

노령기 흰쥐에서 제초제 저항성 쌀의 급여에 대한 안전성 평가

이성현^{1*} · 박홍주¹ · 조소영¹ · 전해경¹ · 박용환²

¹농업과학기술원 농촌자원개발연구소 농산물가공이용과

²농업생명공학연구원 유전자제어공학과

Evaluation of Safety for the Supplement of Herbicide-resistant Rice in Old Male Rats

Sung-Hyeon Lee^{1*}, Hong-Ju Park¹, So-Young Cho¹, Hye-Kyung Chun¹
and Yong-Hwan Park²

¹Agriproduct Science Division, National Rural Resource Development Institute,
NIAST, RDA, Suwon 441-853, Korea

²Plant Biotechnology Division, National Institute of Agricultural Biotechnology,
RDA, Suwon 441-857, Korea

Abstract

This research was conducted to evaluate the safety of the herbicide-resistant rice, a genetically modified organism (GMO) developed by the Rural Development Administration by exposing it to 12 months old Sprague-Dawley rats for 8 weeks. The composition of herbicide-resistant brown rice with/without heating treatment was compared with those of conventional Ilpum brown rice with/without heating treatment to assess composition equivalence. Compositional analysis was performed to measure proximates, fiber, and minerals. The nutritional components of herbicide-resistant rice were similar to those of the nontransgenic control or were within the normal range of nontransgenic rice. Four groups of experimental male rats were fed one of the following diets for eight weeks: Ilpum brown rice (I) and its heated rice (IH) as non-GMO, and herbicide-resistant brown rice (G) and its heated rice (GH) as GMO. We checked clinical symptoms (anorexia, salivation, diarrhea, polyuria, anuria, fecal change), food intake, and water consumption every day, change of body weight once a week, and serum biochemistry and organ weights after 8 weeks of experimental feeding. We did not find any significant differences in the above-mentioned items. These results suggested that genetically modified herbicide-resistant rice was compositionally equivalent to conventional Ilpum rice, and nutritional characteristics and safety of herbicide-resistant rice in old male rats treated for 8 weeks were not different from those of Ilpum rice, non-GMO.

Key words: herbicide-resistance rice, GMO, nutrients, safety, old male rats

서 론

21세기에는 세계적으로 기상변화와 인구의 폭발적 증가 등으로 식량수요가 증가할 것으로 보이며, 국내적으로도 남북한의 통일에 의한 식량 수요의 폭증과 더불어 농산물 시장 개방으로 인한 국내산 농산물의 국제경쟁력이 어느 때보다 중요하게 여겨지고 있다. 이러한 당면과제를 해결하기 위해서는 종래 작물의 유전육종, 재배생리 및 가공기술의 개선뿐만 아니라 최근 급속히 발달하고 있는 분자수준의 생명과학 기술을 식물 육종에 접목하거나 이를 응용하는 것이 필수적이다(1). 이에 육종학자들은 새로운 품종을 효율적으로 개발하기 위하여 유전자재조합 기술을 이용하게 되었으며, 이를 이용한 유전자변형 식품이 생산되고 있다. 그러나 최근에 들

어서는 이러한 유전자 변형 식품의 증가로 인해 이 식품에 대한 안전성에 논란이 끊이지 않고 있다. 식품의 영양학적 품질의 변질, 항생제 내성 유발, 다른 생물체의 의도하지 않은 유전자 전이, 새로운 바이러스나 독소 생성, 종교·윤리·문화적 우려 및 GMO 식품의 표시부족에 의한 우려 등 많은 문제점이 대두되고 있다(2-5). 이에 1996년 FAO/WHO에서는 소비자 건강 보호를 위해 기술발전을 저해하지 않는 범위에서 정부의 강력한 식품규제가 필요하며 실질적 동등성에 근거한 안전성 평가(6-8)를 권하고 있다.

식물의 분자 육종기술은 1994년 미국 칼젠사가 잘 몰려지 않는 토마토를 개발한 이후 빠르게 진행되어 왔으며, Padgett 등(9)은 제초제 저항성을 갖도록 유전자 재조합된 대두가 그렇지 않은 대두와 안전성에서 차이가 없다고 발표하

*Corresponding author. E-mail: Ishin@rda.go.kr
Phone: 82-31-299-0561, Fax: 82-31-299-0553

였으나, Lenape potato가 사회적 문제로 대두됨에 따라 GMO의 안전성 구멍이 요구되고 있다. 우리나라도 제초제내성·내충성·항바이러스성 벼, 감자, 토마토가 시험 연구에 있으며 이렇게 개발된 농산물에 대한 안전성 구멍 연구가 시급히 필요한 실정이다. 일반적으로 GMO의 안전성은 실질적 동등성에 의한 안전성 평가로서 주요 및 미량 영양성분 함량이 분석되어야 하고, 영양적 안전성 자료로서 동물의 식이섭취량과 체중증가량, 혈액 및 장기에 미치는 영향 등이 조사되어야 한다(10). 그리고 GMO의 이러한 안전성 평가에는 도정이나 열처리 등 조리공정에 따른 비교가 필요하며 노인 등의 취약계층에 대한 영양학적 특성이 조사되어야 한다(11,12). 그러나 GMO의 안전성에 대한 연구결과가 매우 부족하여 이에 대해 체계적인 많은 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 한국인의 주식이 쌀인 점을 고려하여 유전자 변형(제초제 저항성) 및 모종(일품) 현미를 공식재료로 선정하고, 열처리 유무에 따른 영양성분 함량을 분석하여 실질적 동등성을 비교하였으며, 노령기 모델에서 영양학적 및 독성관련 기초 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

유전자 변형된 쌀의 영양적 특성 및 안전성을 검토하기 위하여 대조군으로 모종인 일품 쌀을 선정하였고, 항생제 저항성 유전자마커가 열처리 전의 현미에 있을 수 있는 점을 고려하여 현미 시료에서 열처리 유무에 따라 영양적 특성을 비교하였다. 즉 시료의 주요 및 미량 영양성분을 분석하여 유전자 변형된 쌀의 실질적 동등성을 비교하였고, 실험동물에 일정기간 급여하여 영양학적 및 독성학적 특성을 조사하였다.

시험재료의 영양성분 함량 분석

시험재료는 모종인 일품과 제초제(glufosinate) 저항성이 입증된 품종으로, 농촌진흥청 농업생명공학연구원에서 분양 받았으며, 일반적으로 밥 짓는 과정을 거친 후 냉동건조하여 분쇄한 것을 열처리 시험재료로 이용하였다. 주요 영양성분 함량은 AOAC 방법(13)으로 측정하였고 인(Ammonium Vanadate법) 외의 무기질 함량은 습식분해 후에 원자흡광광도계(Hitach 6100)로 분석하였다.

실험식이의 종류

실험식이는 시험재료의 주요 영양성분(단백질, 지방, 섬유소, 탄수화물) 함량을 고려하여 AIN-93M 조성에 따라 배합하였으며, 쌀 외에 정제된 원료로서 corn starch(동방), soybean oil(동방), casein(ICN), α -cellulose(ICN), vitamin 및 mineral mixture(ICN; AIN-93), lard(하인즈)를 이용하였다(Table 1). 총 4종(일품 및 GMO의 현미 및 현미밥)의 식이를 노령기 실험동물에게 8주간 자유섭취방법(ad libitum)으로 급여하였다.

실험동물의 종류와 사육

노령기 모델은 생후 4주령된 SD종 수컷 흰쥐 50마리를 일

Table 1. Composition of experimental diets¹⁾ (g/kg diet)

Contents	I	IH	G	GH
Rice	620.7	620.7	620.7	620.7
Corn starch	89.2	87.6	93.4	87.7
Casein	78.7	79.5	75.1	75.1
Lard	70.0	70.0	70.0	70.0
Soybean oil	54.1	52.7	51.3	54.1
α -Cellulose	37.0	39.2	39.2	42.1
Mineral mix	35.0	35.0	35.0	35.0
Vitamin mix	10.0	10.0	10.0	10.0
L-cystine	1.8	1.8	1.8	1.8
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5
Cholesterol	1.0	1.0	1.0	1.0

¹⁾I: Ilpum, Non-GMO, IH: Ilpum, heated, Non-GMO, G: GMO, GH: GMO, heated.

반사료로 11개월간 사육한 후 건강상태가 양호한 노령기 동물(12개월령)를 선별하여 사용하였다. 유전자 변형 쌀의 영양적 특성 및 안전성 조사를 위해 실험동물을 완전임의 배치(10마리/group)하여 stainless steel wire cage에서 한 마리씩 분리 사육하였고, 사육실의 환경은 온도 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도 $60 \pm 5\%$ 로 조절하였으며, 명암은 12시간 주기(light: 6:00 a.m.~6:00 p.m.)가 되도록 하였다.

실험동물의 임상증상 관찰

시험 기간 중에 1일 1회 이상 임상증상(식이 및 음용수 섭취 상태, 침 흘림, 설사, 다뇨 및 무뇨, 대변 이상)을 관찰하였고, 실험식이 섭취량을 주 2~3회, 체중을 주 1회 일정한 시간에 측정하였다.

혈액의 수집 및 분석

실험식이 급여 종료 후에 실험동물을 14시간 절식시키고 경동맥에서 혈액을 채취하였으며 3000 rpm에서 20분간 원심 분리한 후 혈청 분석에 이용하였다. 혈청에서 albumin, alkalinephosphatase, aspartate aminotranferase, total bilirubin, blood urea nitrogen, total protein, γ -glutamyl transpeptidase, creatinine, glucose, cholesterol, triglyceride, Ca 등을 자동혈청분석기(USA)로 측정하여 유전자 변형된 쌀의 영양적 특성과 안전성을 조사하였다.

육안 및 병리조직 검사

체혈 후 뇌조직, 타액선, 폐장, 간장, 신장, 부신, 비장, 식도, 갑상선 및 부갑상선, 심장, 기관, 위, 소장, 대장, 고환, 부고환, 전립선 등은 채취하여 육안 검사를 실시하였고, 일부 장기의 무게를 측정하였다. 무게 측정 및 육안적 검사가 끝난 장기는 10% 중성 포르말린 용액에 고정시켜 1주 이상의 충분한 고정을 거친 후, 파라핀 포매기(Fisher, Histomatic Tissue Processor, 166A)에 고정시켜 마이크로 톰(AO Rotary Microtome)으로 5 μm 두께의 절편을 만들어 Hematoxylin & Eosin 염색을 하고 병리조직검사를 실시하였다.

단백질 및 지질의 흡수율 측정

실험식이 급여 8주 후에 대사 케이지에서 4일간 수집한 대

변을 -70°C 이하에서 냉동보관하였다가 단백질과 지방의 흡수율을 분석(14)하여 유전자 변형된 쌀의 영양적 특성과 안전성을 검사하였다. 단백질 및 지질의 흡수율은 실험식으로 부터 섭취량과 대변중 배설량을 분석하여 계산하였는데, 단백질은 Kjeldahl 정량법을 이용하였고, 총지질 함량은 Folch 등(15)의 방법에 따라 분석하였다.

통계 분석

실험결과는 SPSS 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차(mean \pm SD)로 제시하였고, 각 처리별 유의성은 ANOVA test 후 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

시험재료의 영양성분 함량

일품(non-GMO) 및 제초제 저항성 품종(GMO)의 영양성분 함량을 Table 2에 제시하였다. 시험재료의 영양성분 함량을 분석한 결과, 현미는 탄수화물 85.2~85.7%, 단백질 8.5%, 지방 2.2%, 조섬유 1.5~1.7%, 회분 2.0~2.4% 수준으로 나타났으며, 현미밥은 탄수화물 85~86%, 단백질 8.4~9.0%, 지방 2.4~2.6%, 조섬유 1.5%, 회분 1.7~1.9% 수준이었고, 제초제 저항성 품종(GMO)은 일품(non-GMO)과 영양성분 함량의 차이를 보이지 않았다.

본 연구 결과에서 제초제 저항성 품종(GMO)은 일반 및 미량 영양소의 함량에서 모종인 일품과 차이를 보이지 않았고, 현미 및 현미밥의 일반적인 영양성분 함량 범위(16)에 있는 것으로 나타났다. 이것은 유전자 변형식품인 쌀의 실질적 동등성을 제시하여 주는 결과라 하겠으며, 일반 쌀과 영양적 안전성 측면에서 다르지 않은 것으로 보인다.

실험동물의 임상증상

일품(Non-GMO) 및 제초제 저항성 품종(GMO)의 현미 및 현미밥 식이를 노령기의 수컷 흰쥐에게 8주간 급여하였을 때, 유전자 변형 품종의 현미(G) 및 현미밥(GH) 섭취군을 포함한 모든 실험군에서 시험 기간동안 사망한 동물은 없었고 독성으로 인정되는 임상증상(식이 및 음용수 섭취 상태, 침 흘림, 설사, 다뇨, 무뇨, 대변 이상)이 관찰되지 않았다. 따라서 제초제 저항성 품종(GMO)은 8주간 급여시 노령기 모

델에서 모종인 일품(Non-GMO)과 임상증상에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

유전자 변형된 식품의 안전성 검토를 위한 동물실험에서 일반적으로 임상증상(식이 및 음용수 섭취 상태, 침 흘림, 설사, 다뇨, 무뇨, 대변 이상), 식이섭취량 및 체중의 변화를 조사하는데, 제초제 저항성 품종(GMO) 및 일반(일품, Non-GMO) 현미 및 현미밥 식이를 노령기의 수컷 흰쥐에게 8주간 급여하였을 때, 유전자 변형 품종의 현미(G) 및 현미밥(GH) 섭취군을 포함한 모든 실험군에서 시험기간 동안 사망한 동물은 없었고 독성으로 인정되거나 식이섭취량 및 체중에서 이상 증상이 관찰되지 않았다. 이것은 성장기 흰쥐를 이용한 실험에서 실험식이를 6주간 급여하였을 때, 제초제 저항성 품종의 섭취군에서 일품 섭취군(백미, 현미, 현미밥)과 유의한 차이를 보이지 않았던 연구(11)와 유사한 결과로, 제초제 저항성 품종(GMO)은 6주 이상 급여시 성장기뿐 아니라 노령기 모델에서도 모종인 일품(Non-GMO)과 임상증상에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 최근 제초제 저항성 대두를 섭취한 흰쥐에서 이상적인 임상증상을 보이지 않은 것으로 보고(8)되고 있어 유전자 변형된 식품의 안전성은 여전히 구명되어야 할 문제이다.

식이섭취량 및 체중의 변화

일품(Non-GMO) 및 제초제 저항성 품종(GMO)의 현미 및 현미밥 식이를 섭취한 실험동물의 식이섭취량과 최종 체중을 Table 3에 제시하였다. 노령기 흰쥐에서 시험기간 동안의 하루 평균 식이섭취량은 현미섭취군이 21.2~22.4 g 현미밥섭취군이 19.6~20.6 g으로 모든 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 실험 식이를 섭취한 노령기 흰쥐의 최종 체중은 현미섭취군이 713.0~729.3 g, 현미밥섭취군이

Table 3. Food intake and body weight of experimental groups

Groups ¹⁾	Food intake (g/d)	Body weight	
		Initial (g)	Final (g)
I	21.2 \pm 4.4 ^{2)NS3)}	711.7 \pm 91.8 ^{NS}	729.3 \pm 80.1 ^{NS}
IH	19.6 \pm 1.9	696.2 \pm 40.5	695.9 \pm 53.8
G	22.4 \pm 2.4	717.7 \pm 92.5	713.0 \pm 60.7
GH	20.6 \pm 1.8	697.7 \pm 74.7	716.9 \pm 56.5

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Values are means \pm SD. ³⁾NS: not significant.

Table 2. Nutrients contents of conventional and genetically modified rices

Contents	Energy (kcal)	Carbohydrate (%)	Protein (%)	Fat (%)	Fiber (%)	Ash (%)	Minerals				
							Ca (mg%)	P (mg%)	Fe (mg%)	Mg (mg%)	Zn (mg%)
I ¹⁾	394.6	85.2	8.5	2.2	1.7	2.4	7.8	86.2	1.5	100.6	2.3
IH	399.2	86.0	8.4	2.4	1.5	1.7	5.6	65.6	1.2	77.0	2.0
G	396.6	85.7	8.5	2.2	1.5	2.0	7.1	73.8	1.6	85.5	2.3
GH	399.4	85.0	9.0	2.6	1.5	1.9	6.5	79.1	1.3	96.7	1.9

¹⁾See the legend of Table 1.

Table 4. Serum biochemical values of experimental groups¹⁾

Contents	I	IH	G	GH
Albumin (g/dL)	3.6±0.3 ^{2)NS3)}	3.5±0.2	3.6±0.2	3.8±0.3
Alkaline phosphatase (U/L)	50.2±10.8 ^{NS}	57.3±11.3	59.3±14.1	49.7±9.4
Aspartate aminotransferase (U/L)	192.0±89.3 ^{NS}	204.1±69.7	194.4±45.0	189.9±52.2
Total bilirubin (mg/dL)	0.2±0.1 ^{NS}	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1
Glucose (mg/dL)	126.2±27.1 ^{NS}	99.8±25.5	122.3±29.4	123.3±50.6
Total protein (g/dL)	5.8±0.2 ^{NS}	5.5±0.4	5.5±0.3	5.8±0.6
Blood urea nitrogen (mg/dL)	12.1±1.2 ^{NS}	12.5±1.8	12.2±2.6	12.7±0.8
Triglyceride (mg/dL)	128.2±38.9 ^{NS}	127.3±51.2	106.2±41.8	113.6±51.7
Cholesterol (mg/dL)	107.3±21.1 ^{NS}	105.5±16.6	89.6±21.5	93.9±19.7
Creatinine (mg/dL)	0.5±0.1 ^{NS}	0.5±0.2	0.5±0.1	0.5±0.2
γ-Glutamyl transferase (U/L)	1.4±0.8 ^{NS}	1.4±0.6	1.5±0.5	1.3±0.5
Calcium (mg/dL)	10.3±0.4 ^{NS}	9.5±0.9	9.7±0.3	10.0±1.3

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Values are means±SD. ³⁾NS: not significant.

695.9~716.9 g으로 일품 현미밥 섭취군에서 낮은 경향을 보였으나 실험군 사이에 유의한 차이는 없었다. 따라서 유전자 변형 쌀의 급여는 현미와 현미밥 모두 노령기 흰쥐에서 식이 섭취량이나 체중 증가와 같은 일반적인 항목에 부정적인 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

혈청 생화학적 지표

혈청 생화학적 검사 결과를 Table 4에 제시하였는데, 유전자 변형 현미 및 현미밥을 섭취한 노령기 실험동물(G, GH)은 모종인 일품 현미 및 현미밥을 섭취한 노령기 실험동물(I, IH)과 혈청 생화학적으로 큰 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 제초제 저항성 현미 및 현미밥의 8주 급여는 노령기 실험동물의 혈청 생화학적 지표에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

장기의 무게 및 병리조직 상태

뇌, 폐, 심장, 간장, 비장, 신장(좌, 우), 고환(좌, 우), 타액선 등에 대한 육안 검사를 실시하였을 때 모든 실험군에서 외견상의 문제가 나타나지 않았고, 간, 신장, 폐 등 6개 장기의 무게를 측정된 결과 모든 실험군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 5). 또한 육안 검사가 끝난 조직을 10% 포르말린 용액 및 파라핀 포매기(Fisher, Histomatic Tissue Processor, 166A)에 고정시켜 Hematoxylin & Eosin 염색하고 병리조직검사를 실시하였을 때, 제초제 저항성 쌀을 섭취한 실험군(G, GH)에서 모종인 일품 쌀을 섭취한 실험군(I, IH)과 다른 이상 병변을 보이지 않았다(Table 6). 따라서 제초제

Table 5. Comparison of the organ weights in experimental groups (g/100 g Body weight)

Contents	I ¹⁾	IH	G	GH
Kidney	0.58±0.08 ^{2)NS3)}	0.59±0.12	0.54±0.02	0.58±0.05
Liver	3.12±0.52 ^{NS}	3.01±0.67	2.81±0.54	2.94±0.36
Lung	0.32±0.06 ^{NS}	0.35±0.03	0.32±0.02	0.36±0.09
Brain	0.34±0.05 ^{NS}	0.36±0.04	0.31±0.03	0.34±0.03
Heart	0.25±0.03 ^{NS}	0.26±0.04	0.24±0.02	0.27±0.02
Spleen	0.13±0.03 ^{NS}	0.13±0.02	0.13±0.01	0.14±0.03

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Values are means±SD. ³⁾NS: not significant.

저항성 현미 및 현미밥의 8주 급여는 노령기 실험동물의 장기 무게 및 병리조직에 유의한 영향을 주지 않은 것으로 나타났다.

단백질 및 지질의 흡수율

제초제 저항성 품종(GMO)과 모종인 일품(non-GMO)의 현미와 현미밥으로 배합한 실험식을 8주간 급여한 후에 4일 동안의 단백질과 지방의 흡수율 분석결과를 Fig. 1에 제시하였다. 단백질 및 지질의 섭취량과 변 중 배설량으로 계산한 두 영양소의 흡수율에서 단백질은 85±3% 정도를 보였고, 지질은 93±2%로 나타나 유전자변형 쌀 섭취군(G, GH)을 포함하여 모든 실험군에서 단백질 및 지질 흡수율의 차이를 보이지 않았다. 따라서 우리나라의 대표적 유전자 변형작

Table 6. Histopathological findings of male rats treated with experimental diets

Parameter	I ¹⁾	IH	G	GH
Brain	NF ²⁾	NF	NF	NF
Hypophysis	NF	NF	NF	NF
Lung	NF	NF	NF	NF
Heart	NF	NF	NF	NF
Liver	NF	NF	NF	NF
Spleen	NF	NF	NF	NF
Kidney, left	NF	NF	NF	NF
Kidney, right	NF	NF	NF	NF
Adrenal gland, left	NF	NF	NF	NF
Adrenal gland, right	NF	NF	NF	NF
Esophagus	NF	NF	NF	NF
Stomach	NF	NF	NF	NF
Duodenum	NF	NF	NF	NF
Jejunum	NF	NF	NF	NF
Ileum	NF	NF	NF	NF
Cecum	NF	NF	NF	NF
Colon	NF	NF	NF	NF
Rectum	NF	NF	NF	NF
Testis, left	NF	NF	NF	NF
Testis, right	NF	NF	NF	NF
Salivary gland, left	NF	NF	NF	NF
Salivary gland, right	NF	NF	NF	NF
Prostate	NF	NF	NF	NF

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾NF: not found.

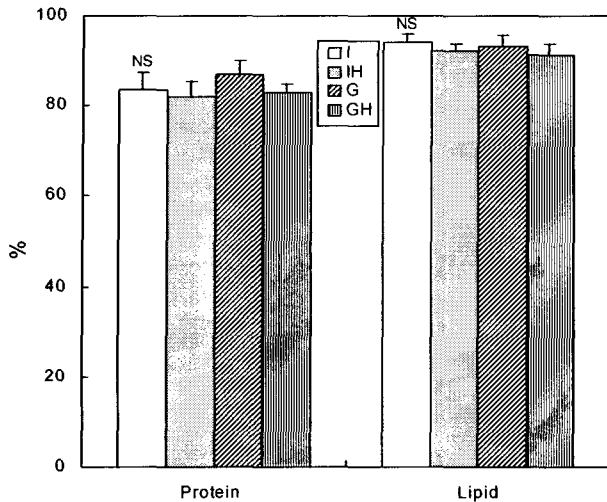


Fig. 1. Comparison of the absorption ratio of protein and lipid in experimental groups fed 4 different kinds of diets. I: Ilpum, Non-GMO, IH: Ilpum, heated, Non-GMO, G: GMO, GH: GMO, heated. NS: not significant.

물인 제초제 저항성 현미 및 현미밥의 8주 급여는 노령기 실험동물에서 단백질 및 지질의 흡수율에 영향을 미치지 않은 것으로 보인다.

그러나 지금까지 개발된 유전자 변형 식품 중 대두는 protease inhibitors, lectins, isoflavones 및 phytate와 같은 plant toxin과 antinutrient를 함유하고 있어 이것을 먹는 사람이나 동물에서 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 보고되고 있다(17). 이런 성분들은 부분적으로 체중 감량 등 현대인의 건강관리 측면에서 이용되고도 있으나 일반적으로 영양소의 흡수를 저해하는 것으로 알려져 있어, 유전자 변형 식품의 안전성은 다각적인 각도에서 검토되어야 할 것으로 생각된다. 또한 유전자 변형 농산물은 식품으로서의 안전성 구명을 위한 새로운 분석항목이 개발되어야 할 것으로 보이고, 유전자 변형 식품의 급여 수준이나 기간 및 차세대에 미치는 영향 등이 앞으로 조사되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 농촌진흥청에서 개발된 유전자 변형 식품의 영양적 안전성을 검토하기 위하여 수행되었다. 쌀이 우리의 주식인 점을 고려하여 우선 안전성이 검토되어야 할 시험재료로 선정하였고, 유전자 변형(제초제 저항성) 쌀의 실질적 동등성 구명을 위해 일반 및 미량 영양소의 함량을 분석하였으며, 대표적 취약 계층인 노령기 모델에서 유전자 변형 쌀을 가지고 안전성을 검토하였다. 특히 항생제 저항성 유전자 마커가 현미에 있을 수 있고 열처리시 변화될 수 있음을 고려하여 유전자 변형 품종의 현미 및 현미밥과 모종인 일품의 현미 및 현미밥으로 배합한 실험식을 8주간 급여하였다. 그 결과 시험재료의 영양성분 함량에 큰 차이를 보이지 않았고, 실험식을 급여하였을 때 모든 실험동물에서 임상적 증상,

조직의 외형이나 무게 및 혈청 생화학적 지표에 차이가 없었다. 그러므로 본 실험에 사용된 유전자 변형 품종(제초제 저항성)의 현미와 현미밥 모두 노령기 실험동물에 어떠한 부정적 영향도 미치지 않은 것으로 보인다. 그러나 유전자 변형 식품의 안전성에 대해 좀 더 보완된 *in vivo* 실험법의 확립과 장기간의 급여에 따른 영향 검토가 필요하고, 본 연구의 시험재료는 단지 제초제 저항성 품종의 현미에 대한 것으로 다른 유전자 변형 식품의 안전성에 대해서는 지속적인 확인 실험이 있어야 할 것으로 생각된다.

문 헌

- Jeong JH, Han SS. 2000. Molecular breeding of herbicide resistance in higher plants. *Korean J Weed Sci* 20: 159-173.
- Young AL, Lewis CG. 1995. Biotechnology and potential nutritional implications for children. *Pediatr Clin North Am* 42: 917-930.
- Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK. 1996. Identification of Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *N Engl J Med* 334: 688-692.
- Hoef AM, Kok EJ, Bouw E, Kuiper HA, Keijer J. 1998. Development and application of a selective detection method for genetically modified soy and soy derived products. *Food Addict Contam* 15: 767-774.
- Koenig R. 1999. European researchers grapple with animal rights. *Science* 284: 1604-1606.
- Millstone E, Brunner E, Mayer S. 1999. Beyond 'substantial equivalence'. *Nature* 401: 525-526.
- Novak WK, Haslberger AG. 2000. Substantial equivalence of antinutrients and internet plant toxins in genetically modified novel foods. *Foods and Chemical Toxicol* 38: 473-483.
- Kim TY, Che JH, Cho SD, Kang KS, Lee YS. 2001. Safety evaluation of genetically modified organisms (GMO) for a 90 day exposure in rats. *J Toxicol Pub Health* 17: 49-57.
- Padgett SR, Taylor NB, Nida DL, Balley MR, McDonald J, Holden LR, Fuchs RL. 1996. The composition of glyphosate tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. *J Nutr* 126: 702-716.
- Park SH. 2001. Safety assessment of food derived from genetically modified plants. *Korean J Crop Sci* 46: 14-23.
- Lee SH, Park HJ, Cho SY, Chun HK, Park YH, Joeng MH, Park SH. 2003. Evaluation of nutritional safety for the herbicide-resistant rice in growing male rats. *Korean J Nutr* 36: 1-6.
- Korea Food & Drug Administration. 1999. Guides for safety evaluation of GMO · Food additives. in (<http://www.cjfoodsafety.co.kr/contents/library/gmo/gmosimsa.htm>).
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 788.
- Lee SH. 2001. Annual report of national rural living science. National Rural Living Science Institute, Suwon. p 1-13.
- Folch J, Less M, Sloanestanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Bio Chem* 226: 497-509.
- National Rural Living Science Institute. 2001. *Food composition table*. 6th ed. p 36-40.
- Vasconcelos IM, Mata AA, Siebra EA, Oliveira JT, Carvalho AF, Melo VM, Carlini CR, Castelar LI. 2001. Nutritional study of two brazilian soybean (*Glycine max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. *J Nutr Biochem* 12: 55-62.

(2004년 1월 13일 접수; 2004년 5월 15일 채택)