



## 토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 포장 및 가공에 따른 잔류특성

노현호 · 이재윤 · 박효경 · 정혜림 · 진미지 · 이정우 · 정현상<sup>1</sup> · 이상훈<sup>2</sup> · 경기성\*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1</sup>충북대학교 농업생명환경대학 식품생명공학과,  
<sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

### Residual Characteristics of Fluquinconazole and Flusilazole in Tomatoes during Greenhouse Cultivation and Processing

Hyun Ho Noh, Jae Yun Lee, Hyo Kyoung Park, Hye Rim Jeong, Me Jee Jin, Jung Woo Lee, Heon Sang Jeong<sup>1</sup>, Sang Hoon Lee<sup>2</sup> and Kee Sung Kyung\*

Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

<sup>2</sup>Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

(Received on March 9, 2017. Revised on March 17, 2017. Accepted on March 21, 2017)

**Abstract** This study was carried out to investigate residue dissipation of fluquinconazole and flusilazole in field-sprayed tomatoes during greenhouse cultivation and processing. The test pesticide, fluquinconazole+ flusilazole 8.5 (7+1.5)% SC, was sprayed onto the tomatoes growing in a greenhouse according to Korea pre-harvest intervals and then samples were collected on 0 (3 hours after spraying), 1, 3, 5 and 7 days after last application for decline test. For processing test, tomatoes collected at harvest on 5 day after last application were processed to puree and juice. Limits of quantitation of fluquinconazole and flusilazole were 0.005 mg/kg in both tomatoes and their processed products. Recoveries for validation of the analytical methods for fluquinconazole and flusilazole in tomatoes and their processed products ranged from 74.8 to 97.5%. Biological half-lives of fluquinconazole and flusilazole in tomatoes under greenhouse conditions found to be 5.2 and 6.4 days, respectively. Average persistent residue levels of fluquinconazole and flusilazole were 37.34 and 79.53% after washing, 8.95 and 28.75% in filtrates after boiling, 3.58 and 14.66% in puree, and 3.34 and 13.52% in juice, respectively. These results indicated that the test pesticide residues on tomatoes could be largely removed through washing and boiling.

**Key words** Fluquinconazole, flusilazole, half-life, processing, tomato

<< ORCID

Kee Sung Kyung

<http://orcid.org/0000-0002-1425-5907>

## 서 론

토마토는 가지과(*Lycopersicon esculentum* Mill.) 일년생

작물로 재배 조건이 까다롭지 않아 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 많이 재배하는 작물이다(Park, 1993). 토마토는 항산화 작용으로 노화를 방지하고 항암 작용을 하는 다량의 라이코펜(Yu et al., 2009)과 비타민 A 및 C가 함유되어 있으며, 특히 비타민 C의 경우 채소류 중 토마토에 가장 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Jang et al., 2010). 또한

\*Corresponding author

E-mail: kskyung@chungbuk.ac.kr

체내 니코틴의 양을 감소시키고 숙취 해소에도 효과가 좋으며(Choi et al., 2009), 식이 섬유를 다량 함유하고 있어 육류의 섭취가 많은 현대인에게 아주 유용한 작물이다(Moon et al., 1992). 토마토의 효능을 높이기 위해서는 완숙된 토마토를 섭취해야 하지만 완숙 토마토는 유통 중 품질 저하가 우려되어 완숙 전 토마토가 유통되고 있다(Choi et al., 2007). 따라서 토마토는 주로 저장성이 높은 주스, 페이스트, 퓨레, 케첩 등의 가공품으로 제조되어 소비되고 있으며(Park, 1993), 토마토의 효능이 알려지고 미국 타임지가 선정한 몸에 좋은 10가지 식품 중 하나로 선정되면서 소비는 지속적으로 증가하고 있다(Yu et al., 2009).

1989년 우리나라 토마토 생산량은 89,169톤이었지만 2001년을 기점으로 급격히 증가하여 2007년에는 479,851톤이 생산되고 있으며, 재배 면적은 7,353 ha로 대규모 재배 작물이다(Park, 1993; Jang et al., 2010). 하지만 토마토도 다른 작물과 마찬가지로 각종 병해충에 의한 피해가 발생하고 있으며, 흰가루병, 역병, 잿빛곰팡이병, 잎곰팡이병, 굴파리 등의 피해가 심각하여 이를 방제하기 위하여 유기합성 농약을 사용하고 있다.

농약의 사용은 작물에 해를 끼치는 각종 병해충을 방제하여 고품질 농산물의 대량 생산에 중요한 역할을 한 것은 사실이지만 이로 인하여 작물, 토양 및 수계 잔류성과 식품 섭취로 인한 농약의 노출 등의 문제점이 공존하고 있어 농산물 중 농약의 잔류 특성을 구명하고 이를 이용한 정확한 위해성 평가가 필수적이다. 따라서 이 연구는 토마토 흰가루병 방제에 등록되어 사용 중인 fluquinconazole+flusilazole 8.5(7+1.5)% 액상수화제의 토마토 중 경시적 잔류 특성과 가공 과정 중 농약의 소실 양상을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험농약

시험농약은 트리아졸계 침투성 살균제인 fluquinconazole과 flusilazole이었으며, 살포용 농약은 fluquinconazole+flusilazole 8.5(7+1.5)% 액상수화제이었다.

### 포장시험

시험포장은 토마토 주산단지인 청주시 옥산면 소재 농가 하우스포장에서 수행하였으며, 시험농약은 안전사용기준에 따라 1,000배 희석하여 수확 5일전까지 10일 간격으로 2회 살포하였다. 살포기는 충전 배부식 분무기(MSB1500LL, MARUYAMA, 일본)이었으며, 분사 압력은 약 55 psi로 분당 약 1,100 mL를 살포하였다. 토마토 중 잔류농약의 경시 변화를 구명하기 위하여 최종 약제 살포 후 당일, 1, 3, 5, 7 일차에 시료를 채취하여 잔류농약을 분석하였다. 또한 가공

품(퓨레 및 주스) 중 농약의 잔류특성을 구명하기 위하여 최종 약제 살포 후 5일차에 시료를 채취하여 가공품을 제조하였다.

### 가공품 제조

채취한 시료에서 꼭지를 제거한 후 음용수로 담수 상태에서 5분간 3회 세척하였다. 이를 과쇄하여 95°C에서 20분간 가열하고 고형분 함량을 측정(7°Brix)한 후 1.3-1.4 mm의 체를 이용하여 여과하였다. 여과액을 95°C에서 교반 농축하여 퓨레(15°Brix)를 제조하였으며, 이를 여과액의 고형분 함량 수준으로 희석하여 주스(7°Brix)를 제조하였다. 세척 전과 후의 토마토, 여과액, 퓨레 및 주스 중 잔류농약을 분석하여 가공에 따른 잔류량 변화를 구명하였다. 가공품 중 fluquinconazole과 flusilazole의 잔존율은 각각 세척 전 토마토의 잔류량을 농약의 절대량으로 환산하여 세척 후 토마토, 여과액, 퓨레 및 주스 등 가공품 중 농약의 절대량과 비교하여 산출하였다.

### 표준용액 조제

Fluquinconazole 표준품(99.4%) 20.12 mg과 flusilazole 표준품(99.2%) 20.16 mg을 각각 20 mL의 acetone으로 녹여 1,000 mg/L의 stock solution을 제조하고 이를 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0 mg/kg이 되게 희석한 후 이를 GLC-NPD로 분석하여 피크의 면적을 기준으로 검량선을 작성하였다.

### 분석시료 조제

시료 20 g을 300 mL tall beaker에 넣고 100 mL의 acetone을 넣어 10,000 rpm에서 2분간 균질화한 후 Celite 545 (Merck, 미국)와 No. 2 여과지(Whatman, 중국)를 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 acetone으로 용기 및 잔사를 씻어 여과액과 합하였다. 여과액을 100 mL의 포화식염수와 300 mL의 증류수가 들어있는 1 L 분액 여두에 옮기고 50 mL의 dichloromethane을 가하여 Recipro shaker (SR-2W, Taitec, 일본)를 이용하여 250 rpm에서 5분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. Dichloromethane 분배액을 무수 sodium sulfate로 탈수하고 35°C에서 감압 농축한 후 5 mL의 *n*-hexane에 재용해하여 정제용 시료로 사용하였다. 130°C에서 5시간 이상 활성화시킨 5 g의 Florisil과 약 2 g의 sodium sulfate anhydrous을 연속해서 glass column (1.1 I.D. × 35 cm L.)에 채우고 50 mL의 *n*-hexane으로 세척 및 안정화 시킨 후 상기 정제용 시료를 흘려버렸으며, 연속하여 5 mL의 *n*-hexane으로 용기를 세척하여 흘려버렸다. 토마토 중 fluquinconazole은 30 mL의 *n*-hexane:ethyl acetate (95:5, v/v) 혼합용매를 흘려버린 후 *n*-hexane:ethyl acetate (85:15, v/v) 혼합용매를 이용하여 용출하였으며, flusilazole의 경우 40 mL의 *n*-hexane:dichloromethane:acetonitrile (45:

50:5, v/v) 혼합용매를 흘려버린 후 60 mL의 dichloromethane: acetonitrile (50:50, v/v) 혼합용매를 이용하여 용출하였다. 용출액은 35°C에서 감압 농축한 후 2 mL의 acetone으로 재용해하여 잔류농약을 분석하였다.

### 기기분석

시험농약의 잔류량은 nitrogen phosphorus detector가 장착된 Agilent Technologies사의 7890A gas chromatograph (미국)를 이용하여 분석하였으며, column은 HP-5 capillary (30 m L. × 0.25 mm I.D., 0.25 µm film thickness)를 사용하였다. 주입구와 검출기의 온도는 각각 250°C와 300°C이었으며, 모두 splitless mode로 분석하였다. 또한 이동상(N<sub>2</sub>)의 유속은 모두 1 mL/min이었으며, 수소 3 mL/min, 공기 60 mL/min, make up gas (N<sub>2</sub>) 5 mL/min이었다. Fluquinconazole의 오븐 온도는 초기온도 200°C에서 분당 10°C씩 280°C까지 승온한 후 4분간 유지하였으며, flusilazole의 경우는 180°C에서 2분간 유지하고 분당 10°C씩 280°C까지 승온시키고 연속해서 분당 20°C씩 300°C까지 승온한 후 1분간 유지하였다.

### 회수율 시험

분석법 검증을 위한 회수율 시험은 정량한계의 10배와 50배 수준인 0.05와 0.25 mg/kg의 농도가 되도록 무처리 시료에 1.0과 5.0 mg/kg의 fluquinconazole과 flusilazole 표준용액을 각각 1 mL씩 가하여 상기 분석법과 동일하게 분석하여 회수율을 산출하였다.

## 결과 및 고찰

### 표준 검량선 및 회수율

토마토, 여과액 및 가공품 중 fluquinconazole의 잔류량을 산출하기 위하여 시료 분석 전 농도가 다른 5가지의 표준용액을 분석하여 표준 검량선을 작성하였으며, fluquinconazole과 flusilazole의 상관계수는 각각 0.9994-0.9999과 0.9999-1.0000로써 직선성이 양호하였다.

토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 회수율은 Table 1에 제시한 바와 같이 각각 82.8-87.4와 74.8-90.1%이었으며, 여과액의 경우 각각 78.6-83.9와 84.8-97.5%이었다. 또한 퓨레 중 fluquinconazole과 flusilazole의 회수율은 각각 81.2-88.8과 74.2-79.6%이었으며, 주스의 경우 각각 75.1-79.3과 77.5-83.7%로 적합하였다. Zhao et al. (2014)는 토마토와 가공품 중 186종의 농약의 분석법을 확립하였으며, 토마토, 주스 및 케첩 중 fluquinconazole과 flusilazole의 회수율은 각각 89-96과 85-103%이었다고 보고하였다.

### 토마토 중 농약의 경시적 잔류량

토마토 중 fluquinconazole의 평균 잔류량은 Fig. 1에 제시한 바와 같이 최종 약제 살포 당일 0.363 mg/kg이었으며, 경시적으로 잔류량이 감소하여 7일차에는 0.118 mg/kg이었다. 또한 Flusilazole의 경우 약제 살포 당일 토마토 중 평균 잔류량은 0.044 mg/kg이었으며, 경시적으로 잔류량이 감소하여 7일차에는 0.018 mg/kg이었다. 토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 잔류허용기준은 각각 0.7과 1.0 mg/kg

**Table 1.** Mean recoveries of fluquinconazole and flusilazole in tomatoes and its processing products

Pesticide	Product	Fortification (mg/kg)	Recovery (Mean ± SD, %)	Coefficient variation (%)	
Fluquinconazole	Tomato	0.05	86.4 ± 0.94	1.09	
		0.25	84.4 ± 2.35	2.78	
	Filtrate after boiling	0.05	79.1 ± 0.53	0.67	
		0.25	83.3 ± 0.79	0.94	
	Puree	0.05	86.0 ± 3.04	3.54	
		0.25	82.9 ± 1.74	2.10	
	Juice	0.02	76.3 ± 1.16	1.52	
		0.1	77.5 ± 1.56	2.01	
	Flusilazole	Tomato	0.05	87.1 ± 2.69	3.09
			0.25	75.6 ± 0.90	1.19
Filtrate after boiling		0.05	94.8 ± 3.68	3.88	
		0.25	86.7 ± 2.58	2.97	
Puree		0.05	74.1 ± 0.47	0.64	
		0.25	78.3 ± 1.15	1.47	
Juice		0.02	82.6 ± 1.11	1.34	
		0.1	79.1 ± 1.53	1.93	

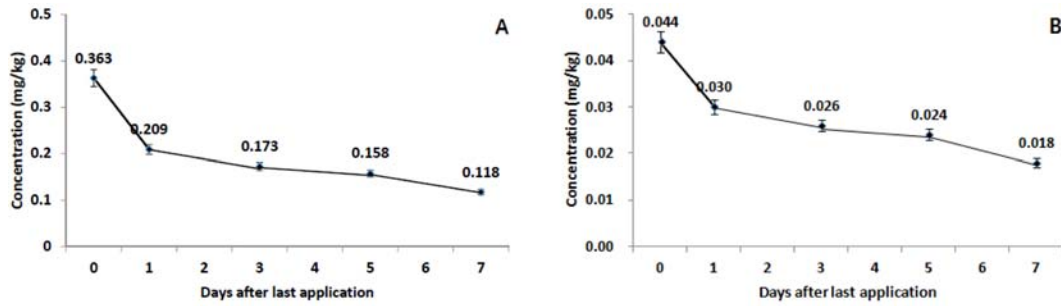


Fig. 1. Change of fluquinconazole (A) and flusilazole (B) residues in tomatoes after last application.

Table 2. Biological half-lives (day) of fluquinconazole and flusilazole in tomatoes

Pesticide	Regression equation	1 <sup>st</sup> DT <sub>50</sub>	2 <sup>nd</sup> DT <sub>50</sub>	3 <sup>rd</sup> DT <sub>50</sub>
Fluquinconazole	$y = 0.2913e^{-0.134x}$	5.2	10.3	15.5
Flusilazole	$y = 0.0384e^{-0.108x}$	6.4	12.8	19.3

으로 최종 약제 살포 당일의 잔류량은 잔류허용기준을 초과하지 않았다. 약제 살포 당시 토마토는 성장이 거의 멈추고 숙기에 접어든 상태였기 때문에 살포된 농약이 작물 증체에 의한 희석 효과보다는 환경적 생물학적 요인에 의하여 농약이 소실된 것으로 판단되었다. Im et al. (2015)은 시설 재배지 2개 포장의 상추에 이 연구와 동일한 시험농약인 fluquinconazole+flusilazole 8.5(7+1.5)% 액상수화제를 1,000 배 희석하여 살포한 후 0일차부터 7일차까지 시료를 채취하여 잔류농약을 분석한 결과 fluquinconazole의 0일차 잔류량은 5.99-13.05 mg/kg이었으며, 7일차에는 0.81-1.87 mg/kg으로 경시적인 감소를 보였다고 보고하였다. 또한 flusilazole의 경우 0일차에서 1.00-2.31 mg/kg의 잔류량을 보였으며, 경시적으로 감소하여 7일차에는 0.11-0.25 mg/kg이었다는 보고와 유사한 결과를 보였다. Szpyrka와 Walorczyk (2013)은 사과에 5% fluquinconazole 액상수화제를 2년간 시기를 달리하여 4차례 살포한 후 각각의 시료를 경시적으로 채취하여 잔류농약을 분석한 결과 모두 유의적으로 잔류량이 감소하였으며, 모두 잔류허용기준 미만이었다고 보고하였다. Wang et al.(2013)은 3개의 감귤 포장에 flusilazole 10% 유탁제를 150 mg a.i./L의 약량으로 살포한 후 최종 약제 살포 당일부터 42일까지 경시적으로 8회 채취하여 껍질과 과육으로 구분하여 잔류농약을 분석한 결과 감귤 중 flusilazole의 잔류량은 경시적으로 감소하였으며, 과육보다 껍질에서 더 많은 잔류농약이 검출되었다고 보고하였다. Shokr et al. (2006)은 포도에 flusilazole 40% 유제를 이집트 안전사용기준에 준하여 살포한 후 최종 약제 살포 당일로부터 29일까지 경시적으로 시료를 채취하여 잔류농약을 분석한 결과 0일차의 잔류량은 0.084 mg/kg이었으며, 경시적으로 잔류량이 감소하여 약제 살포 8일후에 초기 농도의 약 90%가 감소하였다. 또한 약제 살포 29일후의 포도 중 flusilazole은

정량한계 미만이었으며, 모두 잔류허용기준인 0.5 mg/kg을 초과하지 않았다.

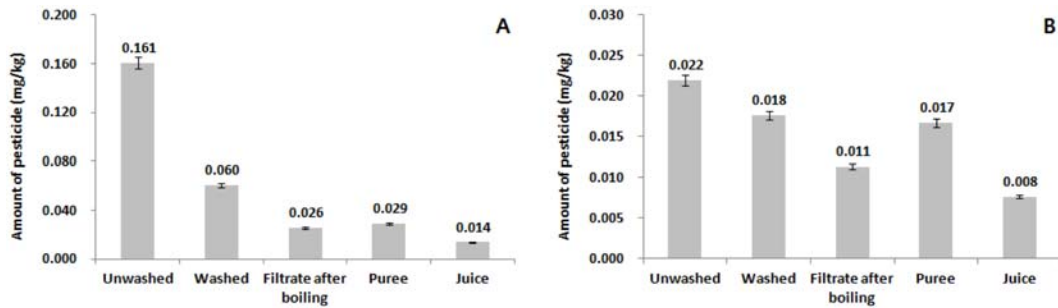
농약의 생물학적 반감기

평균 잔류량을 바탕으로 회귀곡선을 작성하고 회귀식을 이용하여 반감기를 산출한 결과는 Table 2에 제시한 바와 같이 fluquinconazole과 flusilazole 각각 5.2와 6.4일이었으며, 2차 및 3차 반감기는 각각 10.3, 15.5일 및 12.8, 19.3일이었다. 두 시험농약의 토마토 중 초기 잔류량은 차이가 있지만 생물학적 반감기는 큰 차이를 보이지는 않았다. Im et al. (2015)는 상추 중 fluquinconazole과 flusilazole의 생물학적 반감기는 각각 2.0-3.2일과 2.1-2.9일로 잔류량의 차이는 있지만 두 농약의 반감기는 차이가 없었다고 보고하였다. Szpyrka와 Walorczyk (2013)은 시기와 살포 약량을 달리하여 사과에 fluquinconazole을 살포한 후 잔류농약을 분석한 결과 생물학적 반감기는 15-32일이었다고 보고하여 작물과 약제 살포 약량 및 살포시기에 따라 잔류양상이 다른 것으로 나타났다.

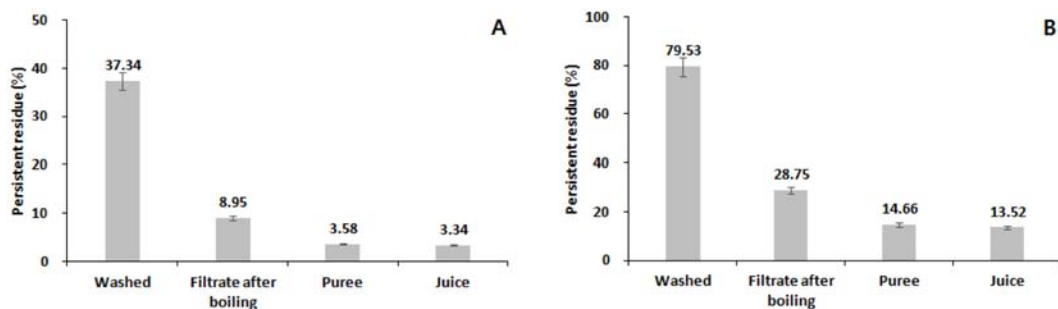
토마토 가공품 중 농약 잔류량

세척 전 토마토 중 fluquinconazole의 평균 잔류농도는 Fig. 2에 제시한 바와 같이 0.161 mg/kg이었으며, 세척 후 토마토 중 평균 잔류농도는 0.060 mg/kg이었다. 또한 여과액, 퓨레 및 주스 중 fluquinconazole의 평균 잔류농도는 각각 0.026, 0.029 및 0.014 mg/kg이었다. Flusilazole의 세척 전과 후 토마토 중 평균 잔류농도는 각각 0.022와 0.018 mg/kg이었으며, 여과액, 퓨레 및 주스의 경우 각각 0.011, 0.017 및 0.008 mg/kg이었다.

작물 중 잔류농약의 제거율은 수용해도보다 농약의 침투성이 크게 작용하고(Ahn et al., 2008) 비침투성 농약이 침



**Fig. 2.** Residue levels of fluquinconazole (A) and flusilazole (B) in tomatoes and their processed products after washing, boiling and filtration.



**Fig. 3.** Average persistent residue levels of fluquinconazole (A) and flusilazole (B) in the processed products after washing, boiling and filtration.

투성 농약보다 상대적으로 세척에 의한 농약의 소실이 많은 것으로 보고되고 있으며, 여러 가공 과정 중 세척 단계가 가장 높은 농약 제거율을 보인다는 보고가 있다(Cabras and Angioni, 2000). 이 연구에서도 세척 후 토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 잔류량은 Fig. 3에 제시한 바와 같이 세척 전 토마토 중 잔류량의 각각 37.34와 79.53%만 잔류하여 침투성인 농약의 특성을 감안하면 세척하면서 많은 양의 농약이 소실되었다고 판단되었다.

여과액 중 fluquinconazole과 flusilazole의 잔류량은 세척 전 토마토 잔류량 대비 각각 8.95와 28.75% 잔류하였으며, 세척 후 토마토의 잔류량 대비 각각 23.96과 36.97% 잔류하였다. 또한 토마토 퓨레 중 fluquinconazole과 flusilazole의 잔류량은 세척 전 토마토 잔류량 대비 각각 3.58과 14.66%만 잔류하였으며, 여과액 잔류량 대비 각각 39.92와 51.20%만 잔류하였다. 이러한 결과는 세척한 토마토를 과쇄하고 가열한 후 체를 통과시키는 방법으로 여과액을 조제하였는데 이 과정에서 껍질 등의 박 잔류물에 일부 잔류하였으며, 여과 또는 퓨레 제조 과정 중 고온에서 가열하는 동안 농약이 분해 및 소실되었기 때문인 것으로 판단되었다. 주스는 퓨레를 여과액의 고형분 함량과 동일하게 희석하여 제조하기 때문에 잔류 농도는 약 2배 차이를 보이지만 농약의 절대량은 비슷한 것으로 나타났다.

## 감사의 글

이 논문은 2014년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## Literature Cited

- Ahn, S. Y., K. D. Kim, J. N. Lee, J. S. Im, C. W. Nam, J. C. Jung and E. H. Lee (2008) Removal efficiency of pesticide residues in Chinese cabbage produced in highland by washing, Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26(4):400-405.
- Cabras, P. and A. Angioni (2000) Pesticide residues in grapes, wine, and their processing products, J. Agric. Food Chem. 48(4):967-973.
- Choi, J. H., M. C. Jeong, B. S. Kim and D. M. Kim (2007) Effect of high CO<sub>2</sub> pre-storage treatment on the quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) during ripening, Korean J. Food Preserv. 14(6):578-583.
- Choi, W. S., K. T. Hwang and K. M. Kim (2009) Prolongation of cherry tomato shelf-life using perforated film packaging, Korean J. Food Preserv. 16(2):139-146.
- Im, S. J., Md M. Rahmana, A. M. Abd El-Aty, S. W. Kim, H. Kabir, W. Farha, T. Lieu, Y. J. Lee, D. I. Jung, J. H. Choi, H. C. Shin, G. J. Im, S. M. Hong and J. H. Shim (2015) Simultaneous detection of fluquinconazole and flusilazole in lettuce using gas chromatography with a nitrogen

phosphorus detector: decline patterns at two different locations, *Biomed. Chromatogr.* 30:946-952.

Jang, S. Y., S. M. Woo, Y. J. Jo, O. M. Kim, I. H. Kim and Y. J. Jeong (2010) Quality characteristics of tomato wine on fermentation conditions, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39(3):443-4480.

Moon, K. D., C. H. Lee, J. K. Kim and T. H. Sohn (1992) Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO<sub>2</sub> treatment, *Korean J. Food Sci. Technol.* 24(6):603-609.

Park, S. W. (1993) Studies on the juice manufacturing properties of various tomato varieties, *J. Korean Soc. Food Nutr.* 22(4):428-432.

Shokr, S. A. A., I. N. Nasr and H. A. Mahmoud (2006) Residual behaviour of fenarimol and flusilazole fungicides in grapes, *J. Agric. Env. Sci. Alex. Univ.* 5(2):78-90.

Szpyrka, E. and S. Walorczyk (2013) Dissipation kinetics of fluquinconazole and pyrimethanil residues in apples intended for baby food production, *Food Chemistry* 141(4): 3525-3530.

Wang, C., L. Qiu, H. Zhao, K. Wang and H. Zhang (2013) Dissipation dynamic and residue distribution of flusilazole in mandarin, *Environ. Monit. Assess.* 185:9169-9176.

Yu, Y. M., Y. N. Youn, Q. J. Hua, G. H. Cha and Y. H. Lee (2009) Biological hazard analysis of paprikas, strawberries and tomatoes in the markets, *J. Fd. Hyg. Safety* 24(2):174-181.

Zhao, P, B. Huang, Y. Li, Y. Han, N. Zou, K. Gu, X. Li and C. Pan (2014) Rapid multiplug filtration cleanup with multiple-walled carbon nanotubes and gas chromatography-triple-quadruple mass spectrometry detection for 186 pesticide residues in tomato and tomato products, *J. Agric. Food Chem.* 62(17):3710-3725.

● ..... ●  
**토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 포장 및 가공에 따른 잔류특성**

노현호 · 이재운 · 박효경 · 정혜림 · 진미지 · 이정우 · 정현상<sup>1</sup> · 이상훈<sup>2</sup> · 경기성\*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1</sup>충북대학교 농업생명환경대학 식품생명공학과,  
<sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

**요 약** 토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 온실 재배 및 가공과정 중 소실을 구명하기 위하여 온실에서 재배 중인 토마토에 시험농약(fluquinconazole+flusilazole 8.5(7+1.5)% 액상수화제)을 안전사용기준에 준하여 살포한 후 경시적인 잔류량 변화 시험을 위해서는 최종 약제 살포 당일, 1, 3, 5, 7일차에, 가공시험을 위해서는 최종 약제 살포 후 5일차에 시료를 채취하였으며, 가공과정 중 잔류량 변화를 시험하기 위하여 토마토를 푸레와 주스로 가공하였다. 토마토와 가공품 중 fluquinconazole과 flusilazole의 정량한계는 모두 0.005 mg/kg이었으며, 회수율은 74.8-97.5%이었다. 온실조건에서 토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole의 생물학적 반감기는 각각 5.2와 6.4일이었다. 가공에 따른 토마토 및 가공품 중 fluquinconazole과 flusilazole의 평균 잔류수준은 물로 세척 후는 각각 37.34와 79.53%, 끓인 후 여과액에는 각각 8.95와 28.75%, 푸레에는 3.58과 14.66%, 주스에는 3.34와 13.52%이었다. 이 결과로 미루어 볼 때 토마토 중 fluquinconazole과 flusilazole은 주로 세척과 끓임에 의해 제거되는 것으로 판단되었다.

**색인어** Fluquinconazole, flusilazole, 반감기, 가공, 토마토

