

서부경남 재래시장을 대상으로한 유전자 재조합 대두의 모니터링

심원보 · 남백상 · 최주미 · 정순천* · 정덕화†

경상대학교 응용생명과학부, *한국생명공학연구원 LMO 평가연구실

Monitoring of Genetical Modified Soybean Sold at Local Open Market in Western Gyeongnam

Won-Bo Shim · Baek-Sang Nam · Ju-Mi Choe · Soon-Chun Jeong* · Duck-Hwa Chung†

Division of Applied Life Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*LMO Evaluation Laboratory, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

(Received February 14, 2006/Accepted March 10, 2006)

ABSTRACT

The objective of this study was monitoring of genetically modified soybean by PCR and ELISA. We collected 60 soybean samples from the open markets located in Western Gyeongnam (Sacheon, Hamyang, Hadong, Sanchung, Uiryung, Geochang, and Hapcheon). A total of 60 soybeans was examined and 14 genetical modified soybean (GMS) were detected by PCR. The GMS rate of selling soybean in Uiryung, Hadong, Sacheon, and Hapcheon was 50.0%, 37.5%, 33.3% and 25%, respectively. The 7 of 14 GMSs were positive by ELISA and most of positive samples were below 3% GMS but 1 (Uiryung 1) of the positive samples was over the 3% which is maximum permit limit in Korea. These results mean that merchants of open market did not express for selling soybean mixed with GMS, so consumers did not recognize GMO. Therefore, we thought that education of GMO for merchant of open market need to recognize about GMO maximum permit limit.

Keywords: polymerase chain reaction, genetical modified organism, soybean, monitoring

I. 서 론

1953년 왓슨과 클릭이 DNA 이중가닥을 발견한 이후 생명공학기술의 급속한 발전과 더불어 1996년 이후 식량증산을 목적으로 유전자 재조합 농산물(genetical modified organism, GMO)의 개발이 시작되었고, 2003년까지 콩, 옥수수, 면화, 감자 등을 포함한 16개 작물 70여종의 GMO가 전 세계 6천 770만 ha에 걸쳐 재배되고 있는 실정이다. 하지만 GMO는 아직까지 그 안전성이 확보되지 않은 실정이며 알레르기유발성, 면역독성, 유전자변이성, 생태계파괴와 같은 안전성 문제가 제기되어 논란이 되고있다.^{1,2)} 이에 우리나라에서도 2001년 3월 1일부터 일부 GMO(콩, 옥수수, 콩나물)에 대해 3% 비의도적 혼입치가 넘는 경우 GMO 표시를 의무화하도록 농림부에서 실행하고 있으며, 식품의약품안

전청에서도 2001년 7월부터 이들 농산물을 원료로한 가공식품에 대하여 표시제를 의무화 및 2004년부터는 GMO의 재배, 생산된 농·축·수산물 등에 대한 안전성 평가를 의무화하고 있다.³⁻⁵⁾

GMO 농산물 중 유전자재조합 대두(genetical modified soybean, GMS)는 glyphosate만을 탄소원으로 사용한 배지에서 생육할 수 *Agrobacterium* spp. CP4균이 EPSPS 단백질을 발현하여 glyphosate에 대한 내성을 가지는 것에 착안하여 EPSPS 단백질을 발현하는 유전자를 대두에 도입하여 만든 것으로 유전자가 도입된 대두는 제초제를 살포하여도 고사하지 않고 내성을 가지도록 한 것이다.⁶⁾ GMS가 생산하는 CP4-EPSPS 단백질의 섭취 시 그 안전성과 삼입된 유전자가 또 다른 숙주에 전이, 마지막으로 일반 대두와 혼입 시 걸모양은 거의 유사하므로 소비자가 유관으로는 판별할 수가 없어 소비자가 유전자재조합 대두를 인지하지 못하고 섭취하게 되는 문제 등을 가지고 있다.⁷⁾

GMO의 검출법으로는 항원항체반응을 이용하여 도입된 유전자에 의해 발현되는 단백질을 확인하는 lateral

†Corresponding author : Division of Applied Life Science, Graduate School of Gyeongsang National University
Tel: 82-55-751-5480, Fax: 82-55-757-5485
E-mail : dhchung@gsnu.ac.kr

flow strip과 효소면역분석법(ELISA)^{8,9)} 등과 유전자 증폭반응에 의하여 도입된 유전자를 확인하는 중합효소연쇄반응(PCR)법^{10,11)}이 개발되어 이용되고 있다. 원료 농산물과 단순분쇄가공품의 경우에는 면역분석법과 중합효소연쇄반응법 모두 적용이 가능하나 가공식품의 경우 제조, 가공과정 중 고온, 고압 또는 고산처리 등에 의해 단백질이 변성되므로 면역분석법의 이용은 어렵고, PCR법을 이용하여 정성 또는 정량하는 것이 바람직하다.^{3,12-16)}

현재 우리나라에 수입되는 GMS의 비율과 양은 정확하게 파악이 힘든 상황이나 현재 수입되고 있는 대두의 경우 대부분이 GMS로 간주되고 있는 상황^{17,18)}에서 국내의 재래시장의 경우 포장하지 않고 판매하기 때문에 GMS가 혼입되어 판매되더라도 소비자의 대부분이 혼입여부를 확인하기 힘든 상황이다. 따라서 본 연구는 재래시장에서 판매되는 대두 중에 GMS의 혼입유무를 확인하기 위해 유전자 재조합 농산물을 분석하는데 널리 사용되는 PCR법을 이용하여 서부경남지역 시·군의 재래시장에서 유통되고 있는 대두를 대상으로 GMS 모니터링을 실시하고자 하였고 양성시료에 대하여 효소면역분석법을 이용하여 혼입율을 확인하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 재료 및 표준대두

DNA 추출에 사용된 certyltrimethylammoniumbromide (CTAB)은 Sigma(USA)사로부터 구입하였고, PCR (Polymerase Chain Reaction)에 사용된 시약인 polymerase(Ex *Taq*)는 TaKaRa(Japan)사로부터, PCR에 사용된 primer(Nippon gene)는 Wako(Japan)사에서 판매하는 유전자재조합 대두에 대한 표준 primer를 사용하였다. 전기영동에 사용된 seakem agarose는 BMA (USA)사로부터 구입하여 사용하였으며, 효소면역분석법은 SDI(USA)사에서 판매하는 ELISA kit인 GMO food ingredient testing kit를 사용하였고, 유전자재조합 표준대두는 IRMM(European Commission-Joint Research Centre Institute for Reference Materials and Measurements)에서 인증하는 유전자재조합표준 Roundup Ready Soybean 0%, 0.1%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 5.0% 시료를 사용하였다.

2. 시료채취

GMS의 지속적인 수입 증가에 따라 재래시장에서 유통되는 대두 중에 GMS의 혼입여부를 모니터링을 실시

Table 1. Sampling list used in this study

Sampling place	Number of samples	Habitat (Domestic)
Sacheon	15	15
Hamyang	13	13
Hadong	8	8
Sanchung	1	1
Uiryung	8	8
Geochang	7	7
Hapcheon	8	8
Total	60	60

하고자 서부경남지역의 시·군을 대상으로 재래시장을 직접 방문하여 사천시 15점, 함양군 13점, 하동군 8점, 산청군 1점, 의령군 8점, 거창군 7점, 그리고 합천 8점 등 총 60점의 대두시료를 수집하였다. 채취된 시료 목록은 Table 1에서 보는 바와 같으며, 대두의 원산지는 60점 모두 국내산이었으며, 4°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

3. 시료의 전처리

수집한 대두의 분석을 하기에 앞서 대두의 전처리를 Brett 등¹⁹⁾의 방법으로 실시하였다. 먼저 대두를 분쇄기를 이용하여 고운 가루 형태로 분쇄하고 분말화를 위해 homogenizer(Tissue[®] Tearor; Biospec products, USA)를 이용하여 30,000 rpm에서 30초간 분쇄하였고, 분쇄된 시료를 PCR법과 효소면역분석법에 사용하였다.

4. DNA 추출

DNA의 추출은 식약청에서 고시한 식품의약품안전청 유전자재조합식품 검사 지침²⁰⁾에 준하여 실시하였다. 이를 간단히 설명하면 분쇄한 시료의 1g을 1% SDS (Sodium dodecyl sulfate) 용액에서 잘 교반하여 세정한 다음 충분히 거품을 낸 후, 알갱이로부터 액을 제거하여 거품이 없어질 때까지 증류수로 10회 이상 잘 헹구어 세정한 후 킴와이프스 등으로 충분히 수분을 제거한 후 충분히 자연 건조하여 이를 중 0.1g을 시험관에 옮긴 다음 CTAB buffer[2%(w/v) CTAB, 1.4 M NaCl, 0.2%(v/v) 2-mercaptoethanol, 20 mM EDTA, 100 mM Tris/HCl(pH 8.5)] 600 μl와 혼합한 후 50°C에서 1시간 방치한다. 반응 후 phenol/chloroform(1:1) 용액을 500 μl를 다시 첨가한 다음 12,000 rpm에서 10분간 원심분리한 다음 상등액에 RNase 4 μl를 첨가하고 다시 chloroform/isoamylalcohol(98:2) 용액을 500 μl를 첨가한 후 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하

고 상층액을 다른 시험관에 옮긴다. 상등액과 동량의 isopropanol을 첨가한 다음 천천히 혼합한 후 다시 12,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 침전물에 70% ethanol을 300 μ l 첨가한 다음 피펫을 이용하여 침전물을 씻어준 다음 12,000 rpm에서 원심분리 하여 멸균된 3차 증류수에 녹여 PCR 분석에 사용하였다.

5. PCR에 의한 GMS 분석

일본 Wako사에서 판매하는 Nippon Gene primer를 이용하여 PCR을 실시하였고, primer는 내재유전자 lectin과 외래유전자 35S promoter, NOS terminator 그리고 CP4-EPSPS를 검출하도록 디자인되어 있다 (Table 2). PCR 반응용액 조성은 10X PCR buffer 2.5 μ l, primer 각 0.5 μ l씩, Taq DNA polymerase(1U/ μ l) 0.5 μ l, dNTP 1 μ l, template DNA 1 μ l와 증류수를 첨가하여 25 μ l 되도록 조성하였다. PCR 반응 조건은 식품의약품안전청에서 고시한 유전자재조합 검사지

침²⁰에 따라 95°C에서 최초 10분간 pre-denaturation을 시킨 후 95°C에서 30초 denaturation, 60°C에서 30초 annealing, 그리고 72°C에서 30초 extension 과정을 40 회 실시한 다음, 마지막으로 72°C에서 7분간 반응시켰다. PCR 산물을 1.8% agarose gel에서 100 V의 전압으로 전개한 후 EtBr로 염색하여 UV상에서 결과를 관찰하였다.

6. 효소면역분석법에 의한 혼입물 확인

PCR법에 의해 GMS로 판정된 시료는 GMO food ingredient testing kit(SDI, USA)을 이용하여 정량분석하였다. 효소면역분석법은 kit 제조사의 사용설명서의 순서에 따라 실시하였고 표준곡선을 작성하기 위해 유전자재조합 표준 Roundup Ready Soybean 0%, 0.1%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 5.0% 시료를 사용하였다. ELISA reader(Bio-Rad, USA)를 이용하여 450 nm에서 표준유전자재조합 대두와 시료의 흡광도를 확인하였고, Microplate Manager 4.0(BIO-RAD, California, USA) 프로그램을 이용하여 각 표준물질의 농도별 흡광도치의 표준곡선을 구하고 시료의 흡광도를 표준곡선에 대입하여 GMS의 농도를 산출하였다.

Table 2. PCR primers for amplification of genetical modified soybean

Primer	Target gene	Size
Le1n02-5'	Lectin	118 bp
Le1n02-3'		
P35S1-5'	35S promoter	101 bp
P35S1-3'		
NOS ter 2-5'	NOS terminator	152 bp
NOS ter 2-3'		
RRS 01-5'	CP4EPSPS	121 bp
RRS 01-3'		

III. 결과 및 고찰

1. PCR에 의한 GMS 분석

수집한 대두 60점을 대상으로 내재적 유전자인 Lectin gene을 증폭한 결과 Fig. 1에서 보는바와 같이 60점 모두 118 bp에서 유전자가 증폭됨을 알 수 있었고, 시료 모두가 대두임을 확인할 수 있었다.

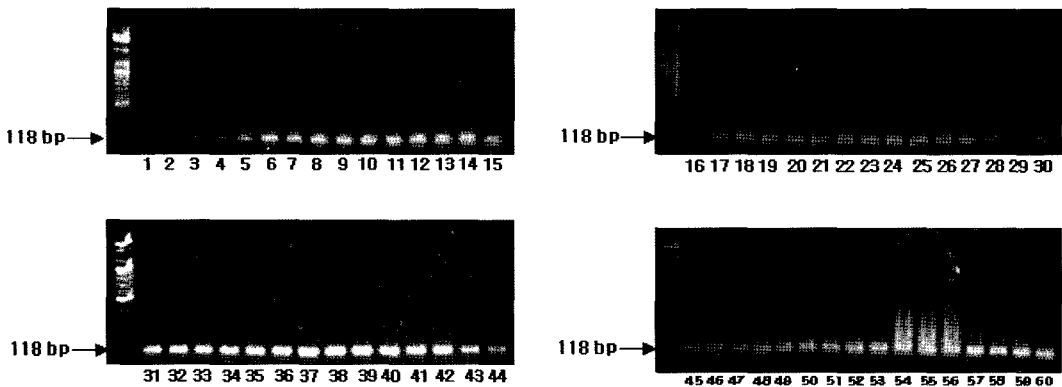


Fig. 1. PCR products amplified from soybean with Lectin primers.

Lane 1-15 : Sacheon 1-15, lane 16-28 : Hamyang 1-13, lane 29-36 : Uiryong 1-8, lane 37-43 : Geochang 1-7 lane 44 : Sanchung 1, lane 45-52 : Hadong 1-8, lane 53-60 : Hapcheon 1-8

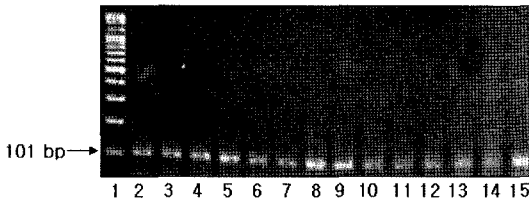


Fig. 2. PCR products amplified from soybean with P35S primers.

Lane1 : marker, lane2 : Hadong3, lane3 : Hadong6, lane4 : Hadong7, lane5 : Sacheon3, lane6 : Sacheon7, lane7 : Sacheon8, lane8 : Sacheon9, lane9 : Sacheon10, lane10 : Uiryong1, lane11 : Uiryong5, lane12 : Uiryong6, lane13 : Uiryong7, lane14 : Hapcheon1, lane15 : Hapcheon4

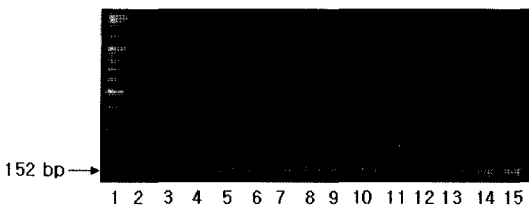


Fig. 3. PCR products amplified from soybean with NOS terminator primers.

Lane1 : marker, lane2 : Hadong3, lane3 : Hadong6, lane4 : Hadong7, lane5 : Sacheon3, lane6 : Sacheon7, lane7 : Sacheon8, lane8 : Sacheon9, lane9 : Sacheon10, lane10 : Uiryong1, lane11 : Uiryong5, lane12 : Uiryong6, lane13 : Uiryong7, lane14 : Hapcheon1, lane15 : Hapcheon4

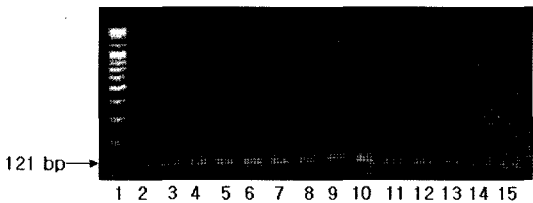


Fig. 4. PCR products amplified from soybean with RRS primers.

Lane1 : marker, lane2 : Hadong3, lane3 : Hadong6, lane4 : Hadong7, lane5 : Sacheon3, lane6 : Sacheon7, lane7 : Sacheon8, lane8 : Sacheon9, lane9 : Sacheon10, lane10 : Uiryong1, lane11 : Uiryong5, lane12 : Uiryong6, lane13 : Uiryong7, lane14 : Hapcheon1, lane15 : Hapcheon4

또한, GMS에 삽입되어 있는 외래유전자 35S promoter, NOS terminator, RRS에 대해 PCR 분석을 실시한 결과 하동3, 하동6, 하동7, 사천3, 사천7, 사천8, 사천9, 사천10, 의령1, 의령5, 의령6, 의령7, 합천1, 합천4 등의 14점의 대두시료에서 외래유전자 35S

Table 3. Summary of PCR result for identification of genetical modified soybean(GMS)

Sampling place	Analyzed samples	GMS positive	Rate of GMS (%)
Geochang	7	0	0
Hadong	8	3	37.5
Sacheon	15	5	33.3
Uiryong	8	4	50
Hapcheon	8	2	25
Sanchung	1	0	0
Hamyang	13	0	0
Total	60	14	23.3

promoter(Fig. 2), NOS terminator(Fig. 3), RRS(Fig. 4)의 유전자가 PCR을 통해 유전자가 증폭 되었으므로 GMS로 확인되었다. 위의 결과로 볼 때 외래유전자 어느 하나의 유전자도 증폭이 되지 않으면 GMS라 확신할 수 없으나 14점 시료에서는 외래유전자 3가지가 모두 증폭된 것이 확인되었기 때문에 GMS가 재래시장에서 혼입 또는 그 자체로 유통되는 것으로 확인되었다.

2. GMS 판매율 확인

60점의 시료 중 14점의 시료가 유전자재조합대두인 것으로 나타나 전체적으로 약 23%의 GMS가 유통되는 것으로 확인되었고, 각 지역에서 수집된 시료 수와 GMS의 수를 비교하여 판매비율을 보면 하동 37.5%, 사천 33.3%, 의령 50%, 합천 25%의 비율로 시중에 시판되는 것으로 추정이 되었다(Table 3). 그러나 거창, 산청, 함양의 재래시장에서 수집한 대두의 경우 모든 시료가 일반대두로 나타나 판매비율은 0%였다. 대부분의 대두는 소비자의 섭취를 위해 사용되나 만약 종자로 사용된다면 GMO에 도입된 유전자가 타식물 또는 야생근연종으로 전이하여 새로운 식물체를 출현시킬 수 있고, 재배지역 밖으로 확산되어 잡초화될 경우 신종 제초제 저항성 식물 출현의 문제를 야기할 수 있다.

3. ELISA를 통한 GMS 혼입을 확인

GMS내에 발현되는 CP4-EPSPS 단백질을 타겟으로 분석한 ELISA의 경우 유전자재조합 표준 대두(0%, 0.1%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 5.0%)에 대하여 표준곡선을 작성한 결과 Fig. 5에서 보는바와 같이 시판되는 ELISA kit은 GMS 혼입을 0.1% 이하까지 검출 가능하였다.

1998년 ILSI(International Life Science Institute) 보

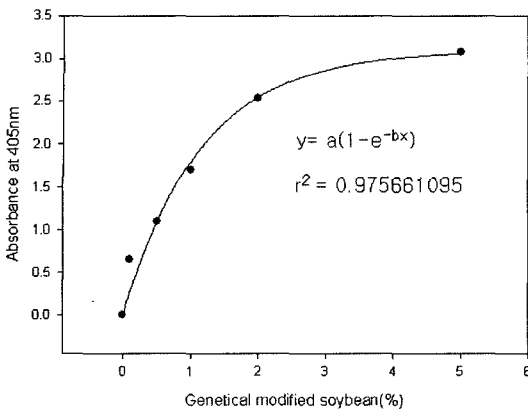


Fig. 5. Standard curve for the detection of genetical modified soybean by ELISA kit.

Table 4. Comparison of PCR and ELISA result

Number of samples	Results	
	PCR	ELISA(%)
Hadong3	+ ^a	ND ^b
Hadong6	+	0.329
Hadong7	+	0.311
Sacheon3	+	ND
Sacheon7	+	ND
Sacheon8	+	ND
Sacheon9	+	ND
Sacheon10	+	ND
Uiryong1	+	4.027
Uiryong5	+	0.311
Uiryong6	+	0.332
Uiryong7	+	ND
Hapcheon1	+	0.353
Hapcheon4	+	0.362

^aConfirmed as genetical modified soybean.

^bnot detected by ELISA.

고서^{21,22)}에 따르면 일반적으로 GMO 분석을 위한 ELISA의 경우는 대부분 검출한계가 1% 이상으로 보고하고 있지만, 시판되는 ELISA kit은 민감도 면에서 향상된 효소면역분석법으로 확인되었다.

Microplate Manager 4.0(BIO-RAD, California, USA) 프로그램을 이용하여 각 표준물질의 농도별 흡광도치의 표준곡선을 구하고 시료의 흡광도를 표준곡선에 대입하여 GMO의 농도를 산출한 결과는 Table 4와 같았다. 의령에서 시료 수집한 대두 1점에서 비의도적 혼입율인 3%를 넘는 대두는 4.027%로 나타났으며 나머지

13점의 시료는 3% 미만인 것으로 나타났다. 식품의약품안전청고시 제2001-43호에 따르면 국내에서 시판되고 있는 농수산물의 경우 유전자재조합작물의 함량이 3%이상일 경우 유전자재조합작물임을 표기하는 것을 원칙으로 하고 있다.⁴⁾ 그러나 본 실험을 통해 분리한 유전자재조합대두의 경우 법적으로 규제하는 비의도적 혼입율인 3%를 넘는 대두는 의령 1 시료가 4%로 나타났고 다른 시료에서도 GMO가 적은 양이지만 검출되는 것으로 보아 상당한 GMO가 재래시장에 유통되고 있는 것으로 사료되었다.

4. RCR과 ELISA 결과 비교

PCR과 ELISA로 대두를 분석한 결과 각각 14점과 7점의 유전자 재조합 결과를 확인하였고 두 방법에서 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 PCR 분석법의 경우 외래 유전자가 존재하더라도 그 단백질인 CP4-EPSPS 단백질을 발현하지 않는 경우도 있기 때문이다. 따라서 PCR 분석법의 경우 CP4-EPSPS 단백질을 발현시킬 잠재적 가능성이 존재하는 결과를 얻을 수 있으며 ELISA 분석법은 실제 발현된 단백질의 양에 대한 결과를 확인할 수 있는 방법이라 볼 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 서부경남지역 시·군의 재래시장을 대상으로 유전자재조합대두(GMS)의 검출 및 스크리닝을 하는데 목적을 두었다. 서부경남지역 시도 7곳을 선정하여 재래시장에서 유통되는 대두시료를 총 60점 채취하여 PCR법으로 모니터링을 실시한 결과 하동 3점, 사천 5점, 의령 4점 그리고 합천 2점 총 14점의 대두시료가 GMS로 확인되었으며 전체 23.3%의 GMS 판매율을 나타내었다. 지역별 시료 수에 따른 GMS의 판매율은 의령이 50%로 가장 높았으며 다음으로 하동 37.5%, 사천 33.3%, 합천 25% 순이었다. 시판되는 ELISA kit의 민감도는 일반적으로 알려진 효소면역분석법의 검출한계인 1%보다는 민감도가 10배 정도 뛰어난 0.1% 이하까지 검출 가능하였다.

PCR에 의한 GMS 양성시료를 ELISA를 이용하여 정량분석한 결과 14점의 PCR 양성시료에서 7점만이 양성시료로 확인되었고, 의령 1번의 시료가 4%가 넘는 혼입율을 나타내었고 나머지 6점의 경우는 3% 미만의 혼입율을 나타내었다.

결론적으로 재래시장의 경우 포장형태의 판매가 아니고, 판매상인에 대한 유전자재조합 농산물의 혼입기준

을 인식하지 못하고 있기 때문에 GMO가 혼입되어 유통되더라도 판매자와 소비자는 인식하지 못하고 있는 실정이다. 또한 GMS가 종자로 사용될 경우 환경생태계를 파괴할 수 있는 문제를 야기시킬 수 있기 때문에 재래시장의 판매상인을 대상으로 GMO에 대한 홍보와 교육이 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국책연구개발사업 지원에 의해 수행되었으며, 심원보는 교육부 Brain Korea 21 사업에 의해 지원되었습니다.

참고문헌

1. Straub, J. O. : Environmental risk assessment for new human pharmaceutival in the European Union according to the draft quideline/discussion paper of January 2001. *Toxicology Letters*, **135**(3), 231-237, 2002.
2. 정명은, 정석찬, 김계희, 김성일, 송시욱, 조남인 : 식육가공품에서 GMO(Genetically Modified Organism)검출을 위한 PCR방법 개발 및 적용에 관한 연구 I. PCR법을 이용한 GMO 검사방법 개발. 한국수의공중보건학회지, **28**(2), 97-107, 2004.
3. 농림부 : 유전자변형 농산물 표시요령. 농림부고시 제 2000-31호, 2000.
4. 식품의약품안전청 : 유전자재조합식품 등의 표시기준. 식품의약품안전청고시 제2001-43호, 2001.
5. 식품의약품안전청 : 유전자재조합식품 · 식품첨가물 안전성 평가자료 심사지침 개정고시. 식품의약품안전청고시 제2003-37호, 2003.
6. Padgett, S. R., Kolacz, K. H., Delannay, X., Re, D. B., Lavallee, J. B., Timius, C. N., Rhodes, W. K., Otero, I. Y., Barry, G. F., Eichholtz, D. A., Peschke, V. M., Nida, D. L., Taylor, N. B. and Kishore, G. M. : Development, identification and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. *Crop Sci.*, **35**, 708-715, 1995.
7. 허유행 : 대두발효를 위한 *Bacillus subtilis* 균주의 실제분리에 관한 연구. 한국환경보건학회지, **12**(2), 76-74, 1986.
8. 김동술, 정덕화, 이용욱 : 곡류 중 Ochratoxin A의 검색을 위한 면역분석법에 관한 연구. 한국환경보건학회지, **20**(3), 54-60, 1994.
9. 김동술, 송재영, 정덕화 : ELISA법에 의한 마우스의 혈청 및 조직중의 T-2 toxin의 검색. 한국환경보건학회지, **22**(1), 51-56, 1996.
10. 김영찬, 이철수, 황옥순, 김성조, 이영옥, 윤성원, 서정화, 남용석 : 대두 및 옥수수 가공식품에서 유전자재조합체(GMO)의 정성 PCR분석을 위한 핵산 추출방법별 비교. 한국식품위생안전성학회지, **18**(1), 6-13, 2003.
11. 신원선, 김명희 : 유전자재조합 감자의 검정을 위한 DNA 분리 및 PCR 검출의 최적조건 검색. 한국식품과학회지, **35**(4), 591-597, 2003.
12. Hubner, P., Studer, E. and Lithy, J. : Quantitative competitive PCR for the detection of genetically modified organisms in Food. *Food Control*, **10**, 353-358, 1999.
13. Achet, E., Martin, G. G., Vigneau, F. and Meyer, G. : Detection of genetically modified organisms(GMOs) by PCR : a brief review of methodologies available. *Food Sci. & Tech.*, **9**, 380-388, 1999.
14. Marsuoka, T., Kuribara, H., Akiyama, H., Miura, H., Goda, Y., Kusakabe, Y., Isshiki, K., Toyoda, M. and Hino, A. : A multiplex PCR method of detecting recombinant DNAs from five lines of genetically modified maize. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, **42**(1), 24-32, 2000.
15. Tengel, C., Schußer, P., Setzke, E., Balles, J. and Sprenger-Haüßles M : PCR-based detection of genetically modified soybean and maize in raw and highly processed foodstuffs. *Biotechniques*, **31**, 426-429, 2001.
16. 박선희, 광효선, 박용춘, 문희숙, 우건조, 김창민 : 유전자재조합식품 검사법 확립. 식품의약품안전청 연구보고서, **2**, 32-46, 2001.
17. 안중주, 백남원 : 여론 주도 집단의 환경보건 위해물질에 대한 인식도와 그 관리 정책에 관한 연구 -유전자재조합식품과 내분비계 장애물질을 중심으로. 한국환경보건학회지, **31**(5), 431-443, 2005.
18. 임송수, 박용하 : 유전자변형 농산물의 관리 및 표시에 관한 정책 연구. 한국농촌경제연구원 보고서, R433, 2001.
19. Brett, G. M., Chambers, S. J., Huang, L. and Morgan, M. R. A. : Design and development of immunoassays for detection of proteins. *Food Control*, **10**, 401-406, 1999.
20. 식품의약품안전청 : 유전자재조합식품 검사지침, 2002.
21. ILSI report : Methods for novel foods derived from genetically modified organisms. 1998.
22. ILSI report : Development in relation to regulatory requirements for the detection of GMOs in food chain. 2000.