

비름(*Amaranthus mangostanus* L.) 중 acetamiprid 5% 액제의 잔류특성 및 안전성 평가

박홍열¹, 허성진², 타파쉬리¹, 유일호³, 조준모¹, 허장현^{2*}

¹강원대학교 친환경농산물안정성센터, ²강원대학교 바이오자원환경학과, ³국립농산물품질관리원 강원지원 조사분석과
(2012년 06월 18일 접수, 2012년 06월 22일 수리)

Residual Analysis and Risk Assessment of Acetamiprid 5% SL in the Amaranthus (*Amaranthus mangostanus* L.)

Park, H. R.¹, S. J. Heo², S. P. Thapa¹, I. H. Yu³, J. M. Cho¹ and J. H. Hur^{2*}

¹EFAP Safety Center, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

²Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

³National Agricultural Products Quality Management Service, Gangwon Province, Chuncheon 200-150, Korea

Abstract

This study was investigated to determine the residual amounts of acetamiprid in amaranthus (*Amaranthus mangostanus* L.) using high performance liquid chromatography with ultraviolet detector (HPLC/UVD) and to assess the standard for safe use of acetamiprid 5% SL. Acetamiprid is used to control the green peach aphid (*Myzus persicae*) on amaranthus. Recovery tests of acetamiprid in amaranthus were done by spiking 10 and 50-times of limit of detection (LOD). Recoveries obtained from two concentrations were 81.98% and 79.52%, respectively. The residual amount of acetamiprid from the amaranthus harvested 3, 7 and 10 days after 1 and 2-times treatment ranged from 0.06 to 1.63 mg/kg. Because the maximum residue limit (MRL) of acetamiprid in the amaranthus is 3.0 mg/kg (Provisional MRLs, Brassica leafy vegetables, KFDA), it is proposed for acetamiprid 5% SL to apply 2 times, 3 days before harvest in Korea.

Key words: Acetamiprid, Amaranthus, Residual analysis.

서론

최근 국민 소득의 향상, 건강에 대한 관심 증가 및 농산물 선택에 대한 소비기호의 변화 등으로 인하여 과거에 재배되지 않던 작물이 현재에는 새로운 소득작물로 재배되고 있으며, 이러한 작물은 대부분 국내 재배면적이 1,000 ha 미만이거나 재배면적이 기록되지 않는 소규모 재배작물로 국내에서는 소면적 재배작물, 국외에서는 minor crop이라 부른다(농림수산식품부, 2010). 소면적 재배작물의 하나인 비름(*Amaranthus mangostanus* L.)은 비름과(*Amaranthaceae*)의 일년생 잡초로서 현채(莧菜), 마치현(馬齒莧), 돈이초(豚耳草), 비듬나물 및 새비름 등으로 불

리며, 인도가 원산지인 한국, 타이완, 중국 및 말레이시아 등 온대지방 및 열대지방에 주로 분포하고 있다. 한국에서는 이른 여름부터 가을에 걸쳐 양지바른 곳에서 잘 자라며, 높이가 1 m에 달하고 굵은 가지가 뻗는다. 잎은 호생하고 녹색이며 삼각형 또는 사각형의 넓은 달걀모양으로 가장자리가 밋밋하며 엽장이 4~12 cm, 엽폭이 2~7 cm이다. 비름은 농업에 있어 일년생 잡초이나 한국의 경우 어린순을 나물로 먹기도 하고, 타이완, 중국 및 말레이시아 등지에서는 여름채소로 개량되어 재배되고 있으며, 뿌리는 해열, 해독, 최유(催乳) 및 소종(消腫) 등에 사용된다(이, 1984; 김, 2000; 오 등, 2005; 오와 이, 2005). 이러한 비름과 같은 소면적 재배 작물은 대부분 시설에서 재배

*Corresponding Author: Goh, J. T. (E-mail: gohjt@kangwon.ac.kr)

되고 있기 때문에 고온 및 다습한 재배환경으로 병이나 해충이 빈번이 나타나고 있으며, 전적으로 화학적 방제에 의존하고 있다. 그러나 소면적 재배작물에 대하여 적용병해충 별로 사용할 수 있는 농약이 부족하고, 농약회사의 입장에서도 농약의 개발비용에 비하여 수익이 적기 때문에 경제적인 이유로 적용병해충별 농약등록을 기피하고 있는 실정이다. 이는 소면적 재배작물 별 등록된 약제의 부족으로 인하여 농약을 사용하는 사용자의 경우 농약의 오용 및 남용을 야기할 수 있으며, 소비자의 경우 안전성에 문제를 야기할 수도 있다(Park et al., 2009).

비름 재배 시 발생하는 병해충으로는 파밤나방, 복숭아혹진딧물, 흰가루병 및 탄저병 등이 발생하고 있으며(Kwon and Park, 2003; 한국작물보호협회, 2011), 이 중 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)은 전세계적으로 분포하고 있는 농업해충으로 기주식물이 66과 300종으로 알려져 있다(Shim et al., 1977). 복숭아혹진딧물은 줄기는 물론 꽃이나 열매 등을 흡즙 식물체의 양분 소실 및 잎이 오그라지거나 말리는 현상을 유발하여 작물체를 고사시킨다. 또한 감로를 분비하여 작물의 그을음병 원인으로 작용하며, 흡즙에 의한 직접적인 피해뿐만 아니라 바이러스를 매개하여 작물을 고사시키는 간접적인 피해도 유발한다(Kervella et al., 1998; Sauge, 1998). 복숭아혹진딧물을 방제하기 위한 방법으로는 생물학적 및 화학적 방법을 사용하고 있으나 가장 효과적이면서 노동력 및 생산비를 절감할 수 있는 화학적방제제를 선호하고 있으며, 방제를 위한 약제로는 acetamiprid, benfuracarb, bifenthrin, lambda-cyhalothrin, deltamethrin, dinotefuran, ethofenprox 및 imidacloprid 등이 좋은 효과를 내고 있다고 보고되어 있다(한국작물보호협회, 2011). 이중 acetamiprid는 neonicotinoid계 살충제로서 일본의 Nippon Soda에서 1995년 등록된 약제이며, 곤충의 중추신경계에 관여하는 nicotinic acetylcholine receptor의 agonist로 작용하는 살충제로(Tomlin, 2006), 국내에서는 복숭아혹진딧물과 같은 진딧물류, 꽃노랑총채벌레, 복숭아순나방, 꿀꿀나방 및 담배가루이 등의 총해방제용으로 주로 사용되고 있다(한국작물보호협회, 2011).

본 연구에서는 acetamiprid 5% 액제 중 acetamiprid의 비름에 대한 잔류성을 구명하여 농약 품목등록자료 및 잔류농약의 안전성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 수

행되었다.

재료 및 방법

공시약제

본 실험에 사용된 공시약제는 acetamiprid 5% 액제(상표명: 신엑스[®])로 (주)경농에서 분양을 받아 사용하였으며, 분석용 표준품은 98.5%의 analytical standard를 독일 Dr. Ehrenstorfer GmbH사로부터 구입하여 사용하였다. 약제의 구조식은 Fig. 1과 같으며 본 실험에 사용된 약제의 화학적 특성은 Table 1과 같다.

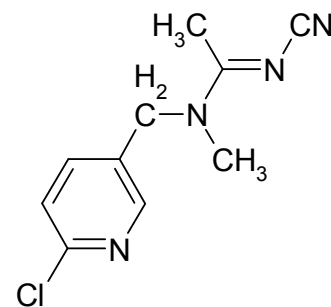


Fig. 1. Chemical structure of acetamiprid
[(E)-N¹-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N²-cyano-N¹-methylacetamide].

공시작물 및 포장 설계

본 실험에 사용한 공시작물은 비름(*Amaranthus mangostanus* L.)이며, 강원도 춘천시 동면 거두리 임대농가에서 비닐하우스를 임차하여 시험을 수행하였다. 시험은 2011년 6월까지 처리구당 3반복 난괴법으로 수행하였다. 약제처리하는 acetamiprid 5% 액제를 1,000배 희석하여 살포용 약액을 조제하였으며, 배부식분무기를 사용(분무량, 1,000 mL/min; 상용압력, 4 kg/cm³)하여 비름에 약액이 흐를 때까지 충분히 묻도록 살포하였다. 약제 처리일은 2011년 5월 16일 살포를 시작하였으며, 시료의 수확일은 2011년 6월 2일이었다(Table 2). 비름의 수확은 주당 9.88 ± 3.65 g (n=20)의 시료를 처리구 당 약 2 kg씩 채취하여 밀봉한 후 즉시 분석 장소로 운반하였으며, 각 처리구별 시료를 세절한 후 혼합하여 분석에 사용하였다.

Table 1. The physicochemical properties of acetamiprid

Pesticide	Mol.wt.	K _{ow} logP	M.p.(°C)	V.p.(mPa)	Solubility
Acetamiprid	222.7	0.80 (25 °C)	98.9	<1×10 ⁻³ (25 °C)	In water 4,250 mg/L(25 °C). Soluble in acetone, methanol, ethanol, dichloromethane, chloroform, acetonitrile and tetrahydrofuran.

Table 2. The progress of spray to the Amaranthus (*Amaranthus mangostanus* L.)

Treatments	Sprayed days before harvest	Concentration
Control	-	-
1	3	In water 1 mL/L
	7	
	10	
2	10 - 3	In water 1 mL/L
	14 - 7	
	17 - 10	

비름 시료 중 잔류농약 분석

비름 시료 20 g에 acetonitrile 100 mL를 가하여 homogenizer에서 3분간, 10,000 rpm으로 마쇄 및 추출하였다. 추출액 중 acetonitrile을 감압유거한 후 포화식염수 50 mL와 증류수 100 mL를 첨가하여 n-hexane 30 mL로 2회 세정하였으며, dichloromethane 50 mL로 2회 분배한 후 분배액을 농축하여 dichloromethane 2 mL로 재용해 하였다. SPE-NH₂ cartridge(1 g)에 dichloromethane 5 mL와 전개용매1 (n-hexane : dichloromethane = 90 : 10, v/v) 5 mL로 세정한 후 시료 2 mL를 SPE-NH₂ cartridge에 주입하였다. 이 후 전개용매1 10 mL와 전개용매2 (n-hexane : dichloromethane = 70 : 30, v/v) 5 mL로 세정하였으며, 전개용매2 10 mL를 사용하여 acetamidrid를 용출시킨 후 이 용출액을 감압 농축하였다. 농축 된 건고물을 acetonitrile 4 mL에 재용해하여 시료 10 µL를 HPLC/UVD(high performance liquid chromatography/ultraviolet detector)에 주입하여 얻어진 chromatogram상의 peak 면적으로 정량 하였으며, 기기분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. HPLC/UVD operating conditions for acetamidrid analysis

Instrument	SCL-10A VP, Shimadzu, Japan
Detector	SPD-10A, ultraviolet detector, wave length 254nm
Column	SP [^] Column C18 5µm (250mm × 4.6mm), Shiseido, Japan
Mobile phase	Acetonitrile/Water (30/70, v/v)
Flow rate	1.0 mL/min.
Injection volume	10.0 µL
Retention time	7.63 min.

Acetamidrid의 표준검정곡선 작성

Acetamidrid 표준품(98.5%) 101.5 mg을 100 mL 용량플라스크에 넣고 acetonitrile에 녹여 1,000 mg/kg stock solution을 조제하였다. 이 stock solution 1 mL를 취하여 acetonitrile 100 mL로 정용하여 10 mg/kg 용액을 만들었으며, 같은 방법으로 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 mg/kg

의 working solution을 조제하여 각각 10 µL를 HPLC/UVD에 주입하여 얻어진 chromatogram상의 peak 면적을 기준으로 검량선을 작성하였다.

회수율 실험

Acetamidrid 무처리구 비름 시료 20 g에 2 mg/kg, 10 mg/kg의 acetamidrid 표준용액 2 mL를 각각 0.2 mg/kg, 1.0 mg/kg 수준으로 정확히 가하고 균일하게 혼합하여 30 분간 방치한 후, 상기 분석과정을 수행하여 회수율을 산출하였다.

저장안정성 실험

시료의 저장기간 중 acetamidrid의 경시변화를 확인하기 위하여 acetamidrid 무처리구 비름 시료 20 g에 10 mg/kg의 acetamidrid 표준용액 2 mL를 1.0 mg/kg 수준으로 정확히 가하고 균일하게 혼합하여 시험 기간인 2011년 6월 2일부터 2011년 6월 29일까지 28일간 보관하였으며, 상기의 분석과정을 수행하여 acetamidrid를 정량하였다.

결과 및 고찰

Acetamidrid의 표준검정곡선

Acetamidrid 표준품(98.5%)으로부터 얻어진 표준검정곡선의 일차 회귀방정식은 표준품의 양과 피크 면적 사이의 높은 상관관계($R^2=0.99$)를 확인할 수 있었으며, 이 표준검정곡선의 회귀방정식을 사용하여 시료 중 acetamidrid의 잔류량을 산출하였다.

분석법의 검출한계 및 회수율 실험

분석법 상의 acetamidrid의 최소검출량은 1.0 ng이었으며, 검출한계는 0.02 mg/kg이었다. 잔류분석법의 정확성을 판단하기 위하여 비름 시료 중 회수율 시험을 상기 분석법에 의하여 동일하게 수행한 결과 비름 중 acetamidrid의 농도에 따른 평균 회수율은 0.2 및 1.0 mg/kg에서 각각 81.98% 및 79.52%였으며, 비름 시료 중 acetamidrid는 농촌진흥청에서 인정하고 있는 유효회수율 범위인 70~120%와 변이계수(coefficient of variation, RSD%) 20%이하의 범위를 나타내어 본 시험의 분석법이 적합한 것이라고 판단하였다(Table 4).

저장안정성 실험

비름 시료의 저장기간 중 acetamidrid의 경시변화를 확인하기 위하여 저장안정성 실험을 실시한 결과 저장기간

Table 4. Recoveries and limit of detection for acetamidrid in the Amaranthus (*Amaranthus mangostanus* L.)

Matrix	Fortification level (mg/kg)	Recoveries (%; average \pm SD [†])	Coefficient of variation (RSD%)	LOD [‡] (mg/kg)	Amount of minimum detection (ng)
Amaranthus	0.2	81.98 \pm 1.37	1.67	0.02	1.0
	1.0	79.52 \pm 2.73	3.43		
	Overall	80.75 \pm 2.36	2.92		

[†] SD: Standard deviation

[‡] LOD: Limit of detection

Table 5. Residual amount of acetamidrid in the Amaranth (*Amaranthus mangostanus* L.)

Treatments	Sprayed days before harvest	Residual amount (mg/kg)				Maximum residue limit (mg/kg)
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Maximum residual amount	
Control	-	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	3.0 (Provisional MRLs, Brassica leafy vegetables, KFDA)
1	3	1.24	1.31	1.13	1.31	
	7	0.12	0.13	0.11	0.13	
	10	0.06	0.07	0.08	0.08	
2	10-3	1.48	1.63	1.63	1.63	
	14-7	0.26	0.26	0.31	0.31	
	17-10	0.09	0.10	0.10	0.10	

(28일) 후의 acetamidrid의 평균잔류량은 76.72 \pm 2.43%였으며, 반복 간 변이계수는 3.17%를 나타내어 저장기간 중 acetamidrid의 손실이 없는 것으로 판단되었다.

HPLC/UVD를 사용한 비름 중 acetamidrid의 잔류량 분석

비름에 acetamidrid 5% 액제를 수확 전일 기준으로 1회 및 2회 살포한 후 비름 중 acetamidrid의 잔류량은 Table 5와 같다. 각 처리구의 잔류량은 0.06~1.63 mg/kg 범위를 나타내었으며, 수확 3일 전 1회 및 2회 처리구에서 최대 잔류량이 각각 1.31 mg/kg 및 1.63 mg/kg이었다. 비름 중 acetamidrid의 잔류량은 약제를 살포한 횟수가 적을수록 감소하였으며, 또한 시간이 경과함에 따라 잔류량이 감소하였다. 작물체 중 농약의 잔류는 살포되는 농약의 물리·화학적 특성, 제형, 작물의 형태, 재배조건, 기상조건, 처리 후 수확까지의 경과일수 및 작물의 비대생육 등에 의하여 영향을 받게 되는데 비름 중 acetamidrid의 잔류량 감소추세는 시설재배 중 약제의 휘발, 광분해, 관주에 의한 가수분해 및 작물의 비대생장 등의 결과라고 판단되어진다(Oh, 2000; Lo et al., 2004). 현재 비름에 대한 acetamidrid의 국내잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 설정되어 있지 않아(식품의약품안전청, 고시 제 2012-1호, 2012) 유사농산물최저치(엇갈이배추, MRL, 3.0 mg/kg)를 적용하였으나, 수확 전일 기준으로 1회 및 2회 살포한 모든 처리구에서 잔류허용기준을 초과하지 않았

다. 따라서 비름 중 발생하는 복숭아혹진딧물을 방제하기 위해 사용될 acetamidrid 5% 액제의 안전사용기준은 수확 3일 전 7일 간격으로 2회 처리가 적합한 것으로 사료된다.

Acetamidrid의 ADI 대비 식이섭취율 산출 및 안전성 평가

농약은 성분 자체의 이화학적 특성, 작물의 생리적·형태적 특성, 살포회수 및 살포량에 의해 작물 중 잔류될 수 있으며, 소비자는 농산물을 섭취하고 이로 인하여 농산물 중에 잔류하고 있는 농약성분에 의해 농약에 노출될 수 있다. 따라서 비름 시료 중 acetamidrid의 잔류량을 바탕으로 비름 중 acetamidrid의 잔류에 따른 안전성 평가를 실시하였다.

비름에 대한 acetamidrid의 잔류시험 결과 최소 0.06 mg/kg에서 최대 1.63 mg/kg의 잔류량을 나타내었으며, 수확 전일 기준으로 1회 및 2회 살포한 모든 처리구에서 잔류허용기준(유사농산물최저치, 엇갈이배추, 3.0 mg/kg)을 초과하지 않았다.

비름 중 잔류하고 있는 acetamidrid의 안전성 평가를 위하여 ADI 대비 식이섭취율(%ADI)을 산출하였다(Table 6). ADI 대비 식이섭취율은 acetamidrid의 추정식이섭취량(estimated daily intake, EDI)과 1일섭취허용량(acceptable daily intake, ADI)을 기준으로 산출하였으며, 비름의 1일 식이섭취량(daily intake)은 2005년 보건산업진흥원에서 조사한 국민건강영양조사 제3기 보고서를 참고하여 0.3

g, 한국인의 평균체중은 55 kg을 적용하였다. 비름 중 acetamiprid의 잔류량을 기초로 산출한 ADI 대비 식이섭취율은 0.0006~0.0125%의 범위를 나타내었다. 현재 acetamiprid에 대한 잔류허용기준이 설정된 42종의 작물(식품의약품안전청, 고시 제2012-1호, 2012)을 대상으로 하여 이론적 농약 최대섭취량(theoretical maximum daily intake, TMDI)을 산출하였고 이를 통해 ADI 대비 식이섭취율을 산출하였다(Table 7). Acetamiprid에 대한 ADI 대비 식이섭취율은 6.0072%이었으며, 이는 ADI 대비 식이섭취율이 20% 미만으로 식이를 통한 acetamiprid의 노출 위험도는 안전한 수준인 것으로 확인되었다(Lee et al., 2007; Yoon et al., 2011). 또한 비름 중 acetamiprid의 잔류

량을 기초로 산출한 ADI 대비 식이섭취율(%EDI)은 최소 0.0006%에서 최대 0.0125%였으며, acetamiprid에 대한 잔류허용기준이 설정된 작물에 대한 잔류허용기준을 기초로 산출한 ADI 대비 식이섭취율(%TMDI)은 6.0072%이었다. 따라서 acetamiprid에 대한 총 ADI 대비 식이섭취율(%ADI)은 최소 6.0078%에서 최대 6.0197%로 수확 3일, 7일, 10일 전 7일 간격으로 1회에서 2회 acetamiprid 5% 액제를 1,000배 희석하여 사용한다 하더라도 비름에 잔류된 acetamiprid에 대한 ADI 대비 식이섭취율은 20% 미만으로 식이를 통한 acetamiprid의 노출 위험도는 안전한 것으로 판단되었다.

Table 7. Risk assessment of acetamiprid in Amaranth (*Amaranthus mangostanus* L.)

Treatments	Sprayed days before harvest	Residual amount of acetamiprid (mg/kg)	EDI [†] (mg/day)	ADI [‡] (mg/kg b.w)	%ADI [§]
1	3	1.31	0.0004	3.905	0.0101
	7	0.13	0.0000		0.0010
	10	0.08	0.0000		0.0006
2	10-3	1.63	0.0005	3.905	0.0125
	14-7	0.31	0.0001		0.0024
	17-10	0.10	0.0000		0.0008

[†] EDI : Estimate daily intake, (residual amount of acetamiprid × daily intake) / 1000

[‡] ADI : Acceptable daily intake, 0.071 mg/kg (KFDA) × 55 kg (average body weight of Korean)

[§] %ADI : (EDI / ADI) × 100

Table 8. MRL sheet of acetamiprid

Crops	MRL [†] (mg/kg)	Daily intake [‡] (g/day)	TMDI [§] (mg/day)	ADI [¶] (mg/kg b.w)	%ADI [§]
Eggplant	0.5	0.4	0.0002	3.905	0.0051
Persimmon	0.3	0.8	0.0002		0.0061
Mandarin	0.5	2.2	0.0011		0.0282
Potato	0.1	13.9	0.0014		0.0356
Green and red pepper (Fresh)	2.0	4.9	0.0098		0.2510
Green and red pepper (Dried)	10.0	0	0.0000		0.0000
Chard	7.0	0.4	0.0028		0.0717
Soy bean	1.0	0.6	0.0006		0.0154
Bonnet bellflower	0.2	0.3	0.0001		0.0015
Sedum	20	0.8	0.0160		0.4097
Perilla leaves	10	2.3	0.0230		0.5890
Strawberry	1.0	8.8	0.0088		0.2254
Korean plum	1.0	0	0.0000		0.0000
Quince	0.3	0	0.0000		0.0000
Pear	0.3	3	0.0009		0.0230
Korean cabbage	3.0	6.7	0.0201		0.5147
Korean cabbage (Dried)	10.0	0	0.0000		0.0000
Rubi fructus	1.0	0	0.0000		0.0000
Peach	0.3	0.3	0.0001		0.0023

Table 8. MRL sheet of acetamiprid

Crops	MRL [†] (mg/kg)	Daily intake [‡] (g/day)	TMDI [§] (mg/day)	ADI [¶] (mg/kg b.w)	%ADI [§]
Broccoli	1.0	0.6	0.0006		0.0154
Apple	0.3	13.5	0.0041		0.1037
Pomegranate	0.3	0	0.0000		0.0000
Watermelon	0.1	3.8	0.0004		0.0097
Rice	0.3	205.7	0.0617		1.5803
Crown daisy	10	0.9	0.0090		0.2305
Brassica leafy vegetables	3.0	5.9	0.0177		0.4533
Brassica leafy vegetables (Dried)	10	0	0.0000		0.0000
Chinese magnolia vine	2.0	0	0.0000		0.0000
Cucumber	0.7	10.2	0.0071		0.1828
Pome fruits	0.3	0	0.0000		0.0000
Plum	0.1	0	0.0000	3.905	0.0000
Tea	3.0	0	0.0000		0.0000
Korean melon	0.5	9.1	0.0046		0.1165
Kiwifruit	0.5	0.5	0.0003		0.0064
Tomato	2.0	13	0.0260		0.6658
Welsh Onion	0.7	12.9	0.0090		0.2312
Grape	1.0	1.2	0.0012		0.0307
Sweet pepper	5.0	0.6	0.0030		0.0768
Squash	0.5	9.7	0.0049		0.1242
Pumpkin young leaves	10	0	0.0000		0.0000
Ginseng (Dried)	0.1	0.2	0.0000		0.0005
Ginseng (Fresh)	0.1	0.2	0.0000		0.0005
Total			0.2346		6.0072

[†] MRL : Maximum residue limit (KFDA, 2012)

[‡] Daily intake : Food intake for Korean per day [The Third Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES III), 2005]

[§] TMDI : Theoretical maximum daily intake, (MRL × daily intake) / 1000

[¶] ADI : Acceptable daily intake, 0.071 mg/kg (KFDA) × 55 kg (average body weight of Korean)

[§] %ADI : (TMDI / ADI) × 100

Table 9. Total %ADI of acetamiprid

Treatments	Sprayed days before harvest	Residual amount of acetamiprid (mg/kg)	%ADI of residual amount (%EDI)	%ADI of MRL (%TMDI)	Total %ADI (%EDI + %TMDI)
1	3	1.31	0.0101	6.0072	6.0173
	7	0.13	0.0010		6.0082
	10	0.08	0.0006		6.0078
2	10-3	1.63	0.0125	6.0072	6.0197
	14-7	0.31	0.0024		6.0096
	17-10	0.10	0.0008		6.0080

참고문헌

- Kervella, J., Pascal, T., Pfeiffer, F., Dirlwanger, E. (1998) Breeding for multiresistance in peach tree. Acta Hort. 465:177-184.
- Kwon, J. H., Park, C. S. (2003) Anthracnose of *Amaranthus mangostanus* caused by *Glomerella cingulata* in Korea. The Korean Journal of Mycology 31:40-43.
- Lee, J. B., Shin, J. S., Park, Y. K., You, A. S., Hong, S., Im, G. J., Kang, K. Y. (2007) Establishment acceptable

- daily intakes (ADIs) for pesticides registered in Korea. The Korean Journal of Pesticide Science 11:289-298.
- Lo, S. C., Hwang, C. H., Kim, M. S., Ma, S. Y., Han, S. S. (2004) Residue analysis of insecticide thiodicarb in sweet persimmon and its safety evaluation. The Korean Journal of Pesticide Science 8:184-188.
- Oh, B. Y. (2000) Assessment of pesticide residue for food safety and environment protection. The Korean Journal of Pesticide Science 4:1-11.
- Park, J. H., Mamun, M. I. R., Abd El-Aty, A. M., Choi, J. H., Im, G. J., Oh, C. H., Shim, J. H. (2009) An extrapolation from crop classifications based on pesticide residues trial data within vegetables in minor crops. The Korean Journal of Pesticide Science 13:28-38.
- Sauge, M. H. (1998) Analysis of the mechanisms of resistance to the green peach aphid in several *Prunus* genotypes. Acta Hort. 465:737-739.
- Shim, J. Y., Park, J. S., Paik, W. H., Lee, Y. B. (1977) Studies on the life history of green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera). Kor. J. Pl. Prot. 16:139-144.
- Tomlin, C. D. S. (2006) The pesticide manual (14th ed.). p.110. British Crop Production Council, Hampshire, UK.
- Yoon, M. H., Jeong, S. A., Heo, S. J., Park, H. R., Hur, J. H. (2011) Residual analysis and establishment of standard for use of teflubenzuron 5% SC in the peach (*Prunus persica* L.). Journal of Agricultural, Life and Environmental Science 23:34-39.
- 김영희 (2000) 비름으로부터 rutin의 분리. 생약학회지. 21:249-251.
- 농림수산식품부 (2010) 2009 농식품 안전 백서. 농림수산식품부. pp.10-11.
- 오세문, 김창석, 문병철 (2005) 국내 발생 비름속(비름과) 잡초의 분류동정. 한국잡초학회지. 25:36-44.
- 오영숙, 이신호 (2005) 참비름 추출물에서 항균성 물질의 분리 및 동정. 한국미생물생명공학회지. 33:123-129.
- 이성우 (1984) 한국식품문화사. 교문사. pp.189-198.
- 한국작물보호협회 (2011) 2011농약사용지침서. 작물보호협회. p.1311