

## Etofenprox와 Methoxyfenozide의 배추 중 잔류특성

이은영 · 노현호 · 박영순 · 강경원 · 김주광<sup>1</sup> · 진용덕<sup>2</sup> · 윤상순<sup>3</sup> · 진충우<sup>3</sup> · 한상국<sup>3</sup> · 경기성\*

충북대학교 농업생명환경대학 응용생명환경학부, <sup>1</sup>(주)동방아그로 기술연구소,  
<sup>2</sup>국립농업과학원 농산물안전성부, <sup>3</sup>국립농산물품질관리원 충북지원

(2009년 3월 2일 접수, 2009년 3월 17일 수리)

## Residual Characteristics of Etofenprox and Methoxyfenozide in Chinese Cabbage

Eun Young Lee, Hyun Ho Noh, Young Soon Park, Kyung Won Kang, Joo Kwang Kim<sup>1</sup>, Yong Duk Jin<sup>2</sup>, Sang Soon Yun<sup>3</sup>, Chung Woo Jin<sup>3</sup>, Sang Kuk Han<sup>3</sup> and Kee Sung Kyung\*

School of Applied Life Science and Environment, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, <sup>1</sup>Dongbangagro Corporation, Buyeo 323-930, <sup>2</sup>Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, <sup>3</sup>Chungbuk Provincial Office, National Agricultural Products Quality Management Service, Cheongju 361-825, Korea

### Abstract

Two insecticides, commonly used for Chinese cabbage, etofenprox and methoxyfenozide, were subjected to a field residue trial to evaluate safeties of the residues at harvest. The pesticides were sprayed onto the crop at recommended and double doses 10 days before the prearranged harvest and then sampling was done at 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, and 12 days after spraying. The amounts of pesticides residues in the crop were analyzed by chromatographic methods. Limits of detection (LODs) of both etofenprox and methoxyfenozide were 0.01 mg kg<sup>-1</sup> and mean recoveries were 96.76±2.67 (CV=2.76%) and 95.84±2.57% (CV=2.69%) in case of etofenprox and 103.26±3.21 (CV=3.11%) and 94.50±1.35% (CV=1.43%) in case of methoxyfenozide, respectively. Biological half-lives of etofenprox and methoxyfenozide were 3.2 and 3.5 days at the recommended dose and 2.7 and 3.5 days at the double dose, respectively. Initial residue levels of the pesticides at the recommended and double doses exceeded their MRLs, but final residue levels of the pesticides in the crop samples at harvest were less than their MRLs. The ratios of the EDI to ADI by intake the crop harvested 10 days after spraying were less than 4% of their ADIs, representing that residue levels of two pesticides at harvest were evaluated as safe.

**Key words** Etofenprox, Methoxyfenozide, pesticide residue

## 서 론

농약은 농산물 생산에 있어 매우 중요한 농자재로서 농산물 생산 증가에 크게 공헌하고 있다. 그러나 작물에 살포된 농약은 본래의 목적을 달성한 후 분해되어 작물에 잔류되지

않아야 하는 것이 이상적이지만 대부분의 농약은 합성유기화합물이기 때문에 각기 다른 분해 과정을 거치면서 소실되거나 토양 또는 작물에 잔류하게 된다(김 등, 1997; 정 등, 2004).

생산단계에서 작물에 잔류하는 농약의 양은 살포시기와 사용량에 따라 다르지만, 최종 농약 살포 후 잔류량은 일정한 추세로 감소되므로 작물의 생산단계별 농약의 잔류수준을 평가하면 보다 정확하게 잔류 양상을 파악할 수 있다. 이에 농

\*연락처 : Tel. +82-43-261-2562, Fax. +82-43-271-5921  
E-mail: kskyung@chungbuk.ac.kr

림수산물식품부에서는 1999년부터 농산물품질관리법에 근거하여 출하 전 농산물에 대한 잔류허용기준을 설정하고 있으며, 부적합한 농산물의 출하를 사전에 차단하고 있다(농수산물품질관리법, 2006). 이러한 농산물의 출하 여부는 수확 전 10일경에 수확물에 대한 잔류량과 잔류허용기준(MRL)을 비교 평가하여 결정할 수 있다(국립농산물품질관리원, 2005).

농산물 중 농약의 잔류허용기준(MRL)은 농약이 잔류하는 농산물을 사람이 평생 동안 매일 섭취하여도 인체에 아무런 해를 미치지 않는 수준으로 설정된다(박 등, 2005; 이 등 2005). 만약 농산물에서 잔류농약이 검출되어도 잔류수준이 허용기준 이하이면 그 농산물은 안전하다고 말할 수 있지만, 검출된 농약의 해당 농산물 중 1일 평균 섭취량을 적용하면 급성독성보다는 장시간에 걸친 축적에 의한 만성독성으로 중독을 일으킬 우려가 높다(김, 2007a; 김, 2007b). 그러므로 농산물의 농약 잔류량이 허용기준 이하가 되도록 농가에서 출하되기 전 생산단계부터 관리가 필요하다(식품의약품안전청, 2004).

배추는 우리나라에서 가장 즐겨먹는 김치의 주재료로 사용되는 채소류로서 가식부위인 잎이 넓어 농약 부착량이 많고 잔

류량 또한 높아 국립농산물품질관리원에서 안전성 취약품목으로 관리하고 있는 작물이다(국립농산물품질관리원, 2006). 이러한 특성이 있는 배추를 시험 작물로 선정하여 배추에서 검출빈도가 높은 pyrethroid계 살충제인 etofenprox와 diacylhydrazin계 살충제인 methoxyfenozide의 잔류특성에 대한 연구를 실시하였다. 이 연구는 두 시험 약제를 시설재배 포장에 살포하여 일정 기간별로 농약 잔류 특성을 조사하고, kinetics 해석에 따른 합리적 회귀식과 생물학적 반감기를 산출(김 등, 2003; 이 등, 2003)하여 시험농약의 잔류허용기준(MRL)과 비교 평가 후 그 결과를 생산단계에서의 농약 잔류허용기준을 설정하기 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

**재료 및 방법**

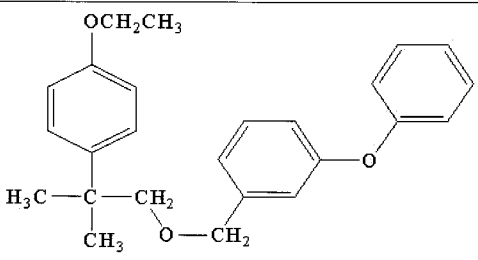
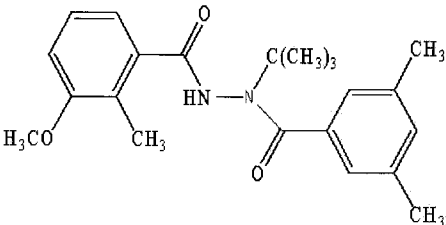
**시험농약**

Pyrethroid계 살충제인 etofenprox(표준품 순도 99.0%)와 diacylhydrazin계 살충제인 methoxyfenozide(표준품 순도 98.5%)를 시험 농약으로 사용하였으며, 각 농약의 이화학

**Table 1.** Physicochemical properties of etofenprox and methoxyfenozide

Pesticide	Molecular weight	logK <sub>ow</sub> (20°C)	Vapour pressure (mPa, 20°C)	Solubility (25°C)
Etofenprox	376.49	6.9	8.13 × 10 <sup>-4</sup>	Less than <1 µg/L in water, 9 kg/L in chloroform, 7.8 kg/L in acetone, 6 kg/L in ethyl acetate, 4.8 kg/L in xylene, and 0.066 kg/L in methanol.
Methoxyfenozide	368.5	3.7	1.48 × 10 <sup>-3</sup>	3.3 mg/L in water, 11 g/100 g in DMSO, 9 g/100 g in acetone, and 9.9 g/100 g in cyclohexanone.

**Table 2.** Chemical structures of etofenprox and methoxyfenozide

Pesticide	Chemical structure	Chemical name (IUPAC)
Etofenprox		2-(4-ethoxyphenyl)-2-methylpropyl 3-phenoxybenzyl ether
Methoxyfenozide		N-tert-butyl-N'-(3-methoxy-o-toluoyl)-3,5-xylhydrozide

적 특성은 Table 1과 2와 같다(Tomlin, 2006). 시험에 사용한 농약은 에토펙스프로스 20% 유제와 메톡시페노자이드 21% 액상수화제로서 이들 농약의 안전사용기준(한국작물보호협회, 2007)에 따라 조제한 표준살포농도(기준량)와 표준살포농도의 2배농도로 조제한 살포용액(배량)을 수확예정 10일 전인 2007년 6월 7일 배부식 분무기로 120 L/10 a의 살포율로 작물 전면에 균일하게 살포하였다. 시험에 사용된 약제의 종류와 안전사용기준 그리고 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 Table 3과 같다(식품의약품안전청, 2007).

### 시험작물 및 포장

얼갈이배추(*Brassica campestris* L.)는 충북 청원군 북이면 소재 비닐하우스에서 2007년 5월 15일 정식한 후 관행법에 따라 재배하였으며, 2007년 6월 7일 약제를 살포하였다. 시험포장은 길이 60 m × 폭 5.8 m의 면적에 약제처리별 3반 복으로 시험구를 배치하였고, 교차오염을 방지하기 위하여 2.0 m × 1.5 m의 완충지대를 설치하였으며, 재식밀도는 20 cm × 20 cm이었다. 또한 시험기간 중 비닐하우스내 온도 및 습도를 측정하기 위하여 Thermo Recorder (Model TR-72S, T&D CORP, Japan)를 이용하여 1 시간 간격으로 온도와 습도를 측정하였다. 시험포장의 토양 물리화학적 특성은 Table 4와 같다.

### 시료채취 및 증체율 조사

경과일수별 증체율은 약제 살포 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10일 및 12일에 각 처리구마다 12포기씩 취하여 각각의 무게를 측

정한 후 Microsoft사의 Microsoft Excel program(version 2003)을 이용하여 생장곡선을 작성하였다. 무게측정이 끝난 시료는 마쇄하여 분석용 시료로 사용하였다.

### 시험농약의 검량선 작성 및 잔류농약 분석

시험농약의 표준물질은 acetonitrile에 녹여 1,000 mg L<sup>-1</sup>이 되도록 stock solution을 만든 다음 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 mg L<sup>-1</sup>으로 희석하여 10 µL씩 HPLC에 주입하여 얻은 피크면적으로 검량선을 작성하였다. 시료 중 잔류농약의 분석은 마쇄한 시료 10 g에 acetone 100 mL을 가하여 10,000 rpm에서 5분간 균질화한 후 Büchner funnel에 Celite 545을 넣고 흡인 여과하였으며, acetone 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합하였다. 여과액을 1,000 mL 분액여두에 옮기고 포화식염수 100 mL과 증류수 400 mL을 넣고 dichloromethane 50 mL를 가한 후 Resipro shaker(SR-2W, TAITEC, Japan)를 이용하여 270 rpm에서 5분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. Dichloromethane 분배액을 무수 황산 나트륨에 통과시켜 탈수한 다음 35°C에서 감압농축하였다.

Florisil(60-100 mesh) 5 g을 glass column(1 cm ID × 22 cm L.)에 건식 충전한 후 약 2 g의 무수 황산나트륨을 Florisil 상부에 넣고 *n*-hexane 50 mL로 세정하여 안정화시켰다.

Etofenprox의 경우 농축시료를 10 mL의 *n*-hexane:dichloromethane(80:20, v/v)에 녹여 상기 glass column 상부에 가하여 흘리고 *n*-hexane:dichloromethane(80:20, v/v)의 혼합용

Table 3. Pesticide products for spraying and their safe use guidelines and maximum residue limits

Pesticide	Formulation	A.I. <sup>a)</sup> content (%)	Standard dilution rate	Safe use guideline		MRL <sup>d)</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )
				PHI <sup>b)</sup> (day)	MAF <sup>c)</sup> (time)	
Etofenprox	EC <sup>e)</sup>	20	1,000	7	3	2.0
Methoxyfenozide	SC <sup>f)</sup>	21	2,000	7	3	5.0

a) Active ingredient.

b) Pre-harvest interval.

c) Maximum application frequency.

d) Maximum residue limits.

e) Emulsifiable concentrate.

f) Suspension concentrate.

Table 4. Physicochemical properties of the field soil

pH (1:5, H <sub>2</sub> O)	Organic matter (%)	CEC cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	Particle size distribution (%)			Texture
			Sand	Silt	Clay	
6.7	2.44	1.54	41.4	30.6	28.0	Clay loam

매 50 mL를 흘려버렸으며, 연속하여 *n*-hexane:dichloromethane:acetonitrile (48.5:50:1.5, v/v/v) 50 mL로 용출하여 35°C에서 감압농축 하였다.

Methoxyfenozide는 상기 농축시료를 5 mL의 *n*-hexane에 녹여 column 상부에 흘리고 *n*-hexane:ethyl acetate(75:25, v/v)의 혼합용매 5 mL로 씻어버렸으며, 연속하여 동용매 15 mL를 흘려버린 후 동용매 40 mL로 용출하여 35°C에서 감압농축 하였다.

Etofenprox와 methoxyfenozide의 농축 건조된 시료는 2 mL의 acetonitrile에 재용해한 후 HPLC-DAD(diode array detector)로 분석하였으며, 기기분석조건은 Table 5와 같다.

### 회수율 시험

회수율 시험은 무처리 열갈이배추 10 g에 시험농약 표준 용액을 검출한계의 10배와 50배가 되도록 처리한 후 시료의 조제 방법과 동일하게 분석하였다.

### 잔류농약의 생물학적 반감기 산출

열갈이배추 중 잔류농약의 생물학적 반감기는 Microsoft사의 Microsoft Excel을 이용한 지수곡선식으로 산출하였다. 이 때 사용한 kinetics model은 소실율이 시간(t)의 경과에

따라 농도(C)에 의존하는 first order kinetics model이었다 (양 등, 1995; 성, 2004; 박 등, 2005).

### 잔류농약의 ADI대비 식이섭취율 산출

열갈이배추에 대한 시험농약의 식이섭취량인 EDI(estimated daily intake)와 일일섭취허용량인 ADI(acceptable daily intake)를 기준으로 산출한 식이섭취율은 다음 식으로부터 계산하였다. 배추의 일일섭취량(daily food intake)은 70.63 g(식품의약품안전청, 2006), 한국인의 평균체중은 55 kg을 적용하였다(이 등, 1995; 이 등, 2007).

- 식이섭취량(EDI, estimated daily intake, mg/day/man)  
= 잔류농도(mg kg<sup>-1</sup>) × 70.63 g
- 한국인의 일일섭취허용량 = ADI × 55 kg
- ADI대비 식이섭취율 = (식이섭취량/일일섭취허용량) × 100

### 결과 및 고찰

#### 회수율, 검출한계 및 검량선

분석법에 의한 시험농약의 회수율은 무처리 열갈이배추

Table 5. HPLC-DAD conditions for the analysis of pesticide residues

Instrument	HP 1100 Series High Performance Liquid Chromatograph, Hewlett Packard, U.S.A.
Column	Supelcosil™ LC-8-DB, 250 × 4.6 mm (5 μm) for etofenprox Supelcosil™ LC 18, 250 × 4.6 mm (5 μm) for methoxyfenozide
Detector	Diode array detector (DAD)
Wavelength	225 nm for etofenprox, 220 nm for methoxyfenozide
Mobile phase	Water:Acetonitrile (20:80, v/v) for etofenprox Water:Acetonitrile (60:40, v/v) for methoxyfenozide
Flow rate	1 mL/min
Injection vol.	10 μL

Table 6. Recoveries and limits of detection of the analytical methods

Pesticide	Fortification level (mg kg <sup>-1</sup> )	Recovery±SD <sup>a)</sup> (%)	Coefficient of variation	MDA <sup>b)</sup> (ng)	LOD <sup>c)</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )
Etofenprox	0.1	96.76±2.67	2.76	0.5	0.01
	0.5	95.84±2.57	2.69		
Methoxyfenozide	0.1	103.26±3.21	3.11	0.5	0.01
	0.5	94.50±1.35	1.43		

<sup>a)</sup>Mean values of triplicates with standard deviation.

<sup>b)</sup>Minimum detectable amount.

<sup>c)</sup>Limit of detection.

**Table 7.** Linear equations of calibration curve for the quantification of the pesticide residues in Chinese cabbage

Pesticide	Linear equation	r	n
Etofenprox	$y=3.22x+1.6978$	0.9992	6
Methoxyfenozide	$y=4.1398x+0.0941$	1	6

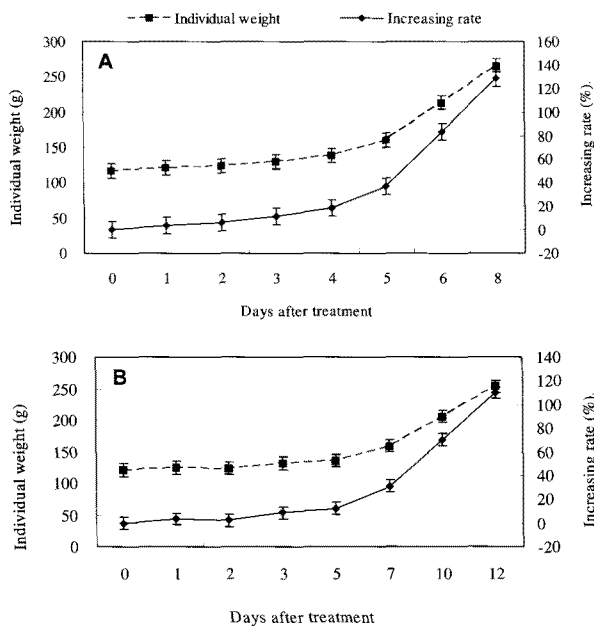
10 g에 시험농약 표준용액을 검출한계의 10배와 50배 농도가 되도록 처리한 후 분석하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다. Etofenprox와 methoxyfenozide의 회수율은 모두 92.90-106.57% 범위였고 변이율은 1.43-3.11이었다. 시험법의 검출한계는 모두 0.01 mg kg<sup>-1</sup>이었다. 시험농약의 표준물질을 분석하여 얻은 검량선의 직선식(linear equation)과 상관계수(r)는 Table 7과 같이 시험농약의 검량선은 모두 직선성이 양호하였다.

**얼갈이배추의 증체율과 기상조건**

최종약제 살포 후 경과일별로 채취한 얼갈이배추의 무게를 측정하여 산출한 증체율은 Fig. 1과 같으며, etofenprox와 methoxyfenozide의 증체율은 각각 109.95±2.45%와 147.81±3.26%이었다. 또한 시험기간 중 시설하우스내 온도와 습도의 범위는 각각 16.47-39.26℃와 34-99% 범위 이었다.

**경시적 농약잔류 특성**

수확 예정 10일전에 약제를 살포한 후 0, 1, 2, 3, 5, 7,



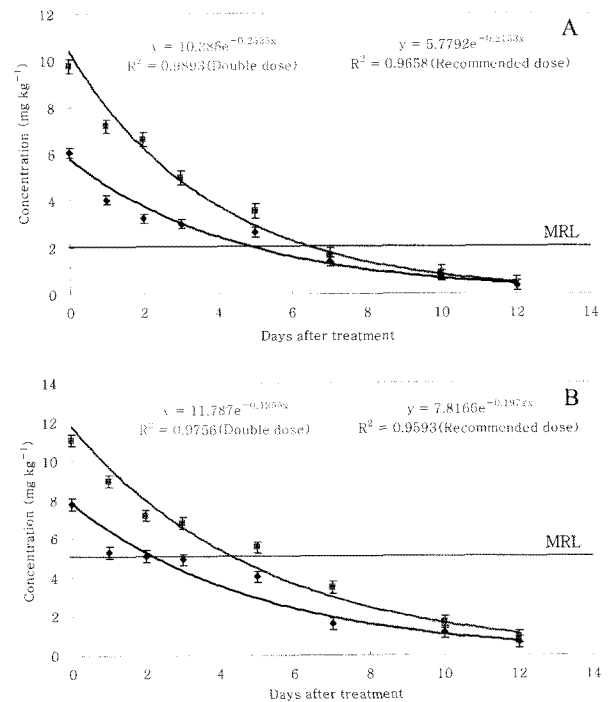
**Fig. 1.** Growth rate of Chinese cabbage during the experimental periods. A : Etofenprox, B : Methoxyfenozide

10일과 12일에 시료를 채취하여 잔류량을 계산한 결과는 Fig. 2와 같고 수확예정일인 농약살포 10일 후 시험농약의 소실율은 Table 8과 같다. 얼갈이배추에 살포한 두 약제의 경시적 잔류량의 변화는 약제 간 다소 차이는 있으나 살포 후 시간이 지남에 따라 그 잔류수준은 빠른 속도로 감소하였다.

Etofenprox와 methoxyfenozide의 초기 잔류량은 기준량에서 6.05와 7.79 mg kg<sup>-1</sup>이었고 배양에서는 9.75와 11.06 mg kg<sup>-1</sup>이었다. 수확예정일에서의 소실율(dissipation rate)은 etofenprox의 경우 기준량과 배양 처리구에서 각각 87.17과 90.63%, 수확예정일의 농도는 MRL의 38.80과 45.65% 수준이었다. 또한, Methoxyfenozide의 소실율은 기준량과 배양 처리구에서 각각 84.82와 84.63%이었으며, 수확예정일의 농도는 MRL의 23.66과 34.00% 수준이었다. 두 농약의 초기 잔류량은 모두 MRL을 초과하였으나, 수확예정일에서는 모든 처리구에서 MRL 이내로 잔류량이 감소하였다. 이 결과는 김(2007)의 몇가지 살충제의 배추 중 잔류 특성에서 수확예정일에서의 농약 잔류량이 모두 MRL 이내였다는 연구결과와 유사한 경향이었다.

**잔류농약의 생물학적 반감기**

얼갈이배추에 살포한 시험농약의 소실곡선식과 생물학적 반감기는 Table 9에, 소실곡선은 Fig. 2에 제시한 바와 같이



**Fig. 2.** Dissipation of etofenprox (A) and methoxyfenozide (B) in Chinese cabbage under greenhouse conditions.

**Table 8.** Dissipation rates of the pesticide residues in Chinese cabbage 10 days of the prearranged harvest after spraying

Pesticide	Application dose	MRL <sup>a)</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	Initial concentration (mg kg <sup>-1</sup> )	Concentration at harvest (mg kg <sup>-1</sup> )	% MRL <sup>b)</sup> at harvest (%)	Dissipation <sup>c)</sup> (%)
Etofenprox	Recommended	2.0	6.047	0.776	38.80	87.17
	Double		9.745	0.913	45.65	90.63
Methoxyfenozide	Recommended	5.0	7.792	1.183	23.66	84.82
	Double		11.063	1.700	34.00	84.63

<sup>a)</sup>Maximum residue limit.

<sup>b)</sup>Calculated from the equation, (concentration at harvest/MRL)×100.

<sup>c)</sup>Calculated from the equation, (C<sub>0</sub> - C<sub>10</sub>)×100/C<sub>0</sub>

(C<sub>0</sub> : concentration at day 0, C<sub>10</sub> : concentration at harvest).

**Table 9.** Regression curves and biological half-lives of the pesticides in Chinese cabbage under greenhouse conditions

Pesticide	Application dose	Regression curve <sup>a)</sup>		Half-life (day)
		Equation	r	
Etofenprox	Recommended	$y=5.7792e^{-0.2153x}$	0.9828	3.2
	Double	$y=10.3860e^{-0.2535x}$	0.9946	2.7
Methoxyfenozide	Recommended	$y=7.8166e^{-0.1972x}$	0.9794	3.5
	Double	$y=11.7870e^{-0.1955x}$	0.9877	3.5

<sup>a)</sup>Based on the first-order kinetics.

**Table 10.** DT<sub>50</sub>, DT<sub>75</sub>, and DT<sub>90</sub> of the pesticides in Chinese cabbage under greenhouse conditions

Pesticide	Application dose	DT50 <sup>a)</sup>	DT75 <sup>b)</sup>	DT90 <sup>c)</sup>
Etofenprox	Recommended	3.2	6.4	10.7
	Double	2.7	5.5	9.1
Methoxyfenozide	Recommended	3.5	7.0	11.7
	Double	3.5	7.1	11.8

<sup>a)</sup>Time for 50% loss.

<sup>b)</sup>Time for 75% loss.

<sup>c)</sup>Time for 90% loss.

반감기는 시험약제 모두 4일 이내였다.

Etofenprox의 소실곡선식은 기준량과 배량 시험구에서 각각  $y=5.7792e^{-0.2153x}$ ( $r=0.98$ )와  $y=10.3860e^{-0.2535x}$ ( $r=0.99$ )이었으며, 소실곡선식에 의한 반감기는 기준량과 배량 처리구에서 각각 3.2일과 2.7일이었다.

Methoxyfenozide의 소실곡선식은 기준량과 배량 시험구에서 각각  $y=7.8166e^{-0.1972x}$ ( $r=0.98$ )와  $y=11.7870e^{-0.1955x}$ ( $r=0.99$ )이었으며, 반감기는 기준량과 배량 시험구 모두 3.5일이었다. Etofenprox와 methoxyfenozide 모두 토양 및 환경 중 반감기가 짧은 것을 확인할 수 있었다(Tomlin, 2006; 김 등, 2003). 이는 두 시험약제의 시간에 따른 분해보다는 작물의 생육에 따른 희석효과 등으로 반감기가 짧아진 것으로 생각된다(Sathya, 2006; 김, 2007).

잔류농약 분석결과로부터 얻은 소실곡선식을 이용하여 시험농약의 DT<sub>50</sub>, DT<sub>75</sub> 및 DT<sub>90</sub>을 산출한 결과는 Table 10에 나타난 것과 같이 살포된 농약이 75%와 90%가 분해되는데 걸린 기간은 대체로 8일과 12일 이내였다. 또한, etofenprox와 methoxyfenozide의 초기잔류량은 모두 MRL을 초과하였지만 수확예정일에는 모두 MRL 미만으로 적은 양이 잔류하는 것을 알 수 있었다. 결과적으로 농약의 안전사용기준에 따라서 시험약제를 살포할 경우 약 4일안에 50% 이상 분해되었다. 이상의 결과를 이용하면 출하 전에 분석하여 얻은 잔류량으로부터 출하시 예상되는 잔류량을 실용적으로 산출할 수 있고 작물의 출하시기를 결정하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각되었다.

**Table 11.** Estimated daily intake of the pesticides by intake of Chinese cabbage

Pesticide	Application dose	DAS <sup>a)</sup>	MRL <sup>b)</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	Residue (mg kg <sup>-1</sup> )	EDI <sup>c)</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	ADI <sup>d)</sup> (mg/day/man)	%ADI <sup>e)</sup>
Etofenprox	Recommended	0	2.0	6.047	0.4271	1.65	25.88
		10		0.776	0.0548		3.32
	Double	0	9.745	0.6883	41.71		
		10	0.913	0.0645	3.91		
Methoxyfenozide	Recommended	0	5.0	7.792	0.5503	5.5	10.01
		10		1.183	0.0836		1.52
	Double	0		11.063	0.7814		14.21
		10		1.700	0.1201		2.18

<sup>a)</sup>Days after spraying.

<sup>b)</sup>Maximum residue limit.

<sup>c)</sup>EDI(estimated daily intake, mg/day/man) = Residual concentration (mg kg<sup>-1</sup>) × 70.63 g.

<sup>d)</sup>ADI × 55 kg (average Korean body weight).

<sup>e)</sup>%ADI = (EDI/ADI) × 100.

### 잔류농약의 ADI대비 식이섭취율

얼갈이배추에 대한 시험농약의 식이섭취량인 EDI(estimated daily intake)와 일일섭취허용량(ADI)을 기준으로 산출한 식이섭취율 결과는 Table 11과 같다. ADI는 한국 성인의 평균 체중인 55 kg(이 등, 1995; 이 등, 2007)을, 배추의 일일섭취량(daily food intake)은 70.63 g(식품의약품안전청, 2006)을 적용하여 ADI 대비 EDI 비율로 산출하였다.

Etofenprox의 ADI 대비 EDI 비율은 시료채취 초기에 기준량 살포구와 배량살포구에서 각각 25.88%와 41.71%이었으며, 수확예정일에는 각각 3.32%와 3.91%이었다. Methoxyfenozide의 경우는 시료채취 초기에 기준량살포구와 배량살포구에서 각각 10.01%와 14.21%이었고 수확예정일에는 각각 1.52%와 2.18%이었다. Etofenprox와 methoxyfenozide는 수확예정일에 ADI대비 EDI 비율이 모두 4% 미만으로 안전한 것으로 평가되었다. 이러한 결과는 몇가지 살충제의 표준희석살포농도(기준량)와 표준희석살포농도의 2배(배량)로 얼갈이배추에 살포한 후 수확 예정일(살포 후 10일)의 잔류량에 근거하여 산출한 식이섭취율이 10% 미만이었다는 김(2007)의 연구 결과와 유사하였다.

### 감사의 글

이 연구는 2007년 국립농산물품질관리원의 '생산단계 농산물의 잔류농약 허용기준 설정연구'의 연구비 지원으로 수행한 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### >> 인 / 용 / 문 / 헌

- Sathya, K., A. M. Abd Ei-Aty, J. H. Choi, M. S. Kim, J. K. Kim, and J. H. Shim. (2006) Residual status and dissipation pattern of metalaxyl in Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.) grown under greenhouse conditions. Horticult. Environ. Biotech. 47(5):231-236.
- Tomlin, C. D. S. (2006) In the Pesticide Manual (14th), British Crop Protection Council, UK, pp.418-419, pp. 703-704.
- 국립농산물품질관리원 (2005) 농산물 안전성조사 결과보고서.
- 국립농산물품질관리원 (2006) 2006 농산물 안전성조사 추진계획.
- 김대규 (2007) 몇가지 살충제의 배추 중 잔류 특성. 충북대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김성수, 이상민, 구민영, 박동식, 허장현 (2003) 목초 중 Methoxyfenozide 와 Etofenprox의 잔류 분석 및 안전성 평가. 농업과학연구 14:59-66.
- 김영숙, 박주황, 박종우, 이영득, 이규승, 김장익 (2003) Chlorpyrifos 및 Chlorothalonil의 사과 생산단계별 잔류특성. 한국환경농학회지 22(2):130-136.
- 김정환 (2007a) 식품과 농약(1) 농약 중요성과 종류, 식품과 농약, 한국식품위생안전성학회 2(1):48-52.
- 김정환 (2007b) 식품과 농약(2) 농약의 독성과 1일섭취허용량, 한국식품위생안전성학회 2(2):51-57.
- 김진배, 송병훈, 전재철, 임건재, 임양빈 (1997) 제형에 따른 농약의 작물체 부착성 및 잔류성. 농약과학회지 1:35-40.
- 농수산물관리법(법률 제9117호) 제 12조(2006).
- 박건상, 임무혁, 최동미, 정지윤, 장문의, 권광일, 홍무기, 이철원 (2005) 한국의 식품중 농약 잔류허용기준 설정. 농약화학회지 9(1):51-59.
- 박동식, 성기용, 최규일, 허장현 (2005) Kinetic models에 의한 딸기 중 농약의 생물학적 반감기 비교와 생산단계잔류허용기준 설정. 한국농약과학회지 9(3):231-236.

- 성기용 (2004) 과채류 중 농약의 잔류특성 및 생물학적 반감기 연구. 강원대학교 대학원 박사학위논문.
- 식품의약품안전청 (2004) 채소류의 잔류농약 안전실태조사, pp. 1-8.
- 식품의약품안전청 (2007) 식품의 농약 잔류허용기준. pp. 56-106.
- 식품의약품안전청 (2006) 국민건강영양조사보고서.
- 양재의, 이규승 (2001) 농업환경. 사단법인 한국환경농학회 pp. 179-185.
- 양재의, 박동식, 한대성 (1995) 포장조건에서 Kinetic Models로부터 산출한 Benfuresate 및 Oxolinic acid의 토양 중 반감기 비교평가. 한국환경농학회지 14(3):302-311.
- 이미경, 홍무기, 박건상, 최동미, 임무혁, 이서래 (2005) 한국에서 농산물중 농약잔류 허용기준의 설정절차. 한국식품과학회지 37(4): 685-694.
- 이서래, 이미경, 김남형 (1995) 한국인에 의한 농약의 이론적 최대 섭취량 및 안전지표의 산정. 한국식품과학회지 27(4):618-624.
- 이용재, 고광용, 원동준, 길근환, 이규승 (2003) 복숭아의 재배 및 저장기간 중 Procymidone, Chlorpyrifos 및 Cypermethrine의 잔류량 변화. 한국환경농학회지 22:220-226.
- 이제봉, 신진섭, 박연기, 유아선, 홍순성, 임진재, 강규영 (2007) 국내등록농약의 일일섭취허용량(ADI) 설정. 한국농약과학회지 11(4):289-298.
- 정영호, 김장억, 김정환, 이영득, 임치환, 허정현 (2004) 최신농약학, 시그마프레스, pp.341-361.
- 한국작물보호협회 (2007a) 농약사용지침서. 삼정인쇄공사, pp. 376-377, pp. 470-472.

## Etofenprox와 Methoxyfenozide의 배추 중 잔류특성

이은영 · 노현호 · 박영순 · 강경원 · 김주광<sup>1</sup> · 진용덕<sup>2</sup> · 윤상순<sup>3</sup> · 진중우<sup>3</sup> · 한상국<sup>3</sup> · 경기성\*

충북대학교 농업생명환경대학 응용생명환경학부, <sup>1</sup>(주)동방아그로 기술연구소,  
<sup>2</sup>국립농업과학원 농산물안전성부, <sup>3</sup>국립농산물품질관리원 충북지원

**요 약** 배추에 등록되어 일반적으로 사용하고 있는 살충제 etofenprox와 methoxyfenozide를 살포하여 생물학적 소실곡선식을 통한 수확 전 약제살포 후 경과일수별 잔류량을 예측하였다. 두 시험 농약의 검출한계는 0.01 mg kg<sup>-1</sup>이었고, 분석법의 회수율은 etofenprox와 methoxyfenozide에서 각각 96.76-95.84%, 94.50-103.26%이었다. 시험농약의 반감기는 기준량 처리구에서 etofenprox와 methoxyfenozide에서 각각 3.2일, 3.5일 이었고, 배량 처리구에서는 각각 2.7일, 3.5일 이었다. 시험농약의 약제 살포직후 농도는 잔류허용기준을 초과하였으나, 수확예정일의 시료중 시험농약의 농도는 모두 잔류허용기준 미만이었으며, 수확예정일의 잔류량으로 산출한 시험농약의 ADI 대비 EDI의 비율은 기준량과 배량 처리구에서 모두 4% 미만으로 안전한 것으로 평가되었다.

**색인어** Etofenprox, methoxyfenozide, 잔류농약