

GM과 non-GM, 친환경작물의 공존을 위한 제도 보완의 필요성

이신우

진주산업대학교 생명자원과학대학 작물생명과학과

Consideration on coexistence strategy of GM with non-GM, environmentally friend crops in South Korea

Shin-Woo Lee

150, Chiram-dong, JinJu, Dept. of Crop Science & Biotechnology, College of Life Sciences & Natural Resources,
JinJu National University, Korea

ABSTRACT The current legislation in South Korea clearly states that the tolerance threshold on the adventitious presence of GMO in environment-friendly agricultural products is 3.0% and no GM seed should be detected in their planting seed batches. To date, in Korea, there is no approved GM crop for commercial cultivation in field. However, several GM crops including rice, Chinese cabbage, potato and wild turf grass are currently under risk assessment for their environmental release. Also Korean government (Rural Development Administration, RDA) announced that 11 institutes including universities have been currently certified to carry out a risk assessment of GM crops. Meanwhile, the cultivated area and certified quantities of environment-friendly crops (organic, pesticide-free and low-pesticide) are sharply increasing every year according to the report of National Agricultural Products Quality Management Service (NAQS). In detail, in 2007, the certified quantities of environment-friendly agricultural products were elevated up to 100-fold for organic, 171-fold for pesticide-free and 2,324-fold for low-pesticide crops when compared with those in 1999. The total certified quantity of environment-friendly cereal crops in 2007 was equivalent to 6.4% of total production of cereal crops. Moreover, 24% of total production of root and tuber crops such as potato and sweet potato were certified for environment-friendly agricultural products. In these circumstances, I strongly suggest that current legislations on GM crop's safety management should be revised to include strategies for the coexistence of GM with non-GM crops, especially environment-friendly crops before GM crop is approved to be cultivated for commercialization. Since all types of crops are grown in an open environment, the adventitious presence of GM crops among non-GM crops is inevitable if appropriate measures for coexistence are not established for species by species such as isolation distance, workable management measures to minimize admixture.

서 론

지난 2002년 초 캐나다의 Saskatchewan주에 약 1,000여명

의 유기농 인증 유채농민들이 회원으로 구성되어 있는 한 유기농협회가 몬산토 캐나다와 아벤티스 회사 등 농업생명공학 제품 개발 회사들을 고소하는 사건이 발생하였다 (Bouchie 2002). 동 사건의 배경에는 이들 농업생명공학회사들이 판매한 GM 유채가 회원들의 유기농 유채를 오염시켜 판매가 부진하여 그 피해가 심각하다는 것이 주된 요인이었

*Corresponding author Tel 055-751-3227 Fax 055-751-3220

E-mail: shinwlee@jjnu.ac.kr

다. 즉 GM유채가 인체 및 환경에 위험한 인자를 갖고 있으므로 재배를 금지하여야 한다는 주장이 아니라 소비자들이 선호하는 유기농법으로 재배하는 유채농장 주변에 GM작물을 재배함으로써 순수한 유기농법만으로 재배된 유채를 생산하기가 어렵고 이에 따른 판매부진에 대한 피해를 보상하여 달라는 주장이었다.

지구상에 GM작물의 재배가 시작 된지 거의 15년이 되었으나 GM 작물의 안전성에 관한 논란은 아직도 계속되고 있다. 그러나 국가별 혹은 개인별로 그 차이는 있지만 대체적으로 인체 혹은 자연환경에 미칠 수 있는 우려할 만한 수준의 위해성은 내포하고 있지 않다는 의견이 지배적이라고 할 수 있다. 하지만 현재의 과학기술로는 입증 할 수 없는 잠재적인 위험성은 아직까지 우려하지 않을 수 없다는 소비자의 막연한 불안감을 완전히 불식시키지 못하고 있는 것 또한 우리가 직면하고 있는 현실이다.

따라서 GMO를 반대하는 운동의 방향도 전환점을 맞고 있다고 볼 수 있다. 즉 그동안의 무조건적인 반대의 입장에서 선회하여 농민을 포함한 농산물의 원료를 생산하는 생산자, 유통 및 가공에 종사하는 단체 및 기업체 그리고 소비자들이 스스로 GM종자 혹은 농산물을 선택할 수 있는 권리를 보장할 수 있으며 아울러 신뢰할 수 있는 국가적인 제도를 수립하여야 한다는 주장과 함께 2005년 이후 부터는 GM농산물의 생산 및 유통과정에서 나타나는 문제점을 이슈화하는 방향으로 전개되고 있다. 예를 들면 Bt10 옥수수의 오염, GM유채종자를 개발회사의 승인 없이 재배하여 문제가 된 슈마이저 사건, 일본의 GM유채 오염사건, GM 쌀 오염 사건 등 최근에 문제가 된 사례들은 연구 개발 단계 혹은 수입과정 등의 유통과정에서 일어난 것들이다 (김은진 2006).

특히 최근에는 유기농법으로 경작한 유기농산물이 비싼 가격에도 불구하고 소비자들의 지속적인 요구 도에 따라 그 재배면적이 국가별로 점차 증가하는 추세에 있다. 이들 유기농작물과 함께 GM 작물 또는 일반 작물을 포함한 모든 작물은 일반 자연환경에서 재배되기 때문에 이들이 의도하지 않게 혼입되는 것은 불가피한 경우가 대부분이다 (Altieri 2005). 따라서 EU는 지난 2003년도에 GM과 non-GM작물의 공존을 위한 지침에 관한 권고안을 채택하고 각 회원국들로 하여금 국가별 시행을 위한 법령을 준비 중에 있다 (European Commission 2003). 그 기본 취지는 소비자와 생산자 등 모든 이에게 GM이든 유기농이든 아니면 일반 농작물이든 선택권을 부여하고 그들이 선택한 것들을 신뢰할 수 있도록 하

는 국가적인 관리 제도를 마련하자는 것이다.

우리나라는 아직 상업적인 용도의 재배가 승인된 GM 작물은 단 한건도 없으므로 국내에서는 GM작물의 재배가 이루어지지 않고 있다. 그러나 최근 농촌진흥청과 대학교에서 GM벼 (류태훈과 김동현 2006), 배추 (조현석 2006), 감자 (서효원 2006), 들잔디 (이효연과 배태웅 2005)에 대한 환경위해성평가가 진행 중에 있으며 농촌진흥청은 「유전자변형 생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」 제8조제4항, 동법 시행령 제10조제2항 및 동법 시행규칙 제6조제2항의 규정에 따라 다수의 GM작물관련 실험수행을 승인하였으며 GM작물의 안전성 평가기관을 지정하였다. 뿐만 아니라 현재 우리나라에서 수입되는 식품용 콩의 80% 이상이 GM콩이며 우리나라와 같이 경지면적은 좁으며 인구밀도는 높은 국가에서는 GM콩, 옥수수 등의 재배는 피할 수 없을 것으로 전망된다.

한편 최근, 소위 웰빙바람과 함께 농산물에 관한 소비자의 요구도가 다양화 되었으며 농민을 포함한 생산자 및 기업체들은 이에 부응하기 위하여 유기농산물, 친환경농산물, 우수농산물, 농산물이력제 등 다양한 제도를 도입하여 각자 고유의 브랜드 가치를 높이기 위하여 치열한 경쟁을 하고 있다. 이러한 현실에서 향후 GM 농작물의 상업적인 재배가 승인 될 경우 기존 농산물시장의 유통질서에 혼란을 초래할 수 있는 여지가 클 것으로 우려된다. 이미 언급한 바와 같이 이는 GM작물의 위해성 논란 때문이 아니라, 생산자와 소비자 모두에게 각자의 선택권을 보장하여야 한다는 취지에서 제도적인 장치를 마련할 필요가 있다고 사료된다.

실제로 지난 7월에 (주)풀무원에서는 두부를 포함한 모든 자사제품에 GM-free를 선언하였다 (연합뉴스 2008년 7월 23일). 이로서 (주)풀원은 원료의 재배, 생산 등에서부터 철저한 구분유통관리를 통하여 GM 농산물의 혼입을 방지하도록 하여야 하는 부담을 안게 되었으나 다른 경쟁사들에 비하여 소비자들에게는 보다 신뢰감이 가는 회사로 인정을 받을 것이다. 그러나 유사한 동종 경쟁업체들은 상대적으로 엄청난 부담을 안게 되었다. (주)풀무원이 GM-free를 선언한 것은 이번이 처음이 아니라 이미 2000년 7월 27일에도 선언한 바 있으며 그 당시에 풀원은 소비자보호원이 국내에서 생산, 유통되는 두부 가운데 상당수에 GM 콩 성분이 섞여 있다고 발표하는 바람에 그동안 판매에 큰 타격을 입은 직후에 발표한 것이었다 (연합뉴스 2000년 7월 27일). 이와 유사한 사건은 향후 국내의 GM 작물의 재배가 상용화될 경우

에는 보다 그 빈도가 늘어날 것으로 소비자단체들은 경고하고 있으며 이에 대한 별도의 대비책을 마련하여야 한다고 주장하고 있다 (김은진 2006).

우리나라는 최근에 친환경농산물 인증제도가 도입됨으로써 『국립농산물품질관리원』을 포함하여 30여개 이상의 정부가 지정한 민간인증기관에서 친환경농산물을 인증하게 되어 그 인증 량이 해마다 기하급수적으로 증가하고 있으며 친환경농산물의 재배면적 또한 폭발적으로 증가하고 있다. 현행 법령에 의하면 이들 친환경농산물은 GM작물이 혼입되면 자동적으로 인증이 취소되는 것으로 되어있다. 따라서 향후 GM농작물의 상업적인 재배가 허용되어 보편화 할 경우에 대비하여 별도의 보완 장치를 마련하지 않을 경우에 기존 친환경 농산물의 유통질서에 큰 혼란을 야기 시켜 쓸데없는 국력소모전으로 비화 될 수 있을 것으로 예상된다. 이는 GM작물의 위해성논란과는 별개의 문제로 농산물의 유통질서 유지를 포함한 사회적인 문제에 관한 것이다. 이에 저자는 현재 EU에서 입안을 추진 중에 있는 GM과 non-GM 작물의 공존전략의 의미, 현황 등과 함께 우리나라의 친환경농산물의 유통현황을 조사하고 향후 이들과 GM작물은 공존할 수밖에 없으며, 사전에 이에 대한 관련 법령 및 제반 행정상의 제도보완의 필요성을 기술하고자 하였다.

GM과 non-GM작물의 공존 전략이란?

EU의 GM과 non-GM작물의 공존정책수립 배경

EU의 경우 1998년도에 해충저항성 옥수수 (MON810)와 제초제저항성 옥수수 (T25)의 재배를 승인하였으나 그 이후 2007년 11월 현재까지 추가로 재배가 승인된 GM작물은 한 건도 없다 (www.biosafety.or.kr). 뿐만 아니라 이미 재배가 승인된 이들 두 품목에 대하여도 상업적인 재배가 거의 이루어지지 않고 있다. 다만 연구용 또는 시험포장에서의 안전성 평가를 위한 재배만 이루어지고 있는 실정이다. 이는 주지하는 바와 같이 강력한 anti-GM단체들의 요구에 따른 것으로 일반 대중들도 이에 호응함으로써 정책입안자들 역시 GM작물에 관하여서는 상당히 조심스럽게 접근하지 않을 수 없기 때문으로 사료되며 이는 국내의 현실과 상당히 유사하다고 할 수 있다.

EU는 미국 농산물에 대응하기 위한 다양한 정책을 개발할 필요가 있었으며 미국에서 개발된 GM 농산물은 이들에

게 좋은 빌미를 제공하였다. 그러나 GM 농산물이 내포하고 있는 다양한 장점들을 무시할 수 없으며 특히 자국 내 연구개발을 무시할 수 없기 때문에 여러 가지 묘책을 고안한 것으로 사료된다. 예를 들어 영국은 지난 수년간 농장수준의 포장시험 (Farm Scale Evaluation:FSE)을 시행하여 왔다 (Cattaneo et al. 2006; Weber et al. 2007). 이를 통하여 상당한 수준의 노하우를 터득하였으며 GM작물의 안전성평가에 관한 한 세계적인 기술수준을 보유하고 있다고 할 수 있다. 이러한 일련의 과정을 통하여 EU는 최근 GM과 non-GM작물의 공존전략 (co-existence)이라는 새로운 정책을 입안하기 위한 작업을 시작하기에 이르렀다 (European Commission 2004; European Commission 2006).

EU의 동 보고서에 따르면 이 제도는 GM작물이 안전한가? 라는 문제를 다루는 것이 아니라 GM작물의 상업적인 재배가 보편화되기 전에 농민을 포함한 생산자뿐만 아니라 소비자, 기업체등 모두에게 GM과 non-GM작물을 자유롭게 선택할 수 있는 권한을 부여하여 사전에 기존의 non-GM농산물의 시장에 혼란을 방지하고, 유통질서를 유지하고자 한 것이 기본 취지라고 기술하고 있다. 특히 유기농작물로의 혼입을 생산단계부터 차단할 방안을 강구할 필요가 있다는 주장에 근거를 두고 있다 (Moyes and Dale 1999).

이는 GM작물을 무조건 거부하는 것이 능사가 아니라는 사실을 인정한 것이며 농민을 포함한 생산자들을 포함하여 기업체, 소비자 모두에게 선택권을 부여하여 관리를 함으로써 유통질서를 확보하는데 역점을 두겠다는 의도로 해석된다. 특히 최근에 발표된 지난 30년간의 GM작물의 개발동향을 조사한 보고서에 의하면 유럽에서도 GM작물의 개발에 관한 연구발표 논문 건수가 지속적으로 증가하였으며 (Vain 2005a; 2005b), 10년 동안 GM작물의 위해성에 관한 장기적인 조사를 수행한 결과 우려할만한 수준의 유의성이 나타나지 않았다고 보고된 바 있다 (Conner 2003). 나아가서 GM작물은 친환경적인 작부체계를 유지할 수 있으며 농민에게 경제적으로 많은 장점을 내포하고 있다는 연구결과도 그동안 지속적으로 보고되고 있는데 기인한 것으로 사료 된다 (Perlak et al. 2001; Pray et al. 2002; Gianessi et al. 2002; Delmer 2005).

EU에서 추진 중인 공존정책의 핵심

EU는 2003년 7월 23일 “Guidelines for the development of

national strategies and best practices to ensure the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming” (Recommendation 2003/556/EC)를 채택하여 모든 회원국들이 이에 대한 자국의 지침을 수립하도록 하였다. 동 자료에 의하면 GM과 non-GM작물의 공존에 관하여 다음과 같이 기술을 하고 있다. “Co-existence refers to the ability of farmers to make a practical choice between conventional, organic and GM-crop production, in compliance with the legal obligations for labeling and/or purity standards”. 이를 우리말로 다시 번역하면 “공존전략이란 농민이 표시제 혹은 혼입 허용치 (순도)에 관한 법령을 준수하는 한 전통적인 일반 작물, 유기농 또는 GM작물을 스스로 선택할 수 있도록 제도적인 장치를 마련하고자 함” 으로 향후 EU는 GM작물의 재배를 허용할 것이며 이를 위하여 기존의 작물 특히 유기농 작물과의 시장 질서를 유지하고자 한 것이 동 정책의 가장 큰 목적이라고 할 수 있다.

반면에 소비자의 측면에서도 신뢰성이 보장된 선택을 할 수 있도록 시스템을 확립하자면 기존의 표시제 (GMO-labeling) 또는 추적제도 뿐만 아니라 이들의 생산지에서부터 확실하게 보장할 수 있도록 제도적인 장치를 보완할 필요가 있다고 하였으며, 나아가서 식품관련업체, 농산물 유통업체도 각 상품들 즉 일반작물, 유기농작물, GM작물별로 생산단계에서부터 구분 생산 및 관리가 유지될 수 있도록 하여야 한다고 기술하고 있다. 결국 “공존전략”은 구분유통을 포함하여 GMO-free를 유지하기 위하여 농민, 유통업체, 기업체 등이 추가로 부담하여야 하는 비용 등으로 인한 경제적인 영향, 구분유통질서유지에 필요한 법적인 장치, 판별기술 등에 관한 전반적인 것을 포괄한다고 할 수 있겠다.

국내 유전자변형 농산물의 유통현황

우리나라에서는 아직 어떠한 GM작물의 상업적인 재배가 허가 된 바 없다. 따라서 농가포장에서는 GM작물을 재배할 수가 없다. 그러나 식용 (food), 사료용 (feed) 및 가공용 (processing)은 이미 상당한 양이 외국에서 수입되고 있으며 이들을 FFP용 GM농산물로 표현하고 있다.

FFP용 GM농산물의 국내 유통 승인현황

우리나라는 2002년도에 처음으로 미생물에서 분리한 제초제 내성유전자가 도입된 제초제내성 콩 (event GTS40-3-2)의 식품 및 사료용으로서의 국내 수입 및 환경방출을 승인 하였으며 이 후 2008년 3월 현재 식품의약품안전청은 콩 1건, 옥수수 28건, 목화 13건, 감자 8건, 유채 (캐놀라) 6건, 알팔파 3건, 사탕무 1건으로 총 60건의 GM농산물에 대하여 인체위해성 심사를 완료하였다 (Table 1). 한편 농촌진흥청은 2008년 3월 현재, 콩 1건, 옥수수 25건, 목화 11건, 유채 (캐놀라) 6건, 알팔파 1건으로 총 44건에 대하여 환경위해성 심사를 완료하였다 (Table 2). 대부분은 승인을 받아 국내로의 도입을 허가하였으나 일부 품목들에 대하여서는 생산이 중단되었거나 다른 이유로 인하여 국내 도입을 위하여서는 새롭게 재심의를 하여야 하는 것들도 포함되어 있다 (www.biosafety.or.kr).

GM농산물의 수입현황

2007년 말 현재까지 전 세계에서 재배된 유전자변형작물의 재배면적은 1억1,430만ha (2억8,240만 에이커)에 이르렀

Table 1 Approved GM crops for food and processing by Korean Food & Drug Administration (KFDA) and applied companies (March 2008)

GM crops		Applied Companies	
Crops	Number	Company	Number
Corn	28	Monsanto Korea	29
Cotton	14	Syngenta Seeds Co.	8
Canola	6	Bayer Crop Science Korea	7
Potato	3	Dupont Korea	6
Soybean	1	Dow AgroSciences Korea	3
Alfalfa	1	Aventis	1
Sugar cane	1		
Total	53		54

(source; www.kfda.go.kr)

Table 2 Approved GM crops for Food, Feed and Processing (FFP) by Rural Development Administration (RDA) and applied companies (March 2008)

GM crops		Applied Companies	
Crops	Number	Company	Number
Corn	25	Monsanto Korea	21
Cotton	11	Syngenta Seeds Co.	8
Canola	6	Bayer Crop Science Korea	8
Soybean	1	Dupont Korea	6
Alfalfa	1	Dow AgroSciences Korea	1
Total	44		44

(source; www.rda.go.kr)

다고 보고되었다 (James 2007). 이들은 대부분이 GM콩, GM 옥수수, GM 면화이다. 특히 미국 등 콩, 옥수수를 수출하는 농업국가가 대부분을 차지한다. 우리나라는 2001년부터 GM 대두와 옥수수를 수입하기 시작 하였으며 이들은 전술한 바와 같이 식품, 가공용으로 수입된 것이다 (Table 3). GM대두의 경우 2001년도에 이미 476,849톤이 수입되어 전체 대두 수입중량의 69.2%를 차지하였으며 2002년도와 2003년도에는 약 81.0 % 수준으로 증가하였으나 그 이후 2007년까지는 약간 감소한 79.0% 수준을 유지하였다. 반면에 GM 옥수수의 경우는 2001년도에는 501,657톤으로 전체 수입 옥수수의 46.2%를 차지하였으나 2002년도부터는 거의 GM옥수수는 수입이 되지 않았다. 이는 2001년도에 미국에서 불거진 인체의 안전성 검사를 통과하지 않은 GM 스타링크 옥수수를 식용으로 사용한 것이 적발되어 크게 사회적으로 이슈화가 된 “스타링크 사건”에 기인한 것으로 여겨진다. 그 당

시에 국내에 문제의 스타링크 옥수수가 국내에는 식용으로 수입되어 유통된 물량이 거의 미미한 수준이어서 국내에서는 크게 문제가 되지 않고 넘어갈 수 있었지만 그 사건 이후 수년이 지난 지금 까지도 GM옥수수의 수입은 거의 제로 수준이다. 이는 농산물의 국제시장과 유통체계에 미치는 영향을 단적으로 보여주는 좋은 사례라고 할 수 있다.

우리나라는 주지하는 바와 같이 콩과 옥수수는 자급도가 극히 저조 하여 거의 수입에 의존하고 있다고 할 수 있다. 국내에 수입되는 대두는 대부분이 미국과 브라질에서 수입되는 것이며 Table 4는 GM 대두를 수입하는 국가별 현황을 요약한 것이다. 2005년도 까지는 미국이 브라질보다 많은 양을 수입하는 국가이었으나 2006년도부터는 오히려 브라질에서 보다 많이 수입하는 것으로 조사되었다 (Figure 1). 특이한 것은 최근에는 북한, 호주, 일본에서도 미량이지만 일부 수입되는 것으로 조사되었다.

Table 3 Imported GM soybean and corn for food and processing by year

Year	Soybean				Corn			
	GMO labeled		GMO-free		GMO-labeled		GMO-free	
	Volume (M/T)	Ratio (%)	Volume (M/T)	Ratio (%)	Volume (M/T)	Ratio (%)	Volume (M/T)	Ratio (%)
2001	476,849	69.2	212,611	30.8	501,657	46.2	583,946	53.8
2002	1,152,253	81.3	265,882	18.7	49,332	2.4	2,034,864	97.6
2003	1,233,762	81.5	279,497	18.5	-	0	2,260,290	100.0
2004	1,005,697	76.7	305,872	23.3	-	0	2,071,759	100.0
2005	1,018,517	76.5	312,023	23.5	-	0	1,959,397	100.0
2006	886,070	78.4	244,273	21.6	12	0.06	1,853,629	99.94
2007	1,030,329	78.9	276,262	21.1	99	0.05	1,951,737	99.95

(source; www.kfda.go.kr)

note) Feeds and processed foods were not included.

Table 4 Volumes of imported GM soybean by countries and year

Unit : M/T

	2003	2004	2005	2006	2007
Total	1,233,762	1,005,697	1,018,517	886,070	1,030,329
USA	964,874	776,403	570,815	319,530	449,701
Brazil	249,433	229,233	447,692	562,015	569,100
China	55	41	10	25	5
North Korea	-	-	-	-	18
Australia	-	-	-	-	0.1
Argentina	19,400	-	-	-	-
Uzbekistan	-	20	-	-	-
Japan	-	-	-	4,500	11,505

(source; www.kfda.go.kr)

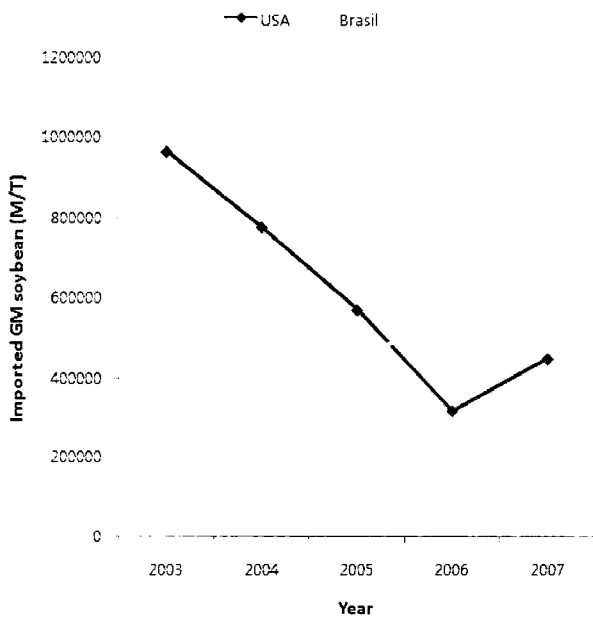


Figure 1. Imported GM soybean (M/T) for food and processing from USA and Brazil by year.

유전자변형 작물의 개발현황 및 상업화를 위한 재배 전망

국외 현황

1996년부터 조사하기 시작한 전 세계 GM작물의 재배면적은 해마다 증가하여 12년째인 2007년도에는 1억 1,430만 ha (2억 8,240만 에이커)에 이르러 전년도인 2006년도에 비하여 12%에 해당하는 1,230만ha (3,000만 에이커)가 증가한 면적이다. 2007년도에 GM작물을 재배한 국가는 23개국이

며 이중 11개국은 선진국이지만 절반이상인 12개국은 개발도상국이다. 특히 우리와 이웃하고 있는 중국이 미국, 아르헨티나, 브라질, 캐나다, 인도에 이어 6위를 차지하여 그 재배면적이 380만ha를 차지하였다 (James 2006, 2007). 현재까지는 중국에서 재배되고 있는 GM작물은 단지 면화 한 품목만 인 것으로 전체 면화 재배면적 (550만ha)의 약69%에 해당하였다. 그러나 향후 중국은 쌀, 콩, 옥수수 등 다른 종류의 GM작물로 확대 될 것으로 전망되고 있다 (Yimin and Mervis 2002; Lei 2004). 특히 세계적인 전문학술지인 “Science”에 중국이 GM쌀의 상업적인 재배를 최초로 승인하는 국가가 될 것이라는 전망을 피력한 바 있다 (Lei 2004). 중국은 이미 약 100여건 이상의 GM 쌀 품목에 대한 포장시험을 수행하였다고 하였으며 이들 품목에 대한 상업화를 위한 안전성평가를 국가 연구기관의 주도하에 진행되고 있는 것으로 알려져 있다 (Huang et al. 2005; Wang and Johnston 2007).

또한 일본의 경우에도 2004년도에 7건의 GM옥수수와 색변형 및 제초제저항성 유전자가 도입된 GM 카네이션 (5건)에 대한 상업적인 재배를 승인하였으며 이후 2005년도에는 제초제저항성 콩 (1건), 옥수수 (4건), 2006년도에는 옥수수 (7건), 유채 (3건), 알팔파 (3건) 그리고 2007년도에는 옥수수 (6건), 유채 (4건)에 대하여 일반작물과 동일하게 상업적인 목적으로의 재배를 승인하여 그 재배면적은 아직 의미 있는 수준에 이르지 않았지만 조만간 일본의 경우에도 상당한 면적에서 GM 작물의 재배가 이루어질 것이라 전망 된다 (www.biosafety.or.kr).

이러한 국외 동향을 살펴보면 우리나라의 경우에도 조만간 다양한 종류의 GM 작물들이 상업적으로 재배가 될 것으로

전망이 된다. 특히 일본의 경우 재배가 승인된 40 품목 (event) 중 60%에 해당하는 14 품목이 옥수수라는 사실에 주목할 필요가 있으며 이는 우리나라와 같이 인구밀도는 높고 경지면적은 부족한 일본의 경우 사료작물은 거의 대부분이 수입에 의존하고 있으며 이들에 대한 사료 및 식용과 가공용은 물론 국내의 재배를 승인하지 않을 수 없었을 것으로 사료된다. 따라서 국내의 경우에도 자국의 농업에 미치는 부정적인 영향을 최소화하면서 소비자연대 등 비정부단체를 포함한 일반대중의 이해를 촉구 하여 국내의 GM작물의 상업화를 위한 재배가 승인이 되도록 하여야 할 것으로 사료된다.

국내 GM작물의 개발현황 및 재배 전망

1990년도부터 2002년까지 10여 년 동안 국내 과학자들이 국·내외 식물생명공학관련 전문 학술지에 보고한 연구결과를 조사한 결과 대부분이 기초연구로서 실험실 및 온실단계에서 유전자의 기능 분석, 형질전환 기술 확립 등에 해당하였으며 포장단계까지 진척된 연구는 거의 없었다 (이신우 2003). 이후 2006년까지의 국내학술지에 발표된 결과를 조사한 보고서 (조정숙 2007)에 의하면 전체 82건의 GM 작물 중 환경스트레스 내성 관련 작물이 16건, 영양성분증가, 인체 질병 치료용 등의 유용단백질을 생산하는 분자농업용 작물이 16건으로 각각 가장 많은 비율을 차지하였으며 대상 식물의 종도 20 - 30종으로 다양하게 조사되었다. 특히 분자농업용 작물의 증가추세는 세계적인 추세로 그 동안에 GM작물의 재배면적을 주도하여 왔던 제 1세대의 제초제 저항성 또는 해충 저항성 GM 콩, 옥수수에서 이제 제2 또는 제3 세대의 GM 작물을 실용화하기 위한 연구가 강세를 이루고 있다는 추세를 반영한 것이라고 사료 된다 (이신우 2006).

GM작물의 실용화를 위하여서는 반드시 환경위해성평가를 수행하여야 한다. 따라서 국내의 경우에도 「유전자변형 생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」 제8조제4항, 동법 시행령 제10조제2항 및 동법 시행규칙 제6조제2항의 규정에 따라 농촌진흥청은 2008년 8월 현재 농촌진흥청소속기관인 농업생명공학연구원, 농업과학기술원, 고령지농업연구소, 작물과학원, 축산과학원 그리고 제주대학교, 고려대학교, 경북대학교, 중앙대학교, 단국대학교, 한국생명공학연구원 등 11개 기관을 GM작물의 위해성평가기관으로 지정하였다. 향후 이들 기관은 국내기관에서 개발되었거나 또는 국외에서 수입되는 GM작물중 위해성평가가 필요한 경우 이들에 대

한 농업적 특성/교잡가능성, 작물환경변동/잡초화, 식물체 독성물질분비, 농업환경 변동영향 (곤충상 변동, 병원균상 변동, 토양미생물상 변동 등)에 관한 조사연구를 수행할 수 있도록 하였다 (<http://kabic.niab.go.kr>).

또한 농촌진흥청은 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」 제8조제4항, 동법 시행령 제10조제2항 및 동법 시행규칙 제6조제2항의 규정에 따라 2008년 8월 현재, 다수의 GM작물관련 실험수행을 승인 한바 있다. 이들을 자세히 살펴보면 “제초제저항성 들잔디의 GMO 등록을 위한 위해성 평가”, “제초제저항성 들잔디의 GMO 등록을 위한 위해성 평가”, “바이러스내병성 GM 고추의 농업환경위해성 평가”, “바이러스내병성 GM 고추의 농업환경위해성 평가”, “주요 GM 작물의 생리생태적 환경위해성 평가기술 개발”, “유전자변형 들잔디 및 밴트글라스의 환경위해성평가 (3건)”, “GM 옥수수의 생리생태적 환경위해성 평가기술 개발”, “형질전환 작물의 식품 및 환경안전성 평가 (5건)”, “GM감자 자원관리 (3건)” 등으로 GM 작물의 실용화를 위한 환경위해성평가 실험이 다수의 기관에서 수행되고 있는 것으로 나타나 조만간 우리나라에도 자체 개발한 GM 작물의 상업적인 재배가 승인 될 것으로 전망되고 있다(<http://kabic.niab.go.kr>).

한편, 우리나라는 최근 들어 GM작물의 개발을 위한 식물생명공학 분야에 대한 R&D지원을 상당한 수준으로 증가시켰으며 이는 실험실 혹은 온실 수준에서 평가 단계에 있는 다양한 GM작물들의 개발이 가능하도록 하였다. 특히 국내 농업생명공학에 관한 연구 및 실용화를 위한 정책 수립을 담당하고 있는 농촌진흥청에서는 GM벼, 배추, 감자 등을 대상으로 상업적인 재배를 위한 안전성 평가를 수행하고 있는 것으로 알려져 있다 (류태훈과 김동현 2006; 조현석 2006; 서효원 2006). 또한 제주대학교에서도 자체 팀에서 개발한 GM 들잔디를 대상으로 상업적인 재배를 위한 안전성 평가를 진행 중에 있는 것으로 파악이 되었다 (이효연과 배태웅 2005).

뿐만 아니라 최근에 미국 등의 선진국에서 GM작물의 개발동향을 보면 인체의 질병 치료 및 예방용 단백질을 생산하는 GM작물, 건강식품용으로 각종 생리활성물질이 증가된 GM작물, 각종 향체를 생산하는 작물 등 소위 분자농업 산물의 증가추세가 뚜렷하다. 이 외에도 오염된 증금속의 제거 등 환경정화용 GM작물, 산업용 고분자 화합물 등을 생산하는 GM작물, 대체연료 생산용 GM작물, 국방용으로

지뢰의 탐지 및 제거 또는 신경가스 등 유해화학물질의 탐지용 GM작물, 특정 향기 생산, 생체 건물중의 증가 또는 수확량의 증가 등 그 응용 범위가 엄청나게 다양화 되고 있어 GM 작물이 향후 농업 및 농산물시장과 의학, 공업 등 타 산업에 미치는 영향을 고려하여 보면 우리나라도 조만간 GM작물의 상업적인 재배를 승인하지 않을 수 없을 것으로 사료된다.

국내 친환경농산물의 인증제도 및 현황

친환경농산물 인증체계와 GM 농산물의 비의도적 혼입허용치

우리나라는 2001년 7월1일부터 친환경농산물의무인증제를 실시하게 되었으며, “친환경농업육성법 제17조의 3” 및 “친환경농업육성법 시행규칙 제8조, 제9조, 제14조 내지 제17조”에 근거하여 저농약, 무농약, 전환기유기, 유기농으로 구분하여 인증을 하고 있다. 전환기유기는 유기농으로의 전환기과정에 있는 것들로 지난 몇 년간 한시적으로 시행하여 오다가 2007년 3월 29일부터 유기농에 포함시킴으로서 현재는 저농약, 무농약, 유기농으로만 구분하여 인증을 하고 있다. 초기에는 친환경농산물의 인증업무를 『국립농산물품질관리원』에서 총괄적으로 관장하여 오다가 생산 단계 및 농가와 소비자들의 요구도가 증가함에 따라 업무의 증가로 민간기관을 지정하여 업무를 이관하여 오는 과정에 있다.

친환경농산물의 인증과 관련하여 GM농산물의 비의도적 혼입허용치는 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」 및 동법시행령에서 관계중앙행정기관의 장이 정하도록 위임한 사항과 동법, 동법시행령 및 동법시행규칙의 시행에 필요한 세부사항에 관한 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 통합고시」의 제4-7조에서 규정한 3%를 기준으로 하고 있다. 친환경육성법시행규칙 제9조 별표에는 “「농산물품질관리법」 제2조제7호에 따른 유전자변형농산물인 종자를 사용하지 아니하여야 한다”로 규정하고 있다. 또한 사료작물의 경우, “친환경농업육성법시행규칙 제9조 별표3의 제3호. 유기축산물, 바목 (4)항에서 규정한 유기사료가 아닌 사료의 경우 유전자변형농산물 또는 유전자변형농산물로부터 유래한 물질의 비의도적인 혼입은 3%내에서 인정한다” 고 규정하고 있다.

한편 최근에는 “우수농산물인증제도”를 도입하여 “농산물의 생산단계부터 수확 후 포장단계까지 토양, 수질 등의

농업환경 및 농산물에 잔류할 수 있는 농약, 중금속 또는 유해생물 등의 위해 요소를 관리하고 자연환경에 대한 위해 요인을 최소화하고, 소비자에게 안전한 농산물을 제공하기 위하여 농산물의 재배, 수확, 수확후 처리, 저장과정 중에 농약·중금속·미생물 등의 관리 및 그 관리사항을 소비자가 알 수 있도록 하고자 (1) 농산물품질관리법, (2) 농산물품질관리법 시행령, (3) 농산물품질관리법 시행규칙, (4) 우수농산물인증 등에 관한 세부실시요령 (농관원 고시 제2006-3호), (5) 우수농산물인증의 세부기준 및 대상품목 (농림부 고시 제2007-29호), (6) 농산물이력추적관리제도 세부실시요령 (농관원 고시 제2006-4호) (7) 농산물이력추적관리기준 및 대상품목 (농림부 고시 제2007-30호), (8) 우수농산물관리기준 (농진청 고시 제2006-21호)등의 법적 제도를 마련하여 시행 중에 있다. 우수농산물인증 등에 관한 세부실시요령 (농관원 고시 제2006-3호) 제9조에 따른 별표4에 기술한 우수농산물인증품 생산과정 조사요령의 단계별 조사항목에서 「가. 파종 단계: GMO종자 여부, 재배필지가 농산물 생산계획서상의 재배필지와 일치 여부 등」을 명시하고 있다.

친환경농산물 인증기준

친환경농산물의 인증기준은 농산물의 생산과정에서 유기합성농약 및 화학비료의 사용여부와 그 정도에 따라 유기농산물, 무농약농산물, 저농약 농산물 등으로 구분한다 (<http://www.naqs.go.kr>). 따라서 생산과정의 포장일지, 무작위적인 방문 조사 등에 의존하여 관리를 하고 있으나 인력의 한계 등으로 철저한 관리가 어려운 점이 있다. 그러므로 유통과정에서 무작위 시료를 수거하여 농약성분 및 기타 성분의 검사에 의존을 하고 있다고 할 수 있다. 친환경농산물, 일반 농산물 또는 GM농산물은 모두 한정된 건물 시설 내에서 생산하는 것이 아니라 일반자연환경에서 생산하는 것이므로 이들 농산물이 서로 인접하여 재배 및 생산을 하는 과정에서 혼입은 피할 수 없는 것이다. 즉 농민 개개인이 아무리 주의를 하여도 꽃가루의 교잡 등 자연적인 현상으로 비의도적으로 혼입이 되는 것을 피할 수 가 없다 (Altieri 2005). 따라서 포장의 생산 단계에서 부터 소비자의 식탁에 이르기 까지 개개인이 선택한 유형의 작물에 대하여 비의도적으로 혼입을 방지하기 위하여 준수하여야 할 기준을 재정비할 필요가 있다고 사료된다. 단순히 생산물 기준으로 3%이상의 GM농산물이 혼입 되면 인증기준에서 제외된다는 규정으로는 오히려 농산물 유통시장의 혼란을 초래할 가능성이 크다고 하겠다.

친환경농산물의 인증현황

친환경농산물의 인증은 2001년까지는 국립농산물품질관리원에서만 수행하였다. 그러나 2002년도부터 민간기관인 흙살림, 한농, 양평환경농업21 등 3개 기관이 인증기관으로 지정되었으며 이후 2003년도에는 국산콩가공협회, 한국유기농업협회가 추가되었으며 2004년도에는 정농회가 추가되어 6개 민간기관에서 수행하였다. 2005년도부터는 대학교(한경대학교, 조선대학교)가 처음으로 민간인증기관이 되면서 해마다 배로 기관수가 늘어나서 2008년 8월 현재 34개 기관이 우리나라의 친환경농산물의 인증업무를 수행하고 있다 (Figure 2).

한편, 1999년도부터 2007년까지 연도별로 친환경인증농산물의 재배면적은 해마다 늘어나는 추세에 있으며 그 인증량 또한 기하급수적으로 늘어났다. 1999년도에는 유기농이 230 ha, 무농약이 262 ha, 저농약이 383ha에서 재배되었으나 2007년도에는 각각 9,729 ha, 27,288 ha, 85,865 ha로 증가하여 유기농은 42배, 무농약은 104배, 저농약은 224배로 그 재배면적이 증가하였다. 특히 2006년도와 2007년도에 가장 많이 증가하여 향후 증가추세는 보다 급격하게 증가할 것으로 전망된다 (Figure 3).

다음은 이들 재배면적에서 해마다 생산되는 친환경농산물의 인증량을 벼, 콩, 옥수수 등 현재 유통되고 있는 GM작물을 포함한 작물별 통계자료를 확보하고자 하였으나 불가능하였다. 다만 벼, 밀, 보리, 옥수수, 콩 등 곡류작물, 채소류, 과수류, 특용작물, 서류 등으로 정리된 자료를 확보할 수 있어서 이들을 Figure 4에 정리하였다. 곡류를 보면 1999년도에는 유기농이 264 M/T, 무농약이 457, 저농약이 96 M/T이었으나 2007년도에는 각각 26,245, 78,506, 223,141 M/T로 유기농이 100배, 무농약이 171배, 저농약이 2,324배로 증가

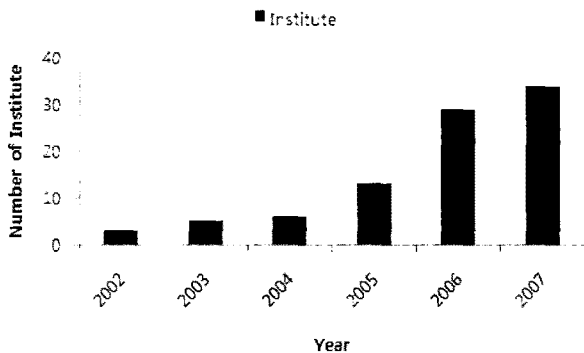


Figure 2. Increased number of approved institutes for the duty of certification on environment-friendly agricultural products.

하였다. 특히 저농약의 경우에는 폭발적으로 증가하였다. 서류 또한 1999년도에는 유기농이 81, 무농약이 569, 저농약이

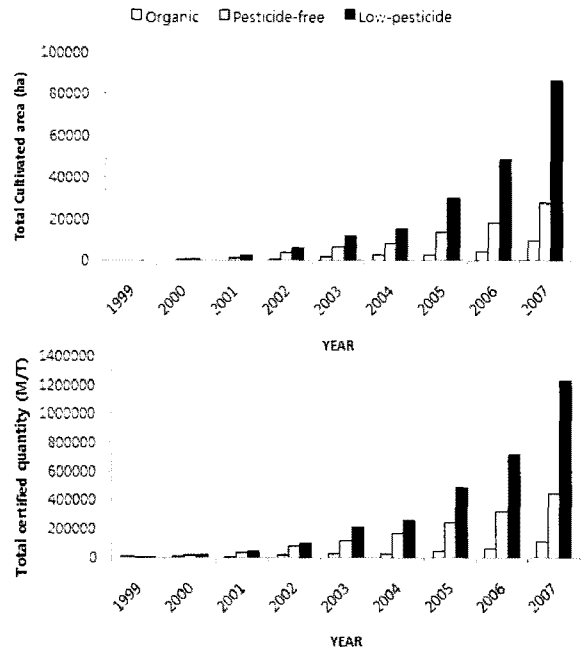


Figure 3. Total planted area (ha) and certified quantity (M/T) of environment-friendly agricultural products by year in South Korea.

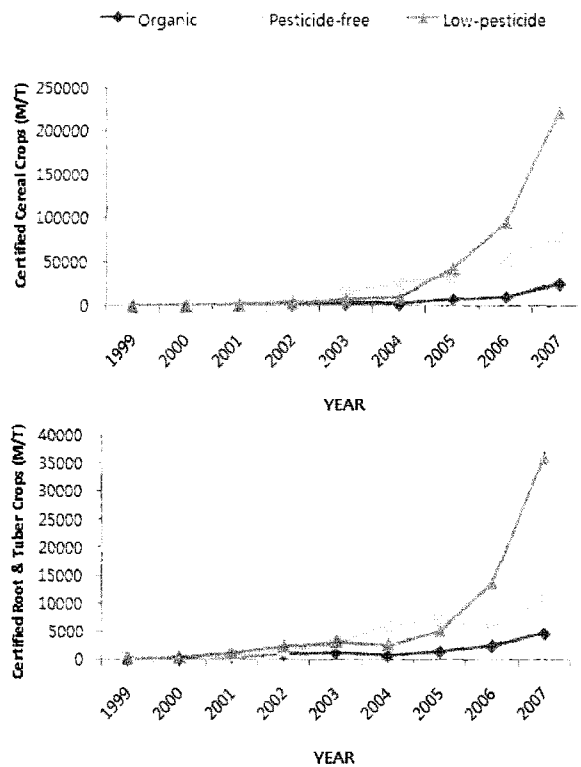


Figure 4. Certified quantity of environment-friendly cereal crops and root & tuber crops by year in South Korea.

172 M/T에서 2007년도에는 각각 4,733, 10,700, 36,124 M/T로 증가하여 50배, 18배 또는 210배로 그 인증량이 증가하였다.

본 자료는 국립농산물품질관리원의 홈페이지 (<http://www.naqs.go.kr>)에 공개된 자료를 분석한 것으로 전체 농산물의 재배면적 및 생산량 (<http://www.kosis.kr>)과 비교하여 친환경농산물이 차지하는 비율을 계산하여 보면 2007년도의 곡류(벼, 보리, 옥수수, 콩 등)의 총 생산량은 5,085,440 M/T로 327,092 M/T톤에 해당하는 친환경인증농산물은 약 6.4%에 해당하며 감자 및 고구마를 포함하는 서류의 경우 전체생산량이 214,862 M/T로 51,557 M/T에 해당하는 친환경농산물은 약 24%에 해당하였다.

결 론

GM작물과 non-GM작물의 공존(co-existence)이라는 용어는 GM농산물이 위험하다는 기존의 개념에서 벗어나 GM작물도 장점을 갖고 있으며 농민이 스스로 선택할 수 있도록 하여야 한다는 의미를 포함하고 있다고 사료된다. 물론 유기농산물을 포함한 친환경농산물을 재배하는 농민들뿐만 아니라 이를 구매하고자 하는 소비자 및 업체들은 GM 농산물의 오염을 강력하게 반대할 것이다. 그러나 이들 모두가 일반 자연환경에서 재배되어야 하므로 특별한 별도의 관리조치가 없는 한 이들의 비의도적인 혼입은 불가피하다.

우리나라의 경우에도 현재까지는 GM작물의 재배가 승인되지 않고 있지만 국내·외 주변 정세를 분석하여 보면 우리나라도 조만간 GM작물의 상업적인 재배를 승인하지 않을 것이다. 반면에 최근 들어 친환경농산물의 재배면적은 기하급수적으로 늘어나고 있으며 「친환경농업육성법」 등 관련 지침에 의하면 이들 친환경농산물은 GMO를 포함할 수 없도록 규정되어 있다. 따라서 저자는 기존의 법령체계 즉 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」, 「GM농산물 표시제」, 등 관련 법령과 친환경농업관련 법령들을 재정비하여 보완할 필요성이 있다고 주장한다.

특히 친환경곡류로 인증된 작물의 생산량이 1999년도에 비하여 지난해인 2007년도에는 유기농이 100배, 무농약이 171배, 저농약이 2,324배로 증가하였다. 이들 전체의 생산량은 일반 곡류의 생산량과 비교하여 약 6.4%에 해당하였다. 또한 친환경감자와 고구마 등 서류는 전체 일반 서류작물의 생산량의 24%에 해당하였다. 특히 정확한 분류자료가 없어서 단정하기는 어려우나 친환경곡류로 분류된 농산물 중 쌀

이 차지하는 비율은 상당할 것으로 추정된다. 이는 쌀을 주식으로 하고 있으며 방대한 면적에서 재배되고 있는 우리나라의 현실을 직시하면 GM쌀의 상업적인 재배를 승인하기 전에 관련법령들을 철저히 보완하지 않으면 시장의 큰 혼란을 가져올 수 있을 것으로 우려된다. 실제로 중국에서 시험용으로 재배한 GM쌀이 유럽시장에 등장하였다고 주장하여 논란이 된 사례를 보면 주의하지 않을 수 없다고 사료된다 (Marris 2006; European Commission 2007).

EU의 보고서에 의하면 가장 중요하게 취급한 안건이 바로 주변 재배작물들과의 격리거리에 관한 것이다. 유기농작물과의 격리거리 유지는 유기농산물의 순도 유지에 절대적인 요인으로 작용한다. 따라서 국내에서도 친환경작물 재배지로부터 작물별 최소 격리거리 유지 등에 관한 규정을 보완할 필요가 있을 것으로 사료된다. 또한 월동작물(volunteer)의 방지 등을 위한 윤작 등의 작부체계, 시비, 관수, 농작업기구 등을 통한 혼입을 방지하기 위한 별도의 세부규정을 보완하여야 할 것이다. 물론 쌀의 도정과정 등의 유통과정에서의 혼입방지 대책도 무시할 수 없을 것이다. 이에 더하여 보다 과학적이고 체계적인 GM농산물의 검출 분석법의 개발 등을 통하여 편리하면서도 신뢰성이 높은 간이 분석 장치의 개발 등에도 과감한 투자를 하여야 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구에서는 GM과 non-GM작물 특히 최근 들어 그 인증량이 급격하게 증가하고 있는 친환경작물과의 공존에 관하여 검토하여 보았다. 국내의 현행 법령에 의하면, 친환경농산물은 GM농산물의 혼입허용치를 3%로 규정하고 있다. 특히 우수농산물의 경우 단계별 조사내용을 보면 “파종단계에서 GM종자를 포함하지 않을 것”을 명시하고 있다. 반면에 우리나라에서는 아직까지는 GM 작물의 상업적인 재배를 승인하지 않고 있다. 그러나 현재 GM 벼, 배추, 감자, 들잔디 등의 환경위해성평가가 수행 중에 있는 것으로 알려져 있으며, 농촌진흥청은 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」이 정하는 바에 따라 GM작물의 환경위해성 평가를 전담할 수 있도록 농촌진흥청 산하 소속기관 및 대학교, 출연기관 등 11개 기관을 평가기관으로 지정하여 조만간 상업적인 GM작물의 재배를 승인하기 위한 준비를 하고 있는 것으로 조사되었다.

또한 국내의 친환경농산물의 인증기관은 2008년 8월 현

재 34개 민간기관으로 증가하였으며 이들 인증기관에서 부여한 친환경 인증 농산물의 재배면적 및 생산량은 해마다 기하급수적으로 늘어나고 있다. 예로서 친환경곡류의 경우 1999년도에 비하여 2007년도에는 그 인증량이 100배 (유기농)에서 2,324배 (저농약)까지 증가한 것으로 조사되었다. 이들은 2007년도의 전체 곡류생산량에 비하여 약 6.4%를 차지하였다. 특히 감자와 고구마 등 서류의 경우는 전체 생산량의 약 24%가 친환경인증농산물인 것으로 조사되었다. 이러한 현실에서 GM작물의 상업적인 재배를 승인할 경우 기존의 국내 친환경농산물시장의 유통질서에 큰 혼란을 야기시킬 수도 있을 것으로 사료된다. 따라서 저자는 아직 시간적인 여유가 있을 때에 EU에서 제기한 GM과 non-GM 특히 유기농작물과의 공존을 위한 제도 보완에 관한 제안서와 다양한 연구보고서들을 면밀하게 검토할 필요성이 있다고 사료된다. 특히 작물별로 친환경작물과의 구분 생산·유통을 위한 최소거리거리, 작부체계, 수확 및 포장시스템, 그리고 GM작물의 검출기법 표준화 등에 관한 상세한 실시요령을 보완할 필요가 있다고 사료된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린 21사업 (code 20070301034017)에 의하여 수행 되었으며 저자는 진주산업대학교 연구원 규정에 의하여 지원되었습니다.

인용문헌

- 김은진 (2006) GMO를 둘러싼 생산 유통논란. *Biosafety* 7(3): 5-23
- 류태훈, 김동현 (2006) 유전자변형비의 개발과 환경안전성 평가 현황. *Biosafety* 7(2): 20-32
- 서효원 (2006) 유전자변형감자의 개발과 환경안전성 평가현황. *Biosafety* 7(2): 33-46
- 이신우 (2003) 유전자변형식물의 국내 연구현황. *식물생명공학회지* 30(1): 1-6
- 이신우 (2006) 식물분자농업 (Plant Molecular Farming)산물의 환경위해성 평가 *Biosafety* 7(4): 60-80
- 이효연, 배태웅 (2005) 제초제저항성 GM 들장디의 개발 및 환경위해성평가. *Biosafety* 6(3): 4-13
- 조정숙 (2007) 국내학회지로 본 LMO (작물·미생물) 연구개발 현황. 2007바이오안전성백서, 한국생명공학연구원, 바이오안전성정보센터, pp 369-380
- 조현석 (2006) 유전자변형 배추의 개발과 환경안전성평가현황. *Biosafety* 7(2): 4-19
- Altieri MA (2005) The myth of coexistence: why transgenic crops are not compatible with agroecologically based systems of production. *Bull Sci Tech Soc* 25: 361-371
- Bouchie A (2002) Organic farmers sue GMO producers. *Nat Biotechnol* 20: 210
- Cattaneo MG, Yafuso C, Schmidt C, Huang CY, Rahman M, Olson C, Eilers-Kirk C, Orr BJ, Marsh SE, Antilla L, Dutilleul P, Carrière Y(2006) Farm-scale evaluation of the impacts of transgenic cotton on biodiversity, pesticide use, and yield. *Proc Natl Acad Sci USA* 103: 7571-7576
- Conner AJ, Glare TR, Nap J-P (2003) The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. *Plant J* 33: 19-46
- Delmer DP(2005) Agriculture in the developing world: Connecting innovations in plant research to downstream applications. *Proc Natl Acad Sci USA* 102: 15739-15746
- European Commission (2003) Recommendation on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the co-existence of genetically modified crops with conventional and organic farming. (Recommendation 2003/556/EC), Brussels, 23 July, 2003 C (2003)
- European Commission (2004) New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture. Technical Report Series, EUR 22102 EN, European Science and Technology Observatory, Institute for Prospective Technological Studies.
- European Commission (2006) Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, Report on the implementation of national measures on the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming. Brussels, 9.3. 2006, COM (2006) 104 final.
- European Commission (2007). Summary Record of the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health Held in Brussels on January 16, 2007 (EC, Brussels, 2007). <http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/modif_genet/summary12_en.pdf>
- Gianessi LP, Silvers CS, Sankula S, Carpenter JE (2002) Plant Biotechnology: Current and potential impact for improving pest management in U.S. agriculture. An analysis of 40 case studies. National Center for Food and Agricultural Policy.
- Huang J, Hu R, Rozelle S, Pray C (2005) Insect-resistant GM rice in farmer's fields: assessing productivity and health effects in china. *Science* 308: 688-690
- James C (2006) Global Status of Commercialized Biotech/ GM Crops. ISAAA reports No. 36
- James C (2007) Global Status of Commercialized Biotech/ GM Crops. ISAAA reports No. 37
- Lei X (2004) Agriculture, China could be the first nation to approve sale of GM rice. *Science* 306: 1458-1459
- Marris E (2006) Escaped Chinese GM rice reaches Europe.

- news@nature.com 5 Sept, <<http://www.nature.com/news/2006/060904/full/060904-5.html>>
- Moyes CL, Dale PJ (1999) Organic farming and gene transfer from genetically modified crops. John Inns Centre, UK
- Perlak FJ, Oppenhuizen M, Gustafson K, Voth R, Sivasubramanian S, Heering D, Carey B, Ihrig RA, Roberts JK (2001) Development and commercial use of Bollgard[®] cotton in the USA-early promises versus today's reality. *Plant J* 27: 489-501
- Pray CE, Huang J, Hu R, Rozelle S (2002) Five years of Bt corns in China-the benefits continue *Plant J* 31: 423-430
- Vain P (2005a) Plant transgenic science knowledge. *Nature Biotechnol* 23: 1348-1349
- Vain P (2005b) Global trends in plant transgenic science and technology (1973-2003). *Trends in Biotechnol* 24: 206-211
- Wang Y, Johnston S (2007) The status of GM rice R&D in China. *Nat Biotechnol* 25: 717-718
- Weber WE, Bringezu T, Broer I, Holz F, Eder J (2007) Coexistence Between GM and Non-GM Maize Crops-Tested in 2004 at the Field Scale Level (Erprobungsanbau 2004). *J Agr Crop Sci* 193: 79-92
- Yimin D, Mervis J (2002) China takes a bumpy road from the Lab. to the field. *Science* 298: 2317-2319

(접수일자 2008년 6월 23일, 수리일자 2008년 12월 10일)