

## 농식품 안전관리의 현황과 향후 발전방안

최지현 선임연구위원 / 한국농촌경제연구원

### 1. 서론

식품소비패턴은 경제성장과 핵가족화 및 여성의 사회진출 확대 등 경제·인구·사회적 요인의 변화로 고급화, 다양화, 간편화되고 있다. 2006년 도시가구의 식료품비 지출은 가공식품과 외식비의 비중이 각각 43%, 49%로 나타났으며 예전보다 증가하는 추세이다.

시장개방의 확대에 따라 식품 수입(금액기준)은 1998년 이후 2배, 수입건수는 3배 증가하였다. 칼로리 기준 식량자급률은 2000년대 60%에서 46%까지 하락하여 먹거리의 50% 이상을 수입에 의존하게 됨에 따라 수입식품의 안전문제도 사회적으로 중요하게 대두되고 있다.

식품안전관리는 농식품의 종류와 취급단계에 따라 부처별 분산 수행되고 있어 식품사고 발생시 효율적인 대처가 이루어지지 못하는 구조적인 문제를 지니고 있다. 선진국의 경우 식품의 생산에서부터 소비까지 일관되게 안전관리가 이루어지며, 정보공개 등으로 소비자 신뢰기반을 구축하고 있다.

최근 정부는 농산물 안전성 확보의 주요정책수단으로서 GAP(Good Agricultural Practices)와 이력 추적관리제도(Traceability)를 추진하고 있으며, 가공식품과 축산물에 대해서는 HACCP제도의 도입을 장려하고 있다.

본 글에서는 식품안전을 둘러싼 여건변화와 농산식품, 축산식품, 수입식품에 대한 식품안전관리현황과 당면문제를 검토하고, 선진국의 식품안전관리동향을 파악하여 향후 식품안전관리정책의 발전 방안을 제시하였다.

## 2. 농식품안전관리 여건의 변화

### 2.1. 식품소비여건의 변화

경제성장에 따른 도시화와 산업화의 영향으로 조리식품, 가공식품 및 외식에 대한 수요가 지속적으로 높아지고 있다. 국내 외식업의 매출액은 1988년 8조 2,000억원에서 2007년 65조 3,000억으로 약 8배 증가하였다. 2008년 도시근로자 가구의 식료품 지출은 전체 식료품 지출액에서 48.9%를 차지하고 있다.

1982년 이후 가구의 식료품에 대한 지출은 연평균 7.5%, 외식비 지출은 16.0% 각각 증가하였다. 외식비 지출의 증가는 외식의 다양성과 편의성, 그리고 건강지향성 등을 충족시키는 상품이 대거 등장함에 따른 결과로 분석된다.

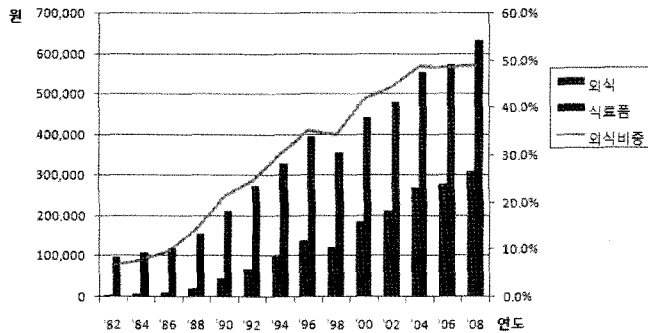


그림 1. 품목별 식품비 가구당 월평균 가계수지

시장개방으로 식품 수입량은 2002년 전수와 물량, 그리고 금액 모두 증가하고 있다. 2007년 식품수입량은 2002년 대비 12.4%, 수입건수는 57%, 수입금액은 78.2% 증가하였다. 국별 수입비중을 보면 중국, 미국, 호주 3개국은 전체 수입금액의 50%를 상회하고 있는데 특히, 2007년 중국산 식품 수입은 21억달러로 2003년 대비 29.0%, 2005년 대비 30.3% 증가하였다.

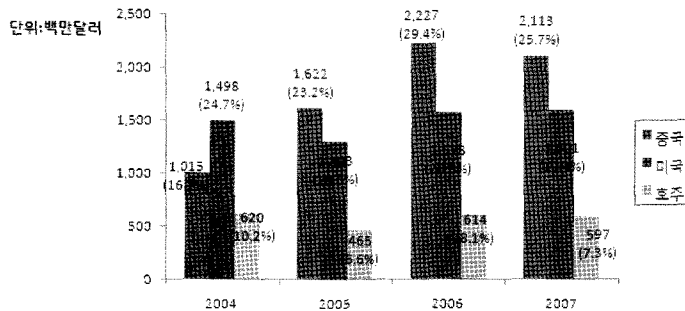


그림 2. 상위 3개국 국가별 식품수입 비중

## 2.2. 농식품 안전사고의 사례

농식품교역량이 증가하면서 식품위해사고의 양상이 국제화·대형화 되고 있다.

표 1. 농식품위해관련 사건 발생 실태

연도	위해사건명
2003	• 조류독감 발생
	• 미국산 쇠고기 광우병 파동
	• 칠레산 돼지고기 다이옥신 초과 검출
2004	• 인삼 및 가공품 BHC 기준치 이상 검출
	• 국내 불량만두소 사건
	• 불량 고춧가루
	• 찌쌀의 표백제 사용
	• 구기자 등 한약재 이산화황 기준치 이상 검출
2005	• 돼지고기 및 닭고기 등 일부 육류서 항생제 초과 검출
	• 김치 기생충 알 검출
	• 김치 납 검출
2006	• 장어·잉어·붕어에서 말라카이트 그린 검출
	• 학교급식에서 집단 식중독 발생
	• 폐금속광산지역 농산물 허용기준치 초과 중금속 검출
	• 조제분유에서 사카자키균 검출
	• 중국산 냉동 꽃게 아황산나트륨 과다 검출
2007	• 시판 올리브유에서 발암물질 검출
	• 녹차에서 '파라티온'이라는 농약검출
	• 고추장, 고춧가루에서 설탕류 논란
	• 흑삼가공제품 벤조피렌 검출
2008	• 수입김치에 인공감미료 싸이클라메이트 검출
	• 새우깡에서 이물검출 발견
	• 참치통조림에서 칼날 발견
	• 모짜렐라 치즈에서 다이옥신 검출
	• 미국산 냉동 야채가공품 이물질 발견
	• 미국산 쇠고기 수입논란
	• 멜라민 오염사건
• 칠레산 돼지고기 다이옥신 검출	

자료 : 농식품안전정보서비스, 신문기사 검색, 이철호(2006) 발표논문 수정 및 재작성, 소비자위해관리시스템 (<http://ciss.or.kr/index.jsp>)

최근에는 과학기술의 발달에 따라 유전자변형식품과 방사선조사 식품 등 새로운 식품에 대한 안전성 논란이 제기되고 있으며, 광우병과 환경호르몬 등도 계속적으로 출현하고 있다.

### 2.3. 농식품안전에 대한 소비자 인식 증대

식생활의 외부화로 인해 식생활 소비 패턴이 변화하고, 식품위해요소에 의한 식품오염의 기회가 증가함에 따라 식품안전에 대한 국민들의 욕구는 높아지고 있다. 소비자들은 농식품 구매시 최우선 고려요인으로 ‘안전성’ 27.7%, ‘품질(맛)’ 26.5%, ‘생산지(국산/외국산)’ 24.5%순으로 응답해 식품안전에 대한 관심이 높음을 보여주고 있다.

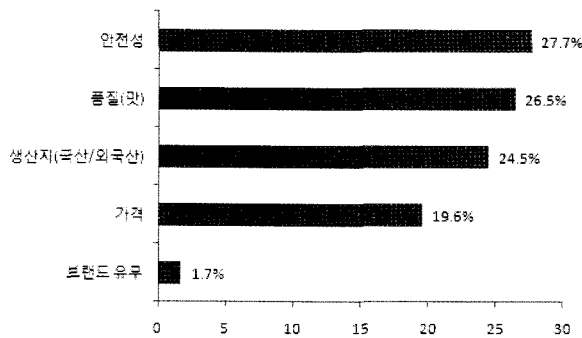


그림 3. 소비자의 농식품 구매시 우선고려 사항

자료 : 한국농촌경제연구원(2008). “농업·농촌에 대한 국민의식 조사결과”

소비자는 농식품안전성 확보를 위해 ‘제품성분 및 효능 표시 등 소비자 정책 강화’(34.4%)를 가장 필요하다고 생각하고 있으며, ‘농약 등 위해물질에 대한 철저한 사전관리’(29.9%), ‘수입농식품 안전성 관리 강화’(19.7%), ‘불량 농식품 생산자 엄중처벌’(16.1%) 순으로 제시하고 있다.

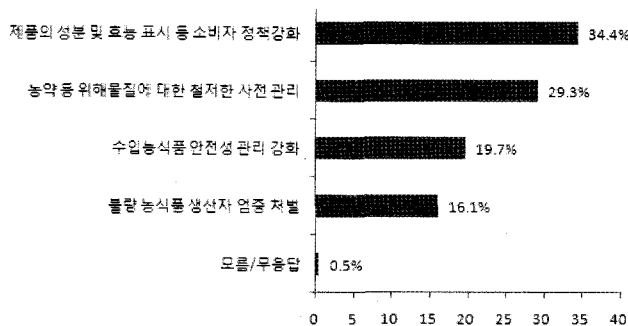


그림 4. 농식품 안전성 확보를 위한 정책우선 순위

자료 : 한국농촌경제연구원(2008). “농업·농촌에 대한 국민의식 조사결과”

GM농식품 소비에 대한 소비자의 불안감은 매우 높은 것으로 조사되었다. 조사결과 ‘불안하다’는 의견(71.5%)이 ‘불안하지 않다’는 의견(5%)보다 높게 나타나 소비자들은 GM농식품 안전성에 큰 우려를 가지고 있는 것으로 보인다.

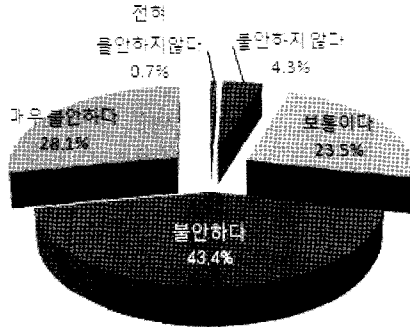


그림 5. GM농식품의 소비 불안정도

자료 : 한국농촌경제연구원(2008). "GMO 생산·유통실태 파악 및 GMO표시 비용/편익분석 연구"

### 3. 농식품 안전관리 현황과 당면문제

#### 3.1. 안전관리체계

식품안전관리는 식품의 종류와 생산·유통단계에 따라 복지부(식약청), 농식품부, 교육과학기술부 등으로 업무가 분산 수행되고 있다. 농식품부의 농산물의 안전관리는 생산단계에 국한되어 있으며, 축산식품의 경우 생산에서부터 가공, 유통까지 농식품부가 안전관리를 담당한다. 식약청은 축산식품을 제외한 식품의 안전관리 전반을 담당한다. 지방자치단체는 최종 유통 및 소비단계에서의 농식품 안전관리, 지도단속업무를 수행한다.

표 2. 식품유형별, 취급단계별 안전관리 추진 체계

구분	재배/사육/양식 등	수입		국내 가공	유통 (보관/운반등)	소비 (식당, 백화점 등 최종판매단계)
		비·단순 가공	고차 가공			
농산 식품	정책	농식품부	복지부/식약청			
	지도단속	농림부/지자체	식약청		식약청/지자체	

구분	재배/사육/양식 등	수입		국내 가공	유통 (보관/운반등)	소비 (식당, 백화점 등 최종판매단계)
		비·단순 가공	고차 가공			
수산 식품	정책	농식품부	복지부/식약청			
	지도단속	농식품부	농식품부	식약청	식약청/지자체	
축산 식품	정책	농식품부	농식품부/식약청(유해물질 잔류기준)			복지부
	지도단속	농식품부/지자체	농식품부		농식품부/지자체	식약청/지자체

### 3.2. 농식품 안전관리프로그램

#### 3.2.1. GAP

농장에서 식탁까지 일관된 농식품 안전관리체계를 구축하는 것은 세계적으로 식품안전의 공통된 목표이다. GAP(우수농산물관리제도)는 생산부터 수확후 포장단계까지 농약, 중금속, 미생물 등 농식품 위해요소를 관리하는 제도이다. GAP는 2003~2005년 동안 시범사업을 거쳤으며, 2008년 기준 참여농가수는 2만호, 우수농산물관리시설로 350개소가 지정되었다.

표 3. GAP 참여농가수, 지정시설 및 인증기관 현황

년도	참여농가(천호)	수확후 관리시설	인증기관
2007	16	316	31
2008	20	350	39
2009(계획)	30	400	41

자료: 농림부

GAP사업은 2005년 8월 농산물품질관리법을 개정하여 도입근거를 마련하고, 시행령 및 시행규칙도 2006년 1월에 정비되었다. GAP의 원활한 도입을 위해서 표준재배지침과 우수농산물관리기준 및 이력추적관리기준이 설정되었는데 표준재배지침은 2003년 67개 품목에서 2004년 82개, 2008년 105개로 작성 품목이 늘어났다. 생산·유통·판매자가 GAP 농산물 취급시 지켜야 할 기록·보관 등 관리 기준도 정비되었다.

GAP 인증은 공식적으로 2006년부터 실시되었으며 인증방식은 유럽 등과 같이 민간인증제도로 추진하고 있다. 정부는 민간인증기관에 대한 관리·감독을 시행하고, 민간인증기관에서 직접 인증과 농가관리를 하도록 인증체계를 구축하고 있다. 2008년 현재 농협, 유통공사, E Mart, Lotte Mart 등 39개 기관이 인증기관으로 시범 지정되었다. 정부는 2012년까지 GAP도입비율(청과물기준)을 10%까지 높일 계획이다.

### 3.2.2. 이력추적관리제도(Traceability)

Traceability(이력추적관리제도)는 농산물의 생산단계부터 판매단계까지 안전성 문제발생시 이력을 역추적하여 원인규명 및 필요한 조치를 취하는 제도이다. 이력추적관리제도(traceability)는 Codex(국제식품규격위원회)의 개념정립에 의해서 관련 규격문서에 이력추적의 개념이 강화되고, 각 국에서도 식품안전 관리를 위해 이력추적 개념을 적극 도입하고 있다. EU는 2005년 1월부터 모든 식품에 대해 Traceability를 적용할 것을 회원국에 의무화하였다.

우리나라는 농산물의 경우 GAP 농산물에 대해 Traceability를 적용하고 있다. 소의 이력추적관리 제도는 2004년 10월 9개 우수 브랜드 경영체를 선정하여 시범사업 형태로 실시했으며, 2008년 12월 22일부터 모든 소에 대해서 생산단계까지 적용된 바 있으며, 2009년 6월 22일부터는 유통단계까지 적용되어 이력추적이 전면 시행되고 있다.

소의 이력추적관리제도 개념은 생산·도축·가공·유통과정의 각 단계별 정보를 기록·관리하여 문제 발생시 이동경로를 따라 추적 또는 소급하여 신속한 원인규명 및 조치를 가능하게 하여 소비자를 안심시키는 제도로 정의된다. 소는 개체별로 유일한 개체식별번호가 부여되고 귀표 등을 장착하여 출생·이동 및 도축단계까지 신고내용을 데이터베이스화하여 관리한다. 도축단계 이후는 식육에 개체식별번호를 표시하여 유통되며, 소비자는 구입한 쇠고기의 원산지 및 품질 등을 인터넷 등을 통해 확인할 수 있다.

### 3.2.3. HACCP(위해요소중점관리제도)

최근 식품안전사고의 대형화와 건강에 대한 소비자의 관심이 증대되고 있으며, 축산물 안전성을 위협하는 요소는 점차 증가하고 있는 추세이다. 이에 적절히 대응하기 위해서는 공중위생상 위험을 사전에 예방할 필요가 있다.

한편 수출증대를 위해서 국제기준과의 조화가 필요하며, WTO/SPS 및 Codex에서는 농·축산물 및 식품의 교역에 있어서 HACCP을 의무·적용하도록 요구하고 있다.

이러한 배경하에서 축산식품에 대해 HACCP제도가 시행되고 있는데, HACCP시스템은 농장에서부터 소비자의 식탁까지 위해의 발생을 예방하는 제도로써 생물학적, 화학적, 물리적인 위해 발생을 방지하기 위한 장치이다.

1997년부터 도축장과 축산물 가공장에 HACCP이 적용되어 2003년 7월부터는 전국 도축장에 HACCP을 의무 적용하였다. 2004년에는 운반·보관·집유·판매에 대해, 2006년에는 사육단계에 운용할 HACCP 도입근거를 마련하였다.

2008년 12월 현재 HACCP 적용업소 및 농장은 1,528개소로서 식육포장 및 가공장의 가공처리기준으로 rbrso 축산물 생산유통량의 약 60%가 HACCP 인증을 받은 것으로 추정된다.

표 4. HACCP 적용 작업장 현황, 2008. 12.

(단위: 개소)

사육			사료		도축			집유	가공				유통·판매		구분
소	돼지	닭	배합사료	소, 돼지	닭	오리	집유업	식육포장업	식육가공업	유가공업	알가공업	보관업	식육판매업	총계	
118	220	42	76	93	41	11	19	585	169	44	16	2	92	1,528	

자료: 농림수산식품부

### 3.2.4. 안전성조사 등 감시 프로그램

정부는 산지에서의 농산물 안전성감시 강화를 위해 생산단계에서 농약 등 위해물질에 대한 안전성 검사를 실시하고 있다. 안전성조사 품목과 건수는 매년 증가하고 있는데 2008년 220개 품목, 62,121건으로서 총 농가의 5% 정도가 검사대상으로 추정되고 있다. 2008년도 정밀분석건수 대비 부적합비율은 2.9%로 매년 감소하는 추세이다.

표 5. 농산물 안전성 조사 실적

연도	조사품목	조사건수			부적합건수(B)	부적합비율 (%) (B/A)
		정밀분석(A)	속성분석	계		
2000	124	11,672	31,056	42,728	525	4.5
2001	128	15,110	40,234	55,344	636	4.2
2002	134	17,011	38,999	56,010	600	3.5
2003	135	19,328	40,242	59,570	880	4.6
2004	138	20,371	40,196	60,567	770	3.8
2005	155	23,689	40,035	63,724	730	3.1
2006	178	27,652	38,238	65,890	750	2.7
2007	186	41,025	28,058	69,083	1,477	3.6
2008	220	48,941	13,180	62,121	1,436	2.9

자료: 농산물품질관리원

### 3.2.5. 농축수산물 안전정보시스템 구축

식품안전사고의 다양화, 글로벌화 등에 따라 식품안전에 대한 불안감은 높아지고 있으나 안전관리 측면에서는 식품안전정보의 활용도는 낮고, 기관간 공유체계가 구축되지 못해 비효율적인 면이 있었다. 2003년 11월 “농축수산물 안전정보시스템 구축”이 전자정부 로드맵과제로 선정됨에 따라 농림부·해양수산부 차관보를 단장으로 하는 공동추진단이 구성되어 운영되었다.

농축수산물안전정보시스템 구축 사업의 목표는 생산부터 소비까지(From Farm to Table) 농축수



산물의 안전성을 보증(Assurance)하는 정보체계를 구축하여 업무의 효율성을 높이고, 안정적인 정보 제공시스템(Contents Provider)을 확보하는데 있다. 특히 농축수산물안전정보를 공동으로 활용하며, 위험정보를 수집·전파하여, 환류하는 쌍방향의 위험정보교환채널(Risk Communication Channel)을 구성하여 농축수산물 안전사고에 대한 긴급대응기반을 마련하는 것이 중요하다.

농축수산물 안전정보시스템 구축 소요예산은 2009년까지 총 472억원이 소요될 예정이다. 농축수산물안전정보시스템 구축은 관련정보의 수집·유통통로를 확보함으로써 투명성과 신뢰성을 제고시켜 소비자의 신뢰를 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

### 3.3. 농식품 안전관리의 당면문제

#### 3.3.1. 농약·중금속, 미생물 등 잔류허용기준 설정 미흡

중금속 오염이 증가하고 단체 급식 등 대량 조리·운반 증가에 따라 식중독 발생이 빠르게 증가하고 있는데 농산물에 대한 중금속과 미생물에 대한 적극적인 관리가 부족하다. 2006년 12월에 농산물 중 쌀, 고구마, 배추, 파 등 10개 품목만 납과 카드뮴 잔류기준이 설정되었고, 미생물에 대한 잔류허용기준은 설정되어 있지 않은 실정이다.

표 6. 농산물에 대한 중금속 허용기준 설정 현황, 2007

단위: ppm

품목	중금속	허용기준
쌀	납	0.2 이하
	카드뮴	0.2 이하
옥수수, 대두, 팥	납	0.2 이하
	카드뮴	0.1 이하
감자, 고구마, 무	납	0.1 이하
	카드뮴	0.1 이하
배추, 시금치	납	0.3 이하
	카드뮴	0.2 이하
파	납	0.1 이하
	카드뮴	0.05 이하

자료: 식약청

#### 3.3.2. 소면적 작물 적용농약 및 친환경 농약 개발 미흡

소면적 재배 작물은 안전성이 가장 우려되는 농산물임에도 불구하고 농약수요량이 적어 업계의 전용농약개발 노력이 미흡해 재배 농민들은 관행적으로 타 작물에 사용하는 농약을 사용하여 농약 오염을 유발할 우려가 크다. 농가조사결과 '전문농약 개발 부족'(40%)에 대한 요구가 가장 높았다.

친환경 안전농산물 생산을 위해서는 생물농약, 생화학농약 등 친환경농약 개발이 필요하나 미생물 농약의 경우 단지 17개 품목만이 등록되어 있고, 이중 10개 품목만이 국내에서 개발되어 아직 초기 단계이다.

표 7. 농약 사용 관련 애로사항

구분	응답수	비중(%)
작목별 전문농약 개발 부족	208	39.9
농약 약효 충분하지 않음	133	25.5
농약사용방법에 대한 교육 부족	101	19.4
친환경농약 개발 미흡	213	40.9
약효에 비해 가격 비쌈	284	54.5
기타	6	1.2
(무응답)	(10)	
합계	521	100.0

자료: KREI 통신원조사(2006)

### 3.3.3. 폐광산지역 중금속 오염 심각

2006년 9월 정부가 폐광산을 대상으로 토양 및 수질오염도, 지역농산물의 중금속 오염실태를 조사한 결과, 토양오염우려기준 초과율(조사 지점수 기준)은 10%(27개소), 하천수 수질오염기준 초과율은 25.4%(19개소), 납과 카드뮴 허용기준 초과율은 각각 25.9%, 14.2%로 조사되어 폐광산과 같이 위해우려가 있는 지역의 환경오염과 중금속 잔류문제가 심각한 것으로 나타났다.

표 8. 폐광산지역의 토양, 수질 및 중금속 오염도

구분	오염도(%)	오염도 기준
토양	10.0	토양오염 우려 기준 초과비율
수질	25.4	하천수의 수질기준 초과비율
중금속	25.9(14.2)	납(카드뮴)의 허용기준 초과비율

자료: 농림부·산업자원부·환경부 및 식약청, 폐광산 오염실태조사결과자료, 2006.9.

### 3.3.4. 부적합품 제재조치 미흡

농산물 안전성 검사 후 부적합품 발생시 1단계 권고조치에 이어 이행하지 않을 경우 2단계로 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금형에 처하고 있다.

축산농가의 경우 잔류물질 위반 농가에 대해서는 6개월간 규제검사를 실시하고 휴약기간 준수 지도 등 특별관리를 실시하고, 계속 위반시 1백만원 이하의 과태료를 부과하고 있으나 제재조치가 미흡한 측면이 있다.

### 3.3.5. 소비자 교육 및 홍보 시스템 구축 미흡

국내 농산물의 안전성에 대한 소비자 신뢰를 구축하기 위해서는 안전성조사 내용의 교육 및 홍보, 안전농산물에 대한 식별 및 요리방법 교육, 자유로운 의견개진을 위한 소비자창구 개설 등 소비자를 위한 다양한 형태의 교육프로그램이 필요하나 실시프로그램이 거의 없어 소비자 욕구를 충족시키지 못하고 있다.

### 3.3.6. 생산자의 안전농산물 생산 인식 부족

채소류 재배농가의 농약사용 실태 조사결과에 의하면 본인 스스로 농약을 적정량 이상 사용하고 있다는 비중이 19%에 달해 아직도 농약 남용 문제가 심각한 것으로 조사되었다.

축산농가의 경우 잔류물질 위반 원인을 조사한 결과를 보면 55%가 휴약기간을 지키지 않았기 때문으로 조사되어 동물약품 안전사용의식이 미흡한 것으로 나타났다.

표 9. 농약 적정량 사용에 대한 의견

구분	응답수	비중(%)
사용권장량에 따라 적절하게 뿌리고 있음	292	55.8
사용권장량보다 많이 뿌리고 있음	98	18.7
사용권장량보다 적게 뿌리고 있음	131	25.0
모르겠음	2	0.4
(무응답)	(8)	
합계	523	100.0

자료: KREI 통신원조사(2006)

표 10. 국내산 식육 중 잔류위반 원인 조사 결과

단위 : 농가수

구분	2002년	2003년	2004년	2005년
휴약기간 불준수	80	91	122	124(55.1)
비육후기사료 미급여	7	26	44	46(20.5)
권장량 초과 투여	2	1	-	1(0.2)
약제무첨가사료의 교차오염	1	4	16	9(4.0)

구분	2002년	2003년	2004년	2005년
미승인약제 사용	-	1	-	-
투약기록 불량	-	4	-	2(1.0)
실수에 의한 약제첨가사료 급여	-	-	4	7(3.1)
격리시설 관리 잘못	-	-	-	2(1.0)
기타	37	59	14	34(15.1)
총계	127	186	200	225(100.0)

자료: 국립수의과학검역원

### 3.3.7. 수입식품 현지의 식품안전 감시체계 및 정보 수집 미흡

유해물질은 수입국 현지의 농산물 재배단계와 식품의 제조 및 가공단계에서부터 유입될 가능성이 높는데 현지 식품 수출공장에 대한 식품위생 및 안전실태 점검이나 감시가 이루어지지 않고 있다. 중국은 식품제조업체의 79%가 10인 이하의 가내공업 수준이고 15%가 무허가업체이며, 17%의 업체만이 자체 식품검사시설을 갖추고 있어 식품안전여건이 미흡한데 이에 대한 대응책이 필요하다.

표 11. 중국 식품제조업체의 경영 실태

구분	비중(%)
영세업체 비중(종업원 10인 이하)	79
자체식품검사시설 소유 업체 비중	17
식품제조기준(규격) 없는 업체 비중	25
무허가 식품제조업체 비중	15

자료 : 陣錫文 등, 「중국 식품안전전략 연구」, 2004

중국, 베트남 등 식품위생 취약국으로부터 농산물 수입이 증가하고 있고, 부적합 판정 농산물 중국산이 90% 이상을 차지할 정도로 중국산 농식품의 유해물질에 대한 감시가 필요하나 현지에서 문제가 되고 있는 농약이나 중금속 오염 실태 등 위해물질관련 정보수집기능이 취약해 효율적인 감시가 이루어지지 못하고 있다.

### 3.3.8. 위해식품 수입업자 제재 미흡 및 도덕성 결여

위해식품 수입행위는 더욱 지능화·조직화되고 있는 추세이나 적발시 제제수단이 미약하고 제제를 받더라도 일정 기간이 경과하면 동종분야 영업이 가능해 수입업자의 책임성을 확보하기 위한 제도적 장치가 미흡하다. 다수의 수입업자는 안전성 보다 가격차를 통한 부당이익의 취득을 위해서 저가의 식품 수입에 관심이 많고, 일부 수입업자나 유통업자는 국산둔갑 판매를 통한 한탕주의적 상거

래행위를 일삼는 등 도덕성이 결여되어 있다.

### 3.3.9. 위험평가 관련 기초연구 미흡

농산물교역이 확산되면서 다양한 위해요소에 노출되고 있으나 농수산물과 식품에 대한 잔류 중금속 및 농약 등 유해성분에 대한 모니터링작업이 지속적으로 확대되지 못하고 있고 신종위해요인에 대한 유해 여부 판단 등 위험평가분야에 대한 기초 연구가 미흡하다. 예를 들면 중국전쌀에서 이산화황이 기준치의 7배에 달하는 200mg이 검출되었지만 이산화황의 유해여부에 대한 인간 대상 실험 데이터가 없어 유해하다고 단정하기가 어려운 실정이다.

### 3.3.10. 부적절한 위험정보 제공과 정보 공개 미흡

정부가 적절한 위험정보를 제공하지 못했을 경우 관련산업에 미치는 영향은 매우 크다. 말라카이트 그린의 경우 정부가 “적극적인 금지” 등 적절한 정보를 제공하지 않아 양식업계의 피해를 초래한 면이 있다. 모든 식품위해정보는 소비자에게 공개되어야 하나 사안 발생시 필요에 따라 선택적으로 공개되고 있다. 미국, EU 등 선진국은 식품위해정보를 공개함으로써 소비자의 신뢰를 구축하고 있으며 우리나라도 보다 적극적인 식품위해정보 공개가 필요하다.

## 4. 선진국의 식품안전관리동향

### 4.1. 식품안전관리의 원칙

#### 4.1.1. 모든 식품공급체인(farm to table)일관관리: 이력추적제(traceability) 실시

식품은 생산단계에서부터 위해요인이 존재하고, 유통단계를 거치면서 새로운 위해요인이 추가되므로 단계별로 발생하는 위험을 명확히 파악하고 확실한 정보전달체계구축을 통해 식품안전을 통합·관리해야 한다는 원칙을 적용한다. 이는 단계별 안전관리 의사결정과정을 투명하게 공개하고 단계별 종사자의 안전관리에 대한 역할과 책임을 규명함으로써 소비자에게 신뢰를 제공하는데 목적이 있다.

EU에서는 2005년 1월부터 모든 식품에 대한 이력추적제를 실시하도록 회원국에 요구함으로써 모든 식품공급체인에서의 안전성을 투명하게 관리하기 위해 노력하고 있다.

#### 4.1.2. 식품안전관리정책의 투명성 확보

정책의 투명성제고를 위해서는 위험관련정보와 의사결정과정 등이 공개되고 이해당사자간에 공유될 수 있어야 한다. 주요국들은 위험평가기관-위험관리기관, 위험평가기관-소비자, 위험관리기관-소비자 상호간 정보교환이 이루어질 수 있는 시스템을 구축하고 있는데 특히 정부의 소비자대상 안전

교육 및 계몽 프로그램 개발이 중요한 이슈로 등장하고 있다.

#### 4.1.3. 식품안전에 대한 소비자 신뢰 제고 역점

선진국들은 식품안전문제를 소비자 문제 중에서 가장 우선순위를 두고 정책을 추진하고 있다. EU는 건강·소비총국에 소비자위원회, 영국은 식품기준청(FSA)에 소비자위원회를 각각 설치하여 소비자가 참여하는 식품안전정책을 시행하고 있다.

- 식품안전정책 시행 전 연 7~8회 공개토론회 개최하여 식품·위생전문가와 소비자 의견을 정책에 반영하고, 토론 진행상황 인터넷 생중계 실시
- 소비자의 식품안전 관련 질문(월 130건 정도)을 홈페이지로 접수하고, 분야별 전문가 답변을 통해 소비자들의 의문 해소
- 방사능 등 화학물질오염방지 등과 관련한 세미나를 주기적으로 개최, 안전 관련정보 공유
- FSA는 식품위생정책과 위생·표시·조리법 등 식품안전 관련 정보를 소비자에게 적시 제공

#### 4.1.4. 과학주의에 입각한 식품안전정책 추진

유럽을 비롯한 선진국들은 식품위험관리를 과학적인 근거에 입각해 수행하기 위해서 위험분석원칙을 도입하여 정책을 수행하고 있다. 특히 1990년대 BSE, 다이옥신사고 등을 경험하면서 직관에 의한 의사결정과 사후처방적인 대응이 한계에 있다는 것을 실감하고, 식품안전문제를 위험평가-위험관리-위험정보교환을 축으로 구성되는 위험분석체계(risk analysis system)에 의해 과학적이고 체계적으로 접근하게 되었다.

## 4.2. 식품안전관리행정의 일원화 및 통합 추진

### 4.2.1. 생산부서중심의 식품안전관리 일원화 경향

선진국에서는 소비자에게 식품안전에 대한 신뢰구축을 위해서 생산단계에서부터 소비단계에 이르는 안전관리 행정이 특정 기구에 집중되는 경향을 보여주고 있다.

- 영국 식품기준청(FSA), 캐나다 식품검사청(CFIA), 독일 소비자보호식품청(BVL), 뉴질랜드 식품안전청(NZFS), 덴마크 수의식품청(DVFA), 스웨덴 국립식품청(NFA), 네덜란드 식품소비자안전청(VWA) 등 캐나다, 독일, 스웨덴, 프랑스 등은 식품에 관한 위험관리기구들이 대체로 농림부 등 생산부서(캐나다-농업식품부, 스웨덴-농업식품소비자부, 독일-소비자보호식품농업부, 프랑스-농어업부, 네덜란드-농업자연식품품질관리부) 중심으로 일원화되어 있다. 덴마크는 가족소비자부로 일원화되어 소비자중심으로, 영국이나 호주는 독립적이지만 보건부 감독하에 식품안전관리를 일원화한 형태이다.

표 12. 최근 개편된 주요선진국의 식품안전관리 체계 비교

구분		덴마크	독일	캐나다	영국
식품안전관리	종전	수의식품청 -가족소비자부	부처 분산 수행	부처분산 수행	농수산식품부, 보건부위원회
	개편	수의식품청 -	소비자보호식품안전청 -소비자보호 식품농업부	식품검사청(CFIA) -농식품부	식품기준청(FSA)
해당 식품청의 독립성	성격	부처 산하	부처산하	독립적	독립적
	책임장관	농부장관	소비자보호 식품농업부장관	농식품부장관 (보고의무) 보건부장관(식품안전, 영양,공중보건정책, 규격결정)	보건부장관 (경유후 의회 보고)

#### 4.2.2. 위험평가기구의 통합 과 독립

선진국들의 위험평가기구 강화 특징은 위험평가를 객관적이고 투명하게 실시하기 위해 평가기구를 관리기구에서 독립시키고 있는 점과 각 부처에 분산되어 있는 평가기관을 통합시켜 기능을 강화하고 있다는 사실이다.

EU는 2002년 유럽식품안전청(EFSA)을 설립했는데 EFSA는 운영이사회(manage-ment board), 자문기구(advisory forum), 과학위원회(scientific committee), 과학패널(scientific panels)로 구성되어 있으며 위험평가기능을 전담한다. 프랑스는 국립동물 및 식품연구소(CNEVA)내의 각종 연구소와 과학기술분야의 여러 기관들을 통합하여 1999년 식품분야의 독립적인 위험평가기구인 식품위생안전청(AFSSA)를 설립하였다.

표 13. 선진국의 식품 위험평가기구 유형

독립적 평가기구 유형	통합 평가기구 유형
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EU-유럽식품안전청(EFSA)</li> <li>• 영국-식품기준청(FSA)</li> <li>• 프랑스-식품위생안전청(AFSSA)</li> <li>• 일본-식품안전위원회</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 독일-연방위험평가기구(BfR)</li> <li>• 스웨덴-국립식품청(NFA)</li> <li>• 덴마크-수의식품청(DVFA)</li> <li>• 호주·뉴질랜드-식품기준청(FSANZ)</li> </ul>

## 5. 농식품 안전관리정책의 향후 발전방안

### 5.1. 기본방향

#### 5.1.1. 위해물질 감시 기능 강화

농식품의 위해물질을 근본적으로 차단하기 위해서는 산지에서의 농약, 중금속, 미생물 등 위해물질에 대한 지도 및 감시가 우선적으로 필요하다. 소비자조사결과에 의하면 위해물질의 철저한 사전 관리에 대한 요구가 매우 높게 나타났다. 이를 위해서 다소비 농식품에 대한 위해물질의 잔류기준 설정이 시급히 이루어져야 한다. 채소류, 버섯, 인삼 등 전용농약 개발이 미흡한 품목의 부적합비율이 상대적으로 높은데 전용농약개발을 위한 투자 확대가 요구된다.

농식품 안전 생산 기준을 준수하는가에 대한 감시는 생산농가, 식품제조업자, 수입업자 등에 대해 지속적으로 이루어져야 하며, 위반시 현재보다 엄격한 제재를 가하여 반복적인 사태가 발생하지 않도록 법적인 장치를 강구해야 할 것이다.

표 14. 식품 안전성 제고를 위한 최우선 정책과제(소비자대상 조사)

구분	응답가구수	비중(%)
제품성분, 원산지 등 표시기준 강화	611	40.8
위해물질 철저한 사전 관리	595	39.7
과학적 시험연구와 분석	128	8.5
식품안전관리행정 개편(일원화)	81	5.4
불량농식품생산자 제재 강화	84	5.6
기타	1	0.1
합 계	1,500	100.0

자료: 한국농촌경제연구원, 「농업·농촌에 대한 2006년 국민의식조사결과」, 2007.3

#### 5.1.2. farm to table 식품안전관리시스템 조기 구축

GAP, Traceability, HACCP 등의 식품안전관리제도는 농식품의 생산에서부터 소비까지 이르는 위해물질을 종합적으로 관리하는 프로그램으로서 안전성확보를 위해 조기 정착되어야 한다. 이들 제도를 조기 정착시키기 위해서는 기준설정, 모니터링, 인증, 교육·훈련 등 실시기반을 확고히 구축해 나가야 할 것이다.

#### 5.1.3. 소비자 신뢰구축을 위한 기반 마련

소비자에게 올바른 식품구매정보의 제공과 알 권리보호를 위해 시행중인 농산물 및 가공식품에 대한 원산지 표시를 철저히 감시하고, 음식점의 식육원산지표시제가 다른 품목으로 확대·시행되어



야 한다. 식품위해정보 등 식품안전정보는 소비자에게 철저하게 공개해야 하며, 부처간 정보 공유를 통해서 식품안전사고를 사전에 방지하고, 식품안전행정의 효율성을 높여야 한다.

#### 5.1.4. 소비자 및 생산자 교육 강화

정부는 소비자가 안전한 식품을 선택할 수 있도록 가이드라인을 제공하며, 농민이 농약이나 동물약품의 올바른 선택과 적절한 양을 사용하고, 식품가공업자가 위생조건을 지켜 안전한 농식품을 생산할 수 있도록 필요한 정책적 지원을 해야 한다.

#### 5.1.5. 식품안전관리정책의 효율화

현재 식품안전행정은 부처별로 분산되어 있으며, 관련 법률도 체계적으로 정비되지 않아 생산에서부터 소비까지 일관되게 추진되지 못하고 있다. 또한 식품에 대한 위험평가기구도 통합되어 있지 않고 기능도 선진국에 비해 취약해 식품안전관리정책이 효율적으로 추진되지 못하는 한계가 있다.

## 5.2. 발전방안

### 5.2.1. 위험평가 측면

#### □ 전문농약 및 친환경농약 개발 지원

소면적 재배작물에 사용하는 농약은 업체가 경제성을 이유로 개발을 기피해 농가가 다른 작물에 사용하는 농약을 관행적으로 사용함에 따라 농약의 오남용이 문제가 되고 있다. 특히 벼, 인삼, 한약재 등의 소면적 재배작물에 대한 적용농약개발을 위한 직권등록시험 연구에 대한 지원이 확대되어야 한다. 친환경 안전농산물을 생산하고 환경을 보전하기 위해서 독성이 낮고 잔류량이 적은 미생물과 천연물질을 이용한 생물농약 개발 지원도 늘려야 한다.

#### □ 중금속과 미생물 등 위해물질의 잔류허용기준 설정 확대

현재 10여개 농산물에만 설정된 중금속 잔류허용기준을 확대하여 주요농산물에 대한 지속적인 위해물질 모니터링이 필요하다. 최근 학교급식에서 생식채소류에 대한 식중독 발생이 우려되고 있어 병원성 미생물에 대한 잔류허용기준도 조속히 설정되어야 한다. 축산물의 경우도 항생물질, 합성항균제, 다이옥신 등 유해물질에 대한 잔류허용기준을 지속적으로 확대해 나가야 할 것이다.

#### □ 위험평가기능의 강화

환경오염물질 등 새로운 유해물질이 출현하고 있고, 새로운 농작물과 농약의 보급 확대로 인해 위해물질의 잔류성 시험 등 위해평가와 관련된 시험연구 수요가 증가하고 있어 시험연구분야에 대한 인력보강과 예산지원이 지속적으로 이루어져야 한다.

### 5.2.2. 위험관리 측면

#### □ 폐광산 지역의 농산물 안전성 관리 강화: 오염농지 휴경

폐광산지역에서 생산되는 농산물에 대해서는 정기적으로 중금속잔류검사를 실시하고, 부적합으로 판정된 농산물은 전량 수거하여 폐기하는 조치가 신속히 이루어져야 한다. 토양이나 수질에 의해 오염된 농경지는 휴경시키거나, 비식용작물을 생산토록 하여 농산물 생산을 근본적으로 차단시킬 필요가 있다.

#### □ 위반농가, 식품제조업자 및 악덕수입업자에 대한 제재 강화

농식품 안전성 위반업자에 대한 사회적 제재요구가 높고 농식품 생산자의 경각심 고취를 위해서 제재수준을 강화하는 것이 요구된다. 농약안전사용기준을 3회 위반한 농가는 영구적으로 농산물 출하를 금지하게 하고, 불량식품제조업자도 3회 위반시 식품제조업계에서 영구 퇴출시키는 3진 아웃제를 적극적으로 도입해야 한다.

유해식품 수입에 따른 처벌규정을 대폭 강화하여 수입 식품의 안전성 확보에 대한 경각심을 고취시켜야 한다. 예를 들어 유해식품 수입업자에 대해서는 영업제한기간을 대폭 연장하고, 업종제한을 전체 식품으로 확대하여 식품업계에서 더 이상 영업을 할 수 없도록 하는 방안을 강구해야 한다.

#### □ 농산물의 수출 증대를 위한 안전성 제고

일본의 PLS 시행에 따라 일본에서 잔류기준이 설정되어 있지 않거나 잠정기준이 반영되지 않은 농약에 대해서는 일본측과 지속적인 협상을 통해서 국내 농약사용기준을 반영토록 노력해야 한다. 이를 위해 시험성적서 등 분석자료를 추가 확보하여 우리의 잠정기준 반영을 요구하며, 일본측 PL에 포함된 농약에 대해서는 조기등록을 실시하여 문제를 사전에 방지할 필요가 있다.

#### □ 위생취약국과의 식품안전협력협정(MOU) 체결 및 내실화

위생취약국을 대상으로 수출당사국이 자국 농식품의 재배 및 식품 생산, 제조, 가공단계부터 안전관리를 책임지도록 하는 식품안전협력협정(MOU)을 체결할 필요가 있다. MOU 내용에는 수출국의 안전관리 책임과 식품위해정보의 상호교환 및 신속한 통보를 명시해야 할 것이다. 현재 중국과는 MOU가 체결되어 있으나 개정을 통해 식품위해정보의 신속한 교환 등 내실있게 운영할 필요가 있다.

#### □ 수입국 현지 식품안전검사기관 설립 검토

중국의 청도와 같이 한국으로 식품을 수출하는 공장이 밀집되어 있는 지역에는 식품안전검사기관을 설립하여 국내수입 농식품의 안전성을 사전에 점검하는 방안을 검토한다. 「한국식품공업협회」가 투자주체로서 검토할 수 있으며, 검사에 합격한 물품은 통관시 검사면제 등의 혜택을 부여하여 기업의 자발적 안전성 확보를 유도한다.

일본은 21개 식품유통업체가 중국 청도에 「청도식품안전연구소」를 설립해서 운영하고 있는데 검

사물량의 80%는 일본 수출품이며, 2005년부터 중국과의 합작을 추진하고 있어 중국내 공인식품안전 검사기관으로서 위상을 높이고 있다.

표 15. 일본기업의 청도식품안전연구소 설립 사례

구분	내용
설립연도 및 위치	2003년 1월 27일, 청도시 성양구
자본금 및 기업유형	200만 달러, 일본 21개 식품유통업체 투자
조직 및 인력	총원 60명, 연구직 30명, 박사 1명
검사내용	잔류농약 검사, 잔류중금속검사, GMO식품분석, 알레르기식품분석, 미생물분석, 칼로리분석, 항생물질검사
이용형태	검사물품 80% 일본 수출, 검사건수 30% 수입업체 위탁
기타업무	컨설팅 서비스, 기술전문인력 훈련연수, 학술교류 등 추진효과 중국과의 합작투자 추진으로 수출검사 면제 추구, 일본수입통관 간소화

□ 현지 상시 검역 및 검사체계 구축

정부는 수입농식품으로 인한 사고발생시 단기적으로 식물검역관 등 담당관을 현지에 단기 파견하여 정보를 수집하는 방식으로 대응하고 있으나 이와 같은 방식으로는 근본적인 문제 해결이 어렵다. 중국산동성과 같이 농식품 집중 수입지역에는 전문가를 상시 주재시켜 농식품의 재배, 가공, 제조 모든 단계에서의 검역 및 검사체계를 점검하고, 정보를 수집해야 사전적인 문제 대응이 가능하다.

이를 위해서 해외 농식품 검역·검사관제도(가칭)를 도입하여 중국 등 우리나라와 농식품교역이 많은 국가와 지역을 중심으로 운영하는 것을 적극 검토할 필요가 있다.

5.2.3. 위험정보교환 측면

□ 농약·항생제의 안전사용 교육 및 홍보 강화

농가조사결과 적지 않은 농가가 아직도 농약안전사용기준이나 동물약품의 휴약기준을 준수하지 않고 있는 것으로 나타나 생산자를 대상으로 하는 농식품 안전생산 교육프로그램과 관련 정책 홍보가 더욱 강화되어야 할 것이다. 또한, 축산농가의 항생제 오남용을 방지하기 위해 수의사 처방제를 조기 도입해야 한다.

□ 범부처간 식품안전정보시스템 공유

식약청, 농림부, 해양수산부는 현재 독자적으로 식품안전정보시스템을 구축했거나 구축중이다. 수입식품의 증가에 따라 수입식품검사 데이터베이스의 중앙부처 및 지방정부간 공유시스템 구축과 산지, 도매시장, 소비지의 농축수산물 안전성검사 정보의 공유가 중요하다. 그리고 효율적인 식품안전 관리를 위해서 중앙정부 뿐만 아니라 시·도 등 지방정부와의 관련정보의 공유가 용이하도록 시스

템을 운영해야 한다.

□ 소비자 신뢰 구축과 올바른 정보교환 기능 수행

정부는 수입식품 위해사건 발생했을 경우, 우선 수출당사국과 관계부처와의 협의를 거쳐 사태를 확인하고, 과학적인 방법에 의해 진위를 파악한 후 정확한 사실을 국민에게 전달함으로써 대국민 신뢰를 얻도록 해야 한다. 언론도 발표 파급효과를 감안하여 사실에 입각한 보도를 지향해야 하며, 최종적으로 진위가 밝혀지지 않은 상황에서는 신중하게 메시지를 전달하도록 노력해야 한다.

□ 소비자 신뢰구축을 위한 교육 및 홍보 추진

향후 소비자 정책은 농식품 안전성에 대한 정보의 완전 공개, 소비자위주의 명예감시제 운영, 소비자단체를 통한 안전농산물 이용 교육 및 시책 홍보 추진, 소비자창구의 전문상담원 배치 및 상시 운영 등이 적극적으로 검토되어야 한다. 미국의 경우 농무부 식품안전검사국(FSIS), 식약청(FDA), 질병관리센터(CDC), 환경청(EPA)이 「식품안전정보의 관문」이라는 사이버 프로그램을 공동운영하여 소비자들에게 다양한 식품안전정보를 제공하여 신뢰를 구축하고 있다.

□ 음식점 원산지표시제도 확대 시행

현재 시행중인 음식점 식육원산지표시제는 적용업소가 전국 음식점의 0.8%에 불과해 적용매장을 90평 미만으로 확대해야 하며, 쇠고기뿐만 아니라 돼지고기, 쌀, 김치 등 국민 다소비품목으로 확대·시행할 필요가 있다.

## 5.2.4. 식품안전관리시스템 개편

□ 농식품 안전관리 일원화

식품안전관리란 모든 식품에 대해서 생산부터 소비까지 일관되게 관리하는 것이 세계적인 추세이며, 많은 국가들이 통합된 안전관리 행정조직을 갖추고, 생산부서의 감독하에 독립적으로 운영되고 있다.

이처럼 많은 선진국들이 생산부서로 식품안전관리를 일원화하는 배경은 다음과 같다. 첫째, 농식품 안전관리는 토양, 수질 등 환경자원과 농약·항생물질 등의 위해요소를 생산단계에서부터 지도·감시하고 가축질병관리 등에 대한 전문적 지식과 인력이 필요하기 때문에 생산부서와 유기적인 연계가 필요하다. 둘째, 식품의 유통단계에서 안전사고가 발생했을 경우 신속히 생산 현지와 연결하여 추적 통제하는 시스템이 가동되어야 하는데 이를 위해서 생산단계를 관리하는 부서로 식품안전관리 업무를 일원화하는 것이 보다 효과적이다.

일각에서는 식품안전관리가 생산부서 중심으로 일원화되면 소비자 중심이 아닌 생산자 중심으로 정책이 추진될 수 있다는 우려가 있으나 독립된 기관으로 예산을 별도 확보하여 운영한다면 큰 문제는 없을 것으로 보인다. 장기적으로는 선진국에서와 같이 기관의 성격을 식품뿐만 아니라 생필품

에 대한 소비자 보호 등 포괄적인 소비자안전 확보기능을 수행하는 것이 바람직하다.

- 네덜란드 식품소비자보호청(VWA)의 경우 농업자연식품품질관리부의 감독을 받지만 거의 독립적으로 운영되고, 농업자연식품품질관리부와 보건부로부터 각각 업무를 위임받아 예산을 확보하고 사업을 수행함.

#### □ 위험평가기구의 독립

장기적으로 위험평가기관은 객관성과 투명성 확보를 위해서 위험관리업무를 수행하는 기관과는 별개로 어느 부처에도 속하지 않는 독립기관형태를 유지하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 각 부처에 산재되어 있는 위험평가기능을 통합하여 신설 위험평가기관에서 수행토록 해야 한다.

- 식약청, 수의과학검역원, 농산물품질관리원, 농촌진흥청, 국립수산물과학원 등의 기관에서 위험평가와 관련된 업무를 수행하는 조직 통합

### 「참고 문헌」

- 국립농산물품질관리원, 「GAP/Traecability 인지도 및 인식조사결과보고서」, 2005.
- 농림부, 「농약안전사용실무교육」, 2006
- 박지용외, 「수입식품검사체계 개선방안 연구」, 연세대학교, 2004.
- 식품의약품안전청, 「제5회 식품안전의 날 심포지엄 발표자료집」, 2006.5
- 최지현 · 이계임, 「주요 농축산물 안전성의 효율적 관리방안」, R425, 한국농촌경제연구원, 2001.12.
- 최지현 · 이계임 · 김철민 · 김민정, 「선진국의 식품안전관리체계와 국내도입방안」, R470, 한국농촌경제연구원, 2004.12.
- 최지현 · 이계임, “식품안전체계의 현실과 비전.” 「농업전망 2005」, 한국농촌경제연구원, 2005.
- 최지현 · 박근필 · 송성환, 「중국산 수입 농식품의 안전성 확보 방안」, P81, 한국농촌경제연구원, 2005.12.
- 최지현 · 김민정, 「생산 및 수입단계의 농식품 안전성 확보방안」, R529, 한국농촌경제연구원, 2006.12.
- 최지현, “수입 농식품 안전관리의 당면 문제와 발전방향.” 「농업전망 2006」, 한국농촌경제연구원, 2006.
- 최지현, “선진국의 식품정책과 시사점” 「세계 농정의 동향과 전망」, 2007
- 한국농촌경제연구원, 「농업 · 농촌에 대한 2006년 국민의식조사결과」, 2007.3
- 陣錫文 등, 「중국 식품안전전략 연구」, 화학공업출판사, 북경, 2004