

청주지역 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가

노현호·강경원·박영순·박효경·이광현·이재윤·엽경원·이은영¹·진용덕²·경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 농화학과, ¹(주)동부하이텍 동부기술원 농생명연구소, ²국립농업과학원 농산물안전성부

(2010년 3월 9일 접수, 2010년 3월 16일 수리)

Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Agricultural Products Collected from Wholesale and Traditional Markets in Cheongju

Hyun Ho Noh, Kyung Won Kang, Young Soon Park, Hyo Kyung Park, Kwang Hun Lee, Jae Yun Lee, Kyung Won Yeop, Eun Young Lee¹, Yong Duk Jin² and Kee Sung Kyung*

Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, ¹AgroLife Research Institute, Dongbu Advanced Research Institute, Dongbu HiTek Co., Ltd., Daejeon 305-708, and ²Department of Agro-food Safety, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, Korea

Abstract

In order to survey residual characteristics of pesticides in the agricultural products selling at markets and to assess their safety, a total of 120 agricultural products were collected from the wholesale and traditional markets in Cheongju and analyzed the pesticide residues in them by multiresidue analysis method using GLC, HPLC and GC-MSD. Three pesticides, procymidone, penconazole, and tetraconazole, were detected from 4 samples such as onion, leek, tomato, and green pepper. Fungicide penconazole was detected from the onion collected from wholesale market. In case of traditional market, fungicide procymidone was detected from leek and tomato and fungicide tetraconazole was detected from green pepper. Pesticide residues were detected from 3.3% of the total samples. The estimated daily intakes (EDIs) of the pesticides detected were less than 0.1% of their acceptable daily intakes (ADIs), representing that residue levels of the pesticides detected were evaluated as safe.

Key words monitoring, pesticide residue, agricultural product, EDI, ADI

서론

농산물 생산에 있어 양적 및 질적 증대는 소비자뿐 아니라 농민에게도 매우 중요한 사항이며, 특히 인구의 증가와 함께 도래된 식량문제는 국가 안보 문제에 직결되고 있는 것이 현실이다. 따라서 식량의 확보 문제와 소비자들이 질적으로 우수한 농산물을 원하고 있는 시점에서 농약의 중요성을 더욱 더 높아지고 있다(정 등, 2004). 이러한 문제를 해결하기 위

해서는 적기에 농약을 살포하여 병해충과 잡초로부터 농산물을 보호하여 양적 및 질적으로 향상된 농산물을 생산하여야 한다. 현재 사용되고 있는 농약은 약효와 약해뿐만 아니라 독성학적인 면에서 잔류농약의 안전성이 입증된 농약만 등록되기 때문에 유통농산물중에 소량의 농약이 잔류한다고 하여도 안전성면에서는 우려하지 않아도 된다는 것이 과학적인 측면에서의 올바른 판단이다.

또한 안전한 농산물을 소비자에게 공급하기 위하여 우리나라를 비롯하여 세계 각국에서 농산물 중 잔류농약에 대한 모니터링을 실시하고 있다. 미국의 FDA(Food and Drug

*연락처 : Tel. +82-43-261-2562, Fax. +82-43-271-5921

E-mail: kskyung@cbnu.ac.kr

Administration)에서는 농산물에 대한 잔류농약을 모니터링 하여 매년 공개하고 있으며(FDA, 2001), EU(European Union)에서는 각국에서 자체적으로 모니터링을 실시함은 물론이고 회원국이 연합하여 모니터링을 실시하고 있다(EU, 2004). 우리나라에서도 1968년 처음으로 잔류농약 모니터링을 시작하여 현재까지 시행되고 있고 식품의약품안전청에서 농약에 대한 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)을 설정하고 있으며(식품의약품안전청, 2004), 농촌진흥청에서는 농산물의 수확단계에서 농약의 잔류량이 해당농약의 MRL 수준 이하가 되도록 안전사용기준을 설정하고 있다(농촌진흥청,

2004). 또한 국립농산물품질관리원에서는 생산단계에서 잔류허용기준을 설정하는 등 국민의 안전한 먹거리를 위하여 국가적 차원에서 안전성을 평가하고 있다(이 등, 2008).

따라서 이 연구는 청주지역에서 유통되고 있는 농산물 중 농약의 잔류실태를 GLC와 HPLC 및 GC-MSD를 이용한 다 성분동시분석법(식품의약품안전청, 2008; 작물보호연구, 2001)으로 분석한 후 유통농산물 중 잔류농약의 안전성을 평가하기 위하여 실시하였다.

Table 1. Agricultural products collected from wholesale and traditional markets in Cheongju

Type	Group	Agricultural product
Cereal grain	-	Rice(1) ^{a)}
Potato	-	Potato, Sweet potato(2)
Bean	-	Red bean, Black bean(2)
Fruit	Pome fruit	Apple, Pear, Persimmon(3)
	Citrus fruit	Mandarin(1)
	Berries and other small fruit	Strawberry(1)
Vegetable	Leafy vegetable	Chinese cabbage, Lettuce, Perilla leaves, Radish leaves, Broccoli, Chicory(6)
	Stalk and stem vegetable	Welsh onion, Leek, Celery(3)
	Root and tuber vegetable	Radish, Onion, Garlic, Carrot, Ginseng(5)
	Fruiting vegetable	Cucumber, Squash, Tomato, Green pepper, Eggplant, Korea melon(6)
Total		30

^{a)}Figures in parenthesis represent the number of samples collected for the analysis of pesticides

Table 2. Target pesticides for residue monitoring of pesticides

Classification	Pesticide
Insecticide (54) ^{a)}	Acetamiprid, Bifenthrin, Buprofezin, Cadusafos, Carbaryl, Carbofuran, Chlorfenapyr, Chlorfluzaron, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Clothianidin, Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, Diazinon, Dicofol, Diflubenzuron, Endosulfan, EPN, Ethoprophos, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flufenoxuron, Furathiocarb, Halfenprox, Imidacloprid, Indoxacarb, Isoprocarb, Malathion, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Parathion, Permethrin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Pirimiphos-methyl, Pyridaben, Pyridaryl, Tebufenozide, Tebufenpyrad, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Tefluthrin, Terbufos, Tetradiyon, Thiacloprid, Thiamethoxam
Fungicide (46)	Azoxystrobin, Bitertanol, Boscalid, Carbendazim, Chlorothalonil, Cyazofamid, Cymoxanil, Cyprodinil, Dichlofluanid, Diethofencarb, Difenoconazole, Dimethomorph, Diniconazole, Edifenphos, Fenarimol, Fenoxanil, Fludioxonil, Fluquinconazole, Flutolanil, Fthalide, Hexaconazole, Iprobenfos, Iprodione, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Lufenuron, Mepanipyrim, Metalaxyl, Nuarimol, Penconazole, Pencycuron, Probenazole, Procymidone, Pyraclostrobin, Pyrazophos, Pyrimethanil, Tebuconazole, Tetraconazole, Thifluzamide, Tolclofos-methyl, Triadimefon, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Vinclozolin
Herbicide (2)	Butachlor, Pendimethalin
Others (1)	Paclobutrazol(plant growth regulator)

^{a)}Figures in parenthesis represent the total number of pesticides.

Table 3. Pesticide groups categorized with instruments and detectors for multiresidue analysis

Instrument	Group	Pesticide
GLC	ECD 1	Azoxystrobin, Bifenthrin, Chlorfenapyr, Cypermethrin, Dichlofluanid, Difenconazole, Endosulfan, Fenpropathrin, Indoxacarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Lufenuron, Penconazole, Permethrin, Procymidone, Pyridaben, Pyridalryl, Tefluthrin, Tetraconazole, Tetradifon, Triadimefon, Vinclozolin
	ECD 2	Butachlor, Chlorfluazuron, Chlorothalonil, Cyfluthrin, Cyhalothrin, Dicofol, Fenarimol, Fenoxanil, Fenvalerate, Fipronil, Flufenoxuron, Flutolanil, Fthalide, Halfenprox, Iprodione, Nuarimol, Paclbutrazol, Probenzole, Thifluzamide
	NPD 1	Bitertanol, Chlorpyrifos, Cyprodinil, Diazinon, Diniconazole, Ethoprophos, Fenitrothion, Fludioxonil, Iprobenfos, Malathion, Methidathion, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Tebuconazole, Tebufenpyrad, Tolclofos-methyl
	NPD 2	Buprofezin, Cadusafos, Chlorpyrifos-methyl, Edifenphos, EPN, Fenthion, Furathiocarb, Hexaconazole, Metalaxyl, Parathion, Pendimethalin, Pirimiphos-methyl, Pyrazophos, Tebupirimfos, Terbufos, Triflumizole
HPLC	DAD 1	Clothianidin, Imidacloprid, Mepanipyrim, Pencycuron, Pyrimethanil, Tebufenozide, Thiocloprid, Tricyclazole, Trifloxystrobin
	DAD 2	Acetamidrid, Boscalid, Carbendazim, Cyazofamid, Cymoxanil, Diethofencarb, Diflubenzuron, Dimethomorph, Pyraclostrobin, Teflubenzuron
	FLD 1	Carbaryl, Carbofuran, Fluquinconazole, Isoprocarb, Methiocarb, Thiamethoxam
	FLD 2	Fenobucarb, Methomyl

Table 4. Composition of each eluting solvent used for Florisil column chromatography

Eluting solvent	Composition of solvent mixture
C1	<i>n</i> -Hexane:Dichloromethane (80:20, v/v)
C2	<i>n</i> -Hexane:Dichloromethane:Acetonitrile (49.65:50:0.35, v/v/v)
C3	<i>n</i> -Hexane:Dichloromethane:Acetonitrile (48.5:50:1.5, v/v/v)
C4	<i>n</i> -Hexane:Dichloromethane:Acetonitrile (45:50:5, v/v/v)
C5	Dichloromethane:Acetonitrile (50:50, v/v)

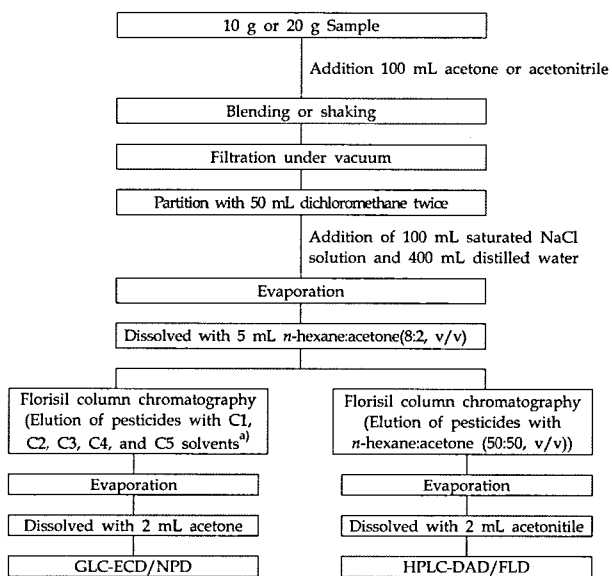


Fig. 1. A scheme for multiresidue analysis of pesticides in agricultural product.

^{a)}Refer to Table 4.

재료 및 방법

시료채취

청주지역의 청주농산물도매시장과 재래시장인 육거리 시장에서 쌀 등 30종을 시장별 2상점에서 총 120점을 2010년 3월 5일에 채취하였으며, 시료채취내역은 Table 1에 제시하였다.

분석대상농약 및 시약

분석대상농약은 Table 2에 제시한 바와 같이 GLC-ECD/NPD, HPLC-DAD/FLD로 다성분동시분석이 가능한 103종 농약을 대상으로 하였으며, 농약 표준품은 국립농산물품질관리원 충북지원에서 분양받아 사용하였다. 잔류농약분석용 시료를 조제하는데 사용한 acetone, *n*-hexane, dichloromethane, acetonitrile은 SK Chemical사(한국)의 GR급을, 표준용액조제 및 HPLC 이동상 조제용으로 사용한 acetone, *n*-hexane, acetonitrile, 증류수는 Burdick & Jackson사의 chromatography급을 사용하였으며, 불순물 정제에 사용한 Florisil은 Fluka사(미국)의 제품을 사용하였다.

표준용액의 검출기별 그룹화

분석대상 농약을 retention time이 겹치지 않도록 분석기기별 및 검출기별로 그룹화하였으며, 이를 Table 3에 제시하였다.

분석용 시료 조제 및 기기분석

균질화한 시료(쌀, 팥, 검은콩, 상추, 들깨잎, 브로콜리, 치

커리, 파, 부추, 셀러리, 마늘, 당근, 인삼, 고추는 10 g, 감자, 고구마, 사과, 배, 감, 밀감, 딸기, 배추, 열무, 무, 양파, 오이, 호박, 토마토, 참외, 가지는 20 g)를 300 mL tall beaker에 넣고 acetone 100 mL(팔, 검은콩, 마늘은 acetonitrile 100 mL)을 넣어 Ultra-Turrax(T25 basic, IKA, 독일)을 이용하여 5분간 blending(쌀, 팥, 검은콩은 증류수 20 mL로 1시간 이상 습윤화한 후 각각의 추출용매를 첨가하여 진탕)한 후 Celite 545를 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 추출용매로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합하였다.

여과액을 400 mL의 증류수와 100 mL의 포화식염수가 들어있는 분액여두에 옮기고 50 mL의 dichloromethane을 첨가하여 Resipro shaker(SR-2W, Taitec, 일본)을 이용하여 270 rpm으로 10분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였으며, 분배액은 무수 황산나트륨으로 탈수하여 35°C에서 감압농축한 후 *n*-hexane:acetone(8:2, v/v) 5 mL로 재용해하여 정제용 시료로 하였다.

130°C에서 5시간 이상 활성화한 Florisil 5 g을 채우고 그 상부에 약 2 g의 무수 황산나트륨을 건식 충전한 후 50 mL의 *n*-hexane으로 안정화한 glass column(1 cm I.D.×22 cm L.)에 재용해한 시료를 옮겼으며, 소량의 *n*-hexane:acetone(8:2, v/v) 혼합액으로 용기를 세척하여 column 상부에 가한 후 흘러버렸다. 연속하여 GC분석용 시료는 Table 4에 명시한 C1, C2, C3, C4, C5 혼합용매 50 mL을 연속해서 흘려 분획별로 농약을 용출하였으며, LC분석용 시료는 *n*-hexane:acetone(50:50, v/v) 혼합용매 50 mL을 흘려 내려 농약을 용출하였다. 각 분획별 용출액은 35°C에서 감압농축한 후 GC분석용 시료는 2 mL acetone, LC분석용 시료는 2 mL acetonitrile에 재용해하여 기기분석하였다.

농산물 시료 중 잔류농약은 GLC-ECD/NPD와 HPLC-DAD/FLD로 분석하였으며, 분석조건은 Table 5, 6, 7과 같다. 또한 GLC에서 검출된 시료는 GC-MSD로 재확인하였으며, 그 분석조건은 Table 8과 같다.

회수율 시험

회수율 시험은 시중에서 구입한 유기농산물 시료를 분석하여 농약이 검출되지 않은 시료를 선택하였으며, 대조구 시료에 농약을 0.1 mg/kg 수준으로 처리하여 시료분석과 동일한 방법으로 수행하였다.

잔류농약의 안전성 평가

검출된 잔류농약의 안전성은 농산물중 검출농약의 평균잔

류량을 기준으로 산출한 일일섭취추정량(estimate daily intake, EDI)을 일일섭취허용량(acceptable daily intake, ADI)로 나눈 ADI 대비 식이섭취율로 평가하였는데 산출 근거는 다음과 같다. 우리나라 성인 평균 체중은 55 kg(이, 1999)을 적용하였고 ADI는 Joint Meeting on Pesticide Residue (JMPR) (WHO/IPCS, 1999)에서 설정한 값을 적용하였으며, 식이섭취량은 국민영양조사보고서(보건복지부, 1998)를 참고하였다. 최종적으로 산출한 ADI 대비 식이섭취율은 다음과 같은 식으로 산출하였다.

- 일일섭취추정량(EDI) =
평균잔류량(mg/kg) × 일일식품섭취량(g/day)/1,000
- 성인의 일일섭취허용량 = ADI × 55 kg
- ADI 대비 식이섭취율 =
(일일섭취추정량/일일섭취허용량) × 100

결과 및 고찰

회수율 시험

농촌진흥청에서 고시한 농산물 중 잔류농약 검사에서 분석법의 적합성은 검출한계 0.05 mg/kg 이하, 회수율 70%이상, 변이계수가 10%이내이다(농촌진흥청, 2008). 본 연구에서 수행된 농산물 중 분석대상 농약의 회수율은 70.95-114.55%이었으며, 정량한계는 0.005-0.02 mg/kg이었으므로 분석법은 양호한 것으로 판단되었다.

농약 검출 내역

채취한 시료 120점을 대상으로 잔류농약을 분석한 결과는 Table 9에 제시한 바와 같이 검출된 시료는 도매시장의 양파에서 penconazole, 재래시장의 부추와 토마토에서 procymidone 그리고 고추에서 tetraconazole이 검출되어 검출빈도는 3.3%이었으며, 그 중에서 잔류허용기준을 초과한 농약은 도매시장의 양파에서 검출된 penconazole이었다. 또한 도매시장의 양파에서 검출된 penconazole을 제외한 모든 농약은 해당 작물에 등록되어 사용 중인 농약이었다(한국작물보호협회, 2009). 재래시장의 부추와 토마토에서 검출된 procymidone의 GC 크로마토그램, GC-MSD로 확인한 total ion chromatogram (TIC)과 spectrum은 Fig. 2와 3에 제시하였다.

채 등(2004)은 식품 중 농약잔류 실태조사 및 안전성 평가 연구에서 부추에서 procymidone이 검출되었다고 보고하였으며, 김 등(2005)은 광주지역 유통 농산물의 농약 잔류실태

Table 5. Gas chromatographic conditions for the analysis of the pesticide residues in agricultural products

Instrument	Agilent 7890 GC equipped with ECD and NPD, U.S.A.		
Column	DB-5, 30 m L. × 0.25 mm I.D., 0.25 µm film thickness		
Temperature	Oven: Programmed from 130°C for 2 min to 200°C at a rate of 7°C/min, increased to 220°C at a rate of 2°C/min and hold for 4 min, and increased to 300°C at a rate of 10°C/min and hold for 6 min Injector: 250°C, Detector: 310°C		
Flow rate	Carrier	N ₂ :	1 mL/min for ECD and NPD
	Detector	H ₂ :	3 mL/min for NPD
		Air :	60 mL/min for NPD
	Make-up	N ₂ :	60 mL/min for ECD 5 mL/min for NPD
Split ratio	10:1 for GLC-ECD and splitless for GLC-NPD		
Injection vol.	1 µL		

Table 6. Liquid chromatographic conditions (DAD) for the analysis of the pesticide residues in agricultural products

Instrument	Agilent 1200 HPLC, U.S.A.			
Detector	Diode Array Detector			
Column	Supelco™ LC-18, 4.6 mm I.D. × 250 mm L. (5 µm)			
Wavelength	254 nm			
Mobile phase	Gradient (A:acetonitrile, B:water)			
	Time	A(%)	B(%)	Flow
	0	20	80	1.0
	2	20	80	1.0
	10	40	60	1.0
	22	75	25	1.2
	28	75	25	1.2
	30	20	80	1.0
Injection volume	10 µL			

Table 7. Liquid chromatographic conditions (FLD) for the analysis of the pesticide residues in agricultural products

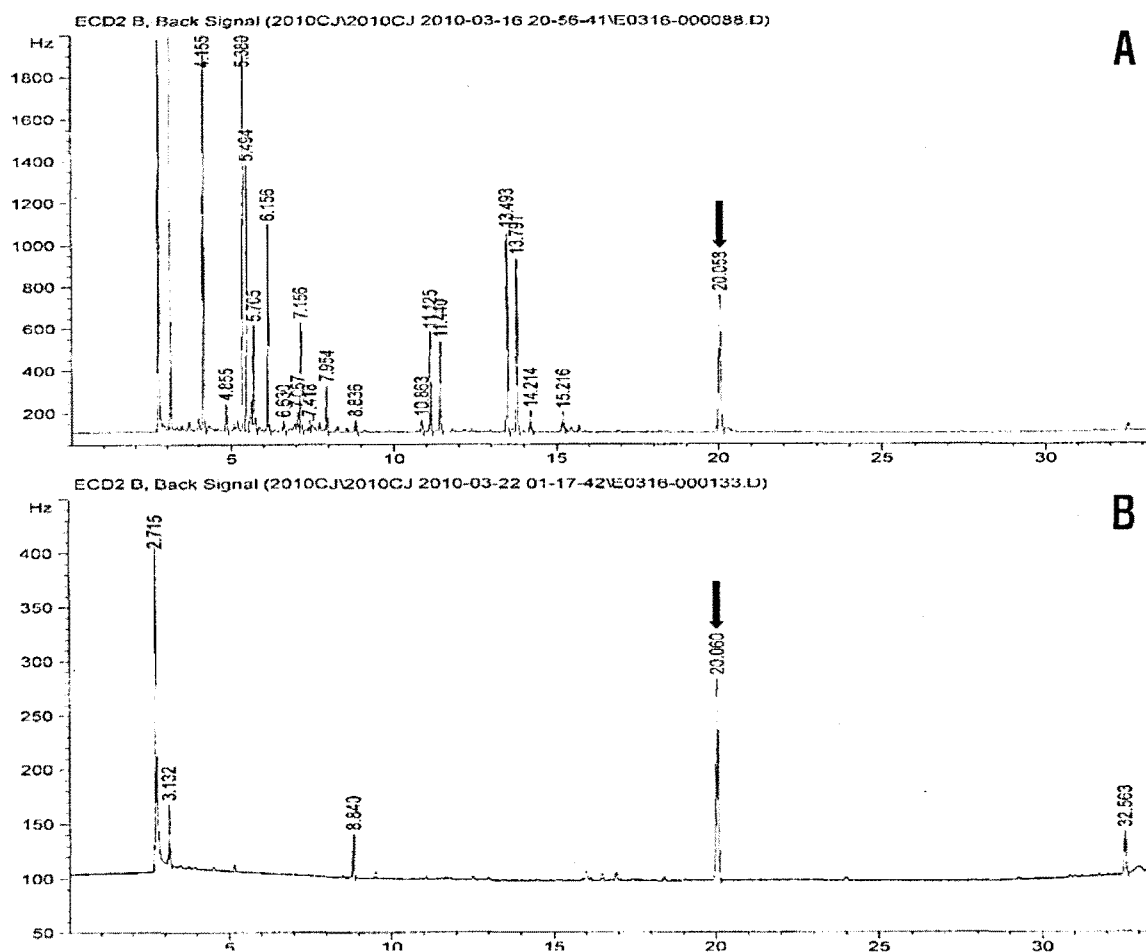
Instrument	Agilent 1200 HPLC, U.S.A.			
Post reactor	VECTOR PCX, Pickering laboratories			
Detector	Fluorescence Detector (Ex. : 340 nm, Em. : 455 nm)			
Column	Supelco™ LC-18, 4.6 mm I.D. × 250 mm L. (5 µm)			
Reactor Temp.	100°C			
Post reactor pump	Pump 1: Hydrolysis reagent (0.3 mL/min)			
	Pump 2: O-Phthalaldehyde (0.3 mL/min)			
Mobile phase	Gradient (A:acetonitrile B:water)			
	Time	A(%)	B(%)	Flow
	0	20	80	1.0
	2	20	80	1.0
	20	70	30	1.0
	25	70	30	1.0
	30	20	80	1.0
Injection vol.	10 µL			

Table 8. GC-MSD operating conditions for the identification of pesticides detected from agricultural commodities

Instrument	Agilent 6890 GC equipped with mass selective detector (MSD), Agilent, U.S.A.
Column	DB-5MS, 30 m L. × 0.25 mm I.D., 0.25 µm film thickness
Temperature	Oven: Programmed from 80°C for 2 min, increased to 250°C at a rate of 7°C/min, increased to 280°C at a rate of 5°C/min and hold for 20 min, and increased to 300°C at a rate of 10°C/min and hold for 5 min
Flow rate	Carrier gas (He) : 1 mL/min
Solvent delay time	4 min
Split mode	Splitless
Injection vol.	1 µL

Table 9. Lists of pesticides detected from the agricultural products collected from markets

Market	Agricultural product	Pesticide detected	Concentration (mg/kg)	Max. residue limit (mg/kg)
Wholesale	Onion	Penconazole	0.094	0.1 for cucumber
	Leek	Procymidone	0.470	0.05 for others
Traditional	Tomato	Procymidone	0.013	5.0
	Green pepper	Tetraconazole	0.042	1.0

**Fig. 2.** Typical GLC-ECD chromatograms showing procymidone detected from leek (A) and tomato (B) collected from traditional market.

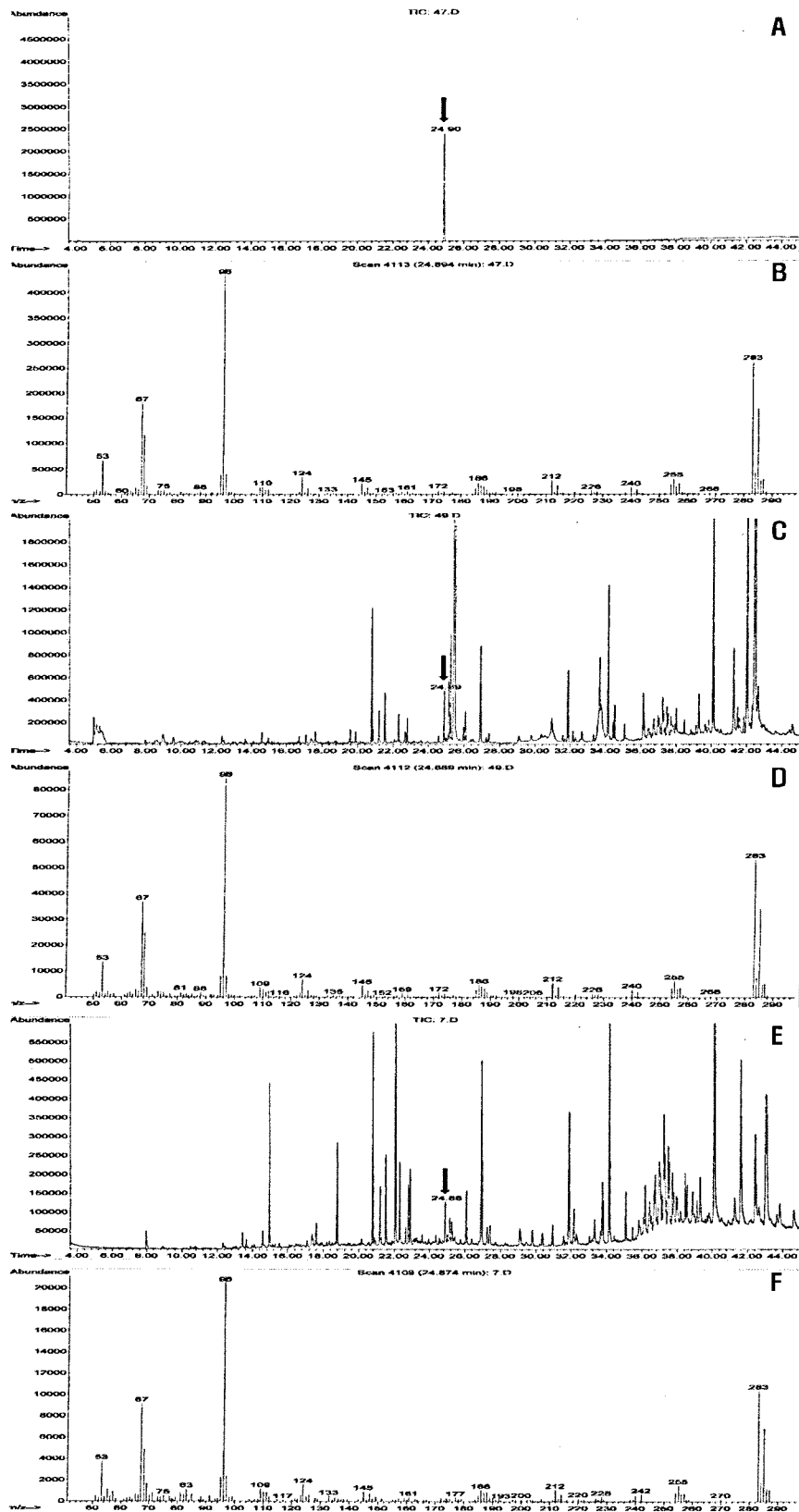


Fig. 3. Typical total ion chromatograms (TICs) and GC-MSD spectra of procymidone standard and detected from leek and tomato at traditional market. A: TIC of procymidone standard, B: Mass spectrum of procymidone standard, C: TIC of procymidone detected from leek, D: Mass spectrum of procymidone detected from leek, E: TIC of procymidone detected from tomato, F: Mass spectrum of procymidone detected from tomato.

Table 10. Safety assessment of pesticide residues in agricultural products collected from wholesale and traditional markets in Cheongju

Market	Agricultural product	Pesticide detected	Concentration (mg/kg)	Daily food intake (g)	MRL (mg/kg)	EDI ^{a)} (mg/kg)	ADI ^{b)} (mg/man/kg)	% ADI ^{c)}
Wholesale	Onion	Penc-nazole	0.094	14.6	0.1 for cucumber	0.00137	0.03	0.08318
	Leek	Procy-midone	0.47	1.0	0.05 for others	0.00047	0.1	0.00855
Traditional	Tomato	Procy-midone	0.013	1.4	5.0	0.00002	0.1	0.00033
	Green pepper	Tetraconazole	0.042	5.2	1.0	0.00022	0.004	0.09927

^{a)}Average concentration (mg/kg)×daily food intake (kg/man/day)

^{b)}ADI×55 kg

^{c)}% ADI=(estimate daily intake/acceptable daily intake) × 100

조사연구에서 procymidone의 검출빈도가 가장 높았다고 보고하였다. 또한 한 등(2003)은 대전시 노은 도매시장 채소류의 농약 잔류 실태 및 식이섭취량 추정연구에서 방울토마토에서 procymidone이 검출되었다고 보고하였다. 이 등(2005)이 보고한 남부지역 시설채소 재배 농가의 농약 사용실태에서 오이에서 penconazole, 토마토에서 procymidone, 고추에서 tetraconazole이 검출된 결과와 유사하였다. 김 등(2007)이 procymidone은 모니터링에서 다빈도 검출 농약이라고 국내 유통 농산물의 농약 잔류실태 모니터링에서 보고하였다.

시장별 검출빈도는 도매시장 0.83%, 재래시장 2.5%로 재래시장이 도매시장보다 높은 검출빈도를 보였다. 이러한 결과는 박 등(2000)의 도내 유통되는 농산물의 농약 잔류량 조사와 안전성 연구에서 유통 경로별 농약 잔류량에 관한 조사에서 재래시장>경매(도매)시장>대형매장 순으로 검출빈도가 높게 결과와 대동소이하였다. 또한 권 등(2002)이 보고한 부산지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사연구(III)의 높은 검출빈도를 나타내는 시장의 순위가 재래시장>중대형 유통점=농산물도매시장인 결과와 유사하였다.

잔류농약의 안전성 평가

해당 작물에서 검출된 농약의 안전성 평가를 위해 ADI 대비 식이섭취율을 산출하였다. Table 10에 제시한 바와 같이 도매시장의 양파에서 검출된 penconazole은 ADI의 0.08%이었다. 재래시장의 경우 부추와 토마토에서 검출된 procymidone은 ADI의 0.008% 이하이었으며, 고추에서 검출된 tetraconazole은 ADI의 0.1% 미만으로 모두 ADI의 0.1% 미만으로 나타나 해당 농약만의 잔류량은 매우 안전한 것으

로 판단되었다. 이 결과는 한 등(2003)이 보고한 대전시 노은 도매시장 채소류의 농약 잔류 실태 및 식이섭취량 추정에서 모든 시료에서 검출된 농약은 ADI의 0.5% 이하였다는 보고와 유사하였고, 이 등(2008)이 보고한 청주 및 전주지역 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링은 ADI의 0.1%이하로 농약이 인체에 주는 영향은 매우 낮은 것으로 판단된다고 보고와 유사하였다.

감사의 글

이 논문은 2008학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- EPA (1992) Guidelines for exposure assessment.
 European Commission (2004) Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein 2002 Report, SANCO/17/04 final.
 U.S. Food and Drug Administration (2001) Food and Drug Administration, Pesticide Program, Residue Monitoring.
 WHO/IPSC (1999) IPCS(International Program on Chemical Safety), Inventory of IPCS and other WHO pesticide evaluations and summary of toxicological evaluations performed by the Joint Meeting on Pesticide Residue(JMPR), 3rd edition.
 권혁동, 구평태, 최경희, 조현철, 이원규, 반재훈, 이상훈 (2002) 부산지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사연구(III), 부산광역시 보건환경연구원보 12:76~99.
 김미라, 나미애, 정우영, 감창수, 선남규, 서은채, 이은미, 박유경, 변정아, 엄준호, 정래석, 이진하 (2008) 지역특산품 중 잔류농약

실태조사, 농약과학회지 12(4):323~334.

김성훈, 최원조, 백용규, 김우성 (2008) 국내유통농산물 중 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가, 한국식품영양과학회지 12(4):323~334.

김종필, 강경리, 양용식, 이향희 정재근, 김은선 (2005) 광주지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사연구, 식품위생안전성학회지 20(3):165~174.

김희연, 윤상현, 박형준, 이진하, 곽인신, 문형실, 송미혜, 장영미, 이명숙, 박종석, 이광호 (2007) 국내 유통 농산물의 농약 잔류실태 모니터링, 한국식품과학회지 39(3):237~245.

농촌진흥청(2004) 농약관리법 고시 훈령집 (개정 증보판), pp.357~390.

농촌진흥청고시 (2008) 농약의 등록시험 기준과 방법 제 2008-4호, pp.174~176

보건복지부 (1998) 국민영양조사결과보고서.

식품의약품안전청 (2008) 식품공전 (제II권) pp.10-9-1-1~10-15-5-52.

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

이서래 (1999) 한국인의 평균 체중에 대한 자료, 식품과 산업 32(4):65~66.

이은영, 노현호, 박영순, 강경원, 조성용, 이승열, 박인영, 김태화, 진용덕, 경기성 (2008) 청주 및 전주지역 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링, 농약과학회지 12(4):357~362.

정영호, 김장억, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현 (2004) 최신농약학, 시그마프레스(주) pp.1~7.

채갑용, 이영자, 이종욱, 김우성, 김소희, 강윤숙, 이선화, 김상엽, 정동운, 김형수, 김영탁, 김홍표, 최재천, 마정애, 최희주, 김양선, 남혜선, 치용훈, 이진하, 오해성, 윤상현, 홍혜미, 이주연, 최수영, 방옥균, 안상희 (2004) 식품의 농약 잔류실태조사 및 안전성 평가 연구, 식품의약품안전청연구보고서 8(2):1960~1968.

한국작물보호협회 (2009) 농약사용지침서, p.262, pp.323~326.

한국탁, 이규승, 이은경, 이용재, 고광용, 원동준, 이정원, 권순덕 (2003) 대전시 노은 도매시장 채소류의 농약 잔류 실태 및 식이섭취량 추정, 한국환경농학회지 22(3):210~214.

청주지역 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가

노현호 · 강경원 · 박영순 · 박효경 · 이광현 · 이재운 · 엽경원 · 이은영¹ · 진용덕² · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 농화학과, ¹(주)동부하이텍 동부기술원 농생명연구소, ²국립농업과학원 농산물안전성부

요 약 청주지역에서 유통중인 농산물 중 농약의 잔류실태를 조사하고 안전성을 평가하기 위하여 도매시장과 재래시장에서 총 120점의 농산물을 채취하여 GLC와 HPLC 및 GC-MSD를 이용한 다성분동시분석법으로 농산물중 잔류농약을 분석하였다. Procymidone과 penconazole 및 tetraconazole과 같은 3종의 살균제가 양파, 부추, 토마토, 풋고추에서 검출되었다. 도매시장에서 채취한 양파에서 살균제 penconazole이 검출되었으며, 재래시장의 경우는 살균제 procymidone이 부추와 토마토에서, 살균제 tetraconazole이 풋고추에서 검출되어 3.3%의 검출율을 나타내었다. 검출된 농약의 일일섭취추정량(EDI)은 일일섭취허용량(ADI)의 0.1% 미만으로 안전한 것으로 판단되었다.

색인어 모니터링, 잔류농약, 농산물, 일일섭취추정량, 일일섭취허용량