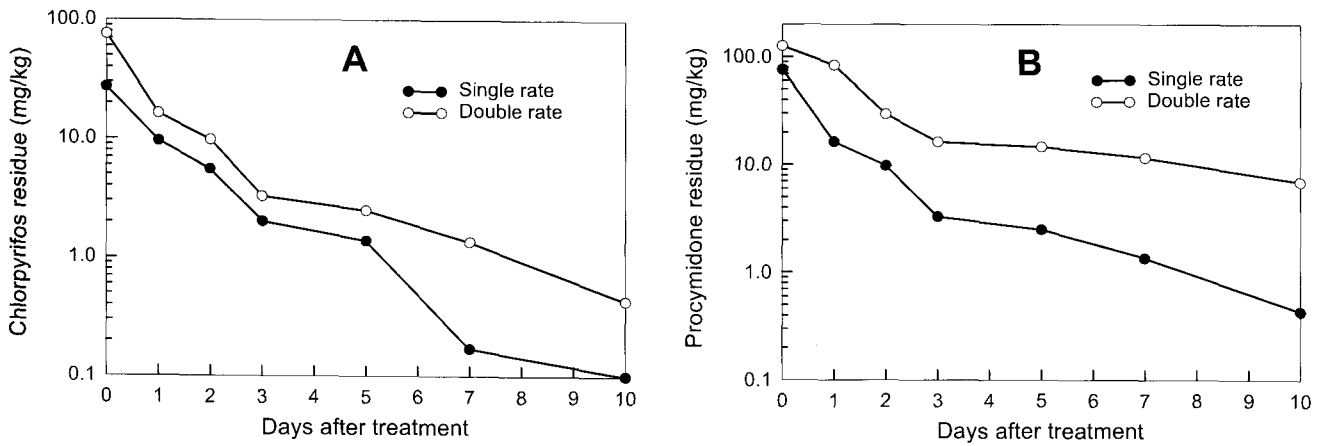


Fig. 3. Persistence of chlorpyrifos and procymidone in lettuce leaves under greenhouse condition. A, chlorpyrifos; B, procymidone

Table 6. Biological half-life of pesticides in lettuce under greenhouse condition

Pesticide	Application rate	Regression curve ^{a)}		Half-life (day)
		Equation	-r	
Chlorpyrifos	Single	$R=17.46 \cdot e^{-0.565T}$	0.976**	1.2
	Double	$R=29.61 \cdot e^{-0.456T}$	0.948**	1.5
Procymidone	Single	$R=64.92 \cdot e^{-0.527T}$	0.974**	1.3
	Double	$R=73.21 \cdot e^{-0.271T}$	0.903**	2.6

^{a)}Based on the first-order kinetics.

10.3%이었다. 시험기간동안 상추는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 처리구에 상관없이 계속적으로 빠른 생장을 하였으며 약제 처리 후 10일동안 엽중량은 3.1 g에서 6.8 g으로, 엽면적은 72.4 cm²에서 140.5 cm²로 각각 약 2배 가량 증가하였다. 시료는 약제살포 초기에 약 70 cm²에 해당하는 균일한 잎을 미리 선정하고 정해진 시기에 채취함으로써 실험의 균일성을 향상시켰다.

상추재배시 상추잎 중 잔류특성

상추재배시 살포한 두 약제의 상추잎 중 경시적 잔류량의 변화는 약제간에 다소 차이는 있으나 살포 후 시간이 경과함에 따라 그 잔류수준이 빠른 속도로 감소하였다. 약제살포 10일 후 잔존율은 처리수준에 따라 기준량 살포 및 배량 살포의 경우 0.4~0.6% 및 0.5~5.5%이었다. 두 약제의 상추잎에서의 잔류량 감소양상은 전형적인 1차 감소반응의 양상을 나타내어 지수함수적으로 그 수준이 감소하였다. 따라서 시간의 경과에 따른 잔류량의 변화를 1차반응으로 해석하여 회귀식을 구하고 이로부터 생물학적 반감기를 산출한 결과는 Table 6과 같다. 두 약제의 처리수준별 반감기는 chlorpyrifos는 1.2~1.5일, procymidone에서 1.3~2.6일로 나타났으며 높은 유의성을 나타내었다. Procymidone에서 그 차이가 다소 크게 나타난 점을 제외하고는 처리수준에 따른 반감기의 차이는

거의 없다고 판단된다. Chlorpyrifos는 상추에 대한 잔류허용기준치가 설정되어 있지 않아 양상추에 대한 잔류허용기준(MRL)인 0.1 mg/kg 그리고 procymidone은 상추에 대한 잔류허용기준이 5.0 mg/kg으로 설정되어 있어서 이들의 MRL에 적용시키면 chlorpyrifos는 기준량으로 약제 살포 후 10일, 그리고 procymidone은 7일 이후에 수확하는 것이 바람직하며, 두 약제 모두 배량 살포의 경우 10일 후에도 잔류허용기준 이하로는 분해가 되지 않는 것으로 나타나 권장량 이상의 살포는 바람직하지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 현재 출하된 잔류량 검사시 분석된 잔류량으로부터 출하시 예상되는 잔류량을 실용적으로 산출할 수 있을 뿐만 아니라 작물의 유통기간중 잔류허용기준의 설정에도 도움을 줄 수 있는 자료라 여겨진다.

저장중 상추잎 중 잔류량 변화

약제 처리 5일 후에 수확한 상추잎 시료의 약제별 저장조건 및 저장기간에 따른 잔류량 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 실온보관시 chlorpyrifos는 7일 후에 초기 잔류량의 32% 정도가 남아 있었고 procymidone은 약 55% 정도 잔류하였다. 냉장보관시에는 chlorpyrifos 67%, procymidone 73% 정도 잔류하는 것으로 나타나 저장조건 및 기간에 따라서 작물중 농약 잔류량이 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

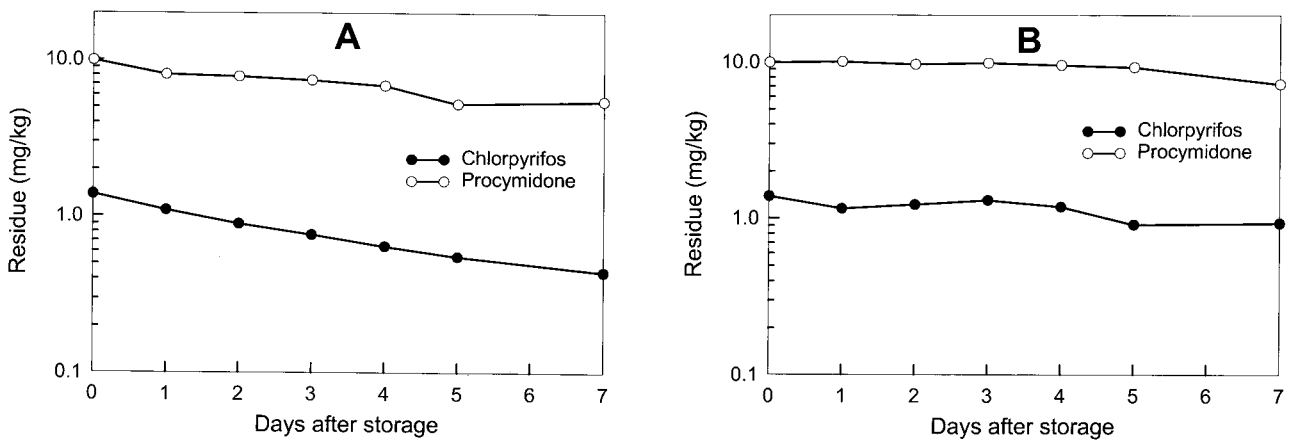


Fig. 4. Changes in residues of chlorpyrifos and procymidone during storage at different temperature. A, room temperature; B, refrigerated at 4°C

Table 7. Removal of pesticide residues on lettuce leaves by detergent washing

Pesticide	Application rate	Days after treatment	Dislodgeable residue (%) ^{a)}	
			Distilled water	Detergent ^{b)}
Chlorpyrifos	Single	5	44.2	42.0
		10	50.0	80.0
	Double	5	12.5	18.1
		10	18.6	48.8
Procymidone	Single	5	49.2	54.9
		10	42.1	55.3
	Double	5	30.4	57.0
		10	30.8	43.1

^{a)}Dislodgeable residue/total residue × 100.

^{b)}Aqueous solution of sodium dioctylsulfosuccinate (20 mg/L).

저장조건 및 기간에 따라 두 약제가 소실되는 정도를 직선회귀식에 의해 구한 반감기는 실온일 경우 chlorpyrifos 3.8 일, procymidone 7.2일 그리고 냉장일 경우 chlorpyrifos 12.4 일, procymidone 20.9일로 나타났다. 저장 실험의 결과에 의하면 chlorpyrifos 및 procymidone의 초기농도가 MRL 이상인 상추를 실온에서 저장시 두 가지 약제 모두 7일 후까지도 MRL 이하로 감소되지 않았고, 냉장조건에서는 두 가지 약제 모두 소실속도가 더욱 느려져 저장에 따른 감소는 기대하기가 어려웠다. 이러한 결과는 작물 저장중의 잔류량 변화를 실용적으로 산출할 수 있는 자료가 될 뿐만 아니라, 작물의 신선도를 유지하기 위해 행하는 냉장 보관이 오히려 작물 중 농약의 감소속도를 감소시킬 수가 있다는 것을 시사하고 있다. 이전의 실험결과에서 얻은 생화학적 반감기 식을 이용하여 출하시 잔류량을 잔류허용기준 이하로 유지하도록 약제 살포시기를 조절한 후 냉장보관을 행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

세척에 따른 상추잎 중 잔류량 제거효과

약제살포 5일 및 10일 후에 상추잎 시료를 채취하고 증류수 및 세제액으로 세척하여 잔류량 제거율을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 증류수와 세제로 세척하였을 경우 세제로 세척하였을 때 제거율이 다소 높게 나타났으나 그 차이의 정도는 약제에 따라 다르고 처음 잔류량이 완전히 제거되지 않는 것으로 나타났다. Chlorpyrifos의 경우 약제 살포 5일 후에 채취한 시료보다 10일 후에 채취한 시료에서 다소 높은 제거율이 관찰되었고, procymidone의 경우 약제 살포 5일 후에 채취한 시료와 10일 후에 채취한 시료에서 제거율의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 세척에 의한 제거율은 12.5~80.0%의 범위였으며 약제별, 처리수준별로 상당한 차이를 나타내었는데 이는 약제 특성 및 상추잎 표면의 특성에 따른 차이로 판단된다¹⁷⁾. 세척액에 따른 평균 제거율은 chlorpyrifos의 경우 증류수에 의해 31.3%, 세제액에 의해 47.2%이었고, procymidone의 경우 증류수에 의해 38.1%, 세제액에 의해 52.6%로 나타나 세척에 의한 잔류량의 제거 효율은 procymidone이 chlorpyrifos보다는 다소 높은 것으로 나타났다. 세제액에 의한 세척이 증류수 세척보다 제거효과가 다소 높게 나타난 것은 계면활성제의 작용에 의해서 지용성 농약성분을 유화시켜 물에 녹게 함으로써 표면장력이 저하되어 상추표면의 주름진 부분까지도 세척을 시켜주었기 때문인 것으로 사료된다^{5,17)}.

요 약

상추의 생산단계에서의 잔류허용기준 설정과 최종 소비단계에서의 안전성 평가자료로 활용하기 위하여 지금까지 상추 수확물에서의 잔류수준과 검출빈도가 높은 것으로 알려진 살충제 chlorpyrifos 및 살균제 procymidone의 포장상태에서의 생물학적 반감기, 보관상태에 따른 잔류량 변화 그리고 세척 형태에 따른 제거율을 조사하였다. 시설재배포장에서 상추중 두 약제의 살포농도별 생물학적 반감기를 측정된 결과 기준

량 살포의 경우 chlorpyrifos 1.2일 및 procymidone 1.3일, 배양살포의 경우에는 chlorpyrifos 1.5일 및 procymidone 2.6일로 나타났다. 유통과정중에서 일어날 수 있는 두 가지 농약의 잔류량 변화를 알아보기 위해서 실온(20℃) 및 냉장(4℃) 상태로 보관하면서 두 약제의 잔류량 변화를 조사한 결과 반감기는 실온저장시 chlorpyrifos 3.8일, procymidone 7.2일이었고, 냉장저장시에는 chlorpyrifos 12.4일, procymidone 20.9일로 나타나 두 약제 모두 실온저장보다 냉장저장시 잔류량의 감소가 훨씬 느린 것으로 나타났다. 세척방법에 의한 잔류농약의 감소량을 조사한 결과 세척 사용시의 평균 제거율은 chlorpyrifos 48.3%, procymidone 52.6%로 나타났고, 물 사용시에는 chlorpyrifos 31.3%, procymidone 38.1%로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2001년 농림기술개발사업 연구비 지원에 의해 수행된 과제에 일부임.

참고문헌

- 이서래 (2000) 잔류기준 설정을 위한 식품원료의 분류 및 명칭, 한국환경농학회지, 19(3), 259-269.
- 농수산물관리법(법률5667호) 제12조.
- 농약공업협회 (2001) 농약정보 3, 16-18.
- 농약공업협회 (2001) 농약정보 11, 80-87.
- 최영진, 김세원, 고영수 (1986) 과실 및 채소중 유기인계 잔류 농약에 관한 연구, 한국식품위생학회지, 1(2) 181- 186.
- 고복실, 전태환, 정규생, 이성국 (1996) 세척방법에 따른 상추중 유기인 잔류농약의 제거효과, 한국농촌의학회지, 21(2), 159-160.
- 윤채혁, 박우철, 김장익, 김충효 (1997) 초음파 세척기를 이용한 사과와 잔류농약 제거 효과, 한국환경농학회지, 16(3), 255-258.
- 제갈성아, 한영선, 김성애 (2000) 쌀과 배추의 세척 및 가열에 의한 유기인계 농약의 제거 효과, 한국식품과학회지, 16(5), 410-414.
- Tomlin, C. D. S. (2000) The Pesticide Manual (12th ed.), British Crop Protection Council, Surrey, UK, p.235-236, p.1003-1004.
- 정영호, 김장익, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현 (2000) 최신 농약학, 시그마프레스, p144, p211.
- 농약공업협회 (2000) 농약사용지침서, p.236-237, p.266-267.
- 김병삼, 김동철, 이세은, 남궁배, 정진웅 (1995) 진공예냉과 저온유통에 의한 양상추의 선도 연장, 한국식품과학회지, 27(4), 546-554.
- 양용준, 박권우, 정진철 (1991) 수확 전후 요인이 양상추의 저장수명 및 품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 23(2), 133-140.
- 農藥殘留分析法研究班 (1995) 最新 農藥の殘留分析法, 中央法規出版 p.147, p.513.
- 농촌진흥청 (2000) 농약의 등록시험기준과 방법; 잔류성시험의 기준과 방법, 농촌진흥청 고시 제2000-1호.
- Soleas, G. J., Yan, J., Hom, K. and Goldberg, D. M. (2000) Multiresidue analysis of seventeen pesticide in wine by gas chromatography with mass-selective detection, J. of Chromatography A, 882, 205-212.
- 이미경, 이서래 (1997) 국내 식품 중 유기인계 잔류농약의 위해성 평가, 한국식품과학회지, 29(2), 242-243.