

소비자 위해지수를 이용한 5종 과일 중 잔류농약 안전성평가

이제봉* · 홍수명 · 권혜영 · 유아선 · 홍순성 · 임양빈

농촌진흥청 국립농업과학원

Safety Evaluation of Pesticide Residue in Five Fruits by Dietary Risk Index

Je Bong Lee*, Su-Myeong Hong, Hye-Young Kwon, Are-Sun You, Soon-Sung Hong and Yangbin Ihm

National Academy of Agricultural Science, 166 Nongsangmyeong-ro Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea

(Received on October 31, 2014. Revised on November 8, 2014. Accepted on November 29, 2014)

Abstract In order to determine the residual characteristics of pesticides in fruits and their effects on human health, monitoring of pesticide residues were conducted in apples, peaches, pears, grapes and citrus from the major cultivation areas in 2010. Safeties of the pesticides detected from the fruits were evaluated using the amounts of pesticide residue detected and dietary risk index (DRI). Samples were taken from 4-5 major fruit cultivation areas and then pesticide residues in the test fruits were analyzed with a liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS). Mean residue levels of the pesticides in fruits were 0.001-0.144 mg/kg. The DRIs were 0.55 for apple, 0.066 for peach, 0.008 for pear, 0.025 for grape, and 0.37 for citrus, respectively. The results indicated that the amounts of pesticide residues in domestic fruits might be safe, considering the regulatory concerning level 1.0

Key words Acceptable Daily Intake (ADI), Reference Concentration (RfC), Dietary Risk Index (DRI)

서 론

우리나라는 대륙성기후로 농작물이 재배되는 여름은 고온다습하여 병해충 발생이 많아 농산물의 정상적인 생산을 위해서는 다양한 종류의 농약을 사용하여야한다. 또한 우리나라에 보고되어 있는 병해충잡초는 8,000종 이상으로 이 중 방제대상 병해충잡초도 300종 이상이나 된다. 이와 같이 작물의 생산을 위해서는 농약을 사용할 수밖에 없으나 대부분의 농약들은 정도의 차이는 있지만 독성을 가지고 있어 인체나 환경에 좋지 못한 영향을 미칠 가능성도 부인할 수 없는 사실이다.

지난 20년 간 미국에서 실시한 수백 건의 소비자조사에서 유기농식품으로 전환하는 중요한 이유 중 하나가 식품 중에 잔류되어 있는 농약섭취를 줄이기 위한 것으로 나타났다.

식품의 광범위한 잔류농약 모니터링은 신선과일과 채소가 농약 노출위험이 가장 큰 것으로 조사되었다(Benbrook, 2011). 다이아지논과 파리티온은 간세포의 신호전달에 관여하는 adenylyl cyclase 활성을 증가시키거나 beta-adrenergic receptor, glucagon receptor, G-protein 등의 활성을 촉진하였다(Adigun 등, 2010). 뉴 사이언스는 지난 5년간 농약 노출과 유아와 어린이의 발달학적 문제 사이의 연관성을 연구한 결과, 신경계(Rauh 등, 2011; Engel 등, 2011; Bouchard 등, 2011; Marks 등, 2010), 생식 문제(Christiansen 등, 2009), 천식(Hernandez 등, 2011)과 과체중 유발 가능성(Adigun 등, 2010), 당뇨병(Lim 등, 2009) 등도 이와 연관이 있을 것으로 추정하였다.

농약의 안전관리는 사전 및 사후관리로 나누어진다. 사전관리인 농약등록과 관련된 안전성 확보를 위해서는 이화학적, 생물학적, 작물잔류, 환경잔류, 사람이나 가축 뿐 만 아니라 각종 환경생물에 대한 독성 등에 대해서도 평가를 수행해야 하고 노출량을 고려하여 작업자나 소비자에 대한 위해성을 평가하여야 한다. 사후관리는 주로 농약사용실태조사

*Corresponding author

Tel: +82-63-238-3370, Fax: +82-63-238-3839

E-mail: jblee627@korea.kr

와 모니터링을 수행하여 평가한다. 사전 및 사후안전관리를 위한 소비자에 대한 일반적인 위해성평가는 농약잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)과 비교하는 것과 노출량을 일일섭취허용량(acceptable daily intake, ADI)이나 급성독성참고치(acute reference dose, ARfD)와 비교하여 평가하는 방법들이 있다. 그러나 이들은 대부분 단성분에 대한 평가나 부분적인 평가방법으로 작물수준이나 식사단위와 같은 종합적인 평가는 아니므로 실제노출에 대한 위해성을 판단하기에는 한계가 있다. 이런 문제점을 보완하기 위하여 급·만성 소비자 위해성지표와 소비자 위해성지수(dietary risk index, DRI) 등을 이용하여 다소 개선된 방법으로 안전성확보를 위한 노력을 기울이고 있다. DRI는 미국의 유기농센터에서 미국농무성(USDA)의 농약 모니터링 사업인 pesticide data program (PDP)의 결과를 이용하여 산출한 식품 중 농약잔류량을 이용한 위해성을 정량화한 수치로 실제적인 위해성평가보다는 상당히 과대평가된 방법으로 알려져 있지만(US/EPA, 2006) 위해성경감을 위한 안전성 경향과약에는 적용이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 재배되는 주요작물을 대상으로 사과, 배, 포도, 복숭아 및 감귤에 대한 성적을 이용하여 소비자 위해성지수를 산출하고 국내에서 재배 생산되는 과일의 안전성을 평가하였다.

재료 및 방법

시료 채취 및 잔류농약 분석

잔류농약 모니터링을 위한 분석시료는 2010년 사과 주산단지인 예산, 충주, 거창, 의성, 영주에서 46점, 복숭아는 원주, 청도, 충주, 영천에서 23점, 배는 안성, 나주, 천안, 상주, 울주에서 11점, 포도는 화성, 김천, 천안, 영동, 김제의 주산단지 지역에서 23점, 감귤은 제주시 및 서귀포시 지역에서 45점을 채취하였다.

잔류농약은 권 등(2011)의 방법에 따라 LC/MS/MS를 이용한 QuEChERS 법으로 acetamiprid 등 76성분을 대상으로 분석하였다.

만성참고농도(cRfC) 및 위해성지수(DRI) 산출

만성참고농도(chronic reference concentration, cRfC)의 산출을 위한 체중은 한국인의 평균체중 55 kg을 이용하였고, 일일섭취허용량은 「농약관리법」 제9조, 제16조에 따른 「농약 및 원제의 등록기준」 및 농촌진흥청 고시 제2012-37호(농촌진흥청, 2012)와 유럽, 미국 등 선진국에서 설정한 수치를 이용하였으며 식품섭취량은 2009년 보건복지가족부 질병관리본부에서 수행한 국민영양조사 결과를 이용하여 계산한 과일별 95% 섭취수준을 사용하였다. 농약의 만성참고농도의 계산은 국민평균체중에 일일섭취허용량을 곱하여 일

일식품섭취량으로 나누어 산출하였다. 과일 종류별 위해성지수는 모니터링에서 검출된 농약성분별 평균 잔류량을 만성참고농도로 나누어 산출하였다.

안전성평가 및 기준

과일별 안전성을 평가하기 위한 위해성지수(DRI) 값이 크면 클수록 위해성이 높은 것으로 판단되며 단일 작물 또는 농산물의 위해성지수가 1.0이하 일 경우는 위해성 우려가 없는 것으로 평가하였다. 이 값은 미국의 EPA, 영국 FSA (Food Safety Agency)등에서 사용하고 있는 기준이다 (Benbrook, 2011).

결과 및 고찰

사과에 대한 위해성지수 산출 및 평가

농약의 식이섭취위해성은 노출과 독성과의 상관관계로서, 농약노출이 얼마나 높은 빈도로 식품 내에서 검출되는가, 주어진 1인분의 한 끼 식사 내에 얼마나 많은 종류의 농약이 잔류하는가, 잔류농약을 포함한 그 음식의 농약 검출량과 분포 그리고 언제 어떤 음식을 얼마나 섭취하였는가 등에 의해 결정된다. 또한 위해성지수는 식품 kg당 농약의 밀리그램으로 표현되는 농약노출량과 독성과의 비율로서 정확한 위해성평가 보다는 전반적인 위해성 경향 파악이나 작물별 위해성정도를 예측하는 등에 이용이 가능하다. 사과에서 검출된 농약성분은 Table 1에서와 같이 acetamiprid 등 18종이었으며, 검출빈도는 10-60% 수준이었고, difenoconazole이 60%로 가장 높았다. 평균검출량은 0.005-0.144 mg/kg이었으며 bitertanol이 0.144 mg/kg으로 가장 많았다. 위해성지수 분포는 0.00012-0.427로 carbofuran 0.427, bitertanol 0.0576, carbendazim 0.0177 등의 순으로 나타났다. 사과에서 검출된 농약성분 전체를 이용한 총 위해성지수는 0.55 수준이었다. 미국 EPA가 2006년에 보고한 자료에 의하면 미국 국내생산 사과의 위해지수는 1994년 18.08에서 2003년 4.99로 4배정도 감소되었으며, 이와 같은 위해지수의 경감을 위하여 사과로부터 '96년 parathion-methyl과 chlorpyrifos를 사용금지하였다.

복숭아에 대한 위해성지수 산출 및 평가

복숭아에서 검출된 농약성분은 Table 2에서와 같이 bitertanol 등 12종이었으며, 검출빈도는 10-40%였으며 bitertanol이 40%로 가장 높았다. 검출량은 0.006-0.048 mg/kg이었으며, trifloxystrobin이 0.048 mg/kg으로 가장 많았다. 위해성지수는 9.13E-05-0.02의 범위였으며 bitertanol이 0.021로 가장 높았으나 대부분의 농약들은 0.01 이하로 검출량 및 위해성지수가 낮아 안전한 것으로 판단되었다. 2006년 미국 EPA가 보고한 복숭아에 대한 위해성지수는 1994년 766.07

Table 1. Derivation of DRI values for pesticides applied to apples

Pesticide	% of Positive	Mean residue (mg/kg)	cRfC ^{a)}	ADI ^{b)}	DRI ^{c)}
Acetamiprid	10	0.007	17.500	0.07	0.000398
Bitertanol	20	0.144	2.500	0.01	0.057600
Carbendazim	40	0.133	7.500	0.03	0.017733
Carbofuran	10	0.128	0.300	0.0012	0.427649
Chlorantraniliprole	30	0.014	65.000	0.26	0.000215
Chlorpyrifos	10	0.026	2.500	0.01	0.010537
Difenoconazole	60	0.016	2.500	0.01	0.006400
Dinotefuran	10	0.020	130.000	0.52	0.000151
Fluacrypyrim	20	0.029	14.750	0.059	0.001966
Metconazole	50	0.014	5.000	0.02	0.002800
Methoxyfenozide	20	0.003	25.000	0.1	0.000120
Novaluron	10	0.033	2.500	0.01	0.013176
Pyraclostrobin	40	0.020	8.500	0.034	0.002353
simeconazole	10	0.006	2.125	0.0085	0.002636
Spirodiclofen	10	0.007	2.500	0.01	0.002917
Tebuconazole	20	0.023	7.500	0.03	0.003067
Trifloxystrobin	30	0.020	12.500	0.05	0.001600
Teflubenzuron	50	0.005	2.500	0.01	0.002000
Total					0.553318

^{a)}Chronic reference concentration

^{b)}Acceptable daily intake

^{c)}Mean residue/chronic reference concentration (cRfC)

Table 2. Derivation of DRI values for pesticides applied to peaches

Pesticide	% of Positive	Mean residue (mg/kg)	cRfC	ADI	DRI
Bitertanol	40	0.040	1.896552	0.01	0.021091
Boscalid	10	0.018	8.344828	0.044	0.002157
Chlorantraniliprole	20	0.024	49.31034	0.26	0.000487
Chlorfluazuron	10	0.032	4.741379	0.025	0.006749
Chlorpyrifos	10	0.019	1.896552	0.01	0.010018
Clothianidin	20	0.006	15.17241	0.08	0.000395
Dinotefuran	10	0.009	98.62069	0.52	9.13E-05
Imidacloprid	10	0.013	11.37931	0.06	0.001142
Novaluron	10	0.025	1.896552	0.01	0.013182
Pendimethalin	10	0.006	18.96552	0.1	0.000316
Tebufenozide	10	0.019	3.793103	0.02	0.005009
Trifloxystrobin	30	0.048	9.482759	0.05	0.005062
Total					0.0657

에서 2003년 54.06로 14.2배 정도 감소하였으며, 위해성 경감을 위하여 parathion-methyl을 적용삭제 하였다. 우리나라에서 재배되고 있는 복숭아는 2011년 고독성농약의 품목폐지 등 위해성 경감조치에 의해 미국보다 안전한 것으로 평가되었다. 복숭아에서 검출된 농약성분 전체를 이용한 총 위해성지수는 0.0657 수준으로 매우 안전하였다.

포도에 대한 위해성지수 산출 및 평가

포도에서 검출된 농약성분은 Table 3에서와 같이 carbendazim 등 10종이었으며, 검출빈도는 10-70%였으며 clothianidin이 70%로 가장 높았다. 검출량은 0.003-0.183 mg/kg이었으며 pyrimethanil이 0.183 mg/kg으로 가장 많았다. 위해성지수는 0.000030-0.0189 범위였으며 fluquinconazole이 0.0189로 가장 높았으나 대부분의 농약들은 0.01 이하로 검

Table 3. Derivation of DRI values for pesticides applied to grapes

Pesticide	% of Positive	Mean residue (mg/kg)	cRfC	ADI	DRI
Carbendazim	30	0.070	50	0.03	0.001400
Clothianidin	70	0.040	133.3333	0.08	0.000300
Difenoconazole	10	0.003	16.66667	0.01	0.000180
Fluquinconazole	10	0.063	3.333333	0.002	0.018900
Pyraclostrobin	40	0.037	56.66667	0.034	0.000653
Pyrimethanil	10	0.183	333.3333	0.2	0.000549
Spirodiclofen	10	0.018	16.66667	0.01	0.001080
Tebuconazole	20	0.073	50	0.03	0.001460
Thiamethoxam	10	0.004	133.3333	0.08	0.000030
Trifloxystrobin	10	0.004	83.33333	0.05	0.000048
Total					0.024600

Table 4. Derivation of DRI values for pesticides applied to pears

Pesticide	% of Positive	Mean residue (mg/kg)	cRfC	ADI	DRI
Pyraclostrobin	10	0.009	14.38462	0.034	0.000626
Chlopyrifos	10	0.017	4.230769	0.01	0.004018
Diflubenzuron	10	0.007	8.461538	0.02	0.000827
Pyraclostrobin	10	0.005	14.38462	0.034	0.000348
Boscalid	10	0.019	18.61538	0.044	0.001021
Tebuconazole	10	0.005	12.69231	0.03	0.000394
Pyrimethanil	10	0.006	84.61538	0.2	7.09E-05
Tebufenozide	10	0.004	8.461538	0.02	0.000473
Total					0.007777

출량 및 위해성지수가 낮아 안전한 것으로 판단되었다. 포도에서 검출된 농약성분 전체를 이용한 총 위해성지수는 0.0246으로 매우 안전한 수준이었다. 미국은 자국생산 포도의 위해지수가 1994년 404.46으로 높아 그해에 parathion-methyl, mevinphos 등을 사용금지 시켰으며, 1996년에도 dicofol과 dimethoate를 적용삭제 하는 등의 노력으로 2003년 위해지수가 18.54로 21.8배 경감시켰다(US/EPA, 2006).

배에 대한 위해성지수 산출 및 평가

배에서 검출된 농약성분은 Table 4에서와 같이 pyraclostrobin 등 8종이었으며, 검출빈도는 chlopyrifos 등 모두 10%로 낮았으며, 검출량은 0.004-0.019였으며 boscalid가 0.019 mg/kg으로 가장 많았으나 대부분 매우 낮은 수준이었다. 위해성지수는 검출 농약 모두 0.004 이하로 매우 낮아 안전한 것으로 판단되었다. 배에서 검출된 농약성분 전체를 이용한 총 위해성지수는 0.008로 안전한 수준이었다. 미국에서는 자국생산 배에 대한 위해성 경감을 위해 parathion-methyl 및 azinphos methyl을 1997년에 사용금지하므로 위해지수를 낮추었으며, 1998년 수입 배에 dicofol을 삭제하므로 위해성을 경감시켰다.

감귤에 대한 위해성지수 산출 및 평가

감귤에서 검출된 농약성분은 Table 5에서와 같이 carbendazim 등 17종이었으며, 검출빈도는 10-60%였고 thiamethoxam이 60%로 가장 높았다. 검출량은 0.001-0.139 mg/kg으로 phenthoate가 0.139 mg/kg으로 가장 많았다. 위해성지수는 3.59E-05-0.187의 범위였으며 methidathion 0.187, phenthoate 0.133이 0.1 이상이었으나, 나머지농약은 0.1 이하로 검출량 및 위해성지수가 낮아 안전한 것으로 판단되었다. 감귤에서 검출된 농약성분 전체를 이용한 총 위해성지수는 0.366으로 안전한 수준이었다. 감귤과 유사한 미국 국내생산 오렌지의 6세 이하 어린이에 대한 위해지수는 1994년 37.47에서 2003년 4.0로 9.4배 정도 감소되었다(US/EPA, 2006). 이는 국내 생산 감귤보다 위해지수가 10배 이상 높은 것으로 우리나라 생산 감귤이 더 안전하다는 것을 알 수 있었다.

이상의 전체적인 결과를 종합하면 2010년 국내 재배 과수 5종에 대한 잔류농약 모니터링에서 검출된 농약의 잔류수준 정도는 섭취하여도 인체에 위해성을 일으키지 않는 것으로 평가되었으나 사과와 감귤의 경우는 위해지수가 0.55 및 0.37 수준이므로 위해성지수의 증가 여부를 주기적으로 모

Table 5. Derivation of DRI values for pesticides applied to citrus

Pesticide	% of Positive	Mean residue (mg/kg)	cRfC	ADI	DRI
Acetamiprid	40	0.06	24.36709	0.07	0.002462
Carbendazim	40	0.02	10.44304	0.03	0.001915
Chlorpyrifos	10	0.006	3.481013	0.01	0.001724
Dichlorvos	30	0.001	0.174051	0.0005	0.005745
Diflubenzuron	10	0.112	6.962025	0.02	0.016087
Dinotefuran	40	0.01	181.0127	0.52	5.52E-05
Etoxazole	10	0.142	13.92405	0.04	0.010198
Fenpropathrin	20	0.014	10.44304	0.03	0.001341
Fenpyroximate	10	0.013	3.481013	0.01	0.003735
Imidacloprid	30	0.014	20.88608	0.06	0.00067
Methidathion	20	0.065	0.348101	0.001	0.186727
Methoxyfenozide	50	0.005	34.81013	0.1	0.000144
Pendimethalin	30	0.002	34.81013	0.1	5.75E-05
Phenthoate	20	0.139	1.044304	0.003	0.133103
Spirodiclofen	10	0.004	3.481013	0.01	0.001149
Tebufenozide	20	0.0025	6.962025	0.02	0.000359
Thiamethoxam	60	0.001	27.8481	0.08	3.59E-05
Total					0.365508

니터링 할 필요가 있을 것으로 사료된다. 2009년 국민영양조사 결과 우리나라 1인당 식품섭취량은 1,464 g이며 이 중 식물성식품이 1202.4 g, 동물성식품이 261.6 g이었다. 식품섭취량 중 과일섭취량은 전체식품섭취량의 12.2%, 식물성식품의 15% 정도인 179.1 g (농림수산식품부, 2011)으로 보고되었다. 소비자에 대한 위해성평가는 사람에 따라 매일 먹는 식품의 양이나 기호도, 생산계절 등을 고려하여 평가하여야 하며, 위해성평가의 독성기준인 일일섭취허용량은 최소한 100-3000의 안전계수가 적용된 것이기 때문에 실제 위해성과는 차이가 있을 수 있다. 위해지수는 농약별 위해성을 단순히 합산한 개념으로 보다 정밀한 위해성평가를 위해서는 충분한 데이터와 실제 노출상황, 모니터링성적의 잔류량 분포 등을 종합적으로 고려하여 평가하여야 한다. 위해지수(DRI)는 위해성의 경향을 추정하는 방법으로 일반적인 위해성평가와는 다소 차이가 있으며, 5종 과일의 95% 섭취량만도 851g 정도로 평균 식물성 식품섭취량의 71%에 해당한다. 이와 같은 방법으로 곡류, 엽채류, 과채류 등에 대한 모니터링을 실시하여 식물성식품 전체를 평가하면 국내에 생산되는 농산물의 전체적인 안전성 경향을 작물별로, 작물 군별로 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2014년 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발 사업(과제 번호 : PJ0100282014)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Literature cited

- Adigun, A. A., N. Wrench, F. J. Seidler and T. A. Slotkin (2010) Neonatal Organophosphate Pesticide Exposure Alters the Developmental Trajectory of Cell-Signaling Cascades Controlling Metabolism: Differential Effects of Diazinon and Parathion. *Environmental Health Perspectives*. 118: 210-215.
- Benbrook, C. and D. R. Davis. (2011) Identifying Smart Food Choices on the Path to Healthier Diets: Documentation and Applications of TOC-NQI, Version 1.1. The Organic Center, Boulder, CO., access at: www.organic-center.org/TOC-NQI.
- Bouchard, M. F., J. Chevier, K. G. Harley, K. Kogut, M. Vedar, N. Calderon, C. Trujill, C. Johnson, A. Bradman, D. B. Barr and B. Eskenazi (2011) Prenatal Exposure to Organophosphate Pesticides and IQ in 7-Year-Old Children. *Environmental Health Perspectives*. 119:1189-1195.
- Christiansen, S., M. Scholze, M. Dalgaard, A. M. Vinggaard, M. Axelstad, A. Kortenkamp and U. Hass (2009) Synergistic Disruption of External Male Sex Organ Development by a Mixture of Four Antiandrogens. *Environmental Health Perspectives*. 117(12):1839-1846.
- Engel, S. M., J. Wetmur, J. Chen, C. Zhu, D. B. Barr, R. L. Canfield and M. S. Wolff (2011) Prenatal Exposure to Organophosphates, Paraoxonase 1, and Cognitive Development in Childhood. *Environmental Health Perspectives*. 119:1182-1188.
- Hernandez, A. F., T. Parron and R. Alarcon (2011) Pesticides and Asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*. 11:90-96.

Lim, S. S. Y. Ahn, I. C. Song, M. H. Chung, H. C. Jang, K. S. Park, K. U. Lee, Y. K. Pak and H. K. Lee (2009) Chronic Exposure to the Herbicide, Atrazine, Causes Mitochondrial Dysfunction and Insulin resistance. *PlosOne*. 4(4):1-11.

Marks, A. R., K. Harley, A. Broadman, K. Kogut, D. B. Barr, C. Johnson, N. Calderon and B. Eskenazi (2010) Organophosphate pesticide exposure and attention in young Mexican-American children: the CHAMACOS Study. *Environmental Health Perspectives*. 118:1768-1774.

Rauh, V., S. Arunajadai, M. Horton, F. Perera, L. Hoepner, D. B. Barr and R. Whyatt (2011) Seven-Year Neurodevelopmental Scores and Prenatal Exposure to Chlorpyrifos, a Common Agricultural pesticide. *Environmental Health Perspectives*. 119:1196-1201.

US/EPA (2006) Supplemental report, details on dietary risk data in support of Report No. 2006-P-00028, "measuring the impact of the Food Quality Protection Act: Challenges and Opportunities".

Kwon, H. Y., C. S. Kim, B. J. Park, Y. D. Jin, K. A. Son, S. M. Hong, J. B. Lee and G. J. Im (2011) Multiresidue Analysis of 240 Pesticides in Apple and Lettuce by QuEChERS Sample Preparation and HPLC-MS/MS Analysis. *The Korean Journal of Pesticide Science*. 15(4):417-433.

MIFAFF (2011) Establishment and activation of risk assessment system for the assurance of agri-food safety.

RDA (2012) RDA notices No. 2012-37. Pesticide management act and notices-directives.

소비자 위해지수를 이용한 5종 과일 중 잔류농약 안전성평가

이제봉* · 홍수명 · 권혜영 · 유아선 · 홍순성 · 임양빈

농촌진흥청 국립농업과학원

요약 국내에서 생산되는 과일 중 농약의 잔류특성과 인체에 미치는 영향을 파악하기 위하여 2010년 사과, 복숭아, 배, 포도, 감귤에 대한 농약잔류 모니터링을 수행한 후 잔류농약의 검출량과 위해성지수를 이용하여 안전성을 평가하였다. 시료는 2-5지역의 주산단지에서 채취하였으며, 시료 중 잔류농약을 LC/MS/MS를 이용하여 분석하였다. 사과의 경우 acetamiprid 등 18종의 농약성분이 검출되었고 총 위해지수가 0.55로 위해우려 수준은 아니었으나 조사한 과일 중 가장 높았다. 감귤의 경우는 carbendazim 등 17종의 농약성분이 검출되었으며, 위해지수는 0.37이었다. 복숭아, 포도 및 배는 각각 12, 10, 8종의 농약이 검출되었으나 위해지수는 0.066, 0.025, 0.008로 낮은 것으로 평가되었다. 따라서 국내에서 생산되는 사과, 복숭아, 배, 포도, 감귤 중의 잔류농약에 의한 위해성은 낮은 것으로 판단되었다.

색인어 일일섭취허용량(ADI), 참고농도(RfC), 위해성지수(DRI)