

방울토마토중 Dichlofluanid 및 Iprodione의 생산단계별 잔류농약 경시변화

최규일* · 성기용 · 정태균 · 이주환¹⁾ · 허장현¹⁾ · 고광용²⁾ · 이규승²⁾

국립농산물품질관리원 시험연구소 안전성분석과, ¹⁾강원대학교 자원생물환경학부, ²⁾충남대학교 농화학과
(2002년 8월 12일 접수, 2002년 10월 16일 수리)

Dissipation and Removal Rate of Dichlofluanid and Iprodione Residues on Greenhouse Cherry Tomato

Kyu-Il Choi*, Ki-Yong Seong, Tae-Gyun Jeong, Joo-Hwan Lee¹⁾, Jang-Hyun Hur¹⁾, Kwang-Yong Ko, and Kyu-Seung Lee²⁾
(National Agricultural Products Quality Management Service, Research & Experiment Institute, NAQS, Seoul 150-804, Korea, ¹⁾Division of Biological Environment Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea, ²⁾Department of Agriculture Chemistry, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

ABSTRACT : We studied the residual patterns of two fungicides, dichlofluanid and iprodione, in cherry tomato greenhouse after applying with the recommended and double dose. Also, the degradation patterns during storage periods of up to ten days were compared between at room temperature (20°C) and at cold temperature (4°C). Removal rates of fungicides by washing with tap-water and detergent solution (0.1%, 0.2%) were measured. Half-lives of dichlofluanid and iprodione in greenhouse cherrytomato were 2.2~3.5 and 3.3~5.4 days, respectively. During the storage period, the residues were dissipated more slow. Removal rates were 62.8~80.3% by tap-water, 60.4~83.1% by 0.1% detergent solution, and 65.3~77.6% by 0.2% detergent solution. So, we can predict of terminal residues from cultivation period to marketing, storage and consuming.

Key word : dichlofluanid, iprodione, dissipation, removal rate, cherry tomato.

서 론

생산단계에서 농산물에 잔류하는 농약의 양은 살포시기에 따라 불규칙한 변화를 보이나, 농약 최종살포일 이후는 일정한 추세로 감소하는 경향을 나타낸다. 따라서 작물의 생산단계별로 농약의 잔류수준을 평가하면 보다 정확하게 잔류양상을 파악할 수 있을 것이다. 이에 농림부에서는 1999년부터 농산물품질관리법에 근거하여 출하전 농산물에 대한 잔류허용기준을 설정하여 부적합한 농산물의 출하를 사전에 차단하고 있다¹⁾. 이러한 농산물의 출하여부는 수확전 10일경에 수확물에 대한 잔류량을 사전조사하고 출하시기의 예상 잔류량과 잔류허용량(MRL)을 비교 평가하여 결정할 수 있다. 생산과정 중의 잔류농약의 조사는 시료를 채취할 수 있는 지역이 광범위하고 많은 노력이 필요하지만 그 농산물이 유통 소비되기

전에 식품으로서의 사용 가능성을 판별할 수 있고 출하연기, 용도전환 및 폐기 등의 과정을 거쳐 생산자의 피해를 최소화함과 더불어 소비자에게는 안전성이 확인된 농산물을 공급할 수 있는 장점이 있다.

또한 작물에 잔류하는 농약의 양은 빛에 의한 광분해, 휘산, 가수분해, 산화, 환원, 미생물 및 작물에 의한 대사작용 등에 의해 감소하지만 일반 가정에서 행하는 수도물(tap-water)이나 세제(detergent)등을 이용한 수세 및 가열이나 껍질을 제거하는 박피²⁾ 등 여러 가지 인위적인 가공처리³⁾ 등에 의해서도 감소될 수 있다. 따라서 이러한 모든 요인을 종합하여 농산물 중 잔류농약의 제거율을 평가해야 할 것으로 사료된다. 그러나 농약의 종류에 따라서는 조리과정의 가열에 의해서도 분해되지 않으며, 껍질을 제거하는 방법은 과일이나 야채에 따라서 한정되어 있기 때문에 농약을 제거하는 일반적인 수단이라고 말할 수는 없다. 그러나 가정이나 음식점 또는 식품 제조 공장에서 과일과 야채에서 잔류농약을 제거하는데는 세척이 대단히 중요하다고 판단된다⁴⁾.

한편, 방울토마토는 최근 소비량이 증가하는 추세로 내수

*연락처자:

Tel: +82-2-2165-6120 Fax: +82-2-2165-6006

E-mail: dover@naqs.go.kr

용 뿐만 아니라 수출용으로도 각광을 받는 작물이며, 연속 수확되는 작물로 농약의 안전사용기준을 지키기가 어렵고, 조리나 가공과정을 거치지 않고 생식용으로 공급되어 타 작물에 비하여 농약잔류성 문제가 크다고 할 수 있다.

2001년 국립농산물품질관리원의 안전성 조사 결과 조사시료 55,344점 중 636점이 잔류허용치 이상의 농약이 잔류하는 것으로 검출되었으며, 방울토마토 409점 중 160점에서 농약이 검출되었고 이중 1점에서 dichlofluanid가, 8점에서 iprodione이 검출되었다⁵⁾.

따라서 본 연구에서는 토마토에 안전사용기준이 설정되어 있고, MRL이 고시되었으며 검출우려가 있는 농약을 선정하여 시설재배 토마토 포장에서의 경시변화와 저장실험을 통한 약제별 생물학적 반감기 그리고 가정에서 일반적으로 행하는 수세과정을 통한 잔류농약의 제거 효율을 조사하여 재배중인 방울토마토에 대한 잔류농약의 반감기를 파악하여 생산단계부터, 출하, 저장, 소비단계까지의 잔류량을 예측하고자 하였다. 이러한 생산단계에서의 출하전 검사제도를 효율적으로 운영하기 위해서는 먼저 생산단계 농산물의 잔류농약 반감기의 조사가 이루어지고, 출하후 유통기간중 저장상태에서의 잔류량 변화와 세척에 의한 잔류량 변화를 측정된 결과로부터 실제 포장에서 농산물의 생산단계 잔류농약 허용기준을 설정하여야 할 것이다.

재료 및 방법

시험포장 및 약제의 처리

강원도 신북읍 소재 일반농가의 비닐하우스를 임차하여 일반농가 관행재배법에 준하여 방울토마토(품종 산체리 2호)를 재배하였다. 재배면적은 가로 4.5 m×세로 50 m로 두줄심기로 폭은 1.0 m를 두었다. 본 실험에 사용된 약제의 종류와 안전사용기준^{6,7)}은 Table 1과 같았다.

공시약제로 사용된 농약은 춘천소재 농약상에서 구매하여 사용하였으며, dichlofluanid(순도 99.7%), iprodione(순도 99.0%) 분석용 표준품은 Dr. Ehrenstrofer사 제품을 사용하였다. 약제살포농도는 안전사용기준에 의거하여 표준희석배수와 그 2배량으로 조절, 배부식 분무기를 사용하여 작물체 전면에 균일하게 약액이 충분히 흐르도록 살포하였다. 약제살포시기

Table 1. Registration status of pesticides used in this study

Pesticide	Formulation	AI ^{a)} contents (%)	Standard dilution rate	Safe use standard		MRL ^{d)} (mg/kg)
				PHI ^{b)} (day)	MNA ^{c)}	
Dichlofluanid	WP	50	500	2	5	2.0
Iprodione	WP	15	500	5	6	5.0

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

는 안전사용기준의 최종살포일을 감안하여 수확전 10일(2002년 5월 27일)에 일괄적으로 살포하였으며, 약제별로 3반복으로 수행하였다.

시험포장 및 저장기간중 잔류양상 실험

약제 최종살포후 0(2시간), 1, 2, 3, 5, 7, 10(수확일)일에 발육상태가 균일한 시료를 채취하여 분석하여 방울토마토중 dichlofluanid 및 iprodione의 반감기를 구하였다. 또한 방울토마토 시료를 한번에 대량으로 채취하여 저장실험을 수행하였다. 저장조건을 실온(20°C±1.8)과 냉장(4°C±0.8)으로 구분, 3반복으로 각각 petri dish에 방울토마토 4~5개씩을 칭량하여 항은 조건하에서 직사광을 피해 저장하였으며, 저장 1, 2, 3, 5, 7, 10일차에 시료를 채취하여 분석하였다.

세척에 의한 잔류농약 제거실험

약제살포 후 5일이 경과했을때 토마토 시료를 채취하여 (1)시료 200 g을 수돗물 4 L가 채워진 세척통에 1분간 침지한 다음 시료를 2 mm 체위에 올려놓고 흐르는 수돗물에 1회 30초동안 가볍게 체를 흔들면서 세척 후 음건하여 세척한 시료를 분석(tap-water 세척)하였고, (2)시료 200 g을 시중 시판중인 세제를 구입하여 세제표준량(0.2%, 4 L)을 넣은 세척통에 1분간 침지한 다음 흐르는 수돗물로 1회 30초간 씻은 후 음건하여 분석(세제표준량 세척)하였으며, (3)시료 200 g을 세제 1/2량(0.1%, 4 L)을 넣은 세척통에 침지 후 앞서와 같은 과정으로 분석하였다(세제 1/2량 세척).

방울토마토중의 잔류농약분석

마쇄한 방울토마토 시료 40 g에(회수율실험은 무처리 방울토마토 시료 40 g에 dichlofluanid는 2 µg, 10 µg, iprodione은 4 µg, 20 µg을 3반복으로 처리하고 2시간 이상 정지시킨 후 다음과 같이 분석하였다.) acetone 100 mL를 넣고 high speed

Table 2. Gas Chromatographic conditions for residue analysis of pesticides

Instrument	Agilent 6890
Detector	Electron Capture Detector(ECD)
Column	J&W DB-17(30 m×0.25 mm i.d, 0.25 µm)
Temperature	Column : 120°C(4 min) → 10°C/min →280°C(10 min)
	Injector : 250°C
	Detector : 300°C
Gas flow rate	Carrier N ₂ : 1.3 mL/min Make up N ₂ : 60 mL/min
Sample size	: 1.0 µL, split ratio 50:1
Retention time	Dichlofluanid : 16.8 min Iprodione : 20.7 min

homogenizer를 이용하여 5,000 rpm으로 3분간 마쇄 추출하였다. 이것을 celite 545를 간 Büchner funnel로 감압·여과하고, 진공회전농축기에 40°C에서 농축하여 acetone을 제거하였다. 농축액을 분액여두에 옮긴 후 포화식염수 20 mL, 증류수 180 mL 및 methylene chloride 70 mL을 가한 후 세게 진탕하고 정치시켰다. 하층의 methylene chloride층을 무수 sodium sulfate에 통과시켜 탈수시킨 다음, 다시 methylene chloride 70 mL을 가하여 분배추출하였다. 이것을 앞서의 것과 합쳐 농축하고 SPE 정제하였다. 정제물을 10 mL의 n-hexane에 용해시키고 이중 2 mL를 취하여 FL cartridge(BondElut®, 1 g, Varian)에 loading 하였다. n-Hexane 5 mL로 washing 후 acetone : n-hexane(2/8, v/v) 혼합용매 5 mL로 용출시켰다. 용출액을 질소미세농축기로 농축한 다음 n-hexane 2 mL로 다시녹여 GLC/ECD로 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다⁹⁾.

결과 및 고찰

분석법의 회수율 및 검출한계

분석법의 회수율은 94.7~104.9% 범위로 90%를 상회하였으며, 변이율 또한 0.1~12.4%로 나타나 우수한 재현성을 보여 농촌진흥청의 잔류농약분석기준⁹⁾을 만족하였다(Table 3). Dichlofluanid 및 iprodione의 최소검출량은 각각 0.02 ng, 0.04 ng이었으며 검출한계는 방울토마토 시료에 대하여 0.005 mg/kg, 0.01 mg/kg으로 나타났다(Fig. 1). 이러한 결과는 dichlofluanid는 MRL의 1/400, iprodione은 1/500까지도 충분히 검출할 수 있어 높은 감도를 나타내었다. 잔류농도의 계산은 dichlofluanid는 chromatogram상의 peak height를 기준으로 iprodione은 peak area를 기준으로 계산하였다. Dichlofluanid의 머무름 시간은 16.8분, iprodione은 20.7분 이었다.

시설재배지에서의 방울토마토 중 농약잔류 특성

시설재배 방울토마토에 살포한 약제의 과실중 잔류량 변화를 Fig. 2에 나타내었다.

약제살포 2시간 경과후 dichlofluanid의 잔류량은 10.82 mg/kg(기준량 처리구), 12.31 mg/kg(배량 처리구)이었으나 10일 후에는 각각 0.69 mg/kg, 2.28 mg/kg으로 소실률(rate

of dissipation)이 각각 93.6%, 81.5%에 달하였다. 약제살포 2시간 경과후 iprodione의 잔류량은 2.12 mg/kg(기준량 처리구), 2.48 mg/kg(배량 처리구)이었으며 10일 후에는 0.30 mg/kg, 0.89 mg/kg으로 잔류하여 소실률은 초기 잔류량의 기준량 85.8%, 배량 64.1%를 나타냈다. Dichlofluanid의 잔류량은 살포초기부터 서서히 감소하다가 5일 전후에 급격히 감소하였으며, iprodione은 약제살포 초기에는 어느 정도 일정한 농도를 유지하다가 4~5일 경과후 급격히 감소하는 양상을 보였다. 두 약제 모두 5일 전후에 초기잔류량의 50%이상이 소실되는 것으로 나타났다.

약제별 잔류량 감소양상은 대체로 1차감쇄반응의 양상을 나타내어 지수함수적으로 그 수준이 감소하였다. 따라서 시간의 경과에 따른 잔류량 변화를 1차반응으로 해석, 회귀식을 구하고 이로부터 생물학적 반감기(biological half-life)를 산출할 수 있었다. 약제 살포농도별 반감기는 dichlofluanid는 2.2~3.5일, iprodione에서 3.3~5.4일로 나타났으며, 저농도에서 잔류농약의 감소속도가 더 빠르게 진행하여 반감기가 고농도보다 짧아지는 것으로 나타났다(Table 4).

약제살포 후 방울토마토의 농약잔류량을 잔류허용기준(MRL) 이하로 관리하기 위해서는 dichlofluanid는 기준량으로 처리시 약제살포후 6일, iprodione은 1일 이후에 수확하는 것이 바람직하며, 배량으로 처리시에는 dichlofluanid는 10일, iprodione은 1일 이후에 수확하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 이용하면 출하전에 분석하여 얻은 잔류량으로부터 출하시 예상되는 잔류량을 실용적으로 산출할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 4. Biological half-life of two fungicides in cherrytomato under greenhouse condition

Pesticide	Application rate	Regression curve ^{a)}		Half-life (day)
		Equation	r ²	
Dichlofluanid	Single	R=11.553 · e ^{-0.3149T}	0.9445**	2.2
	Double	R=12.442 · e ^{-0.2T}	0.8709**	3.5
Iprodione	Single	R=2.2182 · e ^{-0.2107T}	0.9344**	3.3
	Double	R=2.616 · e ^{-0.1294T}	0.8009**	5.4

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

Table 3. Recovery and detection limit of the analytical method for pesticide residues in cherrytomato

Compound	Fortification (mg/kg)	Recovery±C.V ^{a)} (%)	Detection limit (mg/kg)
Dichlofluanid	0.05	104.9±0.1	0.005
	0.25	100.6±4.9	
Iprodione	0.1	94.7±12.4	0.01
	0.5	102.6±2.1	

^{a)} Mean vlue of triplicate samples with coefficient of variation

Table 5. DT₅₀, DT₇₅ and DT₉₀ of pesticides in cherrytomato under greenhouse condition

Pesticide	Application rate	DT ₅₀	DT ₇₅	DT ₉₀
Dichlofluanid	Single	2.2	4.4	7.3
	Double	3.5	6.9	11.5
Iprodione	Single	3.3	6.6	10.9
	Double	5.4	10.7	17.8

Table 6. The removal efficiency of pesticides by washing with tap-water and detergent

Pesticide	Control (mg/kg)	Tap-water		0.1% detergent		0.2% detergent	
		Residue (mg/kg)	Removal efficiency (%)	Residue (mg/kg)	Removal efficiency (%)	Residue (mg/kg)	Removal efficiency (%)
Dichlofluanid	0.69	0.23	66.8	0.26	63.0	0.20	70.9
	1.20	0.24	80.3	0.20	83.1	0.27	77.6
Iprodione	0.62	0.23	62.8	0.25	60.4	0.22	65.3
	0.82	0.29	64.2	0.30	63.5	0.26	68.3

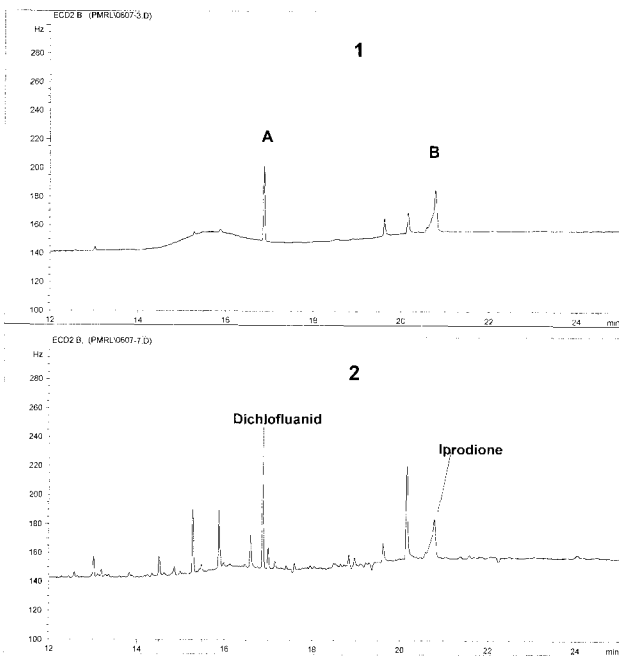


Fig. 1. Typical GLC chromatogram of 1, 0.2 ng of dichlofluanid (peak A) and 0.4 ng of iprodione (peak B) (reference standard) and 2, fortified control tomato sample with 0.05 mg/kg dichlofluanid and 0.1 mg/kg iprodione.

회귀식을 이용한 생산기간중의 잔류농도 예측

잔류 농약 분석결과로부터 회귀식을 구하고 약제의 반감기인 DT₅₀과 DT₇₅ 및 DT₉₀을 산출하였다. Table 5에 나타나는 것과 같이 살포된 농약이 90%이상 분해되는데 걸리는 시간은 dichlofluanid 7.3~11.5일, iprodione 10.9~17.8일로 나타났다. 따라서 농약의 안전사용기준에 따라서 약제를 살포할 경우 두 약제 모두 약 5일만에 50%이상 분해되고 10일 이후에는 90%이상 분해되어 MRL 이하로 잔류하는 것으로 나타났지만, 배양으로 살포시 90%이상 분해되어 소실되는 기간은 기준량 처리시에 비해 증가하는 경향이 있어 권장량 이상의 살포는 바람직하지 않은 것으로 나타났다.

저장조건에 따른 방울토마토중 농약잔류량 변화

저장기간 중 평균습도는 실온저장의 경우 70±0.6%, 냉장은 90±5.5%이었으며, 보관 10일 후 실온 저장 시료는 무게가 13.4% 감소한 반면에 냉장 저장 시료는 2.97%의 무게만이 감

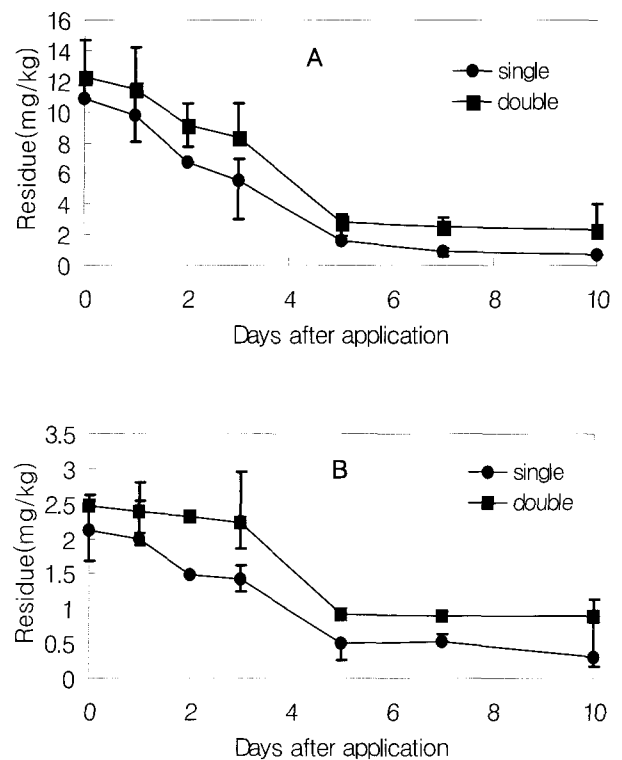


Fig. 2. Dissipation of dichlofluanid(A) and iprodione(B) in cherrytomato under greenhouse condition.

소한 만큼 손실수분량이 적어 상품으로서의 가치가 있었다. 실온보관시 10일 후에 dichlofluanid는 초기잔류량의 78.1%가 감소하였고 iprodione은 21.8%가 감소하였다. 냉장보관시에는 dichlofluanid 19.6%, iprodione 14.1% 정도 감소하는 것으로 나타나 저장조건 및 기간에 따라서 작물중 농약 잔류량이 크게 영향을 받는 것으로 나타났다^{10,11)}(Fig. 3). 저장조건 및 기간에 따른 반감기는 실온일 경우 dichlofluanid 5.3일, iprodione 35.7일이었으며 냉장에서는 dichlofluanid 36.9일, iprodione 39.6일로 나타났다. Dichlofluanid는 실온 저장시 분해율이 냉장보관에 비해 빠르게 진행되어 저장온도의 차이에 따라 분해속도가 다름을 알 수 있었고, iprodione은 온도에 따른 잔류량의 차이가 거의 나타나지 않았다. 초기 농도가 MRL을 초과하였던 dichlofluanid의 저장중 감소율을 조사한 결과 10일 이내에 실온 및 냉장보관시 MRL미만으로 잔류하는

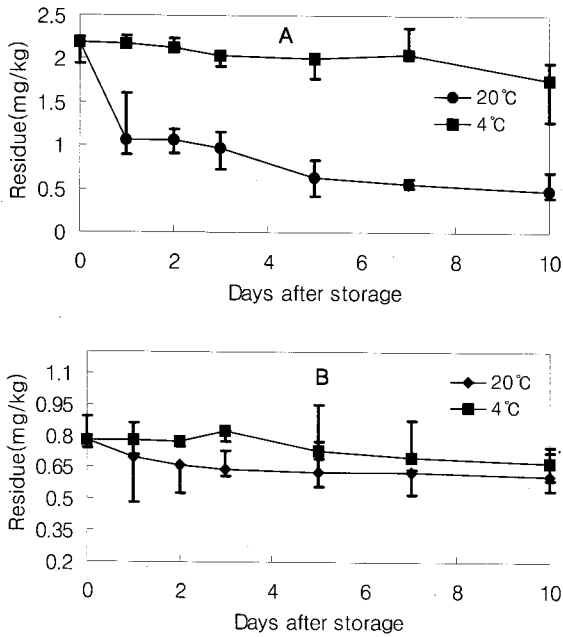


Fig. 3. Persistence of dichlofluanid(A) and iprodione(B) during storage at different temperature.

것이 나타나 저장에 따른 잔류량 감소를 기대할 수 있으며 이러한 결과는 작물 저장중의 잔류량 변화를 실용적으로 산출할 수 있는 자료가 될 뿐만 아니라, 허용기준을 초과한 작물을 저장과정을 거쳐 출하연기를 계도하는 방법으로 사용하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

세척에 따른 잔류농약 제거효과

방울토마토 중 잔류하는 농약의 세척에 의한 제거효과는 전체적으로 62.8~83.1%로 나타났다(Table 6). 이러한 세척율은 농약성분의 물리화학적 특성이나 표면 왁스층의 유무, 굴곡등 형태적 특성과 세척방법의 차이에 기인한 것이라 알려져 있다¹²⁾. 세척방법별 평균세척율은 dichlofluanid는 세제 표준량(0.2% 수용액), 수돗물, 세제 1/2양(0.1% solution) 사용시 각각 74.3%, 73.6%, 73.1%를 나타내어 전체적으로 70% 이상의 세척율을 보였으며, iprodione은 66.9%, 63.5%, 62.0%를 나타내어 60% 이상의 세척율을 보였다. 초기잔류농도별 세척률은 dichlofluanid의 경우 기준량 처리구에서 63.0~70.9%, 배량 처리구에서 77.6~83.1%로 나타나 초기잔류농도가 높을수록 비례해서 세척율이 높게 나타났으며, iprodione에서는 기준량 처리구에서 60.4~65.3%, 배량 처리구에서 63.5~68.3%로 잔류농도에 비례하여 세척율이 증가하였지만 그 차이는 경미한 정도로 나타났다. 딸기에서 dichlofluanid의 수세에 50%의 제거효과가 있다는 이전의 연구¹³⁾가 있었는데, 이는 본 실험보다 다소 낮게 나타났는데, 이러한 차이는 표면에 잔류한 양과 농산물 표면의 형태 및 세척방법 등의 차이에 기인한 것으로 판단되어 진다. 두 약제의 세척방법별 평균 제거율은 dichlofluanid의 경우 tap-water에 의해 73.5%, 세

제액에 73.7%이었고, iprodione의 경우 tap-water에 의해 63.5%, 세제액에 의해 64.3%로 나타나 dichlofluanid가 iprodione보다 세척에 의한 제거효과가 큰 것으로 나타났다. 하지만 본 실험에서는 약제 본래의 침투성에 의해 침투된 양은 고려하지 않고 세척에 의해 작물체에 잔류하는 양만을 조사한 것이기 때문에 표면부착량에 대한 세척율이라 할 수 있으며, 약제의 침투성 및 부착량에 따른 제거효과는 연구가 필요한 것으로 사료되었다. 세척에 의한 농약의 제거효율은 약제의 수용성 정도보다는 작물의 특성에 영향을 받는다고 알려져 있는데¹⁴⁾, 본 실험에서도 수용성이 높은 iprodione의 세척효율이 dichlofluanid보다 낮아서 Ko가 실험한 결과¹⁵⁾와 유사하게 나타나서 약제의 수용성이 세척효율과 비례하지는 않음을 알 수 있었다. 방울토마토중 dichlofluanid 및 iprodione은 수돗물에 의한 세척과 세제액에 의한 세척율이 큰 차이가 없었으며, 수돗물에 의한 세척만으로 60% 이상이 제거되는 것으로 나타났다.

요 약

방울토마토의 생산단계에서의 잔류허용기준 설정과 수확 후 저장기간중 경시변화 및 세척에 의한 잔류농약의 감소양상을 파악하였다. 해당약제를 안전사용기준의 기준량 및 배량을 각각 시설재배 포장에서 살포후 10일간 잔류양상을 조사하였고, 실온 및 냉장조건 하에서의 저장실험 및 세척에 따른 잔류농약의 감소량을 파악하여 생산단계부터, 출하, 저장, 소비단계까지의 잔류량을 예측할 수 있는 모델개발을 위한 자료로 이용하고자 연구를 수행하였다.

Dichlofluanid와 iprodione은 포장조건에서 반감일수가 기준량 2.2, 3.3일 이었으며, 배량은 3.5, 5.4일로 나타났다. 저장조건하에서의 약제별 반감기는 포장조건보다 잔류량의 감소속도가 느린 것으로 나타나 반감일수가 증가하였고, 세척방법에 의한 잔류농약의 감소량을 조사한 결과 세제 사용시의 평균 제거율은 dichlofluanid는 73.7%, iprodione은 64.3%로 나타났고, tap-water사용시에는 dichlofluanid 73.5%, iprodione 63.5%로 나타났다. 이러한 결과는 작물의 생산단계에서 구한 합리적인 회귀식을 이용하여 잔류농약의 경시변화를 파악하고, 저장 및 세척과정을 거쳐 최종 소비단계에서의 잔류농약의 수준을 평가할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림부의 농림기술 개발사업(작물의 생산단계 농약허용기준 설정)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

1. 농수산물품질관리법(법률 제5667호) 제 12조
2. Kim, S. H. and Chung, K. C. (1991) Studies on the

- residues of diazinon, fenitrothion, and EPN in apple and removal of pesticide residues by storing, peeling and washing, *J. Korean. sanitation*. 6(2), 89-108.
3. Bak, J. S., Kang, H. G., Oh, J. S., Lee, K. H., Sung, C. K., Kim, S. A. and Oh, M. J. (2000) Effect of treatment methods on the removal of pesticide residue remained in agricultural products, *Res. Rep. Env. Sci. Tech. Chungnam Nat. Univ. Korea*. 18, 55-69.
 4. Yoon, C. H., Park, W. C., Kim, J. E. and Kim, C. H. (1997) Removal efficiency of pesticide residues on apples by ultrasonic cleaner, *Kor. J. Environ. Agri.* 16(3), 255-258.
 5. 2002 농산물 안전성조사 추진계획, (2002), 국립농산물품질관리원, p.1, p.4.
 6. Korea Crop Protection Association (KCPA) (2002) The Pesticide Use Guidelines, p.72-73, p.178.
 7. Tomlin, C. D. S (2000) The Pesticide Manual (12th ed.), British Crop Protection Council, p.269-270, p.552-553.
 8. Rouberty, F. and Fournier, J. (1995) Capillary gas chromatographic-mass spectrometric determination of iprodione in chicory and leek, *J. of Chromatographia* 41, 693-696.
 9. 농촌진흥청 (2002) 농약등록시험담당자 교육교재; 잔류성 시험의 기준과 방법, 농진청고시 제 2000-23호.
 10. Han, S. H. and Jo, H. B. (1999) Effect of storage temperature, washing, and cooking on postharvest-treated pesticide residues in polished rice, *Kor. J. Food Hyg. Safety* 14(1), 9-16.
 11. 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. Agri.* 21(2), 149-155.
 12. Lee, M. K. and Lee, S. R. (1997) Reduction factors and risk assessment of organophosphorus pesticides in korean food, *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(2), 242-243.
 13. Lee, H. K., Kim, Y. K. and Park, Y. S. (1988) A monitoring survey on pesticide residues in strawberries and cucumbers from plastic film house, *Kor. J. Food Hygiene*. 3(4), 193-202.
 14. Cabras P, (1998) Pesticide residues in raisin processing, *J. of Agric Food Chem.* 46, 2309-2311.
 15. Ko, K. Y. (2002) Residual pattern of some pesticides in perilla leaf and grape during the period of cultivation and storage, MS Thesis, Chungnam Nat Univ.