

Neonicotinoide계 농약 dinotefuran과 thiacloprid의 오이 중 잔류특성

이은영 · 노현호 · 박영순 · 강경원 · 이광현 · 박효경 · 윤상순¹ · 진종우¹ · 한상국¹ · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 응용생명환경학부, ¹국립농산물품질관리원 충북지원

(2009년 5월 20일 접수, 2009년 6월 15일 수리)

Residual characteristics of Neonicotinoid Insecticide dinotefuran and thiacloprid in cucumber

Eun Young Lee, Hyun Ho Noh, Young Soon Park, Kyung Won Kang, Kwang Hun Lee, Hyo Kyung Park, Sang Soon Yun¹, Chung Woo Jin¹, Sang Kuk Han¹ and Kee Sung Kyung*

School of Applied Life Science and Environment, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, ¹Chungbuk Provincial Office, National Agricultural Products Quality Management Service, Cheongju 361-825, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the residue patterns of two neonicotinoid insecticides, dinotefuran and thiacloprid, commonly used for cucumber, were subjected to indicate a residual characteristic under greenhouse conditions. The pesticides were sprayed onto the crop at recommended and double doses 7 days before harvest and then sampling was done 0, 2, 3, 5, and 7 days after spraying. The amounts of their residues in the crop were analyzed with an HPLC. Their detection limits were 0.01 mg/kg for dinotefuran and 0.005 mg/kg for thiacloprid. Mean recoveries of dinotefuran and thiacloprid were from 85.78 to 89.52 and from 85.71 to 95.31%, respectively. Half-lives of dinotefuran and thiacloprid were 2.8 and 1.8 days at the recommended dose and 2.8 and 1.5 days at the doubled dose, respectively. The ratios of the EDI to ADI by intake the crop harvested 7 days after spraying were less than 0.1% of their ADIs.

Key words Dinotefuran, Thiacloprid, Pesticide residue, Cucumber

서 론

오늘날 다소비 작물로 사람들이 즐겨먹는 오이는 여름채소로서 애용되다가 방울토마토, 딸기, 가지, 고추, 파프리카, 상추, 들깨, 파 등과 함께 시설재배를 통하여 연중 생산출하가 가능해진 작물이다(이, 2005).

시설재배로 재배되는 역제작용 오이는 생리적 한계에 가까운 불리한 환경조건 하에서 재배되고 있기 때문에 각종 병

이 유발되며, 보온을 위한 시설에서 밀폐가 불가피하고 이로 인해서 시설내의 습도가 높아져서 저온 및 다습성 병의 발생이 많아진다. 주로 발생하는 병해로는 노균병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 검은별무늬병, 세균성점무늬병 등이 있으며, 충해로는 진딧물류, 응애류, 작은각시들명나방, 총채벌레류, 온실가루이, 차면지응애등이 피해를 주고 있으며, 최근에는 외래해충인 오이총채벌레와 온실가루이의 발생이 증가하여 방제를 어렵게 하고 있다(국립원예특작과학원, 2004). 이들 중 오이총채벌레와 온실가루이를 방제할 수 있는 neonicotinoid 계열의 살충제들은 곤충의 postsynaptic membrane 중 nicotinic

*연락처 : Tel. +82-43-261-2562, Fax. +82-43-271-5921
E-mail: kskyung@chungbuk.ac.kr

acetylcholine receptor에 대한 선택적 길항체로 작용, 신경 전달을 저해하는 작용기작으로 해충을 치사시키며, 침투이행성 농약으로서 작물에 어느 정도 잔효성이 있다고 알려져 있으므로 농산물에 잔류할 가능성이 있다(정 등, 2004; 이 등, 2004). Neonicotinoid계 농약은 1991년 Bayer사에 의해 최초로 개발되어, 현재 그 사용량이 빠른 속도로 확대되어가고 있다.

농약은 대부분 시간이 경과함에 따라 대기 중으로의 확산, 강우에 의한 유실, 광분해, 가수분해, 미생물에 의한 분해 및 작물체내 대사작용 등을 통해 자연 제거되거나, 세척, 다듬기, 가열 등 인위적 가공을 통해서도 많이 제거되는 것으로 알려져 있다(김 등, 2002; 이 등, 2005). 오이는 대부분 가공보다 생식을 통해 섭취가 되고 있다. 따라서 수확 시점에서의 농약잔류 특성을 정확히 파악하는 것이 중요하다.

본 연구는 오이에 대한 안전사용기준과 잔류허용기준이 설정되어 있는 dinotefuran과 thiacloprid를 시험 농약으로 선정하여 시설재배 포장에서 경시적 잔류량 변화를 구명하고

잔류농약의 반감기를 산출하여 수확전 생산단계에서부터 수확까지의 잔류량을 예측 하고자 수행 하였다.

재료 및 방법

시험농약 및 시약

Dinotefuran(순도:99.0%)은 Wako사(일본)로부터 thiacloprid(순도:98.5%)는 Er. Ehrenstorfer사(독일)로부터 구입하여 시험농약의 표준품으로 사용하였으며, 각 농약의 이화학적 특성 및 화학구조식은 표 1과 같다. 살포용 농약은 청주 소재 농약상에서 dinotefuran은 디노테퓨란 입상수화제(a.i. 20%), thiacloprid는 티아클로프리드 입상수화제(a.i. 10%)를 구매하여 사용하였으며, 해당 농약의 안전사용기준에 따라 조제한 표준희석살포용액(기준량)과 표준희석살포용액의 2배 농도로 조제한 살포용액(배량)을 수확 예정 7일전인 2008년 6월 14일에 배부식 분무기로 120 L/10 a의 살포율로 균일하게 살포하였다. 실험에서 사용된 농약의 안전사용기준과 잔류허

Table 1. Physicochemical properties of dinotefuran and thiacloprid

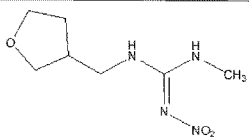
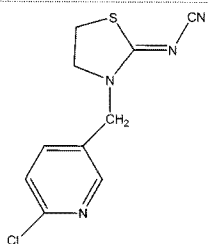
| Pesticide | Chemical structure | Molecular weight | log P | Vapour pressure (mPa) | Solubility in water (20°C) |
|-------------|---|------------------|------------------|------------------------|----------------------------|
| Dinotefuran |  | 202.2 | -0.644 (pH 7) | - | 54.3±1.3 g/L |
| Thiacloprid |  | 252.7 | - | 3×10 ⁻⁷ mPa | 185 mg/L |

Table 2. Pesticide products for spraying and their safe use guidelines and maximum residue limits

| Pesticide | Formulation type | A.I. ^{a)} content (%) | Standard dilution rate | Safe use guideline | | MRL ^{d)} (mg/kg) |
|-------------|------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | | | PHI ^{b)} (day) | MAF ^{c)} (time) | |
| Dinotefuran | SC ^{e)} | 20 | 2,000 | 2 | 3 | 1.0 |
| Thiacloprid | SC | 10 | 2,000 | 2 | 2 | 0.3 |

^{a)}Active ingredient.

^{b)}Pre-harvest interval.

^{c)}Maximum application frequency.

^{d)}Maximum residue limits.

^{e)}Suspension concentrate.

용기준(maximum residue limit, MRL)은 표 2와 같다(식품의약품안전청, 2008; 한국작물보호협회, 2008). 추출 및 정제를 위하여 사용된 acetone, acetonitrile, dichloromethane, *n*-hexane은 HPLC급으로 Celite 545와 함께 Merck 사(독일)에서 구입하여 사용하였다. 컬럼 정제를 위한 Florisil(60-100 mesh, PR grade)은 Sigma 사(미국)로부터 구입하여 사용하였고, sodium chloride, 무수 sodium sulfate는 GR급을 사용하였다.

시험포장 및 재배방법

오이(품종: 백다다기)를 충북 청원군 북이면 소재 시설 비닐하우스에 2008년 5월 1일에 정식한 후 관행법에 따라 재배하였다. 길이 80 m × 폭 5 m의 시험포장에 시험구를 약제 처리별로 3반복 배치하고 교차오염을 방지하기 위하여 2 × 1 m의 완충지대를 설치하였으며, 재식거리는 20 × 20 cm이었다. 시험기간 중 비닐하우스내 온도 및 습도를 측정하기 위하여 T&D사의 Thermo recorder(Model TR-72S)를 설치하여 1시간 간격으로 온도와 습도를 측정하였다.

시료채취

약제 살포 후 0.17, 2, 3, 5, 7일에 각 처리구에서 1 kg씩 3반복으로 생육상태가 균일한 시료를 무작위로 채취하여 증체량을 조사하고 시료분쇄기(HR 2084, Philips, China)로 균질화한 후 처리구별로 시료 분석 전까지 -20℃ 냉동고에 보관 후 잔류농약 분석용 시료로 사용하였다.

시험농약의 검량선 작성

잔류 농약의 정량분석을 위한 검량선은 dinotefuran과 thiacloprid 표준품을 acetonitrile에 녹여 1,000 mg/kg의 stock solution을 조제하고 동일용매로 희석하여 0.05, 0.1,

0.5, 1.0, 5.0 mg/kg의 농도로 조제한 후 이들 표준용액의 일정량을 취해 10 µL씩 HPLC-DAD에 주입하여 얻은 chromatogram 상의 peak 면적을 기준으로 각 성분별 표준 검량선을 작성하여 오이 중 잔류농약을 정량 하였다.

잔류농약 분석

Dinotefuran

세절하여 마쇄한 오이 10 g을 300 mL tall beaker에 넣고 12 N HCl 1 mL을 첨가한 후 100 mL의 acetonitrile을 넣어 10,000 rpm에서 3분간 균질화한 후 Hyflo Super Cel medium을 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 acetonitrile로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합하였다. 여과액을 35℃에서 감압농축한 후 잔사를 100 mL의 포화식염수가 들어있는 1 L 분액 여두에 옮기고 12 N HCl 1 mL을 첨가한 후 50 mL의 dichloromethane을 가하고 Resipro shaker를 이용하여 270 rpm에서 10분간 진탕하는 방법으로 3회 분배하였다. Dichloromethane 분배액을 무수 sodium sulfate로 탈수하여 35℃에서 감압농축하여 acetonitrile 2 mL로 재용해한 후 HPLC-DAD로 분석하였으며, 기기분석조건은 표 3과 같다.

Thiacloprid

세절하여 마쇄한 오이 20 g을 300 mL tall beaker에 넣고 100 mL의 acetone을 넣어 10,000 rpm에서 3분간 균질화한 후 Hyflo Super Cel medium을 통과시켜 흡인 여과하였으며, 포화식염수 100 mL와 400 mL의 증류수가 들어있는 1 L분액 여두에 옮기고 50 mL의 dichloromethane을 가한 후 Resipro shaker를 이용하여 270 rpm에서 10분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. Dichloromethane 분배액을 무수 sodium sulfate로 탈수하여 35℃에서 감압 농축 하였다. 130℃에서 5시간 이상 활성화한 Florisil 5 g을 glass column(1

Table 3. HPLC operating conditions for the analysis of dinotefuran and thiacloprid

| | |
|----------------|---|
| Instrument | : HP 1200 Series High Performance Liquid Chromatograph, Hewlett Packard, U.S.A. |
| Column | : Agilent ZORBAX NH ₂ , 250 mm L. × 4.6 mm ID (5 µm) for dinotefuran Supelcosil™ LC18, 250 mm L. × 4.6 mm I.D. (5 µm) for thiacloprid |
| Detector | : Diode Array Detector (DAD) |
| Wavelength | : 270 nm for dinotefuran and 242 nm for thiacloprid |
| Mobile phase | : Acetonitrile:Water (99:1, v/v) for dinotefuran Acetonitrile:Water (30:70, v/v) for thiacloprid |
| Flow rate | : 0.8 mL/min for dinotefuran and 1 mL/min for thiacloprid |
| Injection vol. | : 10 µL |

cm I.D. × 22 cm L.)에 건식 충전한 후 약 2 g의 무수 황산나트륨을 Florisil 상부에 넣고 *n*-hexane 50 mL로 컬럼을 세척하여 안정화 시켰다. 상기 농축시료 잔사를 5 mL의 *n*-hexane에 녹여 column 상부에 가하여 흘려버리고 5 mL의 *n*-hexane:dichloromethane(80:20, v/v)에 녹여 흘려버린 후 *n*-hexane:dichloromethane:acetonitrile(45:50:5, v/v/v) 40 mL를 흘려버리고 dichloromethane:acetonitrile(50:50, v/v) 60 mL로 thiacloprid를 용출하여 35°C에서 감압농축 하였다. 농축 건조된 시료는 2 mL의 acetonitrile에 재용해한 후 HPLC-DAD로 분석하였으며, 기기분석 조건은 표 3과 같다.

회수율 시험

무처리 오이 시료 10 g에 dinotefuran을, 20 g에 thiacloprid 표준용액을 검출한계의 10배와 50배의 농도가 되도록 처리한 후 위의 시료 조제 방법과 동일하게 분석하였다.

잔류농약의 생물학적 반감기 산출 및 농도 예측

오이 중 잔류농약의 생물학적 반감기는 Microsoft사의 Microsoft Excel을 이용한 지수곡선식으로, 잔류농약의 반감기는 kinetic model에 근거하는 소실률이 시간(*t*)에 따라 농도(*C*)에 의존하는 first order kinetics model에 의하여 산출하였다(박 등, 2005). 또한 작물 생육기간 중 농약 잔류량은 앞서 구한 회귀곡선식을 이용하여 예측하였다.

잔류농약의 ADI 대비 식이섭취율 산출

오이에 대한 시험농약의 추정식이섭취량인 EDI(estimated daily intake)와 일일섭취허용량인 ADI(acceptable daily intake)

를 기준으로 산출한 식이섭취율은 다음 식으로부터 계산하였다. 오이의 일일섭취량(daily food intake)은 9.75 g(식품의약품안전청, 2006), ADI는 한국인 평균체중인 55 kg을 적용하였다(이 등, 1995; 이 등, 2007).

- 추정식이섭취량 EDI(estimated daily intake, mg/day/man)
= 잔류농도(mg kg⁻¹) × 9.75 g
- 성인의 일일섭취허용량 = ADI × 55 kg
- ADI 대비 식이섭취율 = (식이섭취량/일일섭취허용량) × 100

결과 및 고찰

분석법의 회수율, 검출한계 및 검량선

시험농약의 dinotefuran의 회수율은 표 4와 같이 0.1 mg/kg 과 0.5 mg/kg 수준에서 각각 86.38±0.74와 88.45±1.67% 이었고, thiacloprid는 0.05 mg/kg과 0.25 mg/kg 수준에서 각각 91.75±3.15와 86.48±1.11% 이었다. 시험농약의 표준물질을 분석하여 얻은 검량선의 직선식(linear equation)과 상관계수(*r*)는 표 5와 같이 시험농약의 검량선은 모두 직선성이 양호하였다.

오이의 증체율과 기상조건

최종약제 살포 후 경과일별로 채취한 오이의 무게를 측정하여 산출한 증체율은 그림 1과 같이 dinotefuran과 thiacloprid 처리구에서 각각 21배와 25배 증체되었다. 시험 기간 중 시설 하우스내 온도와 습도는 11.3-35.6°C와 35-99% 범위 이었다.

Table 4. Recoveries and limits of detection of the analytical methods

| Pesticide | Fortification level (mg/kg) | Recovery±SD ^{b)} (%) | Coefficient of variation | MDA ^{b)} (ng) | LOD ^{c)} (mg/kg) |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| Dinotefuran | 0.1 | 86.38±0.74 | 0.86 | 0.5 | 0.01 |
| | 0.5 | 88.45±1.67 | 1.89 | | |
| Thiacloprid | 0.05 | 91.75±3.15 | 3.43 | 0.5 | 0.005 |
| | 0.25 | 86.48±1.11 | 128 | | |

^{b)}Mean values of triplicates with standard deviation.

^{b)}Minimum detectable amount.

^{c)}Limit of detection.

Table 5. Linear equations of calibration curve for the quantification of the pesticide residues in Cucumber

| Pesticide | Linear equation | r | n |
|-------------|------------------|--------|---|
| Dinotefuran | y=5.6053x+0.2583 | 1 | 6 |
| Thiacloprid | y=5.0502x+1.3473 | 0.9999 | 6 |

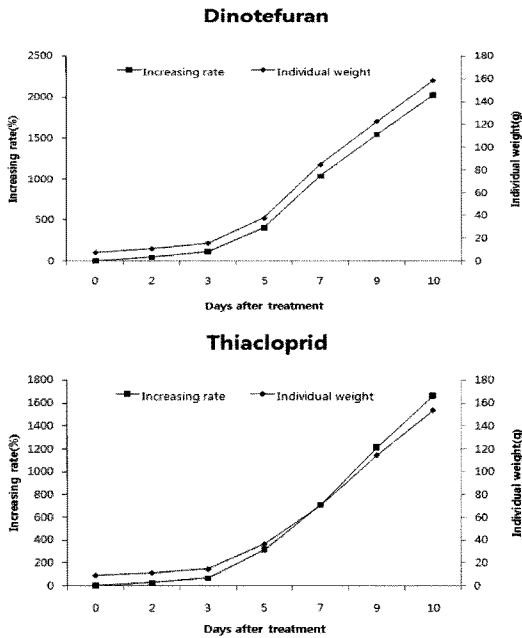


Fig. 1. Growth rate of cucumber during the experimental periods.

시험농약의 잔류량 변화

수확 예정 7일전에 약제를 살포한 후 0.17, 2, 3, 5, 7일에 시료를 채취하여 잔류량을 계산한 결과는 그림 2와 같고, 수확예정일인 7일 후 시험농약의 소실율은 표 6과 같다. 오이에 살포한 dinotefuran과 thiacloprid의 잔류량의 변화는 살포 후 2일후부터 두 약제 모두 기준량의 경우 잔류허용기준 미만이었다. Dinotefuran과 thiacloprid의 초기 잔류량은 기준량에서 2.23과 0.68 mg/kg 배량에서 3.92와 1.89 mg/kg 이었다. 수확예정일인 7일에서의 소실율(dissipation rate)은 dinotefuran과 thiacloprid의 기준량에서는 각각 81.16과 95.71%이었으며, 배량에서는 각각 83.42와 97.30%이었

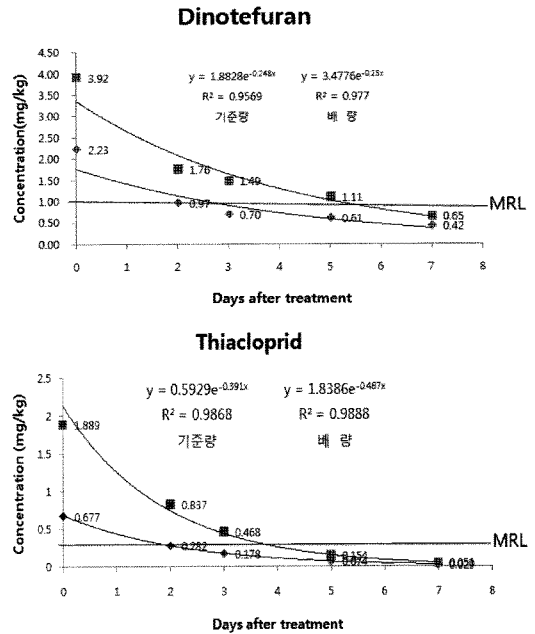


Fig. 2. Dissipation curve of dinotefuran and thiacloprid in cucumber during cultivation period.

다. 또한 시험농약의 수확예정일의 농도는 dinotefuran의 경우 기준량과 배량에서 각각 잔류허용기준의 42.00와 65.00%, thiacloprid의 경우 각각 9.67과 17.00% 이었다. 두 농약 모두 초기 잔류량은 잔류허용기준을 초과하였으나, 수확예정일에서는 모든 처리구에서 잔류허용기준 이내로 급격히 잔류량이 감소하였다. 이 결과는 시험약제의 시간에 따른 분해와 더불어 작물의 생육에 따른 희석효과 때문으로 판단되며 이 등 (2008)의 시설내 오이 재배 중 살균제의 잔류특성 연구에서 보고된 오이의 중량 증가에 따른 희석효과가 컸다는 결과와 유사함을 알 수 있다.

Table 6. Dissipation rates of the pesticide residues in Cucumber 7 days of the prearranged harvest after spraying

| Pesticide | Application dose | MRL ^{a)} (mg/kg) | Initial concentration (mg/kg) | Concentration at harvest (mg/kg) | % MRL ^{b)} at harvest (%) | Dissipation ^{c)} (%) |
|-------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Dinotefuran | Recommended | 1.0 | 2.23 | 0.42 | 42.00 | 81.17 |
| | Double | | 3.92 | 0.65 | 65.00 | 83.42 |
| Thiacloprid | Recommended | 0.3 | 0.676 | 0.029 | 9.67 | 95.71 |
| | Double | | 1.889 | 0.051 | 17.00 | 97.30 |

^{a)}Maximum residue limit.

^{b)}Calculated from the equation, (concentration at harvest/MRL)×100.

^{c)}Calculated from the equation, (C₀ - C₇)×100/C₀

(C₀ : concentration at day 0, C₇ : concentration at harvest).

Dinotefuran의 잔류량 감소 회귀식은 기준량과 배량 시험구에서 각각 $y = 1.8699e^{-0.2461x}$ ($r = 0.985$), $y = 3.4525e^{-0.2483x}$ ($r = 0.9920$)이었으며, 소실곡선식에 의한 반감기는 기준량과 배량 처리구에서 모두 2.8일 이었다.

Thiacloprid의 잔류량 감소 회귀식은 기준량과 배량 시험구에서 각각 $y = 0.5301e^{-0.3575x}$ ($r = 0.9856$), $y = 1.5028e^{-0.4077x}$ ($r = 0.9749$)이었으며, 소실곡선식에 의한 반감기는 기준량과 배량 처리구에서 각각 1.8일과 1.5일 이었다. 따라서 시험농약의 경우 살포농도에 상관없이 반감기는 비슷한 것으로 나타났다.

소실 곡선식을 이용하여 시험농약의 DT₅₀, DT₇₅, DT₉₀을 산출한 결과는 표 7에 나타난 것과 같이 살포된 농약이 90%가 분해되는데 걸린 기간은 dinotefuran의 경우 약 9일, thiacloprid의 경우 6일 이내였다. 결과적으로 농약의 안전사용기준에 따라서 시험약제를 살포한 경우 50% 이상이 3일 이내 분해되었으며, 이러한 분석 결과로 출하시 예상되는 잔류량을 실용적으로 산출할 수 있을 뿐만 아니라 작물의 유통과

정 중 잔류허용기준의 설정에도 도움이 될 수 있을 것으로 생각 되었다.

시험농약의 잔류량에 따른 ADI 대비 식이섭취율 산출

시험농약의 잔류량을 구하여 식이섭취량(EDI)과 일일섭취허용량(ADI)를 활용하여 식이 섭취율을 산출한 결과는 표 8과 같다. Dinotefuran의 ADI 대비 EDI 비율은 시료 채취 초기에 기준량 살포구와 배량 살포구에서 각각 0.18과 0.03%이었으며, thiacloprid의 경우 각각 1.00과 2.79% 이었다. 그러나 수확예정일인 수확 7일에 수확한 시료의 경우 dinotefuran은 0.03-0.05, thiacloprid는 0.04-0.08%이었다. 이 결과는 시험농약의 경우 수확예정일의 %ADI는 0.1% 미만인 것이 시험농약의 잔류수준은 안전한 것으로 평가되었으며, 이는 작물의 증체에 따른 희석효과 등으로 인하여 농약의 소실이 크게 증가한 것으로 판단되었다. 이것은 일명 “apparent elimination”이라고 하며, 급격히 성장하는 작물에 있어서 아주 중요한 효과로 알려져 있다(Marin 등, 2003).

Table 7. DT₅₀, DT₇₅, and DT₉₀ of the pesticides in Cucumber

| Pesticide | Application dose | DT ₅₀ ^{a)} | DT ₇₅ ^{b)} | DT ₉₀ ^{c)} |
|-------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Dinotefuran | Recommended | 2.8 | 5.6 | 9.3 |
| | Double | 2.8 | 5.5 | 9.2 |
| Thiacloprid | Recommended | 1.8 | 3.5 | 5.9 |
| | Double | 1.5 | 3.0 | 4.9 |

^{a)}Time for 50% loss.

^{b)}Time for 75% loss.

^{c)}Time for 90% loss.

Table 8. Estimated daily intake of the pesticides by intake of Cucumber

| Pesticide | Application dose | DAS ^{a)} | MRL ^{b)} (mg kg ⁻¹) | Residue (mg kg ⁻¹) | EDI ^{c)} (mg kg ⁻¹) | ADI ^{d)} (mg/day/man) | %ADI ^{e)} |
|-------------|------------------|-------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| Dinotefuran | Recommended | 0 | 1.0 | 2.229 | 0.0217 | 12.1 | 0.18 |
| | | 7 | | 0.425 | 0.0041 | | 0.03 |
| | Double | 0 | | 3.918 | 0.0382 | | 0.32 |
| | | 7 | | 0.652 | 0.0064 | | 0.05 |
| Thiacloprid | Recommended | 0 | 0.3 | 0.676 | 0.0066 | 0.66 | 1.00 |
| | | 7 | | 0.029 | 0.0003 | | 0.04 |
| | Double | 0 | | 1.889 | 0.0184 | | 2.79 |
| | | 7 | | 0.051 | 0.0005 | | 0.08 |

^{a)}Days after spraying.

^{b)}Maximum residue limit.

^{c)}EDI (estimated daily intake, mg/day/man) = Residual concentration (mg·kg⁻¹) × 9.75 g.

^{d)}ADI × 55 kg (average Korean body weight).

^{e)}%ADI = (EDI/ADI) × 100.

감사의 글

이 연구는 2008년 국립농산물품질관리원의 생산단계 농산물의 잔류농약 허용기준 설정 연구의 연구비 지원으로 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

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):4708~4711.

Tomlin, C.D.S. (2003) In the Pesticide Manual (13th), British Crop Protection Council, UK, p. 336, pp. 958~959

국립원예특작과학원 (2004) 작물별재배기술.

김영숙, 박주황, 박종우, 이영득, 이규승, 김장익 (2003) 상추의 생산 단계별 Chlorpyrifos 및 Procymidone의 잔류허용기준 설정. *한국환경농학회지* 21(2):149~155.

박동식, 성기용, 최규일, 허장현 (2005) Kinetic models에 의한 딸기 중 농약의 생물학적 반감기 비교와 생산단계잔류허용기준

설정. *농약과학회지* 9(3):231~236.

식품의약품안전청 (2006) 국민건강영양조사보고서.

식품의약품안전청 (2008) 식품의 농약 잔류허용기준. p. 110, p. 113.

이미경, 황재문, 이서래 (2005) 남부지역 시설채소 재배 농가의 농약 사용실태. *농약과학회지* 9(4):391~400.

이서래, 이미경, 김남형 (1995) 한국인에 의한 농약의 이론적 최대 섭취량 및 안전지표의 산정. *한국식품과학회지* 27(4):618~624.

이영득, 김찬섭, 임양빈, 오병렬, 이병무, 박병준, 최주현 (2004) Neonicotinoid계 농약의 잔류분석법 개발. *농업과학기술원* pp. 141~163.

이제봉, 신진섭, 박연기, 유아선, 홍순성, 임진재, 강규영 (2007) 국내등록농약의 일일섭취허용량(ADI) 설정. *한국농약과학회지* 11(4):289~298.

이종화, 박희원, 김영수, 권찬혁, 이영득, 김정한 (2008) 시설 내 오이 재배 중 살균제 Boscalid의 잔류특성. *농약과학회지* 12(1): 67~73.

이희동, 임양빈, 권혜영, 김진배, 경기성, 김찬섭, 오병렬, 임진재, 김장익 (2005) 시설재배에서의 상추품종별 살포농약의 소실양상. *농약과학회지* 9(4):354~358.

정영호, 김장익, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현 (2004) 최신농약학, 시그마프레스, pp. 153~154.

한국작물보호협회 (2007) 농약사용지침서. 삼정인쇄공사, pp. 378-379, pp. 586~587.

Neonicotinoide계 농약 dinotefuran과 thiacloprid의 오이 중 잔류특성

이은영 · 노현호 · 박영순 · 강경원 · 이광현 · 박효경 · 윤상순¹ · 진종우¹ · 한상국¹ · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 응용생명환경학부, ¹국립농산물품질관리원 충북지원

요 약 현재 오이에 등록되어 사용되고 있는 neonicotinoid계 살충제 dinotefuran과 thiacloprid를 시설재배 오이에 살포하여 생물학적 소실곡선식을 통한 수확 전 약제 살포 후 경과일수별 잔류량을 예측하였다. Dinotefuran의 검출한계는 0.01 mg/kg이고 thiacloprid의 검출한계는 0.005 mg/kg 이었다. 두 시험농약의 회수율은 dinotefuran과 thiacloprid에서 각각 85.78-89.52%와 85.71-95.31% 이었다. 회귀곡선식을 이용한 시험농약의 반감기는 dinotefuran의 경우 기준량 배량에서 모두 2.8일 이었고, thiacloprid의 경우 기준량 배량에서 각각 1.8일과 1.5일 이었다. 두 시험약제 초기 잔류량은 모두 잔류허용기준 이상이었으나 수확예정일의 시험농약의 잔류량은 모두 잔류허용기준 미만이었으며, 수확예정일의 잔류량으로 산출한 시험농약의 1일섭취허용량 대비 식이섭취량 비율은 모두 0.1% 미만이었다.

색인어 Dinotefuran, Thiacloprid, 농약잔류, 오이