

미국 소비자의 GM식품(Genetically Modified Foods) 구입 의향

한 재 환*

Keywords

유전자변형식품(genetically modified(GM) foods), 소비자 인식(consumer perceptions), 내적 일관성(internal consistency), 구입의향(willingness to buy)

Abstract

The present study examines the effects of consumers' perceptions of GM foods on their purchasing decision toward those foods. The results indicate that benefits/risk perceptions significantly influence consumer acceptance of GM foods. In addition, the study found that different levels of consumer knowledge, trust in GM institutions, and morality were key factors to determine consumers' willingness to buy GM foods. However, most socio-demographic factors turned out to be insignificant.

차례

- | | |
|----------|------------|
| 1. 서론 | 4. 분석자료 |
| 2. 선행연구 | 5. 분석 결과 |
| 3. 분석 모형 | 6. 요약 및 결론 |

* 한국농촌경제연구원 식품정책연구센터

1. 서론

유전자 변형기술(Genetic Modification(GM))은 세포생물학과 분자생물학에서 식품이나 식품성분의 유전자 구성을 변형시키는데 사용되는 현대의 모든 기술을 일컫는다. GM농산물은 생산자들에게 생산비 절감, 생산량 증가, 그리고 투입요소를 효과적으로 사용함으로써 수익을 올릴 수 있는 기회를 제공한다. 예를 들어, 바실루스(*Bacillus thuringiensis* (Bt))은 해충저항성 단백질(cry proteins)로 불리는 크리스탈린 단백질 독소(crystalline protein toxin) 작용으로 알칼리성 소화기관(alkaline digestive systems)을 보유한 병원균을 죽인다. Bt 유전자전이(transgenic) 옥수수는 생산량을 감소시키는 유럽 조병나방(the European corn borer (ECB))에 저항하도록 유전자 변형되었다. 그렇게 함으로써 Bt 유전자전이 옥수수는 투입비용을 낮추고 생산량을 증대 시킨다(Thomas 1999). 또한 GM농산물은 일반 농산물에 비해 낮은 수준의 살충제와 제초제 사용, 영양분 증가, 맛의 향상 등 실질적인 혜택을 소비자에게 제공할 수 있다.

전 세계적으로 GM 농산물의 생산은 미국, 아르헨티나, 브라질, 캐나다, 인도, 중국 등 주요 농산물 수출국을 중심으로 해마다 증가하고 있다. 연도별 재배면적을 살펴보면 1996년 170만ha, 2000년 4,420만ha, 2003년 6,770만ha, 2004년 8,100만ha, 2005년 9,000만ha, 2006년 10,200만ha를 기록하여 1996년 대비 2006년 재배면적은 60배 증가하였다. 2006년 국가별 점유율은 미국이 5,460만ha로 전체 재배면적의 54%를 차지하고 있다. 또한 이미 상품화된 GM작물은 옥수수, 쌀, 토마토 등을 포함해 총 21개 작물의 181개 품종에 달하고 있다(James 2007).

시간이 흐름에 따라 급속하게 생산량이 증가하고 있는 GM농산물은 다양한 식품의 주·부원료로 사용되고 있으며 이러한 식품들은 GM식품(GM foods)으로 불린다. GM식품은 유전자 변형된 생물체의 성분을 포함하는 식품이다. 소비자들은 GM식품에 대해 상반된 반응을 보여준다. 어떤 소비자들은 GM식품에 우호적인 태도를 견지하고 있는 반면에, 다른 소비자들은 매우 부정적인 수용성을 보이고 있다. 그렇다면 GM식품에 대해 소비자들이 이렇게 다른 태도를 보이는 이유는 무엇인가? 가장 큰 이유는 소비자들의 GM식품에 대한 인식의 차이라고 할 수 있다. 만약 소비자가 GM식품에 대해 긍정적인 인식을 갖고 있으면 이는 긍정적인 GM식품의 수용성으로 이어질 것이고, 부정적인 인식은 부정적인 GM식품의 수용성으로 나타날 것이다. 그렇기 때문에 소비자의 GM식품 수용성을 분석하려면 GM식품에 대한 소비자의 인식의 영향을 파악하는 것이 매우 중요하다. 본 연구의 목적은 GM식품에 대한 미국 소비자의 지식수준, 위험/

혜택인식(risk/benefit perceptions), 윤리성, GM기관의 신뢰도가 GM식품의 구입의향에 미치는 영향을 실증적으로 분석하는 데 있다. 또한 본 연구의 분석결과를 바탕으로 국내 GM 식품정책을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 선행연구

선행 연구들은 소비자의 위험/혜택인식이 유전자 변형 기술과 GM농산물의 수용에 의미 있는 영향을 끼친다는 사실을 보여준다. 예를 들어, Moon과 Balasubramanian (2004)은 GM에 대한 소비자들의 수용은 이 기술의 위험/혜택속성(a risky and beneficial attribute)에 대한 인식의 평가(cognitive assessment)에 달려있다는 것을 증명하였다. 이 연구에서는 GM의 전반적인 태도에서 위험속성(risky attributes)의 역효과(an adverse effect)가 혜택속성(beneficial attributes)의 호의적인 효과(a favorable effect)를 능가하는 것으로 나타났다. 또한, Hoban와 Kendal(1997)의 연구에 의하면, 미국 소비자들은 GM 식품 안전성을 거의 염려 하지 않는 반면에, Teisl 외(2003)의 연구에서는 미국 소비자들이 GM의 환경에 대한 부정적인 효과와 식품의 안전성에 깊은 우려를 가지고 있음을 보여 주었다. Baker and Burnham(2001)은 소비자의 위험선호(risk preferences)는 GM생산물의 수용성에 큰 영향을 미친다는 것을 보여준다. 이 연구에 의하면 높은 수준의 위험회피(risk aversion)를 보이는 소비자는 GM식품에 대해 거부감이 높은 것으로 나타났다. Lusk and Coble(2005) 연구는 소비자들의 위험선호도(risk preferences)와 위험인식(risk perceptions)이 유전자 변형식품의 수용에 의미 있는 예보자(predictor)임을 보여준다. Han and Harrison (2007)은 다항로짓(multinomial logit) 모형을 이용하여 미국 7개 대도시 소비자들의 GM작물과 GM육류에 대한 구입의향을 분석하였다. 이 연구에서는 소비자가 GM이 인체와 환경에 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 인식하는 정도에 따라 GM작물과 GM육류에 대한 구입의향이 다름을 보여주었다. 이 연구는 소비자들이 GM작물에 비해 상대적으로 GM육류에 높은 위험도(risk sensitivity)를 느끼고 있으며, 소비자의 인식이 GM 식품의 구입의향에 의미있는 변수임을 증명하였다.

국내 소비자의 GM작물과 GM식품에 대한 구입의향을 분석한 연구는 꾸준히 이루어져 왔다. 장호민 외(2005)는 합리적 행위이론과 GM 농산물, 식품 관련 기존연구에 기초하여 국내에 수입되는 GM 농산물 및 식품에 대한 소비자 인지·태도·사회적 영

향·구매의도 사이의 관계를 구조방정식모델을 이용하여 검증하였다. 권오상(2003)은 가상가치평가법(contingent valuation method)을 이용하여 Non-GM식품(두부)에 대한 소비자의 추가지불의사를 추정하였다. 소비자들은 GM농산물 가격의 44.7%~136%를 일반농산물에 대해 더 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다. 같은 해에 권오상 외(2003)는 대학생과 가정주부를 대상으로 실험경매법(Experimental Auction)을 이용하여 GM식품에 대한 소비자의 수용의사(Willingness to Accept)를, Non-GM식품에 대해서는 지불의사(Willingness to Pay)를 추정하였다. 분석결과, 학생들보다는 주부들의 지불의사 및 수용의사가 통계적 유의성이 있음을 보여 주었다. 한편, 김배성(2002)은 소비자와 생산자를 대상으로 인터넷 조사와 전화조사를 실시하여 소비자에게는 GM농산물 및 GM식품의 구매의향을, 생산자에게는 GM작물 재배의향을 분석하였다. 분석결과 소비자의 13.3%만이 GM제품을 구입할 의향을 보였으며, 농민의 49.4%가 GM농작물을 재배할 의향이 있는 것으로 나타났다.

본 연구를 위해 미국 전 지역의 소비자들을 대상으로 설문 조사가 이루어졌다. 또한 실증분석에 추상적·이론적인 개념(예를 들어, 소비자의 GM지식, GM식품의 위험/혜택 인식, GM기관의 신뢰도, 구매의향(intention))이 사용될 때 발생할 수 있는 측정오류(measurement errors)를 최소화 하고, 이들의 내적 일관성(internal consistency) 측정을 위하여 일련의 진단측정(diagnostic measures)을 활용하였다는 점에서 기존의 연구들과 차별성을 가진다.

3. 분석 모형

Lancaster(1966a,b)의 소비자 모델에 의하면, 소비자의 효용은 그들이 구입하는 식품의 속성(또는 특성)에서 도출된다. 예를 들어, 소비자들은 식품의 맛, 영양, 향기, 모양 등을 포함한 다양한 속성들을 고려한 의사결정과정을 통해 효용을 극대화하는 식품을 선택한다. 소비자의 의사결정 과정은 확률효용접근방법(random utility approach)을 이용하여 형성된다. 확률효용모형은 의사결정자(decision-maker)가 완전한 식별능력을 가지고 직면한 수개의 선택 가운데 가장 큰 효용을 가져다 주는 것을 택한다는 것을 가정한다. 함수로 표현하면 다음과 같다.

$$(1) \quad U = U(z_1, z_2, z_3, \dots, z_m)$$

확률효용 관점에서, 소비자는 전통적인 식품(conventional or traditional foods)과 유전자변형식품(genetically modified(GM) foods) 사이에서 소비의 선택에 직면한다. 소비자는 GM식품에 비해 전통적인 식품을 소비할 때 효용이 크다면 전통식품을 구입할 것이고, GM식품을 소비함으로써 보다 큰 효용을 얻을 수 있다면 GM식품을 구입할 것이다. 소비자가 전통적인 식품을 소비함으로써 효용 U_C 를 얻고, GM식품에서 도출되는 효용을 U_G 라 할 때 이들 효용수준은 직접적으로 관찰할 수 없다(directly unobservable). 관찰되는 변수들은 식품의 속성 $a(a=C, G)$ 와 사회·인구통계학적 변수를 포함한 소비자의 특성(x)이다. 확률효용모델에 따르면, 속성 a 를 가진 식품을 소비자 i 가 소비할 때 소비자의 효용은 다음의 함수로 표현된다.

$$(2) \quad U_{ai} = V_{ai} + \varepsilon_{ai}$$

여기서 U_{ai} 는 소비자 i 가 성취한 관찰되지 않은(unobserved or latent) 효용수준이고, V_{ai} 는 식품의 속성과 소비자 특성에 의존하는 관찰되지 않은 효용에서 설명이 가능한 부분(explainable part)이다. 반면에 ε_{ai} 는 소비자 i 와 식품 속성 a 의 선택과 연관된 효용의 설명이 불가능한 확률적인 부분이다(unexplainable random component) (Green 2003, p737).

본 연구에서 소비자 i 의 GM식품에 대한 구입의사 Y_i 는 순위화(ordered)된 이산(discrete) 변수로 분석을 위해 순위프로빗 모델(orderd probit model)이 이용되었다. Y_i 는 전통적인 식품에 비해 GM식품의 소비에서 얻어지는 추가적인 효용(the additional utility)에 좌우된다. 이를 Z_i 라 할 때 Z_i 는 다음과 같은 형태로 표현할 수 있다.

$$(3) \quad Z_i = (V_{Gi} + \varepsilon_{Gi}) - (V_{Ci} + \varepsilon_{Ci}) = (\varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}) + (V_{Gi} - V_{Ci})$$

만약 $Z_i \leq 0$ 이면 소비자 i 는 GM식품 구입에 강하게 반대(strongly disagree)할 것이고 ($Y_i=0$), $0 < Z_i \leq \mu_1$ 이면 반대(disagree)($Y_i=1$), $\mu_1 < Z_i \leq \mu_2$ 이면 중립(neutral)($Y_i=2$), $\mu_2 < Z_i \leq \mu_3$ 는 찬성(agree)($Y_i=3$), 그리고 $\mu_3 \leq Z_i$ 이면 강하게 찬성(strongly agree)($Y_i=4$) 할 것이다. 여기서 μ 는 임계치(threshold value)를 나타낸다(Green 2003, p736). 소비자 i 의 GM식품 구입의사는 다음과 같이 표현된다.

$$(4) \quad \begin{aligned} Y_i &= 0 \text{ if } Z_i \leq 0 \\ Y_i &= 1 \text{ if } 0 < Z_i \leq \mu_1 \\ Y_i &= 2 \text{ if } \mu_1 < Z_i \leq \mu_2 \\ Y_i &= 3 \text{ if } \mu_2 < Z_i \leq \mu_3 \\ Y_i &= 4 \text{ if } \mu_3 \leq Z_i \end{aligned}$$

소비자의 GM식품 구입의사 결정 문제를 나타내는 식 (4)는 아래의 식 (5)와 같은 확률 형태로 나타낼 수 있다.

$$(5) \quad \begin{aligned} \Pr(Y_i = 0) &= \Pr[Z_i = (\varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}) + (V_{Gi} - V_{Ci}) \leq 0], \\ \Pr(Y_i = 1) &= \Pr[0 < Z_i = (\varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}) + (V_{Gi} - V_{Ci}) \leq \mu_1] \\ \Pr(Y_i = 2) &= \Pr[\mu_1 < Z_i = (\varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}) + (V_{Gi} - V_{Ci}) \leq \mu_2] \\ \Pr(Y_i = 3) &= \Pr[\mu_2 < Z_i = (\varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}) + (V_{Gi} - V_{Ci}) \leq \mu_3] \\ \Pr(Y_i = 4) &= \Pr[\mu_3 < Z_i = (\varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}) + (V_{Gi} - V_{Ci})] \end{aligned}$$

ε_i ($\varepsilon_i = \varepsilon_{Gi} - \varepsilon_{Ci}$) 가 표준정규분포라고 가정할 때, 식 (5)는 순위프로빗 모델(ordered probit model)이 된다(Green 2003, p737).

이 연구에서 Z_i 는 설명변수 벡터 x 와 잔차항 v_i 의 함수로 표현된다.

$$(6) \quad Z_i = \beta' X + v_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} \dots + \beta_k x_{ik} + v_i, i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

여기서 x_{ij} 은 소비자 i 의 j th 속성을 나타내며, $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ 는 추정되는 퍼라미터 벡터이고, v 는 잔차항을 나타낸다. $Y_i = 0, 1, 2, 3, 4$ 를 확률형태로 나타내면 아래의 식 (7)과 같다.

$$(7) \quad \begin{aligned} \Pr(Y_i = 0) &= \Phi(-\beta' X_i) \\ \Pr(Y_i = 1) &= \Phi(\mu_1 - \beta' X_i) - \Phi(-\beta' X_i) \\ \Pr(Y_i = 2) &= \Phi(\mu_2 - \beta' X_i) - \Phi(\mu_1 - \beta' X_i) \\ \Pr(Y_i = 3) &= \Phi(\mu_3 - \beta' X_i) - \Phi(\mu_2 - \beta' X_i) \\ \Pr(Y_i = 4) &= 1 - \Phi(\mu_3 - \beta' X_i) \end{aligned}$$

여기서 Φ 는 표준정규분포(standard normal distribution)의 누적분포함수(cumulative distribution function)를 나타내며, 벡터 β 와 μ 는 최우추정법(maximum likelihood estimation)으로 추정된다. 순위프로빗 모델에서 계수추정치를 해석하는 데 어려움이 있기 때문에 본 연구에서는 결과 해석을 위해 한계효과(marginal effects)를 이용한다(Greene 2003, p737). 연속변수와 더미변수의 한계효과를 계산하는 공식은 아래와 같다.

$$(8) \quad \frac{\partial \Pr(Y_i = j)}{\partial X_k} = [\phi(\mu_{j-1} - \beta' X) - \phi(\mu_j - \beta' X)] \beta_k$$

$$(9) \quad \frac{\Delta \Pr(Y = j)}{\Delta X_k} = \Pr(Y_i = j | X_k = 1) - \Pr(Y_i = j | X_k = 0)$$

여기서 ϕ 는 표준정규분포의 밀도함수(probability density function)이다.

본 연구에서 소비자의 GM식품 구입의향에 대한 지지강도를 나타내는 변수 Y_i 는 다음과 같이 표시 된다: i) GM식품 구입을 강하게 거부($Y_i=0$); ii) GM식품 구입 거부($Y_i=1$); iii) GM식품 구입에 대해 불확실($Y_i=2$); iv) GM식품 구입에 찬성($Y_i=3$); v) GM식품 구입에 강한 찬성($Y_i=4$). 분석 모델에 포함된 독립변수들은 다음과 같다: i) GM에 대한 소비자의 지식; ii) GM식품에 대한 소비자의 위험/혜택인식; iii) GM의 윤리성; iv) GM기관에 대한 신뢰도; v) 식품 구입 시 레이블을 읽는 빈도; vi) 유기농 식품 구입 빈도; vii) 소비자의 사회·경제적 변수(예를 들어, 거주 지역/위치, 성별, 결혼 유무, 나이, 소득, 인종, 교육).

그러나 소비자의 GM에 대한 지식, GM식품에 대한 위험/혜택인식, GM의 윤리성, GM기관에 대한 소비자의 신뢰도, 소비자의 GM식품 구입의향 등은 추상적인 개념들로 직접적으로 관찰할 수 없는 변수들(latent variables)이다. 대신에, 이들 변수들을 측정하기 위하여 관찰할 수 있는 대리변수(proxy indicators)를 이용할 수 있다. 그 방법으로, 하나의 추상적인 개념을 측정하기 위해 사용된 일련의 항목들을 합한 후 평균점수를 대리변수(replacement variable)로 이용하였다(Hair et al. 1998). 이 방법은 추상적인 개념들을 측정하는 과정에서 발생하는 오류(measurement errors)들을 극복할 수 있는 수단을 제공한다. 또한 모든 항목에 대해 응답자가 같은 방향을 유지한다는 것을 확인하기 위해, 부정적인 방향을 띄는 문제의 값은 긍정적인 값을 가지도록 수정하였다<표 1 참조>. 소비자의 유전자변형식품 구입의사에 대한 분석 모델은 식 (10)과 같다.

$$(10) \quad Z = \beta_1 \text{GM지식} + \beta_2 \text{혜택} + \beta_3 \text{위험} + \beta_4 \text{윤리성} + \beta_5 \text{신뢰도} + \beta_6 \text{식품레이블} \\ + \beta_7 \text{유기농식품} + \beta_8 \text{북동부} + \beta_9 \text{남부} + \beta_{10} \text{서부} + \beta_{11} \text{시골} + \beta_{12} \text{도시} \\ + \beta_{13} \text{남성} + \beta_{14} \text{기혼} + \beta_{15} 18-34 + \beta_{16} 35-59 + \beta_{17} \text{소득24미만} \\ + \beta_{18} \text{소득75이상} + \beta_{19} \text{백인} + \beta_{20} \text{대학이상} + v$$

각 독립변수를 구성하는 항목들의 설명과 구성개념의 신뢰도(construct reliability)는 <표 1>에 제시되어 있다. 구성개념의 신뢰도가 0.6이상인 경우 높은 단계의 내적 일관성을 가지는 것으로 해석된다 (Fornell and Bookstein 1982). <표 1>에 나타났듯이, 모든 항목들의 구성개념의 신뢰도는 0.75-0.94 범위에 있어 높은 수준의 내적 일관성을 보여준다.

4. 분석자료

2005년 7월에 미국 전역에서 무작위로 선정된 총 4,000명의 소비자들을 대상으로 우편 설문 조사가 시행되었다. 발송된 우편에는 설문지, 우표가 첨부된 반송봉투와 다음의 내용을 포함한 편지가 동봉되었다: i) 설문조사를 하는 목적; ii) 설문참여의 중요성 iii) 유전공학에 대한 기본적인 정보제공. 첫 우편이 발송되고 2-3주가 지난 후 응답하지 않은 소비자들에게 상기편지(remind letter)가 재 발송되었다. 표본의 대표성은 언제나 연구자에게 중요한 관심사이다. 따라서 현재 미국 인구분포를 대변하기 위해 2003년 미국 인구 사무국(the U.S. census bureau in 2003)의 통계에 따라 지역을 북동부, 중부, 남부, 서부 등 4개 지역으로 나누었다. 각 지역으로 발송된 설문지 수는 다음과 같다; 북동부 800(19.0%), 중부 920(22.9%), 남부 1,400(35.6%), 서부 880(22.5%). 발송된 총 4,000개의 설문지 중 분석에 사용할 수 있는 설문지는 약 393개로 약 10%의 응답률을 기록하였다.

표 1. 분석에 사용된 항목

지식^a (구성개념의 신뢰도=0.84; 범위=1 to 5)

1. 동물에서 식물로 유전자를 전이시키는 것은 과학적으로 가능하다.
2. 물고기의 유전자로 유전자 변형된 토마토는 물고기 맛이 난다.
3. 유전자 변형된 감자는 유전자를 포함하고 있지만, 일반 감자는 유전자를 가지고 있지 않다.
4. 유전자 변형식품을 먹는 것은 사람의 유전자를 변형시키지 않는다.
5. 작물을 유전자 변형시키는 것은 복제하는 것과 같다.

유전자 변형식품이 건강과 환경에 미치는 혜택^b (구성개념의 신뢰도=0.89; 범위=1 to 5)

1. 유전자 변형식품은 심장병과 특별한 형태의 암에 걸릴 위험성을 줄일 수 있다.
2. 유전자 변형작물은 보다 낮은 수준의 화학물질 잔여분을 함유한 식품의 생산을 가능하게 함으로 건강에 이롭다.
3. 유전자 변형작물은 생산자의 생산비를 낮추므로 사회에 혜택을 제공한다.
4. 유전자 변형작물은 식품가격을 낮추므로 소비자에게 혜택을 제공한다.
5. 유전자 변형작물은 후진국의 식량부족 사태를 해결하는 데 도움을 주기 때문에 사회에 혜택을 제공한다.
6. 유전자 변형작물은 생산자로 하여금 더 적은 수준의 제초제와 살충제를 사용하게 하기 때문에 환경에 유익하다.
7. 유전자 변형작물은 보다 친환경적인 경영 시스템의 채택을 가져오기 때문에 유익하다.
8. 유전자 변형작물은 토양의 습지보유 증가, 토양 침식 감소, 그리고 살충제의 장기적 사용을 감소시키는 혜택을 제공한다.
9. 유전자 변형작물은 공기와 물의 질을 개선시키는 경영 시스템으로 환경에 유익함을 제공한다.
10. 유전자 변형작물은 야생동물의 거주지와 잠복처를 증가시키는 이로움을 제공한다.

표 1. 계속

유전자 변형식품이 건강과 환경에 미치는 위협^c (구성개념의 신뢰도=0.88; 범위=1 to 5)

1. 유전자 변형식품은 특별한 식품에 알러지 증상을 보이는 사람에게 해로울 수 있다.
2. 유전자 변형 식품은 오염을 방지하기 위해 일반식품과 분리 되어야 한다.
3. 유전자 변형 식품은 인체에 예측할 수 없는 해로움을 끼칠 수 있다.
4. 항생제에 저항하는 유전자를 가진 유전자 변형작물은 유익한 항생제의 효능을 감소시킬 수 있으므로 인체에 유해할 수 있다.
5. 유전자 작물은 정상적인 식품 테스트를 통해 발견되지 않는 특성을 보유할 수 있으므로 인체에 해롭다.
6. 어떤 유전자 변형작물에 사용된 제초제는 환경에 유익한 식물을 죽인다.
7. 유전자 변형작물은 유전자 변형되지 않은 작물과 크로스 폴리네이트(cross pollinate)할 수 있으므로 환경에 해롭다.
8. 유전자 변형된 물고기는 먹이와 짝짓기를 위해 야생 물고기와 경쟁하므로 환경에 해롭다.
9. 유전자 변형 작물은 토양에 있는 유용한 미생물을 죽이므로 환경에 해롭다.
10. 유전자 변형 작물은 토종 식물과 동물들을 위협한다.

윤리성^d (구성개념의 신뢰도=0.88; 범위=1 to 5)

1. 유전공학은 인간과 자연 사이의 관계에 대한 근본적인 원리를 침해한다.
2. 유전공학은 신에게 도전하는 것과 같다.
3. 인간은 자연과 동물이 가지는 복지를 존중할 의무가 있다.
4. 유전자 변형작물과 동물을 창조하는 것은 도덕적으로 옳지 않다.
5. 유전자 변형작물은 자연에 대항하는 것이다.

유전공학 기관에 대한 신뢰^e (구성개념의 신뢰도=0.75; 범위=1 to 5)

1. 당신은 유전공학과 관련된 기관들이 제공하는 유전자 변형식품의 안전과 영양에 관한 정보를 얼마나 신뢰합니까?
2. 당신은 유전자 변형작물의 잠재적인 위험으로부터 환경과 생태계를 보호하는 유전공학과 관련된 기관들을 얼마나 신뢰합니까?
3. 유전자 변형식품을 테스트하고, 검사하며, 규제하는 데 있어서 유전공학과 관련된 기관들을 얼마나 신뢰합니까?
 - a. 정부기관
 - b. 소비자 그룹과 환경단체 그룹
 - c. 식품회사와 농기업
 - d. 과학자와 학계

유전자 변형식품의 구입의향^f (구성개념의 신뢰도=0.94; 범위 =1 to 5)

1. 나는 유전자 변형식품을 구입하는 데 아무런 문제도 없다.
2. 나는 유전자 변형식품을 구입하고 싶지 않다(반대로 됨).
3. 나는 보다 개선된 영양분을 함유한 유전자 변형 토마토를 구입할 것이다.
4. 만약 유전자 변형식품의 값이 일반 식품보다 저렴하다면 구입할 것이다.
5. 나는 유전자 변형 콩으로 만들어진 식용유를 구입할 것이다.

- ^a 응답자의 유전공학에 대한 지식은 5개의 참-거짓 항목으로 측정 되었다. 다섯 항목이 합산되어 0부터 5까지 객관적인 지식의 스케일이 만들어졌다. 0은 응답자가 한 항목도 맞추지 못한 경우, 그리고 5는 다섯 항목을 모두 맞춘 경우를 나타낸다. ‘모름’은 항목이 틀린 경우로 간주되었다.
- ^{bc} 유전자 변형식품과 관련된 혜택과 위험은 건강에 대해 5항목, 환경에 대해 5항목으로 총 10 항목으로 구성되었다. 항목은 5 포인트 리커트 스케일(5-point Likert scales) (강하게 부정-강하게 긍정) 을 이용하여 표기하였다. 총 10항목에 대한 응답자의 점수를 합한 다음 1부터 5까지 범위를 가진 평균점수를 구하였다.
- ^{df} 응답자의 유전자 변형 식품에 대한 윤리성, 구입의향을 측정하기 위하여 각 5항목에 5 포인트 리커트 스케일이 이용되었다. 다른 항목들과 일치성을 유지하기 위하여 구입의향의 두 번째 항목은 역으로 표기하였다. 모든 항목에 대한 응답을 합한 다음 평균점수가 이용 되었다.
- ^e 유전공학 기관에 대한 신뢰도를 파악하기 위해 5단계 스케일이 이용되었다. 1은 ‘전혀 신뢰하지 않음’, 5는 ‘매우 높게 신뢰함’으로 표기되었다. 총 12항목에 대해 응답자의 합계를 구하여 1부터 5까지의 범위를 가진 평균점수가 이용되었다.

5. 분석 결과

설문에 참여한 응답자의 프로파일은 <표 2>에 제시 하였다. 미국의 인구분포와 달리 여성보다는 남성이 설문에 많이 참여 하였으며, 연령층이 높고 고소득층 응답자들이 높은 비율을 차지하고 있다. 표본과 미국 인구분포를 비교해 볼 때 두드러진 차이는 교육수준이다. 본 설문에 참여한 응답자의 약 50%가 학사 학위를 소지한 것으로 조사 되었다. 하지만 인종, 결혼유무, 거주 지역, 지역 등은 미국의 인구분포와 크게 다르지 않는 것으로 나타났다. 분석에 사용된 변수들의 설명과 각 변수들의 통계량은 <표 3>에 제시되어 있다.

순위프로빗 모델의 추정결과는 <표 4>에 나타나 있다. 통계학적으로 유의하고 정(+)의 부호를 가진 임계치(threshold parameter) μ_i 는 소비자의 GM식품 구입의사에 관한 선호체계(ordering of preferences)가 효과적으로 서열화 (effectiveness rating) 되었다는 사실을 확인시켜 준다. 즉 임계치에서 어떠한 표기 에러(specification error)가 존재하지 않다는 점을 암시한다.

<표 4>에서 보듯이 변수별 한계효과는 GM식품 구입의향의 ‘강한부정’, ‘부정’, 그리고 ‘긍정’에 대한 확률에 대해 제시되었다. 분석 결과에 나타나듯이 GM식품에 대한 소비자의 지식수준과 이 식품의 구매의향은 정(+)의 관계를 보인다. GM지식에 대한 한계효과는 GM식품에 대해 높은 지식수준을 보유하고 있는 소비자가 이 식품을 구매할

표 2. 분석에 사용된 표본과 미국 인구^a의 기술적 통계

특성	표본 수	표본 (%)	U.S. 인구 (%)
성별			
남성	233	59.4	49.1
여성	159	40.6	50.9
나이 (년)			
18 - 24	3	0.8	9.8
25 - 34	39	10.0	13.8
35 - 44	55	14.1	15.6
45 - 54	96	24.6	13.9
55 - 59	70	17.9	5.2
60 - 64	37	9.5	4.0
65 or older	90	23.1	12.3
소득			
Under \$15,000	25	7.0	15.9
\$15,000 - \$24,999	31	8.7	13.3
\$25,000 - \$34,999	44	12.3	12.4
\$35,000 - \$49,999	58	16.2	15.4
\$50,000 - \$74,999	84	23.5	18.4
\$75,000 - \$99,999	58	16.3	10.8
\$100,000 and over	57	16.0	13.8
인종			
백인	344	88.4	80.7
비백인	45	11.6	19.3
결혼유무			
기혼	267	68.5	58.9
미혼	123	31.5	41.1
교육			
고등학교 이하	12	3.1	15.9
고등학교 졸업	57	14.7	32.1
기술대학 (Technical or some college)	94	24.3	17.0
준 학사(Associate degree)	33	8.5	8.3
학사	96	24.7	17.7
학사이상	96	24.7	9.0
거주 지역			
시골	98	25.2	21.0
도시	291	74.8	79.0
지역			
북동부	63	16.0	19.0
중부	98	25.0	22.9
남부	138	35.1	35.6
서부	94	23.9	22.5

^a 네 번째 칼럼에 제시된 자료는 Statistical Abstract of the United States (U.S. Census Bureau: 2003)에서 인용함.

표 3. 표본 통계량

변수	설명	평균	표준편차
GM지식	GM식품에 대한 객관적 지식	2.641	1.644
혜택	인체와 환경에 대한 GM식품의 혜택	3.191	0.635
위험	인체와 환경에 대한 GM식품의 위험	3.114	0.674
윤리성	GM의 윤리성	3.019	0.881
신뢰도	GM기관에 대한 신뢰	2.802	0.784
식품레이블	식품레이블을 읽는 빈도	3.929	1.027
유기농식품	유기농식품 구입 빈도	2.571	0.891
북동부	거주지가 북동부 1; otherwise 0	0.160	
남부	거주지가 남부 1; otherwise 0	0.351	
서부	거주지가 서부=1; otherwise 0	0.239	
시골지역	시골지역에 거주 1; otherwise 0	0.252	
도시지역	도시지역에 거주 1; otherwise 0	0.231	
남성	남성 1; otherwise 0	0.594	
기혼	결혼자 1; otherwise 0	0.685	
나이18-34	나이 18세-34 1; otherwise 0	0.108	
나이35-59	나이 35-59 1; otherwise 0	0.567	
소득24미만	소득 \$24,000미만 1; otherwise 0	0.157	
소득75이상	소득 \$75,000이상 1; otherwise 0	0.322	
백인	백인 1; otherwise 0	0.884	
대학이상	대학 이상 1; otherwise 0	0.822	

가능성이 1.3% 높다는 사실을 나타내고 있다. 이는 Han and Harrison(2007)의 연구 결과와 일치한다. 현재 소비자들에게 GM식품에 관한 정보를 제공하는 곳은 크게 정부기관, 소비자·환경단체, 식품회사와 농기업, 학계와 과학자 등이다. 소비자들은 GM에 관한 정보를 주로 대중매체를 통해 습득하는데 (Schultz et al., 2000), 대중매체가 제공하는 정보는 주로 소비자·환경단체가 공급하는 정보의 비중이 매우 높다. 그런데 대중매체에서 공급하는 정보가 주로 GM 식품의 부정적인 측면을 강조하는 경향이 있다는 것이 연구자의 가정이다. 소비자들은 이러한 부정적인 정보를 접하고 자연스럽게 GM식품에 대해 비우호적인 인식을 갖게 된다. 반면 GM식품과 이해관계가 없거나 적은 정부기관, 학계와 과학자는 소비자·환경단체와 달리 GM식품에 대해 비교적 객관적이고 균형적인 정보를 제공할 것이라는 것이 또한 연구자의 가정이다. 분석결과는 소비자가 이러한 비영리단체 (non-profit institutions)로부터 정보를 획득하여 GM식품에 대해 올바른 과학적 지식을 정립하고 높은 지식수준을 보유할 때 이 식품에 대해 긍정적인 태도를 형성한다는 점을 암시하고 있다.

표 4. 순위프로빗 모형 추정결과

변수	추정치(표준오차)	GM식품 구입의향에 대한 변수별 한계효과		
		강한부정	부정	긍정
GM지식	0.077(0.027)***	-0.00(0.001)*	-0.004(0.002)**	0.013(0.005)***
혜택	0.987(0.135)***	-0.011(0.005)**	-0.052(0.015)***	0.166(0.030)***
위험	-0.823(0.132)***	0.009(0.004)**	0.044(0.013)***	-0.138(0.028)***
윤리성	-0.388(0.094)***	0.004(0.002)**	0.021(0.007)***	-0.065(0.017)***
신뢰도	0.258(0.089)***	-0.003(0.002)*	-0.014(0.006)**	0.043(0.016)***
식품레이블	-0.209(0.065)***	0.002(0.001)*	0.011(0.005)**	-0.035(0.012)***
유기농식품	0.010(0.082)	-0.000(0.001)	-0.001(0.004)	0.002(0.014)
북동부	0.165(0.190)	-0.002(0.002)	-0.008(0.009)	0.029(0.035)
남부	0.178(0.157)	-0.002(0.002)	-0.009(0.008)	0.031(0.028)
서부	0.070(0.179)	-0.001(0.002)	-0.004(0.009)	0.012(0.031)
시골지역	-0.034(0.146)	0.000(0.002)	0.002(0.008)	-0.006(0.024)
도시지역	-0.214(0.149)	0.003(0.003)	0.012(0.010)	-0.034(0.023)
남성	0.368(0.134)***	-0.005(0.003)*	-0.020(0.009)**	0.060(0.022)***
기혼	-0.116(0.134)	0.001(0.001)	0.006(0.007)	-0.020(0.024)
나이 18-34	0.015(0.214)	-0.000(0.002)	-0.001(0.011)	0.003(0.036)
나이 35-59	-0.064(0.134)	0.001(0.002)	0.003(0.007)	-0.011(0.024)
소득\$24,000미만	-0.057(0.186)	0.001(0.002)	0.003(0.010)	-0.009(0.030)
소득\$75,000이상	-0.040(0.138)	0.001(0.002)	0.002(0.007)	-0.007(0.023)
백인	-0.455(0.186)**	0.003(0.002)*	0.019(0.008)**	-0.088(0.041)**
대학이상	0.218(0.176)	-0.003(0.003)	-0.013(0.012)	0.034(0.026)
μ_1	0.203(0.088)**			
μ_2	0.353(0.111)***			
μ_3	0.574(0.131)***			

*, **, *** 은 각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함; Log-Likelihood Function: -666.9; Chi-Square(χ^2): 345.63; Pseudo R2; 0.203.

GM식품이 인체와 환경에 혜택을 가져다 줄 것이라고 믿는 소비자들은 GM식품을 구입할 의향이 약 17% 더 높은 것으로 나타났다. 즉, GM식품의 생산성과 기능성 측면에서 장점과 잠재력을 인식하는 소비자들은 이 식품에 대해 매우 우호적인 태도를 가지고 있음을 분석결과로는 보여주고 있다. 반면에 GM식품이 인체와 자연 생태계에 부정적인 영향을 끼칠 것으로 인식하는 소비자들의 식품 구입 의향은 낮게 나타났다. 시장에서 유통·소비되고 있는 GM식품들은 현대 과학을 이용하여 현재의 안전성 기준으로 인체와 환경·생태계에 무해하다는 안전성 평가를 통과한 식품들이다. 그럼에도 분

석결과, GM식품구입에 대해 부정적인 태도를 가지고 있는 소비자들은 이 식품의 잠재적인 위험성을 크게 염려하는 것으로 해석된다. 또한 GM의 윤리성을 크게 우려하는 소비자들은 GM식품 구입을 꺼리는 것으로 나타났다. 이러한 부류의 소비자들은 동물복지에 큰 관심을 가지고 있으며, 유전자를 변형함으로써 ‘생물 창조’를 하는 행동은 신의 영역을 침범하는 것이라고 주장한다.

<표 4>는 소비자들의 GM식품 수용여부에 GM기관들의 신뢰가 매우 중요함을 암시한다. 미국 소비자들의 GM에 대한 지식은 매우 낮은 수준으로 생각된다. 예를 들어, 본 설문에 참가한 소비자들은 평균 미국 소비자들에 비해 높은 교육수준을 나타내고 있는데도 매우 기본적인 GM 지식을 묻는 5개의 문제에서 4개 이상 정답을 맞춘 비율은 36%, 5개 모두 정답을 표시한 비율은 13%에 불과하였다. 이러한 GM에 대한 지식 부족을 해소하기 위해, 소비자들은 GM에 관한 정보를 제공하는 GM기관에 더욱 더 의지할 것으로 예상된다. 분석결과는 소비자들이 GM기관에 높은 신뢰감을 갖고 있을수록 GM식품에 우호적임을 보여준다.

또한 식품구입 시 레이블을 자주 읽는 소비자일수록 GM식품을 구입할 가능성이 낮은 것으로 나타났다. 이는 레이블을 빈번히 읽는 소비자는 그렇지 않은 소비자들보다 상대적으로 건강에 높은 관심을 가지고 있으며, GM식품의 잠재적인 위해성에 큰 우려를 나타내고 있는 것으로 해석된다. 남성 소비자들은 여성소비자들에 비해 GM식품을 구입할 확률이 높은 반면, 백인들은 GM식품 구입에 부정적인 태도를 가지고 있음을 분석결과를 보여준다. 하지만 대부분의 사회·경제적 변수들은 통계학적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

본 연구는 정부정책 입안자들에게 의미있는 함의를 제공한다. 분석결과를 통해 우리는 미국 소비자들의 GM기관에 대한 신뢰도가 GM식품 구입의향에 매우 의미있는 변수임을 알 수 있다. 미국 소비자들은 매우 다양한 공급처에서 GM식품에 대한 정보를 취득한다. 하지만 앞서 언급되었듯이, 소비자들에게 제공되는 정보들 중에는 영리단체와 개인단체의 과학적 근거 없는 잘못된 정보도 상당수 포함되어 있다. 이들의 왜곡된 정보는 소비자들의 GM식품에 대한 바른 인식과 지식형성을 저해하고, 나아가 GM식품의 올바른 구입 결정에 큰 장애가 되고 있다. 이러한 상황에서 GM의 대표기관이며 국민의 기관이라 할 수 있는 정부가 소비자의 알 권리를 충족시킬 수 있도록, 건전하고 객관적인 정보를 제공해야 한다는 사실은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

본 연구 결과는 우리나라에도 시사점을 제공한다. 미국의 경우와 마찬가지로 국내 소비자들의 GM이나 GM식품에 관한 지식은 매우 낮은 것으로 추정된다. 설령 개인적으로 지식수준이 높다고 생각할지라도 실질적인 지식수준은 높지 않은 것으로 보인다

(한국영양학회 외 2008). 이러한 현실에서 GM 정보원으로서 GM기관의 역할은 매우 중요하다고 할 수 있다.

국내 소비자들은 GM식품에 관한 정보를 주로 대중매체를 통해서 습득하고 있으며 GM식품의 정보원으로 시민단체나 언론매체에 비해 정부기관을 크게 신뢰하지 않는 것으로 나타났다(한국영양학회 외 2008, 하정철 외 2003). 하지만 시민단체나 언론매체에서 제공하는 GM식품에 관한 정보가 과연 가치중립적이고 객관적인지 생각해 볼 필요가 있다.

정부는 소비자가 비이성적이고 비균형적인 정보를 바탕으로 GM식품에 대해 가치 판단을 하게 해서는 안된다. 정부는 대칭적(symmetric)이고 균형적(balanced)인 정보를 제공하여 소비자가 GM식품에 대해 올바른 판단을 할 수 있도록 도와야 한다. 이를 위한 하나의 수단이 GM 표시(labeling)인데, 우리나라의 현 GM 표시제도는 소비자들로부터 수정과 재검토를 요구받고 있다. 미국은 GM식품에 대해 자발적 표시제(voluntary labeling policy)를 실시하고 있지만, 우리나라는 소비자의 알권리 확보와 선택권 확대를 위해 의무적 표시제(mandatory labeling policy)를 실시하고 있다. 하지만 국내 소비자들은 현 표시제도에 만족하지 못하고 있으며, GM식품 안전성 확보를 위한 표시기준 강화를 바라고 있다. 예를 들어, 국내에서는 GM작물이 비의도적으로 3%이하 혼입된 경우 표시가 면제되는데, 소비자들은 그 기준을 더 강화할 것을 요구하고 있다. 반면에 식품업계와 정부는 GM식품에 대한 추가적인 불필요한 규제확대는 사회적 혼란만 가중시킨다는 입장을 견지하고 있다.

따라서, GM식품 표시제도에 대한 소비자의 신뢰를 확보하고 정부와 업계, 소비자가 만족할 수 있는 GM식품 표시제도에 관한 사회적 합의 도출이 필요한 시점이다. 궁극적으로 정부는 소비자가 GM식품 정책에서 정부를 신뢰할 수 있도록 적극적으로 노력해야 하며, 지속적으로 GM식품에 관해 올바른 정보를 제공해야 할 것이다. 그러할 때, 소비자의 GM식품에 대한 올바른 지식 형성과 선택에 도움을 주고, 소비자를 위한 합리적이고 실질적인 GM식품의 정책이 수립될 수 있을 것이다.

6. 요약 및 결론

본 연구는 미국 소비자들의 GM식품에 대한 지식, 위험/혜택 인식, GM기관에 대한 신뢰도, 윤리성이 GM식품의 구입의향에 미치는 영향을 분석하였다. 분석을 위해 미국

의 인구분포에 비례하여 북동부, 중부, 남부, 서부 등 4개 지역으로 나누어 설문지를 배포하였다. 조사에 참가한 응답자들은 전체 인구에 비해 높은 교육수준을 가지고 있으며, 여성보다 남성이 높은 비율을 차지하였다. 기존의 연구와 비교하여 본 연구의 큰 차이점은 미국 50개주에 거주하는 소비자들을 대상으로 설문조사가 이루어졌으며, 구성개념의 내적일관성(internal reliability of a scale)을 높이기 위해 이론적이고 추상적인 개념을 위한 다수의 항목이 이용된 것이다. 통계학적으로 유의한 임계치 μ_i 는 0,1,2,3,4로 표기된 GM식품 구입의사의 응답범주(response categories)가 올바르게 서열화(ordered)되었음을 암시한다. 순위프로빗 모형 계수들은 쉽게 해석하기 어렵기 때문에 계수들을 이용하여 추론을 하는 데 주의가 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 회귀 변수들의 변화가 어떻게 특정 경우의 확률에 영향을 끼치는가를 추론하는 데 한계효과가 계산되었다.

분석결과는 GM식품에 대한 소비자의 지식수준이 높을수록, 또한 소비자가 GM식품의 인체와 사회, 그리고 환경에 미치는 긍정적인 혜택을 인식할수록 GM식품을 구입할 가능성이 높다는 것을 보여준다. 반대로, GM식품의 안전성에 큰 염려를 가지고 있으며, 이 식품의 윤리성 이슈에 동의하는 소비자의 경우 구입의향은 부정적인 것으로 나타났다. 또한 소비자의 GM기관에 대한 신뢰도는 GM식품의 구입의향에 매우 의미 있는 변수라는 사실이 분석결과를 통해 나타났다. 하지만 앞서 언급하였듯이, 본 연구에 참가한 소비자들은 높은 교육수준을 갖고 있어 결과가 편향되었을 가능성이 존재한다. 그러므로 교육수준이 낮은 소비자들의 GM식품 구입의향은 분석결과를 토대로 조심스럽게 접근되어야 할 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 권오상. 2003. “가상가치평가법을 이용한 유전자변형제품의 소비자 수용성에 관한 계량분석.” 『농업경제연구』 44(2): 111-131.
- 권오상, 김기철. 2003. “실험경매법을 이용한 유전자변형제품의 소비자 수용성 분석.” 『농업경제연구』 44(4): 101-119.
- 김배성. 2002. “생명공학 및 유전자변형생물체에 대한 소비자와 생산자 인식 조사분석.” 『농업경제연구』 43(3):1-31.
- 장호민, 성봉석, 황경연. 2005. “수입 생명공학제품에 대한 소비자 인지와 구매의도: GM 농산물 및 식품을 중심으로.” 『무역학회지』 30(2): 133-164.
- 하정철, 최수진, 권영태, 문태화. 2003. “유전자재조합식품 안전성과 표시에 대한 소비자 인식 조사.” 『한국식품영양과학회지』 32(8): 1401-1407.

- 한국영양학회, 식품의약품안전청. 2008. “유전자재조합식품의 안전성 과 표시.”
- Baker, G.A. and T.A. Burnham. 2001. “Consumer Response to Genetically Modified Foods: Market Segment Analysis and Implications for Producers and Policy Makers.” *Journal of Agricultural and Resource Economics* 26(2): 387-403.
- Fornell, C. and F.L. Bookstein. 1982. “Two Structural Equation Models: LISREL and PLS Applied to Consumer Exit-Voice Theory.” *Journal of Marketing Research* 19(4): 440-453.
- Greene, W.H. 2003. *Econometric Analysis*, 5th ed., Prentice Hall.
- Hair, Jr. J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham, and W.C. Black. 1998. *Multivariate Data Analysis*. 5th. ed., Prentice, Hall, Upper Saddle River.
- Han, Jae-Hwan and R. Wes Harrioso. 2007. “Factors Influencing Urban Consumers’ Acceptance of Genetically Modified Foods,” *Review of Agricultural Economics* 29(4): 700-719.
- Hoban, T.J. and P.A. Kendal. 1997. “Consumer Attitudes about the Use of Biotechnology in Agriculture and Food Production.” North Carolina State University, Raleigh, NC.
- James, Clive. 2007. *Global Status of Biotech Crops*. Briefs 35-2006.
- Lancaster, K.J. 1966a. “A New Approach to Consumer Theory.” *Journal of Political Economy* 74: 132-157.
- Lancaster, K.J. 1966b. “Change and Innovation in the Technology of Consumption.” *American Economic Review* 56: 14-23.
- Lusk, J. L. and K. H. Coble. 2005. “Risk Perceptions, Risk Preference, and Acceptance of Risky Food.” *American Journal of Agricultural Economics* 87(2): 393-405.
- Moon, W. and S.K. Balasubramanian. 2004. “Public Attitudes toward Agrobiotechnology: The Mediating Role of Risk Perceptions on the Impact of Trust, Awareness, and Outrage.” *Review of Agricultural Economics* 26(2): 186-208.
- Schulz, S., T. Burkink, and R. Marquardt. 2000. “Consumer Opinions toward the Use of Food Made with Genetically Modified (GM) Ingredients.” Paper Presented at the International Food and Agribusiness Management Association (IAMA) 2000 Agribusiness Forum, Chicago, IL.
- Teisl, M.F., L. Garner, B. Roe, and M.E. Vayda. 2003. “Labeling Genetically Modified Foods: How Do US Consumers Want to See It Done?” *AgBioForum* 6(3&4): 48-54.
- Thomas, J.N. 1999. *Biotechnology and Safety Assessment*, 2nd. ed., Taylor & Fransis, U.S. Census Bureau, 2003. Statistical Abstract of the United States.

원고 접수일: 2008년 3월 12일
원고 심사일: 2008년 3월 21일
심사 완료일: 2008년 6월 24일