

살균제 Boscalid의 살포방법에 따른 인삼의 부위별 잔류 양상

황정인 · 전영환 · 김효영 · 김지환 · 안지운 · 김기수¹ · 유용만¹ · 김장억*

경북대학교 응용생명과학부, ¹충남대학교 응용생물학과

(2011년 11월 10일 접수, 2011년 11월 28일 수리)

Residue of Fungicide Boscalid in Ginseng Treated by Different Spraying Methods

Jeong-In Hwang, Young-Hwan Jeon, Hyo-Young Kim, Ji-Hwan Kim, Ji-Woon Ahn, Ki-Su Kim¹, Yong-Man Yu¹ and Jang-Eok Kim*

School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea,

¹Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

This study was conducted to identify the residue patterns of fungicide boscalid in ginseng cultivated for 4 or 6 years treated by various spraying methods. The pesticide was sprayed separately on ginseng according to safe use guideline, and the field was divided into three groups and they were traditional, soil and vinyl mulching applications. The maximum residue amounts of boscalid were 0.76 mg/kg in traditional application group, 0.69 mg/kg in soil application group, 0.62 mg/kg in vinyl mulching application group in the whole part of 4 years old ginseng, respectively. These residue levels in ginseng exceeded the maximum residue limit established by Korea Food & Drug Administration, which is 0.3 mg/kg.

Key words Ginseng, Boscalid, Residue pesticide, Safe use guideline, Spraying method

서론

인삼은 질병의 치료와 예방을 위해 많이 사용되고 있는 고소득 약용작물로서 기능성 건강식품으로 많이 소비되어 그 생산량 역시 끊임없이 증가하고 있다(Jeong 등, 2004; Lee 등, 2010). 농림수산식품부 통계자료에 따르면 2008년 대비 2009년에 재배면적에서는 변화가 없으나 그 생산량이 8% 정도 증가하였다. 또한 국내 인삼의 높아진 수요량과 가격에 대한 문제를 해결하기 위하여 중국을 비롯한 해외로부터 인삼이 많이 수입되고 있는데 농수산물무역정보의 통계자료에 따르면 2009년에 비해 2010년 인삼의 수입량은 약 3.1%가 증대되었다.

인삼을 집단으로 재배할 시 가장 문제가 되는 것은 차광 조건 하에서 4~6년 정도 같은 토양에서 재배되기 때문에 병해충에 의한 피해가 크다는 것이다(Im 등, 2006; Kim 등, 2008; Lee 등, 2009a; Hwang 등, 2011a; 2011b). 잿빛곰팡이병, 점무늬병, 뿌리썩음병, 역병 등은 인삼에 많이 발생하는 병으로서 토양에 있는 뿌리부에 피해를 주는 경우가 대부분이기 때문에 방제가 쉽지 않은 편이다. 인삼의 병해충 방제를 위해 품목 등록된 농약의 수는 2011년 현재, 총 149 품목이며 이 중 살충제가 27 품목, 살균제가 120 품목, 제초제가 2 품목이다(한국작물보호협회, 2011).

최근 몇 년간 실시된 국내농산물의 생산 및 유통 단계의 안전성 조사에서 인삼에 대한 농약의 안전성 문제로 부적합 사례가 빈번히 발생하고 있다(Quan *et al.*, 2004; Wong *et al.*, 2007). 이러한 부적합의 원인에는 농약의 안전사용기준 미준

*연락처 : Tel. +82-53-950-5720, Fax. +82-53-953-7233

E-mail: jekim@knu.ac.kr

수나 품목이 폐지된 농약의 오용 등이 있으나, 또 다른 원인으로 인삼에 농약을 품목 등록할 때 농약의 안전사용기준 설정을 위한 잔류성 시험이 2년 간의 시험 결과로만 평가되는 제도적인 문제점이 있다고 할 수 있다.

우리나라는 유통 직전의 농산물에 대한 잔류농약 검사는 국립농산물품질관리원을 중심으로 실시하고 있으며 유통 중인 농식품에 대하여서는 식품의약품안전청에서 주도하여 실시하고 있다(Yu 등, 2006; 2007). 2010년 국립농산물품질관리원의 잔류농약 분석실적 보고서에 따르면 인삼 중 잔류농약 분석 결과 총 1,026 건의 시료 중 36건의 시료에서 부적합이 발생하여 3.5%의 부적합율을 나타내었다. 이 중 가장 검출 빈도가 높은 농약은 tolclofos-methyl로서 전체 검출빈도의 30% 이상을 차지하였다. 그 외 검출된 농약으로 boscalid, cypermethrin, diethofencarb, pyrimethanil, tebuipirimfos 등이 있으며, 인삼에 등록되지 않은 농약인 chlorothalonil, chlorpyrifos, endosulfan, procymidone, quintozene 등도 검출되었다. 이와 같이 인삼에 대해 부적합을 나타내는 농약들은 부적합의 원인을 명확하게 구명할 필요가 있고 안전성에 대하여서도 재평가 및 재검토가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 인삼의 부적합에 대한 검출 빈도가 높게 나타난 농약 중 하나인 살균제 boscalid를 선정하여 안전사용기준에 따라 살포한 후 재배 포장의 조건에 따른 잔류량을 분석하여 인삼 중 boscalid의 잔류 양상을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

인삼 및 약제

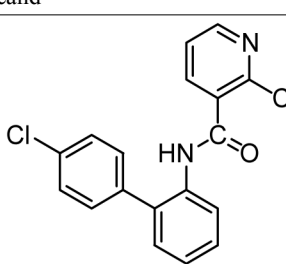
인삼은 충청남도 논산군 부적면 의성리에 위치한 인삼 경작 농가의 인삼을 임차하여 사용하였다. 시험에 사용된 boscalid 농약은 anilide 계통의 침투이행성 농약으로서 시중에 판매되고 있는 47% 보스칼리드 입상수화제(boscalid, 칸투스, (주) 동부하이텍)를 구입하여 사용하였으며 그 물리화학적 성질은 Table 1과 같다.

약제 살포방법

살균제 boscalid 농약의 살포는 농약사용지침서에 제시된 안전사용기준에 따라 1,500배 희석액 1 L를 1.6 m²의 포장에 살포하였으며, 4년근 인삼은 2009년 8월 19일에 1회 살포 후 10일 간격으로 4회 처리하고 마지막 처리일로부터 약 40일 후인 2009년 11월 1일에 수확하였다. 또한 6년근 인삼은 2011년 7월 14일 1회 살포 후 동일한 방식으로 2011년 9월 23일에 수확하였다.

경엽 살포용으로 사용되는 boscalid가 인삼 뿌리와 토양에서 다량 검출되는 원인을 구명하기 위하여 약제 처리구를 세 가지로 구분하여 비교하였다. 첫 번째 처리구는 일반적인 농가에서의 약제 살포 방법에 따라 관행 처리구로 구분하였다. 두 번째 처리구는 농약이 살포된 후 인삼의 잎으로부터 뿌리로 이행되는 농약의 잔류 양상을 확인하기 위하여 인삼의 줄기 부분만이 노출되도록 하고 토양부분은 비닐로 덮어 랩 처리구로 구분하였다. 이 때, 토양부분과 줄기부분의 경계부분

Table 1. Chemical structure and physicochemical properties of boscalid

Boscalid	
Chemical structure	
Chemical name	2-chloro-N-(4'-chlorobiphenyl-2-yl)nicotinamide
Molecular formulation	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O
Molecular weight	343.2
Melting point	142.8-143.8°C
Solubility	In water 4.6 mg/L (20°C) In <i>n</i> -heptane <10, methanol 40-50, acetone 160-200 (all in g/L, 20 °C)

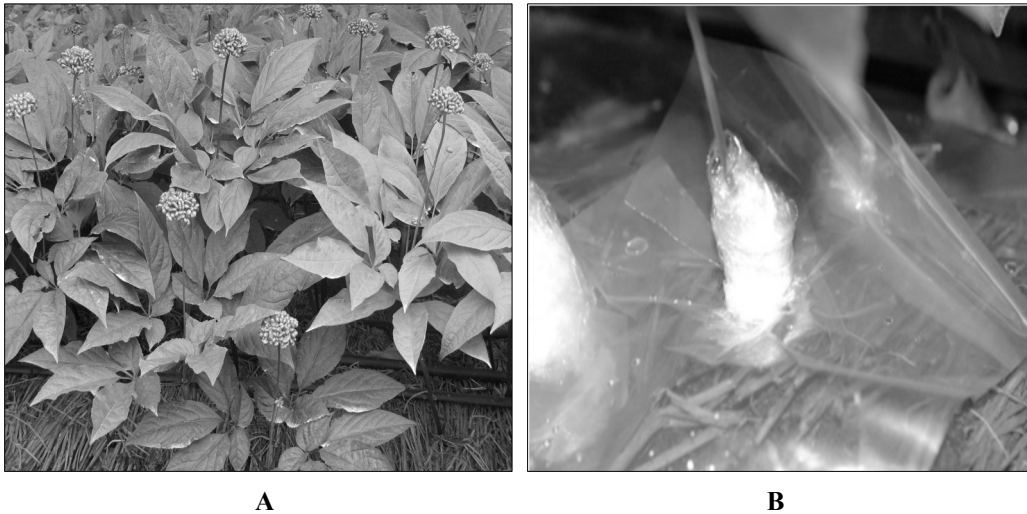


Fig. 1. Photos for experimental field of ginseng.
A : Traditional application, B : Application after poly vinyl mulching.

에는 탈지면을 감아두어 농약이 줄기를 타고 흘러내리거나 토양에 떨어지지 못하도록 설계하였다. 마지막 처리구는 앞선 두 처리구와의 잔류량을 비교하기 위하여 농약을 경엽 처리가 아닌 토양에 직접적으로 처리한 토양 처리구를 두어 잔류양상을 비교하였다. 세 가지 약제 살포 방법은 Fig. 1과 같았으며 이렇게 수확된 각각의 처리구별 인삼 시료는 부위에 따라 뇌두부분, 몸통부분, 전체부분(뇌두와 몸통의 합)으로 나누어 분쇄기에 분쇄 후 폴리에틸렌 비닐백에 밀봉하여 -20℃ 냉동고에 보관하며 사용하였다.

인삼 중 boscalid의 잔류 분석

인삼시료 20 g을 칭량하여 acetone 100 mL를 가한 후 homogenizer 상에서 3분간 12,000 rpm으로 균질화하였다. 이를 Celite 545가 깔린 Büchner funnel 상에서 감압, 여과한 후 유기용매의 일부는 농축하여 날려 보내고 남은 여액은 1 L separatory funnel에 옮겨 50 mL dichloromethane으로 2회 분배·추출하였다. 추출된 dichloromethane 층을 anhydrous sodium sulfate에 통과시켜 탈수하고 40℃ 수욕상에서 감압 농축, 건조한 후 10 mL n-hexane에 재용해하여 정제과정에 사용하였다. 시료의 정제는 florasil 10 g과 anhydrous sodium sulfate를 차례로 습식 충전한 후, 150 mL의 n-hexane으로 씻어 내린 chromatographic column (16 mm i.d. × 40 cm, PTFE 부착)을 이용하였다. 이 컬럼의 상부에 n-hexane에 용해된 시료의 농축액을 loading하고 50 mL ethyl acetate/hexane(10/90, v/v)으로 용출시켜 버린 후 70 mL ethyl acetate/hexane

(25/75, v/v)으로 다시 한번 용출시켜 용출액을 감압농축 하였다. 농축 직후 잔사를 acetone 2.0 mL로 재용해하여 각각 1.0 µL씩 GC/ECD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak area를 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다. 회수율 시험은 boscalid working solution을 무처리 인삼시료 20 g에 첨가하여 각각의 잔류량이 0.2 mg/kg 및 1.0 mg/kg이 되게 한 다음 상기의 방법으로 추출, 정제한 후 GC/ECD로 분석하여 측정된 boscalid의 잔류량을 계산한 후 회수율을 구하였다.

시험농약의 정량 및 정성분석

Boscalid의 표준 검량선은 boscalid 표준품을 acetone에 녹여 1,000 mg/L의 표준용액으로 조제한 후 0.1 mg/L ~ 10.0 mg/L이 되도록 차례로 희석하고 각 1.0 µL씩 GC/ECD에 주입하여 나타나는 peak의 면적을 기준으로 작성하였다. 또한 boscalid의 구조 동정은 GC/MS를 이용하여 실시하였으며 GC/ECD 및 MS의 기기분석 조건은 Table 2와 같다. 분석을 위한 검출한계(Limit of detection, LOD)는 GC/ECD 상에서 측정 가능한 최소검출량을 이용하여 아래 식에 따라 산출하였다.

$$\text{LOD (mg/kg)} = \left[\frac{\text{기기상의 최소검출량 (}\mu\text{g)/주입량 (}\mu\text{L)}}{\text{[시료용액 (mL)/시료량 (g)]}} \right]$$

Table 2. Instrumental conditions for residue analysis of boscalid in ginseng

GC/ECD	
Instrument	Shimadzu GC Q2010 with ECD
Column	DB-5 capillary column, [30 m L. × 0.25 mm i.d, 0.25 μm film thickness (J&W Scientific, USA)]
Temperature	Column oven programmed from 220°C (2 min) to 250°C at 5°C/min and to 280°C (9 min) at 10°C/min
	Injector 250°C
	Detector 300°C
Injection vol.	1 μL
Injection mode	Split (30:1)
Carrier gas	N ₂ 3 mL/min
GC/MS	
Instrument	Shimadzu GC Q2010 with GC/MS QP-2010 Plus
Column	DB-5MS capillary column, [30 m L. × 0.25 mm i.d, 0.25 μm film thickness (J&W Scientific, USA)]
Temperature	Column oven programmed from 100°C (2 min) to 180°C at 10°C/min and to 280°C (10 min) at 5°C/min
	Injector 260°C
	Interface 300°C
	Ion source 200°C
Injection vol.	1 μL
Injection mode	Splitless
Carrier gas	He 1 mL/min
Ionization	EI, 0.75 kV

Table 3. Recoveries and detection limit of boscalid in ginseng by GC/ECD

Pesticide	Fortification (mg/kg)	Recovery (%)				MDA ^{b)} (ng)	LOD ^{c)} (mg/kg)
		1	2	3	Mean ± SD ^{a)}		
Boscalid	0.2	81.9	92.2	95.3	89.8 ± 7.0	0.1	0.01
	1.0	90.0	91.2	91.7	91.0 ± 0.9		

^{a)}SD, Standard Deviation; ^{b)}MDA, Minimum detectable amount; ^{c)}LOD, Limit of detection

결과 및 고찰

회수율 시험

Boscalid의 인삼 중 잔류량 분석을 위하여 무처리 인삼시료에 boscalid 표준용액을 0.2 및 1.0 mg/kg으로 처리하여 분석법을 검증하였다. 그 결과는 Table 3 및 Fig. 2와 같았으며 GC/ECD로 분석된 인삼 중 boscalid의 최소검출량은 0.1 ng이었으며, 검출한계는 0.01 mg/kg이었다. 인삼 중 boscalid의 회수율은 0.2 mg/kg 수준에서 81.9 ~ 95.3%, 1.0 mg/kg 수준에서 90.0 ~ 91.7%로 나타났으며, 변이계수(coefficient of variation, CV)는 1.0 ~ 1.3%로 나타나 잔류농약 분석 기준

인 70 ~ 120%의 회수율과 10% 이내의 변이계수를 만족하였다. 또한 boscalid의 구조 확인은 GC/MS를 이용하였으며 그 total ion chromatogram(TIC)과 mass spectrum은 Fig. 3과 같았다.

농약 살포방법에 따른 boscalid의 잔류량 비교

Boscalid는 인삼의 점무늬병과 잿빛곰팡이병을 방제하기 위하여 품목이 등록되어 있는 약제로서 수확 40일 전까지 4회 살포하도록 안전사용기준이 설정되어 있다. 그러나 boscalid를 안전사용기준에 따라 살포하였음에도 불구하고 인삼에 대한 안전성 조사에서 높은 부적합율과 검출 빈도를 나타내고

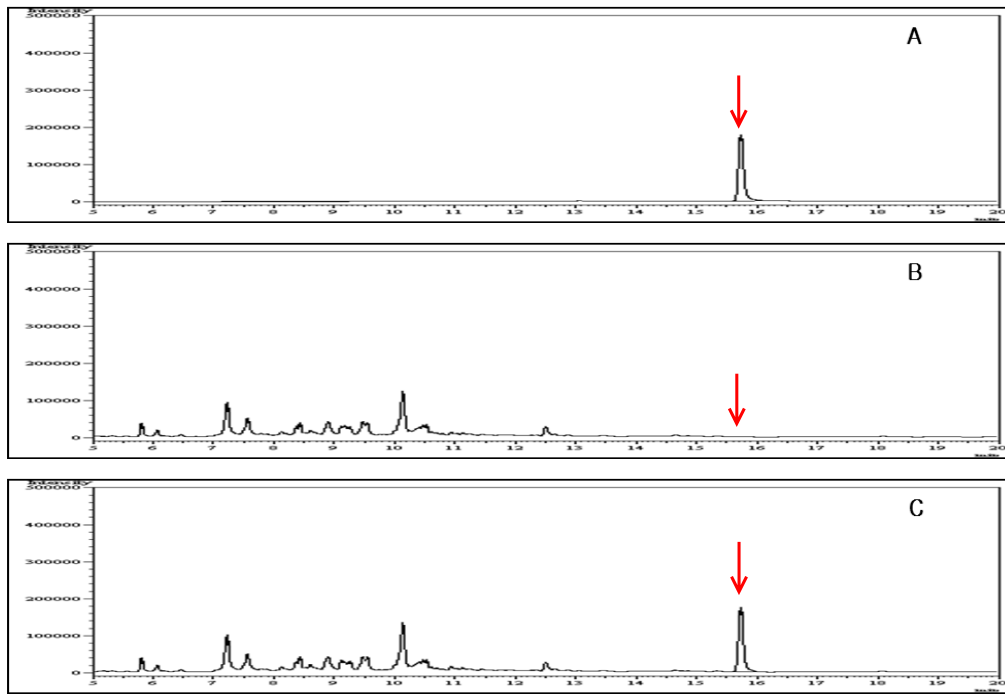


Fig. 2. Chromatograms of recovery tests for boscalid in ginseng by GC/ECD.
A : Boscalid (10 mg/L), B : Non-treated ginseng, C : Recovery (1.0 mg/kg)

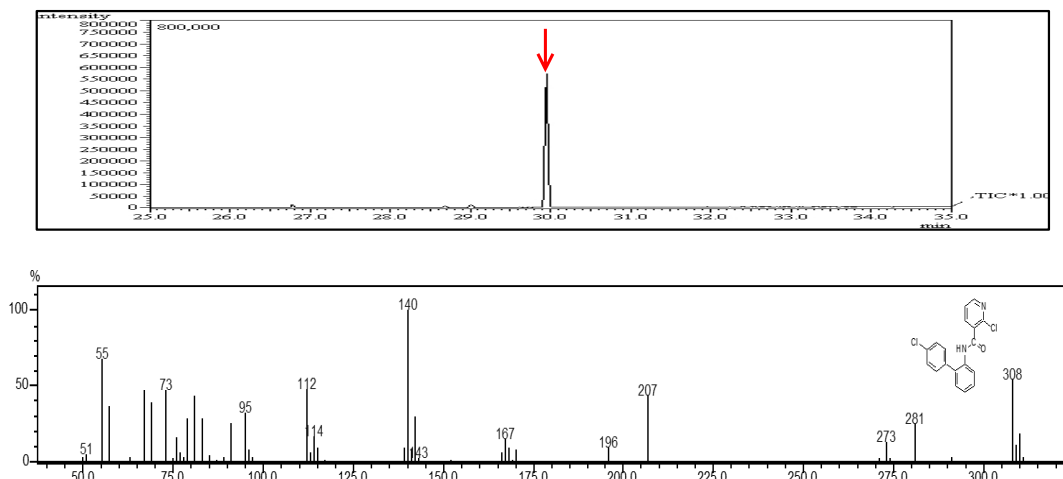


Fig. 3. Total ion chromatogram (TIC) and electron ionization (EI) mass spectra of boscalid by GC/MS.

있어 안전성에 대한 연구를 재검토할 필요가 있을 것으로 생각된다. 따라서 이러한 문제점의 원인 구명을 위하여 약제 살포방법을 세 가지 방법으로 달리하고 4년근 및 6년근 인삼에 대한 부위별 잔류량을 조사하였다. 그 결과, Table 4와 같이 4년근 인삼에서 boscalid의 평균 잔류량은 뇌두부분의 관행 처리구에서 2.56 mg/kg, 토양 처리구에서 2.03 mg/kg, 랩 처리구에서 2.01 mg/kg으로 나타났으며, 몸통부분의 평균 잔류량은 관행 처리구에서 0.42 mg/kg, 토양 처리구에서 0.44 mg/kg, 랩 처리구에서 0.35 mg/kg으로 나타나 뇌두부분보다 약 4.6

~ 6.1배 낮은 잔류량을 나타내었다. 또한 6년근 인삼에서의 boscalid의 평균 잔류량은 뇌두부분의 관행 처리구에서 2.91 mg/kg, 토양 처리구에서 1.56 mg/kg, 랩 처리구에서 1.31 mg/kg으로 나타나 4년근 인삼에서와 마찬가지로 높은 잔류량을 나타내었으며, 몸통부분의 평균 잔류량은 관행 처리구에서 0.27 mg/kg, 토양 처리구에서 0.16 mg/kg, 랩 처리구에서 0.10 mg/kg으로 나타나 뇌두부분보다 9.8 ~ 13.1배 낮은 잔류량을 나타내었다. 이로부터 인삼에 살포된 농약의 대부분이 뇌두부분에 집적되어 잔류한다는 것을 알 수 있었으며, 뇌두에 고농도

Table 4. Residue amounts of boscalid in 4 or 6 years old ginseng sprayed by various application methods

Application types	Ginseng age	Ginseng parts	Residue amount (mg/kg)			
			1	2	3	Mean ^{a)} ± SD ^{b)}
Traditional	4 years	Head	2.67	2.53	2.48	2.56 ± 0.10
		Body	0.40	0.45	0.41	0.42 ± 0.03
		Total	0.74	0.76	0.72	0.74 ± 0.02
	6 years	Head	2.76	3.12	2.86	2.91 ± 0.18
		Body	0.26	0.28	0.26	0.27 ± 0.01
		Total	0.66	0.74	0.68	0.69 ± 0.04
Soil	4 years	Head	2.11	1.98	1.99	2.03 ± 0.07
		Body	0.44	0.44	0.44	0.44 ± 0.00
		Total	0.69	0.67	0.67	0.68 ± 0.01
	6 years	Head	1.57	1.53	1.59	1.56 ± 0.03
		Body	0.17	0.15	0.17	0.16 ± 0.01
		Total	0.39	0.37	0.40	0.39 ± 0.02
Vinyl mulching	4 years	Head	1.88	2.24	1.91	2.01 ± 0.20
		Body	0.36	0.34	0.35	0.35 ± 0.01
		Total	0.59	0.62	0.58	0.60 ± 0.02
	6 years	Head	1.32	1.31	1.29	1.31 ± 0.02
		Body	0.11	0.09	0.09	0.10 ± 0.01
		Total	0.26	0.28	0.28	0.27 ± 0.01

^{a)}Mean of triplication; ^{b)}SD, Standard Deviation

로 잔류한 농약이 인삼의 부적합율을 높이는 것으로 추측할 수 있었다.

랩 처리구의 결과에서 랩으로 멀칭하였음에도 불구하고 농약이 뇌두와 몸통에서 검출되는 것으로 보아 침투이행성 농약인 boscalid가 잎으로부터 뿌리로 이동한다는 것을 추정할 수 있었고 이행 과정에서 농약이 뇌두에 다량 집적된 후 뿌리로 전이되는 것을 알 수 있었다. 또한 관행처리 시험 결과로부터 농약이 인삼의 뇌두부분에 잔류하는 경로를 다음과 같이 세 가지로 구분하여 추측할 수 있었다. 첫 번째는 농약이 지상부의 잎으로부터 흡수 이행되어 뿌리부로 내려가는 경로이고, 두 번째는 살포액의 일부가 줄기를 타고 내려가 인삼의 뇌두부분에 접촉하여 집적되는 경로이다. 마지막으로 세 번째는 부착되지 않은 살포액의 일부가 토양에 떨어져 토양으로부터 인삼의 뇌두로 흡수되는 경로이다. 따라서 농약 살포시 줄기를 타고 내려가거나 토양에 떨어져 흡수되는 농약의 양을 차단시켜 줄 수 있다면 뇌두에 농약이 집적되는 현상을 완화하여 인삼에 대한 boscalid의 부적합율을 줄일 수 있을 것으로 사료된다(Kim 등, 2008; Lee 등, 2009a).

인삼 전체부위에서 boscalid의 잔류량을 알아보기 위하여

뇌두와 몸통에서의 잔류량을 바탕으로 아래식에 따라 인삼 전체부위의 잔류량을 환산하였다. 4년근 인삼에서의 뇌두 비율은 약 15%이었으며 몸통의 비율은 85%이었다. 또한 6년근 인삼에서의 뇌두 비율은 약 14%이었으며 몸통의 비율은 86%이었다.

$$\text{인삼전체 잔류량 (mg/kg)} = [\text{뇌두 중 잔류량 (mg/kg)} \times \text{뇌두비율 (\%)}] + [\text{몸통 중 잔류량 (mg/kg)} \times \text{몸통비율 (\%)}]$$

4년근 인삼의 전체부위 중 boscalid의 평균 잔류량은 관행 처리구에서 0.74 mg/kg, 토양 처리구에서 0.68 mg/kg, 랩 처리구에서 0.60 mg/kg으로 나타나 식품의약품안전청에서 제시한 잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)인 0.3 mg/kg (식품의약품 안전청, 2011)을 초과하는 잔류량을 나타내었다. 뿐만 아니라 6년근 인삼의 전체부위에서도 관행 처리구의 경우 0.69 mg/kg, 토양 처리구의 경우 0.39 mg/kg, 랩 처리구의 경우 0.27 mg/kg으로 나타나 랩 처리구를 제외한 모든 처리구에서 잔류허용기준을 초과하였다. 이러한 결과는 인삼에

등록된 boscalid의 안전사용기준이 적합하지 않음을 보여주고 있으며 안전성에 대한 재검토가 필요할 것으로 사료된다.

4년근 인삼과 6년근 인삼의 잔류량을 비교하여 보면 4년근 인삼이 6년근 인삼보다 농약이 1.3 ~ 1.9배 가량 더 많이 잔류하는 것을 알 수 있다. 이는 4년근 인삼이 6년근 인삼보다 생육이 왕성하여 영양물질을 비롯한 농약의 흡수를 더 활발히 하였기 때문일 것으로 추정되며, 인삼의 무게 대비 농약의 잔류량으로 생각하였을 때도 부피가 크고 무거운 6년근 인삼에 잔류하는 농약의 양은 상대적으로 무게와 부피가 적은 4년근 인삼에 잔류하는 농약의 양보다 더 낮은 농도로 존재할 것으로 추정된다. 따라서 인삼의 생육 시기에 따라 4년근 이하의 인삼에 대하여서는 농약의 살포량을 조절하여 줄 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 결과와 같이 인삼에 대하여 안전사용기준에 따라 살포된 boscalid의 잔류량이 허용기준을 초과하는 문제점을 해결하기 위해서는 수확 40일 전 4회 살포로 설정되어 있는 안전사용기준의 살포횟수를 줄여주어야 할 것으로 생각된다. 뿐만 아니라 수확 후 소비자가 식품으로 섭취 시 인삼을 가공하거나 조리하는 과정에서 열을 가해 탱액으로 달여주면 대부분의 농약을 제거할 수 있기 때문에 권장할 수 있는 대안으로 사료된다. 실제 Lee(2009b)의 연구에서 진파·청피를 탱액으로 조제 시 fenitrothion 외 4가지 농약의 잔류량이 70 ~ 99% 가량 제거되는 결과를 보여주었다(Lee, 2009b).

인삼과 같이 뿌리를 이용하는 약용작물의 경우 재배 시 선충이나 토양 미생물에 의해 많은 피해를 입을 뿐만 아니라, 토양에 의해 뿌리부가 덮여있기 때문에 화학농약에 의한 방제 효율이 낮다. 이로 인해 농가에서는 방제 효과를 높이기 위해 안전사용기준을 초과한 더 많은 양의 농약을 살포하거나 검증되지 않은 미등록 농약을 사용할 수도 있다. 따라서 본 연구의 결과는 인삼에 대해 부적합율이 높은 boscalid의 잔류 원인을 구명하고, 이로부터 인삼의 안전성을 확보하기 위한 중요한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 농촌진흥청 농업특정연구사업(과제번호 : PJ0045342011) 연구비 지원에 의해 수행된 과제의 일부이며 지원에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Hwang, J.I., Y.H. Jeon, H.Y. Kim, J.H. Kim, Y.J. Lee, J.Y. Park, D.H. Kim and J.E. Kim (2011a) Application of macroporous diatomaceous earth column for residue analysis of insecticide endosulfan in herbal medicines. *Kor. J. Environ. Agric.* 30(1), 60~67.
- Hwang, J.I., Y.H. Jeon, H.Y. Kim, J.H. Kim, J.W. Ahn, Y.J. Lee, J.Y. Park, D.H. Kim and J.E. Kim (2011b) Improvement of analytical method for residue pesticides in herbal medicines using macroporous diatomaceous earth column. *Kor. J. Pesticide Sci.* 15(2), 140~148.
- Im, M.H., K.I. Kwon, K.S. Park, D.M. Choi, M.I. Chang, J.Y. Jeong, K.J. Lee, W.K. Yun, M.K. Hong and G.J. Woo (2006) Study on reduction factors of residual pesticides in processing of ginseng(1). *Kor. J. Pesticide Sci.* 10(1), 22~27.
- Jeong, Y.H., J.E. Kim, J.H. Kim, Y.D. Lee, C.H. Lim and J.H. Huh (2004) Recent Pesticide Science. pp. 269~278, Sigma Press, Seoul, Korea.
- Kim, J.E., T.H. Kim, Y.H. Kim, J.H. Lee, J.S. Kim, S.K. Paek, S.Y. Choi, Y.N. Youn and Y.M. Yu (2008) Residues of tolclfos-methyl, azoxystrobin and difenoconazole in ginseng sprayed by safe use guideline. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 16(6), 390~396.
- Lee, J.H., Y.H. Kim, Y.H. Jeon, K.S. Shin, H.Y. Kim, T.H. Kim, C. Park, Y.M. Yu and J.E. Kim (2009a) Residues amounts of cypermethrin and diethofencarb in ginseng sprayed by safe use guideline. *Kor. J. Environ. Agric.* 28(4), 412~418.
- Lee, J.H. (2009b) Processing and reduction factors and maximum residue limits(MRL) for organophosphorous and organochlorine insecticides in Jinpi and Chungpi. Master Thesis. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Lee, J.H., K.S. Shin, Y.H. Jeon, H.Y. Kim, J.I. Hwang, B.H. Lee, I.H. Kang, S.J. Kang, T.H. Kim and J.E. Kim (2010) Suggestion for establishment of temporary MRLs and safe use guideline of the organophosphorous insecticides in Jinpi. *Kor. J. Environ. Agric.* 29(1), 66~71.
- Quan, L., S. Li, S. Tian, H. Xu, A. Lin and L. Gu (2004) Determination of organochlorine pesticides residue in ginseng root by orthogonal array design soxhlet extraction and gas chromatography. *Chromatographia.* 59(1/2), 89~93.
- Wong, J.W., M.K. Hennessy, D.G. Hayward, A.J. Krynitsky, I. Cassias and F.J. Schenck (2007) Analysis of organophosphorous pesticides in dried ground ginseng root by capillary gas chromatography-mass spectrometry and flame photometric detection. *J. Agric. Food Chem.* 55(4), 1117~1128.

Yu, Y.M. and Y.N. Youn (2006) GAP ginseng manual for ginseng farmers with GAP. pp. 21~171, Chungnam National University, GAP Research Center, Daejeon, Korea.

Yu, Y.M., S.C. Oh, B.J. Sung, H.H. Kim, Y.H. Lee and Y.N. Youn (2007) Analysis of Good Agricultural Practices (GAP) in Panax ginseng C.A. Mayer. *Korean J. Medicinal Crop*

Sci. 15(3), 220~226.

식품의약품안전청 (2011) 식품의 농약 잔류허용기준. p. 287, 한국보건산업진흥원 국가잔류농약안전관리연구사업단, 대한민국.

한국작물보호협회 (2011) 농약사용지침서. p. 1300~1301, 삼정인쇄공사, 대한민국.

살균제 Boscalid의 살포방법에 따른 인삼의 부위별 잔류 양상

황정인 · 전영환 · 김효영 · 김지환 · 안지운 · 김기수¹ · 유용만¹ · 김장억*

경북대학교 응용생명과학부, ¹충남대학교 응용생물학과

요 약 인삼 중 농약 잔류량 조사 결과 부적합율과 검출 빈도가 높은 boscalid 농약에 대하여 부적합 원인을 구명하기 위해 안전사용기준에 따라 농약을 살포하되, 그 살포방법을 달리하여 잔류량을 분석하였다. 인삼은 4년근과 6년근을 사용하였으며 분석 시 인삼의 뇌두와 몸통을 나누어 분석하였다. 그 결과 boscalid의 잔류량은 몸통부분보다 뇌두부분에서 더 많은 양이 검출되었으며, 랩 처리구의 잔류 결과로부터 boscalid의 흡수이행 경로를 추정할 수 있었다. 또한 인삼의 전체부위에 대한 최대 잔류량은 4년근 인삼의 관행 처리구에서 0.76 mg/kg, 토양 처리구에서 0.69 mg/kg, 랩 처리구에서 0.62 mg/kg으로 나타났으며, 6년근 인삼에서의 전체부위에 대한 최대 잔류량은 관행 처리구에서 0.74 mg/kg, 토양 처리구에서 0.40 mg/kg, 랩 처리구에서 0.28 mg/kg으로 나타나 4년근 인삼에서 6년근 인삼보다 더 많은 잔류량을 나타내었다. 뿐만 아니라, 4년근과 6년근 인삼 모두 식품의약품안전청에서 제시한 잔류허용기준인 0.3 mg/kg을 초과하였다.

색인어 인삼, Boscalid, 잔류농약, 안전사용기준, 농약살포방법
