pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 32, No. 4, pp. 275~283 (2017)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2017.32.4.275

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

국내 농산물우수관리인증 농산물의 미등록농약 오염 실태 조사

김준성* · 오덕환[1]
농협중앙회 식품연구원, [1]강원대학교 식품생명공학과

Monitoring of Unregistered Pesticides Contaminated in the Domestic Crops Grown under Good Agricultural Practices

Jun-Sung Kim* and Deog-Hwan Oh[1]
Food Research Institute of National Agricultural Cooperative Federation, Suwon, Korea
[1]Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon, Korea
(Received October 6, 2016/Revised November 13, 2016/Accepted August 2, 2017)

ABSTRACT - We inspected contaminations of pesticides in the 3,313 crop samples grown under the standard of Korean Good Agricultural Practices (GAP) between 2014 to 2016 May. According to our inspection, violations by unregistered pesticide contaminations far outweighed those by exceeding maximum residue limits. Most of the crops contaminated with unregistered pesticides were minor vegetable crops, for which far less pesticide products are registered compared to cereal grains and fruits. And in our second study, the pesticide in the sprayer was removed 90% or more, but not totally by serial rinses. From this result, it is assumed that pesticide remained in the rinsed sprayer can be carried over to crops unintentionally. Our study shows that supplying pesticide products evenly to all kinds of crops and allowing unintentional carry-over of unregistered pesticides to a certain extent are solutions to revitalize depressed Korean Good Agricultural Practices.

Key words: Good Agricultural Practices (GAP), Unregistered Pesticide, Unintentional Carry-Over

우리나라의 농산물우수관리제도(Good Agricultural Practices, GAP)는 2006년에 도입되었다[1]. GAP 제도 하에 재배되는 농산물에는 농약관리법의 농약안전사용기준과 식품위생법의 농약잔류허용기준에 따라 유기합성농약이 사용될 수 있다. 이점은 유기합성농약을 사용할 수 없는 친환경농산물에 비해 큰 장점이자 차이점이라고 할 수 있다[2]. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 GAP 제도가 도입 된지 10년이 지난 2016년 현재 GAP 인증 농가는 전체농가의 5.4%, 재배 면적은 4.2%, 생산량은 9.6%로 아직 저조한 실정이다[3]. 이에 정부는 GAP 농가를 2025년까지 50%로 끌어올리겠다는 목표 아래 교육홍보 강화, 컨설팅 강화, 분석비용 지원 등 여러 가지 GAP 활성화 정책을 제시하고 있다[4].

GAP 인증 현황이 저조한 원인을 경제적 측면과 제도적 측면에서 찾아볼 수 있다. 경제적인 측면에서 보면, GAP 인증을 위해서는 인력과 자본의 추가적인 투입이 불가피함에도 GAP 인증 농산물의 가격이 일반 농산물과 차별화되지 않은 점이 GAP 인증 농가 확대의 장벽이 되고 있다[4]. 제도적인 측면에서 보면, GAP 농업인은 작물의 병해충 방제 시에 농약관리법에 따라 등록된 농약만을 사용하여야 하며, 이 때 식품위생법에서 정한 잔류허용기준을 초과하지 않도록 살포하여야 하는데[5], 작물별로 등록된 농약이 충분하지 않다는 점이 문제가 된다. 작물별로 등록된 농약(상품)을 살펴보면 다소비 농작물인 쌀이나 사과, 배추 등에는 농약이 충분히 등록되어 있으나, 소비량이 적은 기장이나 살구, 청경채 등에는 방제할 수 있는 농약이 거의 등록되어있지 않은 실정인데(Table 1)[6], 이는 생산 면적과 생산량이 적은 작물에 대해서는 농약 제조 회사들이 농약을 상품화하여 등록하는 일을 기피하고 있기 때문으로 판단되고 있다[7].

GAP 농작물에 방제할 수 있는 농약이 충분히 등록되지 않음으로 인해 두 가지 문제가 발생할 수 있다. 첫 번째는 GAP 농가가 병해충 방제를 위해 부득이 등록되지 않은 농약을 의도적으로 방제하는 문제이다. 두 번째 문제는 Petroff[8]와 Hirnyck[9]이 지적한 바와 같이 농약 살포기에 잔류한 농약이 비의도적으로 허용되지 않은 농작물에 이행(carry-

*Correspondence to: Jun-Sung Kim, Food Research Institute of National Agricultural Cooperative Federation, Suwon 16506, Korea
Tel: 82-31-8021-7000, Fax: 82-31-8021-7018
E-mail: 65kimjs@nonghyup.com

Table 1. Pesticide products registered in Korea for Commodities in 2016 (partial list)

Types	Commodities	No. of registered pesticides	Types	Commodities	No. of registered pesticides
Cereal grains	Rice	148	Vegetables	Watermelon	125
	Maize	34		Korean Cabbage	115
	Common millet	10		Korean melon	114
	The rest, omitted			Chwinamul	48
Potatoes	Potato	86		Melon	67
	Sweet potato	16		Eggplant	58
	The rest, omitted			Leek	43
Fruits	Apple	157		Lettuce (leaf)	54
	Mandarin	138		Radish leaves	43
	Pear	126		Spinach	43
	Grape	124		Squash	42
	Peach	104		Head Cabbage	24
	Strawberry	115		Chinese vegetable	3
	Jujube	57		The rest, omitted	
	Plum	53			
	Blueberry	33			
	Apricot	25			
	The rest, omitted				

Table 2. List of pesticides monitored in GAP crops

Analitical instruments	Pesticides
GC-ECD	Anilofos, Bromopropylate, Carbophenothion, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chlorobenzilate, Cyflufenamid, Cyhalothrin, Deltamethrin, Dicloran, Dicofol, Dimethenamid, Disulfoton, Etrimfos, Fenpropathrin, Fenvalerate, Flutolanil, Folpet, Halfenprox, Heptachlor, Lufenuron, Oxadiazon, Oxyfluorfen, Paclobutrazole, Parathion-methyl, Permethrin, Propiconazole, Triflumuron, Trifluralin, Aldrin, Azoxystrobin, Bifenthrin, Captan, Chlorfenapyr, Clofentezine, Dieldrin, Difenoconazole, Endosulfan, Flucythrinate, Imazalil, Indanofan, Metobromuron, Metribuzin, Mevinphos, Penconazole, Probena- zole, Prochloraz, Procymidone, Prometryn, Simazine, Simeconazole, Tefluthrin, Tetraconazole, Tetradifon, Thifluzamide, Zoxamide, Acrinathrin, BHC, Bromobutide, Butachlor, Cyfluthrin, Dichlofluanid, Dithiopyr, Ethion, Fenamidone, Fenoxanil, Fipronil, Fthalide, Indoxacarb, Iprodione, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Mefenacet, Metolachlor, Nuarimol, Piperophos, Pyridalyl, Qintozene, Tolylfluanid, Triadimenol, Alachlor, Bifenox, Chinomethionat, Chlordane, Chlorothalonil, Cypermethrin, DDT, Diclofop-methyl, Endrin, Ethalfluralin, Etridiazole, Fenarimol, Flufenoxuron, Mecarbam, Methoxychlor, Methyl-pentachlorophenyl sulfide, Ofurace, Pirimiphos-ethyl, Propanil, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyrimidifen, Thiobencarb, Tralomethrin, Triadimefon, Vinclozolin
GC-NPD	Dichlorvos, Methabenzthiazuron, Terbuthylazine, Iprobenfos, Simetryn, Metalaxyl, Terbutryn, Malathion, Parathion, Pendimethalin, Triflumizole, Hexaconazole, Myclobutanil, Cyproconazole, Edifenphos, Etoxazole, Pyraclofos, Furathiocarb, Azinphos-methyl, Bitertanol, Buprofezin, Cadusafos, Chlorpropham, Diniconazole, Diphenamid, Fenamiphos, Fenitrothion, Iprovalicarb, Isofenphos, Methidathion, Molinate, Phosphamidon, Prothiofos, Tebufenpyrad, Terbufos, Thiazopyr, Chlorpyrifos-methyl, Diazinon, Dimepiperate, Diphenylamine, Fenbuconazole, Fenothiocarb, Fenthion, Flusilazole, Fosthiazate, Metconazole, Phorate, Phosalone, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Pyriminobac-methyl, Tebuconazole, Chlorpyrifos, Cyprodinil, Dimethoate, EPN, Esprocarb, Ethoprophos, Fenazaquin, Fludioxonil, Mepronil, Napropamide, Phenthoate, Pyrazophos, Tebupirimfos, Tolclofos-methyl, Triazophos
HPLC-DAD	Benomyl, Chromafenozide, Clothianidin, Cyhalofop-butyl, Dimethomorph, Dimethylvinphos, Ferimzone, Flumioxazin, Hexaflumuron, Mepanipyrim, Metamifop, Novaluron, Pirimicarb, Pyributicarb, Pyriproxyfen, Quinoclamine, Tebufenozide, Thiabendazole, Thiacloprid, Trifloxystrobin, Acetamiprid, Boscalid, Cyazofamid, Cymoxanil, Diethofencarb, Diflubenzuron, Diuron, Fenpyroximate, Fluacrypyrim, Forchlorfenuron, Imibenconazole, Imidacloprid, Pentoxazone, Pyraclostrobin, Pyribenzoxim, Pyrimethanil, Pyroquilon, Spirodiclofen, Teflubenzuron, Amisulbrom, Bendiocarb, Benthiavalicarb-isopropyl, Benzoximate, Carbendazim, Chloraniliprole, Ethaboxam, Etofenprox, Flubendiamide, Flupicolide, Hexythiazox, Mandipropamid, Methoxyfenozide, Oxaziclomefon, Pencycuron, Silafluofen, Spiromesifen, Thiophanate-methyl, Tiadinil, Tricyclazole
HPLC-FLD	Carbaryl, Carbofuran, Fluquinconazole, Isoprocarb, Methiocarb, Methomyl, Thiodicarb, Aldicarb, Ethiofencarb, Fenobucarb, Metolcarb, Oxamyl, Propoxur, Thiamethoxam,

over)될 수 있다는 점이다. 이 두 가지 행위는 농산물우수관리기준과 농약관리법 모두에 위반이 된다.

본 연구자들은, 등록된 농약이 부족하여 GAP 제도에서 발생할 수 있는 문제를 확인하기 위하여 2014년부터 2016년 5월까지 농협의 GAP 인증 농가에서 생산되는 GAP 농산물의 미등록농약의 오염 실태를 살펴보았다. 또한 미등록농약이 비의도적으로 오염되는지 여부를 알아보기 위하여 농약 살포기 세척 정도에 따른 농약 살포기 내 잔류량을 분석하였다. 그리하여 GAP의 활성화를 위해서, 모든 농산물에 차별 없이 농약이 충분히 등록되어야 하는 이유와 미등록농약의 비의도적 오염이 일정 범위 내에서 허용되어야 하는 이유를 밝히고자 하였다.

Materials and Methods

시료

2014년부터 2016년 5월까지 GAP 농가로부터 의뢰된 GAP 농산물에 대하여 잔류농약을 분석하였다. 이 기간 중에 의뢰된 GAP 농산물은 과일류, 곡류 및 채소류가 대부분을 차지하였는데, 종류별로 보면 과일류 1,756건, 곡류 944건, 채소류 568건, 콩류 15건, 서류 13건, 견과종실류 6건, 버섯류 2건, 기타 9건이었다. 곡류와 과일류는 대부분 가을철에 의뢰되었고, 노지재배보다 시설재배에 많이 의존하는 채소류는 연중 의뢰되는 경향을 보였다. 이들 시료는 접수되는 즉시 분쇄하여 일부는 전처리를 하였고 나머지는 재검사에 대비하여 냉동으로 보관하였다.

시약 및 분석기기

분석 대상 농약 표준물질은 Dr. Ehrenstorfer GmbH (Augsburg, Germany)사, Wako (Osaka, Japan)사 및 Ultra Scientific (North Kingstown, RI, USA) 사의 제품을 사용하였다. 농약 추출 용매로 사용한 아세토니트릴(acetonitrile)은 Sigma-Aldrich사 (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였고, 아세톤(acetone) 및 디클로로메탄(dichloromethane)은 Honeywell (Wunstorfer, Germany) 사의 제품을 사용하였으며 모두 HPLC급이었다. 층 분리에 사용한 염화나트륨(sodium chloride)은 Merck (Darmstadt, Germany) 사의 제품을 사용하였다.

분석에 사용된 GC는 HP 6890 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)으로 Electron Capture Detector (ECD)와 Nitrogen Phosphorus Detector (NPD)를 연결하여 사용하였다. HPLC는 1200 series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 Diode Array Detector (DAD)와 Fluorescence Detector (FLD)를 연결하여 사용하였다.

잔류농약의 분석

"농산물 등의 유해물질 분석법"(식품의약품안전처 고시 제2013-138)[10]에 따라 245종의 농약(Table 2)에 대하여 그 잔류량을 분석하였으며, 기기분석 조건은 Table 3~4와 같다.

Table 3. Analytical conditions of GC

Specification	Detector	
	ECD	NPD
Column	HP-5 5% phenyl methyl siloxane (30 m × 0.25 mm ID × 0.25 μm)	
Inlet	Temperature: 250°C 1 μL split ratio 50 : 1	Temperature: 250°C 1 μL splitless
Detector	Temperature: 320°C Make-up N_2: 60 mL/min	Temperature: 320°C Make-up N_2: 60 mL/min H_2: 3.5 mL/min Air: 120 mL/min
Oven	80°C (2 min hold) → 10°C/min → 200°C → 2°C/min → 220°C (4 min hold) → 10°C/min → 300°C (4 min hold)	

Table 4. Analytical conditions of HPLC

Specification	Detector			
	Diode Array Detector		Fluorescence Detector	
Column	C18 (150 mm × 4.6 mm, 2.6 μm)			
Injector	Injection volume: 10 μL			
Detector	Wavelength: 254 nm, 235 nm		Excitation: 330 nm Emission: 445 nm	
Mobile Phase	Time (min)	Water (%)	Acetonitrile (%)	Flow rate (mL/min)
	0	70	30	0.7
	5	70	30	0.7
	20	30	70	0.7
	30	10	90	0.7
	31	0	100	1.0
	40	0	100	1.0

살포기 세척 정도에 따른 살포기 내 농약 잔류량 분석

농약 살포기의 세척 정도에 따른 농약 잔류량을 분석하기 위하여 11종의 농약 약제(Table 5)를 사용하였다. 농약 살포기로는 플라스틱 재질의 가정용 분무기를 사용하였다. 농약 약제를 농약 사용 지침서에 따라 가정용 분무기에 200 mL씩 조제한 후 200 mL의 수돗물로 분무기를 3회 세척하면서 각 세척액 내의 농약 잔류량을 분석하였다.

Results and Discussion

연도별 GAP 농산물에서의 미등록농약 검출 현황

2014년부터 2016년 5월까지 농협에서 실시한 GAP 농산물에서의 농약 잔류량을 분석한 결과를 보면(Table 6), 미등록농약이 검출된 경우가 농약잔류허용기준을 초과한 경우보다 4.9배 높았다. 또한 허용기준을 초과로 인한 부

Table 5. List of the pesticide products used to analyze pesticide residues in the rinsed pesticide sprayers (written in alias)

Products	Producer	Active ingredients (%, w/v)
A	A company (Korea)	Procymidone (50%)
B	B company (Korea)	Cypermethrin (5%)
C	C company (Korea)	Fluopyram (40%)
D	D company (Korea)	Acetamiprid (5%)
E	E company (Korea)	Carbendazim (35%)
F	F company (Korea)	Methidathion (36%)
G	G company (Korea)	Bifenthrin (1%)
H	B company (Korea)	Spiromesifen (20%)
I	H company (Korea)	Chlorfenapyr (5%)
J	I company (Korea)	Famoxadone (9%)
K	I company (Korea)	Chlorantraniliprole (8%)
L	E company (Korea)	Chlorpyrifos (38%)

Table 6. Yearly violations of pesticides of the GAP crops analyzed by National Agricultural Cooperative Federation

Year	No. of samples	No. of violations by exceeding MRL (%)	No. of violations by unregistered pesticides (%)
2014	1,874	13 (0.69)	29 (1.55)
2015	1,323	2 (0.15)	41 (3.10)
2016 (Jan ~ May)	116	0 (0)	3 (2.59)
Total	3,313	15 (0.45)	73 (2.20)

적합은 2014년부터 2016년까지 매년 감소하는 경향을 보였으나, 미등록농약으로 인한 부적합은 오히려 증가되는 경향을 보였다. 이러한 경향은 Kim 등[2]의 보고에서도 알 수 있었다. 미등록농약으로 가장 많이 검출된 성분은 procymidone이었으며, 그 다음으로는 cypermethrin, carbendazim 순이었다(Table 7).

작물별로 보면 곡류나 과일류보다 엽채류에서 미등록농약이 상대적으로 많이 검출되었으며, 엽채류에서는 미등록농약으로 인한 부적합률이 50%를 상회하였다(Table 7, 8). 청경채는 단 한건이 의뢰되었는데 청경채에 허용되지 않은 chlorantraniliprole과 imidacloprid이 검출되어 인증이 취소되었다. 청경채에서는 배추좀나방과 담배가루이에 의한 병해가 자주 발생하는 것으로 보고되고 있는데[11] chlorantraniliprole은 배추좀나방 방제에, imidacloprid는 담배가루이 방제에 효과가 있는 농약으로 알려져 있다[12,13]. 그러나 우리나라에서 청경채에 사용할 수 있도록 등록된 농약이 전혀 없는 상황이어서(Table 8) 청경채가 병해충으로 인해 병해를 입더라도 합법적으로 방제할 농약이 없는 셈이다[6].

반면 재배면적이 넓고 생산량이 많은 곡류나 과일에서는 미등록농약에 의한 부적합률이 상대적으로 낮았다. 쌀

Table 7. Unregistered pesticides detected in the GAP crops analyzed from 2014 to 2016 May

Types	Crops	Unregistered pesticides detected
Cereal grains	Rice	Bifenthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin
Fuits	Apple	Methomyl, Tralomethrin
	Mandarin	Dicofol
	Pear	Methidathion, Phenthoate, Procymidone
	Grape	Isoprothiolane
	Peach	Azinphos-methyl, Cyfluthrin, Fenpropathrin, Methomyl
	Strawberry	Cypermethrin, Endosulfan, Famoxadone, Isoprothiolane
	Plum	Chlorfenapyr, Methomyl, Phenthoate
	Jujube	Chlorpyrifos, Procymidone, Spiromesifen
	Blueberry	Boscalid
Vegetables	Watermelon	Endosulfan
	Korean melon	Carbendazim, Fenobucarb, Procymidone
	Melon	Fenhexamid, Fluopyram, Procymidone
	Eggplant	Dimethomorph
	Chwinamul	Acetamiprid, Edifenphos, Iprobenfos
	Lettuce (leaf)	Butachlor, Cyflufenamid, Lufenuron, Procymidone
	Spinach	Carbendazim, Fenvalerate, Procymidone
	Leek	Tebuconazole
	Squash	Endosulfan
	Radish leaves	Cypermethrin, Pencycuron, Procymidone
	Chinese vegetable	Chlorantraniliprole, Imidacloprid

에서는 936개의 검체 중에서 단 5건에서만 미등록농약이 검출되었으며, 사과에서는 666개의 검체 중 단 2건에서만 미등록농약이 검출되었다. 또한 쌀에 사용할 수 있는 농약으로는 2016년 기준으로 148 성분이 등록되어 있고, 사과에는 157 성분이 등록되어 있어서 소면적엽채류 작물과 농약 등록 상황이 대조적이다(Table 8). 소면적엽채류 작물을 위하여 등록된 농약이 부족한 이유는 농약 제조회사에서 소면적엽채류 작물과 같이 생산량이 적은 농산물에 대하여 농약의 생산 및 등록이 기피되고 있기 때문인 것으로 판단되고 있다[7]. 농촌진흥청에서는 이러한 문제를 해소하고자 소면적엽채류 작물에 대하여 직군별 농약 등록 제도를 도입하여 모든 엽채류에 대하여 일일이 농약을 등록해야하는 번거로움을 완화하였음에도[14] 아직도 등록된

Table 8. Numbers of violations by unregistered pesticides of GAP crops and numbers of pesticide products registered for each GAP crop

Types	Crops	No. of samples analyzed	No. of violations	% of violations	No. of registered pesticides
Cereal grains	Rice	936	5	0.5%	148
Fuits	Apple	666	2	0.3%	157
	Mandarin	131	1	0.8%	138
	Pear	280	6	2.1%	126
	Grape	205	1	0.5%	124
	Peach	201	5	2.5%	104
	Strawberry	201	8	4.0%	115
	Plum	27	4	14.8%	53
	Jujube	9	3	33.3%	56
	Blueberry	9	1	11.1%	33
Vegetables	Watermelon	89	2	2.2%	125
	Korean melon	37	10	27.0%	114
	Melon	18	10	55.6%	67
	Eggplant	7	1	14.3%	58
	Chwinamul	4	2	50.0%	48
	Lettuce(leaf)	27	5	18.5%	54
	Spinach	6	2	33.3%	43
	Leek	8	1	12.5%	43
	Squash	62	2	3.2%	42
	Radish leaves	3	2	66.7%	43
	Chinese vegetable (Bok-Choy)	1	1	100%	0

농약이 부족한 현실이다.

따라서 모든 작물에 농약이 충분히 등록되도록 하는 것이 농산물우수관리제도(Good Agricultural Practices, GAP)에 참여하는 농가 수를 확대하기 위한 선결과제이다.

농약 살포기에 의한 미등록농약의 비의도적 오염

2014년부터 2016년 5월까지 검사한 GAP 농산물에서 미등록농약이 88건 검출되었는데 이 중 미등록농약의 잔류량이 허용기준의 5% 이하인 경우가 46건으로 약 52.3%를 차지하였으며, 10% 이하인 경우는 56건으로 63.6%를 차지하였다(Table 9, 10). 검출된 미등록농약의 잔류량이 미량인 것으로 보아 대부분 병해충 방제를 위해 미등록농약을 의도적으로 살포하였다기보다는 비의도적으로 작물에 이행(carry-over)된 것으로 추정되었다. 농약이 작물에 비의도적으로 이행될 수 있는 경로는 토양 및 물[15], 공기[16] 그리고 농약살포기[17]로 생각해볼 수 있다.

본 연구에서는 비의도적 오염 경로 중 농약 살포기에 주목하여 농약 살포기를 수돗물로 1~3회 세척하면서 세척액 내의 농약 잔류량을 분석한 결과 1차 세척액에 carbendazim은 9.0%, methidathion은 5.5% 잔류하였다. 반면, procymidone, carbendazim, methidathion, chlorfenapyr, chlorpyrifos는 3차 세척액에서도 여전히 검출되어(Fig. 1) 살포기에 잔류한 농약이 비의도적으로 작물에 이행될 수 있음이 간접적으로 확인되었다. Hirnyck[18]는 방제가 끝난 농약 살포기를 세척할 경우 1차~3차에 걸쳐 95.2%(w/w)~99.8%(w/w) 정도 농약이 제거된다고 보고하였으며, Suciu 등[17]은 살포기 세척 시에 세정제를 병용하더라도 4% 정도는 잔류할 수 있다고 보고하였다.

이상의 결과에서 보듯이 미등록농약이 비의도적으로 오염될 수 있음을 감안하여 미등록농약이 검출되더라도 잔류허용기준의 1/10까지는 비의도적으로 오염으로 보고 허용하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

또한 농업인이 살포기를 세척할 때마다 농약 잔류량을 확인하는 것이 현실적으로 불가능하다. 따라서 농약 살포기의 세척방법에 대한 지침이 마련되어 농업인에게 제공되어야 할 것이며, 농약 살포기의 재질, 모양에 따라 세척 후 농약 잔류정도가 다양하므로[8,9,17,18] 여러 가지 세척방법이 연구되어야 할 것이다.

국문요약

2014년부터 2016년 5월까지 3,313건의 농산물우수관리 기준으로 재배되는 농산물(GAP 농산물)에 대한 미등록농약 오염 실태를 조사하였다. 그 결과, 미등록농약 오염에

Table 9. Residual amounts of unregistered pesticides contaminated among the 3,313 GAP samples

Commodities	Unregistered pesticide detected	Residual amount (mg/kg) (A)	Maximum residue limit (mg/kg) (B)	% of residue (= 100*A/B)	Commodities	Unregistered pesticide detected	Residual amount (mg/kg)	Maximum residue limit (mg/kg)	% of residue (= 100*A/B)
Apple	Tralomethrin	0.008	0.5	1.60	Melon	Fluopyram	0.004	1.0	0.40
Apple	Methomyl	0.025	2.0	1.25	Melon	Procymidone	0.005	0.3	1.67
Blueberry	Boscalid	0.178	5.0	3.56	Melon	Fluopyram	0.009	1.0	0.90
Chinese vegetable	Chlorantraniliprole	0.145	3.0	4.83	Melon	Procymidone	0.010	0.3	3.33
Chinese vegetable	Imidacloprid	0.076	0.3	25.33	Melon	Fluopyram	0.008	1.0	0.80
Chwinamul	Iprobenfos	0.030	0.2	15.00	Melon	Procymidone	0.004	0.3	1.33
Chwinamul	Edifenphos	0.070	0.2	35.00	Peach	Cyfluthrin	0.083	1.0	8.30
Chwinamul	Acetamiprid	0.400	0.2	200.00	Peach	Methomyl	0.074	5.0	1.48
Eggplant	Dimethomorph	0.040	1.0	4.00	Peach	Methomyl	0.027	5.0	0.54
Grape	Isoprothiolane	0.015	0.05	30.00	Peach	Fenpropathrin	0.027	5.0	0.54
Jujube	Chlorpyrifos	0.106	0.5	21.20	Peach	Azinphos-methyl	0.105	1.0	10.50
Jujube	Procymidone	0.076	5.0	1.52	Pear	Procymidone	0.043	5.0	0.86
Jujube	Spiromesifen	0.042	0.2	21.00	Pear	Procymidone	0.031	5.0	0.62
Korean melon	Procymidone	0.014	1.0	1.40	Pear	Methidathion	0.022	0.3	7.33
Korean melon	Procymidone	0.025	1.0	2.50	Pear	Methidathion	0.041	0.3	13.67
Korean melon	Fenobucarb	0.021	0.5	4.20	Pear	Phenthoate	0.005	0.2	2.50
Korean melon	Procymidone	0.184	0.5	36.80	Pear	Methidathion	0.017	0.3	5.67
Korean melon	Procymidone	0.272	0.5	54.40	Plum	Methomyl	0.062	0.05	124.00
Korean melon	Carbendazim	0.024	1.0	2.40	Plum	Chlorfenapyr	0.027	1.0	2.70
Korean melon	Procymidone	0.211	0.5	42.20	Plum	Chlorfenapyr	0.006	1.0	0.60
Korean melon	Procymidone	0.235	0.5	47.00	Plum	Phenthoate	0.034	0.2	17.00
Korean melon	Procymidone	0.260	0.5	52.00	Radish leaves	Cypermethrin	0.072	5.0	1.44
Korean melon	Carbendazim	0.038	1.0	3.80	Radish leaves	Pencycuron	0.439	0.1	439.00
Korean melon	Procymidone	0.005	0.5	1.00	Radish leaves	Procymidone	0.011	5.0	0.22
Korean melon	Procymidone	0.005	0.5	1.00	Rice	Cyhalothrin	0.015	0.05	30.00
Leek	Tebuconazole	0.054	2.0	2.70	Rice	Cypermethrin	0.287	1.0	28.70
Lettuce (leaf)	Cyflufenamid	0.104	0.1	104.00	Rice	Cypermethrin	0.126	1.0	12.60
Lettuce (leaf)	Lufenuron	0.109	0.2	54.50	Rice	Cypermethrin	0.064	1.0	6.40
Lettuce (leaf)	Procymidone	0.428	5.0	8.56	Rice	Bifenthrin	0.028	0.5	5.60
Lettuce (leaf)	Procymidone	0.006	5.0	0.12	Spinach	Fenvalerate	0.030	0.5	6.00

Table 9. (Continued) Residual amounts of unregistered pesticides contaminated among the 3,313 GAP samples

Commodities	Unregistered pesticide detected	Residual amount (mg/kg) (A)	Maximum residue limit (mg/kg) (B)	% of residue (= 100*A/B)	Commodities	Unregistered pesticide detected	Residual amount (mg/kg)	Maximum residue limit (mg/kg)	% of residue (= 100*A/B)
Lettuce (leaf)	Butachlor	0.027	0.1	27.00	Spinach	Carbendazim	0.156	2.0	7.80
Lettuce (leaf)	Procymidone	0.011	5.0	0.22	Spinach	Procymidone	0.021	5.0	0.42
Mandarin	Dicofol	0.477	1.0	47.70	Squash	Endosulfan	0.016	0.1	16.00
Melon	Procymidone	0.025	1.0	2.50	Squash	Endosulfan	0.005	0.1	5.00
Melon	Procymidone	0.018	1.0	1.80	Strawberry	Cypermethrin	0.064	0.5	12.80
Melon	Fenhexamid	0.104	0.5	20.80	Strawberry	Cypermethrin	0.055	0.5	11.00
Melon	Fluopyram	0.005	1.0	0.50	Strawberry	Endosulfan	0.113	0.2	56.50
Melon	Procymidone	0.009	0.3	3.00	Strawberry	Cypermethrin	0.039	0.5	7.80
Melon	Fluopyram	0.004	1.0	0.40	Strawberry	Cypermethrin	0.055	0.5	11.00
Melon	Procymidone	0.006	0.3	2.00	Strawberry	Endosulfan	0.004	0.2	2.00
Melon	Fluopyram	0.008	1.0	0.80	Strawberry	Famoxadone	0.034	2.0	1.70
Melon	Procymidone	0.003	0.3	1.00	Strawberry	Isoprothiolane	0.010	0.05	20.00
Melon	Fluopyram	0.004	1.0	0.40	Watermelon	Endosulfan	0.010	0.1	10.00
Melon	Procymidone	0.007	0.3	2.33	Watermelon	Endosulfan	0.011	0.1	11.00

Table 10. Number of detections of unregistered pesticides in the range comparing the MRLs

Range comparing the MRL	No. of detections in the range
above MRL	3
90% < X ≦ MRL	0
80% < X ≦ 90%	0
70% < X ≦ 80%	0
60% < X ≦ 70%	0
50% < X ≦ 60%	4
40% < X ≦ 50%	3
30% < X ≦ 40%	2
20% < X ≦ 30%	7
10% < X ≦ 20%	11
5% < X ≦ 10%	10
5% or below	46

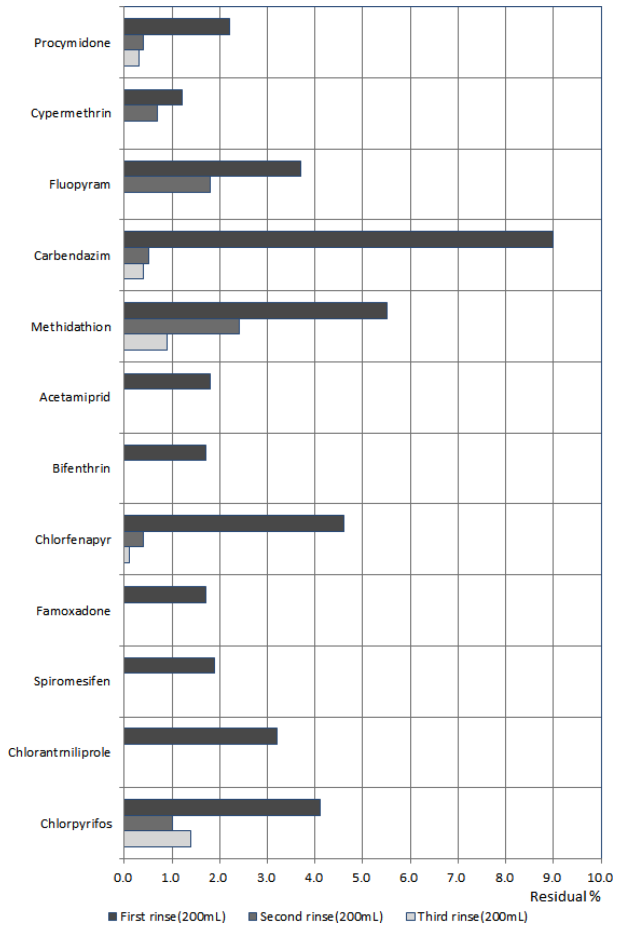

Fig. 1. Residual percentiles of the pesticide in the rinsed sprayers.

의한 부적합 건수가 잔류허용기준을 초과에 의한 부적합 건수보다 훨씬 많았다. 미등록농약이 검출되어 부적합 판정된 GAP 농산물의 대부분은 소면적엽채류 작물이었는데 그 이유는 이들 작물에 등록된 농약이 곡류나 과일류보다 훨씬 부족하기 때문으로 확인되었다. 또한 방제가 끝난 농약 살포기를 세척하여도 살포기 내에 농약이 어느 정도 잔류할 수 있으며, 이 때 잔류한 농약이 허용되지 않은 작물에 비의도적으로 이행될 수 있음이 확인되었다. 따라서 침체된 우리나라의 농산물우수관리제도(Good Agricultural Practices, GAP)를 활성화하기 위해서는 모든 농작물에 농약이 충분히 등록되어야 하고, 또한 농약 살포기에 잔류한 농약이 완전히 세척되지 않는 경우를 감안하여 미등록 농약이 비의도적으로 농작물에 이행되는 것이 일정량 허용되어야 할 것이다.

References

1. Shim, W.B., Nam, M.W., Chung, D.H.: Understanding and activation of GAP system. *Safe Food*, **9**, 3-8 (2014).
2. Kim, H.G., Choi, D.S., Kim, S.G.: Analysis of recent four years situation for pesticide residues in the GAP certified agricultural products analyzed by National Agricultural Co-operative Federation. *Korean J. Pestic. Sci.,* **17**, 271-282 (2013).
3. GAP Information Service: Current States of GAP Certification and Agricultural Products Traceability System (June, 2016). Available form: http://www.gap.go.kr/board/BoardView.do?b_id=pds&ctgry_cd=&b_seq=82&orderby=. Accessed August, 12, 2016.
4. Kim, H.Y., Ryu, J.G., Yoon, D.H., Park, J.Y., Cho, J.: Role sharing among private sector, local government and central government to develop GAP (Good Agricultural Practices) certification system. *Safe Food*, **10**, 31-36 (2015).
5. Rural Development Administration: Good Agricultural Practices. Notification No. 2014-33 (2014).
6. National Institute of Agricultural Science: Pesticides Information Service. Available from: http://pis.rda.go.kr. Accessed July, 14, (2016).
7. Ahn, C.H., Kim, Y.H., Eom, H.S., Lee, G.H., Ryu, G.H.: A study on crop group for pesticide efficacy and crop safety of minor crops. *Korean J. Pestic. Sci.,* **18**, 364-375 (2014).
8. Petroff, R., Johnson, G.: Maintenance, Cleaning and Storage of Ground Sprayers. Montana State University Extension MontGuide MT198917AG (February 2011). Available from : http://www.pesticides.montana.edu/documents/montguides/Sprayer- cleaning-MT198917AG.pdf, Accessed June, 13, (2016).
9. Hirnyck, R.: Using pesticides safely. PNW Pest Management Handbook, A Pacific Northwest Extention Publication, 1-6 (March, 2016). Available from: https://pnwhandbooks.org/sites/pnwhandbooks/files/common/chapterpdf/pesticidesafety.pdf. Accessed June, 13, (2016).
10. Ministry of Food and Drug Safety: Analysis of Hazardous Substances of Agricultural Products. Notification No. 2013-138 (2013).
11. Lee, Y.S., Lee, H.J., Jang, M.J., Jung, G.H., Lee, J.G.: Occurrence of Major Insects in Bok-Choy and Blueberry in Gyeonggi Province. *Conference of The Korean Society of Pesticide Science*, **4**, 80-80 (2014).
12. Wang, X., Khakame, S.K., Ye, C., Yang, Y., Wu, Y.: Charac-

terisation of fieldevolved resistance to chlorantraniliprole in the diamondback moth, Plutella xylostella, from China. *Pest Manag. Sci.*, **69**, 661-665 (2013).
13. Sun, Y.X., Liu, T.X.: Effectiveness of imidacloprid in combination with a root nitrogen fertilizer applied to tomato seedlings against Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae). *Crop Prot.,* **80**, 56-64 (2015).
14. Rural Development Administration: Standard of Registration of Pesticides and their Technical Grades. Notification No. 2013-21 (2013).
15. Park, D.G., Kim, T.H., Kim, S.S., Kim, S.M., Kim, S., Hur, J.H.: Monitoring of pesticide residues at alpine and slopedland in Gangwon, Korea. *Korean J. Pestic. Sci.* **8**, 189-197 (2004).
16. Raeppel, C., Salquebre, G., Millet, M., Appenzeller B.M.R.: Pesticide detection in air samples from contrasted houses and in their inhabitants' hair. *Sci. Total Environment*., **544**, 845-852 (2016).
17. Suciu, N. Ferrari, T. Ferrari, F. Trevisan, M., Capri, E.: Pesticide removal from waste spray-tank water by organoclay adsorption after field application: an approach for a formulation of cyprodinil containing antifoaming/defoaming agents. *Environ. Sci. Pollut. Res.,* **19**, 1229-1236 (2012).
18. Hirnyck, R.: Pesticide Sprayer Cleanout. Available from: http://www.uidaho.edu/~/media/UIdaho-Responsive/Files/cals/Programs/Potatoes/proceedings/2014/Sprayer-cleanout-with-pam-Hirnyck-2014.ashx. Accessed June, 13, 2016.