

시설 열무 중 diazinon 및 endosulfan에 대한 잔류농약 분해특성

최근영¹ · 김준형 · 한병재 · 정양모 · 서혜영 · 심성례 · 김경수*

조선대학교 자연과학대학 식품영양학과, ¹국립농산물품질관리원전남지원

(2003년 11월 17일 접수, 2004년 2월 27일 수리)

열무의 안전한 생산을 위한 시설재배 생산단계에서의 각 농약 잔류량 변화 추이와 최종 소비단계에서의 농산물 안전성 평가자료로 활용하기 위하여 실제 시험포장에 열무를 파종한 후 수확 10일 전에 2종(diazinon, endosulfan)의 살충제를 각 성분별로 안전사용 기준에 따라 기준량 및 배량의 처리구에 직접 살포하여 열무의 포장상태에서의 잔류량 감소(생물학적 반감기) 변화를 조사하였다. 시설재배포장에서의 열무 중 각 약제의 살포농도별 잔류량 변화는 시간이 경과함에 따라 그 잔류수준이 점차 감소하였다. 약제 살포 후 분해속도는 diazinon이 endosulfan보다 더 빠른 것으로 나타났다. Endosulfan은 대사산물인 sulfate 때문에 잔류기간이 0.6일 더 길어지는 것으로 나타났다. 안전한 농산물 생산을 위한 열무 중 약제 살포 후 수확일은 잔류허용기준(MRL)을 적용시킬 경우 기준량으로 볼 때 diazinon은 6일 후, endosulfan은 10일 후에 수확하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

Key words: diazinon, endosulfan, 잔류농약, 열무

서 론

식품의 안전성을 해치는 요인은 원시적 식생활시대나 현대사회에서 자연독을 포함해 콜레라, 이질 등 병원성 미생물독소에 의한 전염병과 세균성식중독, 기생충 및 aflatoxin 등의 곰팡이독(mycotoxin)에 의한 중독이 건강장애에 큰 비중을 차지하고 있었으나, 최근 급속한 화학기술의 발전에 따른 화학물질의 사용이 증가함에 따라 식품첨가물이나 잔류농약, 항생물질 등에 의한 식품의 오염 문제가 안전성을 위협하는 큰 요인으로 등장하게 되었다. 또한 국민들의 소득이 증대되고 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 점차 위생 관념이 크게 변하고, 더욱이 식생활 수준의 향상으로 국민 모두가 식품 선택의 기준이 맛이나 양보다는 안전성에 최우선 순위를 두는 많은 변화를 보이고 있으며 더 나아가 신선하고 안전 식품만을 찾고 있는 것이 오늘날 소비심리의 현실이다.

식품에 쓰이는 농약은 작물보호를 위해 병, 해충, 잡초 등 유해생물의 방제에 사용되는 현대농업에서 가장 중요한 농업자재로 인식되어 농산물의 품질향상 및 농업생산성 향상을 위해 사용되어 왔으며 인구의 증가에 따른 농산물 수요의 증가로 농약의 생산 및 사용은 해마다 증가하고 있는 실정이다. 우리나라에서 현재 유통되고 있는 농약의 종류는 859 품목이며, 이웃 일본은 우리의 6.6 배인 5,657 품목, 대만은 658 품목이 유통되고 있다.¹⁾ 그러나 농약은 우리들의 생활환경을 오염시키고 생태계에 영향을 미칠 뿐만 아니라 식품에 오염 잔류된다는 점에서 식품 위생, 즉 국민보건에 커다란 문제가 되기도 한다. 농약의 이러한 양면성 때문에 근래에 들어서는 그 개발 과정에서부터 병해

충이나 잡초에 대한 효능뿐 아니라 인간에 대한 위해성 및 안전성 문제까지도 강조되고 있다.²⁾ 이러한 차원에서 우리나라 및 선진국에서는 식품 중 농약의 잔류허용기준을 설정하여 식품 중 농약의 잔류량을 규제하고 있다.^{3,4)}

1997년부터 농림부에서는 농수산물품질관리법에 근거하여 농산물의 품질향상과 안전한 농산물의 생산·공급을 위해 생산 단계 및 출하 전 농산물에 대한 잔류허용기준을 설정하여 부적합한 농산물의 출하 및 유통을 사전에 차단하고 있다.^{7,8)} 국립농산물품질관리원(National Agricultural Products Quality Management Service, NAQS)이 2001년에 실시한 농산물 안전성 조사 결과 잔류허용기준을 초과한 전체 부적합 품목은 61 품목 636건이었다. 이중 채소류가 가장 많은 부분을 차지하고 있는데, 그 이유는 쑥갓, 시금치, 열무 등 일부 소면적 재배작물에 사용할 수 있는 농약이 없거나 부족하여 다른 작물에 등록된 농약을 관행적으로 사용하거나, 살포된 농약의 부착량이 단위 면적 당 다른 작물에 비해 많기 때문이며, 또한 분석결과 당해 품목에 잔류허용기준이 설정되어 있지 아니한 경우에는 식품의약품안전청의 적용지침에 따라 채소류의 경우 소분류(엽채류, 과채류, 근채류) 중 가장 낮은 기준을 적용하기 때문이다. 국내에서 주로 생식용으로 소비되는 채소류 중 엽채류에 해당되는 열무는 성장속도가 빠르며 재배기간이 짧고, 시설투자비와 경영비가 적어 다수확이 가능하여 연중 생산과 소비가 이루어져 연속 재배할 수 있는 특성이 있다. 열무의 이러한 소비 및 재배특성을 감안할 때 열무재배 시에 사용되는 농약들의 살포 후 잔류농약의 안전성 평가는 그 중요성이 크다고 할 수 있다.^{5,6)} 국립농산물품질관리원의 안전성조사 결과 열무에서 주로 검출되는 농약으로는 chlorpyrifos, endosulfan, diazinon, pyrazophos 등으로 주로 경영에 살포되는 살충제가 대부분을 차지하고 있었는데, 이는 소면적작물인 열무에 사용등록된 살충제 농약이 없는 관계로 농가에서는 배추 등에 등록된 농약을

*연락처

Phone: 82-62-230-7724; Fax: 82-62-224-8880

E-mail: kskim@mail.chosun.ac.kr

임의로 사용하기 때문인 것으로 추정된다.⁹⁾ 열무에서 검출된 농약 중 유기인계 살충제인 diazinon과 유기염소계 살충제인 endosulfan은 비교적 독성이 낮고 농작물해충의 방제 및 위생해충의 방제약제로 광범위하게 사용된다.^{10,13,14)} 접촉제와 식독작용에 의하여 살충효과를 보이며 토양 및 식물체내에서 비교적 신속하게 분해되고 증기압이 높아 잔류성이 낮은 특성을 갖고 있다.¹⁰⁻¹²⁾

따라서 본 연구에서는 출하 전 안전한 농산물 생산을 위해 사용되는 살충제 중 diazinon, endosulfan을 실제 열무의 시설 하우스 재배포장에 수확 10일 전에 살포하고, 열무의 잎과 뿌리에 대한 해당 농약들의 기준이 같으므로 농약 잔류 가능성이 더 높은 일부분에 대하여만 농약 잔류량 변화를 조사하고, kinetics 해석에 따른 합리적인 회귀식과 생물학적 반감기를 산출함으로써 생산단계에서의 농약잔류허용기준을 초과한 농산물에 대한 적부 여부를 판정하고 부적합 농산물에 대한 안전성 확보 후 출하 가능일자 산정에 활용하고자 수행하였다. 또한 안전한 농산물을 생산하는데 농민들의 올바른 농약사용으로 수확 전 최종 살포시기 및 희석배수 준수 등 안전사용기준 지도로 활용할 수 있으며 출하 전 식품인 농산물이 최종 소비단계에서 농약잔류에 안전한가에 대해 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

재료. 열무종자(품종: 치마열무)를 농우종묘로부터 구입하여 비닐하우스 시험포장에 파종하였다. 파종 후 5일 간격으로 열무뿌리 주변의 토양에 물을 공급하고, 수확 10일 전부터 각 농약별로 약제를 살포하였으며 약제 살포 후에는 열무 경엽에 물을 공급하는 것을 금지하였고, 열무의 성장량 및 속도에 영향을 주는 생장촉진 또는 생장억제 물질의 사용을 금하였다. 재배방식은 비닐하우스 시설재배를 하였으며 그 외 열무재배 및 관리는 일반적인 경종법에 준하였다. 열무에 대한 농약의 혼용 살포는 '농작물에 약해 유발과 약효저하 등이 발생할 수 있으며 두 종류 이상의 농약을 혼합하면 독성이 증가 될 수도 있다.'^{15,16)}는 것이 일반적으로 잘 알려져 있으므로 2종의 농약을 혼용하지 않고 각 성분별로 살포하였다. 약제처리는 약제처리별로 공시약제의 살포농도를 안전사용기준의 표준희석배수(표준량)와 표준희석배수의 1/2(배량)로 조절하여 농가에서 사용하는 배부식 분무기를 사용하여 열무의 경엽에 약액이 충분히 묻도록 균일하게 1회 살포하였고 약제별로 살포량과 희석배수는 Table 1과 같다. 실험 기간 중 열무포장 비닐하우스내의 평균 온도는 27.0 ± 2.2°C이며, 평균습도는 88.6 ± 6.8%이었다.

시료채취는 열무포장에서 약제살포 후 2시간 후, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10일까지 매일 동일시간 대에 성장상태가 일정한 시료를 선택하여 균일하게 반복구 당 500 g 정도 채취하고 밀봉 후 실험실로 운반한 즉시 5 mm 이하로 잘게 절단한 후 처리구 별로 분석에 필요한 양(20 g)을 정확히 측정하여 플라스틱 용기에 넣어 밀봉하고 시료 분석 전까지 -40°C 냉동고에 보관하였다.

시약. 본 실험에 사용된 표준농약물질은 diazinon(purity 97.6%), endosulfan(α: purity 97.0%, β: 99.0% sulfate: 98.8%)으로 Merck사(Germany)에서 구입하였으며, 추출 및 정제를 위해 사용한 유기용매(acetone, n-hexane, dichloromethane, acetonitrile)는 잔류분석용 특급 시약을 사용하였다. Column clean-up을 위한 cartridge는 MEGA BE-Si, 2 g 12 ml(Varian)를 사용하였으며 물은 순수재증류장치(Millipore Milford, USA)에서 얻은 Milli Q water를 사용하였고, 유기용매의 탈수를 위해 무수 Na₂SO₄를 사용하였다.

본 실험에 사용된 표준물질은 각각 n-hexane에 녹여 표준용액을 조제하고 -20°C 이하의 냉동고에 보관하면서 일정한 농도로 희석하여 사용하였다. 시험포장에서 열무에 살포하기 위해 사용한 diazinon은 다이아톤 유제(a.i. 34%, 성보화학주식회사), endosulfan은 지오릭스 유제(a.i. 35%, 한국삼공주식회사)의 시판품을 직접 구매하여 사용하였다.

잔류성분 분석. 일반적으로 대부분의 농약들은 Pesticide Analytical Manual(PAM)¹⁷⁾에 보고된 바와 같이 시료 중에서 액체-액체 분배방법(18,19)을 이용하여 추출하고 Sep-Pak, florisil, silica gel 칼럼 등을 이용하여 정제한 후 기체 크로마토그래피법²⁰⁾으로 정성 및 정량분석 하였다. 열무 시료 중 diazinon, endosulfan은 동시분석이 가능하였으며, 잔류분석은 식품공전 및 여러가지 분석방법을 참조하여 아래와 같이 실시하였다.²¹⁻²³⁾

세절된 열무 시료 20 g에 acetone 100 ml를 가하여 homogenizer로 균일하게 마쇄하여 추출하고 Whatman No. 6 여과지 위에 Celite 545를 깔 Buchner funnel를 이용하여 감압 여과하고 30 ml의 acetone으로 용기 및 잔사를 세척하여 앞에서의 여과액과 합하였다. 이 여과액을 40°C 이하의 수욕 상에서 회전농축기로 감압농축하여 여과액 50 ml가 되도록 acetone을 제거하였다. 부분 농축한 여과액을 분액여두에 넣고 10% NaCl 100 ml와 n-hexane 50 ml를 가하여 3분간 분액여두 진탕기로 격렬하게 진탕시켜 분석성분인 diazinon, endosulfan을 hexane 층으로 분배시켰다. n-Hexane 층이 수용액상과 명확히 분리된 후 n-hexane 층을 무수 Na₂SO₄에 통과시켜 탈수하였다. 남은 수용액상에 n-hexane 50 ml를 가하여 위의 분배과정을 반복하고 앞선 n-hexane 층에 합하였다. n-Hexane 층을 회전농축

Table 1. The distribution amount and dilution of pesticides

Pesticides	Distribution amount		Dilution	
	SA ¹⁾	DA ²⁾	SA ¹⁾	DA ²⁾
Diatones	4 ml / 4 l	8 ml / 4 l	1000	500
Ziorics	8 ml / 4 l	16 ml / 4 l	500	250
Pyres	4 ml / 4 l	8 ml / 4 l	1000	500
Halothrins	4 ml / 4 l	8 ml / 4 l	1000	500

¹⁾single amount, ²⁾double amount

Table 2. Recovery and detection limit of pesticides by GC-ECD analysis

Crops	Compound	Fortification (mg/kg)	Recovery ¹⁾ (%)	MDA ²⁾ (ng)	Detection limit (mg/kg)
Young radish	Diazinon	0.4	99.9±1.85 ³⁾	0.2	0.04
		2.0	98.7±1.47		
	Endosulfan	0.12	98.5±1.71	0.06	
		0.6	97.6±1.40		

¹⁾All values are the mean of triplicate

²⁾Minimum detection amount

³⁾Mean±standard deviation

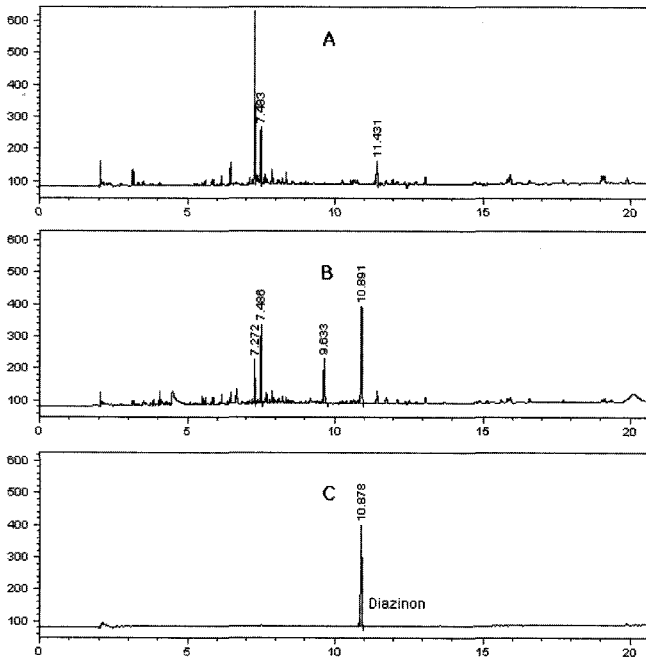


Fig. 1. Typical GC-ECD chromatograms of diazinon in young radish extract. A: Control, B: Recovery, C: Standard.

기로 건조 직전까지 농축한 후 질소 gas로 완전히 건조시키고 잔류분석용 *n*-hexane에 재용해 하였다. Clean-up은 varian에서 만든 MEGA BE-SI, 2 g 12 ml cartridge를 사용하여 *n*-hexane으로 먼저 cartridge를 활성화시킨 후 cartridge column에 시료 용액을 loading 하고 acetonitrile : hexane : dichloromethane (1.5 : 48.5 : 50, v/v/v) 혼합용액 20 ml로 용출시켰다. 용출용매를 증발농축하고 최종적으로 질소 gas로 건조시킨 후 잔류분석용 *n*-hexane에 재용해하여 GC-ECD 분석 시료로 하였다.

결과 및 고찰

잔류분석법의 회수율 및 검출한계. 열무시료 중 잔류되어 있는 diazinon, endosulfan의 잔류분석법에 대한 회수율을 실험하고자 비처리 열무시료에 농약별로 2 수준으로 처리한 후 방치하여 유기용매를 휘발시키고 앞서의 분석과정을 수행하여 각각 3 반복 실험하여 회수율 시험을 한 결과 Table 2에 나타내었다. 각각 농약성분의 최소 검출량 및 검출 한계는 각각 diazinon은 0.2 ng, 0.04 mg/kg, endosulfan은 0.06 ng, 0.012 mg/kg으로 분석되었다. 분석법에 따른 열무 중 농약 2 종의 평균 회수율은 최저 97.6 ± 1.40%와 최고 99.9 ± 1.85%로 이러

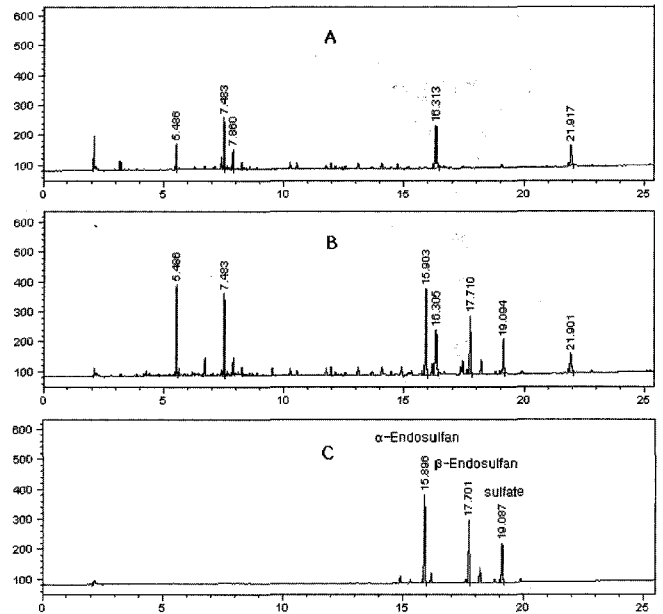


Fig. 2. Typical GC-ECD chromatograms of endosulfan in young radish extract. A: Control, B: Recovery, C: Standard.

한 분석법의 회수율과 분석오차는 AOAC법²⁴⁾ 및 농촌진흥청의 잔류농약분석기준²⁵⁾을 만족시켰다. GC chromatogram에서 retention time은 diazinon 10.88, endosulfan 15.90(α), 17.70 (β), 19.09(sulfate)으로 나타났으며 대표적인 GC chromatogram은 Fig. 1, 2에 나타내었다. 본 실험에서 사용된 열무의 잔류분석법은 방해물질의 간섭 없이 2 성분을 1 회의 시료 전처리 과정으로 동시분석 할 수 있었다.^{26,27)}

열무재배 시 열무 중 농약 잔류량 조사. 작물체 중 농약의 잔류량 감소추이는 농약의 물리·화학적, 제형, 희석비율 등과 같은 처리조건과 생육단계, 성장비대의 의한 희석율, 식용부위 등과 같은 생육조건과 기온, 습도, 강수량, 일조량 등 기상조건, 토성, 무대와 유대, 노지와 시설 등의 재배 조건 그리고 단위 중량당 표면적, 과피의 표면 구조 등 여러 가지 조건들에 의해 영향을 받으며, 잔류량 감소는 단광선에 의한 분해, 휘발, 강우, 식물체 분비물질에 의한 화학반응 분해, 식물체내의 미생물에 의한 분해, 가수분해, 기온 등에 기인하는 것으로 알려져 있으나 극미량은 농작물 중에 계속 잔류되는 것으로 보고되고 있다.²⁸⁻³⁰⁾ 열무의 앞에서 시간의 경과에 따른 각 약제들의 잔류량은 Table 3과 Fig. 3에 나타내었듯이, 열무재배 시 살포한 각 약제별 경시적 농약 잔류량의 변화는 약제간에 다소 차이는 있으나 살포 후 시간이 경과함에 따라 그 잔류수준이 모두 빠른

Table 3. Residual amounts during cultivation period of young radish grown in green house (mg/kg)

Day	Diazinon		Endosulfan	
	SA2)	DA3)	SA2)	DA3)
0	15.525	28.483	38.546	64.039
1	1.950	4.331	18.507	32.440
2	0.665	1.193	11.454	19.635
3	0.380	0.634	8.246	13.135
4	0.185	0.411	5.140	8.506
5	0.101	0.200	3.402	5.331
6	0.072	0.119	2.756	4.436
7	0.047	0.087	1.986	3.512
8	n.d. ¹⁾	0.062	1.537	2.924
9	n.d.	0.046	1.436	2.545
10	n.d.	n.d.	0.999	1.551

¹⁾not detected, ²⁾single amount, ³⁾double amount

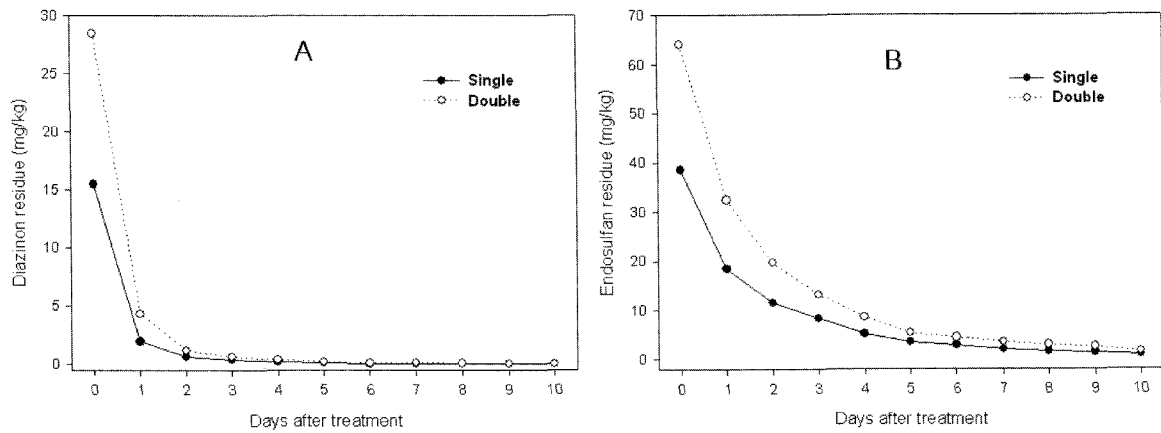


Fig. 3. Persistence of pesticide during cultivation period of young radish. A: Diazinon, B: Endosulfan.

Table 4. Biological half-life of pesticides in young radish under green-house condition

Pesticide	Application rate	Regression curve ¹⁾		Half-life (day)
		Equation	r	
Diazinon	Single	$R = 5.42 \cdot e^{-0.7556T}$	0.957	0.9
	Double	$R = 7.87 \cdot e^{-0.6449T}$	0.955	1.1
Endosulfan	Single	$R = 25.13 \cdot e^{-0.3453T}$	0.983	2.0
	Double	$R = 41.91 \cdot e^{-0.3435T}$	0.980	2.0

¹⁾Based on the first-order kinetics

속도로 감소하였다. 각 약제의 처리 수준별 반감기를 지수회귀식을 이용하여 산출한 결과를 Table 4에 나타내었고, 여기에서 diazinon의 반감기는 표준량 0.9일, 배량 1.1일, 그리고 endosulfan의 반감기는 표준량 및 배량 2.0일로 나타났으며 처리수준별로 높은 유의성을 나타내었다. 약제 살포 후 분해속도는 diazinon이 endosulfan보다 더 빨랐으며, diazinon은 시간이 경과함에 따라 초기 잔류량이 급격히 감소하는 경향을 보였고, 약제살포 후 8일째(표준량) 및 10일째(배량)에는 검출한계 미만으로 본 실험에서는 검출되지 않았다. Endosulfan은 대사산물인 sulfate 때문에 잔류기간이 0.6일 더 길어지는 것으로 나타났다. 열무에 대한 잔류 허용기준은 열무 잎의 기준을 적용하여 diazinon은 0.1 mg/kg, endosulfan은 1.0 mg/kg으로 설정되어 있으므로 이들의 잔류허용기준에 적용시키면 diazinon은 기준량으

로 약제 살포 후 6일, endosulfan 처리 후 10일을 훨씬 넘긴 15일 또는 20일 이후에 수확하는 것이 안전하며, 이에 대하여는 기간을 연장하여 추가 실험을 할 필요가 있는 것으로 사료된다.

이러한 결과는 현재 농산물에 등록되지 않았으나 사용될 가능성이 있는 농약들에 대한 추가 등록 등 양성화에 대한 기초 자료로 사용가능하며, 혹시라도 해당 농약들로 인하여 오염되었을지도 모르는 국내 생산 작물들에 대한 안전성 확보에 기여할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. National Institute of Agricultural Science and Technology

- (1999) *Safety of Pesticides Being Used in Korea*.
2. Hirohiko, Y., Hiroshi, S., Takaki, S., Fumio, K., Nobuyoshi, M. and Shunji, H. (1993) Safety assessment for agricultural chemicals. Recent progress and prospect. *J. Nippon Food Hygien.* **34**, 95-113.
 3. Korea Food & Drug Safety Administration (2001) *Food Standards Codex*.
 4. Lee, S. R. (1993) In *Food Saety and Toxicology*. Ewha Womans University Press, Seoul.
 5. Ou, C. S. (1988) In *Vegetables to Institute Cultivations*. Ou Sung Press, Seoul, pp. 410-411.
 6. Lee, S. R. (2000) Classification and nomenclature of raw food materials of tolerance setting of chemical residues and contaminants. *Korean J. Environ. Agri.* **19**, 259-269.
 7. The Agricultural Products Quality Control Law Article XII in Korea.
 8. Lee, S. R. and Lee, M. G. (2001) Present status and remedial actions with regard to legal limits of pesticide residues in Korea. *Korean J. Environ. Agri.* **20**, 34-43.
 9. National Agricultural Products Quality Management Service (2002) *A Agricultural Products Quality Control Bulletin* pp. 37-38.
 10. The Association of Pesticide Industry (2002) In *The Guiding Principle In Use of Pesticides*. Samjeong Press, Seoul, pp. 298-544.
 11. One, C. H. (1996) In *Agricultural Medicines Supervise*. Han Lim One Press, Seoul, pp. 302-472.
 12. Yang, H. S., Lee, D. H. and Lee, S. C. (2002) *Sam Jung Newest Agricultural Medicines*. Haang Mun Press, Seoul, pp. 262-346.
 13. Tomlin. C. D. S. (1987) In *The Pesticide Manual* (8th ed.), British Crop Protection Press, Surrey, pp. 207-336.
 14. Jung, Y. H., Kim, J. O., Kim, J. H., Lee, Y. D., Lim, C. H. and Hyue, J. H. (2000) In *The Newest Agricultural Medicines*. Sigma Press, Seoul. pp. 144-154.
 15. Curtis, D. K. and Eaton, D. L. (1991) In *Principles of Toxicology. Casarett and Doull's Toxicology* (4th ed.), Pergamon Press, USA, pp. 12-49.
 16. Frawley, J. P., Fuyat, H. N., Hagan, E. C., Blake, J. R. and Fitzhugh, O. G. (1957) Marked potentiation in mammalian toxicity from simultaneous administration of two anticholinesterase compounds. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **121**, 96-106.
 17. Bernadette, M. M. (1994) In *Pesticide Analytical Manual (PAM)*, Vol. *Multiresidue methods* (3rd ed.), FDA, USA.
 18. Eiceman, G. A., McConnon, J. T., Zaman, M., Shuey, C. and Earp, D. (1986) *Int. J. Environ. Anal. Chem.* **24**, 143.
 19. Test Method for Evaluating Solid Waste, Physical Chemical Methods, SW-846 (3rd ed.), *Environmental Protection Agency*, July 1992, method 3520A.
 20. Shin, S. K., Jung, O. D. and Jung, Y. O. (2000) In *Instrumental Analysis Chemical*. Hyung Sung Firm, Seoul, pp. 211-225.
 21. Korea Foods Industry Association (2000) In *Food Industry*. pp. 650-663.
 22. Yoo, H. Y., Lee, H. G. and Jung, S. H. (1994) In *Residue Analysis Method*. Dong-Hwa Technology, Seoul, pp. 137-168.
 23. Rural Development Administration (1992) *Residue test*. pp. 110-167.
 24. Corneliussen, P. E., McCully, K. A., McMahon, B. and Newsome, W. II. (1990) *Official methods of analysis of the AOAC* (15th ed.), Williams, S. AOAC Inc. Virginia.
 25. Rural Development Administration (2001) *Agricultural medicines registration a test standard and methods, residue a test standard and methods*. Rural Development Administration Notice.
 26. Soleas, G. J., Yan, J., Hom, K. and Goldberg, D. M. (2000) Multiresidue analysis of seventeen pesticide in wine by gas chromatography with mass-selective detection. *J. Chromatogr. A.* **882**, 205-212.
 27. Goto, S. and Kato, S. (1980) In *Analytical Methods of Pesticide Residues*. Soft Science Inc. Japan, p. 20.
 28. Howard, P. H. (1991) In *Pesticides Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals*. Chelsea, Lewis Publishers, MI.
 29. McEwen, F. L. and Stephenson, G. R. (1979) In *The Use and Significance of Pesticides in The Environment*. John Wiley and Sons, New York.
 30. Hassall, K. A. (1982) In *The Chemistry of Pesticides*. Macmillan Press, Hong Kong.

Characteristic of Decomposition of Residual Pesticides on Diazinon and Endosulfan in Young Radish

Geun-Young Choi¹, Jun-Hyoung Kim, Byung-Jae Han, Yang-Mo Jeong, Hye-Young Seo, Sung-Lye Shim and Kyong Su Kim* (*Department of Food and Nutrition, Chosun University, Kwangju 501-759, Korea; ¹National Agricultural Products Quality Management service, Chonnam Branch office, Kwangju 501-081, Korea*)

Abstracts: To investigate the changes in content of residual pesticides for safety production of young radishes in the production steps in greenhouse and to evaluate the safety of young radishes in the final consuming step, biological half-life of pesticides (diazinon, endosulfan) in packaging products was studied. Samples were collected regularly from 2 hours to 10 days after the distribution of pesticides in young radishes. The contents of residual pesticides in young radishes during cultivating in greenhouse as the levels of distribution concentrations reduced with time. During 10 days of pesticides distribution, decomposition rate of pesticides were diazinon > endosulfan. A half-life of endosulfan was 0.6 day longer than diazinon because endosulfan derived persistent endosulfan sulfate. To produce the safe young radish, after the distribution of the pesticides the desirable harvest time based on maximum residue limit (MRL) was 6th day diazinon for and 10th day for endosulfan.

Key words: young radish, residual pesticides, diazinon, endosulfan

*Corresponding author