

과제구분	공동연구		수행시기	전반기	
연구과제 및 세부과제	연구분야 (Code)	수행 기간	과제책임자 및 세부책임자		
유해물질 안전관리를 위한 모니터링 및 노출평가	농업환경 ES0101	'09~'11	국립농업과학원	홍수명	
1) 강원도농업기술원의 잔류농약과 중금속분석시스템 구축 및 농특산물 모니터링	농업환경 ES0101	'09~'11	환경농업연구과	최승출	

ABSTRACT

This study was conducted to set up the analysis system on hazard substances, pesticide residues and heavy metals, and to monitor those substances in agricultural product such as Ginseng, Green pepper, paprika which produced in Gangwon-do. 18 samples of ginseng were monitored about pesticide residue. Tolclofos-methyl was detected in 10 samples. The amount of maximal Tolclofos-methyl residue was about 25% of MRL. In paprika examined 15 samples, Chlorfenapyr was detected in 10 samples and its maximal level was 26% of MRL. As for Green pepper, 47 samples were monitored. 3 fungicides including Azoxystrobin and 8 insecticides including Chlorpyrifos were detected. the maximal amount of each pesticide residue was about 2-60% of MRL. Heavy metals, As, Cd, Hg, Pb, Cr⁺⁶, Cu, Ni, Zn, were monitored in soil which cultured the samples of pesticide residues examined. but all of them was lower than soil-contamination criteria

1. 연구목표

- 강원지역 농특산물의 농약 및 중금속 잔류실태조사 및 식이노출량 평가로 안전 농산물 생산 기반을 구축하여 소비자 신뢰 회복
- 잔류농약 및 중금속 정밀분석기술 확립

2. 재료 및 방법

가. 유해물질 조사 시료

강원도 농특산물 인삼, 풋고추, 파프리카의 잔류농약 실태를 조사하기 위하여 수확기에 주산단지 농가포장을 방문하여 0.5-1kg을 채취하였고 중금속 분석을 위한 토양은 잔류농약 분석시료와 동일포장에서 채취하여 분석하였다.

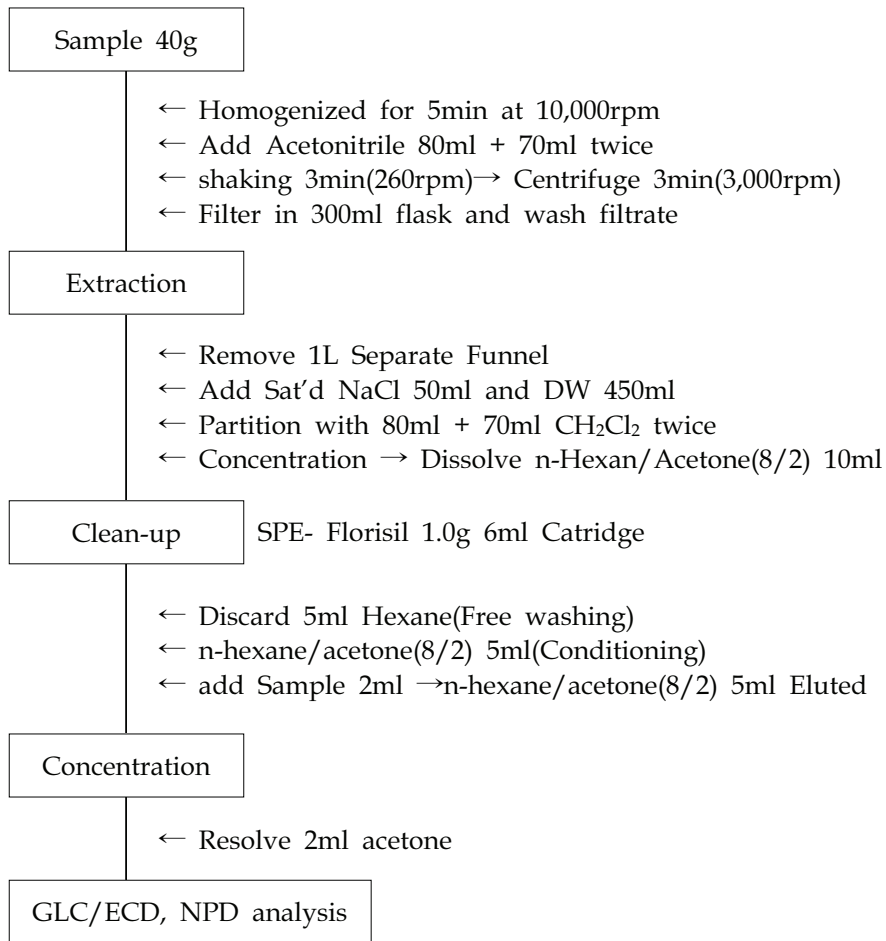
나. 유해물질 분석내용 및 분석법

인삼과 풋고추의 잔류농약은 살충제 56성분, 살균제 38성분, 제초제 18성분 등 총 112성분 (표. 1)을 GC 다성분 동시분석법(박 등, 2004))으로 조사하였다. 즉 시료 40g을 Acetonitrile 로 추출 후 dichloromethane으로 2회 분배 추출하여 Sep-pak, Florisil 칼럼을 이용 정제하고 Acetone에 녹여 GLC-ECD, GLC-NPD로 정성,정량 분석하였다. 전처리 과정과 분석기기 및 분석조건은 그림.1과 같다.

인삼, 풋고추 재배토양의 중금속은 As, Cd, Hg, Pb, Cr⁺⁶, Cu, Ni, Zn 등 8성분을 조사하였으며 왕수추출법에 의한 전함량을 농촌진흥청 표준분석법으로 수행하였다.(농업과학기술원, 2000)

표. 1 모니터링 농약성분(112종)

살충제	Acrinathrin, alpa-cypermethrin, beta-cypermethrin, zeta-cypermethrin, theta-cypermethrin, Bifenthrin, Bitertanol, Cadusafos, Carbosulfan, Chlorfenapyr, chlorfluazuron, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Cypermethrin, Cyhalothrin, Deltamethrin, Diazinon, Dicofol, Dimethoate, Endosulfan, EPN, Ethoprophos, Etrimfos, Fenazaquin, Fenitrothion, Fenothiocarb, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flufenoxuron, Furathiocarb, Halfenprox, Indoxacarb, L-cyhalothin, Lufenuron, Malathion, Methidathion, Myclobutanil, Permethrin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Primiphos-methyl, Profenofos, Prothiofos, Pyridaben, Pyridalyl, Pyrimidifen, Tebufenpyrad, Terbufos, Tebupirimfos, Tefluthrin, Tralomethrin, Triazophos, Triflumuron(56성분)
살균제	Amitraz, Buprofezin, Chlorothalonil, Cypronidil, Cyproconazole, Dichlofluanid, Difenconazole, Diniconazole, Etoxazole, Fenarimol, Fenbuconazole, Fenoxanil, Fludioxonil, Flusilazole, Folpet, Hexaconazole, Iprobenfos, Iprodion, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Mepronil, Metalaxyl, Metconazole, Nuarimol, Ofurace, Penconazole, Prochloraz, Probenazole, Procymidone, Pyrazophos, Tebuconazole, Tetraconazole, Thifluzamide, Tocolfos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Triflumizole, Vinclozoline(38성분)
제초제	Alachlor, Butachlor, Dimepiperate, Dimethenmid, Diphenamid, Dithiopyr, Indanofan, Mefenacet, Methabenzthiazuron, Molinate, Napropamide, Oxadiazone, Paclobutrazole, Pendimethalin, Propanil, Terbutylazine, Thiazopyr, Trifluralin(18성분)



GC 분석조건

- Instrument : Agilent 7890 Gas Chromatograph
- Detector : μ ECD, NPD
- Column : DB-5 (30m \times 0.25mm \times 0.25 μ m)
- Gas Flow rate : Col. N₂ gas ECD 1.3ml/min, NPD 1.0ml/min
 - μ ECD : Makeup Gas N₂ 60ml/min
 - NPD : H₂ 2.0ml/min, Air 60ml/min, Makeup N₂ 5.0ml/min
- Temperature
 - Inj. 250 $^{\circ}$ C, Det. 320 $^{\circ}$ C
 - Col. 80 $^{\circ}$ C(2)-10 $^{\circ}$ C/min 200 $^{\circ}$ C(0)-2 $^{\circ}$ C/min 220 $^{\circ}$ C(4)-10 $^{\circ}$ C/min 280 $^{\circ}$ C(4)
- Injection vol. 1 μ l (ECD Split 30:1, NPD Splitness)

그림 1. 전처리 방법 및 GC 분석조건

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 잔류농약 모니터링

강원지역 농특산물의 잔류농약의 모니터링은 2009년도에는 파프리카 15점, 풋고추 22점은 대상으로 수확기 가식부위의 농약잔류량을 조사한 결과(표. 2) 파프리카에서는 살충제 성분인 Chlorfenapyr 성분이 66.7%인 10점에서 검출되었는데 최대검출량은 MRL의 25.9% 수준이었고, 풋고추에서는 Chlorfenapyr 성분이 9점, Kresoxim-methyl이 2점, Bifenthrin, Buprofezin가 각1점에서 검출되었고 검출량은 잔류허용기준 미만이었다.

표 2. 농작물 시료중 농약잔류량 및 검출빈도(2009)

작물명 (시료수)	성분명	검출수 (점)	검출율 (%)	검출현황(ppm)			MRL (mg/kg)
				최소량	최대량	평균	
파프리카(15)	Chlorfenapyr	10	66.7	0.033	0.181	0.079	0.7
	검출성분(1)	10	66.7	0.003	0.181	0.079	
풋고추(22)	Chlorfenapyr	9	40.9	0.008	0.378	0.117	0.7
	Kresoxim-methyl	2	9.1	0.025	0.337	0.181	2.0
	Bifenthrin	1	4.5	0.235	0.235	0.235	0.5
	Buprofezin	1	4.5	0.138	0.138	0.138	1.0(3.0)
	검출성분(4)	13	14.7				

2010년에는 인삼 8점과 풋고추22점의 농약잔류량을 조사한 결과(표. 3), 인삼은 Tolclofos-methyl이 12.5%, 풋고추는 Chlorfenapyr, Bifenthrin, Buprofezin가 각각 23.1, 23.1, 15.4% 검출되었고 검출량은 MRL 미만이었다.

표 3. 농작물 시료중 농약잔류량 및 검출빈도(2010)

작물명 (농가수)	성분명	검출수 (점)	검출율 (%)	검출현황(ppm)			MRL (mg/kg)
				최소량	최대량	평균	
인삼(8)	Tolclofos-methyl	1	12.5	0.075	0.075	0.075	0.7
	검출성분(1)	1	12.5				
풋고추(13)	Chlorfenapyr	3	23.1	0.062	0.423	0.210	0.7
	Bifenthrin	3	23.1	0.009	0.092	0.056	0.5
	Buprofezin	2	15.4	0.035	0.044	0.040	1.0
	검출성분(3)	8	20.53				

2011년도에는 인삼 10농가, 풋고추 12농가에서 채취한 시료를 조사한 결과 인삼은 9농가에서 유기인계 살균성분인 Tolclofos-methyl이 검출되었는데 최대검출량은 MRL 대비 25% 수준이었다. 그리고 풋고추는 4농가 시료에서 Azoxystrobin 등 살균성분 2종, Chlorpyrifos 6살충성분이 MRL 대비 2-38% 수준으로 검출되었다.(표. 4)

표 4. 농작물 시료중 농약잔류량 및 검출빈도(2011년)

작물명 (시료수)	성분명	검출수 (점)	검출율 (%)	검출현황(ppm)			MRL (mg/kg)
				최소량	최대량	평균	
인삼(10)	Tolclofos-methyl	9	90	0.004	0.075	0.014	0.3
	검출성분(1)	1	90				
풋고추(12)	Azoxystrobin	2	16.7	0.120	0.403	0.262	2.0
	Chlorpyrifos	2	16.7	0.043	0.194	0.119	0.5
	Chlorfenapyr	2	16.7	0.050	0.073	0.062	0.7
	Cypermrthrin	1	8.3	0.057	0.057	0.057	0.5
	Fenvalerate	2	16.7	0.014	0.041	0.028	1.0
	Indoxacarb	2	16.7	0.008	0.022	0.015	1.0
	Prochloraz	1	8.3	0.189	0.189	0.189	3.0
	Pyridaryl	1	8.3	0.147	0.147	0.147	2.0
	검출성분(8)	13	13.6				

2009년부터 2011년 까지 강원도 주산단지에서 채취한 인삼 및 풋고추에 대한 농약 잔류 실태 및 검출량을(표 5)에 정리하였다. 인삼에서는 살균성분인 Tolclofos-methyl이 56%검출되었고 최대검출량은 MRL 대비 25% 수준이었다. 풋고추에서는 Azoxystrobin 등 살균제 성분 3종, Chlorpyrifos 등 살충제 성분 8종이 검출 되었으며 최대검출량은 MRL 대비 2-60% 수준이었다. 이들 성분들을 유효성분으로 하는 다양한 상품이 적용약제로 시판되고 있다.(표 6) 따라서 본 자료를 강원도 인삼 및 풋고추 주산단지 농업인에게 제공하여 영농 참고자료로 활용하고자 한다.

표 5. 농작물 시료 중 농약잔류 현황 및 검출량(2009~2011년)

작물명 (시료수)	성분명	검출수 (점)	검출율 (%)	검출량(mg/kg)			MRL (mg/kg)
				최소량	최대량	최대량/MRL	
인삼(18)	Tolclofos-methyl	10	56.0	0.004	0.075	0.25	0.3
풋고추(47)	Azoxystrobin	2	4.3	0.120	0.403	0.57	2.0
	Prochloraz	1	2.1	0.189	0.189	0.06	3.0
	Kresoxim-methyl	2	4.3	0.025	0.337	0.16	2.0
	Chlorpyrifos	2	4.3	0.043	0.194	0.38	0.5
	Chlorfenapyr	14	29.8	0.008	0.423	0.60	0.7
	Cypermethrin	1	2.1	0.057	0.057	0.11	0.5
	Fenvalerate	2	4.3	0.014	0.041	0.04	1.0
	Indoxacarb	2	4.3	0.008	0.022	0.02	1.0
	Pyridaryl	1	2.1	0.147	0.147	0.07	2.0
	Bifenthrin	4	8.5	0.009	0.235	0.47	0.5
	Buprofezin	3	6.4	0.035	0.138	0.13	1.0
검출성분(11)		34					

표 6. 주요 검출농약 현황표(2009~2011년)

작물명	성분명	상표명	적용병해
인삼	Tolclofos-methyl	리조렉스	모잘록병
꽃고추	Azoxystrobin	아비스타, 센세이션, 나타나, 오티바	역병, 탄저병, 흰가루병
	Prochloraz	두아졸, 사천왕, 스트로곤	젓빛곰팡이병, 흰가루병, 탄저병
	Kresoxim-methyl	크레이트, 헤비치	탄저병
	Chlorpyrifos	질풍, 강타자, 깍지탄, 선발대	담배나방, 진딧물
	Chlorfenapyr	섬광, 스트라이크, 포위망, 태클	꽃노랑총채벌레, 담배나방, 차면지용애
	Cypermethrin	싱싱	담배나방, 진딧물(목화, 복숭아)
	Fenvalerate	스미사이딘, 플래튼, 멀나방탄, 박살나	복숭아혹진딧물, 담배나방
	Indoxacarb	암메이트, 스투어드, 아바나	담배나방
	Pyridaryl	프레오	담배나방
	Bifenthrin	나도야, 후러니, 파발마	담배나방, 오이총채벌레
	Buprofezin	검객, 퍼스트킹, 백승	꽃노랑총채벌레, 진딧물, 담배가루이

(시험 2) 중금속 모니터링

파프리카, 꽃고추, 인삼 주산단지에서 작물재배 토양을 2009- 2011년 토양시료를 채취하여 As, Cd, Hg, Pb, Cr⁺⁶, Cu, Ni, Zn 등 중금속8성분을 조사한 결과 모든 토양시료에서 중금속 함량은 토양오염우려기준 미만이었다.

4. 적 요

강원도 농특산물(인삼, 꽃고추, 파프리카)의 농약잔류량 조사를 위하여 주산단지에서 인삼은 18농가, 꽃고추는 47농가, 파프리카는 15농가에서 수확기 농산물 시료를 채취하여 농약잔류량을 조사하였고 또한 재배토양을 채취하여 중금속을 조사한 결과는 다음과 같다.

파프리카는 15농가 중 9농가에서 Chlorfenapyr 성분이 66.7%인 10점에서 검출되었는데 최대검출량은 MRL의 25.9% 수준이었고, 인삼은 18시료를 분석한 결과 10시료에서 Tolclofos-methyl이 검출되었고, 최대 검출량은 MRL의 25%, 꽃고추에서는 47시료에서 Azoxystrobin 등 살균제 성분 3종, Chlorpyrifos 등 살충제 성분 8종이 검출 되었으며 최대 검출량은 MRL 대비 2-60% 수준이었다. 재배지 포장의 토양의 중금속 함량은 모두 토양오염우려기준 미만 이었다.

5. 인용문헌

- 오병렬, 신진섭, 안인. 2000. 농산물 안전성확보 및 유해물질 관리방안. 한국 농약과학회 학술발표초록집. 2000;5
- 이주영, 최원조, 이희정, 신용윤, 도정아, 김우성, 최동미, 채갑용, 강창순. 2010. 2009년 유통 농산물 중 잔류농약 실태조사. Journal of Food Hygiene and Safety. 25(2); 192-202.
- 박주황, 김택겸, 오창환, 김정환, 이영득, 김장억. 2004. Gas-Liquid Chromatography를 이용한 사과 및 배 중의 농약 다성분 잔류분석법. Korean Journal of Environmental Agriculture. 23(3); 148-157
- 국립농산물품질관리원(2009). 2009 농산물 안전성조사 추진계획
- 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2011(3년차)	영농활용	강원 농특산물(인삼, 풋고추) 잔류농약 실태와 농업인 지도 자료

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					09	10	11
책임자	환경농업연구과	농업연구사	최승출	과제 총괄	○	○	○
공동연구자	"	농업연구관	안문섭	과제 수행지원	○	○	○
공동연구자	"	농업연구사	임수정	과제 수행지원	○	○	
공동연구자	"	농업연구사	김세원	과제 수행지원	○	○	○
공동연구자	"	농업연구관	강안석	과제 수행지원	○	○	○
공동연구자	"	농업연구사	서영호	과제 수행지원			○
공동연구자	원예연구과	농업연구사	전신재	과제 수행지원	○	○	
공동연구자	환경농업연구과	계약직	김남호	잔류농약 분석		○	○