

생산단계 비름 중 Emamectin benzoate의 잔류허용기준 설정

김경진 · 김다솜 · 허성진¹ · 함헌주¹ · 허장현*

강원대학교 농업생명과학대학 바이오자원환경학과, ¹친환경농산물안전성센터

Establishment of Pre-Harvest Residue Limit (PHRL) of Emamectin benzoate during Cultivation of Amaranth

Kyung Jin Kim, Da Som Kim, Seong Jin Heo¹, Hun Ju Ham¹, Jang Hyun Hur*

Division of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea,

¹Environment Friendly Agricultural Products Safety Center, Chuncheon 200-701, Korea

(Received on April 8, 2013. Revised on May 20, 2013. Accepted on June 3, 2013)

Abstract This study was performed to investigate pre-harvest residue limit (PHRL) in amaranth, to estimate biological half-life of emamectin benzoate and identify the characteristics of the residue. Pesticides of standard and double application rate, were sprayed once on amaranth at 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14 days before harvest. Amaranth sample was extracted with acetonitrile and partitioned with dichloromethane, and pesticide residues were determined with LC/MS/MS. The limit of detection of emamectin benzoate was 0.01 mg/kg. Recoveries of emamectin benzoate (B_{1a} , B_{1b}) at two fortification levels of 0.1 and 0.5 mg/kg, B_{1a} were $93.3 \pm 0.7\%$ and $93.2 \pm 7.7\%$, B_{1b} were $106.6 \pm 1.9\%$ and $80.5 \pm 6.6\%$, respectively. The biological half-lives of emamectin benzoate were about 2.0 days at standard application rate and 1.7 days at double application rate, respectively. The PHRL of emamectin benzoate were recommended as 0.84 mg/kg for 10 days before harvest.

Key words Amaranth, Emamectin benzoate, Pesticide residue, Pre-harvest residue limit

서 론

농약은 병해충 및 잡초로부터 농산물을 보호하여 생산성을 높이고, 품질 향상에 사용되는 등 현대 농업에 있어서 없어서는 안 될 중요한 농업용 자재이다(Lee 등, 2008; Hong 등, 2011). 이러한 농약은 작물에 살포 된 후 농약의 화학적 특성 또는 환경조건에 의해 분해 · 소실되지만, 작물체에 잔류되는 경우가 있다(Hwang 등, 2012). 농약이 잔류된 농산물을 섭취하면 인체에 유해할 수 있기 때문에 유통되는 농산물에 잔류하는 농약의 양을 법으로 정한 농작물의 잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)을 설정하여, 국제적 수준에서는 물론 국가적 차원으로 관리하여 잔류농약에

대한 안전성을 확보하고 있다(Lim 등, 2011; Lee 등, 2008).

따라서 농립수산물부에서는 수확 후 및 유통단계에서 농약잔류검사를 실시하고 있지만, MRL을 초과한 농산물에 대해서는 용도변경, 출하연기 또는 폐기처분 등의 조치를 취하게 되고(Lee 등, 2003) 이런 과정은 농산물의 생산, 유통, 처리비용이 발생하게 되어 생산자인 농민들에게 막대한 손실을 입히게 된다(Lee 등, 2008). 이러한 문제를 개선하기 위해 수확 전 작물재배 시기의 출하시기 잔류량을 예측 할 수 있는 체계가 필요하다. 즉 재배기간 중 농약을 살포하고 일자별 잔류량을 바탕으로 생물학적 반감기(biological half-life)의 산출 및 생산단계 잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit; PHRL)을 설정하여 수확 시 잔류량을 예측함으로써 출하시기를 조절해야 한다(Hwang 등, 2012).

본 연구는 시설재배 비름을 대상으로 살충제 emamectin benzoate를 살포하여 일정 시점별로 잔류수준을 조사하고, 분해감소 회귀식과 생물학적 반감기를 산출하여 시설재배

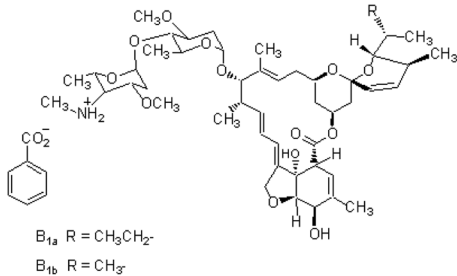
*Corresponding author

Tel: +82-33-257-6441, Fax: +82-33-241-6640

E-mail: jhhur@kangwon.ac.kr

Table 1. Physicochemical properties of emamectin benzoate

Formular	M.W.	M.P.	V.P.	Activity
B _{1a} : C ₅₆ H ₈₁ NO ₁₅	B _{1a} : 1008.3	141-146°C	4 × 10 ⁻³ mPa (21°C)	Insecticide
B _{1b} : C ₅₅ H ₇₉ NO ₁₅	B _{1b} : 994.2			

**Fig. 1.** Chemical structure of emamectin benzoate.

비름에 대한 emamectin benzoate의 재배 중에 있는 생산단계 잔류허용기준을 설정하기위해 수행되었다.

재료 및 방법

분석대상 농약

본 연구의 대상인 emamectin benzoate (Fig. 1)는 토양박테리아(*Streptomyces avermitilis*)에서 추출한 천연성분의 유도체로서 강한 침투성과 신속한 살충효과를 나타내는 살충제로 국내에서는 오이, 배추, 고추, 시금치 등의 오이충채벌레, 배추좀나방, 담배나방, 파밤나방 등을 방제하는 약제로 등록 및 사용되고 있다(KCPA, 2012). 포장시험에 사용된 농약의 유효 성분 함량 및 제형은 emamectin benzoate 2.15% 유제(상표명: 에이팜, 신젠타 코리아)로, 시험 농약의 이화학적 성질은 Table 1과 같다.

시약, 재료 및 기구

본 연구에 사용된 농약의 분석용 emamectin benzoate (B_{1a}, B_{1b}의 합, 순도 99.4%) 표준물질은 Fluka (USA)에서 구입하여 사용하였으며, 살포용 농약 emamectin benzoate 2.15% 유제(상표명: 에이팜, 신젠타 코리아)는 시중 농약상에서 구입하여 사용하였다. 비름 중 잔류농약의 분석에 사

용된 acetonitrile, dichloromethane은 Merck (Germany)에서 구입하여 사용하였으며, sodium sulfate anhydrous, sodium chloride는 Daejung (Korea)사의 제품을 사용하였다. 또한 시료의 정제는 Agilent (USA)사의 dispersive SPE kit (PSA, GCB, MgSO₄)제품을 사용하였다.

본 연구에서는 배터리충전식의 배부식분무기(KS-PK2000, 토출량: 2.6 L/min., Korea), 세정기(Polytron PT 3100D, Switzerland), 감압농축기(EYELA, Japan), 원심분리기(Allegra X-15R Centrifuge, Beckman coelcer, USA)를 사용하였으며 emamectin benzoate 잔류량은 LC-ESI/MS/MS (LC: Shiseido nanospace SI-2, Japan, ESI/MS/MS: TSQ Quantum ultra, Thermo scientific, USA)를 이용하여 분석 하였다.

공시 작물 및 약제처리

공시 작물은 비름(참비름, *Amaranthus mangostanus* L.)으로 강원도 춘천시 동내면 거두리에 위치한 임대농가에서 2012년 8월 22일부터 9월 12일까지 시설재배 하였으며, 시험 구획은 폭 1.5 m × 길이 15 m, 3반복으로 수행하였다. 비름에 대한 시험 농약의 살포는 emamectin benzoate 2.15% 유제(상표명: 에이팜, 신젠타 코리아)를 농약사용지침서(KCPA, 2012)의 안전사용기준(시금치; 농약잔류허용기준이 설정되어있지 않은 작물에 대해서는 농산물의 분류 중 동일대 분류군에 속한 농산물의 최저 기준을 적용, KFDA, 2012)에 준하여 희석한 후 배부식분무기를 사용하여 살포하였으며, 본 시험에서 비름에 적용한 약제의 안전사용기준 및 잔류허용기준(Maximum residue limit, MRL)은 Table 2와 같다.

시료 전처리 및 기기분석

시험 농약 살포 2시간 후를 0일로 하여 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14일차에 시료를 채취(1 kg/구)하고, 채취된 시료는 각 처리구별로 밀봉 한 후 즉시 분석 장소로 운반하였으며, 처

Table 2. Guidelines on safe use of the pesticide and its MRL

Pesticide	Form	A.I. ^{a)} (%)	Safe use guideline			MRL ^{d)} (mg/kg)
			PHI ^{b)} (day)	MNA ^{c)}	Dilution	
Emamectin benzoate	EC	2.15	7	2	2,000	0.05 (Spinach, KFDA)

자료: 한국작물보호협회, 농약사용지침서 2012

^{a)}AI: Active ingredient

^{b)}PHI: Pre-harvest interval

^{c)}MNA: Maximum number of application

^{d)}MRL: Maximum residue limit, KFDA

Table 3. LC-ESI/MS/MS operating conditions for emamectin benzoate in amaranth

Instrument	LC-ESI/MS/MS, Shiseido nanospace SI-2 (Japan)		
Detector	TSQ Quantum ultra, Thermo scientific (USA)		
Column	Capcell Pack C ₁₈ (35 mm × 2 mm, 5 μm)		
Oven temp.	40°C		
Flow rate	0.2 mL/min.		
Injection vol.	10 μL		
Mobile phase	A : B = 0.1% formic acid in ACN : 0.1% formic acid in D.W. (v/v)		
Time (min.)	Flow rate (mL/min.)	B (%)	A (%)
0	0.2	80	20
2	0.2	80	20
4	0.2	20	80
5	0.2	20	80
7	0.2	80	20
10	0.2	80	20
ESI/MS/MS zone	Ionization mode	Electrospray ionization positive (ESI+)	
	Spray voltage	4,000 V	
	Vaporizer temp.	400°C	
	Ion sweep gas (N ₂)	2.0 units	
	Ion transfer tube temp.	350°C	
	Sheath gas pressure (N ₂)	55 units	
	Aux gas pressure (N ₂)	15 units	
	Resolution	0.7 amu (FWHM) on Q1 and Q3	
Collision pressure	1.0 mTorr		

Table 4. Selected reaction monitoring (SRM) condition of emamectin benzoate

Parent	Center	Width	Time (sec.)	Collision Energy
872.19	81.9	1.000	0.100	49
872.19	158.0	1.000	0.100	38
886.18	82.0	1.000	0.100	48
886.18	158.0	1.000	0.100	37

리구별로 세절하고 혼합하여 -20°C 이하의 냉동고에 보관 후 분석 시 사용하였다.

비름 중 잔류된 emamectin benzoate를 추출하기 위하여 균질화한 시료 10 g에 acetonitrile 50 mL를 가하여 세절기로 20,000 rpm에서 3분간 마쇄 추출하였다. 추출액 중 acetonitrile을 감압여과하고, 여액을 500 mL 분액여두에 옮겨 증류수 100 mL, 포화식염수 50 mL를 첨가한 뒤 dichloromethane 50 mL, 50 mL로 2회 분배하였다. 그 후 용매층을 sodium sulfate anhydrous층을 통과시켜 탈수 및 감압농축하고 acetonitrile 10 mL에 재용해 하였으며, 재용해한 시료 중 6 mL를 취하여 PSA, GCB, MgSO₄를 첨가하여 2분간 흔들고 3,500 rpm에서 원심분리한 뒤 필터(0.20 μm)하여 TSQ Quantum ultra (Thermo scientific, USA)가 장착된

LC-ESI/MS/MS (Shiseido nanospace SI-2, Japan)로 분석하였으며 분석 조건은 Table 3, 4와 같다.

Emamectin benzoate 표준검량선

비름 중 잔류농약의 정량분석을 위하여 분석대상 농약의 표준물질(B_{1a}, B_{1b}의 합, 순도 99.4%) 100.6 mg을 100 mL acetonitrile에 녹여 1,000 mg/L의 stock solution을 조제한 후, 이를 단계별로 희석하여 0.02, 0.1, 0.2, 2.0, 6.0 및 10.0 mg/L의 working solution을 제조하였다. 그 후 분석대상의 matrix effect를 고려하여, 본 시험의 분석법과 동일한 방법으로 추출한 무처리시료와 단계별로 희석한 표준물질을 1 : 1로 혼합한 후 기기분석하여 피크면적을 기준으로 표준검량선을 작성하였다.

비름 중 emamectin benzoate 회수율

세절기에 마쇄한 emamectin benzoate 무처리구 비름 시료 10 g에 1.0 mg/kg, 5.0 mg/kg의 emamectin benzoate 표준용액 1 mL를 각각 0.1 mg/kg, 0.5 mg/kg 수준으로 정확하게 가하고 균일하게 혼합하여 30분간 방치한 후, 상기의 분석 과정을 행하여 회수율을 산출하였다.

Emamectin benzoate의 생물학적 반감기

비름의 생육기간 중 공시약제의 잔류량은 표준검량선을 사용하여 산출하였으며, 생물학적 반감기는 Microsoft사의 Microsoft Excel®을 사용한 지수곡선식으로 계산하였다. 반감기 산출은 일자별로 잔류된 농약의 평균치로 경과일수에 따른 감소식 $C_t = C_0 \cdot e^{-kt}$ (C_t : 잔류량, C_0 : 초기농도, k : 감소상수, t : 시간)을 이용하여 회귀식을 구하고 k 값을 통해 생물학적 반감기를 $0.693/k$ 식으로 산출하였다.

생산단계 농약잔류허용기준

비름 중 emamectin benzoate의 생물학적 반감기에서 산출한 잔류감소회귀식을 국립농산물품질관리원에서 개발한 Safe Q IN의 SPSS통계 프로그램에 적용하여 생산단계 농약잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit; PHRL)을 산출하였다.

결과 및 고찰

재배기간 중 비름의 중량

비름 채취기간(2012년 8월 29일~9월 12일) 14일 동안 채취한 비름의 평균 무게는 0일차에서 5.38 g, 14일차에서

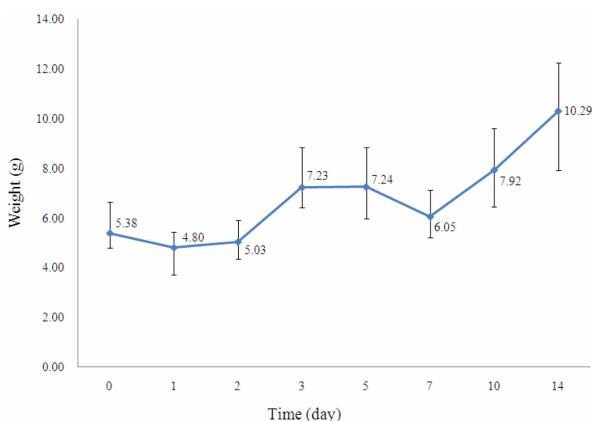


Fig. 2. Variation of amaranth weight during experimental periods.

10.29 g이었다(Fig. 2).

농약의 작물잔류성에 영향을 주는 가장 큰 요인 중에는 작물의 비대생장에 따른 약제의 희석효과를 들 수 있다(Lim 등, 2011). 본 연구의 대상작물인 비름은 연속재배작물로 생체량 증가속도가 다른 여타 작물에 비하여 빠른 작물이지만, 비름 채취기간(약제 처리 후 14일)동안 무게가 약 1.9배 증가하는데 그쳤다. 이는 비름과 동일한 연속수확작물이며 엽채류 중 하나인 취나물에 대해 증체율에 의한 약제의 희석효과 결과와 비교해 볼 때, 작물의 증체율에 따른 잔류량의 차이는 크지 않은 것으로 조사(Lim 등, 2011; Hong 등, 2011)된 것으로 보아 비름 또한 생체중량 증가에 따른 잔류농약의 희석효과는 크지 않을 것으로 판단된다.

Emamectin benzoate 검량곡선

비름 중 잔류농약의 정량분석을 위한 표준검량곡선 작성을 위하여 emamectin benzoate 표준물질(99.4%)을 이용하였다. 비름 무처리구 시료에 대한 matrix effect를 확인하기 위하여 표준물질로부터 얻은 표준검량곡선(Solvent STD)과, 본 분석법과 동일한 방법으로 추출한 무처리 시료에 표준물질을 1 : 1로 혼합하여 표준검량곡선(Blank STD)을 작성하였다. 그 결과 모두 상관계수(r^2)가 0.99이상으로 높은 직선성을 보여 정량분석에 적합함을 확인하였으며, 무처리 시료에 대한 emamectin benzoate B_{1a} 및 B_{1b} 의 표준검량선의 일차 회귀방정식은 Table 5와 같다.

정량한계 및 회수율

비름 중 공시약제의 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)는 0.01 mg/kg이었으며, 분석과정의 적합성을 판단하기 위하여 정량한계의 10배(0.1 mg/kg 수준) 및 50배(0.5 mg/kg 수준)로 무처리 시료에 emamectin benzoate 표준용액을 첨가하여 3반복으로 회수율 시험을 수행하였다. 공시약제의 처리별 농도에 따른 회수율은 0.1 mg/kg 수준에서 B_{1a} 92.6~93.8%, B_{1b} 105.3~108.9%를 보였으며, 0.5 mg/kg 수준에서는 B_{1a} 85.2~99.0%, B_{1b} 74.8~85.2%의 범위를 나타내어 농약의 등록시험 기준과 방법에서 권고하는 유효회수율 범위인 70~120%, 변이계수(Coefficient of variation, CV) 20% 이하의 수준을 만족 하였다(Table 6) (RDA and KCPA, 2010). 상기 분석 방법에 의한 비름 중 emamectin benzoate의 머무름 시간은 B_{1a} 및 B_{1b} 에 대하여 각각 6.74 min., 6.62 min.이었으며, LC-ESI/MS/MS로 분석한 공시약제의 회수율 및 처리구의 대표적 크로마토그램은 Fig. 3과 같다.

Table 5. Linear equations and correlation factors of emamectin benzoate

Pesticide	Equation	r^2
Emamectin benzoate	B_{1a} $y = 24,254,292.9082x - 506,001.4353$	0.9998
	B_{1b} $y = 301,347,995.8296x + 7,495,434.0795$	0.9992

Table 6. Recovery and limit of quantitation of the analytical method

Pesticide	Fortification level (mg/kg)		Recovery (%)				LOQ ²⁾ (mg/kg)
			1	2	3	Mean ± CV ¹⁾	
Emamectin benzoate	0.1	B _{1a}	93.8	92.6	93.5	93.3 ± 0.7	0.01
		B _{1b}	105.3	108.9	105.6	106.6 ± 1.9	
	0.5	B _{1a}	85.2	95.5	99.0	93.2 ± 7.7	
		B _{1b}	74.8	81.4	85.2	80.5 ± 6.6	

¹⁾CV: Coefficient of variation

²⁾LOQ: Limit of quantitation

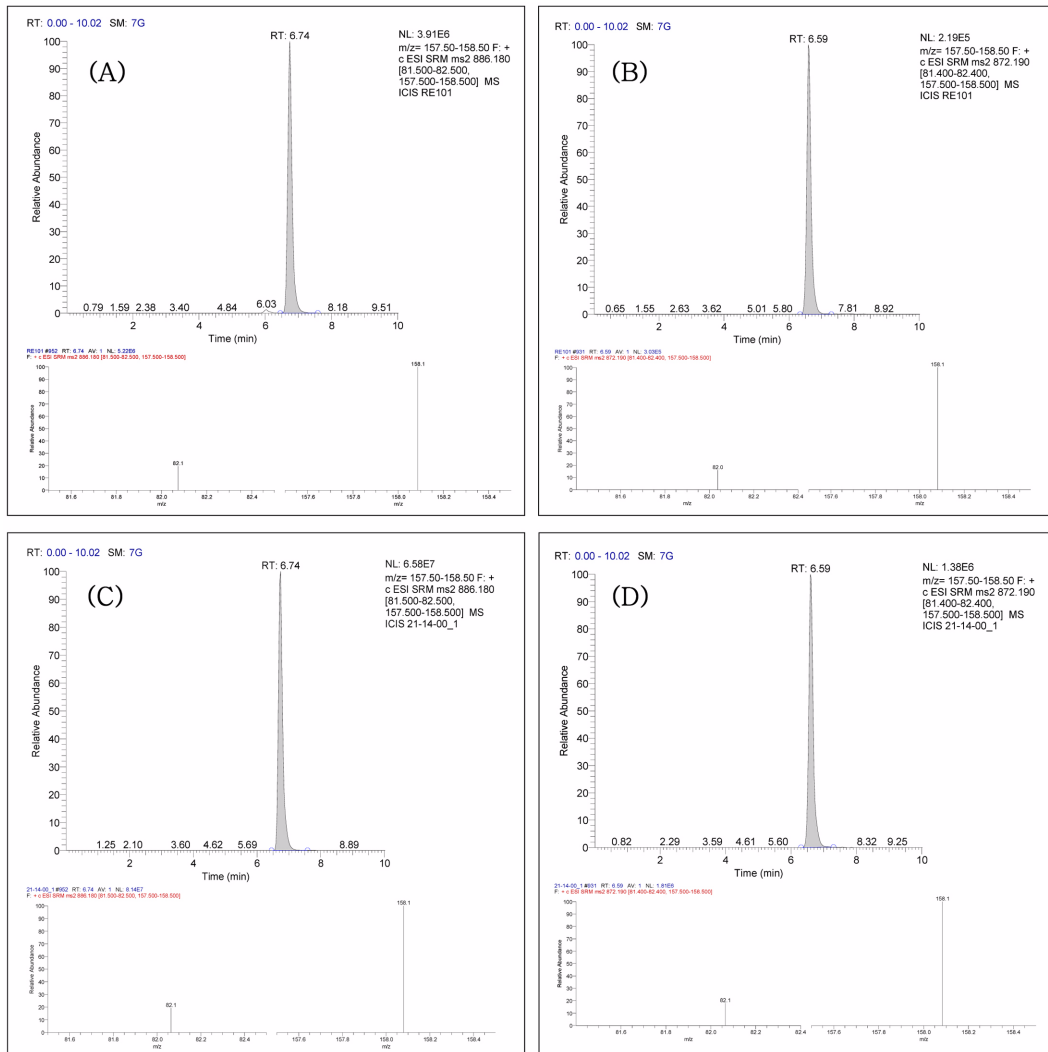


Fig. 3. LC-ESI/MS/MS TIC chromatogram and SRM of amaranth extract (A: 10×LOQ, B_{1a}, B: 10×LOQ, B_{1b}, C: sample of 0 day after single application, B_{1a}, D: sample of 0 day after single application, B_{1b}).

비름 재배기간 중 잔류량 변화에 따른 생물학적 반감기

시설재배 비름에 대하여 안전사용기준의 희석배수에 준하여 1회 및 7일 간격 2회 살포 후 일자별 잔류량을 이용하여 생물학적 반감기(biological half-life)를 산출하였다. 최종 약제 살포 후 2시간 후를 0일차로 하여 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14 일 차의 시료를 채취(1 kg/구)하여 상기 분석법을 통해

emamectin benzoate B_{1a}, B_{1b}의 총 잔류량을 측정하였으며, 약제의 잔류양상을 산출한 결과 1회 처리구의 초기 잔류량은 2.29 mg/kg, 2회처리구의 초기 잔류량은 2.42 mg/kg으로 1회 및 2회 처리구간의 초기 잔류량은 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 이는 emamectin benzoate의 배추 중 반감기 1일(Liu S., 2012), 1.34-1.72일, 사과 중 반감기 2.75-

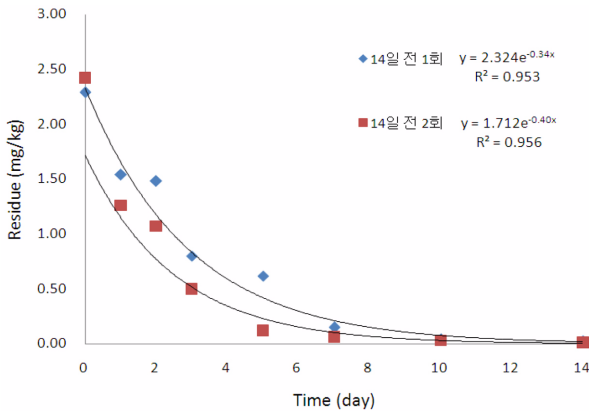


Fig. 4. Half life curve of emamectin benzoate.

3.09일, 토양 중 반감기 1.89-4.89일(Wang L., 2012)로 짧은 반감기를 나타내고 있어, 본 연구에서 1회 살포시 잔류된 농약이 고온다습한 시설재배지 내에서 비교적 빠른 분해로 인해 2회 처리구와 초기 잔류량 차이가 크지 않았던 것으로 판단된다.

비름 중 emamectin benzoate의 잔류량은 안전사용기준의 희석배수에 준하여 1회 및 2회살포한 후 경과가 지남에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 1회 및 2회 처리구에서 10일후에 각각 0.04 mg/kg, 0.03 mg/kg로 잠정 MRL (0.05 mg/kg, 시금치, KFDA) 이하의 잔류량을 나타냈다. 각 처리구의 잔류량에 따른 emamectin benzoate의 잔류감소 회귀식은 1회 처리구에서 $y = 2.324e^{-0.34x}$ ($R^2 = 0.953$), 2회 처리구에서 $y = 1.712e^{-0.40x}$ ($R^2 = 0.956$)이었으며(Fig. 4), 이 식에 의해 산출된 emamectin benzoate의 재배 중 생물학적 반감기는 1회 처리구에서 2.0일, 2회 처리구에서 1.7일로 나타났다.

생산단계 잔류허용기준 설정

생산단계 잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit, PHRL)은 수확 시 농약의 잔류량이 MRL을 초과하지 않도록 수확 전 일정한 시점의 잔류량을 설정한 기준치이다. 현재 농림수산식품부에서는 농산물품질관리법에 의거 출하예정일을 기준으로 하여 출하 10일 전까지 일자별로 잔류허용기준을 설정하여 생산단계 농산물의 잔류농약에 대한 안전성을 확보하고 있다.

본 연구의 공시 약제인 emamectin benzoate는 비름에 대하여 MRL이 설정 되어 있지 않아, 유사 작물인 시금치의 MRL (0.05 mg/kg, KFDA)을 적용하였으며, 유통단계 비름 중 잔류농약에 대한 안전성을 확보하기 위하여 생물학적 반감기로부터 emamectin benzoate에 대한 생산단계 잔류허용기준을 산출하였다. 공시약제에 대한 생산단계 농약잔류 허용기준은 국립농산물품질관리원의 농약 잔류감소회귀식 (PHRL = MRL × e^{reduction constant × pre-harvest interval})에 신뢰구간을

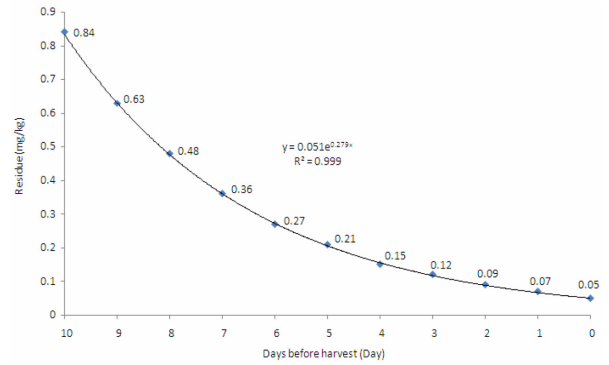


Fig. 5. Predicted dissipation curve of emamectin benzoate in amaranth during cultivation.

적용하여 PHRL 곡선을 제시하였다(Fig. 5). 이 PHRL곡선을 근거로 비름 중 emamectin benzoate의 생산단계 잔류허용기준을 추천한 결과 수확 10일 전에 0.84 mg/kg 이하면 수확 시에는 잔류농도가 MRL (0.05 mg/kg, 시금치(유사농산물 기준)) 수준 이하로 잔류할 것으로 예측되었다.

감사의 글

본 성과물은(논문, 산업재산권, 품종보호권 등)은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ00921905) 및 한국농약과학회에서 수행한 2012년 국립농산물품질관리원 생산단계 농산물의 농약잔류 허용기준 설정 연구의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 깊이 감사드립니다.

Literature Cited

Hong, J. H., J. S. Lim, C. R. Lee, K. T. Han, Y. R. Lee and K. S. Lee (2011) Study of Pesticide Residue Allowed Standard of Methoxifenozone and Novaluron on *Aster scaber* During Cultivation Stage. Korean J. Pestic. Sci. 15(1):8~14.
 Hwang, K. W., T. W. Kim, J. H. Yoo, B. S. Park and J. K. Moon (2012) Dissipation Pattern of Amisulbrom in Cucumber under Greenhouse Condition for Establishing Pre-harvest Residue Limit. Korean J. Pestic. Sci. 16(4): 288~293.
 KCPA (2012) Agrochemicals Use Guide Book. pp.596-598.
 KFDA (2012) MRLs for Pesticides in Foods.
 Lee, Y. J., K. Y. Kwang, D. J. Won, G. H. Gil and K. S. Lee (2003) Residue Patterns of Procymidone, Chlorpyrifos and Cypermethrin in Peaches During Cultivation and Storage Period. Korean J. Environ. Agric. 22(3): 200~226.
 Lee, J. H., H. W. Park, Y. S. Keum, C. H. Kwon, Y. D. Lee and J. H. Kim (2008) Dissipation Pattern of Boscalid in Cucumber under Greenhouse Condition. Korean J. Pestic. Sci. 12(1):67~73.
 Lim, J. S., J. H. Hong, C. R. Lee, K. T. Han, Y. R. Lee and K. S.

- Lee (2011) Establishment of Pre-Harvest Residue Limit (PHRL) of Insecticide Chlorfenapyr and Fungicide Fenarimol During Cultivation on Chwinamul (*Aster scaber*). Korean J. Environ. Agric. 30(1):52~59.
- Liu S., Zhang F., Qang L. and Pan C. (2012) dissipation and residues of emamectin benzoate in cabbage. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 89(3):654-657.
- RDA and KCPA (2012) 2012 Guideline of test for pesticide registration.
- Wang L., Zhao P., Zhang F., Li Y., Du F., and Pan C. (2012) Dissipation and residue behavior of emamectin benzoate on apple and cabbage field application. Ecotoxicol. Environ. 78:260-264.

생산단계 비름 중 Emamectin benzoate의 잔류허용기준 설정

김경진 · 김다솜 · 허성진¹ · 함현주¹ · 허장현*

강원대학교 농업생명과학대학 바이오자원환경학과, ¹친환경농산물안전성센터

요약 본 연구는 소면적 재배 작물인 비름에 대한 emamectin benzoate의 수확 전 최종 농약 살포일로부터 수확일 까지 농약 잔류량 감소추이를 파악하여, 생산단계 농산물의 농약 잔류 특성과 수확 예정일의 잔류량 예측을 위하여 수행되었다. 비름 재배 중 emamectin benzoate를 안전사용기준의 희석배수에 준하여 1회 및 7일 간격으로 2회 살포한 후, 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14일 총 8회의 시료를 채취하여, 약제의 잔류양상을 분석한 뒤 생물학적 반감기를 산출하였다. 비름 중 emamectin benzoate는 acetonitrile로 추출하고 dichloromethane을 사용하여 분배하였으며, SPE kit (PSA, GCB, MgSO₄)로 정제한 후 LC-ESI/MS/MS로 분석하였다. 시험농약의 정량한계(LOQ)는 0.01 mg/kg이었고, 정량한계의 10배와 50배 수준으로 농약을 처리하여 수행한 결과 emamectin benzoate의 평균 회수율은 B_{1a}에 대해서 각각 93.3 ± 0.7% 및 93.2 ± 7.7%였고, B_{1b}에 대해서 각각 106.6 ± 1.9% 및 80.5 ± 6.6%의 회수율을 보였다. 비름 중 emamectin benzoate의 생물학적 반감기는 1회 및 2회 처리구에서 각각 2.0일, 1.7일이었으며, 시험농약의 잔류량을 바탕으로 생산단계 잔류허용기준을 추천한 결과 수확 10일 전에 0.84 mg/kg 이하이면, 수확 시에는 잔류농도가 MRL (0.05 mg/kg, 시금치(유사농산물 기준)) 수준 이하로 잔류할 것으로 예측되었다.

색인어 비름, 생산단계, 잔류농약, Emamectin benzoate