

## 시설 내 오이 재배 중 살균제 Boscalid의 잔류특성

이중화 · 박희원 · 김영수 · 권찬혁<sup>1</sup> · 이영득<sup>2</sup> · 김정한\*

서울대학교 농생명공학부, <sup>1</sup>식품의약품안전청 식품평가부, <sup>2</sup>대구대학교 생명환경학부

(2008년 1월 14일 접수, 2008년 3월 10일 수리)

### Dissipation Pattern of Boscalid in Cucumber under Greenhouse Condition

Jong-Hwa Lee, Hee-Won Park, Young-Soo Keum, Chan-Hyeok Kwon<sup>1</sup>, Young-Deuk Lee<sup>2</sup> and Jeong-Han Kim\*

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, 599 Gwanakno, Gwanak-gu, Seoul, 151-742, Korea, <sup>1</sup>Korea Food and Drug Administration, <sup>2</sup>Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Kyungsan, 712-714, Korea

#### Abstract

The dissipation patterns of a boscalid in cucumber under greenhouse condition was investigated to establish pre-harvest residue limit (PHRL) and biological half-life. Initial concentration of boscalid in cucumber at standard application rate was 7.29 mg kg<sup>-1</sup> and decreased to 0.04 mg kg<sup>-1</sup> after 15 days with half-life of 1.9 day, while the initial concentration was 14.69 mg kg<sup>-1</sup> and decreased to 0.11 mg kg<sup>-1</sup> after same period with half life of 2.0 day at double application rate. PHRL was suggested by prediction curve derived from the decay curve of boscalid at double rate treatment. For example, 10.39 mg kg<sup>-1</sup> was calculated for 10 days before harvest, and 1.73 mg kg<sup>-1</sup> for 5 days. Dilution effect was major factor for the decrease of boscalid residue due to fast increasement of weight of cucumber during cultivation. Final residues level of boscalid was predicted based on the dissipation curve and guideline on safe use, when boscalid was used to control powdery mildew and gray mold. At standard rate application, 1.26 mg kg<sup>-1</sup> and 1.33 mg kg<sup>-1</sup> were calculated as final residue levels for control powdery mildew and gray mold, respectively, which are above the MRL(Maximum Residue Limit).

**Key words** Boscalid, half-life, pre-harvest residue limits, PHRL, MRL

## 서론

국내 농약 사용량은 1970년에 3,719 M/T이었으나 2006년 24,076 M/T으로 크게 증가하였으며, 2006년 현재 1,200 품목이 등록되어(작물보호협회, 2007; 한국작물보호협회, 2008), 작물의 해충이나 병, 잡초의 방제를 통한 식량증산은 물론 농산물의 품질 향상과 노동력 절감에 의한 생산비 저하에 중요한 몫을 담당하고 있다.

그러나 농약은 생물의 생리작용을 저해하는 역할을 하기 때문에 근본적으로 독성을 가진 화합물이며 작물에 살포된 후 농약의 특성이나 환경 조건에 따라 수확물에 잔류되는 경우가 있다. 따라서 농약이 지나치게 잔류된 농작물·식품을 섭취한다면 건강위해성이 발생할 수 있는 가능성이 있기 때문에 농작물의 농약잔류허용기준[Maximum Residue Limit; MRL, 단위; mg kg<sup>-1</sup>(ppm)]을 설정하여 국제적 수준에서는 물론, 국가차원에서 관리감독을 하고 있다. MRL은 수확 후 소비되는 농산물, 식품에 잔류가 허용되는 최대 농약 농도를 말하며, 2007년 9월 6일 현재 397종의 농약성분에 대해 MRL이 설정되어 있다(농림부, 2008). 농산물·식품 중 잔류

\*연락처 : Tel. +82-2-880-4644, Fax. +82-2-873-4415  
E-mail: kjh2404@snu.ac.kr

농약의 검사는 식품의약품안전청, 시·도 보건환경 연구원, 국립농산물 품질관리원 등에서 수행을 하고 있으며, MRL을 초과한 부적합 농산물은 농산물의 특성상 재활용의 기회가 거의 없어서 대부분 폐기처분하게 되며 이러한 결과는 농산물 생산비와 유통비용은 물론 그 처리비용으로 인하여 생산자 농민에게 막대한 손실을 입히게 된다. 또한 잔류농약검사가 진행되는 동안 수거할 시간이 없이 MRL이 초과된 상태로 이미 소비되어 소비자의 건강 위해성 문제를 일으킬 수 있기 때문에 농산물·식품 중 잔류농약은 국가 사회전반에 걸친 중요한 사안이다. 이와 같이 MRL을 초과한 농작물이 시장에서 유통될 수도 있는 현실은 농작물 중 농약 잔류량 조사를 수확 후 또는 유통단계에서 수행하기 때문에 발생한다. 따라서 이러한 문제를 개선하고 생산자와 소비자를 모두 보호하려면 수확 전 일정 시점에 미리 잔류량을 조사하여 수확 시 농약 잔류량을 예측할 수 있는 체계가 필요하다. 즉, 재배기간 중에 농약을 살포하고 수확 전 일정기간 동안 정기적인 잔류량 변화조사를 통한 합리적인 회귀식과 생물학적 반감기를 산출하여 수확 시 잔류량을 예측할 수 있다면 MRL을 초과할 가능성이 있는 농산물을 판단해서 출하 연기 또는 폐기 등의 조치를 미리 취할 수 있다(Choi 등, 2000), (Choi 등, 2002), (Kim 등, 2002), (Ko 등, 2003), (Seong 등, 2004). 국립농산물 품질관리원의 출하단계 농산물 중 잔류농약조사결과에 따르면 2000년에는 42,728점 중 525점, 2003년에는 59,570점 중 880점, 그리고 2006년에는 65,890점 중 750(1.13%) 점이 생산단계 농약잔류허용기준치 이상인 것으로 보고되었

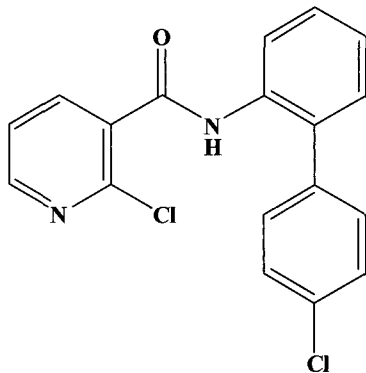


Fig. 1. Chemical structure of boscalid.

다(Table 1)(농림부, 2008; 국립농산물품질관리원, 2006).

본 연구의 대상인 boscalid[(2-chloro-N-(4'-chlorobiphenyl-2-yl)nicotinamide) ; Fig. 1]는 아닐라이드계 살균제로서 미토콘드리아내의 전자전달계에서 Complex II를 저해해서 살균효과를 발휘하며(Tomlin, C, 2006) 포도, 딸기, 오이, 참외, 토마토, 고추, 장미, 상추, 인삼, 참다래에서 잣빛곰팡이병, 흰가루병, 균핵병 방제에 사용되고 있다. 오이에 대한 MRL은  $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ 이고(식약청, 2007), 안전사용기준은 흰가루병 방제에는 10일 간격, 잣빛곰팡이병 방제에는 7일 간격으로 수확 5일전까지 3회 이내로 등록되어 있다(한국작물보호협회, 2007).

따라서 살균제 boscalid를 오이 시설재배포장에 살포하여 일정시점별로 오이 중의 잔류농약수준을 조사하고, 분해감소 회귀식과 생물학적 반감기를 산출하여 시설 재배 오이에 대한 boscalid의 수확 전 생산단계 농약잔류허용기준 설정을 시도하고 회귀식에 따라 안전사용기준을 예측하고 실제 안전사용기준과 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 시약, 재료 및 기구

Boscalid 표준품(99.9%)은 Sigma Aldrich에서 구입하였고, acetonitrile, hexane, ethyl acetate는 HPLC급을, sodium chloride, 무수 sodium sulfate는 GR급을 사용하였다. 또한 Celite545는 Duksan chemical에서 구입하여 사용하였다. 정제용 고상추출(Solid-phase extraction, SPE) cartridge로는 Sep-Pak<sup>®</sup> Silica Cartridge(1 g)를 Waters사(USA)로부터 구입하여 사용하였다.

오이 시료는 Waring blender(USA)를 이용하여 마쇄하였고, 감압농축기(R-114, Buchi, Switzerland)와 질소증발기(Pierce, USA)는 시료 추출액 농축 시 사용하였다. 살포용 농약 boscalid 47% 입상수화제는 시중 농약상에서 구입하였다.

### 공시 작물 및 농약살포

공시 농작물인 오이는 품종 ‘백다다기’로서, 수원시 권선

Table 1. Violation rate from investigation of MRL under cultivation stage

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Number of investigation	42,728	55,344	56,010	59,570	60,567	63,734	65,890
Violation cases	525	636	600	880	770	730	750
Violation rate (%)	1.23	1.15	1.07	1.48	1.27	1.15	1.13

구 서둔동에 위치한 서울대학교 농업생명과학대학 농장에서 시설재배 하였고, boscalid 47% 입상수화제를 수확 15일 전에 안전사용기준에 따라 표준농도(13.3 g/ 20 L) 및 그 배량(26.6 g/ 20 L)으로 살포하였다(한국작물보호협회, 2007). 오이 시설 재배 기간 중 비닐하우스 내의 온도와 습도를 측정하고 시료 채취 시 오이의 중량을 조사하였다.

**HPLC 기기분석 조건**

오이시료 중 boscalid의 분석은 variable wavelength detector(VWD)가 장착된 Agilent 1100 series HPLC(Agilent, U.S.A)를 사용하였다(Table 2).

**Boscalid 표준검량선 작성**

Boscalid 표준용액은 boscalid 표준품을 0.1, 1, 5, 10, 50 mg L<sup>-1</sup>의 농도가 되도록 acetonitrile에 용해시켜 조제하였고, 10 µL씩 HPLC에 주입하여 표준검량선을 작성하였다.

**오이 중 boscalid의 회수율**

무처리 오이시료 20 g을 마쇄한 후 각각 0.5 및 2.5 mg kg<sup>-1</sup>이 되도록 boscalid표준용액을 처리한 다음 acetonitrile 100 mL를 첨가하고 30분간 진탕 추출하였다. 진탕이 끝난 균질 시료를 Whatman GF/A filter paper와 Celite 545를 이용해 흡입여과한 후, 50 mL의 acetonitrile로 추가 세척하여 여액을 40°C이하에서 감압농축기를 이용하여 농축하였다. 농축액에 포화 식염수 30 mL 및 증류수 70 mL를 첨가한 후 분액여두에 옮기고 hexane 80 mL와 60 mL로 2회 추출하여 합하였다. Hexane층을 무수 sodium sulfate를 통과시켜 수분을 제거하고 40°C이하에서 감압 농축한 다음, 잔사를 hexane 5 mL에 용해시켰다. Silica SPE cartridge에 hexane 5 mL를 미리 흘려주어 활성화시키고 hexane에 용해시킨 오이 추출 시료용액 1 mL를 첨가 한 후, ethyl acetate/hexane(10/90, v/v) 10 mL로 세척하고 ethyl acetate/hexane(30/70, v/v)

10 mL로 용출시켰다. 용출액을 질소가스로 농축하고 잔사를 acetonitrile 2 mL로 재용해하여 10 µL를 HPLC에 주입하여 boscalid의 농도를 분석하였다.

**오이 시료 채취 및 잔류 boscalid의 분석**

농약 살포 후 3시간 이내(0일차), 및 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15일차에 시료를 채취하였다. 이 때, 각 처리구당 2 kg 이상씩 채취하여 꼭지를 제거한 후 마쇄한 다음 20 g을 취하여 boscalid의 회수율 분석과 동일한 방법으로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**오이 재배 중 시설 내 온도, 습도 및 오이의 중량변화**

오이 재배 기간 15일 동안 시설내의 기온은 24.5°C~38.5°C 범위였고, 습도는 54%~76% 범위였다(Fig. 2).

약제 살포 일부터 살포 후 10일까지의 오이의 중량변화량을 보면 10일차 오이시료의 무게는 0일차에 비해 약 16배 정도 증가한 것으로 나타났다(Fig. 3).

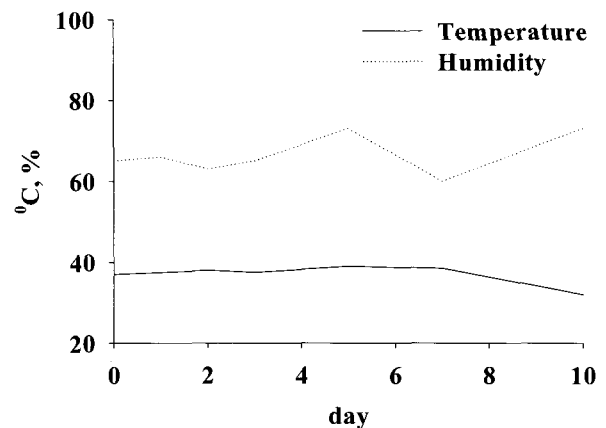


Fig. 2. Air temperature and humidity during cultivation period for cucumber.

Table 2. HPLC operation condition for the analysis of boscalid in cucumber

Instrument : Agilent 1100 series (USA)
Detector : Variable wavelength detector (VWD) 250nm
Column : Phenomenex® Luna C18 5u (4.6 mm I.D, 250 mm length, 5 µm particle size, USA)
Mobile phase : A (acetonitrile), B (water)
A:B=50:50 (0 min) → A:B=70:30 (10 min) → A:B=100:0 (15 min) → A:B=100:0 (20 min) → A:B=50:50 (22 min)
Flow rate : 1 mL/min
Injection volume : 10 µL

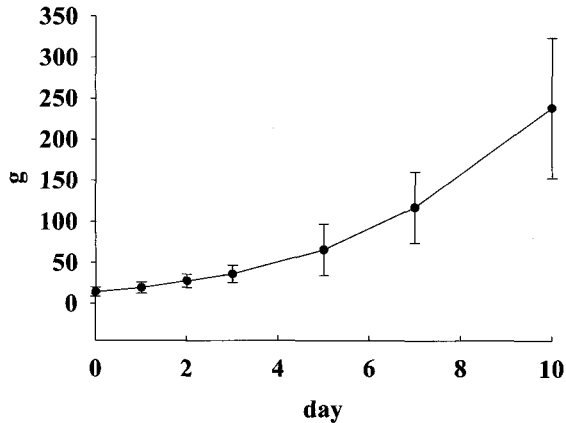


Fig. 3. Growth curve of cucumber during cultivation period.

### 오이 중 boscalid 분석법 확립

Boscalid의 표준검량선은  $0.1 \text{ mg L}^{-1}$ 에서  $50 \text{ mg L}^{-1}$ 까지 직선성을 보였으며 상관계수( $r^2$ )가 0.999이상이었다.

오이 중 boscalid의 회수율 시험은 농약 추출과정의 효율성을 조사하는 것으로 무처리 시료에 boscalid 표준용액을 첨가한 후 용매로 추출하여 회수되는 양을 측정하였다. 오이 시료용액의 분석 크로마토그램에서 boscalid의 머무름 시간은 11.5분 이었고, 중첩되는 방해물질은 없었다(Fig. 4). 회수율 시험결과  $0.5$  및  $2.5 \text{ mg kg}^{-1}$  두 수준에서 각각  $94.8 \pm 4.1\%$ ,  $101.2 \pm 3.6\%$  이었으며(Table 3), 이 결과는 농약의 등록시험 기준과 방법에서 권고하는 70~120%, 변이계수(표준편차/평균치 $\times 100$ ) 20%이내의 수준을 만족하였다(농촌진흥청, 한국 작물보호협회, 2007). 최소검출량(Limit of Detection; LOD)은 분석 크로마토그램상에서 시그널 노이즈 비의 3배 이상을 나타내는 농약의 양을 말하며 baseline으로부터 peak를 인정할 수 있는 최소양이다. 검출한계(Limit of Quantitation; LOQ)는 최소검출량 또는 최소검출농도, 시료량 및 분석조작 중의 회석배율 등을 감안하여 식 (1)에 의해 역산출한 수치로서 본 연구에 사용한 분석방법으로 정량할 수 있는 한계를 의미하며  $0.05 \text{ ppm}$  이하를 추천하고 있다(농촌진흥청, 작물보호협회, 2007). 본 연구의 분석법의 LOQ는  $0.05 \text{ ppm}$ 으로서 잔류분석법 기준에 적합하였고, MRL 이하까지 검출이 가능하였다.

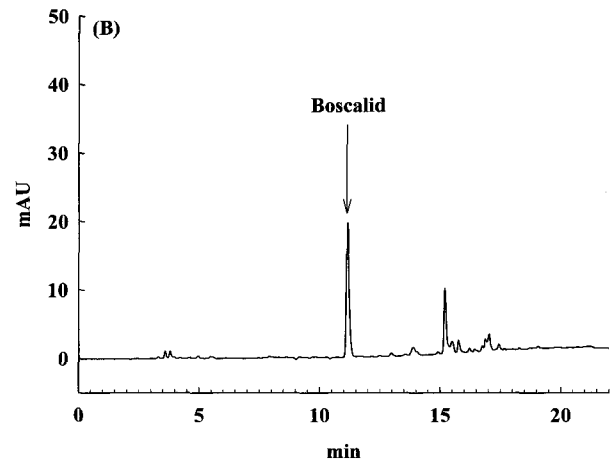
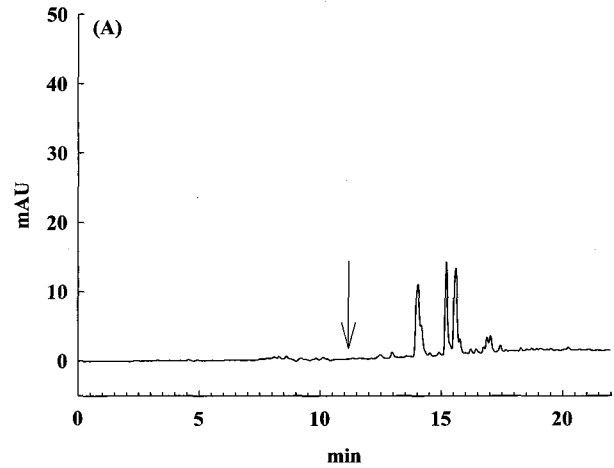


Fig. 4. HPLC chromatograms of cucumber extract. (A; control, B; recovery at  $2.5 \text{ mg kg}^{-1}$ )

$$\text{LOQ}(\text{ppm}) = \frac{[\text{최소검출량} \times \text{HPLC 주입전 시료용액량}(\text{mL}) \times \text{회석배수}]}{[\text{HPLC 주입량}(\mu\text{L}) \times \text{시료량}(\text{g})]} \quad (1)$$

### 오이 재배기간 중 잔류량 변화

작물 재배기간 동안 살포된 농약의 작물체중 잔류특성은 농약자체의 물리화학적 특성에 의해 영향을 받는 것은 물론 제제형태, 처리방법 및 조건, 작물의 재배조건, 기상조건, 처리 후 수확까지의 경과일수 등에 의해 좌우되는 것으로 알려져 있다(金澤純, 1992).

본 연구는 오이 재배 시 살균제 boscalid 수화제를 기준량

Table 3. Recovery and LOQ for boscalid in cucumber

Pesticide	Fortified level ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Recovery $\pm$ CV (%)	LOQ <sup>z</sup> ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	LOD <sup>y</sup> (ng)
Boscalid	0.5	$94.8 \pm 4.1$	0.05	1.0
	2.5	$101.2 \pm 3.6$		

<sup>z</sup>LOQ: Limit of Quantitation, <sup>y</sup>LOD: Limit of Detection

과 배량을 살포한 후 일정 시점마다 잔류량을 측정하여 잔류 소실 양상을 조사하였다. 기준량 살포시 초기 잔류농도는  $7.29 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 MRL보다 20배 이상 높았으며 15일 후에는 MRL의 1/10 수준인  $0.04 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 감소되었다. 배량살포의 경우 초기농도는  $14.69 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 MRL의 약 50배 이었으나 10일이 지난 후에는 MRL 수준으로 감소하였고 15일 후에는  $0.11 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 MRL의 약 1/3 수준이었다. 재배기간 중 boscalid은 지수 함수적으로 수준이 감소하였다(Fig. 5).

잔류 감소 회귀식은 기준량 살포된 경우에  $R = 7.4237e^{-0.3609t}$  ( $r^2=0.9765$ ), 배량 살포된 경우에  $R = 14.8131e^{-0.3551t}$  ( $r^2=0.9911$ ) 이었고, 이 식에 따라서 산출된 boscalid의 재배중 반감기는 기준량 처리 시 1.9일, 배량 처리 시 2.0일로 서로 비슷하였다(Table 4). 따라서 boscalid의 경우 살포농도에 상관없이 잔류감소속도는 비슷한 것으로 판단되었다. Chlorpyrifos의 경우에도 본 연구의 결과와 유사하였지만, 작물재배기간 중

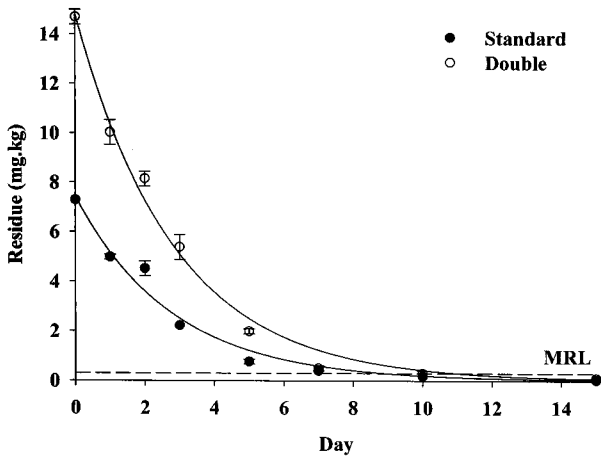


Fig. 5. Dissipation curve of boscalid in cucumber during cultivation period.

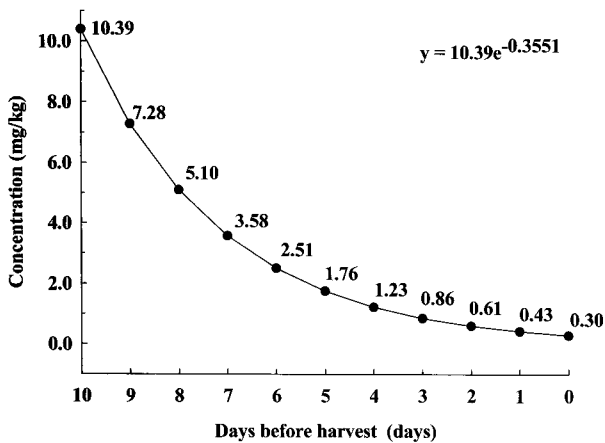


Fig. 6. Predicted dissipation curve of boscalid in cucumber during cultivation.

농약의 잔류양상은 배량 처리시의 잔류반감기가 기준량 처리 시보다 대체로 긴 것으로 보고되었다(Kim 등, 2002), (Choi 등, 2002), (Ko 등, 2003), (Moon 등, 2003).

이상의 결과를 바탕으로 수확일에 MRL( $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ ) 수준이 오이에 잔류되는 경우를 가정하여, 기준량보다는 과다하게 농약을 사용한 경우인 배량 살포시의 생산단계 회귀식을 이용하여 생산단계 농약잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit, PHRL)을 추천한다면 수확 10일전 잔류량이  $10.39 \text{ mg kg}^{-1}$  또는 5일전  $1.76 \text{ mg kg}^{-1}$  이하이면 수확 시 boscalid가 MRL 수준 이하로 잔류할 것으로 예측된다(Fig. 6).

### 오이의 중량 증가에 의한 boscalid의 희석 효과

농약의 작물잔류성에 영향을 주는 요인으로는 농약의 작용특성, 작물의 형태, 재배방법, 작물의 성장률, 농약 제형, 살포 방법 및 기상 등으로 나누어 볼 수 있는데(정 등, 2000), 본 연구 대상인 오이는 급격히 성장하는 농작물이기 때문에(본 실험에서 약제처리 후 10일 만에 약 16배 정도 무게가 증가하였다) 중량 증가에 의한 잔류농약의 희석효과를 보고자 하였다(Fig. 7). 기준량 처리 시의 boscalid잔류감소곡선을 기준으로 비교해보면, 오이 무게 증가에 따른 boscalid의 희석효과를 배제한 곡선은 거의 감소를 보이지 않았다. 즉, 오이 재배 시 boscalid 잔류량 감소는 농약의 순수 분해보다는 작물의 증체량에 따른 희석효과가 가장 큰 역할을 하는 것을 알 수 있다. 이것은 일명 “apparent elimination”이라고 하며, 급격히 성장하는 작물에 있어서 아주 중요한 효과라고 알려져 있다(Marin 등, 2003).

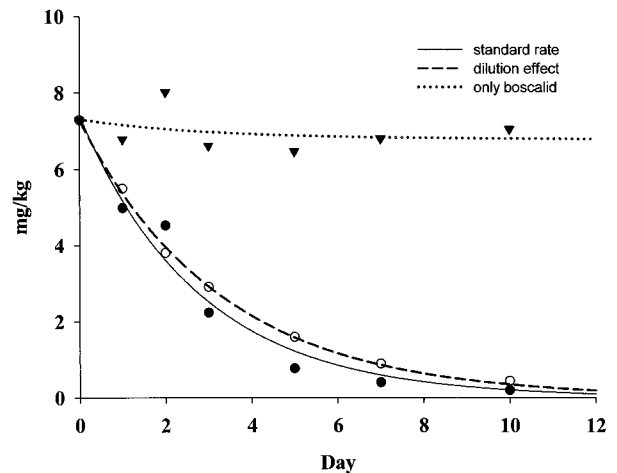
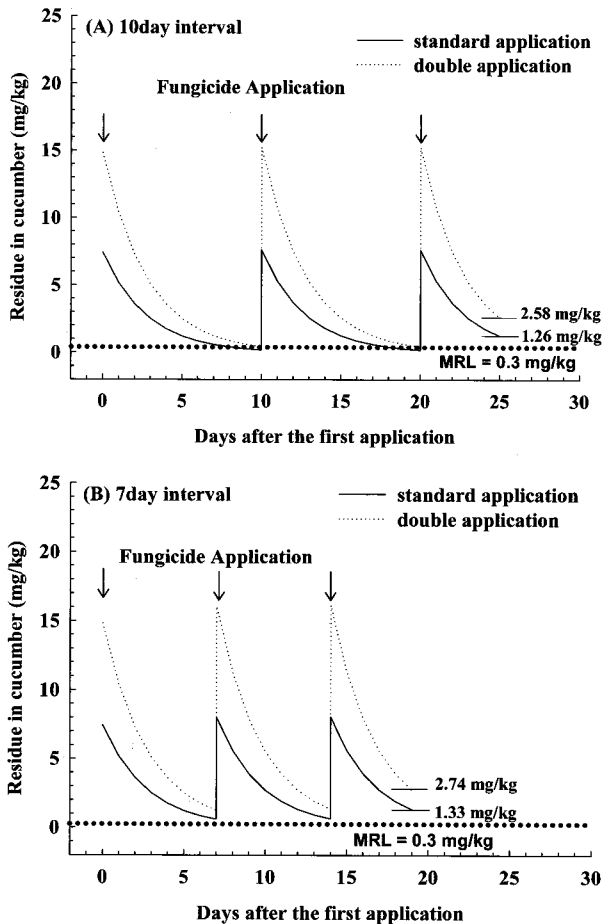


Fig. 7. Dilution effect for the dissipation of boscalid during cultivation period.

**Table 4.** Predicted time of pesticide residues below MRL in cucumber

Application	Half-life (days)	Initial concentration (mg kg <sup>-1</sup> )	Days required reaching below MRL (days)
Standard rate	1.9	7.42	8.9
Double rate	2.0	14.81	11.1

**Fig. 8.** Predicted final residue levels of boscalid in cucumber when calculated by dissipation curve utilizing guideline on safe use. (A; powdery mildew, B; gray mold)

### 안전사용기준에 따른 잔류 수준 예측

잔류 감소 회귀식을 통하여 최초 약제 살포시 잔류된 농도로부터 MRL에 도달 하는 기간이 기준량 처리 시 8.9일, 배량 처리 시 11.1일이었다(Table 4).

이러한 감소 회귀식을 적용하여 boscalid 47% 입상수화제를 안전사용기준(10일 간격, 수확 5일전, 3회 처리)에 따라 흰가루병 방제에 사용할 경우에 최종잔류농도를 예측해보면, 약제 처리 25일이 경과한 후에 수확을 하게 되며, 이때의 최종잔류농도는 기준량 처리 시 1.26 mg kg<sup>-1</sup>, 배량 처리 시 2.58 mg kg<sup>-1</sup>로 MRL(0.3 mg kg<sup>-1</sup>)보다 높게 예상되었다(Fig. 8-A). 또한 잣빛곰팡이병 방제에 안전사용기준(7일 간

격, 수확 5일전, 3회 처리)에 따라 사용할 경우는 약제처리 19일 후 수확하게 되고, 최종잔류농도는 기준량 처리 시 1.33 mg kg<sup>-1</sup>, 배량 처리 시 2.74 mg kg<sup>-1</sup>로 역시 MRL보다 높게 예상되었다(Fig. 8-B).

따라서 잔류감소 회귀식을 근거로 하여 최종 잔류량이 MRL을 넘지 않는 범위에서 약제를 사용하려면 흰가루병, 잣빛곰팡이병 방제 시 각각 10일 간격, 7일 간격으로 3회 처리한 후 기준량은 10일, 배량은 12일 이후에 수확해야 할 것으로 예상되어 포장시험에 의해 설정된 안전사용기준 보다는 기준이 엄격해지는 경향이 관찰되었다.

### 결론

오이 시설재배 기간 중의 살균제 boscalid의 생물학적 반감기는 약 2일로서 기준량 처리나 배량 처리가 서로 비슷하였지만(약2일), 잔류수준이 MRL이하로 감소하는 기간은 기준량(8.9일)과 배량(11.1일)살포 간에 차이가 있었다. 또한 배량살포시의 회귀식을 기본으로 생산단계 농약잔류허용기준(PHRL)을 제안(수확 10일전 10.39 mg kg<sup>-1</sup> 또는 5일전 1.76 mg kg<sup>-1</sup>)하였다. 오이 재배 중 boscalid의 잔류량감소는 농약자체의 분해에 기인 한 것 보다는 오이의 빠른 증체량에 따른 희석효과가 큰 기여를 한 것으로 나타났다. 또한 안전사용기준에 맞추어 회귀식을 통한 잔류량 예측 시, 수확 시에 잔류량이 MRL을 초과할 것으로 예상되었다.

### 감사의 글

본 연구 결과는 2007년 생산단계 농산물의 농약잔류허용기준 설정연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원한 국립농산물품질관리원에 감사드립니다.

### >> 참 / 고 / 문 / 헌

Choi, K. I., J. H Lee, H. S. Kim, H. R. Bae, K. D. Kim and K. Y. Seong (2000) Investigation of pesticide residue half

lives in perilla leaf and lettuce leaf during cultivation. Annual report of NAQS, National Agricultural products Quality management Service:5-15.

Choi, K. I., K. Y. Seong, T. K. Jeong, J. H. Lee, J. H. Hur, K. Y. Ko and K. S. Lee (2002) Dissipation and removal rate of dichlofluanid and iprodione residues on greenhouse cherry tomato. *Koegan Journal of Environmental Agriculture*. 21:231-236.

金澤純 (1992) 農薬の環境科学, pp. 55-56, 合同出版, Japan.

Kim, Y. S., J. H. Park, J. W. Park, Y. D. Lee, K. S. Lee and J. E. Kim (2002) Persistence and dislodgeable residues of chlorpyrifos and procymidone in lettuce leaves under greenhouse condition. *Korean Journal of Environmental Agriculture*. 21:149-155.

Ko, K. Y., Y. J. Lee, D. J. Won, H. J. Park and K. S. Lee (2003) Residual pattern of procymidone and bifenthrin in perilla leaf during cultivating and storage. *Koegan Journal of Environmental Agriculture*. 22:47-52.

Marin, A., Jose. O., Carlos (2003) Dissipation rates of cyprodinil and fludioxonil in lettuce and table grape in the field and under cold storage conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(16):4708-11.

Moon J. K., H. W. Park, H. Choi, Y. S. Hong, K. H. Liu, Y. H. Lee, K. S. Lee and J. H. Kim (2003) Residue pattern of fenitrothion in grapes. *Journal of the Korean society for horticultural science*. 44(4):497-502.

Seong, K. Y., K. I. Choi, M. H. Jeong, J. H. Hur, J. G. Kim and K. S. Lee (2004) Residue and half-lives of bitertanol and tebuconazole in greenhouse-grown peppers. *Journal of the Korean society for applied biological chemistry*. 47(1): 113-119.

Tomlin, C (2006) *The pesticide manual: A world compendium (14th edition)*. pp. 110.

국립농산물품질관리원 (2006) 농산물 안전성조사 결과(9월말 현재). 농림부 (2008) 농약안전사용 실무교육.

농촌진흥청, 한국작물보호협회 (2007) 농약등록시험담당자 교육교재. p. 213.

식품의약품안전청 (2007) 식품의 농약 잔류허용기준.

정영호, 김장억, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현 (2004) 최신 농약학. pp. 269-271.

한국작물보호협회 (2007) 농약연보.

한국작물보호협회 (2007) 생활과 농약. 7:38-39.

한국작물보호협회 (2008) 생활과 농약. 1-2:24-27.

한국작물보호협회 (2007) 농약사용지침서.

## 시설 내 오이 재배 중 살균제 Boscalid의 잔류특성

이종화 · 박희원 · 금영수 · 권찬혁<sup>1</sup> · 이영득<sup>2</sup> · 김정환\*

서울대학교 농생명공학부, <sup>1</sup>식품의약품안전청 식품평가부, <sup>2</sup>대구대학교 생명환경학부

**요 약** 실내에서 재배 중 살균제 boscalid의 생물학적 반감기를 계산하고, 생산단계 MRL 등을 제안하고자 오이에 boscalid를 살포하고 재배기간 중 잔류특성을 파악하였다. Boscalid 기준량 살포시 초기 잔류농도는 7.29 mg kg<sup>-1</sup>이며 15일 후에는 0.04 mg kg<sup>-1</sup>으로 감소되어 반감기는 1.9일 이었다. 배양 살포의 경우 초기농도 14.69 mg kg<sup>-1</sup>에서 15일 후에는 0.11 mg kg<sup>-1</sup>으로 감소되어 반감기는 2.0일 이었다. 그리고 배양 처리 시의 잔류감소 회귀식을 이용한 생산단계 농약잔류허용기준(PHRL)은 수확 10일전 10.39 mg kg<sup>-1</sup> 또는 5일전 1.76 mg kg<sup>-1</sup> 등으로 제안하였다. 또한 도출된 잔류감소 회귀식을 이용하여 약제 처리 후부터 MRL 이하로 잔류량이 감소하는 기간을 계산하였을 때, 기준량 처리 시 8.9일, 배양 처리 시 11.1일이 소요되는 것으로 나타났다. 오이 재배에 있어서 boscalid의 잔류량 감소 특성은 빠른 증체량에 따른 희석효과가 큰 기여를 한 것으로 나타났다. 감소 회귀식을 적용하여 boscalid 입상수화제를 안전사용기준에 따라 흰가루병 방제 및 잿빛곰팡이병 방제에 사용할 경우에 최종잔류농도를 예측해보면, 흰가루병의 경우 약제 처리 25일 후 기준량 처리 시 1.26 mg kg<sup>-1</sup>로 MRL(0.3 mg kg<sup>-1</sup>)보다 높게 예상되었다. 또한 잿빛곰팡이병의 경우 약제처리 19일 후 최종잔류농도는 기준량 처리 시 1.33 mg kg<sup>-1</sup>로 역시 MRL보다 높게 예상되었다.

**색인어** Boscalid, 농약잔류허용기준, 반감기, 생산단계농약잔류허용기준