

가락동 농수산물도매시장 반입 들깨잎과 상추의 잔류농약 실태 및 안전성 평가

박원희* · 황인숙 · 김은정 · 조태희 · 홍채규 · 이재인 · 최수정 · 김진아 · 이윤정 · 김미선 · 김지혜 · 김무상

서울시보건환경연구원 강남농수산물검사소 농산물검사팀

Pesticide Residues Survey and Safety Evaluation for Perilla Leaf & Lettuce on the Garak-dong Agricultural & Marine Products Market

Won-Hee Park*, In-Sook Hwang, Eun-Jeong Kim, Tae-Hee Cho, Chae-Kyu Hong, Jae-In Lee, Su-Jeong Choi, Jin-A Kim, Yun-Jeong Lee, Mi-Sun Kim, Gi-Hae Kim and Moo-Sang Kim

Agricultural Products Inspection Team, Gangnam Agro-marine Products Inspection Center, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment

(Received on December 2, 2014. Revised on August 10, 2015. Accepted on September 18, 2015)

Abstract This study was conducted to monitor residual pesticides in perilla leaf & lettuce and to assess their risk to human health. The total number of perilla leaf & lettuce were 4,063 and 2,248 respectively and these products were collected at the Garak-dong Agricultural & Marine Products Market sold by auction from 2010 to 2012. Multi-residual analysis of 285 pesticides were performed by GC-ECD, GC-NPD, HPLC-DAD and HPLC-FLD. In perilla leaf, 61 pesticides were detected and detection rate was 20.0%. 28 pesticides were detected in case of lettuce and detection rate was 4.8%. In order to do risk assessment by perilla leaf & lettuce consumption, estimated daily intake of residual pesticides were determined and compared to acceptable daily intake, referring to hazard index (HI values). The range of % HI values of perilla leaf was from 0.000% to 0.049%. The range of % HI values of lettuce was from 0.000% to 0.095%. These results show that the risk caused by pesticide residues in perilla leaf & lettuce intake were very low and these vegetable intake was safe.

Key words Perilla leaf & lettuce, Pesticide residues, Hazard index

서 론

최근 소비자가 가장 선호하는 농산물은 안전농산물로, 유기농산물 생산량이 2001년 0.4%에서 2009년 12.2%로 증가한 것처럼 과거 다수확 및 고품질의 시대에서 패러다임의 변화가 급격하게 이루어지고 있다(Namgung et al., 2014). 이렇듯 유기농 등 친환경농법으로 재배하는 농산물이 증가하고는 있지만 일반 채소류 재배에 농약의 사용을 완전히 배제할 수는 없다.

농약은 사용목적에 따라 살균제, 살충제, 제초제 등으로 분류되며, 이들은 각각 대상 생물체에 작용점과 작용기작에

의해 독성을 유발시킨다. 농약의 독성은 독성의 발현 속도에 따라 급성독성, 아급성독성, 만성독성으로 구분한다.

농산물에 잔류하는 농약은 적은 양으로 농산물의 1일 섭취량을 고려하면 급성독성을 일으킬 가능성은 매우 낮으나 농산물을 비롯한 식품은 일생동안 섭취하기 때문에 검출빈도와 그 수준이 높아질수록 농약의 만성독성이 문제될 수 있다(Kim et al., 2009).

위해평가란 인체가 식품에 존재하는 생물학적, 화학적, 물리적 위험원 등의 위해요소에 노출되었을 때 유해영향발생 확률을 과학적으로 예측하는 일련의 과정으로 위험확인, 위험결정, 노출평가와 위해도 결정의 4단계를 말한다.

1968년부터 우리나라에서는 식품 중 잔류농약 모니터링을 시작하였으며(Do et al., 2010), 1990년도에 미국에서 이

*Corresponding author
E-mail: sussanna@seoul.go.kr

루어지고 있는 농약의 법적규제와 안전성 평가에 이용되고 있는 방법들이 우리나라에 소개됨으로써 위해도 평가가 본격적으로 시작되었다(Lee 1991).

국내 유통 농산물에 대한 잔류농약 모니터링 및 안전성평가에 관련된 연구를 살펴보면 채소류에서의 농약 검출율이 높으며 그 중에서도 엽채류에서의 위해지수 수치는 안전한 수준이나 상대적으로 높았다(Jang et al., 2011). 들깨잎과 상추는 시민들이 육류와 더불어 가장 많이 섭취하는 쌈채소류로서 조리 가공 등의 과정을 거치지 않고 대부분 생식으로 섭취하게 된다(Choi, 2006, Chung H. J. and H. S. Cheon, 2012). 따라서 본 연구는 2010년부터 2012년까지 서울시 공영도매시장 내 경매용으로 반입된 들깨잎과 상추를 대상으로 검출된 잔류농약의 실태를 조사하고 그 결과를 토대로 검출농약에 대한 섭취량을 추정하여 소비자들에게 위의 쌈채류 섭취에 따른 잔류농약의 안전성 평가를 통해 농약의 유해성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

2010년부터 2012년까지 서울시 공영도매시장의 하나인 가락동 농수산물도매시장에 경매용으로 반입된 농산물 중 들깨잎 4,063건, 상추 2,248건을 대상으로 잔류농약을 분석하였다.

표준품 및 시약

잔류농약 분석용 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH (Germany)와 Wako (Japan)를 구입하여 사용하였고 추출 및 정제 용매인 acetone, dichloromethane, hexane은 Kanto (Japan)제품을 사용하였고 acetonitrile, methanol은 Burdick & Jackson(USA), NaCl은 Merck(Denmark)을 사용하였다. 정제카트리지는 가스크로마토그래피분석을 위해 Florisil cartridge (Agilent technologies, 6 cc, 1 g), 액체크로마토그

래피는 NH₂ cartridge (Agilent technologies, 6 cc, 1 g)를 사용하였다.

분석방법 및 기기

시료의 전처리 및 분석방법은 식품공전의 식품 중 잔류농약 분석법 다중농약 다성분 분석법 제2법에 따라 285종 농약성분을 기체크로마토그래프와 액체크로마토그래프로 동시 분석하였다. 분석기기는 정성분석을 위해 GC/MSD(Gas Chromatography/Mass Selective Detector)는 6890 series (Agilent사, USA)의 5975 Mass Selective Detector를 사용하였고, LC/MSD (Liquid Chromatography/Mass Selective Detector)는 1200 series (Agilent사, USA)의 6130 Quadropole Mass Selective Detector를 사용하였다.

정량분석을 위해서 GC/NPD (Gas Chromatograph/ Nitrogen Phosphorous Detector)와 GC/ECD (Gas Chromatograph/ Electron Capture Detector)는 6890 및 7890 (Agilent사, USA)를 사용하였고, HPLC/DAD (High Performance Liquid Chromatograph/Diode Array Detector)와 HPLC/FLD (High Performance Liquid Chromatograph/Fluorescence Detector)는 1200 series (Agilent사, USA)를 사용하였다. 기기분석 조건은 Table 1~5에 나타내었다.

안전성평가

들깨잎과 상추의 일일섭취량은 국민건강영양조사의 식품별 1인1일 평균섭취량자료를 사용하였으며 들깨잎은 0.0023 kg/per/day, 상추는 0.0051 kg/per/day이었다(MHW, 2008). 또한 평균체중은 CODEX 가이드라인에 따라 잔류 농약 기준 설정 시 적용하는 아시아인의 평균체중인 55 kg을 적용하였다.

농약별 ADI (Acceptable Dietary Intake)는 식품의약품안전처의 잔류농약데이터베이스 자료를 활용하였고(KFDA, 2013), ADI값이 설정되지 않은 농약은 CODEX나 EU 자료를 이용하였다.

Table 1. Analytical condition of GC-NPD and GC-ECD

Instrument	Agilent 6890, GC-NPD	Agilent 7890, GC- μ ECD
Column	DB-1701 14% Cyanopropyl Phenyl Methyl (30 m \times 0.320 mm \times 0.25 μ m film thickness) DB-5 5% Phenyl Methyl Siloxane (30 m \times 0.250 mm \times 0.25 μ m film thickness)	
Gas flow	Nitrogen (1.5 ml/min) Air (60.0 ml/min) Hydrogen (3.0 ml/min)	Nitrogen (1.5 ml/min)
Injection mode	Temp : 210°C Vol : 1 μ L (splitless)	Temp : 230°C Vol : 1 μ L (splitless)
Detector temp.	320°C	320°C
Oven temp.	100°C (2 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 200°C (1 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 270°C (9 min)	150°C (2 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 240°C (2 min) \rightarrow 15°C/min \rightarrow 280°C (20 min)

Table 2. Analytical condition of HPLC/DAD

Instrument	Agilent 1200 series		
Column	ZORBAX Eclipse XDB-C18 (5.0 μm, 4.6 mm × 150 mm)		
Detector	Diode array detector (λ : 254 nm, scan λ : 190-400 nm)		
Flow rate	1.0 mL/min		
Column oven	30°C		
Injection vol.	10 μL		
Mobile Phase	Time (min)	Water (%)	Methanol (%)
	0.00	70.0	30.0
	5.00	50.0	50.0
	10.00	20.0	80.0
	15.00	5.0	95.0
	20.00	0.00	100.0
	23.00	50.0	50.0
	25.00	70.0	30.0

Table 3. Analytical condition of HPLC/FLD

Instrument	Agilent 1100 series		
Column	Carbamate analysis column		
Detector	Fluorescence detector (Exciting λ: 340 nm, Emission λ: 445 nm)		
Post column Reaction	o-phthalaldehyde, 0.05N-NaOH		
Flow rate	1.3 mL/min		
Injection vol.	20 μL		
Mobile Phase	Time (min)	12% Methanol	Methanol:Acetonitrile:Water (35:35:30)
	0.00	80.0	20.0
	5.00	20.0	80.0
	8.00	0.00	100.0
	9.00	80.0	20.0
	10.00	80.0	20.0

들깨잎과 상추를 통해 일일 섭취되는 농약의 추정량(EDI, estimated daily intake)은 이들 채소류에 포함되어 있는 농약의 평균잔류량(mg/kg)과 일일 섭취하는 채소류양의 곱이 된다. 위해평가 지침에 따르면 잔류농약의 평균농도 산출 시 불검출율이 60% 이상인 경우 불검출건을 0과 검출한계인 LOD (limit of detection)로 적용하여 각각 하한과 상한으로 산출하여야 한다(Lee, 2013). 그러나 본 연구에 사용된 잔류농약 모니터링 자료는 2010년부터 3년간 여러 장비로부터 얻어진 검출결과로서 성분별 LOD적용이 어려웠다. 한편 식품공전 잔류농약 분석법 실무해설서 분석법의 검출한계는 잔류허용기준의 1/2~1/10까지 검출하도록 규정하고 있어 불검출된 시료의 농도는 농약의 농산물 최저기준치의 1/5에 해당하는 양을 검출한계로 적용하여 농약의 평균잔류량을 산출하였다.

$$\text{Estimated Daily Intake (mg/day/person)} = \text{Pesticide Average Conc. (mg/kg)} \times \text{Daily Food Intake (kg/day/person)}$$

잔류농약이 포함된 채소류 섭취가 안전한 지의 여부는 허용 가능한 일일농약섭취량 (ADI)와 일일 섭취되는 농약의 추정량(EDI)의 비를 통해 결정할 수 있다(Chun and Kang, 2003).

$$\text{위해지수(Hazard Index, HI \%)} = \text{EDI/ADI} \times 100$$

결과 및 고찰

들깨잎과 상추의 잔류농약 검출 현황 및 부적합 농약 현황

2010년부터 3년간 서울 가락동 농수산물도매시장에서 경매되는 채소류 중 들깨잎은 4,063건 상추는 2,248건의 검사를 실시하였으며, 이중 들깨잎은 812개 시료에서 농약이 검출되었고, 그 중 40건은 식품의약품안전처에서 고시한 잔류허용기준을 초과하여 부적합으로 판명되었다. 한편 상추는 108건의 시료에서 농약이 검출되었으며, 10건이 부적합으로 처리되었다. 다시 표현하면 잔류농약 검출율은 들깨잎 20.0%,

Table 4. Pesticide residues detected in perilla leaf

Name of pesticide	Class	No.of detection	Detection range (mg/kg)	Mean conc. of detection (mg/kg)	MRL (mg/kg)	ADI (mg/kg/day)
Analyzed by GC						
Bifenthrin	Pyrethroid	8	0.058~0.393	0.159	10	0.01
Cadusafos	Organophosphate	3	0.006~2.796	0.987	0.05	0.0005
Chlorfenapyr	Arylpyrrole	3	0.014~0.279	0.105	7.0	0.026
Chlorothalonil	Chloronitrile	13	0.016~3.493	0.670	5.0	0.02
Chlorpyrifos	Organophosphate	7	0.007~1.482	0.421	0.01	0.01
Chlorpyrifos-methyl	Organophosphate	1	0.015	0.015	0.2	0.01
Cyhalothrin	Pyrethroid	3	0.022~0.186	0.241	3.0	0.02
Cypermethrin	Pyrethroid	95	0.049~4.251	0.612	5.0	0.02
Diazinon	Organophosphate	19	0.007~1.785	0.129	0.1	0.005
Dichlofluanid	Sulfamide	2	0.079~0.181	0.130	15	0.3*
Diethofencarb	Carbamate	179	0.051~14.568	1.249	10	0.43
Diniconazole	Triazole	17	0.027~0.300	0.105	0.05	0.02
Endosulfan	Organochlorine	55	0.006~4.166	0.257	0.1	0.006
EPN	Organophosphate	2	0.240~4.093	2.167	0.05	0.0014
Ethoprophos	Organophosphate	9	0.004~0.854	0.192	0.02	0.0004
Fenarimol	Carbamate	2	0.075~0.325	0.199	1.0	0.01
Fenazaquin	Pyrimidine	5	0.106~1.020	0.504	3.0	0.1**
Fenbuconazole	Triazole	1	0.528	0.528	3.0	0.03
Fenitrothion	Organophosphate	3	0.021~0.148	0.076	0.2	0.006
Fenobucarb	Carbamate	2	0.124~0.161	0.143	0.5	0.012
Fenvalerate	Pyrethroid	4	0.076~0.362	0.254	0.5	0.02
Fludioxonil	Phenylpyrrole	23	0.120~9.565	1.620	3.0	0.4
Indoxacarb	Oxadiazine	6	0.585~1.899	1.156	20	0.01
Iprobenfos(IBP)	Phosphorothiolate	4	0.016~0.150	0.065	0.2	0.035
Iprodione	Dicarboximide	4	0.986~24.730	9.713	10	0.06
Isoprothiolane	Dithiolane	2	0.030~0.119	0.075	0.2	0.1
Kresoxim-methyl	Oximinoacetate	5	0.065~9.615	2.351	0.1	0.4
Metalaxyl	Phenylamide	11	0.048~1.257	0.288	0.5	0.08
Methidathion	Organophosphate	5	0.007~3.311	1.345	0.2	0.001
Myclobutanil	Triazole	12	0.056~3.015	0.531	1.0	0.03
Parathion	Organophosphate	1	0.178	0.178	0.3	0.004
Pendimethalin	Dinitroaniline	1	0.101	0.101	0.2	0.12
Permethrin	Pyrethroid	1	0.606	0.606	3.0	0.05
Pirimicarb	Carbamate	3	0.047~0.091	0.065	2.0	0.02
Procymidone	Dicarboximide	29	0.032~56.049	3.797	5.0	0.1
Pyridalyl	-	1	2.652	2.652	5.0	0.028
Tebuconazole	Triazole	2	0.537~1.919	1.228	5.0	0.03
Tebufenpyrad	-	118	0.036~1.943	0.319	5.0	0.01
Tetraconazole	Triazole	3	0.093~0.147	0.116	15	0.0073
Tolyfluanid	Sulfamide	1	0.060	0.060	1.0	0.08
Vinclozolin	Dicarboximide	5	0.014~1.492	0.359	2.0	0.01

Table 4. Pesticide residues detected in perilla leaf (continued)

Name of pesticide	Class	No.of detection	Detection range (mg/kg)	Mean conc. of detection (mg/kg)	MRL (mg/kg)	ADI (mg/kg/day)
Analyzed by HPLC						
Acetamiprid	Neonicotinoid	1	0.443	0.443	10	0.071
Azoxystrobin	Methoxycaylate	198	0.033~14.585	2.015	20	0.2
Boscalid	Carboxamide	4	0.655~4.452	2.747	30	0.04
Carbendazim	Benzimidazole	54	0.188~8.010	1.729	20	0.03
Carbofuran	Carbamate	1	2.932	2.932	0.1	0.001
Chlorfluazuron	Benzoylurea	10	0.113~1.784	0.821	2.0	0.033
Clothianidin	Neonicotinoid	2	0.206~0.333	0.270	7.0	0.097
Dimetomorph	Organophosphate	13	0.591~3.156	1.607	20	0.2
Fenpyroximate	-	19	0.134~2.736	1.055	7.0	0.01
Flubendiamide	-	3	0.854~7.035	4.346	15	0.017
Flufenoxuron	Benzoylurea	5	0.286~1.432	0.920	2.0	0.01
Imidacloprid	Neonicotinoid	13	0.138~0.733	0.440	7.0	0.06
Lufenuron	Benzoylurea	15	0.128~2.368	0.870	7.0	0.014
Metaflumizone	-	2	0.836~1.322	1.079	5.0	0.1
Methoxyfenozide	Diacylhydrazine	1	2.694	2.694	5.0	0.1
Pyraclostrobin	Carbamate	7	0.180~3.459	1.612	10	0.03
Pyrimethanil	Anilopyrimidine	21	0.273~3.476	1.593	10	0.2
Spiromesifen	Tetronic acid	1	6.354	6.354	0.2	0.03
Teflubenzuron	Benzoylurea	1	1.278	1.278	5.0	0.01
Thiacloprid	Neonicotinoid	1	2.040	2.040	20	0.01

* Codex

** EU

상추 4.8%이고 부적합율은 들깨잎 1.0%, 상추 0.4%이었다. 이는 김 등이 2010년 국내 유통 중인 관행 및 인증 농산물 중 들깨잎과 상추를 대상으로 잔류농약 110종을 분석한 결과 농약 검출율이 들깨잎 20.6%, 상추 3.1%로 보고한 수치와 비교해 볼 때 매우 유사한 검출율을 보였다(Kim et al., 2011).

또한 서울 강남지역 농산물의 잔류농약 모니터링 연구 등을 조사한 결과 부적합율이 2009년에는 1.8%, 2011년에는 1.4%로 나타나서(Kim et al., 2009; Chae 2012) 본 연구 결과보다는 다소 높은 수치를 보였는데 이번 검사 대상에는 겨자채, 시금치, 셀러리 등 특이적으로 부적합율이 높은 농산물이 제외되었기 때문으로 판단된다.

들깨잎에서 검출된 농약종류는 총 61종으로 가스크로마토그래프 및 질량분석기에서 41종, 액체크로마토그래프에서 20종이 분석되었다. 동일 들깨잎에서 2종 이상의 농약이 검출된 것도 있어 1,042건의 농약이 검출되었다. 상추에서 검출된 농약종류는 총 28종으로 가스크로마토그래프 및 질량분석기에서 20종, 액체크로마토그래프 및 질량분석기에서 8종이 분석되었고, 총 118건의 농약이 검출되었다. Table 4를 살펴보면, 들깨잎에서 아족시스트로빈 198회, 디에토펜카브 179회, 테부펜피라드 118회로 위 3종의 농약이 495회 검출

되어 1,042건의 47.5%를 차지하였다. 디에토펜카브 및 아족시스트로빈은 항진균제이며, 테부펜피라드는 응애방제에 주로 적용되는 살충제이다. Table 5는 상추에 대한 농약 사용 실태를 수재하였으며, 엔도설판 19회, 프로시미돈 17회, 디메토모르프 13회로 조사되었고, 3종 농약의 검출건수는 118건으로 41.5 %를 차지하였다. 엔도설판은 유기염소계 살충제이며 디메토모르프는 시나믹 에시드계, 프로시미돈은 디카복시미드계 살균제로 분류된다.

잔류농약 안전성 평가

2010년부터 2012년까지 경매용 들깨잎 및 상추의 잔류농약 실태조사 결과 검출된 농약성분에 대한 각각의 농약 1일 섭취허용량(ADI, accetable daily intake)을 이용 하여 노출평가를 실시하였다. 즉 모니터링 결과 검출량을 바탕으로 1일 추정섭취량(EDI, estimated daily intake)을 계산하여 ADI를 고려할 경우 몇 %에 해당되는 농약 을 섭취하게 되는지 위해지수(hazard Index, HI %)로 계산하여 Table 6 및 7에 나타내었다.

들깨잎에서 검출된 농약을 대상으로 노출평가를 실시한 결과 위해지수는 0.000 0.049%로서 안전한 수준이 것으로

Table 5. Pesticide residues detected in lettuce

Name of pesticide	Class	No. of detection	Detection range (mg/kg)	Mean conc. of detection (mg/kg)	MRL (mg/kg)	ADI (mg/kg/day)
Analyzed by GC						
Bifenthrin	Pyrethroid	3	0.036~0.111	0.078	1.0	0.01
Chlorfenapyr	Arylpyrrole	3	0.003~0.075	0.046	0.5	0.026
Chlorothalonil	Chloronitrile	4	0.060~2.521	0.718	5.0	0.02
Chlorpyrifos	Organophosphate	1	0.257	0.257	0.01	0.01
Cyhalothrin	Pyrethroid	8	0.060~2.521	0.116	5.0	0.02
Cypermethrin	Pyrethroid	4	0.174~1.529	0.558	2.0	0.02
Diazinon	Organophosphate	3	0.023~0.043	0.035	0.1	0.005
Diethofencarb	Carbamate	3	0.013~8.094	3.300	5.0	0.43
Endosulfan	Organochlorine	19	0.015~1.306	0.224	0.10	0.006
Fenarimol	Carbamate	2	0.376~0.512	0.444	1.00	0.01
Fludioxonil	Phenylpyrrole	1	1.429	1.429	3.0	0.4
Indoxacarb	Oxadiazine	2	0.198~1.478	0.838	3.0	0.01
Isoprothiolane	Dithiolane	1	0.148	0.148	0.2	0.1
Metalaxyl	Phenylamide	3	0.043~1.245	0.679	2.0	0.08
Pendimethalin	Dinitroaniline	1	0.145	0.145	0.2	0.12
Procymidone	Dicarboximide	17	0.013~7.030	1.269	5.0	0.1
Pyridaben	-	2	0.783~1.404	1.094	2.0	0.01
Tebupirimfos	Organophosphate	1	0.131	0.131	0.01	0.0002
Tetraconazole	Triazole	1	6.660	6.600	1.0	0.0073
Vinclozolin	Dicarboximide	2	0.037~0.083	0.060	1.0	0.01
Analyzed by HPLC						
Acetamiprid	Neonicotinoid	1	0.424	0.424	10.0	0.071
Azoxystrobin	Methoxycaylate	4	0.647~40.547	11.215	2.0	0.2
Boscalid	Carboxamide	8	0.486~16.530	4.793	5.0	0.04
Carbendazim	Benzimidazole	2	1.118~2.322	1.720	5.0	0.03
Chlorantraniliprole	-	1	0.987	0.987	7.0	2.0
Dimetomorph	Organophosphate	13	0.449~7.053	2.686	7.0	0.2
Flubendiamide	-	5	1.083~4.056	2.637	10.0	0.017
Imidacloprid	Neonicotinoid	3	0.339~0.637	0.471	7.0	0.06

판단된다. 위해지수(%)가 가장 높은 농약은 메티다티온 0.049, 이피엔 0.033, 카보퓨란 0.028, 테트라코나졸 0.023, 카두사포스 0.023이며, 그 외 농약들은 0.015 이하로 평가되었다.

상추에서 검출된 농약에 대한 위해지수는 0.000~0.095%로서 들깨잎의 경우와 마찬가지로 안전한 것으로 평가되었으며, 그 중 위해지수가 높은 농약들을 살펴보면 테부피림포스 0.095, 테트라코나졸 0.054, 빈클로졸린 0.019, 엔도설판 0.018, 보스칼리드 0.013이며 그 외 농약들은 0.010 이하로 평가되었다. 이는 2010년 김 등이 국내 유통 중인 관행 및 인증 농산물 중 들깨잎과 상추를 대상으로 110종의 잔류농약 안전성 평가를 실시한 결과 상추에서 검출된 사이퍼메트린과 들깨잎에서 검출된 디클로르보스는 모두 ADI의

0.1% 미만으로 나타나 본 연구결과와 동일하였다(Kim et al., 2011).

장 등은 2009년 서울지역 유통 채소류를 대상으로 258종의 잔류농약 위해성 평가를 실시한 결과 위해도가 높은 농약은 디에토펜카브 7.33%, 인독사카브 5.13% 이피엔 3.96%, 디니코나졸 3.92% 클로로탈로닐 2.09%이었으며, 기타 농약은 모두 3% 이하로 나타났다고 보고하였다(Jang et al., 2010). 또한 김 등은 2008년도 국내 대형시장 유통 농산물에 대한 잔류농약 모니터링 검출 농약을 토대로 위해도 평가를 실시한 결과 ADI 대비 0.0000~0.3462%의 현저히 낮은 수준을 나타냈다고 보고 하였다(Kim et al., 2008). 농산물에 대한 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가연구를 살펴보면 위해도는 10%를 넘지 않는 안전한 수준이나 검출된 농약의 종류

Table 6. Exposure assessment parameter of pesticides in perilla leaf

Pesticide	ADI (mg/kgbw · w/day)	EDI (mg/day)	Hazard Index (%)
Diazinon	0.275	1.0E-05	0.004
Diniconazole	1.1	2.0E-05	0.002
Dimetomorph	11	3.0E-05	0.000
Diethofencarb	23.65	1.5E-04	0.001
Dichlofluanid	16.5	1.0E-05	0.000
Lufenuron	0.77	1.0E-05	0.004
Myclobutanil	1.65	1.4E-04	0.009
Metalaxyl	4.4	2.0E-05	0.001
Metaflumizone	5.5	2.0E-05	0.000
Methoxyfenozide	5.5	2.0E-05	0.000
Methidathion	0.055	3.0E-05	0.049
Boscalid	2.2	1.0E-04	0.004
Bifenthrin	0.55	2.0E-05	0.004
Vinclozolin	0.55	5.0E-05	0.009
Spiromesifen	1.65	3.0E-05	0.002
Cypermethrin	1.1	6.0E-05	0.005
Cyhalothrin	1.1	1.0E-05	0.001
Acetamiprid	3.905	5.0E-05	0.001
Azoxystrobin	11	2.5E-04	0.002
Ethoprophos	0.022	0.0E-05	0.015
Endosulfan	0.33	3.0E-05	0.009
Imidacloprid	3.3	3.0E-05	0.001
Isoprothiolane	5.5	3.0E-05	0.000
Iprodione	3.3	7.0E-05	0.002
Iprobenfos(IBP)	1.925	9.0E-05	0.005
EPN	0.077	3.0E-05	0.033
Indoxacarb	0.55	3.0E-05	0.005
Cadusafos	0.0275	1.0E-05	0.023
Carbendazim	1.65	6.0E-05	0.003
Carbofuran	0.055	2.0E-05	0.028
Kresoxim-methyl	22	3.0E-05	0.000
Clothianidin	5.335	2.0E-05	0.000
Chlorothalonil	1.1	3.0E-05	0.003
Chlorfluazuron	1.815	1.0E-05	0.001
Chlorpyrifos	0.55	2.0E-05	0.004
Chlorpyrifos-methyl	0.55	2.0E-05	0.004
Chlorfenapyr	1.43	2.0E-05	0.002
Tebuconazole	1.65	2.0E-05	0.001
Tebufenpyrad	0.55	3.0E-05	0.005
Tetraconazole	0.4015	9.0E-05	0.023
Teflubenzuron	0.55	2.0E-05	0.004
Tolylfluanid	4.4	2.3E-04	0.005
Thiacloprid	0.55	2.0E-05	0.004
Parathion	0.22	2.0E-05	0.010
Permethrin	2.75	2.0E-05	0.001

Table 6. Exposure assessment parameter of pesticides in perilla leaf (continued)

Pesticide	ADI (mg/kgb · w/day)	EDI (mg/day)	Hazard Index (%)
Fenarimol	0.55	2.0E-05	0.004
Fenazaquin	5.5	2.0E-05	0.000
Fenitrothion	0.33	1.0E-05	0.004
Pendimethalin	6.6	2.0E-05	0.000
Fenvalerate	1.1	2.0E-04	0.002
Fenbuconazole	1.65	2.0E-05	0.001
Fenpyroximate	0.55	3.0E-05	0.006
Procymidone	5.5	9.0E-05	0.002
Flubendiamide	0.935	3.0E-05	0.003
Flufenoxuron	0.55	3.0E-05	0.005
Pyraclostrobin	1.65	3.0E-05	0.002
Pyridalyl	1.54	2.0E-05	0.002
Pyrimethanil	11	4.0E-05	0.000
Pirimicarb	1.1	2.0E-05	0.002
Fludioxonil	22	2.5E-04	0.001
Fenobucarb	0.66	2.0E-05	0.003

Estimated dietary intake amount(mg/day/person)= average value × daily food intake (kg/day/person)

ADI(mg/55kg/day)=ADI(mg/kg/day)AÖkg(Korean average weight)

Hazard Index = EDI/ADI

Table 7. Exposure assessment parameter of pesticides in lettuce

Pesticide	ADI (mg/kgb · w/day)	EDI (mg/day)	Hazard Index (%)
Diazinon	0.275	2.1E-05	0.007
Dimetomorph	11	1.3E-04	0.001
Diethofencarb	23.65	7.4E-05	0.000
Metalaxyl	4.4	5.6E-05	0.001
Boscalid	2.2	2.9E-04	0.013
Bifenthrin	0.55	5.1E-05	0.009
Vinclozolin	0.55	1.0E-04	0.019
Cypermethrin	1.1	5.6E-05	0.005
Cyhalothrin	1.1	2.2E-05	0.002
Acetamiprid	3.905	1.0E-04	0.003
Azoxystrobin	11	1.5E-04	0.001
Endosulfan	0.33	6.0E-05	0.018
Imidacloprid	3.3	5.4E-05	0.002
Isoprothiolane	5.5	5.1E-05	0.001
Indoxacarb	0.55	5.5E-05	0.010
Carbendazim	1.65	1.8E-05	0.001
Chlorantraniliprole	110	5.3E-05	0.000
Chlorothalonil	1.1	5.7E-05	0.005
Chlorpyrifos	0.55	1.1E-05	0.002
Chlorfenapyr	1.43	1.1E-05	0.004
Tebupirimfos	0.011	1.1E-05	0.095
Tetraconazole	0.4015	2.2E-04	0.055
Fenarimol	0.55	5.3E-05	0.010
Pendimethalin	6.6	5.1E-05	0.001
Procymidone	5.5	10.0E-05	0.002
Flubendiamide	0.935	8.1E-05	0.009
Pyridaben	0.55	5.6E-05	0.010
Fludioxonil	22	5.4E-05	0.002

및 농산물 대상에 따라 수치가 광범위하였다.

위해지수가 100%보다 크면 클수록 일일허용가능 농약섭취량을 많이 초과하는 것 이므로 위해하다고 판단할 수 있으며, 100보다 작으면 작을수록 위해가능성이 적은 것으로 판정할 수 있다(Chun and Kang, 2003). 그러나 FAO/WHO에서는 좀 더 세분화하여 유독성분에 대한 인체 노출량이 ADI값의 10% 미만일 때는 위험성을 걱정할 필요가 없고 10%를 초과하면 정밀조사와 철저한 법적 규제를 필요로 하였으며 ADI의 30% 수준에 도달하게 되면 위험 경고하도록 하였다. 들깨잎과 상추에서 검출된 농약의 위해지수는 각각 최고치가 0.049%, 0.095%로 이들 농산물 섭취에 의한 위해성은 낮은 것으로 나타났으며 FAO/WHO 기준에 안전한 수준이다(Lee and Lee, 1997).

또한 세척방법에 따른 잔류농약 제거율은 들깨잎의 경우 51~91% 수준 (Seo et al, 2007), 상추의 경우 7~77% 수준으로(Kwon et al, 2013)제거되는 것을 감안한다면 유통되고 있는 들깨잎과 상추의 잔류농약은 인체에 위해한 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Literature Cited

- Chae, Y. Z. (2012) Seoul agricultural products pesticide pesticides statistical yearbook 2011. the first issue pp. 10.
- Choi, J. S. (2006) A study on the production and marketing of sprouts and leaf vegetables pp. 54-55.
- Chun, O. K. and H. G. Kang (2003) Estimation of risks of pesticide exposure by food intake to Koreans. Food Chem Toxicol 41: 1063-1076.
- Chung, H. J. and H. S. Cheon (2010) Consumption and preference of Korean perilla leaves (*Penilla frutescens* var. *japonica* Hara) by daejeon area consumers. J East Asian Soc Dietary Life 20(2):193-200.
- Do, J. A., H. J. Lee, Y. W. Shin, W. J. Choe, K. R. Chae, K. C. Soon and W. S. Kim (2010) Monitoring of pesticides residues in domestic agricultural products. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39(6):902-908.
- Jang, M. R., H. K. Moon, T. R. Kim, D. H. Yuk, J. H. Kim and S. B. Park (2010) Dietary risk assessment for pesticide residues of vegetables in Seoul, Korea. Korean J. Nutr. 43(4):404-412.
- Jang, M. R., H. K. Moon, T. R. Kim, D. H. Yuk, I. S. Hwang, M. S. Kim, J. H. Kim and Y. Z. Chae (2011) Exposure assessment for pesticide residues in vegetables using Korea National Health and Nutrition Examination Survey Data for Seoulites. Korean J. Nutr. 44(5):443-452.
- Kim, H. Y., Y. H. Jeon, J. I. Hwang, J. H. Kim, J. W. Ahn, D. H. Chung and J. E. Kim (2011) Monitoring of pesticide residues and risk assessment for cereals and leafy vegetables of certificated and general agricultural products. Korean J. Environ Agric. 30(4):440-445.
- Kim, O. H., S. K. Park, K. T. Ha, Y. H. Choi, H. J. Seung, S. J. Kim, K. A. Lee, J. L. Jang, H. B. Jo, B. H. Choi and M. Y. Kim (2009) Monitoring and risk assessment of pesticide residues in vegetables cultivated from different areas of Korea in 2009. Rep Seoul Metrop Gov Res Inst Public Health Environ 45:44-65.
- Kim, S. H., W. J. Choe, Y. K. Baik and W. S. Kim (2008) Monitoring of pesticide residues and risk assessment of agricultural products consumed in Seoul Korea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37(11):1515-1522.
- Kim, T. R., D. H. Yuk, M. R. Jang, C. K. Hong, K. H. Hwang, S. A. Jo, E. S. Lee, C. M. Choi, E. H. Kim, S. H. Han, E. J. Choi, J. H. Kim and S. G. Park (2009) Characteristics of pesticide residues in agricultural products collected from the southern area of Seoul in 2009. Rep Seoul Metrop Gov Res Inst Public Health Environ 45:21-33.
- Korea Food and Drug Administration. Pesticide Residue Database. Available from: <http://fse.www.foodnara.go.kr>
- Kwon, H. Y., T. K. Kim, S. M. Hong, C. S. Kim, M. K. Baeck, D. H. Kim and K. A. Son (2013) Removal of Pesticide Residues in Field-sprayed Leafy Vegetables by Different Washing Method. The Korean Journal of Pesticides Science 17(4):237-243.
- Lee, J. B. (2012) Risk assessment for pesticide residues of agricultural products in Gyeonggi-do. pp. 124.
- Lee, S. R. (1991) Pesticide problems and regulatory aspects in USA. Korean J. Environ. Agric. 10(2):178-196.
- Lee, M. G. and S. R. Lee (1997) Reduction Factors and Risk Assessment of Organophosphorus Pesticides in Korean Foods. Korean J. Food Sci Technol 29(2):240-248.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Health Industry Development Institute. The Fourth Korea National Health & Nutrition Examination Survey. 2008- Nutrition Survey (II):2008.
- Namgung, M., B. S. Kim, S. J. Heo, Y. B. Choi, J. H. Hur and D. H. Park (2014) Assessment of Pre-Harvest Environmental Factors in Domestic Production of Organic Lettuce. Korean J. Society Pestic. Sci 18(2):88-94.
- Seo, J. M., J. P. Kim, Y. S. Yang, M. S. Oh, J. K. Chung, H. W. Shin, S. J. Kim and E. S. Kim (2007) The Degradation Patterns of Three Pesticides in Perilla Leaf by Cultivation, Storage and Washing. J. Fd. Hyg. Safety 22(3):199-208.

가락동 농수산물도매시장 반입 들깨잎과 상추의 잔류농약 실태 및 안전성 평가

박원희* · 황인숙 · 김은정 · 조태희 · 홍채규 · 이재인 · 최수정 · 김진아 · 이윤정 · 김미선 · 김지혜 · 김무상

서울시보건환경연구원 강남농수산물검사소 농산물검사팀

요 약 2010년부터 2012년까지 서울가락동 농수산물도매시장에서 경매되는 채소류 중 들깨잎 4,063건 상추 2,248건을 대상으로 잔류농약 검사를 실시하였다. 들깨잎은 812건에서 농약이 검출되었고 40건이 부적합관정을 받았다. 상추의 경우 108건에서 농약이 검출되었고 잔류허용기준을 초과한 상품은 10건이었다. 검출된 농약은 들깨잎 61종, 상추는 28종이었다. 들깨잎 및 상추 섭취에 따른 다중농약 성분에 대한 안전성 평가는 들깨잎이 0.05% 이하, 상추가 0.1% 이하로서 인체에 대한 위해성은 낮은 것으로 평가되었다.

색인어 들깨잎, 상추, 잔류농약, 위해도