

콩나물에서 발견된 유전자 변형 도입 유전자의 비의도적 혼입 조사

윤성철[†]

선문대학교 자연과학대학 응용생물학부 생물자원전공

Detection of Genetically Modified Genes from Soybean Sprout Products

Sung-Chul Yun[†]

Department of Applied Biological Sciences, Sun Moon University, Asan 336-708, Korea

ABSTRACT : A total of 219 polymerase chain reaction tests of genetically modified (GM) DNA sequences in soybean seeds and soybean sprouts were conducted during 2000-2001. No GM gene was found in 96 tests of soybean seeds. However, either a functional CP4EPSPS gene or the 35S promoter gene was found three times in 2000 and eight times in 2001, in between 0.01 and 0.17% of soybean sprout products, in 123 tests. Since the amount of GM genes was much less than the threshold limit of 3%, none of the 11 positive soybean-sprout samples needed to be labeled GM crops. Of these, seven sprout samples were from domestic seeds and four were from seeds imported from China. To find the contamination route, the raw materials, seed surface, floor of the storage room, area around the selection machine, surface of the packaging film, and corn powder used in the package were tested. The 35S promoter gene was detected in only two samples of the corn powder (0.1%). Although we could not find the cause of the GM contamination, the sprout package film is one possibility. In total, 8.9% of the soybean sprout tests were GM positive, but the amounts were much less than the threshold of 3%. This means that there are frequent false-positives and these would threaten the sprout industry if GMO were decided qualitatively. Food companies should make their safety data available to the public and make an effort to address people's concerns about GM food more openly. In addition, there is a need to establish a quantitative test for GM genes in sampled water and a sampling method for raw materials.

Keywords : soybean sprout, genetically modified organism, CP4EPSPS, 35S promoter, quantitative analysis.

유전자 변형 농산물(Genetically modified organisms: GMO)은 생물공학 기술을 이용하여 수량증대 및 품질향상을 획기적으로 개선한 것으로 미국, 아르헨티나, 캐나다, 중국 등에서 1997년부터 2002년까지 지난 6년 동안 상업적 재배 면적이

매년 10% 이상 증가하고 있다. 유전자 변형 콩의 경우 1998년의 8%를 시작으로 2002년에는 전세계 재배 면적의 51%인 7천2백만 ha가 유전자 변형 Round-up Ready 품종이 재배 중이다(James, 2002). 또한 2001년을 기준으로 미국의 슈퍼마켓에서 팔리는 식품 중 60% 이상이 GMO 원료가 함유된 것이었다(Wolfenbarger & Phifer, 2000). 지금까지 전체 GMO 생산량의 25% 정도에 머물렀던 중국, 인도와 같은 개발 도상국가의 GMO 생산이 본격화되면, 세계 시장에서 거래되는 GMO 농산물의 비중은 급격히 증가할 전망이다.

반면, 농산물 수입국인 유럽이나 일본, 우리나라의 소비자들은 GMO 원료 및 식품의 시장 유입이 가속화되면서 안전한 식품에 대한 욕구도 이에 비례해 증가되어, non-GMO 식품으로의 대체 요구가 강하다. GMO 식품은 인체 및 환경에 대한 잠재적 위험성 때문에 안전성이 완전히 확보되지 못한 상황이다. 따라서 일부 국가에서는 GMO를 구분 유통시키고 있으며, 자연상태에서의 오염이나, 실험실에서 발생하는 오류 등 비의도적인 혼입에 대한 허용 기준치를 두어 표시제를 시행하고 있다. 허용 한계치는 유럽 1%(Kuiper, 1999), 일본 5%(Hino, 2001)로 나라마다 다양한데, 우리나라는 2001년 3월부터 콩, 옥수수, 콩나물의 유전자 변형 농산물 표시를 의무화하여 허용한계 기준치 3%로 시행 중이다.

2002년을 기준으로 우리나라 콩나물용 원료콩은 주로 제주 및 남부지방에서 재배되는 국산콩과 두채협회를 통해 수입되는 중국산 콩이 약 2,000 여톤으로 추산되며, 이 밖에도 다른 용도의 수입콩 일부가 콩나물용으로 재배될 수 있다. 현재까지 알려진 콩을 포함한 GMO 원료 검사에서 가장 일반적인 방법은 유전자 증폭(Polymerase Chain Reaction)이다(Wurz *et al.*, 1999). 이 방법의 특징은 간편성(simplicity), 특정성(specificity), 그리고 고도의 민감성(sensitivity)이라 할 수 있으며, 점차 그 영역이 확대되고 있다. 유전자 변형 콩의 판정은 특정 유전 요소인 구조유전자(CP4EPSPS) 및 조절유전자인 35S promoter를 검출하는 것이며, 검출 감도는 0.01-0.1%이다(Luthy, 1999). 유통 시장에서 GMO 농산물 비중이 점차 증가되고, 농산물 및 식품의 도입 변형 유전자 분석은

[†]Corresponding author: (Phone) +82-41-530-2282 (E-mail) scyun@sunmoon.ac.kr

<Received August 20, 2003>

고감도로 손쉽게 할 수 있으므로 식품 안정성에 대한 논란은 더욱 거세질 것이다.

콩나물에서 비의도적 변형 유전자의 혼입 과정을 밝히는 것은 제조과정 중 여러 경로로 유입되는 오염을 최소화할 뿐만 아니라, 엄선된 원료콩을 사용한다는 신뢰를 소비자에게 줄 수 있다. 유전자 변형 작물의 혼입은 포장에서 교배 중에 생기거나, 곡물의 재배, 운반, 도정, 식품 제조 과정 중에 비의도적으로 혼입될 수 있다. 유전자 변형 콩이 아니었는데 유전자 변형 옥수수를 담았던 운반차에 남아있던 GMO 곡물가루가 non-GMO 콩 표면에 묻어 유전자 변형 검사에서 0.3%의 도입 유전자 양성반응이 나타나, 표면을 세척한 후 재검사에서도 non-GMO 판정을 받은 사례도 있다(personal communication).

따라서 본 연구의 목적은 2000년부터 2001년까지 시행되었던 콩나물 원료콩 및 완제품에서 유전자 변형 농산물 검사 결과를 보고하고, 검출된 변형 농산물 도입 유전자의 농도로 비의도적 혼입 여부를 판단하고자 한다. 더불어 혼입 과정의 추적을 통해 제조 과정 중의 오염 경로를 밝히고 이를 차단함으로써 엄정한 식품 공정이 될 수 있도록 하기 위하여 실험을 실시하였다. 특히, 2년간 수행된 전체 콩나물 유전자 변형 농산물을 검사 결과를 정성 및 정량분석으로 고찰함으로써 GMO 판정에 정량분석의 중요성을 논의하고자 한다.

재료 및 방법

모든 샘플의 유전자 변형 검사는 (주)한국유전자검사센터에 의뢰하여 분석하였다. 유전자 변형 농산물의 정량검사 과정은 샘플링, 샘플의 (동결)건조, DNA 추출 및 확인의 과정을 거치게 되는데, 이들 과정은 해당 센터의 검정 방법에 준하여 실시되었다(KFDA, 2002). 본 실험에서 콩은 세척, 건조 후 콩을 동결과정 없이 바로 DNA를 추출하였고, 콩나물은 동결건조 후 DNA를 추출하였다. 외래 유전자 도입 여부는 정성, 정량분석으로 판정하였다.

원료콩 및 완제품 콩나물 샘플링

원료콩의 유전자 변형 농산물 검사는 매 20톤 당 한 샘플이 되도록 섞어 저장 창고에 입고 전에 검사를 실시하였다. 모든 가마니에서 수거된 콩을 잘 섞어 약 3.0 kg의 원료콩이 하나의 샘플이 되었다. 특히, 완제품에서 유전자 변형 농산물 양성반응 후 실시된 원료콩 전수검사에서는 40 kg 단위의 가마니를 70가마니씩 매 2.8톤 당 한 샘플이 되도록 하여 검사하였다. 콩나물은 1-2달 간격으로 시중에서 판매되는 300 gr 포장 단위의 제품을 한 샘플로 검사하였다.

시료의 분쇄 및 효소처리

원료콩의 경우 대상 샘플 3.0 kg을 분쇄기로 분쇄, 균질

혼합한 후, 이 중 500 mg을 시험관에 옮겨 검체번호를 부여하였다. 또한 콩나물 완제품의 경우, 300 gr 단위 포장의 콩나물 자엽부만을 취하여 약 200 gr을 분쇄기로 분쇄, 균질 혼합하여 검체번호가 부여되었다. 이들 샘플은 각 시험관 별로 1.75 ml의 추출완충용액(10 mM Tris-HCL, 150 mM NaCl, 2 mM EDTA-Na, 1% SDS)과 50 μ l의 Proteinase, 그리고 5 M의 Guanidine 용액 200 μ l을 첨가하였다. 이를 교반한 후, 58°C에서 1시간 보관, 3,000 rpm으로 5분간 원심 분리하였다.

DNA 추출

GENEXTRACTINTM-B.C/Kit(Takara, Japan)을 사용하였다. 효소 처리된 샘플 상등액 300 μ l을 취하여 이를 100 μ l의 Solution 1과 200 μ l의 0.2% SDS solution 그리고 1 ml의 silica gel solution을 첨가하여 교반하였다. 12,000 rpm으로 5분간 원심분리 후, Pellet에 washing solution 300 μ l을 첨가하여 filter cap으로 옮겼다. 이를 다시 12,000 rpm으로 5분간 원심분리 후, 여과액을 제거한 후 300 μ l의 washing solution을 첨가하여 다시 12,000 rpm으로 5분간 원심분리하는 과정을 2차례 반복하여 여과액을 제거하였다. 70°C로 가열된 TE buffer 100 μ l을 첨가한 후, 12,000 rpm으로 5분간 원심분리 후 1.5 ml tube에 DNA 함유액을 수거하여 시험액으로 사용하였다.

PCR 반응

PCR Screening Kit for GM Soybean Ver. 2.0(Takara, Japan)을 사용하였다. Kit의 PCR mixture에 DNA sample 4 μ l을 포함하여 총 50 μ l의 PCR mixture를 만들었다. Control로는 표준 물질인 100% GMO와 non-GMO 대두에서 추출한 DNA 샘플을 각각 제작하였다. Thermal cycler는 94°C에서 2분간 preheating한 후, 94°C에서 30초간 denaturation, 60°C에서 30초간 annealing, 72°C에서 1분간 extension을 40 사이클 반복하였고 반응 종결 후 곧바로 agarose gel로 전기영동을 실시하였다.

전기영동

1% agarose gel에서 pHY 또는 200 bp DNA ladder marker와 3 μ l의 6X loading dye와 혼합된 10 μ l PCR product를 loading 하여 50V에서 20분간 running 하였다. Positive control은 570 bp, 225 bp에서, Negative control은 225 bp에서만 band가 확인된다. 정성 분석을 위해서 image analyzing system이 이용되었다.

정량검사

콩의 내재 유전자(actin, lectin)와 GMO 외래 유전자(CP4EPPS, 35sCaMV)의 유전자 증폭양상을 컴퓨터로 자동

저장하고, 함께 증폭한 표준물질의 증폭양상을 기준으로 하여 샘플내 각각의 유전자 양을 알아낸 후 이를 GMO 비율로 환산하였다. 본 실험에서 사용된 한국유전자검사센터의 분석법은 일본 타카라사의 검사법을 그대로 따른 것으로써 하나의 샘플에 대해 4차례 독립 실험을 수행후 평균값과 함께 표준편차를 이용하여 변동계수((표준편차/평균값)*100%)를 도출한 후 이 값이 50%를 넘는 경우에만 해당 실험의 오차범위가 한계치를 넘는 것으로 인정하여 재 실험을 수행하였고, 변동계수가 50% 이하일 때만 4개의 결과치를 이용하여 99% 신뢰도에 상, 하한치를 도출하였다.

결과 및 고찰

콩나물 완제품 및 원료콩 GMO 검사

2000-2001년 원료콩 및 콩나물 완제품의 GMO 검사 결과, 총 96건의 원료콩 검사에서는 단 한차례도 양성반응이 나오지 않았던 반면, 총 123건의 콩나물 완제품 시료 중에서는 2000년에 3건, 2001년에 8건이 각각 나와 전체 검사 중 4.35%와 6.75%의 빈도로 유전자 변형 양성 반응이 나타났다(Table 1). 콩나물 완제품 검사만을 대상으로 양성반응 빈도는 123건 조사 중 11건으로써 8.9%에 해당된다. 원료콩에서 발견되지 않았던 도입 유전자가 이렇듯 높은 빈도로 발견된다는 본 연구의 결과는 대단히 중요한 점을 시사한다. 즉, 몰로만 일주일간 재배하는 콩나물이라 할 지라도 제조과정 중 도입유전자 유입이 발생할 수 있다는 것이다. 만일 콩나물 제품의 비의도적 혼입에 대한 정량적 허용 기준 없이 정성분석으로만 GMO를 판단한다면, 완제품 중 8.9%가 GMO 콩나물이므로 산업이 위태로울 심각한 수준이다.

Table 1. The number of tests[†] for genetically modified organisms conducted on each sample during 2000-2001.

Soybean	Source	2000	2001	Total
Seeds	Domestic products	19	36	55
	Products imported from China	24	17	41
	Sub total	43	53	96
Sprouts	Products made from domestic seeds	50	32	82
	Products made from imported seeds	14	17	31
	Other brands	5	5	10
	Sub total	69	54	123

[†]The genes tested for to identify GMO were a functional CP4EPSPS gene and the 35sCaMV promoter.

두 해에 걸쳐 발견된 11건의 유전자 변형 양성 반응 제품의 검사일, 제품에 사용된 원료콩 원산지, 발견된 유전자의 종류, 그리고 함유량을 각각 표시하였다(Table 2). 이들 유전자의 함유량은 11건 모두 한계 허용치인 3%에는 훨씬 못 미치는 0.01-0.17%이었으므로 법적으로는 모두 유전자 변형 표시 의무가 있는 콩나물이 아니다. 양성 반응 11건의 원료콩 원산지는, 2000년에 발견된 3건 모두 국산콩 사용 완제품에서 발견되었으나, 2001년에는 발견된 총 8건 중 국산콩 원료 콩나물 4건, 중국산 수입 원료콩이 4건으로 원료콩의 원산지에 따른 차이는 없었다. 2000년 3건과 2001년 5건 등 총 8건에서 제조제 Round-up에 저항성을 나타내는 기능 유전자인 CP4EPSPS 유전자만 검출되었으며, 2001년의 양성 반응 중 3건에서만 조절유전자인 35S CaMV promoter 유전자만 검출되었다(Table 2).

Table 2. The list of genetically modified genes[†] detected from soybean sprout products.

Year tested	Testing dates	Soybean sprout products [‡]	Gene detected	Average	Range
2000	June 30	Domestic product	EPSPS gene	0.00%	0.00 - 0.00%
	July 4	Domestic product	EPSPS gene	0.03%	0.01 - 0.07%
	July 4	Domestic product	EPSPS gene	0.17%	0.10 - 0.23%
	Sub total	3			
2001	January 26	Domestic product	35S promoter	positive	n/a
	September 25	Imported product	35S promoter	positive	n/a
	September 25	Domestic product	35S promoter	positive	n/a
	October 6	Imported product	EPSPS gene	0.02%	n/a
	October 6	Domestic product	EPSPS gene	0.01%	n/a
	October 10	Imported product	EPSPS gene	0.02%	n/a
	October 10	Domestic product	EPSPS gene	0.01%	n/a
	November 29	Imported product	EPSPS gene	0.08%	n/a
Sub total	8				

[†]Both genes (35S promoter and EPSPS) were never detected simultaneously.

[‡]The domestic product was made from domestic seeds, whereas the imported product was made from seeds imported from China.

발견된 유전자 변형 도입 유전자 경로추적

원료콩에서는 없었던 도입 유전자가 완제품에서 검출되는 것으로 미루어봐서 원료 외에 식품 제조 공정에서 유전자 변형 농산물이 혼입되었으리라 추측하고 그 가능성을 타진하였다(Table 3). 2001년 10월 6일과 10일의 두 차례의 검사에서 검출된 국산콩 콩나물 제품에 사용된 원료콩과 같은 lot 번호인 10톤의 원료콩에 대해 유전자 변형 농산물 검사를 40 kg 포대에 대하여 전수검사를 실시하였으나, 유전자 변형 농산물을 찾을 수 없었다(Table 3). 국산 및 중국산 수입콩의 운반과정 중 비의도적 혼입여부를 알아보려고 샘플된 원료콩 표면을 세척하거나 세척하지 않고 각각을 검사하였으나 모두 음성이었다(Table 3). 또한 공장에서 원료콩을 세척한 후 버려지는 물을 수거하여 도입 유전자 반응을 알아보려 하였으나, 콩을 씻은 용수 안의 유전자에 대한 적절한 검사방법이 확립되지 못하여 검사가 불가능하였다(Table 3). 원료콩 저장고 바닥에 쌓여있는 먼지 등 이물질과 중국산 수입콩 전용 정선기 주변 먼지에서 도입유전자는 발견할 수 없었다(Table 3). 마지막으로 포장재 필름의 접착을 방지하는 옥수수 타분을 검사하였는데, 국산용과 수입용 콩으로 만든 각각 두 제품의 콩나물 포장재가 다르기 때문에 따로 검사하였다. 그런데 이들 두 가지 옥수수 타분 모두 0.1%로 높은 35S promoter 도입 유전자 혼입이 발견되었다(Table 3). 그런데 옥수수 타분이 사용된 포장지 표면에서 묻어나온 시료에 대한 도입 유전자 검사에서는 양성반응이 나타나지 않았다.

원료콩에서는 발견할 수 없었던 도입 유전자의 비의도적 유입이 콩나물 제조 과정 중 옥수수 타분에서만 0.1%로 양성반응을 보이므로 타분의 원료를 non-GMO로 대치하는 포장 공정의 개선이 요구된다. 양성반응을 보였던 11개 시료 중, 특히 35S promoter가 발견된 2001년 1월 및 9월 시료의 도입 유전자가 포장지에 함유된 옥수수 타분이라는 직접적인 증거는 없다. 왜냐하면 film에서 묻어나오는 도입 유전자 검출은 실패하였기 때문이다. 원료콩 세척수나 필름 표면과 같이 농산물 자체가 아닌 농산물 분진이 묻어있는 표면이나 물에서 도입 유전자를 분리하고 정량분석하는 기술이 미흡하여 분석이 불가능하거나 완전한 분석결과라 하기에 불충분하다. 원료콩 및 콩나물 제품 이외의 다양한 샘플에서 도입 유전자 분리 기술이 발전한다면 직접적인 증거를 찾는 데 훨씬 용이할 것이다. 수입 콩나물 콩인 중국산 콩의 수입 유통은 생산 현지에서의 정선, 검수 후 40 kg 단위 포대로 포장 후 컨테이너로 수입되어 미국 수입콩처럼 벌크 유통과는 다르므로 운반과정 중 유전자 변형 농산물과의 혼입은 없었으리라 여겨진다.

기능유전자인 CP4EPPS 유전자가 어디서부터 혼입되었는지는 밝힐 수 없었다. 96차례 수행되었던 원료콩 검사에서는 단 한 건도 발견되지 않았던 도입 유전자가 완제품에서는 매년 4.35%와 6.75%의 빈도로 나왔다는 것은 GMO 원료 혼입을 의심할 수 있는 심각한 것이다. 원료콩 샘플링이 20톤 당 3.0 kg 밖에 되지 않기 때문에, 샘플수를 증가시킬 필요가 있으나 검사비용 증가에 따른 제품 원가 상승이 불가피하여 현

Table 3. Natural contamination tests after detecting either CP4EPPS or the 35S promoter.

Source	Sample method	Sample size (g)	Gene detected	Average
Soybean seeds	Lot #1-70 [‡]	1089.5	not detected	
	Lot #71-140	985.3	not detected	
	Lot #141-210	987.8	not detected	
	Lot #211-265	761	not detected	
Surface of the seeds	Before wash - domestic seeds	1609.8	not detected	
	Before wash - imported seeds	1520.2	not detected	
	After wash - domestic seeds	1609.8	not detected	
	After wash - imported seeds	1520.2	not detected	
In the cultivation room	The water after washing - domestic seeds		Cannot test [§]	
	The water after washing - imported seeds		Cannot test	
	The water after soaking - domestic seeds		Cannot test	
	The water after soaking - imported seeds		Cannot test	
	Surface of storage area - imported seeds		not detected	
	Near selection machine - imported seeds		not detected	
Package film [†]	Corn starch powder for domestic products		35s promoter	0.10%
	Corn starch powder for imported products		35s promoter	0.10%
	The film for domestic products		not detected	
	The film for imported products		not detected	

[†]The domestic and imported products use different package films.

[‡]Each lot number was assigned to a 40-kg bag of soybean seed.

[§]GMO genes were not detected in the water samples.

실적으로 어려운 문제이다. 샘플링 문제는 콩 및 콩나물 뿐만 아니라 모든 농산물에서 피할 수 없는 심각히 고려될 사항이다(Gilbert, 1999). 이러한 현실적 상황을 감안한다면, 비의도적 혼입의 한계 허용치 설정이 얼마나 중요한 것인지 알 수 있다.

식품제조업자는 유전자 변형 농산물이 가져다 줄 미래의 이익에 앞서, 현재 소비자가 절감하는 식품에 대한 안정성 확보를 통한 신뢰 구축이 시급하다. 이를 위해서는 안전한 농산물 원료를 확보하고, GMO 검사와 같은 안정성 검사 자료를 소비자와 공유하여야 한다. 예컨대 Round-up ready 콩을 만드는 돈산토는 안전성 자료 공개 뿐만 아니라, 생산자가 미처 생각지 못했던 시장의 필요성을 제품 개발 단계부터 반영시키려는 노력을 하고 있다. 따라서 본 연구는 발견되었던 소량의 도입 유전자 데이터를 성실히 공개하고, 비의도적 혼입 과정을 추적하여 제조자 스스로 식품 공정을 엄격하게 관리할 수 있는 계기가 될 수 있다는데 의의가 있다.

적 요

최근 급격히 증가되는 유전자 변형 식품의 안정성 논란과 관련하여 콩나물 및 콩나물 원료에 사용되는 국산 및 수입산 콩에 대한 유전자 변형 유전자의 정량 검사를 실시하고, 미량이나마 함유된 변형 유전자의 도입과정에 관한 연구를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 콩나물의 유전자 변형 농산물 검사는 2000년과 2001년에 원료콩 96건, 완제품 123건 등 총 219 차례 실시하였다.
2. 원료콩에서는 단 한 건의 양성반응도 없었던 반면, 완제품에서는 2000년에 3건, 2001년에 8건에서 0.01-0.17%의 함량으로 CP4EPSPS 또는 35S promoter 도입유전자가 검출되었으며 이는 법적 기준치인 3%보다 훨씬 낮은 비의도적 혼입이었다.
3. 외래유전자가 검출된 11건의 완제품은 국산콩으로 만든 7개 제품과 중국산 수입콩으로 만든 4개 제품이었다.
4. 이들 도입 유전자의 원료콩 및 제조과정 중 유입 경로를 확인하기 위하여 다양한 시료를 검사하였다. 샘플은 양성반응

제품 원료콩 전수검사, 원료콩 표면, 저장고 바닥 및 정선기 주변, 그리고 콩나물 제품 포장 필름 표면 및 포장지 원료로 사용되는 옥수수 타분의 유전자 변형 여부를 정량검사하였다. 이들 중 두 개의 옥수수 타분 시료에서만 0.1%의 35S promoter 유전자가 검출되었다.

5. 콩나물 포장 공정 중 옥수수 타분을 사용하는 포장지에서 유래되는 변형 유전자 오염을 제시하였다.

향후, 콩나물 변형 유전자 검사시 용수, 필름 표면 등 제품 주변에 존재하는 도입 유전자의 정량분석 방법 구축과 원료콩 샘플 방법 및 샘플량의 표준화가 시급히 필요하다.

사 사

본 연구에 도움을 주신 (주) 풀무원 기술연구소 관계자 여러분께 심심한 사의를 표합니다.

인용문헌

- Gilbert, J. 1999. Sampling of raw materials and processed foods for the presence of GMOs. *Food Control* 10 : 363-65.
- Hino, A. 2001. Development of Detection Method for Monitoring of GM Foods. *International Symposium on the Genetically Modified Foods*. KFDA pp. 49-52.
- James, C. 2002. Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2002. ISAAA Briefs No. 27: Preview.
- KFDA. 2002. Detection strategies for genetically modified foods: CATB(Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) DNA Extraction Methods.
- Kuiper, H. A. 1999. Summary report of the ILSI Europe workshop on detection methods for novel foods derived from genetically modified organisms. *Food Control* 10 : 339-349.
- Luthy, J. 1999. Detection strategies for food authenticity and genetically modified foods. *Food Control* 10 : 359-61.
- Wolfenbarger, L.L. and P.R. Phifer. 2000. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science* 290 : 2088-2093.
- Wurz, A., A. Bluth, P. Zeltz, P. Pfeifer, and R. Willmund. 1999. Quantitative analysis of genetically modified organisms (GMO) in processed food by PCR-based methods. *Food Control* 10 : 385-89.