

포도 중 Tebuconazole의 잔류성에 미치는 몇 가지 변동요인의 영향

한성수* · 노석초 · 마상용¹⁾

원광대학교 생명자원과학대학, ¹⁾우석대학교 생명자원과학부
(2004년 7월 7일 접수, 2004년 8월 23일 수리)

Effect of Some Variation Factors on Dissipation of Tebuconazole in Grape

Seong-Soo Han*, Seog-Cho Lo and Sang-Yong Ma¹⁾ (College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea, ¹⁾Division of Life Resource Science, Woosuk University, Wanju 565-701, Korea)

ABSTRACT : Dissipation pattern of tebuconazole was evaluated by establishing application methods of the fungicide, paper-bagging of grape during growth and washing of grape after harvest. Application times increased from three to five resulted in high levels of residues in grape. Tebuconazole in grapes was present in different residual patterns with periods after final treatment, ranging from 7 to 25 days. Significant differences in the residual patterns were also found when tebuconazole was treated during three different application periods, possibly due to meteorological condition and/or grape growth during each period. At the range from 2.5 g to 7.5 g of grape granules, residues were higher in small-sized grape than in big-sized grape and were mostly distributed on the peel of the grapes. Paper-bagging was a critical factor for reducing the fungicide residue on the peel. Flesh of bagged and no-bagged grape had very low level of residues, 0.01 mg/kg and 0.05 mg/kg, respectively. Residues on grape was effectively eliminated with the washing methods suggested, a consecutive sinking-washing system. Using of detergent solution during washing showed maximum residue reduction from grape. The washing methods showed effective action on the removal of lower content, providing complete elimination, or almost, of the residues.

Key words: dissipation, grape, residue, tebuconazole.

서 론

농업에 있어서 농약의 사용은 농산물의 생산성 및 품질 향상에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 농약은 병충해 및 잡초의 방제의 목적으로 환경에 노출되어 농작물, 토양 및 물 중에도 잔류하게 되며, 그 정도에 따라서는 인체와 환경에 영향을 미치게 된다^{1,2)}. 일반적으로 농약의 잔류성은 농약의 종류 및 제제, 작물의 종류, 품종 및 재배방법, 처리시기, 처리농도, 살포량 및 살포횟수, 살포 후 수확까지의 기간 및 기상조건 등에 따라 다르게 나타나므로 이를 고려한 농약안전 사용기준을 설정하여 소비자에게 안전한 농산물을 공급하여야 한다³⁾. 또한 농약의 환경 및 농산물에 대한 안전성 평가와 사용 지도 및 관리가 전 영농과정에서 포괄적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

최근 우리나라는 국민소득 향상과 식생활 개선 등으로 건강에 대한 관심이 높아져 자연식품 등의 섭취를 선호함에 따

라 과채류의 소비량이 증가하고 있다. 일반적으로 과실의 경우에는 과피를 제거하지 않고 섭취하는 것이 인체건강에 유익한 효과를 얻을 수 있다고 알려져 있으며, 채소류는 생식을 하는 경우가 많다^{4,5)}. 따라서 특정 농약의 잔류성은 과채류의 과피 섭취 및 생식이라는 점을 고려하여 다양한 방법에 의한 평가가 이루어져야 한다.

Tebuconazole [(RS)-1-p-chlorophenyl-4,4-dimethyl-3-(1H-1,2,4-triazole-1-yl methyl)pentane-3-ol]은 ergosterol 생합성을 저해하는 triazole계 살균제로서 (Fig. 1), 강한 침투이행 특성에 기인하여 다양한 작물에 적용되고 있는 약제이다⁶⁾. 우리나라에서도 사과, 포도, 수박, 배 등의 과실류와 마늘, 고추 등의 채소류 및 화훼류 외에 땅콩, 당귀, 잔디 등에도 널리 사용되고 있다⁷⁾. 특히 과실류에 있어서는 각종 잎무늬병과 곰팡이류에 대한 방제효과가 높은 약제로서 사용빈도가 매우 높다⁸⁾.

식품의 섭취를 통한 tebuconazole의 일일섭취허용량(Acceptable Daily Intake, ADI)는 codex에서 0.03 mg/kg body weight로 발표되었으며⁹⁾, 우리나라에서는 Tebuconazole의 잔류허용기준 설정시 codex 자료를 인용하여 참고하고 있다. 우리나라에서 농산물의 잔류허용기준은 식품의약품안전청에서 농촌진흥청과 협력하여 잔류허용기준을 설정하고 있는데 teb-

*연락처:

Tel: +82-63-850-6678 Fax: +82-63-850-6678

E-mail: seshan@wonkwang.ac.kr

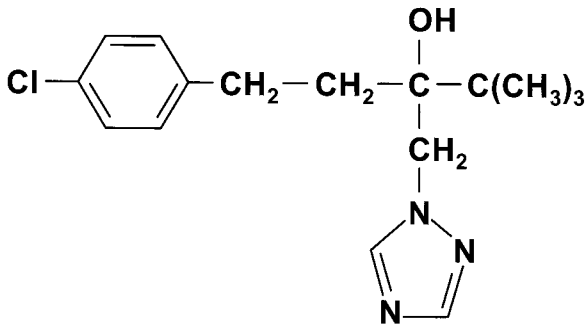


Fig. 1. Chemical structure of tebuconazole.

uconazole에 대한 잔류허용기준은 2004년 4월 1일 현재 감 등 14작물에 0.05~5.0 ppm으로 설정되었으며 포도에 대하여는 2001년 1월 12일에 1.0 ppm으로 설정 고시하였다^{10,11)}.

과채류 중에 처리된 농약의 잔류량은 일차적으로 과피 및 잎 표면에서 일어나는 증발, 빗물에 의한 씻김, 자외선에 의한 분해와 식물체 내에서의 분해대사 또는 식물체의 성장에 따른 희석효과 등에 의하여 급속하게 감소한다. 그러나 약제의 종류 및 제형, 처리시기의 기상조건이나 식물체의 종류 및 재배방법에 따라서는 잔류량이 매우 유동적으로 나타난다⁹⁾. 또한 식물체 중의 잔류농약은 시간이 경과함에 따라 점차 소실되며, 세척 및 조리 등의 가공과정 중에도 상당량이 제거된다^{12,13)}.

이러한 배경에서 본 연구는 섭취 방법상 일상생활에서 과피 중의 농약에 대한 노출 가능성이 있는 포도를 대상으로 tebuconazole SC의 처리시기 및 처리횟수에 따라 잔류량을 조사하고, 과피와 과육 중의 잔류량 분포 및 재배과정에서 봉지 씌우기에 의한 잔류 영향과 무대재배시 세척방법에 따른 잔류농약의 제거효과에 대하여 조사하여 tebuconazole의 안전성 평가를 시도하였다.

재료 및 방법

요인별 약제처리 및 분석 전처리

본 실험은 전북 익산시 소재 원광대학교 부속농장에서 재배중인 6년생 포도 (Campbell early)를 대상으로 실험목적에 따라 1999년 6월~8월에 걸쳐 수행하였으며, 시험기간 동안의 평균기온 및 강우량은 Fig. 2와 같다. 처리약제는 tebuconazole 25% 액상수화제를 사용하였으며, 1회 처리 당 약제의 농도는 0.125 g a.i./L의 수준으로 하였다.

처리시기 및 처리횟수에 따른 잔류량 변화를 조사하기 위하여 봉지 씌우기를 하지 않은 재배조건에서 포도의 생육시기에 따라 최초 처리시기를 3단계로 분류하여 약제를 처리하였다. 각 단계별로 약제처리는 과실 수확 전 까지 총 3회, 4회 및 5회에 걸쳐 처리하였다. 1단계 처리에서 약제처리는 6월 19일~7월25일에 실시하였고 8월 1일에 포도를 수확하였다. 수확 43, 33, 25일 전에 처리한 3회 처리와 수확 43, 33,

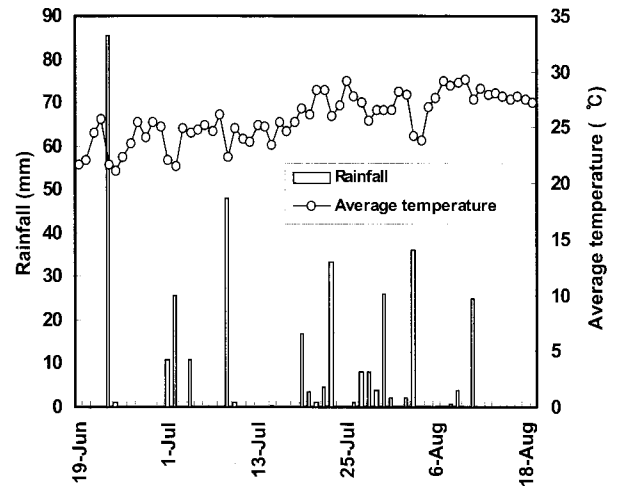


Fig. 2. Meteorological data of daily average temperature and rainfall during experiment period, from June 19 to August 19, 1999 (adapted from KMA).

25, 14일 전에 처리한 4회 처리 및 수확 43, 33, 25, 14, 7일 전에 처리한 5회 처리로 구분하여 잔류량을 비교하였다. 2단계 약제처리를 6월 25일~8월 1일에 실시하여 8월 8일에 포도를 수확하였으며, 1단계처리와 동일하게 3회(수확 전 44, 33, 23일), 4회(수확 전 44, 33, 23, 14일), 5회 처리(수확 전 44, 33, 23, 14, 7일)로 나누어 잔류량을 조사하였다. 3단계 약제처리를 7월 6일~8월 12일에 실시하여 8월 19일에 포도를 수확하였으며, 1, 2 단계처리와 동일하게 3회(수확 전 44, 34, 25일), 4회(수확 전 44, 34, 25, 14일), 5회 처리(수확 전 44, 34, 25, 14, 7일)로 나누어 실시하였다.

과실의 크기, 봉지 씌우기(과대) 및 세척방법에 따른 잔류량 변화를 조사하기 위한 약제처리는 7월 6일부터 수확 전 44, 34, 25, 14, 7일까지 총 5회 실시하였으며, 8월 19일에 수확하였다. 과대 처리구는 시기를 달리하여 수확 전 44일과 수확 전 31일에 봉지 씌우기를 실시하였다.

포도 과실의 과육 및 과피 중 잔류량 분포 조사는 무과대 조건에서 약제를 처리한 시료를 대상으로 수확 직후에 포도송이로부터 과립을 분리하여 2.5~3.5 g, 4.5~5.5 g 및 6.5~7.5 g의 수준으로 분류하고 각 크기별로 신속히 과피와 과육을 분리하였다. 과립 분리과정 중에 과피 중 잔류농약의 소실을 방지하기 위하여 소형유리막대를 이용하였으며, 한 개의 과립을 조작할 때마다 추출용매에 세척하여 사용하였다. 유리막대를 세척한 추출용매는 별도의 시료로 하여 tebuconazole 유효성분량을 정량하였으나, 추출용매 중에서 tebuconazole의 잔류량은 검출한계 이하로 나타났다.

세척방법에 따른 잔류량 제거효과를 조사하기 위하여 무과대 재배조건에서 tebuconazole SC을 처리한 시료를 수확 직후에 시료의 10배량의 물 또는 시판용 중성세제 용액(0.5%, w/v)에 1분간 담근 다음, 흐르는 물(5 L/min)에 1분간 세척하고 표면의 수분을 제거하기 위하여 체에 받쳐 실온에서 30분간 정지한 후에 1회 세척 시료로 사용하였다. 2회 및 3회

세척의 경우에는 1회 세척한 포도시료를 상기의 세척방법을 각각 1회 및 2회 추가로 반복하였다.

시료추출 및 정제

수확직후에 포도시료 2 kg을 blender (Waring, USA)로 마쇄하여 균질화하고 25 g을 취하여 잔류 분석용 acetone 120 mL를 가하여 20분간 진탕, 추출하였다. 추출물을 흡인여과 후 40 mL의 acetone으로 잔사 및 용기를 씻어 여액과 합하였다. 합친 여액을 40°C의 수조에서 감압 농축하여 분액여두에 옮기고 20% 식염수를 가한 후에 dichloromethane으로 50 mL 3회에 걸쳐 액액분배하였다. Dichloromethane 분액을 sodium sulfate anhydrous에 통과시켜 탈수하고 약 20 mL의 dichloromethane으로 탈수용기를 씻은 후에 분액과 합하여 40°C의 수조에서 감압 농축하였다.

Chromatographic column (15 mm i.d × 40 cm glass column)에 130°C에서 10시간 활성화시킨 silica gel (70~230 mesh, Merck, Germany) 10 g을 100 mL dichloromethane으로 습식 충전시킨 다음, 2 cm 높이로 sodium sulfate anhydrous를 넣었다. 앞의 농축시료를 dichloromethane으로 10 mL씩 2회에 걸쳐 용해하여 column에 가하였다. 표면이 노출되기 직전에 100 mL ethyl acetate : dichloromethane (1:4, v/v) 혼합액을 통과시켜 버리고, 150 mL ethyl acetate : dichloromethane (4:1, v/v) 혼합액으로 용출시켜 수집하였다. 이 분획을 40°C의 수조에서 감압농축한 후 5 mL acetone으로 정용하고 Table 1 조건의 GLC/NPD로 분석하여 chromatogram상에 나타난 peak area값으로 잔류량을 산출하였다^{14,15)}.

분석법의 회수율

무처리 포도 마쇄시료 25 g에 tebuconazole 10 mg/kg 표준용액을 각각 500 µL 와 125 µL를 첨가하여 0.2 mg/kg과 0.05 mg/kg이 되도록 3반복 처리하고 상기의 분석과정을 행하여 회수율 및 분석오차를 산출하였다.

결과 및 고찰

잔류분석법

Tebuconazole 잔류분석 시 사용한 GC 분석 조건에서 teb-

Table 1. Gas chromatography condition for analysis of tebuconazole in grapes

Instrument	GLC system (HP6890, Hewlett Packard, USA)
Detector	NPD (Hewlett Packard, USA)
Column	Ultra-1 (25 m × 0.32 mm i.d. × 0.17 µm film thickness, Agilent technologies, USA)
Temperatures	Injector: 280°C, Oven: 270°C, Detector: 300°C
	Carrier gas: nitrogen 2 mL/min.
Gases	Detector gas: hydrogen 3.5 mL/min., air 60 mL/min.
Sample size	1 µL

uconazole의 머무름 시간은 1.43분이었다. GLC/NPD의 최소 검출량인 0.05 ng으로부터 산출된 포도 중 tebuconazole의 검출한계는 0.01 mg/kg이었다. 분석법의 회수율은 0.05와 0.2 mg/kg 수준의 첨가농도에서 87.9~96.8% (n=6)로 나타났으며, 시료간 분석오차인 변이계수는 3.5% (n=6)로 우수한 재현성을 나타내었다(Table 2). 따라서 본 연구에서 사용한 tebuconazole의 잔류분석법은 검출한계, 회수율 및 분석오차 면에서 잔류농약 분석법의 기준을 상회하고 있으며, 분석과정의 편이성 등을 고려할 때, tebuconazole의 실용적 분석법으로서 충분히 활용될 수 있다고 판단된다.

처리시기 및 처리횟수에 따른 잔류량 변화

Tebuconazole의 처리시기 및 처리횟수에 따른 잔류량 변화를 조사하기 위하여 무패대 조건에서 포도의 생육시기에 따라 최초 처리시기를 3단계로 분류하여 각 단계별로 3~5회씩 약제를 처리하였다(Table 3). 최초 약제처리 시기를 달리한 3단계의 처리 모두에서 수확전 처리횟수가 3회 처리에서 5회 처리로 증가함에 따라 tebuconazole의 잔류량이 높게 나타났다. 한편, 처리횟수가 동일하지만 수확 전 최종 처리 후로

Table 2. Recovery of tebuconazole from grape sample fortified with two concentration levels of tebuconazole standard

Fortification (mg/kg)	Recovery (%)				Detection limit (mg/kg)
	1	2	3	Mean	
0.05	94.7	92.6	87.9	91.7±3.5	0.01
0.2	93.5	96.8	89.8	93.4±3.5	

Table 3. Residual amount of tebuconazole in grapes applied several times with tebuconazole under no-bagging condition during different periods of the fruit-ripening season

Application period	Application time (DBH) ^{a)}	Residue (mg/kg) ^{b)}
Untreated control	-	<0.01
June 19 to July 25	43-33-25	0.15±0.03
	33-25-14	0.25±0.05
	43-33-25-14	0.22±0.08
	33-25-14-7	0.73±0.12
	43-33-25-14-7	0.38±0.11
June 25 to Aug. 1	44-33-23	0.22±0.04
	33-23-14	0.54±0.06
	44-33-23-14	0.66±0.15
	33-23-14-7	1.33±0.13
	44-33-23-14-7	1.28±0.12
July 6 to Aug. 12	44-34-25	0.13±0.02
	34-25-14	0.39±0.07
	44-34-25-14	0.46±0.16
	34-25-14-7	0.85±0.08
	44-34-25-14-7	0.82±0.12

^{a)}DBH: days before harvest at August 19.

^{b)}Mean values for triplicate samples with standard deviations.

부터 경과일수가 다른 시료에서는 최종 처리후 경과일수가 길수록 잔류량이 적게 나타나 최종처리 일자가 수확시기에 가까울수록 잔류량이 증대되는 결과를 보였다. 즉 같은 3회 처리의 경우에도 최종 처리 후 경과일수가 25일에서보다 14일에서 잔류량이 높았으며, 4회 처리의 경우에도 최종 처리 후 경과일수가 14일에서보다 7일에서 높은 잔류량을 보였다. 이러한 처리횟수별 tebuconazole의 잔류 양상은 포도의 생육 단계별로 처리시기를 달리하여 수행한 3단계의 실험 결과에서 모두 유사하게 재현되었으며, 이로부터 포도에 있어서 최종 처리 후 경과일수가 tebuconazole의 잔류량 변화에 중요한 요소임을 확인하였다^{16,17}.

한편, 처리횟수와 최종 처리 후 경과일수가 동일하더라도 최초 약제 처리시기가 다른 경우에는 tebuconazole의 잔류농도가 서로 다르게 나타났다. 각 처리단계별로 수확 7일 전까지 4~5회 처리한 시료들의 잔류량을 비교해 볼 때, 최초 처리일자가 6월 19일, 6월 25일, 7월 6일로 늦어짐에 따라 각 시료중의 잔류량이 각각 0.38~1.33 mg/kg으로 다르게 나타났다. 일반적으로 tebuconazole은 고온 및 광분해 및 가수분해에 매우 안정한 반면에, 수용해도는 36 mg/L¹⁸) 이와 관련하여 약제처리 직후의 강우빈도 및 강우량에 따라 과실표면에 부착된 약제의 소실에 차이가 가장 크게 나타날 것으로 추정된다. 그러나 본 결과로부터 약제처리 후의 강우 양상 (Fig. 2)과 잔류량 간에는 처리시기별로 뚜렷한 상관성을 보이지 않았으며, 이러한 처리시기별 잔류량의 차이를 설명하기 위해서는 기상조건 이외의 다른 요인들에 대한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

과실의 크기 및 부위별 잔류량 분포

포도의 생육단계 및 처리시기별로 tebuconazole의 잔류량에 차이가 나타난 결과(Table 3)를 토대로 이러한 잔류량의 차이가 과실의 생육 정도 및 처리시기별 과실 크기의 분포

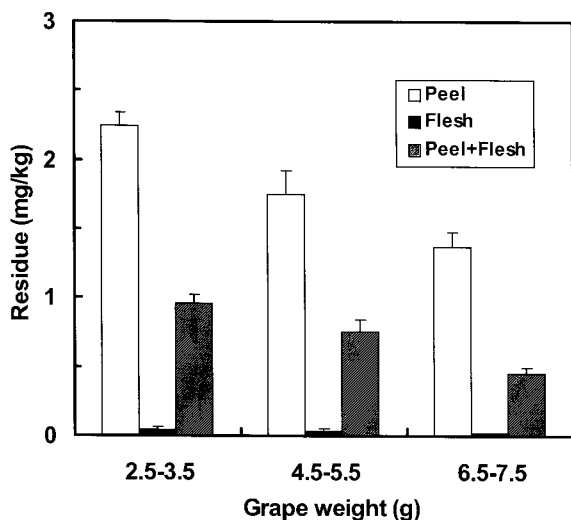


Fig. 3. Residual amount of tebuconazole in the different weight of grapes.

차이에 기인하는지 여부를 확인하기 위하여 포도의 크기를 3단계로 분류하여 잔류량을 조사하였다(Fig. 3). 각 포도 과실 개체의 크기는 중량과 비례하는 경향이였으며, 크기가 가장 작은 시료인 과실 1개당 무게가 2.5~3.5 g범위의 포도에서는 0.96 mg/kg, 4.5~5.5 g범위의 포도에서는 0.76 mg/kg, 6.5~7.5 g범위의 포도에서는 0.45 mg/kg의 잔류량을 보였다. 한편, 각 과실 과피 중의 잔류량은 과육 중의 잔류량보다 월등히 많았으며, 그 잔류량은 과실 전체 중의 잔류양상과 마찬가지로 개체의 크기가 작은 과실에서 가장 높았고, 과실 1개당의 중량이 증가할수록 감소하였다. 이러한 결과로 볼 때, tebuconazole의 잔류농도는 대부분이 과피에 부착된 잔류량에 크게 영향을 받으며, 과육의 중량에 의한 희석효과가 크기 때문에 작은 과실에 비해 큰 과실에서 잔류량이 낮게 나타난 것으로 판단된다.

일반적으로 과실에 있어서 농약의 부착량은 단위 중량 당 표면적이 넓어짐에 따라 증대될 수 있기 때문에 본 실험 조건과 같이 과실의 크기가 다른 시료를 동일 량씩 채취하였을 때는 크기가 작은 과실은 개체 수를 더 많이 취하게 되어 시료 전체의 표면적이 넓어지므로 단위 중량당 잔류량이 높게 검출될 수 있다¹⁹. 이러한 요인 이외에 일차적으로는 처리시기의 기상조건 등에 따른 잔류량의 변화가 더욱 민감하게 나타날 수 있으며, 포도에 잔류하는 tebuconazole의 대부분이 과피에 존재하기 때문에 향후 tebuconazole의 잔류성을 충분히 이해하는 데 있어서는 과실 표면에서의 온도, 광, 이동 등에 대한 행동특성 연구^{3,17})가 병행되어야 할 것으로 생각된다.

과대재배에 따른 잔류량 변화

포도 재배시 관행적으로 행하는 봉지 씌우기(과대)가 tebuconazole의 잔류에 미치는 효과를 조사하기 위하여 수확 전 44일과 31일에 과대하고 과대시기를 전후하여 수확 44, 34, 25, 14, 7일 전 까지 총 5회 약제를 처리한 과실과 무과대 과실의 잔류량을 조사하였다(Fig. 4). 무과대 과실의 과피에서는 2.14 mg/kg, 과대 과실의 과피에서는 과대 시기별로 0.07~0.15 mg/kg이 검출되어 무과대 과실에 비하여 과대의 과실에서 매우 낮은 잔류량을 보였다. 특히 과대 포도의 과육 중에서 tebuconazole은 검출한계 이하로 분포하였으며, 무과대 포도에 있어서도 과육 중의 잔류량은 0.05 ppm으로 과실 전체적으로 잔류하는 유효성분의 대부분이 과피에 분포하였다.

Codex JMPR에서 고시한 tebuconazole의 ADI 0.03 mg/kg body weight¹⁸)과 우리나라 성인의 평균체중 55 kg을 적용하면 성인 1인이 하루에 섭취 가능한량은 1.65 mg에 해당한다. 또한 포도의 1일평균 섭취량은 한국보건산업진흥원에서 지난 2001년도 겨울부터 2002년도 가을까지 계절별로 섭취량을 조사하여 보고한 자료에 의하면 연평균 0.0089 kg²⁰)을 소비한다고 보고하였다. 따라서 포도의 섭취를 통한 tebuconazole의 식이섭취량은 Table 3에서 최대 잔류량인 1.33 mg/kg을 적용하여 계산한 결과 하루평균 0.012 mg을 섭취하여 ADI 대비 0.7%를 섭취하여 매우 안전한 것으로 평가되었다.

본 실험의 결과로부터 포도의 껍대재배에 있어서는 tebuconazole의 잔류량이 추천 허용량의 이하로 존재하였기 때문에 포도 재배시 봉지 씌우기는 과실의 품질을 보장하는 잇점 이외에도 포도 중의 tebuconazole 잔류농도를 경감시키는 효과가 매우 뚜렷한 것으로 나타났다. 한편 포도 중에 존재하는 잔류량의 대부분이 과피에 분포하는 결과로부터 무궤대 포도의 경우에는 식용상의 안전성을 고려하여 포도에 존재하는 tebuconazole의 잔류량을 대폭 경감 및 소거하기 위한 과피의 세척이 매우 중요한 사항으로 나타났다.

세척방법에 따른 잔류량 변화

과실에 부착된 tebuconazole의 제거 효과를 조사하기 위하여 포도 중에 부착된 약제의 농도별로 세척방법에 따른 잔류량 변화를 조사하였다(Table 4). 재배기간 중 약제를 총 5회 처리하여 세척 전의 잔류량이 0.86 mg/kg 수준인 포도 시료에서는 물에 1분간 침지하고 흐르는 물에 1~2회 세척 시에 잔류량의 약 25~67%가 제거되었으며, 침지처리 후 3회 세척한 시료에서는 검출한계 이하의 잔류량을 보였다. 동일한 시료를 세제용액에 1분간 침지하고 흐르는 물에 1회 세척한 경우에는 63%의 제거효과가 나타났으며, 2회 이상 세척시에는 검출한계 이하로 잔류량이 나타났다. 또한 재배기간 동안 약제를 총 3회 처리하여 세척 전 잔류량이 0.15 mg/kg 수준인 시료에서는 물 또는 세제용액에 침지한 후, 1회 이상 흐르는 물에 세척할 경우에 모두 검출한계 이하로 잔류하였다.

이 결과에서는 포도 중의 tebuconazole이 침지처리 후 흐르는 물에 세척하거나, 세제 사용 시에 효율적으로 과실 조직 표면으로부터 제거되었으나, tebuconazole 잔류농도의 수준에 따라서 세척방법별로 잔류량의 제거효과에 차이가 나타났으며, 특히 고농도의 잔류 수준에서는 세제에 의한 제거량이 다소 높게 나타났다. 한편, 포도 이외에, 사과 등의 과실과 열채류 등^{4,5)}에서도 세척에 의한 농약 잔류량의 경감효과가 보고

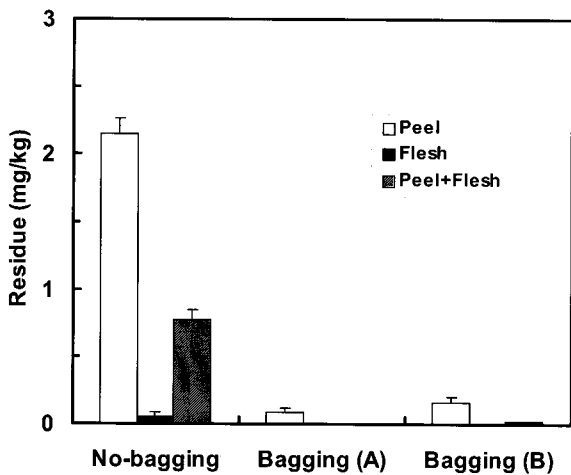


Fig. 4. Bagging effect on the residual amount of tebuconazole in grapes. Grapes were bagged with paper at 44 (A) and 31 (B) days before harvest and tebuconazole was applied five times at 44, 34, 25, 14, 7 days before harvest.

되고 있으나, 구체적으로 농약성분의 종류, 잔류농도 및 가공 조건^{12,13)}에 따라 그 효과가 크게 변동되므로 대상 식물에 따라서 적절한 세척방법을 선정할 필요성이 동시에 제시되고 있다.

이상의 결과는 포도에 잔류하는 tebuconazole의 대부분이 과피에 분포하기 때문에 세척여부에 따라 잔류량이 크게 변화될 수 있으며(Fig. 3, 4), 특히 수확 전 7일까지 5회 이상 약제를 처리하여 비교적 고농도로 잔류하는 경우에는 세척방법에 따라 잔류량에 큰 차이가 나타날 수 있음을 지적하고 있다. 또한 물 또는 세제 용액에 1분간 침지한 후에 흐르는 물에 1~2회 세척하는 것이 포도에 잔류하는 tebuconazole을 제거하는데 효과적인 것으로 나타났다(Table 4). 따라서 무궤대 재배조건에서 tebuconazole을 처리한 포도의 경우에도 적절한 세척방법을 채택하는 경우에는 그 잔류량이 잔류허용치 미만으로 존재함을 알 수 있었으며, 본 연구에서 제시한 세척방법은 포도 과피 내에 함유되어 있는 보건의약품으로서의 유익한 성분과 섭취효과를 고려하여 매우 유용한 것으로 판단된다.

요 약

Tebuconazole의 안전성 평가를 위한 기초자료를 얻기 위

Table 4. Effect of washing on residual amount of tebuconazole in grapes applied several times with tebuconazole under no-bagging condition

Application time (DBH) ^{a)}	Washing methods ^{b)}		Residue (mg/kg) ^{c)}	
	Sinking	Washing		
Untreated	-	-	<0.01	
44-34-25	-	-	0.15±0.03	
		Water	1	<0.01
			2	<0.01
	3		<0.01	
	Detergent	1	<0.01	
		2	<0.01	
		3	<0.01	
	44-34-25-14-7	-	-	0.86±0.13
			Water	1
2				0.28±0.07
3		<0.01		
Detergent		1	0.31±0.05	
		2	<0.01	
		3	<0.01	

^{a)}Tebuconazole was applied three and five times from July 6 to August 12; DBH, days before harvest at August 19.

^{b)}Washing of grapes has been done by the following two steps; firstly sinking in water or in detergent solution for 1 min, and then washing with flowing water at 5 L/min for 1 min.

^{c)}Mean values for triplicate samples with standard deviations; <0.01, less than detection limit (0.01 mg/kg).

하여 tebuconazole의 처리시기, 처리횟수, 봉지 씌우기(패대) 및 세척방법에 따른 잔류성을 조사하였다. 수확 전 처리횟수가 3회~5회 처리로 증가함에 따라 tebuconazole의 잔류량이 높게 나타났으며, 처리횟수가 동일한 조건에서는 최종 처리후 경과일수가 길수록 잔류량이 적게 나타났다. 처리횟수 및 최종 처리 후 경과일수가 동일하더라도 최초 약제처리 시기에 따라 잔류량의 차이가 나타나 기상 조건 및 과실의 생육상태에 따른 잔류량 변동 가능성이 시사되었다. 과실 1개당 무게가 2.5~7.5 g의 범위에서 과실 개체의 크기가 작을수록 높은 잔류량을 보였으며, 잔류성분의 대부분이 과피에 분포하였다. 패대 과실의 과피에서 무패대 과실의 과피에 비하여 매우 낮은 잔류량을 보였다. 과육 중의 잔류량은 패대 포도에서는 검출한계 이하로, 무패대 포도에는 0.05 mg/kg 수준으로 분포하였다. 세척 전의 잔류량이 0.86 mg/kg 수준인 포도 시료에서는 물에 1분간 침지하고 흐르는 물에 1~2회 세척 시에 잔류량의 약 25~67%가 제거되었으며, 침지처리 후 3회 세척한 시료에서는 검출한계 이하의 잔류량을 보였다. 세제용액에 침지하고 흐르는 물에 세척한 경우에는 물 침지에 비하여 높은 제거효과가 나타났으며, 세척 전 포도 중의 잔류량이 낮을수록 제거효과가 높게 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2004년도 원광대학교의 교비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lee, M. K. and Lee, S. R. (1995) Assessment oncogenicity from pesticide residues in korean foods, *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(6), 871-877.
2. Hwang, I. Y., Choi, E. J. and Roh, J. K. (1984) Evaluation for safety of tricyclazole (I), *Korean J. Environ. Agric.* 3(2), 1-5.
3. 송병훈 (1996) 농약안전사용과 식품잔류문제(2), 문선기획, 서울, p.214.
4. 박주성, 김복순, 김일영, 신기영, 홍미선, 장민수, 정소영, 조성자, 조정애, 박애숙, 강희곤, 김정현, 윤원용 (1997) 야채에 잔류하는 유기인계 농약의 수세 및 가열에 따른 농도 변화, 서울특별시 보건환경연구원보, 33, 165-178.
5. 서정미, 서용택 (1998) 사과와 오이의 세척방법에 따른 잔류농약의 제거효과, 한국도양비료학회 춘계총회 및 합동 학술대회 논문초록집, p.151.
6. Branch, W. D. and Breneman, T. B. (1996) Pod yield

- and stem rot evaluation of peanut cultivars treated with tebuconazole, *Agron. J.* 88, 933-936.
7. 농약공업협회 (2004) 농약사용지침서, p.232.
8. Melero-Vara, J. M., Prados-Ligero, A. M. and Basallote-Ureba, M. J. (2000) Comparison of physical, chemical and biological methods of controlling garlic white rot, *European Journal of Plant Pathology*, 106, 581-588.
9. Codex alimentarius commission (2003) Joint FAO/WHO Food Standard Programme codex committee on pesticide residues - List of Maximum residue limits for pesticides in food and animal feeds.
10. 식품의약품안전청 (2001) 식품의 기준규격 중 개정고시, 식품의약품안전청 고시 제 2001-4호.
11. 식품의약품안전청 (2004) 식품의 기준규격 중 개정, 식품의약품안전청 고시 제 2004-18호.
12. Kim, N. H., Lee, M. K. and Lee, S. R. (1996) Elimination of phenthoate residues in the washing and cooking of polished rice, *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(3), 490-496.
13. Elkins, E. R. (1989) Effect of commercial processing on pesticide residues in selected fruits and vegetables, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 72, 533.
14. Cabras, P., Angioni, A., Garau, V. L. and Minelli, E. V. (1997) Gas chromatographic determination of cyprodinil, fludioxonil, pyrimethanil, and tebuconazole in grapes, must, and wine, *Journal of AOAC international*, 80(4), 867-1146.
15. Harbin, D. N. (1997) Quantitation of tebuconazole in liquid and solid formulations by capillary GC: collaborative study, *Journal of AOAC international* 80(4), 703-708.
16. Cabras, P., Angioni, A., Garau, V. L., Pirisi, F. M., Minelli, E. V., Cabitza, F. and Cubedu, M. (1997) Fate of some new fungicides (cyprodinil, fludioxonil, and tebuconazole) from vine to wine, *J. Agric. Food Chem.* (45), 2708-2710.
17. Garland, S. M., Menary, R. C. and Davies, N. W. (1999) Dissipation of propiconazole and tebuconazole in Peppermint Crops (*Mentha piperita* (Labiatae)) and their residues in distilled oils, *J. Agric. Food Chem.* 47, 294-298.
18. British crop protection council (2000) Pesticide manual 12th ed., p.864-865.
19. 정영호, 박영선 (1997) 농약학, 전국농업기술자협회, 서울, p.101-103.
20. 한국보건산업진흥원 (2003) 2001년도 국민건강·영양조사 심층연계분석(영양조사부문), p.463-480.