

잔류농약, 무기물 분석에 의한 유기농 채소의 판별 : 유기농 채소의 잔류농약 함량

김형열[†] · 이근보
서일대학 식품가공과

Content of Pesticide Contaminants Content in Organic Vegetables

Hyong-Yol Kim[†] and Keun-Bo Lee

Dept. of Food Science and Technology, Seoil College, Seoul 131-208, Korea

Abstract

Pesticide contaminants content was determined about both general vegetables marketed at Garak-dong market and organic vegetables cultivated at Hongchun, Kangwon-do. The vegetables were kale, Angelica Keiskei Koidz, celery, lettuce and Allium fistulosum. Pesticide contaminants content of 5 kinds general vegetables were 93.5, 57.7, 112.4, 76.5, 65.2 ppm, respectively. This residual levels were showed 75.35, 70.68, 78.49, 70.49% about standard level, respectively. Angelica Keiskei Koidz was not able to calculate the residual level because the standard level was not established in Korea. In contrast, the residual levels of organic vegetables were determined 36.4, 21.0, 42.9, 29.1, 25.1ppm, respectively. This level was about 30% of standard level, 38.93, 36.40, 38.17, 38.04, 38.50% of general vegetables. At the result, pesticide contaminants content of organic vegetables was less than 40% of general vegetables.

Key words : pesticide contaminants, organic vegetable, general vegetable, residual level

서 론

식량생산에 있어서 농약이 기여한 공로는 매우 크다. 그러나 농약의 무절제한 사용은 농약잔류에 의한 식품의 오염문제를 초래하였고 1960년대부터 사회적으로 크게 문제화되기 시작하였다. 이에 따라 선진외국에서는 잔류농약에 대한 광범위한 조사연구가 수행되었고, 식품 중 농약의 잔류허용량을 설정하기에 이르렀다. 국제식품규격위원회(codex alimentarius commission)의 하부기관인 잔류농약규격부회(codex committee on pesticide residues)에서는 1966년부터 국제식품규격계획(joint FAO/WHO food standard programme)의 일환으로 식품 중 잔류농약의 국제적 허용량을 설정하는 작업이 추진된 바 있다(1-5). 우리나라에서는 1949년부터 DDT, BHC, heptachlor, drin제, toxaphene 등의 유기염소계 살충제를 사용하여 1974년까지 2,617톤에 이르는 대량이 살포되었다(6).

한편, 국내에서는 1971년부터 잔류독성 농약의 작물별 안전사용기준에 따라 농약사용을 규제하고 있고 1981년부터 환경안전의 측면에서 21종의 농약성분에 대한 농작물 중 농

약잔류 허용기준이 설정되었으며(3) 그 후 현재는 식품공전(7)에서 농산물 개별 잔류농약 허용기준이 설정되어 시행되고 있는 실정이다. 1980년대 국내에서 시판된 농약의 품목은 140여종에 달하며 유기염소계의 사용이 제한된 이후 유기인제제와 carbamate제의 소비량이 계속 증가추세(8)에 있으나 식품원료에 오염된 농약 잔류분이 식용하기 전의 조리 가공 중 일어나는 분해 또는 제거효과에 대하여는 국내외적으로 볼 때 그 연구가 매우 제한되어 있다(9). 더욱이 생식을 주로 하게 되는 과일, 채소에 오염된 유기인제제가 식용하기 직전의 수세과정에 의하여 어느 정도 제거되는지에 관한 연구는 국내에서 거의 찾아보기 힘든 실정이다. 심 등(4)이 상추, 열무, 배추, 풋고추, 딸기 및 포도를 대상으로 말라티온 잔류분의 세척효과를 측정된 결과에 의하면 가정에서의 세척기준에 준하여 물로 3회 세척한 후의 말라티온 잔류율은 각각 38.9, 29.7, 57.5, 25.2, 28.0, 9.7%였고, 연성세제로 1회 세척 후 물로 2회 세척한 경우에는 각각 27.2, 15.8, 45.9, 8.3, 24.8, 1.6%로 세제에 의한 효과가 현저히 증가한 것으로 보고한 바 있다.

이러한 학계에서의 연구결과와는 별도로 이제는 일반인들도 잔류농약에 의한 폐해를 어느 정도 감지하게 되었으며, 과거와 달리 이제는 식생활도 양적 팽창보다는 질적성장을 추구함과 동시에 건강지향이 보편화됨에 따라 점진적으로

[†]Corresponding author. E-mail : hrkim@seoil.ac.kr, Phone : 82-2-490-7456, Fax : 82-2-490-7456

유기농산물에 대한 인식이 새로워지고 있는 실정이다. 이들 유기농산물을 원료로 사용하였다는 점은 제품의 상대 우위 확보 및 판매력과 동시에 순이의 증대로 이어지고 있으나 가장 큰 문제점은 정확한 분석 및 판별법이 확립되어 있지 못하다는 점이다. 본 연구에서는 유기야채와 일반재배 야채에 대하여 몇 가지 항목의 표준지표를 설정하고 분석하여 그 결과를 토대로 일반 야채와 유기농 재배 야채의 판별을 시도해 보고자 행하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 재료로 사용한 야채류는 케일, 신선초, 셀러리, 상추, 파의 5종으로 유기농 야채는 강원도 홍천의 유기농 단지 내에서 직접 재배한 것을 시료로 하였으며, 대조군으로 활용한 일반 야채류는 서울 가락동 농수산물시장에서 구입한 것을 사용하였다.

엽면시비 방법

본 연구에서 화학비료 대신 사용한 엽면시비(leaf face fertilization)용 액즙 원료의 조성 및 함량은 Table 1에 나타난 바와 같이 행하였다. 즉, 인삼 7 kg과 도라지 18 kg을 깨끗이 세척하여 마쇄하기 쉽도록 5 cm 길이로 절단하고, 80 kg의 양파는 각각 4절로 쪼개어 고속 원심식 믹서(SANTOS, Germany)로 마쇄하였다. 콩은 80 kg을 24시간 동안 물에 침지시킨 후 맷돌로 갈았다. 동태 15 kg에 4배의 물을 가하고 2시간 동안 끓여낸 후 이 추출물과 위에서 마쇄한 것을 혼합하여 10일간 실온(현지의 온도, 습도, 급수, 환기 및 채광 등이 자동 조절되는 전자동시스템 시설 확보)에서 발효시켜 엽면시비용 액즙을 만들었다. 이 액즙을 500배로 희석하고 자동급수장치를 이용하여 5일 간격으로 재배되고 있는 야채에 자동분무하는 방식으로 엽면에 시비하였다.

잔류농약 성분의 추출

야채로부터 농약성분의 추출은 김 등(10)의 방법에 따라 n-hexane을 이용한 soxhlet법에 의하였으며, 시료 2.0 g에 n-hexane 150 mL를 가하여 7시간 동안 환류추출하였다.

야채시료 중에 함유되어 있는 잔류량보다 더 높은 농도의 시료를 조제하기 위하여 4 mg/kg의 농도에 해당하는 각각의 농약을 spike 시키고 하루 동안 방치한 다음 동일한 방법으로 추출하였다.

잔류농약 성분의 정량

n-Hexane으로 추출한 추출액을 여과한 다음 적당량의 물

을 가하고 n-hexane 30 mL로 3회 추출한 후 소량이 남을 때까지 감압 농축하였다. 감압 농축된 액을 Florsil 6.5 g으로 충전된 gas column에 loading한 후 n-hexane 100 mL로 세척하고 n-hexane:acetone(99:1, v:v)으로 용출시켰다. 이 용출액을 1 mL 정도로 감압 농축하고 질소가스로 완전히 건조시켰다. 이 건조 시료를 acetone 10 mL에 재용해시켜 GLC-ECD (Varian-STAR 3400CX, USA)를 이용하여 분석하였다(11-12). 야채의 잔류농약 분석을 위한 GLC의 분석 조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Raw material contents of sap for leaf face fertilization

Material	Content(% , w/w)
Ginseng	3.5
Root of bellflower	9.0
Onion	40.0
Soybean	40.0
Fish	7.5

Table 2. Operating conditions for gas chromatographic analysis of pesticide contaminants in various vegetables

Item	Condition
Model	Varian-STAR 3400CX(USA) 63Ni-ECD(Electron Capture Detector)
Temp. of	Injector : 250°C Detector : 300°C Column : Initial temp. - 180°C, Hold time - 1 min. Rate(°C/min) - 6 Final temp. - 220°C Hold time - 3 min Rate(°C/min) - 10 Final temp. - 250°C Hold time - 3 min
Column	Rtx-1 [100% dimethyl polysiloxane] 30 m, 0.25 mm I.D., 0.25 μm
Injection volumn :	1 μL
Gas flow rate :	Carrier N2 80psi
Electrometer attenuation :	10×32

결과 및 고찰

일반재배 야채의 잔류농약 함량

일반재배 야채 5종에 대한 잔류농약 함량 측정 결과는 Table 3에 나타낸 바와 같이 식품공전(7) 규격기준에 준하여 총 72종에 대한 그 잔류량을 측정하였다. 케일의 경우는 총 72종 중 49종의 잔류농약 함량이 측정 되었는데, 이 중 6종은 극미량이 검출되어 그 함량을 정량하기 어려웠으며, 5종이 전체의 60% 이상을 차지하였다. 대표적인 잔류농약 성분은 dichlofluanide가 10.3 ppm 검출 되었고, maleic hydrazide가 20.6 ppm으로 가장 높은 함량을 차지하였으며, methoxycylator, sethoxydim, fenvalerate가 각각 9.8, 7.9, 8.2 ppm 검출되었다. 이들 검출된 잔류농약은 총 93.5 ppm으로 잔류 허용기준 124.1 ppm 대비 그 잔류율이 75.35%에 달하였다.

Table 3. Pesticide contaminants content in general vegetables (unit: ppm)

	Kale		AKK ¹⁾		Celery		Lettuce		AF ²⁾	
	SV ³⁾	DV ⁴⁾	SV	DV	SV	DV	SV	DV	SV	DV
Glufosinate	0.2	0.1		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	Tr ⁵⁾
Glyphosate	0.2	0.1		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
Diazinone	0.5	0.2		Tr	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	Tr
Deltamethrin	0.5	0.3		0.1			0.5	0.4	0.1	Tr
DDT(include DDD, DDE)				Tr	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Dimethoate	0.5	0.2			1.0	0.6				
Dithiocarbamates					5.0	3.9				
Dicofol	1.0	0.5		0.6	1.0	0.7			1.0	0.5
Dichlorvos(DDVP)	0.3	0.1		0.2	0.3	0.1			0.3	0.1
Dichlofluanid	15.0	10.3		7.3	15.0	9.9	10.0	9.2	15.0	6.7
Dichloran					10.0	8.1				
Myclobutanil									1.0	0.4
Malathion	2.0	1.3		1.0	1.0	0.6			2.0	1.1
Maleic hydrazide	25.0	20.6		18.7	25.0	19.4	25.0	19.9	25.0	22.3
Mevinphos	1.0	0.7								
Methomyl	5.0	4.8		0.2	0.5	0.3			0.2	0.1
Metalaxyl							2.0	1.4		
Methamidophos					1.0	0.7	1.0	0.8		
Metolachlor					0.1	Tr				
Methoxycylator	14.0	9.8								
Metribuzin	0.5	0.3		0.2	0.5	0.2	0.5	0.3	0.5	0.2
Methidathion					0.2	0.1				
Methylbromide					30.0	22.8				
Bentozone	0.2	0.1		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
BHC	0.2	Tr		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
Sethoxydim	10.0	7.9		7.3	10.0	6.7	10.0	8.3	10.0	6.8
Cyromazine				1.6	5.0	3.9				
Cypermethrin	1.0	0.7		2.1	5.0	3.2	2.0	1.7	5.0	4.1
Cyfluthrin	2.0	1.6		1.3			2.0	1.2	2.0	1.4
Cyhaoxtrin	0.5	0.3		0.4	0.5	0.2	2.0	1.5	2.0	1.1
Acephate	5.0	4.2		0.3	10.0	5.8	5.0	3.7	0.1	Tr

	Kale		AKK ¹⁾		Celery		Lettuce		AF ²⁾	
	SV ³⁾	DV ⁴⁾	SV	DV	SV	DV	SV	DV	SV	DV
Azinphos-methyl	0.3	0.2		0.2	0.5	0.3			0.5	0.3
Aldrin & Dieldrin	0.01	Tr			0.01		0.01		0.01	
Ethiofencarb	2.0	1.7		1.7	2.0	1.3	10.0	8.2	5.0	4.1
Ethoprophos(Ethoprop)							0.0			
Erimfos	0.2	0.1		Tr	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	Tr
Endsulfan	1.0	0.8		1.1	2.0	1.4			1.0	0.7
Endrin	0.01	Tr			0.01		0.01		0.01	
Omethoate	0.01	Tr			0.1	Tr				
Oxadixyl	0.1	Tr			0.1	Tr				
Oxamyl	1.0	0.8		1.3	5.0	3.5	1.0	0.6	1.0	0.6
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid					0.1	Tr				
Imidacloprid	3.5	3.2					5.0	4.2		
Isofenphos	0.05	0.03			0.02	Tr				
EPN							0.1	Tr		
Chinomethionat(Oxythioquinox)	0.5	0.4		0.4	0.5	0.2	0.5	0.3	0.5	0.4
Thiometon					0.5	0.3				
Cabaryl : NAC					1.0	0.4				
Carbendazim					1.0	0.8	5.0	4.2		
Carbofuran					0.2	0.1	Tr		0.5	0.4
Ceptan	2.0	1.4		2.5	5.0	3.9			5.0	4.3
Chlorothalonil	5.0	3.7		0.6	1.0	0.7				
Chlordane	0.02	Tr		Tr	0.02	Tr	0.02	Tr	0.02	Tr
Chlorofenvinphos					0.4	0.2			0.3	0.2
Chlorpropham	0.05	0.04			0.05	0.03			0.05	Tr
Chlorpyrifos	1.0	0.9			0.05	0.02			0.01	
Tralomehrin	0.5	0.3		0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.2
Trichlorfon(DEP)	0.2	0.1		0.2					0.5	0.2
Triflumizole	1.0	0.8		0.6	1.0	0.5	1.0	0.8	1.0	0.4
Thiobencarb	0.2	0.1		0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
Parothion	0.3	0.2		0.1	0.3	0.2			0.3	0.2
Parathion-Methyl					0.5	1.0	0.4	1.0	0.5	1.0
Permethrin(Pemmetrin)	5.0	3.8		1.8	2.0	1.4	3.0	2.1	3.0	2.4
Pendimethalin					0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
Fenvalerate	10.0	8.2		1.3	2.0	1.6	2.0	1.1	0.5	0.4
Fenbutatin Oxide(Vendex)	2.0	0.9		1.2	2.0	1.5	2.0	1.6	2.0	1.3
Phoxim							0.1	Tr		
Folpet					5.0	3.8			2.0	1.8
Fluvalinate							0.5	0.2		
Flucythrinate	0.5	0.2		0.2	0.5	0.3	2.0	1.6	0.5	0.2
Pyrethrins	1.0	0.4		0.7	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6
Pirimicarb	2.0	1.1		0.5	1.0	0.4	1.0	0.7	0.5	0.3
Total	124.1	93.5		57.7	159.0	112.4	97.5	76.5	92.5	65.2
Ratio(DV/SV×100, %)		75.35				70.68		78.49		70.49

¹⁾ *Angelica keiskei* Koidz.

²⁾ *Allium fistulosum*.

³⁾ Standard value.

⁴⁾ Determination value.

⁵⁾ Trace.

신선초는 현재 우리나라 식품공전에서 잔류농약 허용기준치가 설정되어 있지 않아 다른 야채류에 준하여 총 72종에

대하여 검출을 시도하였으나 극미량이 검출된 4종을 포함하여 총 56종의 잔류농약이 검출되었으며, 그 총량은 57.5 ppm이었다. 대표적인 잔류농약 성분은 dichlofluanide, maleic hydra-zide, sethoxydim이 각각 7.3, 18.7, 7.3 ppm 검출되었으며, 케일에서 다량 검출되었던 methoxycylator는 전혀 검출되지 않았으며, fenvalerate는 1.3 ppm 검출되었다. 여기서 methoxycylator가 전혀 검출되지 않은 것은 동일한 야채류라고 하더라도 그 종류에 따라 사용하는 농약이 차이를 보이는데 따른 현상의 일부인 것으로 판단된다.

셀러리는 본 연구의 대상으로 한 5종의 야채 중 그 잔류농약 함량이 가장 높아 총 58종, 112.4 ppm이 검출되었으며, 이 중 7종은 극미량이 검출되어 검출한계를 벗어났다. 다량 검출된 농약성분은 dichlofluanide 9.9 ppm, maleic hydrazide 19.4 ppm, sethoxydim 6.7 ppm, acephate 5.8 ppm이 검출되었으며, 나머지 4종의 야채에서는 전혀 검출되지 않는 dichloran, methylbromide가 각각 8.1, 22.8 ppm 검출되어 특이성을 보였다. 이들 다량 검출된 6종의 잔류농약 총량이 전체 검출량의 63.55%에 달하였으며, 검출된 잔류농약은 총 112.4 ppm으로 잔류 허용기준 159.0 ppm 대비 그 잔류율이 70.68%에 달하였다.

상추의 경우는 5종의 야채류 중 함유되어 있는 잔류농약 성분이 총 38종으로 가장 적은 종류의 농약성분이 검출되었으며, 총 검출량은 76.5 ppm으로 허용기준치 97.5 ppm 대비 78.49%의 함유율을 나타내었다. 상추는 다른 4종의 야채와 섭취방법에 약간의 차이가 있어 거의 전량 열처리 과정 없이 날것으로 섭취하게 되는 특성을 고려해 볼 때 특히 낮은 잔류농약 함유율이 기대 되었으나 이상에서 나타난 바와 같이 상당량의 잔류농약이 함유되어 있어 문제점으로 지적할 수 있었다. 검출된 38종 중 dichlofluanide 9.2 ppm, maleic hydrazide 19.9 ppm, sethoxydim 8.3 ppm가 주성분이었으며, 5종의 야채 중 상추에서만 유일하게 ethiofencarb 성분이 8.2 ppm 검출되어 이체를 띄었다.

일반적으로 녹즙용 및 비열처리 야채인 4종과는 차이를 보여 조리 또는 날 것으로 양념류의 일환으로 식용화 되는 파의 경우에는 총 45종의 농약성분이 검출 되었으며, 이 중 7종은 극미량 성분으로 검출 한계치를 벗어나는 수준이었다. 잔류허용량은 총 92.5 ppm인데 비하여 65.2 ppm이 검출되어 약 70.49%의 잔류율을 나타내었다. 주 농약성분은 dichlofluanide 6.7 ppm, maleic hydrazide 22.3 ppm, sethoxydim 6.83 ppm이었으며, 이들이 전체의 약 54.91%를 차지하였다.

이러한 결과들을 종합해 볼 때, 5종의 일반 야채에서 잔류농약 함량은 총량 대비로 셀러리>케일>상치>파>신선초 순서였다.

유기재배 야채의 잔류농약 함량

유기농 재배 야채 5종에 대한 잔류농약 함량 측정 결과는

Table 4에 나타난 바와 같이 일반 야채에서와 동일하게 식품공전 규격기준에 준하여 총 72종에 대한 그 잔류농약을 측정하였다. 유기농 케일에서는 총 38종의 잔류농약이 검출되어 49종이 검출된 바 있는 일반재배 케일과 그 종류에서부터 차이가 확인되었다. 이 38종 중 2 ppm 이상 잔류한 주요 잔류농약 성분 및 함량은 dichlofluanide 4.7 ppm, maleic hydrazide 8.3 ppm, methoxycylator 4.1 ppm, sethoxydim 2.4 ppm, permethrin(permetrin) 2.1 ppm, fenvalerate 3.5 ppm이었다. 기타 32종은 극소량이 잔류하여 그 존재여부를 평가하기 어려운 수준이었으며, 총 잔류농약 함량은 36.4 ppm으로 허용기준치의 29.34%에 그쳐 일반재배 케일에서 93.5 ppm이 검출된 것에 비하여 현저히 낮은 수치를 보였다. 결론적으로 유기농 케일에서의 잔류농약 함량은 일반재배 케일의 약 38.93% 수준이었다.

Table 4. Pesticide contaminants content in organic vegetables
(unit: ppm)

	Kale		AKK ¹⁾		Celery		Lettuce		AF ²⁾	
	SV ³⁾	DV ⁴⁾	SV	DV	SV	DV	SV	DV	SV	DV
Glufosinate	0.2	—	—	Tr ⁵⁾	0.2	—	0.2	—	0.2	—
Glyphosate	0.2	—	—	—	0.2	—	0.2	—	0.2	—
Diazinone	0.5	0.1	—	Tr	0.5	0.1	0.1	—	0.1	—
Deltamethrin	0.5	0.1	—	—	—	—	0.5	0.1	0.1	—
DDT(include DDD, DDE)	—	—	—	Tr	0.2	—	0.2	—	0.2	—
Dimethoate	0.5	0.2	—	—	1.0	0.2	—	—	—	—
Dithiocarbamates	—	—	—	—	5.0	1.1	—	—	—	—
Dicofol	1.0	0.3	—	0.2	1.0	0.3	—	—	1.0	0.2
Dichlorvos(DDVP)	0.3	Tr	—	Tr	0.3	—	—	—	0.3	—
Dichlofluanid	15.0	4.7	—	3.1	15.0	3.3	10.0	2.8	15.0	5.2
Dichloran	—	—	—	—	10.0	2.1	—	—	—	—
Myclobutanil	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	0.1
Malathion	2.0	0.7	—	0.4	1.0	0.2	—	—	2.0	0.7
Maleic hydrazide	25.0	8.3	—	6.6	25.0	7.2	25.0	9.5	25.0	8.2
Mevinphos	1.0	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—
Methomyl	5.0	1.2	—	0.1	0.5	0.1	—	—	0.2	—
Metalaxyl	—	—	—	—	—	—	2.0	0.8	—	—
Methamidophos	—	—	—	—	1.0	0.2	1.0	0.2	—	—
Methoxycylator	14.0	4.1	—	—	—	—	—	—	—	—
Metribuzin	0.5	0.1	—	0.1	0.5	0.1	0.5	0.2	0.5	0.1
Methidathion	—	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—
Methylbromide	—	—	—	—	30.0	9.6	—	—	—	—
Bentazone	0.2	Tr	—	Tr	0.2	—	0.2	—	0.2	—
BHC	0.2	—	—	—	0.2	—	0.2	—	0.2	—
Sethoxydim	10.0	2.4	—	2.9	10.0	2.5	10.0	3.4	10.0	2.2
Cyromazine	—	—	—	—	5.0	1.4	—	—	—	—
Cypermethrin	1.0	0.3	—	0.5	5.0	1.7	2.0	0.4	5.0	0.9
Cyfluthrin	2.0	0.8	—	0.6	—	—	2.0	0.3	2.0	0.4
Cyhaothrin	0.5	0.1	—	0.2	0.5	0.1	2.0	0.6	2.0	0.5
Acephate	5.0	1.5	—	0.1	10.0	3.2	5.0	1.1	0.1	—
Azinphos-methyl	0.3	0.1	—	Tr	0.5	0.1	—	—	0.5	0.1
Aldrin & Dieldrin	0.01	—	—	—	0.01	—	0.01	—	0.01	—

	Kale		AKK ¹⁾		Celery		Lettuce		AF ²⁾	
	SV ³⁾	DV ⁴⁾	SV	DV	SV	DV	SV	DV	SV	DV
Ethiofencarb	2.0	0.4	—	0.7	2.0	0.4	10.0	2.3	5.0	1.4
Ethoprophos(Ethoprop)	—	—	—	—	—	—	0.0	—	—	—
Etrinfos	0.2	—	—	0.2	—	—	0.2	—	0.1	—
Endsulfan	1.0	0.3	—	0.3	2.0	0.8	—	—	1.0	0.3
Endrin	0.01	—	—	0.01	—	—	0.01	—	0.01	—
Omethoate	0.01	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
Oxadixyl	0.1	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
Oxamyl	1.0	0.5	—	0.6	5.0	1.5	1.0	0.3	1.0	0.2
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
Imidacloprid	3.5	1.0	—	—	—	—	5.0	1.1	—	—
Isofenphos	0.05	—	—	0.02	—	—	—	—	—	—
EPN	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—
Chinomethionat(Oxythioquinox)	0.5	0.1	—	0.1	0.5	0.1	0.5	0.2	0.5	0.1
Thiometon	—	—	—	0.5	0.1	—	—	—	—	—
Cabaryl : NAC	—	—	—	1.0	0.2	—	—	—	—	—
Carbendazim	—	—	—	1.0	0.3	5.0	1.6	—	—	—
Carbofuran	—	—	Tr	0.1	—	—	—	0.5	0.1	—
Ceptan	2.0	0.4	—	1.3	5.0	1.2	—	—	5.0	1.3
Chlorothalonil	5.0	1.1	—	0.2	1.0	0.4	—	—	—	—
Chlordane	0.02	—	—	0.02	—	—	0.02	—	0.02	—
Chlorofenvinphos	—	—	—	0.4	—	—	—	—	0.3	0.1
Chlorpropham	0.05	—	—	0.05	—	—	—	—	0.05	—
Chlorpyrifos	1.0	0.2	—	0.05	—	—	—	—	0.01	—
Tralomethrin	0.5	0.1	—	0.1	0.5	0.1	0.5	0.2	0.5	0.1
Trichlorfon(DEP)	0.2	Tr	—	—	—	—	—	—	0.5	0.1
Triflumizole	1.0	0.3	—	0.6	1.0	0.1	1.0	0.4	1.0	0.1
Thiobencarb	0.2	Tr	—	0.1	0.2	—	0.2	—	0.2	—
Parothion	0.3	0.1	—	0.3	—	—	—	—	0.3	—
Parathion-Methyl	—	—	—	0.1	1.0	0.1	1.0	0.2	1.0	0.2
Permethrin(Permetrin)	5.0	2.1	—	0.5	2.0	0.6	3.0	1.1	3.0	0.8
Pendimethalin	—	—	—	0.2	—	—	0.2	—	0.2	—
Fenvalerate	10.0	3.5	—	0.5	2.0	0.6	2.0	0.4	0.5	0.1
Fenbutatin Oxide(Vendex)	2.0	0.3	—	0.3	2.0	0.2	2.0	0.5	2.0	0.6
Phoxim	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—
Folpet	—	—	—	5.0	2.1	—	—	—	2.0	0.4
Fluvalinate	—	—	—	—	—	—	0.5	0.1	—	—
Flucythrinate	0.5	0.1	—	0.1	0.5	0.1	2.0	0.6	0.5	0.1
Pyrethrins	1.0	0.2	—	0.4	1.0	0.2	1.0	0.3	1.0	0.3
Pirimicarb	2.0	0.4	—	0.3	1.0	0.3	1.0	0.4	0.5	0.2
Total	124.1	36.4	—	21.0	159.0	42.9	97.5	29.1	92.5	25.1
Ratio(DV/SV×100, %)	29.34		—		26.99		29.86		27.14	

¹⁾ *Angelica keiskei* Koidz.

²⁾ *Allium fistulosum*.

³⁾ Standard value.

⁴⁾ Determination value.

⁵⁾ Trace.

신선초에는 총 34종의 잔류농약 성분이 함유되어 있었는데, 이 중 7종의 성분은 극미량으로 검출한계를 벗어나는 수준이었으며, 주요 성분함량은 dichlofluanide 3.1 ppm,

maleic hydrazide 6.6 ppm이 검출된 데 비하여 유기농 케일에서 4.1 ppm이 검출되었던 methoxyclaor는 전혀 검출되지 않았으며, sethoxydim 2.9 ppm, permethrin(permetrin) 0.5 ppm이 검출되었고, 유기농 케일에서 3.5 ppm이 검출되었던 fenvalerate는 0.5 ppm 검출되었다. 결론적으로 유기농 신선초에서 검출된 잔류농약은 총 21.0 ppm으로 일반재배 신선초(57.7 ppm)의 약 36.40%에 그쳤다.

한편, 5종의 야채 중 가장 높은 농약 잔류량을 보인 셀러리는 총 37종의 농약성분이 검출되었는데, 2 ppm이상의 다량 검출된 주요 성분함량은 다음과 같았다. 즉, dichlofluanide 3.3 ppm이 검출되었고, 다른 유기농 야채에서 전혀 검출되지 않았던 dichloran이 2.1 ppm 검출되어 이채를 띠었으며, maleic hydrazide 가 7.2 ppm 검출되었다. 뿐만 아니라 다른 유기농 야채에서 전혀 검출되지 않았던 methylbromide가 무려 9.6 ppm 검출되어 5종의 야채시료 및 72종의 검출 잔류농약 성분 중 가장 높은 잔류율을 나타내었다. 케일, 신선초에서도 검출된 바 있는 sethoxydim, acephate는 각각 2.5, 3.2 ppm이 검출되었고, folpet 성분이 2.1 ppm 검출되었는데, 이 성분은 셀러리와 함께 유기농 파에서 0.4 ppm 검출되었다. 전체적으로 유기농 셀러리에서는 총 42.9 ppm의 잔류농약 성분이 검출되어 식품공전 허용 기준치 159.0 ppm 대비 26.99%가 잔류한 것으로 나타났으며, 이는 일반재배 셀러리의 112.4ppm에 비하여 약 38.17% 잔류한 것으로 산출되었다.

다른 야채들과 달리 거의 100% 날로 섭취하는 상추의 경우는 총 26종의 잔류농약 성분이 검출되어 5종의 야채 중 종류별로 볼 때 가장 낮은 함유율을 나타내었으며, 잔류량 2 ppm 이상의 주요 농약성분도 가장 낮은 4종에 그쳤다. 이를 성분별로 살펴보면, dichlofluanide 2.8 ppm, maleic hydrazide 9.5 ppm, sethoxydim 3.4 ppm 및 기타 4종의 야채에서 소량만이 검출되었던 ethiofencarb 성분이 2.3 ppm 검출되었다. 따라서, 전체적으로 유기농 상추에서의 잔류량은 29.1 ppm에 그쳤으며, 이는 기준치 97.5 ppm의 29.86%, 일반재배 상추 76.5 ppm의 38.04% 수준으로 측정되었다.

양념용으로 널리 이용되는 파에서는 총 29종의 잔류농약 성분이 검출되었으나 2 ppm 이상이 검출된 주요 농약성분은 3종에 그쳤으며, 나머지 26종은 소량만이 잔류한 것으로 측정되었다. 주요 성분함량은 기타 야채에서 다량 검출된 성분과 거의 동일한 양상을 보여 dichlofluanide 5.2 ppm, maleic hydrazide 8.2 ppm, sethoxydim 2.2 ppm이었다. 총 검출량으로 볼 때도 셀러리 다음으로 적은 25.1 ppm이 검출되어 기준치의 27.14%, 일반재배 파의 65.2 ppm 대비 38.50% 잔류에 그치는 양호한 수준을 나타내었다.

전체적으로 정리해 보면, 케일, 신선초, 셀러리, 상추 및 파의 5종 야채에서 일반재배 야채의 경우는 각각 93.5, 57.7, 112.4, 76.5, 65.2 ppm이 잔류하여 규격기준 대비 75.35, 70.68, 78.49, 70.49%의 잔류율을 나타내었는데, 신선초의 경우는 규격기준이 설정되어 있지 않은 관계로 잔류율을 산출

할 수가 없었다. 상대적으로 유기농 야채의 경우는 각각 36.4, 21.0, 42.9, 29.1, 25.1 ppm이 잔류하여 전체적으로 규격 기준의 30% 이하 잔류율을 나타내었고, 일반재배 야채의 38.93, 36.40, 38.17, 38.04, 38.50% 수준에 달하는 농약성분이 잔류하여 일반재배 야채 대비 40% 이하의 농약성분만이 함유되어 있는 것으로 밝혀졌다.

이와 같이 완전한 유기농 재배법을 활용한 농산물에서 잔류농약 성분이 검출되는 것은 토양 중에 남아 있던 잔류농약과 함께 엽면시비용으로 사용한 콩, 도라지, 생선 등의 유기액상 발효비료 원료에 함유되어 있던 농약성분 등의 영향인 것으로 추론할 수 있으나 정확한 원인은 토양분석 등의 기초 자료에 대한 추가적인 연구가 수행되어야만 밝힐 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

강원도 홍천 유기농 재배단지 내에서 재배한 5종의 농산물 즉, 케일, 신선초, 셀러리, 상추 및 파와 가락동 시장에서 구입한 일반재배 야채를 시료로하여 잔류농약의 성분함량을 측정하였다. 5종의 야채에서 잔류농약 성분 함량을 측정해 본 결과, 일반재배 야채의 경우는 각각 93.5, 57.7, 112.4, 76.5, 65.2 ppm이 잔류하여 규격기준 대비 75.35, 70.68, 78.49, 70.49%의 잔류율을 나타내었다. 상대적으로 유기농 야채의 경우는 각각 36.4, 21.0, 42.9, 29.1, 25.1 ppm이 잔류하여 전체적으로 규격기준의 30% 이하 잔류율을 나타내었고, 일반재배 야채의 38.93, 36.40, 38.17, 38.04, 38.50% 수준에 달하는 농약성분이 잔류하여 일반재배 야채 대비 40% 이하의 농약성분만이 함유되어 있었다.

감사의 글

이 논문은 2002학년도 서일대학 교내 학술연구비 지원에 의한 연구결과이며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Edwards, C.A. (1973) Persistent pesticides in the environment, 2nd ed., CRC Press, Cleveland, p.74
2. Doull, J., Klaassen, C.D. and Amdur, M.O. (1980) Toxicology, 2nd ed., Macmillan Pub. Co. New York, p.16
3. 이서래 (1982) 한국식품 중 유기염소계 잔류농약에 관한 종합평가. 한국식품과학회지, 14, 82-93
4. 심애련, 최언호, 이서래 (1984) 과일채소중 말라티온 잔류분의 세척효과. 한국식품과학회지, 16, 418-422
5. Kim, J.G. (1993) Analysis of pesticide contaminants in food. Kor. J. Env. Hlth. Soc., 19, 90-93
6. 이서래, 강순영 (1976) 남해안산 수산식품 중 유기염소계 잔류농약에 관한 조사연구. 한국식품과학회지, 8, 219-224
7. 보건복지부 (2000) 식품공전, p.51-116, 808-854
8. 환경청 (1982) 환경안전진, p.425
9. Kim, Y.H., Kim, H.N., Kim, S.S. and Lee, S.R. (1979) Elimination of BHC residues in the polishing and cooking processes of brown rice. Korean J. Food Sci. Technol., 11, 18-25
10. 김택겸, 김장억 (1999) Microwave를 이용한 인삼 중의 잔류 농약 추출. 한국식품위생안전성학회지, 14, 365-371
11. 農藥殘留分析法研究班 (1995) 最新 農藥の殘留分析法, 中央法規出版社, p.512-636
12. 김장억 (1996) '96 국내 농산물중 농약잔류량 조사 - Procymidone의 잔류량 조사. 한국환경농학회, 32, 176-178

(접수 2004년 1월 15일, 채택 2004년 2월 20일)