

PCR을 이용한 국내에서 안전성이 확인된 유전자재조합 옥수수의 분석 방법

허문석 · 김재환 · 박선희¹ · 우건조¹ · 김해영*

경희대학교 생명과학대학 식품공학전공, ¹식품의약품안전청 식품미생물과

Detection of Genetically Modified Maize Safety-approved in Korea Using PCR

Mun-Seok Heo, Jae-Hwan Kim, Sun-Hee Park¹, Geon-Jo Woo¹ and Hae-Yeong Kim*

College of Life Sciences, Kyung Hee University

¹Divisions of Food Microbiology, Korea Food and Drug Administration

Four lines (MON810, GA21, NK603, and TC1507) of genetically modified maize (GMM) were recently approved after a safety-assessment by the Korea Food and Drug Administration (KFDA). In this study, five pairs of specific oligonucleotide primers, based on the gene sequences inserted into maize and zein gene as internal standards, were designed and a method using PCR was developed for monitoring GMM and GMM derived foods circulating in the market. MON810 and GA21 were detected in raw materials of feed and food in the Korean market.

Key words: genetically modified maize, PCR, primer

서 론

생명공학기술의 발달로 제조제에 대한 저항성, 병충해에 대한 저항성, 또는 저장성 및 영양학적으로 향상된 특성을 갖는 유전자재조합농작물(genetically modified organism, GMO)을 개발하고, 실용화하는 단계까지 이르렀다⁽¹⁻³⁾.

2003년 3월까지 세계적으로 상품화 등록된 GMO는 대두, 옥수수, 감자, 면화, 토마토 등 16개 작물 75개 품종으로 알려져 있다. 이 가운데 옥수수는 미국에서 19품종, 일본에서는 12품종이 시장유통이 허용되고 있어 옥수수 그 자체로서 뿐만 아니라 옥수수기름, 전분류, 스낵류 등의 가공식품형태로 광범위하게 소비되는 것으로 추측된다. 우리나라에서는 2003년 3월말 현재 식품의약품안전청에서 Event MON810, GA21, NK603 그리고 TC1507의 4개 품종 옥수수의 안전성 심사가 완료되었다⁽⁴⁾. 유전자재조합식품의 유통 허용 확대와 소비자의 관심의 증대에 따라 우리나라에서도 2001년 3월부터 원료농산물과 7월부터 가공식품에서 GMO 표시제도를 시행하고 있기 때문에, 이러한 유전자재조합식품의 표시의 타

당성확인이나 시중유통현황을 알기 위한 모니터링 방법의 확립이 필요하다.

모니터링을 위한 유전자분석기술개발 연구는 특정유전자 검출을 위한 PCR방법과 특정단백질을 이용한 면역학적 방법이 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 가공식품에 적용하기 위한 방법으로는 PCR을 이용한 정성, 정량적 방법을 중심으로 연구 개발되고 있다. 국외에서는 GM콩인 RRS와 event176, Bt11, T25, MON810, GA21, MON802, DLL25 그리고 CBH351 등 GM옥수수에 대한 정성적 방법이 보고 되고 있으며^(5,6), 국내에서도 콩과 감자에 대한 검출 방법이 PCR과 면역학적인 방법으로 연구가 보고 되었다⁽⁷⁻¹⁰⁾. 그러나 콩과는 다르게 옥수수는 많은 품종의 유전자재조합체가 개발되었고, 각국마다 안전성 허가 품목이 다르기 때문에 우리나라에서 안전성이 허가된 품목들을 중심으로 표시 타당성에 대한 모니터링을 위한 검출법이 필요하다. 더욱이 최근에 MON810, GA21, NK603 그리고 TC1507 등 4개 품종에 대한 유전자재조합 옥수수들의 안전성심사가 완료되었기 때문에 이에 대한 모니터링을 위해 PCR을 이용한 검출 방법이 필요하다.

이에 본 연구에서는 최근까지 안전성심사를 마친 옥수수 4개 품종의 국내유통여부의 모니터링을 하기 위해 각 품목들의 특이 primer의 제작과 삽입유전자들의 검출방법을 확립하였다.

*Corresponding author : Hae-Yeong Kim, College of Life Sciences, Kyung Hee University, Suwon 449-701, Korea
Tel: 82-31-201-2660
Fax: 82-31-201-2157
E-mail: hykim@khu.ac.kr

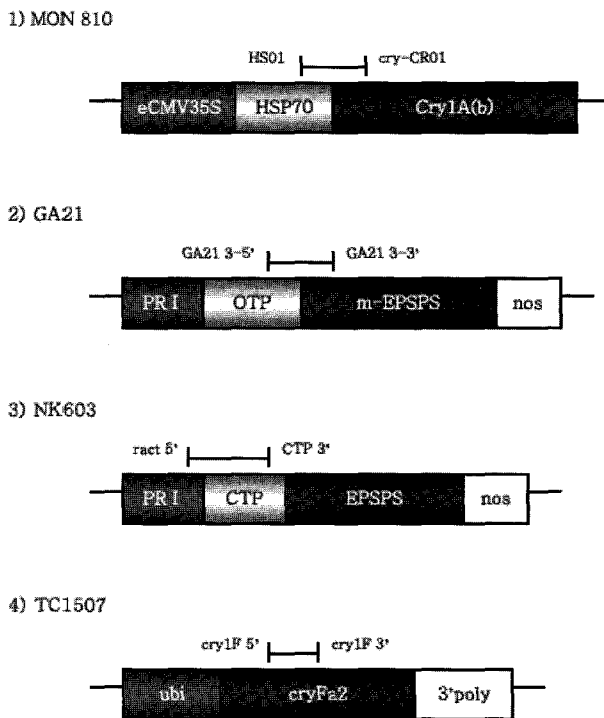


Fig. 1. Schematic diagrams of inserted DNA and amplified regions for the four lines of GM maize.

The primer pairs are represented at the upper side of each line. 1) MON810: eCMV35S: enhanced cauliflower mosaic virus 35S promoter; HSP70: maize HSP70 intron; Cry1A(b): synthetic cry1A(b) gene derived from *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki strain HD-1. 2) GA21: PR I: rice actin I promoter; OTP: intron, optimized transit peptide sequences were derived from ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase genes isolated from maize and sunflower; m-EPSPS: point-mutated 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase gene (epsps) derived from maize; nos: terminator, derived from cauliflower mosaic virus(CMV). 3) NK603: P-ract1: ract1 intron containing rice actin 1 promoter; CTP: chloroplast transit peptide leader sequence from *Arabidopsis thaliana* EPSPS: *Agrobacterium tumefaciens* EPSPS gene. 4) TC1507: ubi: promoter and 5' untranslated region from the maize ubiquitin gene including the first exon and intron; cryFa2: cry1F delta-endotoxin from *B. thuringiensis* var. *aizawai*; 3'poly: 3' termination/polyadenylation sequences were derived from *A. tumefaciens* open reading frame 25.

재료 및 방법

재료

PCR을 통한 GM 검출법에 사용한 표준 옥수수 시료는 GM 옥수수(*Zea mays*)인 MON810(Monsanto), GA21(Monsanto), NK603(Monsanto) 그리고 TC1507(Mycogen)과 대비 품종으로 비형질전환 (non GM) 옥수수이며, 이들은 일본식품종합연구소 Hino 박사팀으로부터 제공받아 사용하였고, 이와 같은 GM 옥수수들에 대한 삽입유전자에 대한 정보는 Fig. 1에 도식화하고 설명하였다. 수입 옥수수의 특성조사에 사용한 사료용 옥수수는 2002년 미국으로부터 국내에 수입된 것을 국립 농산물 품질관리원과 사용업체로부터 각각 제공받았고, 중국산 및 미국산 착유용 옥수수를 국내사용 업체로부터 제공받아 사용하였다. 또한, 팝콘용 미국산 옥수수를 식

품매장에서 구입하였고 국내산 옥수수는 수원 19호와 식 품매장 그리고 재래시장에서 각각 구입하여 실험의 시료로 이용하였다.

Primer의 제작

GMM 검출을 위한 primer들은 4종류의 유전자재조합옥수수에 인위적으로 삽입되어진 rice actin promoter⁽¹¹⁾, *Arabidopsis thaliana*의 chloroplast transit peptide leader⁽¹²⁾ 그리고 *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai*의 delta-endotoxin⁽¹³⁾ gene들을 근거로 2쌍의 특이 primer들을 gene bank의 유전자정보를 통하여 제작하였고, 또한 기존에 보고된 바 있는 내용을 그대로 인용한 1쌍의 특이 primer들을 제작하였다^(14,15). 나머지 1쌍의 특이 primer들은 식품의약품안전청에서 제공받아 사용하였다. 대조구 유전자를 확인하는 primer들로는 옥수수에 존재하고 있는 zein gene⁽¹⁶⁾ 부위를 이용하여 제작하였다 (Table 1).

DNA의 추출

옥수수에서의 DNA 추출은 cetyltrimethylammonium bromide(CTAB) 방법을 이용하였다⁽¹⁷⁾. 사용된 표준 시료와 원료 옥수수는 마쇄하여 0.1g씩을 두개의 1.5 mL tube에 넣어 CTAB 완충용액(2%(w/v) CTAB, 100 mM Tris-HCl(pH 8.0), 20 mM EDTA, 1.4 M NaCl)으로 65°C에서 1시간 처리 후, chloroform을 처리하였다. 이후 상등액에 2배의 CTAB precipitation 완충용액(0.05%(w/v), 40 mM NaCl)을 첨가하여 1시간 동안 상온에 정지함으로써 형성된 침전물을 chloroform 처리하는 작업을 반복하였다. 최종단계에서는 isopropanol로 DNA를 침전시키는 작업을 거쳐 DNA를 순수하게 분리한 뒤 멸균증류수에 녹인 후 사용하였다. 추출된 DNA들은 UV-spectrophotometer(220S, Hitachi, Japan)를 이용하여 260 nm에서 정량하여 사용하였다⁽¹⁸⁾. 한편 추출한 DNA는 0.8%의 agarose gel상에서 50 volt로 50분 동안 전기영동하여 추출된 DNA의 상태를 확인을 하였으며, marker로는 λ -Hind III (Gibco-BRL, USA)를 사용하였다.

PCR 조건

PCR을 위한 반응용액은 한 시료 당 25 μ L를 준비하여 사용하였다. 반응용액 조성은 10 \times PCR buffer 2.5 μ L(TaKaRa, Japan), dNTP 2.0 μ L(10 pM) (Gibco-BRL, USA), Taq DNA polymerase(TaKaRa, Japan) 1 unit(0.1 μ L)을 동일하게 하였으며, template DNA와 primer의 농도는 각 event들에 있어 서로 다른 조건을 확립하였다(Table 2). PCR 조건으로 94°C에서 3분간 열 변성 반응 후, 94°C에서 1분, 60°C에서 1분, 72°C에서 1분간의 반응을 40회 수행하였으며, 마지막 단계로 72°C에서 8분간 수행한 후, 4°C에서 PCR 산물을 보존하였다. PCR 기기는 ASTEC PC808(Japan)을 사용하였다. PCR 산물의 확인은 3% agarose gel 상에서 50 volt로 50분간 전기영동을 하였으며 marker로는 ϕ X174 RF DNA/Hae III (Gibco-BRL)를 사용하였다.

PCR 산물의 DNA 염기서열 비교

PCR 산물의 DNA 염기서열을 확인하기 위해 agarose gel에

Table 1. PCR Primers for detection of r-DNA

Primer name	Specificity	Length	Reference
HS01	HSP70/sense	193bp	[14]
cry-CR01	Cry1A(b)/anti-sense		MON810
GA21 3-5'	OTP/sense	133bp	KFDA
GA21 3-3'	m-EPSPS/anti-sense		
ract 5'	P-ract1/sense	275bp	This study
CTP 3'	CTP/anti-sense		
cry1F 5'	cryFa2/sense	233bp	This study
cry1F 3'	cryFa2/anti-sense		
Zel 1-5'	zein/sense	99bp	[5,16]
Zein 3'-1	zein/anti-sense		Zein (Internal control)

Table 2. Template DNA and Primer concentrations of duplex-PCR

Events	Template DNA (ng)	Primer pairs	pM	Primer pairs	pM
MON810	50	HS01	6.0	Zel 1-5'	4.0
		cry-CR01	6.0	Zein 3'-1	4.0
GA21	50	GA21 3-5'	0.5	Zel 1-5'	0.5
		GA21 3-3'	0.5	Zein 3'-1	0.5
NK603	50	ract 5'	5.0	Zel 1-5'	9.0
		CTP 3'	5.0	Zein 3'-1	9.0
TC1507	50	cry1F 5'	10	Zel 1-5'	0.8
		cry1F 3'	10	Zein 3'-1	0.8

서 4종류의 유전자재조합 옥수수인 MON810, GA21, NK603, 그리고 TC1507의 PCR 산물을 gel extraction kit(Qiagen, USA)를 이용하여 추출한 후, DNA sequencing에 이용하였다. DNA 염기배열은 ABI PRISM 377 model(Perkin Elmer, USA)을 사용하여 염기서열을 결정하였다. Cyclic sequencing 반응의 조성으로는 추출된 PCR 산물 10 ng, primer 3 pM, dye terminator kit 용액 1 µL, 1×PCR buffer 2 µL을 사용하였으며, 온도 조건으로는 96°C에서 10초간 반응시킨 뒤에 96°C에서 10초, 56°C에서 5초, 60°C에서 25초의 조건으로 25 cycle을 수행하였으며 마지막 반응은 60°C에서 4분간 수행하였다. Cyclic sequencing이 종료되면 3 M sodium acetate(pH 5.7) 1 µL, 95% ethanol 12.5 µL을 첨가한 뒤 -20°C에서 10분간 정지한 뒤 15,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 침전물을 건조시킨 뒤 loading buffer(Blue Dextran/EDTA) 2 µL을 첨가하여 DNA를 녹인 후 5분간 변성시켜 automatic sequencer로서 염기서열을 결정하였다. 결정된 염기서열은 NCBI의 database와 비교하여 올바른 유전자들임을 확인하였다.

결과 및 고찰

Genomic DNA의 추출

추출한 DNA를 0.8%의 agarose gel에서 50 volt로 50분간 전기영동한 결과 GMM 시료와 non-GMM 시료에서 유사한 패턴의 genomic DNA들이 존재하는 것을 확인할 수 있었다.

제작된 특이 primer들을 이용한 PCR 산물 분석

4종류의 유전자재조합 옥수수 검색을 위하여 제작한 primer

들을 이용하여 각각의 PCR 산물을 얻을 수 있도록 PCR을 수행하였으며, 각 반응에 internal standard로 원래 옥수수에 존재하는 zein 유전자를 동시에 검출할 수 있는 zein primer set가 포함된 duplex PCR을 수행하여 non GMM과 표준 GMM에 대한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 각 유전자재조합 옥수수 primer set들을 이용한 결과로는 예상한 결과와 같이 non GMM에 대해서는 zein 유전자에 대한 99 bp의 PCR 산물만이 확인되었으며, MON810에서는 약 193 bp, GA21에서는 약 133 bp, NK603에서는 약 275 bp 그리고 TC1507에서는 약 233 bp의 PCR 산물을 확인할 수 있었으며, 또한 모든 GMM 시료의 99 bp 위치에서 내재 유전자가 확인되었다. 그러므로 본 실험에서 사용한 검색용 primer들은 유전자 재조합된 GMM에 특이적으로 반응함을 관찰할 수 있었으며 유전자재조합 옥수수의 검출이 PCR을 통하여 가능함을 입증하였다. 또한 제작한 primer들의 특이성을 확인하기 위하여 PCR 산물의 DNA 염기서열분석을 수행하여 유전정보와 일치함을 확인하였다.

시중에 유통중인 옥수수 원료에 대한 GM 여부의 모니터링

시중에 유통중인 2종류의 미국산 사료용 옥수수, 미국산 팝콘용 옥수수, 중국산 및 미국산 2종류의 착유용 옥수수, 국내산 식용옥수수 3종류 등 8종류의 옥수수를 이용하였다. 각각의 시료에 대해 GMM인 4개 품종에 대한 primer set들을 사용하여 PCR을 수행하였으며, Fig. 3과 같은 결과를 나타내었다. 실험에 이용된 국내산 옥수수, 팝콘용 옥수수 등 식용용 옥수수와 중국산 옥수수에서는 삼입유전자가 발견되지 않고, 옥수수에 원래 존재하는 zein 유전자에 대한 PCR 산

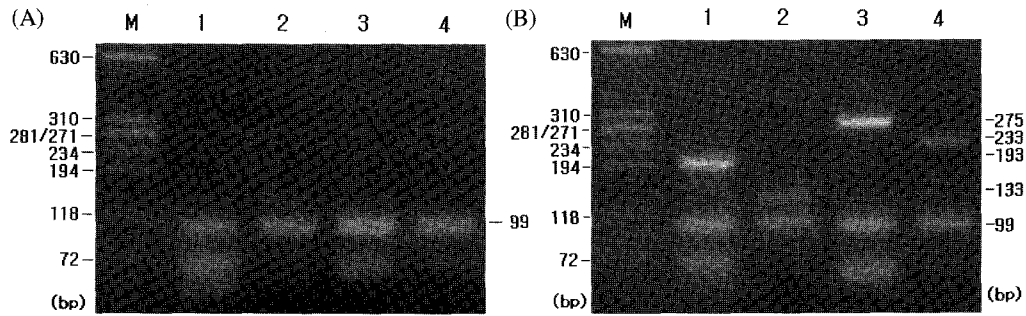


Fig. 2. Agarose gel electrophoresis of duplex-PCR products from DNA of non-GMM and standard GMM.
 (A) amplification of maize DNA from non-GMM, (B) amplification of maize DNA from GMM, Lane M: marker (ϕ X174 RF DNA/*Hae* III), Lane 1: MON810 (193 bp), Lane 2: GA21 (133 bp), Lane 3: NK603 (275 bp), Lane 4: TC1507 (233 bp)

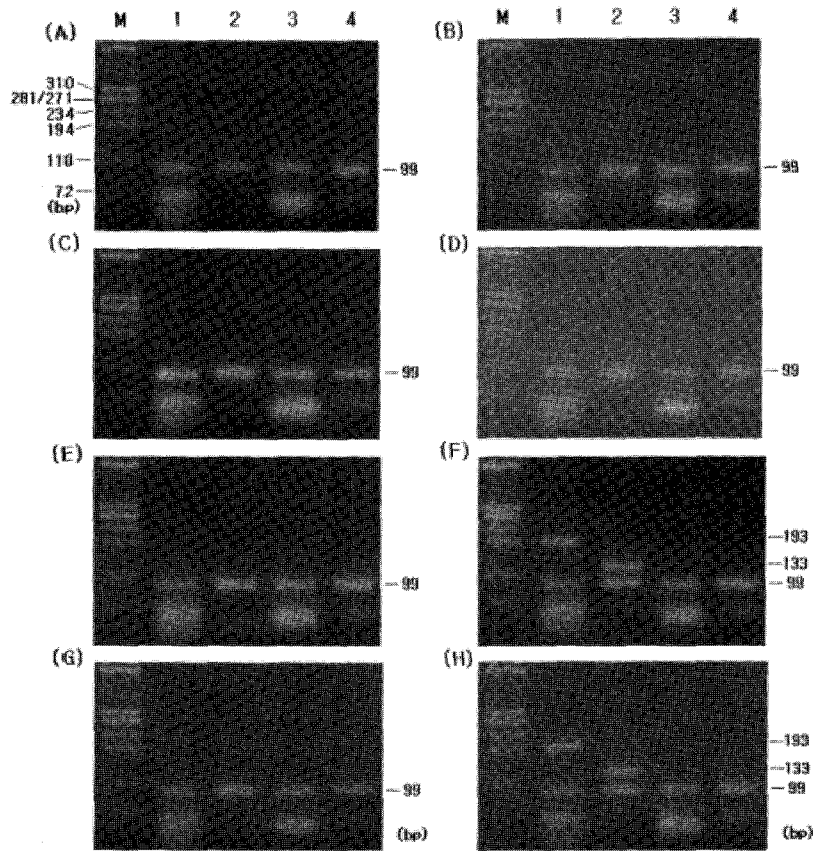


Fig. 3. Agarose gel electrophoresis of PCR products from different maizes.
 A: amplification of Suwon 19th, B and C: amplification of domestic products, D: amplification of popcorn, maize from USA, E: amplification of maize for feeding from U.S.A., National Agricultural Products Quality Management Service furnished, F: amplification of maize for feeding from USA, a feed manufacturer furnished, G: amplification of maize for cooking oil from China, H: amplification of maize for cooking oil from USA, Lane M: marker (ϕ X174 RF DNA/*Hae* III), Lane 1: the primer pairs for detection of MON810, Lane 2: the primer pairs for detection of GA21, Lane 3: the primer pairs for detection of NK603, Lane 4: the primer pairs for detection of TC1507

물만이 확인되었다. 국내산 옥수수에서 GMM 검출이 되지 않은 것은 본 연구에서의 GMM 종들이 국내에서 재배되지 않는 상황에 있어 예상되어지는 결과이며, 팝콘용 옥수수의 경우 그 종이 GMM으로 개발된 종과는 차이가 있는 것으로 팝콘용 옥수수에 GMM이 혼종되지 않았음을 확인 할 수 있었다. 또한 중국으로부터의 GMM 반입 가능성은 본 연구의 결과에 따르면 아직은 없음을 알 수 있었다. 그러나, 일부의 미국산 사료용 옥수수와 착유용 옥수수에서는 안전성 심사

를 거친 MON810과 GA21에 대한 특이 밴드들이 확인이 되었다(Table 3). 일본의 보고에 따르면 전체 maize의 일본내 수입의 80% 정도가 미국산이며, 이에 대한 시료 중 Bt11, Event176 그리고 MON810에 특이 probe들을 이용하였을 때, Bt11과 특히 MON810의 검출 결과가 대부분이었다. 이는 이번 연구에서 미국산의 시료에서 MON810이 검출되는 경우와 동일한 결과를 나타내고 있음을 보이고 있다⁽¹⁹⁾. 또한 지난 1년간 미국으로부터 국내에 수입되어진 사료용 옥수수는

Table 3. The result of GMM detection on each maizes by the PCR method using the primer pairs to amplifying the r-DNA segment

Sample Event	Domestic Products		Popcorn, Maize		Maize for feeding		Maize for cooking oil	
	A	B	C	D	E	F	G	H
MON810	- ¹⁾	-	-	-	-	+ ²⁾	-	+
GA21	-	-	-	-	-	+	-	+
NK603	-	-	-	-	-	-	-	-
TC1507	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾Detected as non-GMM (-). ²⁾Detected as GMM (+).

A-H correspond to Fig. 3.

약 900,000 t(농수산물유통공사자료)으로, 이 양에 대한 GMM 검출을 위한 시료 준비는 GMM의 분포가 전체 양에 균일하지 못하다는 가정 하에 이루어져야 할 것으로 사료된다. 이는 이번 연구 결과에서 보이듯 서로 출처가 다른 미국산 시료의 경우에서도 GMM이 검출되는 경우와 검출되지 않는 경우의 차이를 보이고 있기 때문이며, 또한 이미 보고된 일본의 경우에서도 시료에 따른 차이를 보이고 있음을 알 수가 있다⁽¹⁹⁾. 이와 같은 결과로 이미 안전성 심사가 완료된 MON810, GA21, NK603 그리고 TC1507의 4품종 중 MON810과 GA21이 혼종 되어 수입되고 있음을 확인할 수 있었고, 본 연구에서의 방법으로 GMM들을 정성적으로 확인할 수 있었다.

이상의 GMM 검출방법에 연구를 수행하였고, 이를 토대로 옥수수 가공식품에 대한 GM 함량을 측정할 수 있는 정량방법에 대한 연구가 진행 중이다.

요 약

본 연구는 유전자재조합 기술에 의해 개발된 유전자재조합 옥수수(GMM)의 모니터링을 위하여 PCR을 이용한 검출 방법에 대한 실험을 수행하였다. 최근 식품의약품안전청에서 안전성이 허가된 event MON810, GA21, NK603, TC1507의 GMM에 삽입된 유전자와 표준대조 유전자인 zein의 유전자를 근거로 제작된 primer와 CTAB 방법으로 추출된 옥수수의 DNA를 template로 이용하여 PCR을 수행하였다. GMM의 검출을 위한, 제작된 primer들은 GMM와 특이적으로 반응하여 증폭된 PCR 산물을 생성하였다. 국내시장에 유통 중인 식용과 사료용의 원료옥수수에서 모니터링 하여 이러한 유전자재조합 옥수수의 일부가 국내에 유통 중인 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 식품의약품안전청의 용역연구과제로 수행되었으며 연구비 지원에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Dunwell, J.M. Novel food products from genetically modified crop plants: methods and future prospects. *Int. J. Food Sci. Technol* 33: 205-213 (1998)

2. Dunwell, J.M. Transgenic crops: The next generation, or an example of 2020 vision. *Ann. Bot.* 84: 269-277 (1999)

3. Gasser, C.S. and Fraley, R.T. Genetically engineering plants for crop improvement. *Science* 244: 1293-1299 (1989)

4. www.kfda.go.kr

5. Matsuoka, T., Kuribara, H., Takubo, K., Akiyama, H., Miura, H., Goda, Y., Kusakabe, Y., Isshiki, K., Toyoda, M. and Hino, A. Detection of recombinant DNA segments introduced to genetically modified maize (*Zea mays*). *J. Agric. Food Chem.* 50: 2100-2109 (2002)

6. Matsuoka, T., Kuribara, H., Suefuji, S., Miura, H., Kusakabe, Y., Akiyama, H., Goda, Y., Isshiki, K., Toyoda, M. and Hino, A. A detection method for recombinant DNA from genetically modified maize CBH351. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* 42: 197-201 (2001)

7. Kim, H.J., Park, S.H. and Kim, H.Y. Study for detection of glyphosate tolerant soybean using PCR. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 521-524 (2001)

8. Kwak, B.Y., Ko, S.H., Park, C.W., Son, D.Y. and Shon, D.H. Development of enzyme-linked immunosorbent assay for glyphosate-tolerant soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 366-372 (2003)

9. Seo, H.W., Yi, J.Y., Cho, H.M. and Kim, S.Y. Primer for the potato specific internal control DNA and screening method for the genetically modified potatoes by competitive duplex-PCR. *Korean J. Plant Biotechnol.* 29: 235-240 (2002)

10. Kim, Y.M., Sohn, S.H., Jeong, S.I., Yoon, M.S., Kim, T.S. and Park, Y.H. Detection Methods for Genetically Modified Soybeans. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 45: 185-189 (2002)

11. McElroy, D., Zhang, W., Cao, J. and Wu, R. Isolation of an efficient actin promoter for use in rice transformation. *Plant Cell* 2: 163-171 (1990)

12. Klee, H.J., Muskopf, Y.M. and Gasser, C.S. Cloning of an *Arabidopsis thaliana* gene encoding 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase: sequence analysis and manipulation to obtain glyphosate-tolerant plants. *Mol. Gen. Genet.* 210: 437-432 (1987)

13. Ceron, J., Covarrubias, L., Quintero, R., Ortiz, A., Ortiz, M., Aranda, E., Lina, L. and Bravo, A. PCR analysis of the cryI insecticidal crystal family genes from *Bacillus thuringiensis* Appl. *Environ. Microbiol.* 60: 353-356 (1994)

14. Chiueh, L.C., Chen, Y.L. and Shin, D.Y.C. Detection of four type of genetically modified maize by polymerase chain reaction and immuno-kit methods. *J. Food Drug Anal.* 9: 50-57 (2001)

15. Matsuoka, T., Kawashima, Y., Akiyama, H., Miura, H., Goda, Y., Kusakabe, Y., Toyoda, M. and Hino, A. A method of detecting recombinant DNAs from four lines of genetically modified maize. *J. Food Hyg. Soc.* 41:137-143 (2000)

16. Kirihara, J.A., Petri, J.B. and Messing, J. Isolation and sequence of a gene encoding a methionine-rich 10-kDa zein protein from maize. *Gene* 71: 359-370 (1988)

17. Meyer, R. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMOs in food. *Food Control* 10: 391-399 (1999)

18. Kim, T.W., Min, S.G., Choi, D.H., Jo, J.S. and Kim, H.Y. Rapid

- identification of *Lactobacillus plantarum* in kimchi using polymerase chain reaction. J. Microbiol. Biotechnol. 10: 881-884 (2000)
19. Yamaguchi, H., Sasaki, K., Umetsu, H. and Kamada, H. Two

detection methods of genetically modified maize and the state of its import into Japan. Food Control 14: 201-206 (2003)

(2003년 7월 19일 접수; 2003년 10월 9일 채택)