

시설재배 참외 중 살균제의 생물학적 반감기

이주희 · 전영환 · 신갑식 · 김효영 · 박은정 · 김태화 · 김장억*

경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부
(2009년 12월 9일 접수, 2009년 12월 26일 수리)

Biological Half-lives of Fungicides in Korean Melon under Greenhouse Condition

Ju-Hee Lee, Young-Hwan Jeon, Kab-Sik Shin, Hyo-Young Kim, Eun-jeong Park, Tae-Hwa Kim, and Jang-Eok Kim*
(Division of Applied Biosciences, College of Agriculture and Life Sciences Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea)

ABSTRACT: This study was conducted to know the biological half-lives and dissipation patterns of fungicides, pyrimethanil, chlorothalonil and tetraconazole in Korean melon under green house condition. The instrument for analyzing pyrimethanil and chlorothalonil was HPLC equipped with UV detector. Initial residue amounts of pyrimethanil were 0.16 mg/kg at recommended rate and 0.28 mg/kg at double recommended rate in Korean melon. The biological half-lives of pyrimethanil were 11.2 days at recommended rate and 10.1 days at double recommended rate in Korean melon. In case of chlorothalonil, initial residue amounts of chlorothalonil were 0.06 mg/kg at recommended and 0.11 mg/kg at double recommended rate in Korean melon. The biological half-lives of chlorothalonil in Korean melon were 3.4 days at recommended rate and 6.6 days at double recommended rate. The instrument for analyzing tetraconazole was GLC equipped with electron capture detector. Initial residue amounts of tetraconazole were 0.14 mg/kg at recommended and 0.22 mg/kg at double recommended rate in Korean melon, respectively. The biological half-lives of tetraconazole were 9.6 days at recommended rate and 18.5 days at double recommended rate in Korean melon.

Key Words: Biological half-life, Chlorothalonil, Fungicides, Korean melon, Pyrimethanil, Tetraconazole

서 론

우수한 농산물을 생산하기 위하여서는 재배단계부터 위해 요소들에 대한 관리를 철저히 하여 수확 시에는 안전성이 확보되어야 소비자들의 요구에 부응할 수 있을 것이다. 현재 국내의 농산물 안전성 평가는 유통 전과 후로 구분되어 관리되고 있는데 유통 전까지는 국립농산물품질관리원에서 관리하고 유통 후에는 식품의약품안전청에서 관리하도록 되어 있다^{1,2)}.

현재 생산자와 소비자를 보호하기 위하여 실시되고 있는 농산물의 생산단계잔류허용 기준 설정 작업은 1999년부터 농산물품질관리법에 근거하여 생산단계 농작물에 대하여 잔

류허용기준을 설정하고 계속적으로 잔류검사를 통하여 부적합한 농산물의 출하를 사전에 차단하여 생산자와 소비자들을 보호하고 있다³⁻⁵⁾.

농림수산식품부는 농산물품질관리법 제12조 및 같은 법 시행규칙 제21조에 따라 “생산단계 농산물의 유해물질 잔류허용기준”을 2009년 7월에 개정 고시한바 있다. 이 기준은 생산단계 농산물에 적용할 농약 등 유해물질의 잔류허용기준에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 하고 있는데 현재 583개의 농약성분을 쌀 등을 포함한 농산물에 설정되어 있다. 현재는 출하일의 농약 잔류허용기준은 식품위생법 제7조에서 정한 농산물의 농약 잔류허용기준을 적용하고 농약 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 경우에는 별도 기준을 적용하도록 되어 있다. 해당 농산물 품목 및 성분에 허용기준이 없는 경우는 대부분류 군에 속하는 농산물의 최저 감소상수로 하고 해당 분류에 설정된 허용기준이 없는 경우는 대부분류의 최저 감소상수, 대부분류에 설정된 기준이 없으면 농산물 전체의 최저 감소상수를 적용하고 있다. 따라서 작물의 재배기

*연락처:

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

간 중 농약의 분해양상을 조사하고 생물학적인 반감기를 산출하여 감소지수를 만드는 일은 농산물의 적절한 출하시기를 조절하는 연구이기 때문에 생산자나 소비자들 모두에게 중요한 과제라고 할 수 있다 (농림수산식품고시, 2009).

참외는 소분류에서 사과류에 해당되며 최저 감소지수가 0.0234로 제시되어 있다. 참외는 전국대비 71%가 경상북도 성주지역에서 재배되며 면적은 2008년을 기준으로 3,820 ha를 차지하고 있다. 참외는 시설재배의 특성상 병해충 발생이 많아서 농약의 사용은 불가피하며 사용되는 농약들은 주로 노균병, 흰가루병, 총채벌레 및 응애류 등의 방제를 위해서 strobilurin계, anilide계, triazole계, pyrimidine계와 유기인 계통의 농약들이 많이 사용되고 있다⁶⁻¹⁵. 참외의 재배기간 중에 살포된 농약은 참외 표면에서 분해, 휘산 및 세척 등에 의해서 잔류농도는 서서히 감소하지만 출하되는 시점까지도 일정수준은 참외에 그대로 잔류할 수도 있다¹⁶. 참외는 2009년 10월 기준으로 97개의 농약에 대하여 잔류허용기준치가 설정되어 있는데 최저 cadusafos 0.01 mg/kg에서 최고 diclofluanid 15 mg/kg 범위이다. 참외에 잔류된 농약은 국내 과채류에 등록된 농약의 독성과 토양잔류시험 결과를 이용한 농약에 대한 환경영향 평가에서도 다른 과채류에 비하여 농작업자, 소비자 및 환경에 대한 영향 지수가 약간 더 높게 나타났다¹⁷⁻²⁰.

따라서 본 연구는 살균제 pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole을 실제 참외재배포장에 직접 살포하여 일정기간별로 참외중의 농약잔류 특성을 조사하고, kinetic 해석에 따른 합리적인 회귀식과 생물학적인 반감기를 산출하여 잔류허용기준치와 비교평가 함으로서 생산단계에서의 농약잔류허용기준을 설정하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

약제 및 시약

살균제인 pyrimethanil (98.0%), chlorothalonil (99.8%)과 tetraconazole (98.0%)의 표준품은 Dr. Ehrenstorfer(독일)로부터 구입하여 사용하였으며 시험 농약의 구조는 Table 1과 같다. 포장시험에 사용된 제품은 pyrimethanil과 chloro-

thalonil은 각각 12.4%와 31% 액상수화제(상표명:탐실)를 사용하였고, tetraconazole은 12.5% 유타제(상표명:에머넌트)를 살포하였다. 잔류농약의 분석을 위한 acetone, acetonitrile, dichloromethane, ethyl acetate 및 *n*-hexane은 Burdick & Jackson(U.S.A.)사로부터 농약잔류분석용 시약을 구입하여 사용하였다. 시료의 정제를 위한 glass column(지름 16 mm)의 충전제는 florisil이었으며 Sigma-aldrich Chemical Co.(U.S.A.)사의 F9127(60-100 mesh, 농약잔류분석용)을 구입하여 사용하였다. Sodium sulfate(GR급) 및 sodium chloride (EP급)는 Junsei Chemical(Japan)에서 구입하여 사용하였다.

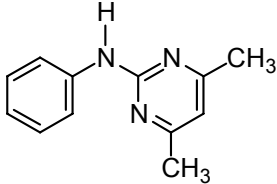
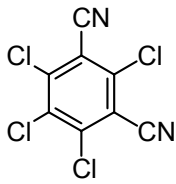
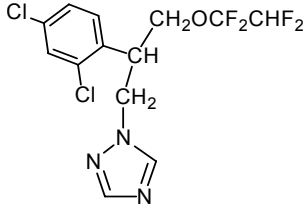
시험구 배치 및 약제 살포

시험포장은 김 등의 보고¹⁾와 같은 시험구 배치로 경상북도 성주군 대가면 옥성리에 위치한 시설재배 단지의 참외경작 농가의 포장을 사용하였다. 시험에 사용된 참외의 품종은 명문이며 2007년 12월에 정식하였다. 참외의 주산지인 성주지역의 관행적인 참외재배방법에 따라 폭 5 m × 길이 75 m의 단동식 비닐하우스 내에서 시험구는 폭 2 m × 길이 10 m 크기로 구획을 정리하고, 시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하였으며, 처리구간의 오염을 방지하기 위하여 폭 2 m × 길이 1 m의 완충지대를 설치하였다. 농약의 살포는 2008년 6월 13일에 pyrimethanil과 chlorothalonil 액상수화제는 20 mL/20 L(1,000배 희석, 기준량) 및 40 mL/20 L(500배 희석, 배량)희석하고, tetraconazole 유타제는 20 mL/20 L(1,000배 희석, 기준량) 및 40 mL/20 L(500배 희석, 배량)수준으로 희석하여 배부식 분무기를 사용하여 시험구 전체에 골고루 살포하였다. 약제 살포 후 2 시간부터 0일, 1일, 3일, 5일, 7일, 10일 및 14일에 간격으로 생육상태가 균일한 시료를 15개 이상씩 무작위로 채취하였다. 이 시료는 처리구별로 포장상자에 개별 포장하여 실험실로 운반하였으며 즉시 균질화한 후 플라스틱 용기에 넣고 밀봉한 후 분석시 까지 -20℃의 냉동고에 보관하였다.

농약의 잔류분석

균질화 된 참외시료 25 g을 칭량하여 acetone 100 mL를

Table 1. Structure and Physicochemical properties of pyrimethanil, chlorothalonil and tetraconazole

	Pyrimethanil	Chlorothalonil	Tetraconazole
Structure			
IUPAC Name	<i>N</i> -(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)aniline	Tetrachloroisophthalonitrile	(<i>RS</i>)-2-(2,4-dichlorophenyl)-3-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-yl)propyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl ether

가한 후 homogenizer (NISSEI AM-7, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)를 이용하여 12,000 rpm으로 마쇄추출하였다. 이 추출액을 celite 545가 깔린 Büchner funnel에서 흡인여과 한 후 분액여두에서 옮기고 증류수와 포화소금물을 가하고 dichloromethane 50 mL로 분배하였다. 이 dichloromethane층을 sodium sulfate anhydrous층을 통과시켜 탈수시키고 감압농축기(R-110, BÜCHI, Germany)를 이용하여 농축건고한 후 florisil 10 g이 충전된 glass column(지름 16 mm)에서 정제하였다. Pyrimethanil과 chlorothalonil은 동시 분석법으로 추출, 분배 및 정제과정이 동일하였으며 tetraconazole은 개별 분석으로 정제과정은 서로 다른 혼합용출용매를 이용하여 농약을 용출시켰다. Pyrimethanil과 chlorothalonil의 정제는 florisil이 충전된 column을 *n*-hexane 100 mL로 활성화 시킨 후 농축 건고된 시료를 *n*-hexane 10 mL에 재용해하여 옮기고 ethyl acetate : *n*-hexane(5/95, v/v) 혼합용액 30 mL을 용출시켜서 버렸다. 이 후 ethyl acetate : *n*-hexane(5/95, v/v) 혼합용액 110 mL로 다시 용출시켜서 모은 후 40°C 이하의 수욕상에서 감압 농축하였다. 이 농축된 잔사를 acetonitrile 2.5 mL에 재용해하고 0.45 µm acro-disc 필터로 여과한 후 Capcellpak C18 UG120 column[15 cm(L.) x 4.6 mm(i.d.), particle size: 5 µm]이 장착된 HPLC/UVD(254 nm)에서 이동상 용매 acetonitrile : H₂O(6/4, v/v)를 이용하여 유속 1.0 mL/min 조건으로 분석 하였다. Tetraconazole의 정제는 florisil이 충전된 column을 *n*-hexane 100 mL로 활성화 시킨 후 농축 건고된 시료를 *n*-hexane 10 mL에 재용해하여 가하고 ethyl acetate : *n*-hexane(5/95, v/v) 혼합용액으로 100 mL과 acetone : *n*-hexane(2/8, v/v) 혼합용액 30 mL를 이용해 차례대로 용출시켜서 버렸다. 이후 acetone : *n*-hexane(2/8, v/v) 혼합용액 60 mL로 다시 용출시켜서 모은 시료를 40°C 이하의 수욕상에서 감압 농축하였다. 이 농축된 잔사를 농약 잔류분석용 acetone 2.5 mL에 재용해 한 후 DB-5 column [30 m(L.) x 0.53 mm(i.d.) x 0.5 µm]이 장착된 GC/ECD에서 N₂ flow rate 5.0 mL/min 조건으로 분석 하였다.

결과 및 고찰

회수율 시험

무처리 참외시료 25 g에 pyrimethanil과 chlorothalonil의 경우에는 0.1 mg/kg 및 0.5 mg/kg 수준으로, tetraconazole의 경우에는 0.05 mg/kg 및 0.2 mg/kg 수준으로 농약 표준품을 처리하여 회수율 시험한 결과 Table 2와 같았다. Pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole 표준검량선의 상관관계수(r^2) 값은 모두 0.999이상으로서 정량분석을 위한 양호한 직선성을 나타내었다. Pyrimethanil과 chlorothalonil의 회수율 시험 결과는 79.2%~101.4% 범위이었으며 HPLC/UVD 상에서의 최소검출량은 2.0 ng 이었고 검출한계는 0.01 mg/kg 이었다. Tetraconazole의 회수율 시험의 결과는 85.3 ~ 102.9%이었고 최소검출량은 0.05 ng, 검출한계는 0.005 mg/kg 이었다. 표준품 및 회수율시험 중의 분석 chromatogram은 각각 Fig. 1 및 2와 같이 나타났으며 농약의 머무름 시간과 중첩되는 방해 peak는 발생되지 않았다.

참외의 증체율

약제 살포 후 14일간 시료를 채취하여야 하기 때문에 참외는 계속적으로 성장하게 되며 농약은 무게 당 잔류량으로 표현되기 때문에 시료 개체의 무게 변화는 희석되는 효과를 나타내기 때문에 무게변화를 측정하여 두어야 한다(Fig. 3). 경과일수별로 채취된 참외시료는 개별로 무게를 측정하여 시험기간 중 참외의 무게변화 및 증체율을 기록하였다. 참외는 비대 성장 속도가 비교적 빠른 박과류¹⁸⁾나 열채류^{19,20)}와 비교할 시 무게의 증체율은 상대적으로 낮았으며 시험기간(2008년 6월 13일~6월 27일)중 평균 50% 정도의 무게가 증가하였다. 시험기간 중 시설내의 온도 및 습도의 변화를 연속적으로 측정한 결과는 Fig. 4와 같이 평균 온도는 26.6 ± 3.7°C, 평균 습도는 68.5 ± 9.8%이었다.

참외 중 농약의 분해 양상

시설재배 참외에 살포된 3가지 약제의 두 가지 농도 수준

Table 2. Recoveries and limit of detection for pyrimethanil, chlorothalonil and tetraconazole analysis

Pesticide	Fortification level (mg/kg)	Recovery(%)				MDA ^{b)} (ng)	LOD ^{c)} (mg/kg)
		1	2	3	Mean±SD ^{a)}		
Pyrimethanil	0.1	79.2	87.4	88.0	84.9 ± 4.9	2	0.01
	0.5	98.8	101.4	96.2	98.8 ± 2.6		
Chlorothalonil	0.1	85.4	85.4	93.6	88.1 ± 4.7	2	0.01
	0.5	85.6	87.5	84.0	85.7 ± 1.8		
Tetraconazole	0.05	85.7	96.2	85.3	89.1 ± 6.2	0.05	0.005
	0.2	102.9	99.3	99.6	100.6 ± 2.0		

^{a)}SD, Standard Deviation; ^{b)}MDA, Minimum detectable amount; ^{c)}LOD, Limit of detection

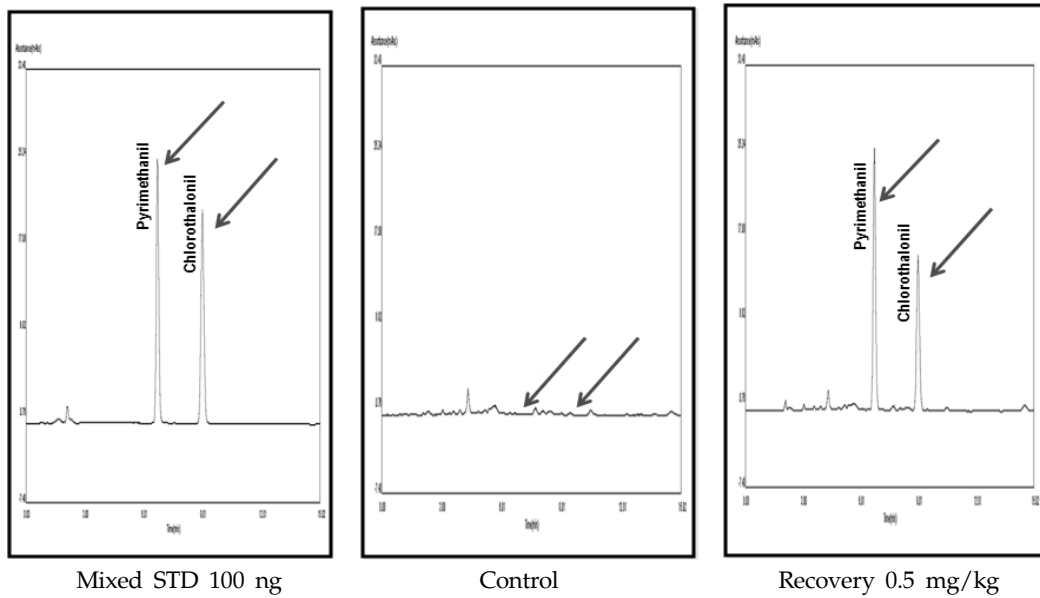


Fig. 1. HPLC chromatograms of pyrimethanil and chlorothalonil in Korean melon.

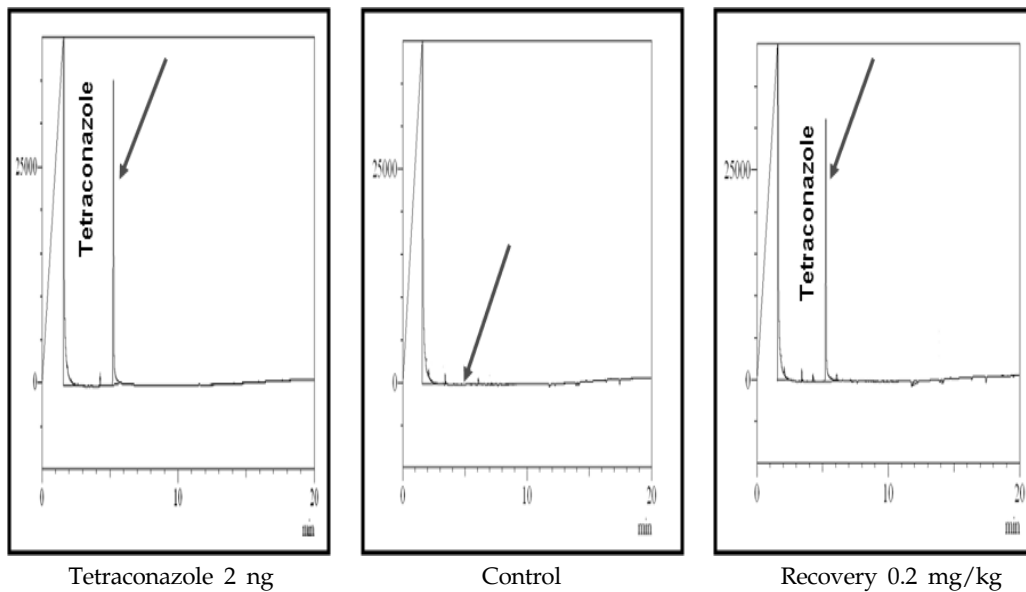


Fig. 2. GLC/ECD chromatograms of tetraconazole in Korean melon.

에서 농약 잔류량은 Fig. 5와 같이 살포 후 시간의 경과에 따라서 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. Pyrimethanil은 살포직후의 참외 중 잔류량은 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.16 mg/kg 및 0.28 mg/kg으로 참외에 설정된 pyrimethanil의 잔류허용기준인 0.3 mg/kg보다 낮게 나타났으며, chlorothalonil의 경우 살포직후의 참외 중 잔류량은 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.06 mg/kg 및 0.11 mg/kg으로 참외에 설정된 chlorothalonil의 잔류허용기준인 5.0 mg/kg보다 낮게 나타났고 tetraconazole의 최대잔류량도 처리직후 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.14 mg/kg 및 0.22 mg/kg으로서 참외에 설정된 잔류허용기준인 1.0

mg/kg보다 낮은 수준이었다. Pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole의 반감기를 산출하기 위하여 회귀곡선식으로 나타내면 Table 3과 같았다. Pyrimethanil의 분해곡선은 기준량 처리구에서 $y=0.1402e^{-0.0621x}$, 배량 처리구에서 $y=0.2728e^{-0.0687x}$ 이었으며 잔류반감기는 11.2일 및 10.1일이었다. Chlorothalonil은 기준량 처리구에서 $y=0.0509e^{-0.202x}$, 배량 처리구에서 $y=0.1149e^{-0.1053x}$ 이었으며 잔류반감기는 기준량 처리구에서 3.4일, 배량 처리구에서 6.6일이었다. 그리고 tetraconazole의 분해 곡선은 기준량 처리구에서 $y=0.1389e^{-0.0719x}$, 배량 처리구에서 $y=0.2159e^{-0.0375x}$ 이었으며 잔류반감기는 기준량 처리구에서 9.6일, 배량 처리구에서 18.5

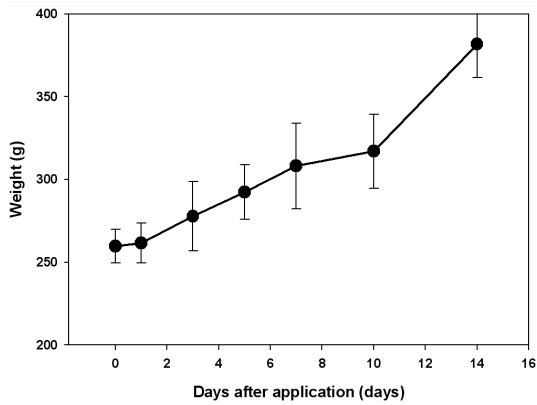


Fig. 3. Variation of Korean melon weight during the experimental period.

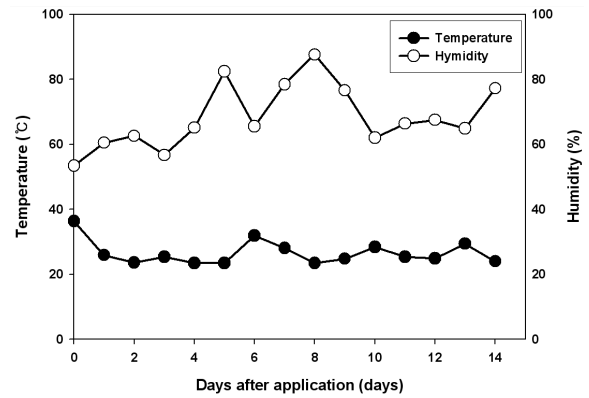
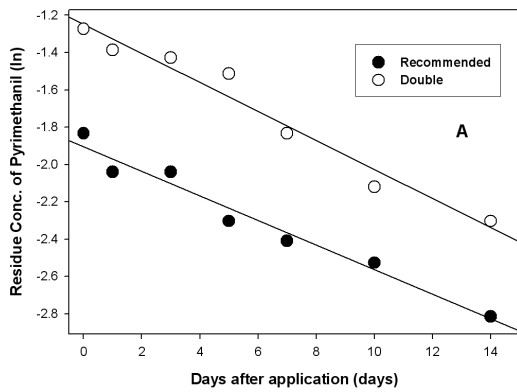
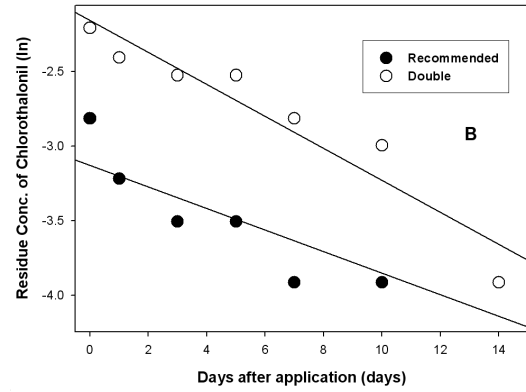


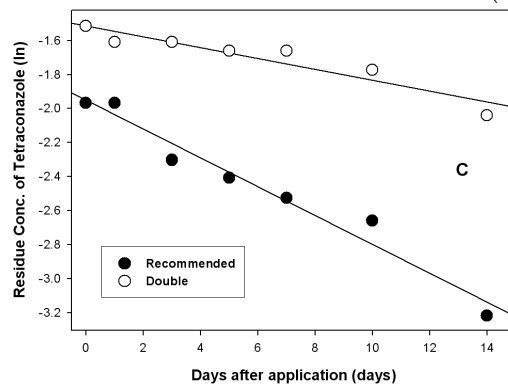
Fig. 4. The climatic conditions of the greenhouse during experimental period.



(A) Pyrimethanil



(B) Chlorothalonil



(C) Tetraconazole

Fig. 5. Dissipation patterns of pyrimethanil, chlorothalonil and tetraconazole in Korean melon under greenhouse condition.

일 이었다.

3가지 농약 모두 살포직후의 잔류량이 비교적 낮은 이유는 참외의 생육특성상 수정이 이루어진 꽃은 착과가 이루어 지는데 시험이 이루어진 시기는 잎의 생육이 왕성하게 이루어져서 참외과일을 가리기 때문에 농약 살포시 부착성이 떨어지는 것으로 생각되며 또한 농약 사용지침서 상의 안전사용기준은 3회까지 살포하도록 되어져 있는데 본 연구에서는 단 1회 살포후의 잔류량이기 때문에 비교적 초기 잔류량이

낮게 나온 것으로도 사료된다. 또 다른 이유로는 참외가 대부분이 토양에 닿아 있고 표면이 매끄럽기 때문에 사과나 복숭아처럼 농약의 부착이 많지 않은 것으로도 생각할 수 있다. 사과 같은 경우는 움푹 파인 과일꼭지 부분에 농약 살포액이 상당량 집적되고 복숭아 같은 경우는 표면의 털 때문에 많이 부착될 가능성도 크기 때문에 과실의 형태적인 차이에 의한 원인도 될 수 있다고 생각 된다^{21,22}.

Table 3. Biological half-life of pesticides in Korean melon under greenhouse condition

Pesticides	Application	Regression curves ^{a)}	Half-life (days)
Pyrimethanil	Recommended	$Y=0.1402e^{-0.0621x}$	11.2
	Double	$Y=0.2728e^{-0.0687x}$	10.1
Chlorothalonil	Recommended	$Y=0.0509e^{-0.202x}$	3.4
	Double	$Y=0.1149e^{-0.1053x}$	6.6
Tetraconazole	Recommended	$Y=0.1389e^{-0.0719x}$	9.6
	Double	$Y=0.2159e^{-0.0375x}$	18.5

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

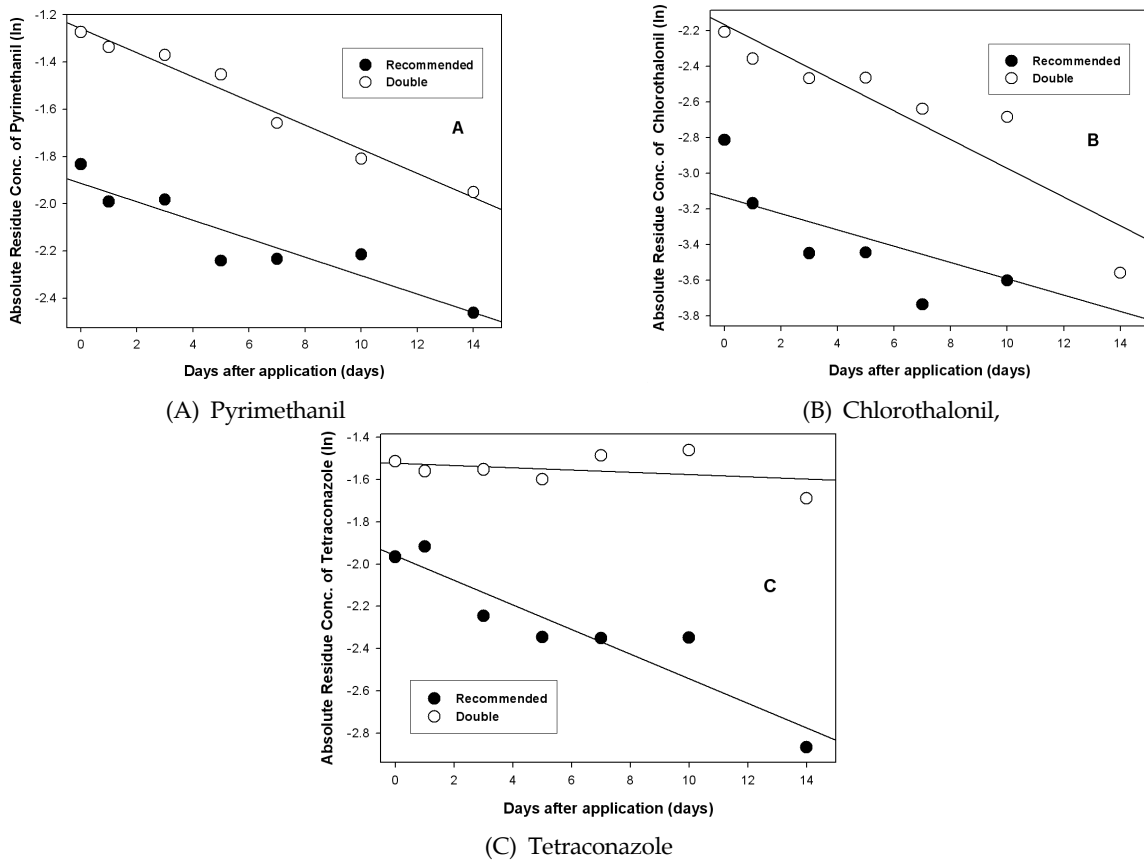


Fig. 6. Dissipation patterns of absolute residue amount of pyrimethanil, chlorothalonil and tetraconazole.

참외 중 농약의 절대잔류량

참외포장에 살포된 농약은 시설내의 높은 온도와 습도에 의해 분해 및 휘발이 이루어지고 작물의 생육을 위한 관수처리 등에 의해서 세척되어 농약의 잔류량은 점차 감소하게 된다. 또한 이런 순수한 분해, 휘발 및 세척 외에도 참외의 재배기간 중 무게가 증가함에 따라서 희석효과도 농약의 잔류량에 크게 영향을 미치기 때문에 순수한 농약만의 분해 정도를 아는 것이 잔류 농약의 관리에 있어서 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서 사용된 3가지 약제인 pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole 참외의 무게 증가에 의해 크게 영향을 받았기 때문에 비대 성장으로 인한 희석효과를

배제한 참외 중 농약의 순수한 잔류량을 다음 식 1과 같이 계산하여 참외 중 농약의 절대잔류량이라고 정의하였다. 이 절대잔류량의 감소추이는 다음 Fig. 6과 같이 나타낼 수 있으며, 이를 분해 곡선식으로 표현하면 Table 4와 같았다.

$$\begin{aligned}
 &\text{Absolute Residue Concentrate in} \\
 &\text{Korean Melon(mg/kg)} \\
 &= \text{Residue Concentrate in Korean} \\
 &\text{Melon(mg/kg)} \\
 &\times \text{Increase Rate of Korean Melon} \\
 &\text{weight(g)}
 \end{aligned}
 \tag{Equation 1}$$

Table 4. Biological half-life of absolute residue amount pesticides in Korean melon under greenhouse condition

Pesticides	Application	Regression curves ^{a)}	Half-life (days)
Pyrimethanil	Recommended	$Y=0.1476e^{-0.039x}$	17.8
	Double	$Y=0.284e^{-0.051x}$	13.6
Chlorothalonil	Recommended	$Y=0.0434e^{-0.046x}$	15.1
	Double	$Y=0.1147e^{-0.081x}$	8.6
Tetraconazole	Recommended	$Y=0.141e^{-0.058x}$	11.9
	Double	$Y=0.2184e^{-0.050x}$	13.9

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

또한 이 절대잔류농도의 감소는 참외 중 pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole의 잔류량이 실제로 분해 소실되는 것으로 추정할 수 있다. Pyrimethanil 살포직후의 0일차 절대잔류농도는 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.16 mg/kg 및 0.28 mg/kg으로 나타났으며 14일 경과한 때의 절대잔류농도는 각각 0.09 mg/kg 및 0.14 mg/kg 이었다. 시험기간 중의 무게의 증가율이 약 50% 정도 일어났으므로 14일 동안의 시험기간 중 분해나 휘발 및 관수처리 중 세척 등에 의한 순수한 농약의 감소는 기준량의 경우 56.3%, 배량의 경우에는 50.0% 정도 이루어진 것을 알 수 있다. Chlorothalonil의 살포직후의 절대잔류농도는 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.06 mg/kg 및 0.11 mg/kg으로 나타났으며 14일 경과한 때의 절대잔류농도는 각각 0.03 mg/kg 및 0.03 mg/kg 이었다. 시험기간 중의 무게의 증가율은 약 50% 이었으며 14일 동안의 시험기간 중 분해나 휘발 및 관수처리 중 세척 등에 의한 순수한 농약감소율은 기준량의 경우 50.0%, 배량의 경우에는 27.3%이었다. Tetraconazole의 살포직 후의 절대잔류농도는 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.14 mg/kg 및 0.22 mg/kg으로 나타났으며 14일 경과한 때의 절대잔류농도는 각각 0.06 mg/kg 및 0.18 mg/kg 이었다. 시험기간 중의 무게의 증가율은 약 50% 이었으며 14일 동안의 시험기간 중 분해나 휘발 및 관수처리 중 세척 등에 의한 순수한 농약감소율은 기준량의 경우 42.9%, 배량의 경우에는 81.8%이었다 본 연구의 결과에서 알 수 있듯이 pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole의 경우에는 참외에 대한 잔류허용기준이 각각 0.3 mg/kg, 5.0 mg/kg 및 1.0 mg/kg으로 설정되어 있어서 농약의 살포직 후 잔류량이 허용기준을 초과하지 않았으며 정상적인 시설재배 환경에서 농약이 살포된 경우에는 농약살포 직후에도 참외의 출하가 가능할 것으로 사료된다.

요 약

살균제 pyrimethanil, chlorothalonil 및 tetraconazole의 참외 중 반감기와 잔류양상을 조사하였다. Pyrimethanil의 참외 중 0일차 잔류량은 기준량 및 배량 처리구에서 각각

0.16 mg/kg 및 0.28 mg/kg으로 나타났으며 농약의 분해 곡선식은 $y=0.1402e^{-0.0621x}$ 및 $y=0.2727e^{-0.0687x}$ 이었고, 반감일은 각각 11.2일과 10.1일이었다. Chlorothalonil의 참외 중 0일차 잔류량은 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.06 mg/kg 및 0.11 mg/kg으로 나타났으며 농약의 소실곡선식은 $y=0.0509e^{-0.202x}$ 및 $y=0.1149e^{-0.1053x}$ 이었고, 반감일은 각각 3.4일과 6.6일 이었다. Tetraconazole의 참외 중 0일차 잔류량은 기준량 및 배량 처리구에서 각각 0.14 mg/kg 및 0.22 mg/kg으로 나타났으며 농약의 소실곡선식은 $y=0.1389e^{-0.0719x}$ 및 $y=0.2159e^{-0.0375x}$ 이었고, 반감일은 9.6일과 18.5일 이었다. 재배기간 중 참외의 무게증가에 농약희석효과를 배제한 절대잔류농도는 약제 살포 후 14일 경과 시 pyrimethanil은 기준량 및 배량에서 각각 56.3% 및 50.0%의 농약이 분해되었다. Chlorothalonil은 50.0% 및 27.3%, tetraconazole은 기준량 및 배량에서 각각 42.9% 및 81.8% 정도의 농약 분해율을 보였다.

감사의 글

이 연구는 2008년 국립농산물관리원의 ‘생산단계 농산물의 잔류농약 허용기준 설정연구’의연구비 지원으로 수행한 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Park, E. J., Lee, J. H., Kim, T. H., and Kim, J. E. (2009) Residual patterns of strobilurin fungicides in Korean melon under plastic film house condition, *Kor. J. Environ. Agric.* 28 (3), 281-288.
2. Lee, E. Y., Kim, D. K., Park, I. Y., Noh, H. H., Park, Y. S., Kim, T. H., Jin, C. W., Kim, K. I., Yun, S. S., Oh, S. K., and Kyung, K. S. (2008) Residue patterns of indoxacarb and thiamethoxam in chinese cabbage(*Brassica campestris* L.) Grown under Greenhouse Conditions and Their Estimated Daily Intake, *Kor. J. Environ. Agric.* 27 (1), 92-98.

3. Kim, T. H., Kim, Y. H., and Kim J. E. (2008) Residual Characteristics of Tetraconazole, Trifloxystrobin and Fluquinconazole in Cucumber under Greenhouse Condition, The Korean Society of Pesticide Science Spring Symposium, pp.76.
4. Lee, E. Y., Noh, H. H., Park, Y. S., Kang, K. W., Kim, J. K., Jin, Y. D., Yun, S. S., Jin, C. W., Han, S. K., and Kyung, K. S. (2009) Residual Characteristics of Etofenprox and Methoxyfenozide in Chinese Cabbage, *Kor. J. Pestic. Sci.* 13 (1), 13-20.
5. Yun, S. S., Shim, S. W., Kim, K. I., Ahn, M. S., Youn, T. H., Kim, Y. J., Hwang, H. S., Jin, C. W., Han, S. K., Oh, S. K., Shin, J. H., Jin, Y. D., Lee, E. Y., and Kyung, K. S. (2008) Residual characteristics of lambda-cyhalothrin and deltamethrin in lettuce, *Kor. J. Pestic. Sci.* 12 (2), 148-154.
6. Seong-ju agriculture technology center. (2009) The present status of korean melon cultivation in 2008.
7. Park, D. S., Seong, K. Y., Choi, K. I., and Hur, J. H. (2005) Field tolerance of pesticides in the strawberry and comparison of biological half-lives estimated from kinetic models, *Kor. J. Pestic. Sci.* 9 (3), 231-236.
8. Kim, Y. S., Park J. H., Park, J. W., Lee, Y. D., Lee, K. S., and Kim, J.E. (2002) Persistence and dislodgeable residues of chlorpyrifos and procymidone in lettuce leaves under greenhouse condition, *Kor. J. Environ. Agric.* 21 (2), 149-155.
9. Ko, K. Y., Kim K. H., and Lee, K. S. (2004) Residual pattern of procymidone and Chlorothalonil in Grape During the Period of Cultivation and Storage, *Kor. J. Environ. Agric.* 23 (1), 47-51.
10. Chang, T. H., Ryu, Y. J., Lim, S. J., Choi, M. Y., Jeong, B. R., Kim, C. W., and Lee, Y. S. (2006) Evaluation of fungicides for preventive and curative effects against powdery mildew on Oriental melon, *Kor. J. Environ. Agric.* 25 (1), 85-92.
11. Uesugi, Y. (1998) Fungicidal classes; chemistry, uses and mode of action. In fungicidal activity; chemical and biological approaches to plant protection (ed. Hutson D. and J. Miyamoto), John Wiley & Sons Ltd, New York, USA, p.23-26.
12. Chang, S. W., Kim, S. K., and Kim, H. D., (2001) Chemical control of powdery mildew of sweet pumpkin in Korea, *Res. Plant Disease.* 7, 31-36.
13. Keinath, A. P., and DuBose, V. B. (2004) Evaluation of fungicides for prevention and management of powdery mildew on watermelon. *Crop Protection*, 23 (35), 4210.
14. Kim, J. Y., Lee Y. G., and Song, Y. H. (1998) Plant diseases on green-house crops in kyeongbuk areas, *Plant Path. J.* 14 (1), 41-45.
15. Nam, K. U. (2001) Development of control measures and ecology against main plants disease in greenhouse, *Kor. Res. Soc. Protec. Hort.* 14 (1), 23-29.
16. Kim, M. R., Na, M. Ae., Jung, W. Y., Kim, C. S., Sun, N. K., Seo, E. C., Lee, E. M., Park, Y. G., Byun, J. A., Eom, J. H., Jung, R. S., and Lee, J. H. (2008) Monitoring of pesticide residues in special products, *Kor. J. Pestic. Sci.* 12 (4), 323-334.
17. 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 apples at harvest, *Kor. J. Environ. Agric.* 22 (2), 130-136.
18. Lee, H. D., Kyung, K. S., Kwon, H. Y., Ihm, Y. B., Kim, J. B., Park, S. S., and Kim, J. E. (2004) Residue characteristics of hexaconazole and chlorothalonil in several fruits, *Kor. J. Pestic. Sci.* 8 (2), 107-111.
19. Oh, K. S., Lee, B. M., Seong, H. J., Oh, H. K., Lim, Y. B., and Kyung, K. S. (2003) The environmental impact quotient on fruit and vegetables pesticides in korea, *Kor. J. Pestic. Sci.* 7 (2), 123-130.
20. Yeon I. K., Shin, Y. S., Do, H. W., Bae, S. G., and Park S. D. (2002) Occurrence and chemical control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis rostowzew*) infecting oriental melon(*Cucumis melo L. var. makuwa Makino*) in plastic greenhouse, *Kor. J. Hort. Sci. Tec.* 20 (1), 25-28.
21. Choi, B. Y., Lee, S. W., Park, H. M., Yoo, J. K., Kim, S. K., and Baik, C. H. (2005) Monitoring on insecticide resistance of major insect pests in plastic house, *Kor. J. Pestic. Sci.* 9 (4), 380-390.
22. Lee, S. C. (2004) Control of Major Disease in Greenhouse Crops, *The Kor. Res. Soc. Protec. Hort.* 17 (2), 2-9.
23. Lee, H. D., Ihm, Y. B., Kwon, H. Y., Kim, J. B., Kyung, K. S., Park, S. S., Oh, B. Y., Im, G. J., and Kim, J. E. (2005) Characteristics of Pesticide residue in/on cucurbitaceous fruit vegetables applied with foliar spraying under greenhouse, *Kor. J. Pestic. Sci.* 9 (4), 359-364.