

## 시민 다소비 건조농산물의 안전성 조사 연구

권영희<sup>†</sup> · 차경숙 · 이주현 · 이지윤 · 이인숙 · 김연지 · 전대영  
농산물검사소

### Risk Assessment on Pesticide Residues and Heavy Metals of Dried Agricultural Products in Busan

Kwon Young-hee<sup>†</sup>, Cha Kyung-suk, Lee Ju-hyeon, Lee Ji-yoon, Lee In-sook, Kim Yeon-ji,  
Jeon Dae-young  
Office of Agricultural Products Inspection

#### Abstract

In order to survey the residual characteristics of the pesticides in dried agricultural products sold at wholesale markets and traditional markets in Busan, a total of 69 samples was analyzed by multi-residue method. Of these samples, pesticide residues were detected in 12 samples (17.39 %) and the detected pesticides were 8 kinds such as bifenthrin, carbendazim, chlorfenapyr, cypermethrin, fenobucarb, fenvalerate, myclobutanil and tebuconazole. The range of concentrations for the detected residual pesticides was 0.03 mg/kg to 1.6 mg/kg which showed below their maximum residue limits (MRL) and no samples had violative residues. After adding tebuconazole in dried jujube and pepper powder, we also investigate the changes of the residual amount up to the period of 27 days, 10 times. The calculated half-life of tebuconazole was 15.05 days in pepper powder and 30.10 days in dried jujube. The half-life of tebuconazole in dried jujube was longer than pepper powder. The ratio of estimated daily intake (EDI) / acceptable daily intake (ADI) was 0.00002 % ~ 0.01157 %.

**Key Words** : Multi residue method, Pesticide, Dried agricultural products, ADI, EDI

#### 서 론

신선한 농산물은 수분함량이 높아 보존성이 낮고 조직도 쉽게 변질되며, 중량에 비해 체적이 크기 때문에 저장 및 유통에 제한적이므로 생산 시기가 매우 한정되어 있는 농산물은 다량으로 생산되는 시기에 건조시켜 상품가치를 향상시킴으로써 농산물의 가격 및 유통체계를 안정화시키는 데 기여하고 있다. 한국인들은 건조농산물의 특유한 향미와 질감을 이용한 조리법을 다양하게 이용하여 왔고, 건강식품에 대한 인식과 관심이 고조되면서 한국, 일본 등지에서 산채로 이용이 현저하게 증가되고 있으며,

식생활 양상의 다양화에 따라 가공식품의 개발이 요구되어지면서 부재료로 첨가되는 건조농산물에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다.

농약연보<sup>1)</sup>에 따르면 한국은 친환경농산물 생산 증가 및 농산물에 대한 안전성 기준 강화 등으로 단위면적당 화학농약 사용량이 2000년 11.1 kg/ha, 2005년 10.7 kg/ha, 2013년 9.1 kg/ha로 꾸준히 감소하고 있다. OECD 국가별 농경지 면적 대비 농약 사용량<sup>2)</sup>은 일본 15.3 kg/ha, 네덜란드 10.1 kg/ha, 한국 9.1 kg/ha, 독일 2.6 kg/ha 미국 1.9 kg/ha으로 한국은 고온다습한 기후로 인한 높은 병해충 발생과 집약생산 등의 영농특성

<sup>†</sup> Corresponding author, E-mail : rich2u@korea.kr

Tel : +82-51-327-8601, Fax : 82-51-327-8603

으로 다소 높은 수준을 나타내고 있다.

이렇게 사용된 농약은 병해충 및 잡초를 효과적으로 방제하는 장점을 지니고 있는 반면, 대기, 토양, 수질 등을 오염시키고 농산물에 잔류하여 내분비계를 교란시키는 등 건강을 위해할 우려가 있다는 점에서 논란의 대상이 되고 있다. 우리나라는 식품의약품안전처가 원료 농산물을 식품으로 간주하여 농약잔류 허용기준을 설정하고 있는데 건조농산물의 경우에는 잔류농약의 안전성 검토를 위한 기준 규격이 일부 품목에 한해서만 설정되어 있다.

식품을 통해 인체로 유입되는 여러 가지 중금속 등의 오염물질은 직접적인 독성이 강할 뿐만 아니라 만성적으로 내분비계를 교란시키는 작용을 하는 것으로 밝혀지면서 식품의 중금속 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 인체에 비교적 독성이 강한 납, 카드뮴 등의 중금속은 미량일지라도 인체 내에 영향을 미쳐 급성, 만성 중독 현상을 가져올 수 있다.

건조농산물의 국내수요 증가와 농산물 수입이 급격하게 증가되어 식품 중 잔류농약 및 중금속에 대한 위생적 품질의 원료관리 및 안전성확보가 어려워지고 있다. 이에 본 연구는 2014년 부산지역에서 유통되는 건조농산물 중 고춧가루, 무잎, 무말랭이, 버섯 등 우리나라 식생활에서 애용되는 식재료에 중심을 두고 안전성을 확보하기 위해 식품공전에 근거하여 잔류농약 및 중금속 안전성 실태를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 검사대상

2014년 1월부터 12월까지 부산지역 대형 할인매장, 백화점 그리고 전통시장에서 유통된 건조농산물 중 14종(건포도, 고구마줄기, 고춧가루, 곤드레 나물, 대추, 무말랭이, 무잎, 부지갱이, 새송이버섯, 오미자, 취나물, 토란줄기, 표고버섯, 호박말림) 69건에 대해 농약 잔류량 및 중금속 분석을 실시하였다. 대추가 15건으로 가장 많았으며, 고춧가루가 14건(20.3%), 무말랭이 10건(14.5%) 순으로 차지하였다.(표 1)

### 표준품 및 시약

농약 잔류량 분석의 전처리에는 acetonitrile, acetone, n-hexane 및 dichloromethane (Merck, Germany)과 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, NH<sub>4</sub>Cl (Merck, Germany)을 사용하였다. 정제 칼럼은 florisil Sep-Pak cartridges 및 NH<sub>2</sub> cartridges (Waters, Ireland)를 사용하였다. 농약 표준품은 식품의약품안전청으로부터 분양받은 표준원액을 사용하였고, 표준용액은 각각의 농약표준원액에 acetone, n-hexane 및 acetonitrile 로 희석하여 분석기기 검출 적정 농도로 맞추어 사용하였다.

중금속 표준품은 ICP-multi-element standard solution XVI (As, Be, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Sb, Se, Sr, Ti, Tl, V, Zn 100 mg/L, Merck KGaA, Germany)을 사용하였고, 중금속

Table 1. The list of the condiment dried agricultural products analyzed

Type	Groups	Products	No. of Samples
Fruits	Stone fruits	Jujube	15
		Chinese magnolia vine	3
	berries	Grape	1
Mushrooms		Oak mushroom	8
		New matsutake fungus	1
Vegetables	Root and tuber vegetables	Radish roots	10
	Fruiting vegetable, cucurbits	Pumkin	2
	Fruiting vegetable other than cucurbits	Pepper powder	14
	Leaf and stem vegetables	Sweet potato stalks	2
		Taro stem	3
	Leafy vegetables		<i>Cirsium setidens</i>
		Radish leaves	7
		<i>Aster glehni</i>	1
		Chwinamul	1
		sum	69

전처리에는 질산(Merck, Germany)을 사용하였다. 시험에 사용한 증류수는 ELGA water purification system (ELGA, UK)을 통하여 제조하였다.

### 분석기기와 조건

농약 잔류량 분석은 210종의 농약성분을 대상으로 하였

으며, 농약 잔류량 분석을 위한 전처리는 식품공전<sup>3)</sup>의 제 9. 일반시험법의 4. 식품 중 잔류농약 분석법 4.1.1 검체와 4.1.2.2 다중농약다성분 분석법을 따랐다. (그림 1) 분석장비는 GC/MSD (6890N/5973i, Agilent Technologies, USA), HPLC (Acquity, Waters, USA) 및 GC/ $\mu$  ECD-NPD (6890N, Agilent Technologies, USA)로 농약 검

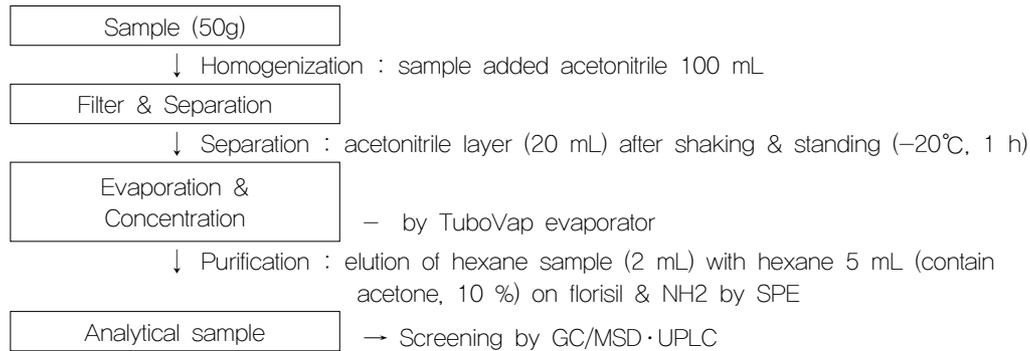


Fig. 1. Schematic diagram of sample preparation method for screening of multi-residue pesticides.

Table 2. Analytical conditions of GC (MSD / ECD / NPD) for residue analysis of pesticides

	GC / MSD	GC / ECD	GC / NPD
Instruments	Agilent 6890N GC / 5973i MSD	Agilent 6890N GC	Agilent 6890N GC
Column	HP-5MS 30 m × 0.25 mm × 0.25 $\mu$ m	HP-5 30 m × 0.25 mm × 0.25 $\mu$ m	HP-5 30 m × 0.25 mm × 0.25 $\mu$ m
Injection Temperature	250 $^{\circ}$ C	260 $^{\circ}$ C	260 $^{\circ}$ C
Detector Temperature	Source : 230 $^{\circ}$ C Quad. : 150 $^{\circ}$ C	280 $^{\circ}$ C	325 $^{\circ}$ C
Oven Temperature	120 $^{\circ}$ C (1 min) - 5 $^{\circ}$ C/min - 200 $^{\circ}$ C (1 min) - 5 $^{\circ}$ C/min - 270 $^{\circ}$ C (10 min)	80 $^{\circ}$ C (2 min) - 5 $^{\circ}$ C/min - 120 $^{\circ}$ C (5 min) - 7 $^{\circ}$ C/min - 250 $^{\circ}$ C (0 min) - 7 $^{\circ}$ C/min 280 $^{\circ}$ C (10 min)	80 $^{\circ}$ C (2 min) - 5 $^{\circ}$ C/min - 120 $^{\circ}$ C (5 min) - 7 $^{\circ}$ C/min - 250 $^{\circ}$ C (0 min) - 7 $^{\circ}$ C/min 280 $^{\circ}$ C (10 min)

Table 3. Analytical conditions of UPLC for residue analysis of pesticides

HPLC-UVD ( $\lambda$ range 210 nm~400 nm)			
Column	Waters Acquity UPLC <sup>TM</sup> BEH C18 1.7 $\mu$ m (2.1 × 100 mm) Temperature : 30 $^{\circ}$ C		
Mobile Phase	A: Water		B: Acetonitrile
Flow rate	0.3 mL/min		
Injection Volume	3 $\mu$ L		
Gradient	Time (min)	A (%)	B (%)
	0	95	5
	3	85	15
	4	70	30
	5	55	45
	7	40	60
	9	10	90
	15	95	5

출여부 확인 및 정량 분석하였다.(표 2, 3)

중금속 분석은 비소(As), 카드뮴(Cd), 코발트(Co), 크롬(Cr), 납(Pb), 안티몬(Sb) 총 6종에 대하여 식품공전의 제 9. 일반시험법의 7. 식품 중 유해물질시험법 7.1.1 검체와 7.7.2.1 납 1) 시험용액의 조제 나) 건식회화법에 따랐다. 시료 약 500 g을 취해 믹서(한일전기, 후드믹서 HMF-1000, 한국)로 균질화시켜 약 10 g을 도가니에 취해 건조시키고 열판에서 가열하여 탄화시킨 후 회화(대산과학, 한국)에서 500 °C로 회화시켰다. 충분히 회화가 끝나면 0.5 N 질산에 녹이고 0.2 μm 주사기용 필터로 여과한 다음 일정량으로 희석하여 시험용액으로 하였고 공시험에 대해서도 동일하게 적용하였다. 중금속 분석에 사용한 기기는 inductively coupled plasma-Optical emission spectrophotometer (ICP-OES, Optima 7000DV, PerkinElmer, USA)로 분석하였다.(표 4)

### 결과 및 고찰

#### 건조농산물의 농약 잔류량 분석

69건의 건조농산물 중에서 12건(17.39 %)에서 8종의 농약이 검출되었고, 전부 잔류농약 허용기준치 이하였다. 과거 부산지역 신선농산물 농약 잔류실태 조사결과는 2011년 3,910건 중 336(8.6 %), 2012년 3,996건 중 499건(12.5 %), 2013년 4,292건 중 311건(7.2 %)으로 이에 비해 건조농산물에서 잔류농약 검출률이 다소 높게 나타났다.

과일류(대추)는 26.31 % 검출되었으며, 대추 5건에서 bifenthrin 0.17 mg/kg (기준 0.22 mg/kg), carbendazim

1.6 mg/kg (기준 4.0 mg/kg), chlorfenapyr 0.03 mg/kg (기준 2.0 mg/kg), cypermethrin 0.63 mg/kg (기준 2.29 mg/kg), fenvalerate 0.53 mg/kg (기준 4.58 mg/kg), tebuconazole 0.2 mg/kg ~ 0.8 mg/kg (기준 5.0) 총 6종이 검출되었다. 채소류(고춧가루, 부지깥이)는 17.07 % 검출되었으며, 고춧가루 6건에서 cypermethrin 0.7 mg/kg (기준 2.0 mg/kg), fenobucarb 0.1 mg/kg (기준 3.5 mg/kg), tebuconazole 0.03 mg/kg ~ 0.8 mg/kg (기준 5.0 mg/kg) 총 3종이 검출되었고 부지깥이에서 myclobutanil 0.1 mg/kg (기준 3.3 mg/kg)이 검출되었다.(표 5, 6)

농약별 검출 빈도 현황을 살펴보면 Tebuconazole이 가장 많이 검출되었으며, 다음으로 cypermethrin이었다. (표 7) 본 연구에서 가장 많이 검출된 Tebuconazole은 고춧가루에서 5회 및 대추에서 2회 검출되었으며 진균방제 목적으로 사용되며 1990년 독일의 Bayer사에서 개발한 triazole계 살균제이다. 균사의 ergosterol 생합성을 저해하는 작용을 하여 농작물의 흰가루병, 부제병, 지베렐린병, 흑수병, 점무늬병 등에 대한 방제효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 임신한 rat에 tebuconazole을 투여한 후 태어난 새끼들을 조사한 결과, 암컷 rat은 남성화하고, 수컷 rat은 젖꼭지가 달리는 여성화가 관찰되었으며, 신경 시냅스 결손이 나타난다는 보고가 있다. 고추는 생육초기에 필요에 따라 우선 풋고추로 수확하거나, 남겨 두었다가 건조용으로 수확하는 방법을 일반적으로 실시하는 연속수확작물이다. tebuconazole은 일반적으로 고추의 생육 전기보다는 후기에 주로 사용하는 농약이므로 고춧가루에서 검출률이 높은 것으로 나타나며 수확 시기에 따라 농약이 추가적으로 살포되는 것을 알 수 있다.

Table 4. The operating conditions of ICP-OES

Parameter	Operating conditions
RF Power	1,400 watts
Nebulizer flow	0.55 L/min
Auxiliary flow	0.2 L/min
Plasma flow	17.0 L./min
Sample flow	1.5 L/min
Plasma viewing	Axial
Processing mode	Area
Wavelength	As (193.696 nm), Cd (228.802 nm), Co (228.616 nm), Cr (267.716 nm), Sb (206.836 nm), Pb (220.353 nm)

Table 5. Detection ratio of pesticide residues in dried agricultural products

Type	Group (No. of samples detected/ No. of samples analysed)	No. of samples analysed	No. of samples detected	Ratio of detection (%)
Fruits	Jujube (5/15)	19	5	26.31
	Chinese magnolia vine (0/3)			
	Grape (0/1)			
Mushrooms	Oak mushroom (0/8)	9	0	0.0
	New matsutake fungus (0/1)			
Vegetables	Radish roots (0/10)	41	7	17.07
	Pumkin (0/2)			
	Pepper powder (6/14)			
	Sweet potato stalks (0/2)			
	Taro stem (0/3)			
	<i>Cirsium setidens</i> (0/1)			
	Radish leaves (0/7)			
	<i>Aster glehni</i> (1/1)			
Chwinamul (0/1)				
Sum	12/69	69	12	17.39

Table 6. Detected pesticide residues in dried agricultural products

Commodity	Pesticides	Detection range (mg/kg)	MRL (mg/kg)
<i>Aster glehni</i>	Myclobutanil	0.1	3.3
Pepper powder	Cypermethrin	0.7	2.0
	Fenobucarb	0.1	3.5
Jujube	Tebuconazole	0.03 ~ 0.8	5.0
	Bifenthrin	0.17	0.22
	Carbendazim	1.6	4.0
	Chlorfenapyr	0.03	2.0
	Cypermethrin	0.63	2.29
	Fenvalerate	0.53	4.58
	Tebuconazole	0.2 ~ 0.8	5.0

Table 7. Detection frequency of residual pesticides in dried agricultural products

No.	Pesticides	No. of samples detected
1	Tebuconazole	7
2	Cypermethrin	2
3	Bifenthrin	1
	Carbendazim	1
	Chlorfenapyr	1
	Fenvalerate	1
	Myclobutanil	1
	Fenobucarb	1

cypermethrin은 살충제로서 합성 Pyrethroids계 농약이며 광분해 반감기는 8일 ~ 16일이며, 곤충에 신경 독소로 작용하여 표적곤충 뿐만 아니라 유익한 곤충과 동물에도 영향을 미치는 광범위한 살충제이다. 인체 과다 노출로 인해 메스꺼움, 두통, 호흡곤란, 발작을 일으킬 수 있으며 최근 연구에 따르면 임신 중인 암컷 쥐가 cypermethrin에 노출된 경우 자손의 발달장애를 초래하며, 수컷 쥐의 경우 비정상적인 정자수 증가로 인해 유전적 손상을 초래하며 골수와 비장 세포에서 염색체 이상이 발견되었으며 현재 발암물질로 지정되어있다. 농약의 잔류량은 수확 전 살포되는 농약보다 수확 후에 살포되는 농약이 햇빛 또는 강우 등의 자연분해에 의한 잔류 농약 감소율이 낮을 것으로 판단되므로 기준이하의 안전한 수준이라 하더라도 섭취시 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

소 정도를 알아보기 위해 검출빈도수가 가장 높은 tebuconazole을 첨가한 후 27일 까지 10회 시료를 채취하여 잔류량 변화를 측정하였다.(Fig. 2)

Tebuconazole을 첨가한 후 0일(2시간)은 고춧가루와 건조 대추에서 잔류량은 1,00 mg/kg, 0.48 mg/kg이었고, 27일 후에는 0.47 mg/kg, 0.27 mg/kg으로 나타났다. 약제를 가한 후 10회 조사한 잔류량 변화는 건조 대추가 고춧가루보다 낮게 나타났으며, Park<sup>13)</sup> 등 소실률이 시간(t)의 경과에 따라 농도(c)에 의존하는 first order kinetics model에 의하여 Microsoft사의 excel을 이용하여 회귀식을 산출한 결과는 고춧가루는  $y = 0.851e^{-0.02x}$ ( $R^2 = 0.770$ ), 건조대추는  $y = 0.478e^{-0.01x}$ ( $R^2 = 0.929$ )로 나타났다 이 식에 의해 산출된 tebuconazole의 보관기간 중 반감기는 고춧가루 15.05일, 건조 대추 30.10일로 나타났다.(표 8)

보존기간 경과에 따른 농약 잔류량 변화

보존기간 중 고춧가루와 건조 대추에서 농약성분의 감

농약 잔류량의 회수율 및 검출한계

검출된 8종의 각 표준용액 농도를 0.1 mg/kg, 1

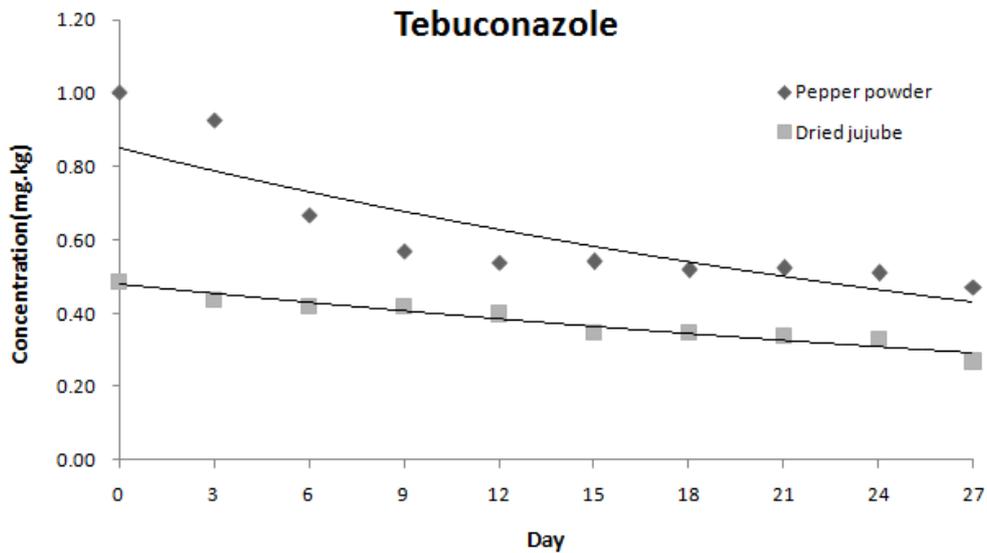


Fig. 2. Comparison of residual of tebuconazole in the pepper powder and dried jujubes.

Table 8. Regression curves and half life of tebuconazole in dried agricultural products

Pesticide	Commodity	Regression curve		Half life (day)
		Equation	R <sup>2</sup>	
Tebuconazole	Pepper powder	$y = 0.851e^{-0.02x}$	0.770	15.05
	Jujube	$y = 0.478e^{-0.01x}$	0.929	30.10

mg/kg, 10 mg/kg의 농도로 제조하여 3번씩 주입한 다음 검량선을 작성하였다. 표준편차와 검량선의 기울기에 근거하는 방법에 따라 아래 식에 따라 검출한계(Limit of detection, LOD)를 구하였다. 잔류농약이 검출되지 않은 고춧가루에 LOD의 10배 ~ 100배 범위의 검출된 각 표준용액을 첨가 후 3회 반복하여 회수율을 측정하였다.

$$LOD = 3.3 \sigma / m$$

$\sigma$  : the standard deviation of the response

m: the slope of the calibration curve

Correlation coefficient는 검출된 농약 모두 0.999이상으로 양호한 직선성을 보였고, % 변이계수(Relative standard deviation, RSD)은 농약 모두 10 % 이내였으며 회수율은 73.3~108.5 %로 나타났다.(표 9) 식품의약

품안전처(2014)에서 고시한 “잔류농약 분석법 실무해설서”에서 분석법의 검출한계는 0.05 mg/kg 이하를 만족하면서 잔류허용기준의 1/2 ~ 1/10까지 검출되게 하며, 회수율이 70 % ~ 120 %, 변이계수 20 % 이내로 판단한다는 점을 고려할 때 분석법은 적합한 것으로 판단되었다.

#### 건조농산물의 농약 잔류량 위해도 평가

검출된 농약 8종에 대한 식이 중 위해도 평가를 하였다.(표 10) 각 농산물에서 검출된 검출량(average level of detection: ALD)에 국민 일일평균섭취량(average food consumption: AFC)을 곱하여 우리 국민 일일 추정섭취량(estimated daily intake: EDI)을 계산하였다. 이를 각 농약의 1일 섭취허용량(acceptable daily intake: ADI)에 국민 평균 체중 55 kg을 곱한 1인 1일

Table 9. Recovery rate, RSD and LOD of pesticides detected

Pesticide	Recovery rate (%)	RSD (%)	LOD (mg/kg)	Remarks
Bifenthrin	79.5	2.04	0.008	Fungicide
Carbendazim	87.6	6.85	0.002	Fungicide
Chlorfenapyr	78.2	9.64	0.005	Fungicide
Cypermethrin	108.5	1.95	0.005	Fungicide
Fenobucarb	73.3	5.40	0.01	Insecticide
Fenvalerate	80.8	1.81	0.003	Insecticide
Myclobutanil	77.6	2.98	0.02	Insecticide
Tebuconazole	108.5	1.37	0.01	Insecticide

Table 10. Exposure assessment of pesticides in dried agricultural products

Pesticide	ALD <sup>1)</sup> (mg/kg)	AFC <sup>2)</sup> (kg/day)	ADE <sup>3)</sup> (mg/person/day)	EDI <sup>4)</sup> (mg/person/day)	EDI/ADE <sup>5)</sup> (%)
Bifenthrin	Jujube: 0.17	0.0005	0.55	1.54545E-06	0.000280992
Carbendazim	Jujube: 0.16	0.0005	1.65	1.45455E-05	0.000881543
Chlorfenapyr	Jujube: 0.03	0.0005	1.43	2.72727E-07	1.90718E-05
Cypermethrin	Jujube: 0.63	0.0005	1.1	5.72727E-06	0.000520661
	Pepper powder: 0.7	0.01		0.000127273	0.011570248
Fenobucarb	Pepper powder: 0.1	0.01	0.715	1.81818E-05	0.002542912
Fenvalerate	Jujube: 0.53	0.01	1.1	4.81818E-06	0.000438017
Myclobutanil	<i>Aster glehni</i> : 0.1	0.05	1.65	9.09091E-06	0.000550964
Tebuconazole	Jujube: 0.5	0.0005	1.65	4.54545E-06	0.000275482
	Pepper powder: 0.41			7.45455E-05	0.004517906

<sup>1)</sup>ALD, Average level of detection

<sup>2)</sup>AFC, Average food consumption (kg/person/day)

<sup>3)</sup>ADE (Acceptable dietary exposure, mg/person/day)=ADI (Acceptable daily intake, mg/kg)×Korean average adult weight (55 kg)

<sup>4)</sup>EDI (Estimated daily intake, mg)=(AFC, kg food/person/day)×(ALD, mg/kg)

<sup>5)</sup>ADI (%)=[EDI/ADE]×100

섭취허용량(average dietary exposure: ADE)에 대한 백분율로 나타내었다. 8종 농약 모두 ADI 대비 위해도가 낮은 것으로 확인되었다. 대부분의 건조 농산물은 물에 불려 끓이는 조리과정을 거치므로 농약의 위해도는 더욱 낮아져 매우 안전한 수준으로 판단된다.

**건조농산물의 중금속 분석**

부산지역에서 유통되는 건조농산물의 비소(As), 카드뮴(Cd), 코발트(Co), 크롬(Cr), 납(Pb), 안티몬(Sb)의 함량을 측정하였다.(표 11) 비소, 코발트, 크롬, 안티몬은 기준 미설정 상태이며 납과 카드뮴 분석 결과는 식품공전의 기준에 모두 적합하였다.

비소는 식품에 유기비소의 형태로 함유되어 있으며, 장기간 노출 시 체중저하, 안면부종 등을 유발한다고 보고되었다. 건조농산물의 비소의 평균함량은 대추 0.0060 mg/kg, 오미자 0.0026 mg/kg, 표고버섯 0.0062 mg/kg, 무잎 0.0039 mg/kg, 토란줄기 0.0123 mg/kg이며 고춧가루와 무잎에서는 검출되지 않았다. 카드뮴은 신장독성을 일으키고 장기간 노출 시 골다공증, 기형 등을 일으킨다. 카드뮴의 평균함량은 대추 0.0078 mg/kg, 오미자 0.0009 mg/kg, 표고버섯 0.0278 mg/kg, 무뿌리 0.0030 mg/kg, 고춧가루 0.0039 mg/kg, 토란줄기 0.0058 mg/kg, 무잎 0.0148 mg/kg이었다. 납은 자연

계에서는 낮은 농도로 존재하지만 공장폐수나 폐기물로 배출되어 환경오염 물질로서도 주목 받고 있는 금속으로 소량 장기간 축적으로 인하여 불면, 동맥경화, 신장 및 간장 장애, 암 등을 유발한다고 알려져 있다. 납의 평균 함량은 대추 0.019 mg/kg, 오미자 0.0174 mg/kg, 표고버섯 0.0277 mg/kg, 무뿌리 0.0030 mg/kg, 고춧가루 0.0021 mg/kg, 토란줄기 0.0161 mg/kg, 무잎 0.038 mg/kg이었다.

최<sup>13)</sup> 등에 의하면 건조 버섯에서 납은 0.1 mg/kg 미만, 카드뮴은 0.5 mg/kg 미만이었다. Kim<sup>20)</sup> 등에 따르면 납의 평균은 배추 0.019 mg/kg, 팔 0.034 mg/kg이었고 카드뮴은 옥수수 0.002 mg/kg, 쌀 0.021 mg/kg이었으며 비소는 감자 0.004 mg/kg, 쌀 0.103 mg/kg으로 타 문헌과 유사하거나 낮은 수준이었다.

**결론**

본 연구는 2014년 부산지역에서 유통되는 건조농산물인 대추 등 14종 69건에 대하여 식품공전의 다중농약다 성분분석법으로 210종의 농약잔류실태와 건식회화법으로 중금속 함량을 조사하였다.

1. 건조농산물 69건의 잔류농약 검출건수는 12건으로

**Table 11. The contents of As, Cd, Co, Cr, Pb and Sb in dried agricultural products**

Products	N <sup>1)</sup>	Contents (mg/kg)					
		As	Cd	Co	Cr	Pb	Sb
Jujube	15	0.0060±0.0133 <sup>2)</sup> (N.D.-0.0467) <sup>3)</sup>	0.0078±0.0255 (N.D.-0.1000)	0.0019±0.0036 (N.D.-0.0013)	0.0287±0.0256 (N.D.-0.1000)	0.0196±0.0255 (N.D.-0.0833)	N.D.
Chinese magnolia vine	3	0.0026±0.0044 (N.D.-0.0077)	0.0009±0.0008 (N.D.-0.0017)	0.0007±0.0007 (N.D.-0.0013)	0.0389±0.0102 (0.0300-0.0500)	0.0174±0.0132 (0.0023-0.0267)	N.D.
Oak mushroom	8	0.0062±0.0164 (N.D.-0.0467)	0.0278±0.0330 (N.D.-0.0867)	0.0021±0.0029 (N.D.-0.0087)	0.0259±0.0210 (0.0008-0.0600)	0.0277±0.0699 (N.D.-0.0533)	N.D.
Radish roots	10	0.0039±0.0104 (N.D.-0.0333)	0.0030±0.0026 (0.0009-0.0090)	0.0168±0.0191 (N.D.-0.0533)	0.0112±0.0079 (0.0030-0.0300)	0.0030±0.0064 (N.D.-0.0200)	N.D.
Pepper powder	14	N.D. <sup>4)</sup>	0.0039±0.0059 (N.D.-0.0200)	0.0085±0.0118 (N.D.-0.0333)	0.0203±0.0219 (0.0009-0.0600)	0.0021±0.0054 (N.D.-0.0200)	N.D.
Taro stem	3	0.0123±0.0157 (N.D.-0.0300)	0.0058±0.0050 (0.0003-0.0100)	0.0033±0.0026 (0.0004-0.0050)	0.0130±0.0061 (0.0090-0.0200)	0.0161±0.0264 (0.0004-0.0467)	N.D.
Radish leaves	7	N.D.	0.0148±0.0133 (N.D.-0.0400)	0.0106±0.0095 (N.D.-0.0267)	0.0443±0.0251 (N.D.-0.0800)	0.0386±0.0367 (N.D.-0.1000)	0.0008±0.0020 (N.D.-0.0053)

<sup>1)</sup>N, Number of samples N: Number of samples,

<sup>2)</sup>Mean ± Standard deviation

<sup>3)</sup>Min-Max

<sup>4)</sup>N.D., Not detected

- 17.39 %의 검출률을 보였으며, 식품의약품안전처고 시 농약잔류허용기준을 초과한 부적합 건조농산물은 없었다. 대추 5건에서 bifenthrin, carbendazim, chlorfenapyr, cypermethrin, fenvalerate, tebuconazole이 검출되었으며 고춧가루 6건에서 cypermethrin, fenobucarb, tebuconazole이 검출되었고, 부지깅이 1건에서 myclobutanil이 검출되었다.
2. 고춧가루와 건조 대추에 tebuconazole을 첨가 후 27일까지 3일 간격으로 10회 잔류량 변화를 조사한 결과 0일은 고춧가루와 건조 대추의 잔류량은 각각 1.00 mg/kg, 0.48 mg/kg이었고, 27일 후에는 0.47 mg/kg, 0.27 mg/kg으로 나타났다. 반감기는 고춧가루 15.05일, 건조 대추 30.10일로 나타났다.
  3. 농약 210종 중 건조농산물에서 검출된 8종의 농약에 대해 회수율 실험을 수행한 결과 농약들의 회수율은 73.3 % ~ 108.5 % 범위였고 RSD는 모두 1.37 % ~ 9.64 %로 본 연구의 분석법은 양호한 수준이었다.
  4. 검출된 농약 8종의 위해성 평가를 실시한 결과, ADI를 고려할 경우 0.00002 % ~ 0.01157 %를 섭취하는 것으로 나타나 안전한 수준인 것으로 판단되었다. 따라서 잔류농약 안전성에 대해 막연한 우려를 가진 소비자들을 상대로 활발한 홍보와 지속적인 감시활동을 통해 부산시민의 보건향상 및 건조농산물의 안전성확보에 기여할 것으로 사료된다.
  5. 건조농산물의 중금속(As, Cd, Co, Cr, Pb, Sb) 함량을 분석한 결과 허용기준에 모두 적합하였으며, 타 문헌과 유사하거나 낮은 수준이었다.

### 참고문헌

1. 농약연보, 한국작물보호협회(2013).
2. OECD StatExtracts Home Page, <http://stats.oecd.org>, 2013 Edition of OECD Environmental Database(2013).
3. 식품공전, 식품의약품안전처(2014).
4. 도정아 외 6, “국내 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링”, *한국식품영양과학회지*, 39(6), pp.902~908 (2010).
5. 양용식 외 5, “광주지역에서 유통되고 있는 수입 농산물의 잔류농약 실태조사”, *한국식품위생안전성학회지*, 21(2), pp.52~59(2006).
6. 안지윤 외 6, “국내 유통 농산물 중 과채류와 근채류의 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가”, *한국환경보건학회지*, 31(2), pp.164~169(2012).
7. 박해인 외 7, “고추의 부위별 카벤다짐과 클로르피리포스의 잔류 양상”, *농약과학회지*, 15(3), pp.246~253(2011).
8. 전영환 외 10, “수입식품 중 국내 미등록 농약의 다성분 잔류분석법 적용”, *한국환경보건학회지*, 30(3), pp.339~345(2011).
9. 권순목 외 11, “상추 잎의 부위별 잔류농약 분포 특성”, *농약과학회지*, 12(2), pp.53~60(2014).
10. 임무혁 외 9, “인삼 가공품 중 잔류농약의 감소계수 연구 I”, *농약과학회지*, 10(1), pp.22~27(2006).
11. 이은영 외 8, “구기자과 대추 중 잔류농약의 건조에 따른 가공계수 및 감소계수”, *농약과학회지*, 13(3), pp.159~164(2009).
12. 최 훈 외 3, “버섯류 중 납, 카드뮴 위해성 평가”, *한국식품과학회지*, 44(6), pp.666~672(2012).
13. Park, D. S., K. Y. Seong, K. I. Choi and J. H. Hur, “Field tolerance of pesticides in the strawberry and comparison of biological half-lives estimated from kinetic models”, *The Korean J. Pestic Sci*, 9(3), pp.231~236(2005).
14. Jyot, G., Mandal, K., Battu RS. and Singh, B., “Estimation of chlorpyrifos and cypermethrin residues in chilli (*Capsicum annum L.*) by gas-liquid chromatography”, *Environ Monit Assess*, 185(7), pp.5703~5714(2013).
15. Lozowicka, B., Kaczyński, P., Rutkowska, E., Jankowska, M. and Hrynko, I., “Evaluation of pesticide residues in fruit from Poland and health risk assessment”, *Agricultural Sciences*, 4(5), pp.106~111(2013).
16. Gupta, S., Sharma, R. K., Gajbhiye, V. T., Gupta, R. K., “Residue behavior of combination formulations of insecticides in/on cabbage and their efficacy against aphids and diamondback moth”, *Environ Monit Assess*, 187(1), p.4076 (2015).
17. Patyal, S. K., Sharma, I. D., Chandel, R. S. and Dubey, J. K., “Dissipation kinetics of trifloxystrobin and tebuconazole on apple (*Malus domestica*) and soil - A multi location study from north western Himalayan region”,

- Chemosphere*, 92, pp.949~954(2013).
18. Dabeka, R. W., McKenzie, A. D., Lacroix, G. M., Cleroux, C., Bowe, S., Graham, R. A., Conacher, H. B. and Verdier, P., "Survey of arsenic in total diet food composites and estimation of the dietary intake of arsenic by Canadian adults and children", *J. AOAC Int.* 76(1), pp.14~25(1993).
  19. Chung, S. Y., Kim, M. H., Sho, Y. S., Won, K. P., Hong, M. K. : *Trace metal contents in vegetable in Korea*, The Annual Report of Gwangju Regional KFDA, KFDA, 6, pp.162~168(2002).
  20. Kim, H. Y., "Survey of heavy metal contents of circulating agricultural products in Korea", *Korean J Food Sci Technol*, 41(3), pp.238~244(2009).