

부산지역 내 유통 및 경매 전 농산물 중 착즙원료 농산물의 잔류농약 실태조사

정지윤, 성경혜, 조현노, 정민기, 이서윤, 박승우, 김병준

식약품연구부 엄궁농산물검사소

A Survey on Pesticide Residues in Agricultural Products for Juice on the Market in Busan

Jeong Ji-yun, Sung Gyung-hye, Cho Hyun-nho, Jung Min-gi, Lee Seo-youn,
Park Seung-woo and Kim Byung-jun

Office of Eomgung Agricultural Products Inspection

Abstract

This survey was conducted to investigate pesticide residues in agricultural products for juice on the market in Busan. A total of 470 samples were collected and analyzed by multiresidue method for pesticides of Korean Food Code. It was performed using the GC-MSMS, GC-NPD, GC-ECD and UPLC-MSMS to analyze 298 pesticides. The results showed that pesticide residues were detected in 79 samples (16.8%) and violated in 1 sample (0.2%). In particular, one peach sample had a fenitrothion concentration of about 0.9 mg/kg, more than nine times that of maximum residue limit(MRL). The monthly residual pesticide detection rate was from 8.8% to 24.4%, the highest in June.

Key words : pesticides residues, agricultural products for Juice, vegetables, fruits, Busan

서론

농약은 병해충이나 잡초로부터 농산물을 보호하여 수확량 증가와 재배에 편리성을 제공할 뿐만 아니라 품질향상 등에 기여하는 바가 커서 농약의 사용은 필수적이다. 하지만, 농약의 독성과 잔류성이 농산물을 섭취하는 소비자의 인체에 위해를 일으킬 수 있기 때

문에 농약 사용은 소비자에게는 불안감을 초래할 수 있다¹⁾. 이러한 농약의 양면성으로 사용에 철저한 관리가 필요하다. 우리나라의 잔류농약 모니터링 사업은 1968년부터 실시해왔으며, 2001년부터는 지속적인 잔류실태 파악으로 정책에 반영하고 있고²⁾, 식품의약품안전처에서는 2021년 기준으로 농약 511종에 대한 잔류허용기준을 제·개정하여 관리하고 있다³⁾.

국민 소득의 증가와 삶의 질 향상으로 소비자들의 식품 안전에 대한 관심이 매우 높아 소비자들은 농약 사용이 농산물 및 가공식품에 잔류하여 인체에 악영향을 미치지 모른다는 우려를 제기하기도 한다. 이에 유기농, 친환경, 저농약 농산물이 소비자들에게 각광 받고 있지만 충분한 양의 공급이 어려워 모든 농산물의 수요를 대체하기에는 역부족이다. 따라서 농약 사용에 대한 철저한 관리가 요구된다⁴⁾. 또한, 소비자들의 건강 지향적인 생각은 신선한 농산물을 선호하는 경향을 보였고, 이는 농산물을 수확시기에 바로 착즙하여 가공하는 형태로 발전되기도 하였다⁵⁾.

과일류의 섭취 실태를 살펴보면, 주 섭취 방법은 과일의 특성상 식물성 식품 자체로 섭취하는 비율이 가장 높았으나, 과일주스, 해독주스 등의 소비 증가로 음료로 섭취하는 비중이 높은 것으로 나타났다⁶⁾. 저장 기간에 따른 자연 분해와 세척 등으로 제거되지 않은 농약은 이러한 착즙과정을 통해 농축된 형태로 섭취할 우려가 있다. 이러한 불안감을 해소하고 보다 안전한 식생활 확보를 위해 착즙 원료로 사용되는 농산물의 잔류농약에 대한 지속적인 모니터링과 관리가 필요하다.

본 연구는 시중에서 판매되고 있는 가공식품 중 과일 또는 채소를 압착, 분쇄, 착즙 등 물리적으로 가공한 액상차, 과채주스, 과채음료의 원료 농산물을 조사하여 과일류 6종(사과, 배, 감귤, 복숭아, 딸기, 포도)과 채소류 7종(브로콜리, 양배추, 미나리, 당근, 비트, 양파, 토마토)을 조사 대상으로 선정하여 잔류농약 실태를 조사하여 농산물 안전관리 대책 수립을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 및 분석항목

연구시료는 2021년 1월부터 9월까지 부산지역 재래시장, 마트 등에 유통되는 농산물 223건과 부산시공영농산물도매시장(엄궁·반여)에 출하된 경매 전 농산물 247건으로 총 470건의 착즙원료 농산물을 대상으로 하였다. 품목별로는 과일류 233건으로 사과·배(인과류), 감귤(감귤류), 복숭아(핵과류), 딸기·포도(장과류) 6종과 채소류 237건으로 브로콜리·양배추(결구엽채류), 미나리(엽경채류), 당근·비트·양파(근채류), 토마토(박과이외과채류) 채소류 7종을 선정하였으며 (Table 1), 분석 항목은 부산시 보건환경연구원에서 검사하고 있는 잔류농약 298종으로 하였다.

시약 및 기구

농약 표준품은 Ultra scientific사(USA), Dr. Ehrenstorfer사(Germany) 또는 AccuStandard사(USA) 제품을 사용하였다. 표준용액은 각각의 농약표준원액에 acetone, n-hexane 및 acetonitrile로 희석하여 분석기기에 적절한 농도로 사용하였다. 추출용매와 정제 용매로 사용된 acetonitrile, acetone, n-hexane은 Merck사(Germany)의 GC분석용 등급의 용매를 사용하였고, sodium chloride는 Merck사(Germany) 제품을 사용하였다. 그 외 일반 시약은 잔류농약 분석용으로 사용하였다. 여과지는 Whatman사(UK) 제품의 No. 4 filter paper를 사용하였고, 분리·정제용 SPE cartridge는 Florisil (1000mg/6cc)로 Waters사(USA) 제품을 사용하였다. 시료 균질기는 Omni-mixer Macro-ES Homogenizer (Omni international사(USA))를 사용하였고, 감압증발농축기(Buchi DE/R 250V, BUCHI Labor-technic AG,

Table 1. The number of agricultural products for pesticide residue analysis

Type	Group	Total	On the market	Before auction
Fruits	Pome fruits	51	38	13
	Citrus fruits	24	11	13
	Stone fruits	57	26	31
	Berries	101	36	65
	Subtotal	233	111	122
Vegetables	Heading type leaf vegetables	28	22	6
	Stalk and stem vegetables	19	5	14
	Root and tuber vegetables	46	37	9
	Fruiting vegetable except cucurbits	144	48	96
	Subtotal	237	112	125
Total		470	223	247

Switzerland) 및 농축증발기(Zymark Turbovap 500, Caliper Life Sciences, USA)도 시료 추출과 정제에 사용하였다.

시료 전처리

시료의 전처리 및 분석방법은 식품공전의 제8. 일반 시험법의 7. 식품 중 잔류농약 분석법 7.1.2 다종농약 다성분 분석법 7.1.2.2 다종농약 다성분 분석법(Multi class pesticide multiresidue methods)의 제2법(아세토나이트릴 추출법)에 따라 추출 및 정제하였다.

분석기기 및 조건

착즙원료 농산물의 정성 및 정량 분석을 위해 GC-NPD, GC-ECD, GC-MSMS 및 UPLC-MSMS를

사용하여 분석하였다. GC 분석은 GC-NPD (Gas Chromatography-Nitrogen Phosphorus Detector) 와 GC-ECD (Gas Chromatography-Electron Capture Detector) Agilent Technologies사의 6890 series를 사용하여 분석하였다. 또한 GC-MSMS (Gas Chromatography/Tandem Mass Spectrometer System)는 Agilent Technologies사의 7890 series 의 Triple-Axis High Energy Dynode (HED) electron multiplier (EM) detector를 사용하였다. LC 분석은 UPLC-MSMS (Xevo TQS micro, Waters, USA)을 사용하여 분석하였다. GC-NPD, GC-ECD, GC-MSMS 및 UPLC-MSMS의 기기분석 조건은 Table 2, 3, 4와 같다.

Table 2. Analytical conditions of GC-NPD and GC-ECD

Instrument	GC (Agilent 6890N)	
Detector	Nitrogen-phosphorus detector (NPD)	Electron capture detector (ECD)
Injection temp.	260°C	260°C
Detector temp.	325°C	280°C
Gas flow	N2 (5 mL/min) Air (60 mL/min) H2 (3 mL/min)	N2 (60 mL/min)
Column	HP-5 5% phenyl methyl siloxane, 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm	
Oven temp.	150°C (2 min)→12°C/min→200°C (0 min)→5°C/min→240°C (0 min)→10°C/min→280°C (7 min)	

Table 3. Analytical conditions of GC-MSMS

Instrument	GC-MSMS (Agilent 7890B)
Inlet temp.	260°C
Carrier gas	He
Column	HP-5MS 5% phenyl methyl siloxane, 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm
Oven temp.	60°C(1 min)→30°C/min→180°C(0 min)→5°C/min→290°C(0 min)→20°C/min→310°C(2 min)
Detector temp.	Source 250°C Quad 150°C

Table 4. Analytical conditions of UPLC-MSMS

Instrument	UPLC-MSMS (Waters Corporation (U.S.A) Xevo TQS micro)		
Column	Waters Acquity UPLCTMBEH C18 1.7 µm (2.1×100 mm), Temperature : 40°C		
Flow rate	0.4 mL/min		
Injection vol.	2 µL		
Mobile phase	A: Water, B: Acetonitrile		
Gradient	Time (min)	A (%)	B (%)
	0.0	95	5
	0.85	95	5
	1.10	40	60
	5.35	10	90
	6.35	10	90
	6.40	2	98
	8.35	2	98
	8.40	95	5
	11	95	5

결과 및 고찰

잔류농약 검출현황

2021년 1월부터 9월까지 부산지역 내 유통 및 경매 전 착즙원료 농산물 13개 품목 470건에 대해 잔류농약 검사를 수행하였으며, 잔류농약 검출은 77건(16.4%)으로 이 중 과일류가 63건(27.0%), 채소류가 14건(5.9%)이었다(Table 5). 과일류는 233건으로 장과류 101건, 핵과류 57건, 인과류 51건, 감귤류 24건이었고, 검출률은 인과류가 49%로 가장 높았고, 핵과류 31.6%, 장과류 16.8%, 감귤류 12.5% 순이었다. 채소류는 237건으로 박과이외과채류 144건, 근채류 46건, 결구엽채류 28건, 엽경채류 19건이었으며, 검출률은 박과이외과채류가 9.0%로 가장 높았고, 엽경채류 5.3%였으며, 결구엽채류 및 근채류에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.

과일류와 채소류의 잔류농약 검출률을 비교해보면, 과일류는 63건에서 검출되어 검출률이 약 27.0%였으며, 채소류는 14건에서 검출되어 검출률이 약 5.9%로 과일류의 잔류농약 검출률이 채소류에 비해 약 4배 이상 높은 것으로 확인됐다. 이러한 결과는 김 등이¹⁾ 수행한 국내 유통 농산물의 잔류농약 모니터링 결과와 비교하였을 때 과일류의 검출률이 47.3%로 채소류 검출률 24.2% 보다 높은 것으로 나타난 것과 유사함을 확인하였다.

잔류허용기준을 초과한 시료는 1건으로 핵과류에 해당하는 복숭아였으며, 전체 건수 대비 부적합률은 0.2%였다. 다만, 검사 건수가 품목별로 차이가 있어,

품목별 시료의 수가 일정 수준 이상 되어야 비교적 정확한 검출 현황을 파악할 수 있을 것으로 생각된다.

농산물 품목별 농약 검출현황

농산물 품목별 잔류농약 검출현황은 과일류 및 채소류 8개 품목에서 검출되었다. 검출된 과일류 63건 중 사과에서 20건(69.0%), 복숭아 18건(31.6%), 포도 11건(18.6%), 딸기 6건(14.3%), 배 5건(22.7%), 감귤 3건(12.5%)이었으며, 부적합은 복숭아에서 1건 확인되었다(Table 6, Fig 1). 2006년부터 2015년까지 부산시 농산물도매시장에 반입된 경매 전 농산물의 농약 잔류실태 조사에서도 과일류의 품목별 부적합은 핵과류인 복숭아가 2.5%로 가장 높은 비율을 차지한 것과 유사한 결과였다⁷⁾.

잔류농약이 검출된 채소류 14건 중 토마토 13건(9.0%)으로 가장 많았고, 미나리 1건(5.2%)이었으며, 브로콜리, 양배추, 당근, 비트, 양파에서는 불검출이었다. 이러한 결과는 2009년부터 2018년 최근 10년간 부산지역 시중 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사에서 브로콜리, 양배추, 당근, 비트, 양파에서의 검출률이 0~0.8%인 것과 비슷한 결과였다⁸⁾.

식품가공처리가 농산물 잔류농약에 미치는 영향에 대한 통계자료를 살펴보면, 껍질 제거에 의한 잔류농약 감소 정도가 가장 크고, 데치기, 오븐건조, 세척 순으로 감소되는 것으로 확인되었다⁹⁾. 따라서 착즙원료 농산물 이용 시 가능하다면 껍질과 분리할 수 있는 농산물의 경우 제거하고 섭취하는 것이 가장 좋은 방법으로 사료되며, 세척 시 약 48%의 잔류농약이 제거되

Table 5. Detection rate of pesticides residues in agricultural products

Type	Group	No. of samples	No. of detection (%)	No. of violation (%)
Fruits	Pome fruits	51	25 (49.0)	-
	Citrus fruits	24	3 (12.5)	-
	Stone fruits	57	18 (31.6)	1 (0.2)
	Berries	101	17 (16.8)	-
	Subtotal	233	63 (27.0)	-
Vegetables	Heading type leaf vegetables	28	0 (0)	-
	Stalk and stem vegetables	19	1 (5.3)	-
	Root and tuber vegetables	46	0 (0)	-
	Fruiting vegetable except cucurbits	144	13 (9.0)	-
	Subtotal	237	14 (5.9)	-
Total		470	77 (16.4)	1 (0.2)

므로 과피의 분리가 힘든 품목의 경우 세척을 통해서 잔류농약을 제거하고 섭취하는 것이 안전할 것으로 생각된다.

양배추, 브로콜리, 양파 등의 일부 착즙원료는 가열 공정을 거치기도 하는데, 제갈 등의¹⁰⁾ 보고에 의하면 세척 후 가열과정을 거쳤을 때 농약 제거율이 높은 것으로 나타났다. 또한, 세척 시 물의 양이 많을수록 농약 제거율이 높은 것으로 나타나, 착즙원료 농산물을

충분히 세척하여 잔류농약을 제거한 후 착즙할 필요가 있다고 생각된다.

검출된 농약은 90종으로 총 183회 검출되었다. 품목 별로는 사과 26종 64회, 포도 21종 36회, 복숭아 18종 42회, 배 6종 7회, 딸기 5종 10회, 감귤 3종 3회, 토마토 10종 20회, 미나리 1종 1회로 사과에서 잔류농약 검출 횟수가 가장 많았다(Table 7).

Table 6. Detection rate of pesticides residues in commodity

Type	Commodity	No. of sample	No. of detection (%)	No. of violated samples	Violated pesticides
Fruits	Mandarin	24	3 (12.5)	-	-
	Strawberry	42	6 (14.3)	-	-
	Pear	22	5 (22.7)	-	-
	Peach	57	18 (31.6)	1	Fenitrothion (1)
	Apple	29	20 (69.0)	-	-
	Grape	59	11 (18.6)	-	-
	Subtotal	233	63 (27.0)	1	1
Vegetables	Carrot	14	0 (0)	-	-
	Water dropwort	19	1 (5.3)	-	-
	Tomato	144	13 (9.0)	-	-
	Broccoli	12	0 (0)	-	-
	Beet root	14	0 (0)	-	-
	Cabbage	16	0 (0)	-	-
	Onion	18	0 (0)	-	-
	Subtotal	237	14 (5.9)	-	-
		470	77 (16.4)	1	1

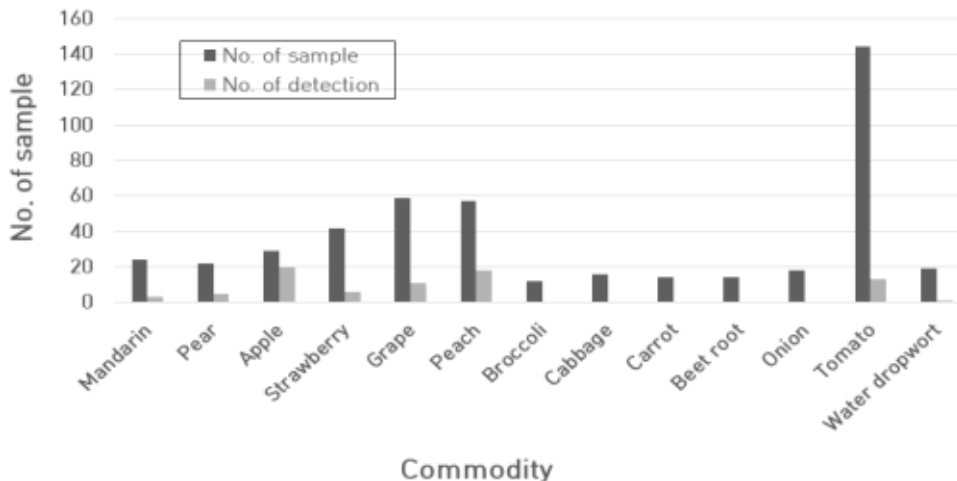


Fig. 1. Detection rate of pesticides residues in commodity.

Table 7. List of detected pesticides in commodity

Commodity	Type of detected pesticides	No. of detected pesticides	Detected Pesticides
Mandarin	3	3	Acetamiprid (1), Diflubenzuron (1), Phenthoate (1)
Pear	6	7	Buprofezin (2), Chlorantraniliprole (1), Chlorpyrifos (1), Fludioxonil (1), Pyraclostrobin (1), Pyrimethanil (1)
Apple	26	64	Acetamiprid (2), Azoxystrobin (1), Bifenthrin (4), Captan (1), Carbendazim (3), Carbofuran (1), Chlorantraniliprole (1), Chlorfluazuron (1), Chlorothalonil (5), Difenconazole (1), Diflubenzuron (4), Etofenprox (13), Flufenoxuron (1), Imidacloprid (1), Iprodione (5), Metconazole (1), Methomyl (1), Methoxyfenozide (1), Novaluron (3), Pyraclostrobin (4), Pyridalyl (1), Tebuconazole (4), Teflubenzuron (1), Thiocloprid (1), Trifloxystrobin (2), Kresoxim-methyl (1)
Strawberry	5	10	Etoazole (3), Fludioxonil (2), Procymidone (2), Pyraclostrobin (1), Spiromesifen (2)
Grape	21	36	Acetamiprid (1), Azoxystrobin (2), Bifenthrin (2), Boscalid (2), Buprofezin (1), Captan (1), Chlorantraniliprole (1), Chlorfenapyr (1), Cyazofamid (2), Cyprodinil (1), Dimethomorph (1), Ethaboxam (1), Fludioxonil (2), Iprodione (1), Kresoxim-methyl (2), Metconazole (1), Procymidone (3), Pyraclostrobin (4), Pyrimethanil (2), Tebuconazole (2), Trifloxystrobin (3)
Peach	18	42	Bifenthrin (3), Boscalid (2), Buprofezin (1), Captan (1), Chlorantraniliprole (2), Chlorpyrifos (2), Difenconazole (1), Diflubenzuron (1), Etofenprox (6), Fenitrothion (2), Flubendiamide (1), Lufenuron (3), Methoxyfenozide (2), Novaluron (2), Pyraclostrobin (4), Spiromesifen (2), Thiodicarb (2), Trifloxystrobin (5)
Tomato	10	20	Acetamiprid (1), Boscalid (3), Buprofezin (1), Chlorothalonil (1), Fludioxonil (4), Procymidone (2), Pyridaben (1), Pyriproxyfen (1), Spiromesifen (4), Metrafenone (2)
Water dropwort	1	1	Iprodione (1)

월별 잔류농약 검출현황

연구대상 시료 470건의 월별 분포는 24건에서 83건으로 평균 52건이었고, 잔류농약 검출률은 6월이 24.4%로 가장 높았고, 3월이 8.8%로 낮았다(Table 8, Fig 2). 농산물은 기후환경의 변화에 많은 영향을 받는데, 이는 농약 사용의 빈도를 높이는 요인 중 하나이

다. 여름철 고온, 집중호우, 태풍, 장마, 겨울철 한파 등의 기상변화는 농작물의 생장에 영향을 미쳐, 농약 사용이 증가하는 요인으로 작용한다¹¹⁾. 10~12월에 착즙원료 농산물이 조사되지 않은 한계점이 있으나 본 연구 결과에서도 1월과 6월~8월까지의 검출률이 평균 검출률인 16.8% 보다 높아 재배 특성(하우스 재배 등)

Table 8. Detection frequency of pesticide residues in analyzed samples by month

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean
No. of samples	24	33	57	49	44	41	61	83	78	52
No. of detection (%)	5 (20.8)	4 (12.1)	5 (8.8)	7 (14.3)	7 (15.9)	10 (24.4)	13 (21.3)	15 (18.1)	13 (16.7)	8.8 (16.8)
No. of violation (%)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.2)	0 (0.0)	-

과 계절적 영향의 가능성을 배제할 수 없다. 부적합 농산물 복숭아 1건은 8월에 확인되었다. 채소류에 비해 비교적 생육기간이 긴 과일류의 경우 제철 출하시기에 맞추어 안전한 농산물이 공급될 수 있도록 적절한 농약 사용에 대한 교육, 홍보 등 관리 강화가 필요한 것으로 생각된다.

복숭아에서 여러 종류의 농약이 동시에 검출된 것과 유사한 결과를 보였다. 본 실태 조사에서 검출된 잔류농약은 모두 기준 이하로 적합하였지만, 날것을 그대로 착즙 음용한다면 단일 시료에서 여러 종류의 농약이 동시에 검출된 잔류농약의 총량이 인체에 위해성을 초래할 수도 있기 때문에 잔류농약 총량 관리에 대한

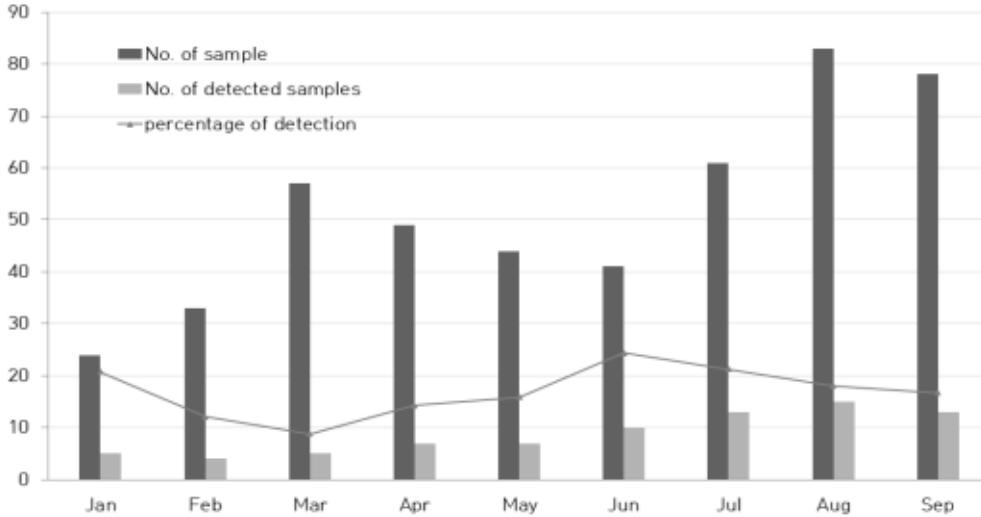


Fig 2. Detection frequency of pesticide residues in analyzed samples by month.

잔류농약 동시 검출 현황

단일 시료에서 잔류농약이 5개 이상 동시에 검출된 시료 수는 총 13건으로 사과 7건, 포도 3건, 복숭아 3건이었고, 동시에 검출된 잔류농약의 수는 사과는 최대 8개, 포도는 최대 9개, 복숭아는 최대 5개이었다. 이러한 결과는 이 등이¹²⁾ 수행한 한국에서 유통되는 농산물의 잔류 농약 평가에서 과일류 중 사과, 포도,

검토가 필요하다고 생각된다. 이 등의¹²⁾ 보고에 따르면 한 농산물에서 2가지 이상의 농약 성분이 검출되거나 동일한 농약 성분이 여러 농산물에 검출되었을 때, 검출된 농약의 1인 1일 섭취허용량 및 추정섭취량이 아주 미미한 수준으로 위해도가 낮은 것으로 보고하였다.

Table 9. List of pesticides detected in agricultural products

Commodity	No. of sample	Simultaneous detection	Detected pesticides	MRL (mg/kg)	Detection range (mg/kg)
Apple	7	5~8	Azoxystrobin	1.0	0.0055
			Bifenthrin	0.5	0.01~0.02
			Captan	5.0	0.01
			Carbendazim	3.0	0.005~0.01
			Carbofuran	0.2	0.003
			Chlorantraniliprole	2.0	0.006
			Chlorothalonil	2.0	0.02~0.8
			Difenoconazole	1.0	0.03
			Diffubenzuron	2.0	0.01~0.1

continued table 9

Commodity	No. of sample	Simultaneous detection	Detected pesticides	MRL (mg/kg)	Detection range (mg/kg)
			Etofenprox	1.0	0.01~0.3
			Flufenoxuron	0.7	0.006
			Imidacloprid	0.5	0.004
			Iprodione	5.0	0.01~0.1
			Metconazole	1.0	0.01
			Methomyl	2.0	0.02
			Methoxyfenozide	2.0	0.02
			Novaluron	1.0	0.003~0.01
			Pyraclostrobin	0.3	0.002~0.02
			Pyridalyl	1.0	0.02
			Tebuconazole	1.0	0.01~0.1
			Teflubenzuron	1.0	0.002
			Thiacloprid	0.7	0.002
			Trifloxystrobin	0.7	0.002~0.01
Grape	3	5~9	Azoxystrobin	3.0	0.05
			Bifenthrin	0.5	0.01
			Boscalid	5.0	0.005
			Buprofezin	2.0	0.006
			Chlorantraniliprole	2.0	0.002
			Cyazofamid	2.0	0.001
			Dimethomorph	2.0	0.1
			Ethaboxam	3.0	0.001
			Fludioxonil	5.0	0.2
			Kresoxim-methyl	5.0	0.03~0.1
			Metconazole	2.0	0.02
			Procymidone	2.0	0.02
			Pyraclostrobin	3.0	0.003~0.004
			Tebuconazole	5.0	0.2~0.3
			Trifloxystrobin	3.0	0.002~0.05
Peach	3	5	Boscalid	1.0	0.04
			Buprofezin	1.0	0.006
			Chlorpyrifos	0.5	0.01
			Difenoconazole	2.0	0.01
			Diflubenzuron	1.0	0.02
			Etofenprox	2.0	0.1
			Lufenuron	0.5	0.003~0.008
			Methoxyfenozide	2.0	0.002
			Novaluron	1.9	0.01
			Pyraclostrobin	1.0	0.004~0.02
			Spiromesifen	2.0	0.01
			Trifloxystrobin	2.0	0.006~0.04

잔류허용기준 초과현황

잔류허용기준을 초과한 농산물은 1건으로 복숭아에서 Fenitrothion이 0.9 mg/kg 검출되어 기준치 0.1 mg/kg을 9배 초과한 것으로 나타났다.

Fenitrothion의 위해도 평가는 농약관리법의 농약 및 원제의 등록기준의 일일섭취허용량(acceptable daily intake, ADI)¹³⁾ 및 2020년 국민건강통계의 과일류 일일식품섭취량¹⁴⁾ 자료를 이용하였으며, 성인의 ADI 산출에는 한국인의 평균 체중인 60 kg을 적용하였다.

일일섭취추정량은 $0.9 \text{ mg/kg} \times 120.8 \text{ g/day} \div 60 \text{ kg} \div 1000 = 0.0018 \text{ mg/day/person}$ 이며, 일일섭취허용량 대비 일일섭취추정량의 비율은 $0.0018 \text{ mg/day/person} \div 0.005 \text{ mg/kg bw/day} \times 100 = 36\%$ 수준이었다.

본 연구에서 시료 선정 시 착즙원료로 사용될 수 있는 수입 과일류와 냉장 또는 냉동 유통되는 단순 가공 과일류까지 확대하지 못한 것과 껍질째 섭취하는 과일류의 착즙 방법(생즙, 가열 착즙 등)에 따른 잔류농약 실태 조사가 이루어지지 않아 본 연구 결과의 활용에 한계는 있으나, 안전한 먹거리에 대한 소비자의 욕구 증대와 농산물 소비 환경 변화 등을 고려해 볼 때 유통 농산물에 대한 지속적인 잔류농약 모니터링이 필요하다고 생각된다.

요 약

2021년 1월부터 9월까지 부산지역 내 유통 및 경매 전 농산물 중 착즙원료로 이용되는 농산물 470건에 대해 식품공전 다중농약 다성분 분석법을 이용하여 298종의 잔류농약을 검사하였으며, 이에 대한 결과는 다음과 같다.

1. 착즙원료로 사용되는 과일류 및 채소류 총 13개 품목 470건의 농산물을 조사하여 그 중 8개 품목 79건에서 잔류농약이 검출되었으며 검출률은 16.8%이었다.
2. 농산물 소분류별 잔류농약 검출현황은 과일류 중 인과류가 49%로 가장 높았고, 핵과류 31.6%, 장과류 18.8%, 감귤류 12.5%였다. 채소류 중 잔류농약 검출률은 박과이외과채류가 9.0%로 가장 높았고, 엽경채류 5.3%로 나타났으며, 결구엽채류 및 근채류에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.
3. 월별 잔류농약 검출률은 1월에 20.8%와 6월~8월

에 18.1% ~ 24.4%로 확인되어 월평균 검출률 16.8%보다 높아 기후 환경에 영향을 받는 것으로 판단된다.

4. 단일 품목에서 여러 종류의 잔류농약 동시 검출은 주로 과일류에서 나타났으며, 품목별로는 사과 7건, 포도 3건, 복숭아 3건이었다. 동시에 검출된 잔류농약의 수는 사과에서는 최대 8개, 포도에서는 최대 9개, 복숭아에서는 최대 5개까지 검출되었다.
5. 농약의 잔류허용기준 초과는 복숭아 1건으로 부적합률은 0.2%였으며, 검출 농약은 fenitrothion으로 기준치 0.1 mg/kg를 9배 초과한 0.9 mg/kg로 확인되었다. 그 외 착즙원료 농산물의 잔류농약 검출량은 모두 기준치 이내로 적합이었다.

참고문헌

1. 김재영, 이상목, 이한진, 장문익, 강남숙, 김남선, 김희정, 조윤제, 정지윤, 김미경, 이규식, “국내 유통 농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해평가-2013년”, Journal of applied biological chemistry 57(3), pp235-242(2014).
2. 도정아, 이희정, 신용운, 최원조, 채갑용, 강찬순, 김우성, “국내 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링”, 한국식품영양과학회지, 39(6), pp902~908(2010).
3. 정세진, 김혜영, 김지형, 염미숙, 조종희, 이수연, “인천지역 유통 과일 중 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가”, Korean Journal of Environmental Agriculture, 33(2), pp111-120(2014).
4. 강남숙, 김성철, 강윤정, 김도형, 장진욱, 원세라, 현재희, 김동언, 정일용, 이규식, 신영민, 정동운, 김상엽, 박주영, 권기성, 지영애, “국내 유통 다소비 농산물의 잔류농약 모니터링 및 노출평가”, 농약과학회지, 19(1), pp32~40(2015).
5. 황인욱, 김창섭, 정신교, “사과주스의 이화학적 품질과 항산화 기능성”, 한국식품저장유통학회, 18(5), pp700-705(2011).
6. 최선아, 정성석, 노정옥, “2018년 국민건강영양조사 자료를 이용한 성인의 과일류 섭취 실태 및 식생활평가지수와와의 관계 분석”, 한국식품영양과학회지, 50(10), pp1124~1136(2021).
7. 박은희, 권혁동, 이지윤, 이인숙, 권영희, 김경아, 김연지, 이선미, 박기형, “부산시 농산물도매시장에 반입된 경매 전 농산물의 농약 잔류실태 조사

- (‘06 ~ ‘15)”, 부산광역시보건환경연구원보 2016:26: 386-387
8. 이선미, 김경아, 박혜영, 박동주, 유한늬, 송은주, 옥우정, 구평태. “최근 10년간 부산지역 시중 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사(‘09 ~ ‘18)”, 부산광역시보건환경연구원보 2020:29: 445 -446
 9. 김남훈, 박경애, 정소영, 조성애, 김윤희, 박혜원, 이정미, 이상미, 유인실, 정권, “식품가공처리가 농산물 잔류농약에 미치는 영향에 대한 메타분석”, 농약과학회지, 20(1), pp14~22(2016).
 10. 제갈성아, 한영선, 김성애, “딸과 배추의 세척 및 가열에 의한 유기인계 농약의 제거 효과”, 한국조리과학회지, 16(5), pp410-415(2000)
 11. 류근영, 김종필, 박덕웅, 이다빈, 송난주, 조배식, 서계원, 김선희, “광주광역시 농산물도매시장 판매 업체류에 대한 잔류농약 통계적 분석”, 농약과학회지, 24(1), pp91-104(2020).
 12. 이화미, 허수정, 이현숙, 박승영, 김남선, 신용우, 최근화, 김성일, 남슬이, 조대현, “LC-MS/MS를 이용한 한국에서 유통되는 농산물의 잔류 농약 평가”, 한국식품과학회지, 45(4), pp391-402(2013)
 13. 농약 및 원제의 등록기준, 법제처.
 14. 2020 국민건강통계, 질병관리청.
 15. 송태화, 이영욱, 윤택한, 박은아, 심은선, 이주희, 경기성, “충북지역 생산단계 수삼 중 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가(2019)”, Korean Journal of Environmental Agriculture, 40(2), pp118-126 (2021).
 16. 식품의 기준 및 규격, 식품의약품안전처.
 17. 이제봉, 홍수명, 권혜영, 유아선, 홍순성, 임양빈, “소비자 위해지수를 이용한 5종 과일 중 잔류농약 안전성평가”, 농약과학회지, 18(4), pp336~341 (2014).
 18. 박덕웅, 김애경, 김태순, 양용식, 김광곤, 장길식, 하동룡, 김은선, 조배식, “온라인 판매 농산물 잔류농약 실태 및 안전성 평가”, 농약과학회지, 19(1), pp22~31(2015).
 19. 한성희, 박성규, 김옥희, 최영희, 승현정, 이영주, 정희정, 김윤희, 유인실, 김유경, 한기영, 채영주, “서울 북부지역 유통 농산물의 농약 잔류실태”, 농약과학회지, 16(2), pp109~120(2012).