

경기도내 유통 수입과실류의 잔류농약 실태조사

조윤식* · 강정복 · 김양희 · 정진아 · 허정원 · 이소현 · 임영식 ·
배호정 · 강흥규 · 이정희 · 정은숙 · 이병훈 · 박용복 · 이정복
수원농산물검사소

(Received on June 4, 2012. Revised on July 22, 2012. Accepted on August 3, 2012)

A survey on pesticide residues of imported fruits circulated in Gyeonggido

Yun-Sik Cho*, Jeong-Bok Kang, Yang-Hee Kim, Jin-A Jeong, Jeong-Weon Huh, So-Hyun Lee,
Young-Sik Lim, Ho-Jeong Bae, Heung-Gyu Kang, Jeong-Hee Lee, Eun-Sook Jung,
Byoung-Hoon Lee, Yong-Bok Park and Jong-Bok Lee

Suwon Agricultural Products Inspection Team

Abstract We tested for pesticide residues in 124 samples of 22 different items of imported fruits circulated in Gyeonggido. Total 218 pesticides were analyzed by multi-residue method using gas chromatography/nitrogen phosphorus detector-electron capture detector (GC/NPD-ECD), time of flight/mass spectrometer (TOF/MS), ultra performance liquid chromatography/photo diode array (UPLC/PDA), high performance liquid chromatography/fluorescence detector (HPLC/FLD) and mass spectrometer (LC/MS/MS). The pesticides were detected in 18 fruits samples, ranging 0.003~0.3 mg/kg and no samples had violative residue. The separation test to 14 sample pesticides detected was conducted to monitor the current status of pesticide residues according to the partial characteristic. The pesticides were detected in 14 peels ranging 0.03~1.5 mg/kg and 2 fleshes in less than detection limits. These results indicate that imported fruits are safe when the human takes normally but even the small amount of pesticides is harmful when the human takes it in a prolonged period. Therefore, the pesticide residual amounts of imported fruits should be constantly monitored for food safety.

Key words Pesticide residues, Imported fruits, Peel, Flesh, Test for disjoined parts

서 론

최근 소득증대에 따른 생활수준 향상에 의해 과실소비가 고급화, 다양화 되어가고 있으며, 시장개방에 따라 수입과실류의 소비가 급격히 증가하고 있다(황 등, 2010). 가장 많이 수입되는 3대 과실류는 바나나, 오렌지, 포도 순으로 전년 대비 각각 17.7%, 31.7%, 33.8% 증가하였으며, 최근 소비 트렌드의 변화에 따른 새로운 열대 과실의 수요가 급증하여 체리, 망고, 아보카도의 수입이 증가하고 있다. 수입과실은 직접 생식하는 경우가 많으며 수입국의 다변화로 위생상 위

해가능성이 높아짐에 따라 잔류농약 등의 안전성에 대한 우려도 커지고 있는 실정이다.

또한, 수입과실의 경우 대량장기저장, 장거리, 장시간 수송이 요구되므로 농산물의 방충, 방미, 발아방지를 위하여 농산물에 직접 처리하는 수확 후 농약이 사용되어지고 있다.

농산물의 잔류농약은 햇빛에 의한 광분해로 제거되어지는 부분도 있으나 대부분의 수입과실은 창고저장 상태로 이동되기 때문에 햇빛에 노출될 기회가 적어 저장 후 사용되어지는 수확 후 농약의 경우 광분해에 의한 감소효과가 낮다고 할 수 있다. 따라서 수확 전 사용되는 농약에 비해 잔류량이 높을 것으로 생각되며 이러한 점에서 과실류 수입이 급증하고 있는 이때에 농약의 잔류 모니터링의 실시와 농약에 대한 실태 파악이 우선적으로 요구되고 있다(양 등, 2006; 장 등, 1997).

수확 후 농산물에 직접처리가 허용되고 있는 농약은

*Corresponding author

Tel: +82-31-236-5063, Fax: +82-31-236-9521

E-mail: cyun0030@hanmail.net

methyl bromide, 인화수소, 청산 등의 훈증제이고 분제, 액제의 직접처리는 허용되고 있지 않지만 o-phenylphenol (OPP), thiabendazole(TBZ) 등은 식품첨가물로 인가한 나라가 많다. 미국에서는 살충제로서 훈증제 이외에 chlorpyrifos, primiphos-methyl이 사용되어지고 살균제로서 captan, TBZ, OPP, benomyl 등의 직접처리가 허가되어 있다.

따라서 본 연구에서는 경기도내 지역에서 유통되는 수입 과실류를 대상으로 식품공전의 동시다성분 분석법을 이용하여 218종의 농약에 대하여 수확 전 농약과 수확 후 농약이 수입과실에 잔류하는 정도를 살펴보고 과피와 과육의 분리 실험을 통하여 과실의 부위별 특성에 따른 잔류농약정도를 관찰하여 수입과실에 대한 안전성 확보를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

2011년 1월부터 10월까지 시중에 유통되는 수입과실류 중 필리핀, 미국, 칠레, 태국 등에서 수입된 망고, 바나나, 파인애플 등 22품목에 대하여 124건을 구입하였다. 시료는 구입 즉시 신속하게 운반하여 24시간 이내에 전처리 과정을 수행하였으며, 시료의 구입 내역은 Table 1과 같다.

시약 및 표준용액

잔류 농약의 분석에 이용한 시약으로 acetonitrile, dichloromethane(Honeywell Burdick&Jacson, USA), acetone, hexane(Wako Co, Japan), methanol(Wako Co, Japan), NaCl

(Junsei Chem Co, Japan) 등을 사용하였고, 그 외의 시약들은 모두 잔류농약 분석용 및 GR급을 사용하였으며, 시료의 정제과정에서는 GC용으로 SPE-Florisil(1000 mg, 6 mL tube, Applied Separations, USA)이 LC용으로 SPE-NH₂(1000 mg, 6 mL tube, Phenomenex, USA)를 사용하였다.

잔류농약의 분석은 218종을 대상으로 하였으며 표준품은 Dr. Ehrenstorfer(Germany) 제품을 사용하였다. 표준용액은 각각의 농약 표준품을 GC의 경우 20% acetone 함유 hexane, LC의 경우 100% methanol에 녹여 사용하였다.

시료의 전처리

시료의 전처리는 식품공전의 동시다성분 분석방법에 따라 실험하였다. 검체 처리법에 따라 과실의 씨를 제거하거나 꼭지를 제거한 후 껍질 채 분쇄하였으며, 분리실험 대상 과실류의 경우 과피와 과육을 분리하여 각각 분쇄하였다. 분쇄된 시료 약 50 g에 acetonitrile 100 mL를 가하여 균질기(OMNI Corp, USA)를 이용하여 2800 rpm으로 3분간 혼합·추출하고 부호너 깔때기로 감압 여과한 후 이 여액에 sodium chloride 15 g을 넣고 1분간 진탕한 후 1시간 정도 정치하였다.

Acetonitrile층 20 mL를 취하여 40°C 수욕 중에서 농축기(Caliper Corp, USA)를 이용하여 nitrogen gas 하에서 1차 농축하였다. 1차 농축된 잔류물에 GC 분석은 20% acetone 함유 hexane 총 9 mL를 가하여 용해한 후 hexane 5 mL 및 20% acetone 함유 hexane 5 mL로 활성화시킨 florisil 카트리지를 상단에 넣어 용출액을 모아 2차 농축하였으며, 2차 농축 잔류물에 20% acetone 함유 hexane 2 mL로 용해 및 여과(0.2, nylon syringe filter)한 후 GC 분석용 시료로 사용하였으며, 기기분석 조건은 Table 2, 3과 같다.

검출된 시료에 대해서는 TOF/MS(Leco Pegasus, USA)를 이용하여 확인하였으며 분석조건은 Table 4와 같다.

LC분석의 경우 acetonitrile층 20 mL를 nitrogen gas 하에서 1차 농축한 시험관에 1% methanol 함유 dichloromethane

Table 1. The list of sample collected and analyzed

| Origin | Fruit name |
|--------------------------------|--|
| Phillippines(28 ^a) | Banana(12 ^a), Pineapple(12 ^a), Mango(4 ^a) |
| U.S.A.(54 ^a) | Berry(14 ^a), Plum(3 ^a), Cherry(5 ^a), Grape(5 ^a), Orange(5 ^a), Avocado(5 ^a), Lemon(7 ^a), Lime(1 ^a), Banana(1 ^a), Pineapple(1 ^a), Grapefruits(6 ^a), Date palm(1 ^a) |
| Chile(13 ^a) | Grape(8 ^a), Cherry(1 ^a), Berry(3 ^a), Kiwi(1 ^a) |
| Thailand(13 ^a) | Mango(10 ^a), Papaya(1 ^a), Pineapple(1 ^a), Grape(1 ^a) |
| New Zealand(8 ^a) | Kiwi(8 ^a) |
| Vietnam(2 ^a) | Durian(1 ^a), Dragonfruit(1 ^a) |
| Peru(2 ^a) | Mango(2 ^a) |
| Turkey(1 ^a) | Apricot(1 ^a) |
| Iran(1 ^a) | Ficus(1 ^a) |
| Costa Rica(1 ^a) | Pineapple(1 ^a) |
| Taiwan(1 ^a) | Mango(1 ^a) |
| Total | 124 |

^aNumber of sample.

Table 2. Analytical condition of GC/NPD

| Parameter | Condition | | |
|----------------|--|--------|-----------|
| Inlets | splitless, Inj. Vol. : 1 µL heater 300°C | | |
| Column | front HP-35 back HP-5 flow rate 1.0 mL/min | | |
| Oven temp. | | °C/min | next hold |
| | initial | | 130 1 |
| | ramp1 | 8 | 180 1 |
| | ramp2 | 4 | 210 3 |
| ramp3 | 10 | 295 5 | |
| Detector temp. | heater 320°C | | |

Table 3. Analytical condition of GC/ECD

| Parameter | Condition | | | |
|----------------|--|------|------|----|
| Inlets | split(4:1, 2:1), Inj. Vol.: 1 µL heater 270°C | | | |
| Column | front HP-1701 back HP-5 flow rate 1.0 mL/min | | | |
| | °C/min | next | hold | |
| | initial | 160 | 1 | |
| Oven temp. | ramp1 | 4.7 | 240 | 4 |
| | ramp2 | 13 | 275 | 19 |
| Detector temp. | heater 300°C | | | |

Table 4. Analytical condition of TOF/MS

| Parameter | Condition | | | |
|----------------|--|------|------|-----|
| Inlets | splitless, Inj. Vol.: 1 µL purge flow 20.0 mL/min heater 250°C | | | |
| Column | Rtx-5MS flow rate 1.5 mL/min | | | |
| | °C/min | next | hold | |
| | initial | 70 | 1.5 | |
| Oven temp. | ramp1 | 20 | 180 | 1.0 |
| | ramp2 | 10 | 265 | 1.0 |
| | ramp3 | 5 | 300 | 4.5 |
| Detector temp. | heater 260°C | | | |

11 mL로 용해한 후 dichloromethane 5 mL로 활성화시킨 SPE-NH₂ 카트리지가 상단에 넣어 용출하였으며, 위 용출액을 2차 농축한 후 100% methanol 2 mL로 용해 및 여과(0.2 µm, nylon syringe filter)하여 LC분석용 시료로 사용하였고, 기

Table 5. Analytical condition of UPLC/PDA

| Parameter | Condition | | |
|--------------|---|---------|----------|
| Column | HSS C ₁₈ (2.1 × 50 mm, 1.7 µm) | | |
| Flow rate | 0.4 mL/min, Inj. Vol.: 3 µL | | |
| | Time | 20%MeOH | 100%MeOH |
| | | 100 | 0 |
| | 1 | 60 | 40 |
| | 2 | 55 | 45 |
| | 4 | 55 | 45 |
| Mobile phase | 5 | 45 | 55 |
| | 6 | 40 | 60 |
| | 7 | 35 | 35 |
| | 8 | 30 | 70 |
| | 10 | 25 | 75 |
| | 13 | 20 | 80 |
| Detector | 254 nm | | |

Table 6. Analytical condition of HPLC/FLD

| Parameter | Condition | | |
|--------------|---|-------|-------|
| Column | Carbamate (3.9 × 150 mm, 5.0 µm) | | |
| Flow rate | 1.0 mL/min, Inj. Vol.: 5 µL | | |
| | Time | A (%) | B (%) |
| | | 20 | 80 |
| Mobile phase | 3 | 50 | 50 |
| | 12 | 70 | 30 |
| | 13 | 20 | 80 |
| | A = Water:MeOH:ACN = 2:4:4 B = 12%MeOH | | |
| Detector | Xλ: 330 nm, Eλ: 460 nm | | |

Table 7. Analytical condition of LC//MS/MS

| Parameter | Condition | | |
|--------------|---|-------|-------|
| Column | HSS C ₁₈ (2.1 × 100 mm, 1.7 µm) | | |
| Flow rate | 0.3 mL/min, Inj. Vol.: 2 µL | | |
| | Time | A (%) | B (%) |
| | | 90 | 10 |
| | 0.25 | 90 | 10 |
| Mobile phase | 8 | 10 | 90 |
| | 9 | 10 | 90 |
| | 10 | 90 | 10 |
| | 12 | 90 | 10 |
| | A = 0.1% formic acid/water B = 0.1% formic acid/MeOH | | |

기분석 조건은 Table 5, 6과 같다. 검출된 시료에 대해서는 LC/MS/MS(Waters, USA)를 이용하여 확인하였으며, 분석 조건은 Table 7과 같다.

결과 및 고찰

회수율 및 검출한계

각 농약성분의 회수율은 수입과실에서 검출된 잔류농약 항목에 준하였으며 농약표준용액을 조제하여 잔류농약이 검출되지 않은 수입과실류 중 검출률이 높은 바나나, 망고에 시료의 함유량 기준 약 0.6~11.2 mg/kg를 첨가한 뒤 60분 정도 방치 후, 상기 분석법에 따라 3회 반복하여 회수율 시험을 한 결과는 Table 8과 같다. 농약에 대한 전체적인 회수율은 84.4~120.0%, 상대표준편차(RSD%)는 0.6~4.1%를 나타내었으며, 검출한계는 0.003~0.05 mg/kg이었다. 일반적으로 회수율은 70% 이상이면 그 분석법은 타당하다고 인정되어지며, 농촌진흥청고시에서도 회수율 70% 이상, 상대표준편차 10% 이내, 검출한계 0.05 mg/kg 이하이면 바람직하다고 보고 있다. 따라서 본 실험방법은 실험을 수행하는데 적합하다고 판단된다.

Table 8. Recovery and detection limits of pesticide detected in banana and pineapple

| Compound | Pesticide residues (mg/kg) | Recovery±RSD (%) | Detection limit (mg/kg) |
|-------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|
| Prochloraz | 0.02~0.3 | 84.4±3.5 | 0.007 |
| Phenthoate | 0.05 | 103.5±2.3 | 0.004 |
| Chlorpyrifos | 0.008~0.25 | 120.0±4.1 | 0.003 |
| β-Endosulfan | 0.1 | 107.7±1.5 | 0.01 |
| Endosulfansulfate | | 86.8±0.6 | 0.05 |
| Tebuconazole | 0.1 | 105.4±1.9 | 0.03 |
| Methomyl | 0.1 | 88.1±0.8 | 0.006 |
| Carbaryl | 0.04 | 92.8±0.7 | 0.007 |

수입과실류별 잔류농약 분석결과

도내 유통 중인 수입과실류 124건에 대하여 잔류농약을 검사하였으며 결과는 Table 9와 같으며 18건의 시료에서 잔류농약이 검출되어 14.5%의 검출률을 나타내었다. 품목별 검출 건수를 보면 바나나가 5건으로 가장 많았으며, 파인애플 2건, 망고 4건, 포도 2건, 오렌지 2건, 자몽 1건, 체리 1건, 레몬 1건에서 농약이 검출되었고 검체별 검출율은 Fig. 1과 같다.

과실별 검출농약을 살펴보면 바나나 3건, 망고 2건, 오렌지 2건, 레몬 1건에서 chlorpyrifos가 0.02~0.25 mg/kg이 검출되었으며, prochloraz가 바나나 3건에서 0.2 mg/kg, 파인애플 2건에서 0.07~0.1 mg/kg, 망고 1건에서 0.02 mg/kg 검출되었다.

Phenthoate 0.05 mg/kg, endosulfan 0.1 mg/kg이 망고에서 검출되었으며, 포도 1건에서 methomyl 0.1 mg/kg, 자몽 1건에서 carbaryl 0.04 mg/kg, 포도 1건, 체리 1건에서 tebuconazole

Table 9. Residue ranges of pesticide

| Fruit Name (No) | Pesticide | Residual (mg/kg) | MRLs (mg/kg) |
|----------------------------|----------------------------|------------------|--------------|
| Banana(5) | Chlorpyrifos ^{a)} | 0.04~0.25 | 0.25 |
| | Prochloraz ^{a)} | 0.2~0.3 | 0.5 |
| Pineapple(2) | Prochloraz ^{a)} | 0.1 | 0.5 |
| Grapefruit(1) | Cabaryl ^{b)} | 0.04 | 0.5 |
| Orange(2) | Chlorpyrifos ^{a)} | 0.03~0.2 | 0.3 |
| Lemon(1) | Chlorpyrifos ^{a)} | 0.1 | 0.3 |
| Cherry(1) | Tebuconazole ^{a)} | 0.1 | 0.5 |
| | Methomyl ^{b)} | 0.1 | 1.0 |
| Mango(4) | Tebuconazole ^{a)} | 0.1 | |
| | Prochloraz ^{a)} | 0.02 | 0.5 |
| | Endosulfan ^{a)} | 0.1 | |
| | Phenthoate ^{a)} | 0.05 | |
| Chlorpyrifos ^{a)} | 0.008~0.03 | | |

^{a)}Detection to GC, ^{b)}Detection to LC.

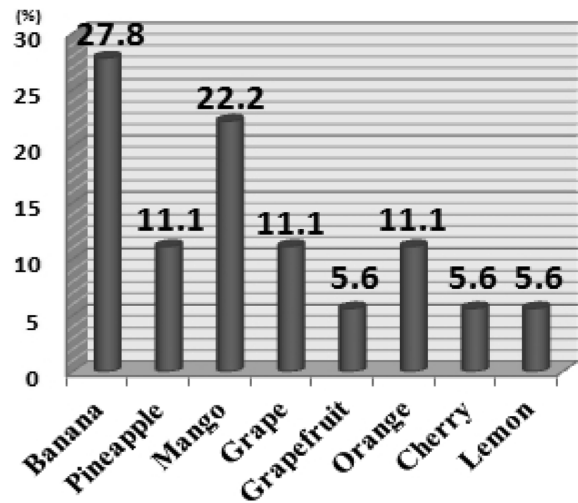


Fig. 1. Detection rate of pesticide residues by sample.

이 각각 0.07 mg/kg, 0.1 mg/kg 검출되었다. 실험결과 잔류허용기준(MRL)을 초과한 검체는 없었으나 수입량이 가장 많은 3대 과실인 바나나, 오렌지, 포도를 비롯하여 최근 수요가 급증하고 있는 체리, 망고 등의 과실에서 농약이 검출되었으며 국가별로 살펴보면 태국, 필리핀, 미국, 칠레에서 수입된 과실류에서 농약이 검출되었다(Table 10). 성분별로도 chlorpyrifos와 같은 수확 후 농약 뿐만 아니라 phenthoate, prochloraz, tebuconazole 등과 같은 수확 전 농약성분들도 검출된 것으로 볼 때, 다양한 나라에서 수입과실에 대한 농약사용이 광범위하게 이루어지고 있는 것으로 보여진다. 특히 미국의 경우 재배 시 농약살포는 우리나라보다 적지만 수출용에 한하여 수확 후 농약살포가 법적으로 허용되어 있으므로(양 등, 2006; 유 등, 2001) 수확 후 농약에 대한 주의가 필요할 것이다.

농약성분별 잔류농약 분석결과

수입과실류에서 검출된 잔류농약은 18건의 시료에서 7종의 성분이 검출되었다. 성분 조성에 따른 분포는 유기염소계 4건, 유기인계 2건, 카바마이트계 2건으로 나타났으며 각 성분에 따라 살펴보면, chlorpyrifos가 8건으로 가장 많았고,

Table 10. No. of sample detection on origin

| Origin | No. of sample detected | Sample(No) |
|--------------|------------------------|---|
| Phillippines | 8 | Banana(5), Pineapple(2), Mango(1) |
| Chile | 2 | Grape(2) |
| U.S.A | 5 | Grapefruit(1), Orange(2), Cherry(1), Lemon(1) |
| Thailand | 3 | Mango(3) |

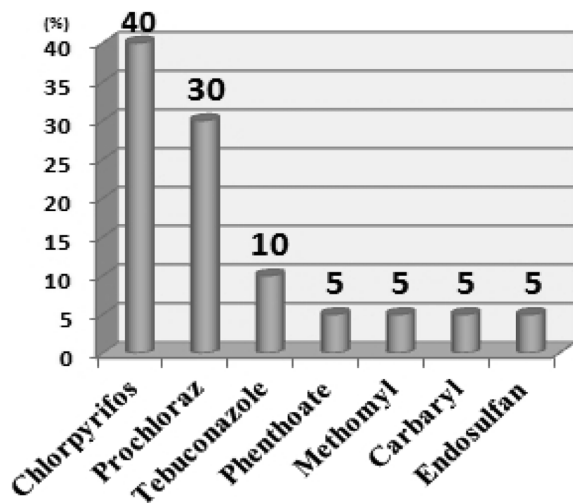


Fig. 2. Detection rate of pesticide residues detected in sample.

prochloraz 6건, tebuconazole이 2건, phenthoate, methomyl, carbaryl, endosulfan이 1건씩 검출되었으며 성분별 검출률은 Fig. 2와 같다.

검출건수가 8건으로 가장 많은 chlorpyrifos는 수확 후 농약으로 사용되어지는 성분 중 하나로 다양한 제품에서 검출되었고, 그 빈도도 가장 높은 것으로 보면 수입과실 전반에 걸쳐서 수확 후 살충제로서 많이 사용되고 있는 것으로 생각되어지며, 윤 등(2005)의 보고에서도 최근 수입과실류에서 가장 빈도 높게 검출되고 있는 것으로 보고하고 있다.

또한 chlorpyrifos는 EPA(Environment Protection Agency)에 의해 보고된 바에 의하면 뇌에 손상을 주는 것으로 알려져 있으며, 살충제로서 적용범위가 넓어 각종 해충방제에 효과적이며 국내에서도 1976년부터 시판되어 사용되고 있다. 2002년 EU의 조사 자료에 의하면 잔류농약 기준을 초과한 농약 중에서 11.5%를 차지할 정도로 유럽 각국에서도 많이 사용되는 농약이다. 우리나라의 경우 농촌진흥청에서 2004년 잔류농약 검사 시 허용기준치 초과가 빈번한 chlorpyrifos 성분을 함유하는 농약에 대해 배추와 양배추에 사용을 금지한 바 있다. 그러나 각종 과실류에는 사용이 허용되고 있으므로 이번 수입과실류 검사에서 기준을 초과한 검체는 없었지만 우리 농산물에서도 주의를 기울여야 할 것이다.

그 외의 성분으로는 prochloraz, tebuconazole, phenthoate, carbaryl, methomyl, endosulfan 성분이 검출되었는데, 6성분 모두 수확 전 농약으로 사용되어지고 있는 것들로, 성분별 특성을 살펴보면 먼저 바나나와 망고, 파인애플에서 검출된 prochloraz는 과실류의 탄저병 방제에 쓰여지는 성분으로 급성독성은 매우 낮은 농약에 속하고 항균범위가 넓으며 침투 이행성이 강하여 병해에 대한 예방과 치료효과가 있는 것으로 알려져 있다(이 등, 2009). 포도에서 검출된 tebuconazole은 살균제로서 강한 침투이행 특성으로 다양한

작물에 적용되고 있는데 국내에서는 과실류를 비롯하여 채소류 및 화훼류 외에 땅콩, 잔디, 당귀 등에도 널리 사용되고 있다. 특히 과실류에 있어서는 각종 잎무늬병과 곰팡이류에 대한 방제효과가 좋아 사용빈도가 매우 높다. 또한 망고에서 검출된 phenthoate는 살충제로서 세계적으로 사용량이 증가하고 있는 성분으로 벼, 채소, 과수 등에 광범위하게 사용되어지며 특히 감귤류 재배 시 병해충방제를 위하여 사용되어지고 있다.

Carbaryl은 다양한 과수와 작물에 해충제거용 살충제, methomyl은 광범위한 살충효과를 지니고 담배나방 방제용으로 사용되어지는데 본 실험에서는 자몽과 포도에서 각각 검출되었다(유 등, 2001). 망고에서 검출된 endosulfan은 세계 야생보호기금(WWF)과 환경부에서 지정한 내분비계 장애물질로 규제되고 있는 농약이며 국내 농산물에서도 많이 검출되는 고독성(2급) 농약으로 살충제로 사용되어지며 비교적 신속하게 분해되고 증기압이 높아 잔류성은 낮은 편이다.

이와 같이 본 실험에서 검출되어진 수확 전 농약들은 과수에 광범위하게 사용되어지는 성분들로 잔류농약허용기준치를 초과하지는 않은 것으로 조사되었으나 검출빈도가 높으며 농약에 따라 미량이라도 장기간 섭취 시 발암 가능한 것도 있으므로 과실 섭취 시 주의가 필요하다.

또한 포도와 감귤류 등에 수확 전 농약 살포시 살포 농도에 따라 차이는 있지만 일반적으로 수확 전 최종 농약사용시기가 최소 7일에서 최대 30일로 설정되어 있는데 수입과실의 경우 수확하여 저장, 보관 및 수송을 거쳐 국내에서 유통되기까지 2~4주가 소요되는 것으로 알려져 있다(황 등, 2010).

따라서 수확 전 농약들은 국내 유통 시 일정부분 분해된다고 할 수 있으며 본 실험에서 수확 후 농약으로 사용되어지는 chlorpyrifos가 가장 많이 검출되었고 다양한 과실에서 검출된 것으로도 미루어 볼 때 수확 후 농약처리가 수확 전 처리에 비해 잔류량이 높다고 할 수 있다.

부위별 실험 잔류농약 분석결과

잔류농약의 인체 안전성에 대한 탐색으로 잔류농약이 검출된 과실류 중 껍질을 제거하고 섭취하는 과실류 14건을 대상으로 가식부와 비가식부 즉 과피와 과육에 대한 분리실험을 실시하여 과실의 부위별 특성에 따른 잔류농약정도를 살펴보고았으며, 실험대상 및 결과는 Table 11과 같다.

실험결과 비가식부인 과피의 경우 잔류농약이 0.03~1.5 mg/kg으로 분리실험 전 결과 0.008~0.25 mg/kg와 비교해 볼 때 현저히 증가하여 잔류량 대부분이 과피에 잔존하고 있었다. 가식부인 과육의 경우는 오렌지 2건에서 chlorpyrifos가 검출할게 미만으로 나타났으며 나머지 성분은 검출되지 않았다. 따라서 과실에 농약을 처리했다 하더라도 허용기준 내에서 관리가 된다면 실제로 먹는 부위는 상대적으로 매우

Table 11. Residual amounts of pesticide from peel and flesh

| Fruit Name | Pesticide | Residual amount (mg/kg) | Analytical part | |
|------------|--------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| | | | peel (mg/kg) | flesh (mg/kg) |
| Banana | Prochloraz | 0.2 | 0.5 | 0 |
| | | 0.2 | 0.4 | 0 |
| | | 0.3 | 1.1 | 0 |
| | Chlorpyrifos | 0.04 | 0.4 | 0 |
| | | 0.06 | 1.5 | 0 |
| Pineapple | Prochloraz | 0.25 | 1.0 | 0 |
| | | 0.1 | 0.3 | 0 |
| Grapefruit | Cabaryl | 0.1 | 0.3 | 0 |
| | | 0.04 | 0.1 | 0 |
| Mango | Phenthoate | 0.05 | 0.1 | 0 |
| | Prochloraz | 0.02 | 0.1 | 0 |
| | Endosulfan | 0.1 | 0.3 | 0 |
| | Chlorpyrifos | 0.008 | 0.03 | 0 |
| Orange | Chlorpyrifos | 0.03 | 0.05 | *a) |
| | | 0.2 | 1.1 | *a) |
| Lemon | Chlorpyrifos | 0.1 | 0.5 | 0 |

a) Under detection limit.

안전하다고 할 수 있다.

또한 바나나, 파인애플 등과 같이 껍질이 두껍고 과피와 과육의 분리가 비교적 쉬운 경우는 과육에서 농약이 검출되지 않으나 키위와 같이 껍질이 얇아 농약의 침투가 쉽거나 표면의 섬유가 많은 과실의 경우 농약이 쉽게 잔류한다는 보고도 있으므로(황 등, 2010) 과실 섭취시 껍질을 제거하거나 껍질 채 섭취하는 경우 세척에 주의를 해야 하겠으며, 농약의 잔류성을 줄이기 위한 꾸준한 모니터링과 품질관리 등 체계적인 관리가 요구된다.

Literature Cited

Available at <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=294682>.
 European Commission: Monitoring of Pesticide Residues in Products of Plant Origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein 2002 Report, SAN CO/17/04

final (2004).
 Han, S. S., S. C. Lo and S. Y. Ma (2004) Effect of some variation factors on dissipation of tebuconazole in grape. Korean J. Environ. Agric. 23(3):142~147.
 Hwang, L. H., T. H. Cho, I. S. Cho, J. H. Eom, B. C. Choe, Y. H. Park, H. J. Kim and J. H. Kim (2010) Residue levels of pesticides in post-harvest treated import fruits during storage. J. Fd Hyg. Safety 23(3):245~250.
 Jejunews Available at <http://www.jejunews.com/news> (2009).
 Korea Crop Protection Association (2004) Guidelines on safe use of pesticides.
 Korea Food Industry Association (1991) Question and measures of foreign foods, 112.
 Korean Food Standards Codex (2011).
 Lee, E. M., H. L. Lee, M. J. Riu, H. W. Park, Y. R. Na, H. H. Song, Y. S. Keum, Youngzhe, Zhu and J. H. Kim (2009) Establishment of analytical method of prochloraz in cabbage, apple, mandarin, pepper and hulled rice with GC-ECD. Korean J. Environ. Agric. 28(4):427~434.
 Mehmet, F. C., C. Muharrem and G. Huseyin (2006) Residue contents of DDVP (Dichlorvos) and diazinon applied on cucumbers grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. J. Food Chemistry 98:127~135.
 Rural Development Administration notice (2005) The standard and method analytical method of pesticides, 2005-7.
 Rural Development Administration notice (2004) The standard on safe use of pesticides, 2004-20.
 The office of Customs Administration (2011) The trend of imported fruits.
 Yang, Y. S., J. M. Seo, J. P. Kim, M. S. Oh, J. K. Chung and E. G. Kim (2006) A surbey on pesticide residued of imported agricultural products circukated in Gwangju. J. Fd Hyg. Safety 21(2):52~59.
 Yoo, J., C. G. Park, S. W. Lee and B. R. Choi (2001) Cross resistance of cypermethrin - and methomyl - resistance and linkage group analysis on cypermethrin resistance in house fly. Korean J. Appl. Entomol. 40(4):337~344.
 Yun, E. S., M. S. Lee, M. S. Hong, S. Y. Jung, Y. Z. Lee, K. S. Kim, Y. Z. Chae and S. G. Park (2005) Pesticide residue in some imported friuts. Report of S.I.H.E. 41:117~121.

경기도내 유통 수입과실류의 잔류농약 실태조사

조윤식* · 강정복 · 김양희 · 정진아 · 허정원 · 이소현 · 임영식 ·
배호정 · 강홍규 · 이정희 · 정은숙 · 이병훈 · 박용복 · 이정복

수원농산물검사소

요 약 본 연구는 경기도에서 유통 중인 수입과실류에 대한 잔류농약 분석을 수행하였다. 총 22품목 124건의 시료를 구입하여 GC/NPD-ECD, TOF/MS, UPLC/PDA 및 HPLC/FLD, LC/MS/MS를 이용하여 218종 잔류농약을 동시 다성분 분석법으로 분석한 결과 18건의 과실에서 잔류농약이 0.003~0.3 mg/kg 범위로 검출되었으나 기준초과 시료는 없었다. 과실의 부위별 특성에 따른 잔류농약정도를 알아보기 위해 농약이 검출된 과실류 중 14건에 대하여 분리 실험을 실시하였으며, 그 결과 과피 14건에서 0.03~1.5 mg/kg, 과육의 경우 2건에서 검출한계 미만으로 나타났다. 실험결과 모두 잔류농약허용기준 이내에서 검출되어 정상적인 방법으로 섭취할 경우 위해도는 매우 낮은 수준이었다. 그러나 미량이라도 장기간 섭취시 인체에 유해할 수 있으며, 검출빈도가 높은 성분들이 검출되므로 수입과실에 대한 지속적인 체계적인 모니터링이 필요하겠다.

색인어 잔류농약, 수입과실, 과육, 과피, 분리실험