

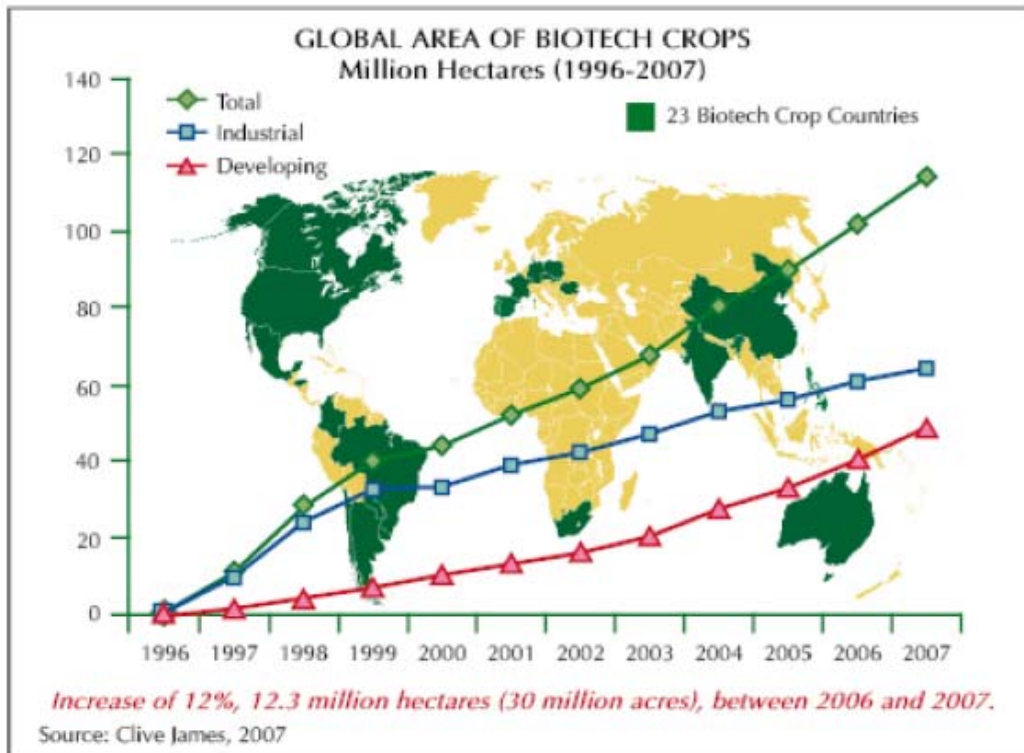


요약보고서

BRIEF 37

상업화된 생명공학/유전자재조합 작물 세계현황 : 2007
(Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007)

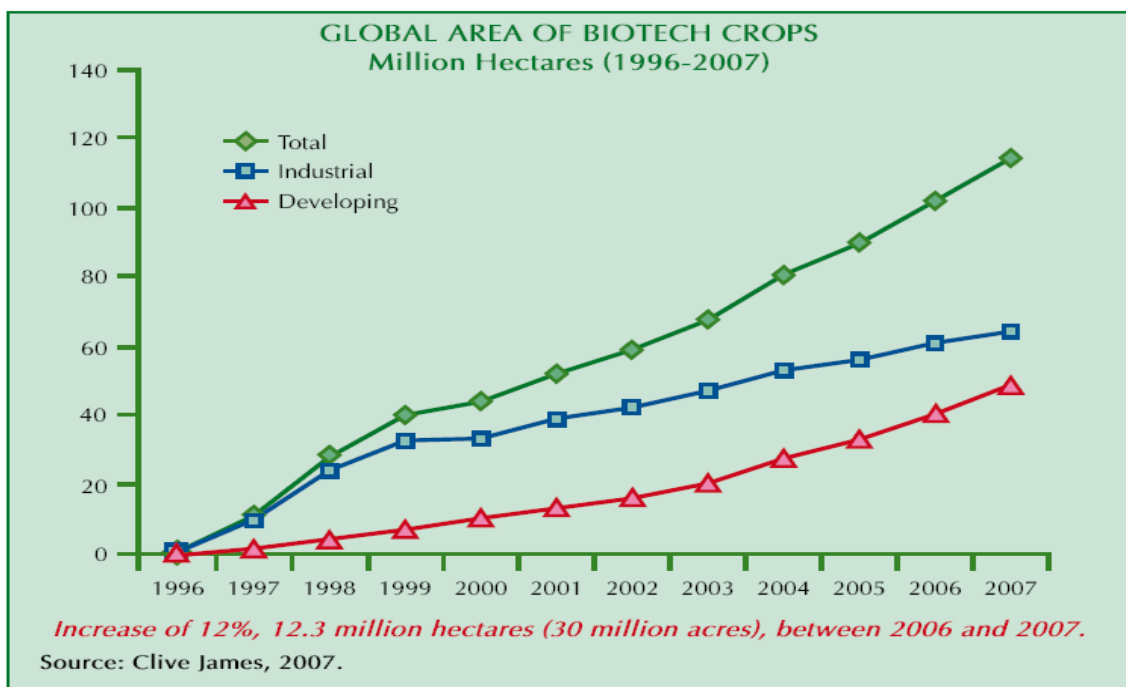
Clive James, ISAAA 회장



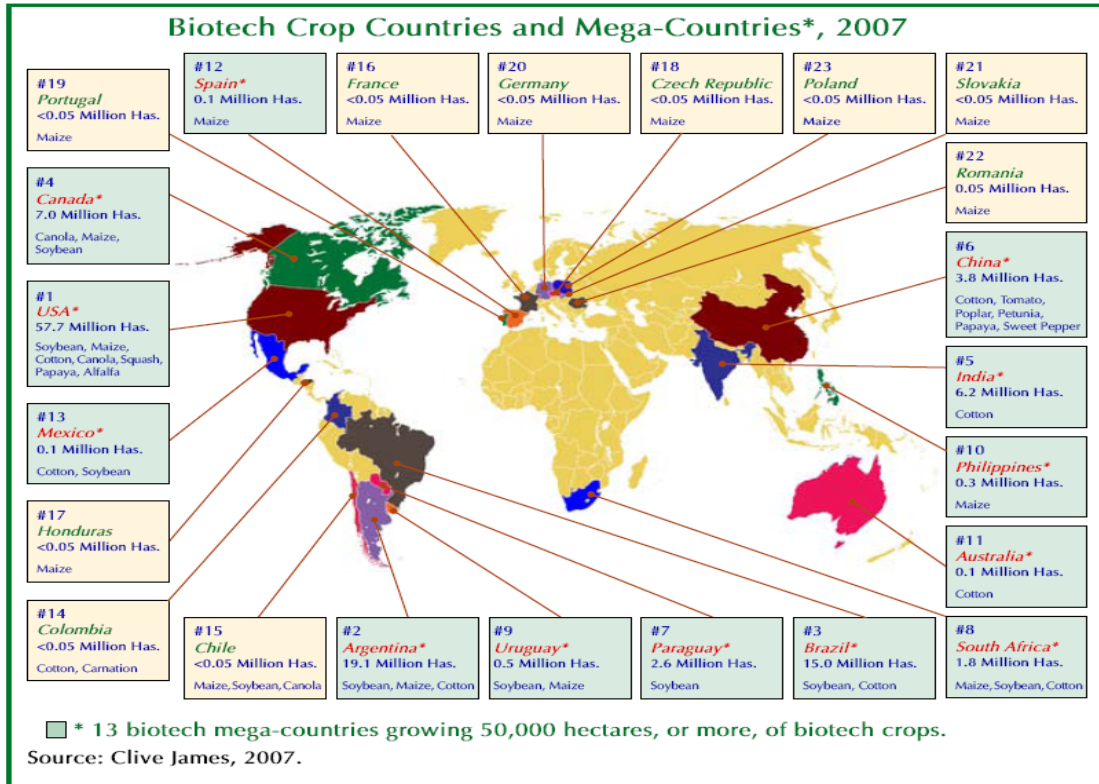
No. 37 - 2007

상업화된 생명공학/유전자재조합 작물 세계현황: 2007
(Global Status of commercialized Biotech / GM Crops: 2007)
1996-2007년까지 12년
(The First Dozen Years, 1996 to 2007)

최초 상업화시작 12년간(1996-2007년) 생명공학작물은 지속적이고 실질적인 이익을 제공했으며 그 결과, 농민들은 매년 계속해서 더 많은 생명공학작물을 재배해왔다. 상업화 12년째인 2007년에도 생명공학작물의 세계 재배면적은 계속해서 증가했다. 2007년 생명공학작물 재배면적 증가율은 최근 5년간 두 번째로 높은 12%(1,230만 헥타르 (3,000만 에이커))를 기록하여 계속 두 자리 수를 유지했으며, 세계 재배면적은 1억1,430만 헥타르(2억8,240만 에이커)에 이르렀다. 12년 동안 생명공학작물은 선진국과 개발도상국 농민들에게 상당한 경제적·환경적 이익을 제공했으며, 개발도상국의 빈곤층 농민 수백만 명은 사회적·인도주의적 혜택을 얻어 빈곤을 경감시킬 수 있었다. 하나의 생명공학 품종에 여러 가지 이익을 부여하는 2-3개 형질이 결합된 “후대교배중(stacked traits)”의 보급과 사용 증가를 더 정확하게 설명하기 위한 방편으로 헥타르 보다는 “형질별 면적(trait hectares)”으로 표현할 때 채택률(adoption) 증가가 더욱 정확하게 측정되며, 이는 항공 여행 측정 시 마일 단위보다는 “여객 마일(승객 1인 1마일 수송 원가, passenger miles)”을 사용하는 것과 비슷하다. “형질별 면적(trait hectares)”으로 측정된 2006년(1억1,770만 헥타르)과 2007년(1억4,370만 헥타르)



사이의 성장률은 22%로 2,600만 헥타르가 증가했으며, 이 시기의 실제적인 성장이 반영되었다. 이는 헥타르 단위로 보수적으로 측정했을 때 12%, 즉 1,230만 헥타르 증가라는 외관상 성장률의 약 2배 이다.



2007년 생명공학작물 재배국은 23개국으로 증가했으며 그 가운데 12개국은 개발도상국이며 11개국은 선진국이다. 재배면적 순으로 나열하면 미국, 아르헨티나, 브라질, 캐나다, 인도, 중국, 파라과이, 남아프리카공화국, 우루과이, 필리핀, 호주, 스페인, 멕시코, 콜롬비아, 칠레, 프랑스, 온두라스, 체코공화국, 포르투갈, 독일, 슬로바키아, 루마니아, 폴란드 순이다. 특히 상위 8개국의 재배면적은 각각 100만 헥타르 이상 증가했으며, 2007년 전 대륙에 걸친 강한 성장세는 생명공학작물의 향후 세계적인 성장에 광범위하고 안정적인 기반을 제공한다. 2007년 생명공학작물을 새로 재배하기 시작한 두 국가는 종자 수출용 상업적 생명공학작물을 25,000 헥타르 재배한 칠레와 Bt 옥수수를 재배한 폴란드이다. 1996년부터 2007년까지 생명공학작물의 누적 재배면적은 6억9,000만 헥타르(17억 에이커)로 처음으로 10억 헥타르의 3분의 2를 넘어섰으며, 1996-2007년 사이에 67배가 증가한 전례 없는 기록으로, 생명공학기술은 최근 역사상 가장 신속히 채택된 작물 기술이 되었다. 이와 같이 높은 생명공학작물 채택률은 생명공학작물이 지속적으로 훌륭한 성능을 나타내었으며 선진국과 개발도상국의 대규모 농민과 영세 농민에게 상당한 경제적·환경적 이익과 건강 측면의 이익,

사회적 이익을 제공한 사실을 반영한다. 따라서 이러한 채택률은 23개국의 약 5,500만 농민들이 12년간에 걸쳐 매년 자신들의 재배지나 인근 재배지에서 생명공학작물을 직접 살펴보고 경험한 후 생명공학작물을 재배하기로 결정한 농민들의 신뢰를 반영한다. 특히 2007년은 생명공학작물 채택을 결정한 누적 농민의 수가 최초로 5,000만 명을 넘어선 해로 기록된다.

Table 1. Global Area of Biotech Crops in 2007: by Country (Million Hectares)

Rank	Country	Area (million hectares)	Biotech Crops
1*	USA*	57.7	Soybean, maize, cotton, canola, squash, papaya, alfalfa
2*	Argentina*	19.1	Soybean, maize, cotton
3*	Brazil*	15.0	Soybean, cotton
4*	Canada*	7.0	Canola, maize, soybean
5*	India*	6.2	Cotton
6*	China*	3.8	Cotton, tomato, poplar, petunia, papaya, sweet pepper
7*	Paraguay*	2.6	Soybean
8*	South Africa*	1.8	Maize, soybean, cotton
9*	Uruguay*	0.5	Soybean, maize
10*	Philippines*	0.3	Maize
11*	Australia*	0.1	Cotton
12*	Spain*	0.1	Maize
13*	Mexico*	0.1	Cotton, soybean
14	Colombia	<0.1	Cotton, carnation
15	Chile	<0.1	Maize, soybean, canola
16	France	<0.1	Maize
17	Honduras	<0.1	Maize
18	Czech Republic	<0.1	Maize
19	Portugal	<0.1	Maize
20	Germany	<0.1	Maize
21	Slovakia	<0.1	Maize
22	Romania	<0.1	Maize
23	Poland	<0.1	Maize

* 13 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops

Source: Clive James, 2007.

2007년, 미국, 아르헨티나, 브라질, 캐나다, 인도, 중국은 계속해서 생명공학작물 주요 채택국의 위치를 차지했으며, 미국은 생명공학 옥수수 재배면적 40% 증가라는 대폭적인 증가(이는 생명공학콩과 면화의 소폭 감소에 의해 부분적으로 상쇄되었음)와 함께 에탄올 시장의 성장에 힘입어 5,770만 헥타르(세계 생명공학작물 재배면적의 50%)의 재배면적을 기록해 세계 1위를 유지했다. 특히 2007년 미국에서 생명공학 옥수수의 63%, 생명공학면화의 78%, 전체 생명공학작물의 37%는 2-3개 형질이 결합되어 다양한 이익을 제공하는

후대교배종이었다. 후대교배종은 농민과 소비자의 다양한 요구를 충족시키는 매우 중요한 특징이자 미래의 추세로, 현재 미국, 캐나다, 필리핀, 호주, 멕시코, 남아프리카공화국, 온두라스, 칠레, 콜롬비아, 아르헨티나의 10개국에서 점점 더 많이 채택하고 있으며 장차 더 많은 국가들이 후대교배종을 채택할 것으로 예상된다.

2007년 생명공학작물은 인도주의적 관점에서 매우 중요한 기록을 달성했다. 생명공학작물로부터 혜택을 경험한 개발도상국의 자원이 부족한 영세농의 수가 최초로 1,000만 명을 넘어섰다. 2007년, 생명공학작물에서 혜택을 얻은 전세계 1,200만 명(2006년 1,030만 명에서 증가)의 농민 중 90%, 즉 1,100만 명(2006년 930만 명에서 대폭 증가) 이상은 개발도상국의 자원이 부족한 영세농이었다. 나머지 100만 명은 캐나다와 같은 선진국과 아르헨티나와 같은 개발도상국의 대규모 농민들이었다. 1,100만 명의 영세농 중 대다수는 Bt 면화 농민으로, 중국의 710만 농민(Bt 면화), 인도의 380만 농민(Bt 면화)이 이에 해당하며 나머지 10만 명은 필리핀(생명공학 옥수수), 남아프리카공화국(흔히 생계형 여성 농민에 의해 재배되는 생명공학면화, 옥수수, 콩) 농민들과 2007년 생명공학작물을 재배한 기타 8개 개발도상국 농민들이다. 생명공학작물 재배를 통한 영세농의 소득 증가는 2015년까지 빈곤을 절반으로 줄이고자 하는 새천년 개발목표(Millennium Development Goals)에 대한 기여이며, 매우 고무적이고 중요한 발전이다. 상업화의 두 번째 10년인 2006-2015년에는 더 큰 가능성으로 작용할 수 있을 것이다.

1996-2007년의 기간 동안 개발도상국의 생명공학작물 재배면적 비율은 매년 꾸준히 증가했다. 2007년, 생명공학작물 세계 재배면적의 43%(2006년 40%에서 증가)에 해당하는 4,940만 헥타르가 개발도상국에서 재배되었으며, 2006-2007년 사이의 성장률(850만 헥타르, 21%의 성장률)은 선진국(380만 헥타르, 6%의 성장률)에 비해 월등히 높았다. 생명공학작물을 채택한 5대 개발도상국은 전체 3개 저개발 대륙에 걸쳐있다는 사실을 주목할 만하다. 5대 개발도상국은 아시아의 인도와 중국, 라틴아메리카의 아르헨티나와 브라질, 아프리카의 남아프리카공화국으로, 이들 국가의 인구는 세계 인구의 40%에 해당하는 26억 명이며 자원이 부족한 영세농과 대다수 빈곤층을 대표하는 영세농 수백만 명을 포함하여 농업에 전적으로 의존하는 총 13억 인구가 이들 국가에 속한다. 5대 개발도상국의 전체적인 영향력 증가는 생명공학작물의 향후 채택 및 세계 승인과 밀접한 관계가 있는 지속적이고 중요한 추세이다. 아래에서 검토된 5개국은 각각 다른 방식으로 생명공학작물에서 이익을 얻었다.

인도

6,000만 명의 인구가 면화 관련업에 종사하는 세계 최대의 면화 생산국인 인도는 2002년 54,000명의 농민이 Bt 면화 50,000헥타르를 재배한 것으로 보고되었다. 5년 후인 2007년, Bt 면화 재배면적은 620만 헥타르로 급증했으며 자원이 부족한 영세농 380만 명이 Bt 면화를 재배했다. 특히 2005년 Bt 면화를 재배한 농민 10명 중 9명은 2006년에도 재배했으며 2006년과 2007년 사이에도 비슷한 현상이 일어났다. 이는 자신들의 재배지에서 Bt 면화의 우수한 성능을 경험한 농민들이 Bt 면화를 신뢰하고 있다는 점을 증명한다. 2007년 63%라는 놀라운 성장을 달성한 인도는 전세계 생명공학작물 생산국 중 3년 연속 최고 성장률을 기록했다. Bt 면화의 눈부신 성장의 이유는 Bt 면화가 농민들과 국가에 유례 없는 이익을 제공했기 때문이다. Bt 면화로 수확량은 최대 50% 증가했으며 살충제 사용량은 절반으로 감소하여 환경과 건강에 이익을 주는 동시에 헥타르당 수익이 최대 250달러 증가함으로써 사회적 이익 창출과 빈곤 완화에 기여했다. 국가 수준에서 2006년 Bt 면화로 인해 증가된 농민의 수입은 8억4,000만~17억 달러로 추정되며, 생산량은 거의 두 배가 되어 세계에서 가장 낮은 면화 수확량을 기록했던 국가 중 하나였던 인도는 현재 면화 수입국이 아닌 수출국의 위치에 서게 되었다. **인도 재무장관은 최근 Bt 면화의 성공에 대해 언급하며 다음과 같이 주장했다: “농업에 생명공학기술을 적용하는 것은 중요하다 - 면화에 적용되었던 기술이 식용작물에도 적용되어야 한다. 면화에서 이런 성공은 쌀, 밀, 콩, 유채 생산에서 국가의 식량자급 달성을 위해 사용되어야 한다.”** Aakkapalli Ramadevi는 힘들여 3에이커(1.3헥타르)를 경작하는 안드라 프라데시(Andhra Pradesh) 지역의 생계형 여성 농민으로서 Bt 면화로부터 이익을 얻은 인도의 전형적인 자원이 부족한 영세농이다. Bt 면화가 출시되기 전, 그녀는 “수확량이 너무 적어 늘 손해를 봤고 계속 돈을 잃고 있었다. 한마디로, 우리는 가난했고 아무것도 살 돈이 없었다.” 라고 말했다. Bt 면화를 2년간 재배한 후, 그녀는 “드디어 면화 재배로 실질적인 이익을 얻게 되었다.” 라고 말했다. 2006년 인도의 456개 마을에서 Bt 면화와 일반 면화를 재배하는 9,300개 농가를 대상으로 실시된 조사에 따르면, Bt 면화 농가의 여성과 아동은 일반 면화 농가에 비해 사회적 혜택에 대한 접근이 더 높은 것으로 나타났다. 일반 면화 농가의 여성들과 비교하여 Bt 면화 농가의 여성들은 임신 중 검진과 가정에서의 출산 원조를 약간 더 많이 받았으며 자녀들의 입학률과 예방접종률이 더 높았다. 인도의 Bt 면화 이력은 주목할 만하다. 적절한 정치적 의지와 농민의 후원으로 채택률이 계속 증가하여 Bt 면화 채택률은 현행 66%에서 80% 이상으로 상승할 전망이다. 그와 동시에 최대 200만 명의 자원이 부족한 영세농에 이익을 줄 수 있는 중요한 식용작물이며 환금작물(Cash Crop)인 Bt 가지와 같은 새로운 생명공학작물이 머지않아 승인될 것을 기대하여 대규모 재배시험이 실시되고 있다.

중국

세계 최대의 면화 생산국인 중국은 인도보다 6년 앞선 1996/1997년 Bt 면화를 도입했다. 중국의 Bt 면화 이력에는 세계의 최빈층에 속하는 영세농이 생명공학작물을 대량 채택한 1990년대 초반, 여러 생명공학작물 비평가들이 절대 일어날 수 없는 일로 예상했던, 놀라운 경험이 있다. 인도의 면화 재배면적은 940만 헥타르로 중국의 면화 재배면적 550만 헥타르의 두 배 가까이 된다. 비록 인도가 중국보다 6년 늦은 2002년에 Bt 면화를 도입했지만 2006년까지 인도는 중국보다 30만 헥타르 더 넓은 면적에서 Bt 면화를 재배했으며 2007년에는 중국보다 240만 헥타르 더 넓은 면적에서 Bt 면화를 재배했다. 그러나 가구당 면화 경작지는 인도(1.63헥타르)에 비해 중국(평균 0.59헥타르)이 훨씬 작으므로 2007년 중국에서 Bt 면화로 이익을 얻은 영세농의 수(710만 명)는 인도(380만 명)의 두 배 가까이 된다. 2007년 중국에서 Bt 면화는 710만 명의 자원이 부족한 영세농에 의해 380만 헥타르(2006년 350만 헥타르에서 증가) 재배되었으며, 이는 중국 전체 면화 재배면적인 550만 헥타르의 69%에 해당한다. 신기술에 대한 농민의 신뢰를 반영하는 중요한 지표 가운데 하나는 농민들이 다음 재배 시기에 해당 작물을 반복해서 재배하는 정도이다. 중국과학원(Chinese Academy of Sciences) 농업정책연구소(Center for Chinese Agricultural Policy, CCAP)에 따르면, 2006년과 2007년 허베이성, 허난성, 산둥성의 12개 마을에서 조사한 240개 면화재배 농가 중 2006년 Bt 면화를 재배했던 모든 농가는 2007년에도 Bt 면화를 재배하기로 결정함으로써 2006-2007년 사이, 중국 3개 성에서 Bt 면화 재배 농민의 반복지수(repeat index)는 100%였다는 점이 주목할 만하다. 흥미로운 점은, 조사된 240명의 농민 중 한 마을의 소수 농민들은 2006년과 2007년에 Bt 면화와 더불어 일반 면화도 재배하였다. 이는 농민들이 현명하게도 종종 오래된 기술과 개선된 기술을 자신의 재배지에서 나란히 비교하고자 한다는 사실을 나타낸다. 동일한 일이 미국 옥수수 재배지대에 교배종 옥수수를 도입하는 과정에서도 일어났으며, 농민들은 교배종이 오래된 품종보다 꾸준히 우수한 성능을 나타내어 만족할 수 있을 때까지 새로운 교배종 옆에 최고 성능의 오래된 품종을 재배했으며 교배종이 널리 채택되기까지는 수년이 걸렸다. 농업정책연구소에서 실시한 조사에 따르면, 중국의 Bt 면화 수확량은 농장 수준에서 평균 9.6% 증가했으며 살충제 사용량은 60% 감소하여 환경과 농민 건강에 긍정적인 영향을 끼쳤으며, 헥타르당 220달러의 실질적인 수입증가가 창출됨으로써 하루 수입이 1달러 이하인 여러 면화 농민들의 생계에 상당한 기여를 했다. 42세로 두 명의 자녀를 둔 Niu Qingjun는 전형적인 중국 면화 농민으로 가계 수입의 80%를 면화에서 얻는다. 그의 농장은 총 0.61헥타르며 면화는 그가 재배하는 유일한 작물이다. Niu는 Bt 면화에 대한 경험을 다음과 같이 개략적으로 설명한다: “해충저항성 면화(Bt 면화)가 없다면 우리는 면화를 재배할 수조차 없었을 것이다. 해충저항성 면화를 재배하기 전인

1997년에는 살충제를 40차례나 살포하고도 나방을 방제할 수 없었다.” 2007년 Niu는 Bt 면화 도입 이전에 일반 면화에 살포한 횟수의 절반 가량인 단 12차례 살충제를 살포했다. 중국의 Bt 면화 이력은 잘 기록되어 있으며 자원이 부족한 영세농에 의한 생명공학작물 도입의 중요한 사례이다. 중국은 Bt 포플러 25만 그루도 심었으며 중국 대학에서 개발하여 허가된 바이러스저항성 생명공학과파야(과실/식용작물)를 2006년 상업화하기 시작하여 약 3,500헥타르에서 재배했다. 또한 바이러스저항성 피망과 숙성지연 토마토의 상업화도 승인되었다. 일부 Bt 면화 품종을 제외하고 중국에서 상업화된 모든 생명공학작물은 공공부문의 자금 지원을 받아 국가기관에 의해 개발되었다. 쌀은 세계에서 가장 중요한 식용작물이며, 세계 빈곤층의 가장 중요한 식용작물이기도 하다는 점이 중요하다. 2006년 중국은 세계 전체 재배면적인 1억5,000만 헥타르의 20%에 해당하는 2,930만 헥타르의 면적에서 벼를 재배했다. 전세계 벼 재배농가는 2억5,000만으로 추정되며 이들 중 거의 대부분은 자원이 부족한 영세농이다. 중국의 벼 재배 농가는 1억1,000만으로 평균 0.27헥타르의 벼를 재배하는 것으로 추정되며 이들 자원이 부족한 영세농은 세계에서 가장 빈곤한 사람들에 속한다. 중국은 세계 최대의 생명공학 벼 프로그램을 가지고 있다. 중국의 생명공학 벼는 특정 해충(나방류)과 질병(흰잎마름병)에 저항성이 있으며 광범위한 재배시험을 마친 후 승인을 기다리고 있다. 농업정책연구소의 Jikun Huang 박사는 생명공학 벼의 수확량이 평균 2-6% 증가했으며 살충제 사용량은 거의 80%, 즉 헥타르당 17 kg 감소했다고 추정했다. 국가 수준에서 생명공학 벼는 연간 40억 달러의 이익과 더불어 보다 지속 가능한 농업에 기여할 환경 이익을 제공하고, 자원이 부족한 영세농의 빈곤을 경감할 수 있을 것으로 예측된다. 따라서 Bt 면화와 생명공학 벼를 합치면 2010년까지 중국 최대 1억1,000만 벼 농가에 연간 50억 달러의 경제적 이익이 창출될 가능성이 있다. 1996-2006년 중국은 생명공학면화 재배로 58억 달러의 농가소득이 증가한 것으로 추정되며 2006년 한 해의 이익만 해도 8억1,700만 달러로 추정된다. 중국의 정책 입안자들은 농업생명공학기술을 생산성 향상, 국가 식량안보 증대, 국제시장 경쟁력 확보를 위한 전략적 요소로 본다. 중국의 정책 입안자들은 식용, 사료, 섬유 안보를 위해 수입된 기술에 의존할 경우 받아들이기 어려운 위험이 있다고 결론을 내린 점으로 보아 중국이 생명공학기술의 세계 선두그룹에 속하고자 한다는 사실에는 의심의 여지가 없다. 중국에는 작물 생명공학기술에 전념하는 수많은 공공기관과 수 천명의 연구자들이 있으며 3대 식용작물인 벼, 옥수수, 밀을 포함하여 면화, 감자, 토마토, 콩, 양배추, 땅콩, 멜론, 파파야, 피망, 고추, 유채, 담배 등 12개 이상 생명공학작물의 재배시험이 실시되고 있다.

아르헨티나

아르헨티나는 6대 “생명공학작물 창시국” 중 하나로 세계 생명공학작물 상업화 원년인 1996년 RR[®] 콩과 Bt 면화를 상업화 하였다. 아르헨티나는 지금도 세계 2위의 생명공학작물 생산국으로서 2007년 세계 생명공학작물 재배면적의 19%에 해당하는 1,910만 헥타르의 생명공학작물을 재배했다. 2007년에는 2006년과 비교하여 110만 헥타르가 증가했으며 연간 성장률은 6% 이다. 2007/08년 아르헨티나의 생명공학작물 재배면적 1,910만 헥타르 가운데 1,600만 헥타르에서 생명공학콩이 재배되었으며, 280만 헥타르에서 생명공학 옥수수가 재배되었고 약 40만 헥타르에서 생명공학면화가 재배되었다. 인도, 중국과는 달리 아르헨티나의 농장은 대규모이며 곡물과 채유종자의 주요 수출국이다. 최근 분석에 따르면 아르헨티나는 생명공학작물, 특히 RR[®] 콩으로 인해 1996-2005년 10년간 농민 소득이 약 200억 달러 증가되었으며 새로운 일자리 수백만 건이 창출되었고, 콩의 소비자 가격이 합리적인 수준으로 안정되었으며 상당한 환경 이익이 생겼다. 특히 토양과 수분 보존을 위한 무경운농법으로 생명공학콩의 이모작이 가능해졌다 (Trigo and Cap, 2006).¹ 다음과 같은 몇 가지 요인으로 인해 아르헨티나는 생명공학작물을 신속하게 채택하게 되었다: 안정된 종자산업; 생명공학제품 허가를 위해 책임있고 시기 적절하며 비용 효과적인 체제로 운영되는 규제체제; 영향력이 큰 기술. 1996-2005년의 초기 10년간 아르헨티나가 얻은 직접적인 이익은 다음과 같다: 1996-2005년 제초제저항성콩에서 197억 달러; 1998-2005년 해충저항성옥수수에서 4억8,200만 달러; 1998-2005년 해충저항성면화에서 1,970만 달러; 3개 작물에서 얻은 총 이익은 202억 달러. 상업화 초기 10년간, 생명공학작물은 아르헨티나에서 여러 가지 중요한 이익을 창출했다. 아르헨티나의 도전 과제는 상업화 초기 10년간 적극적으로 참여하지 않았던 여러 국가들의 경쟁력 증가에도 불구하고 2006-2015년, 두 번째 10년에도 세계 2위를 유지하는 것이다.

브라질

브라질에는 대규모 농장과 자원이 부족한 영세농이, 특히 가난한 북동부 지역의 영세농이 공존하고 있어, 현 정부 하에서는 농촌 지역의 빈곤 완화가 최우선적 과제이다. 2007년 브라질은 세계 3위의 생명공학 채택국의 위치를 유지하여 1,500만 헥타르의 생명공학작물을 재배했으며 그 중 1,450만 헥타르에서는 RR[®] 콩을, 50만 헥타르에서는 두 번째 재배작물로 단일유전자삽입 Bt 면화를 재배했다. 증가율과 절대 증가면적 양쪽을 고려하면, 2006년(1,150만 헥타르)과

¹ Trigo, E.J. and E.J. Cap. 2006. “Ten Years of Genetically Modified Crops in Argentine Agriculture”, ArgenBio, Buenos Aires, Argentina.

2007년(1,500만 헥타르) 사이의 전년대비 30% 증가율은 인도에 이어 세계 2위의 증가율이며, 2007년 350만 헥타르의 증가면적은 생명공학작물 생산국 중 세계 최대의 절대 증가면적이다. 브라질은 현재 미국에 이어 세계 2위의 콩 생산국으로 향후 세계 1위의 자리를 차지할 것으로 예상된다. 2007년 브라질은 미국의 생명공학콩 재배면적 감소부분을 상쇄시켰다. 브라질은 세계 3위의 옥수수 생산국으로 최초의 생명공학 옥수수 품종은 초기 승인을 받았으며 2008/09년 재배를 위해 최종 허가를 받을 것으로 예상된다. 브라질은 세계 6위의 면화 생산국이기도 하며 세계 10위의 쌀 생산국(370만 헥타르)으로 아시아 이외의 지역에서 유일한 주요 쌀 생산국이다. 또한 브라질은 620만 헥타르의 사탕수수를 재배한 세계 1위의 사탕수수 생산국으로 생산량의 절반은 설탕 생산에 사용하며 나머지 절반은 바이오연료용 에탄올 생산에 사용한다. 미국에 이어 브라질은 2007년 세계 2위의 에탄올 생산국이며 화석연료와 바이오연료 양쪽을 자급자족하는 연료 분야의 선도적인 몇 안 되는 국가 중 하나이다. 브라질은 지금까지 승인된 생명공학작물의 재배를 지연시키는 법적 금지명령으로 인해 생명공학작물 도입에 상당한 어려움을 겪어왔다. 2007년 Anderson Galvão Gomes 박사의 연구에서는 번거로운 승인절차로 인한 승인 지연과 특히 정부기관을 포함하여 여러 이익집단의 법적 이의신청으로 브라질 농민들이 입은 이익 손실분을 추정했다. 이웃 아르헨티나에서 실용적인 벤치마크를 실시하여 RR[®] 콩이 신속하게 채택된 점을 고려할 때, 해당 연구에 따르면 1998-2006년 브라질의 RR[®] 콩 승인 지연으로 인해 농민들에게는 31억 달러의 비용이 소요되었으며 기술개발업체에게 추가적으로 14억1,000만 달러의 비용이 소요됨으로써 총 45억1,000만 달러의 이익 손실이 있었다. 1998-2006년, 농민 및 기술개발업체 양측의 잠재적인 총 이익은 66억 달러였지만 그 중 31%에 해당하는 20억9,000만 달러만이 실현되었다. 즉, 45억1,000만 달러는 법적 지연으로 인해 손실되었는데, 이는 국가 전체로서도 상당한 희생이며 주요 손실자는 농민들이다. 그러나 70억 달러에 상당하는 총 100억 레알(Real)의 기금(공공부분 60%, 민간 40%)을 향후 10년간 매년 균분하여 지원한다는 브라질 정부의 최근 공약은 생명공학기술에 대한 강한 의지와 지원 의도를 입증한다. 더욱이, 70억 달러 중 상당 부분은 바이오연료 및 농업 분야에 지원될 예정이다. 2007년 11월, 브라질의 룰라(Luis Inacio Lula da Silva) 대통령은 4년에 걸친 “과학, 기술, 혁신을 위한 조처 계획”에 230억 달러를 투자한다고 발표했다. 계획의 4대 핵심 중 하나는 전략적 분야, 특히 생명공학기술, 바이오연료, 생물다양성 분야의 연구와 기술혁신을 지원한다는 내용이다. 브라질은 물론 중국과 인도 역시 생명공학기술에 대한 정치적 의지가 분명하다는 점에 주목할 필요가 있다. ‘브라질, 인도, 중국’의 트로이카는 물질적·인도주의적 이익을 전달할 수 있는 농업생명공학의 강력한 힘이다. 2015년 까지 자원이 부족한 농민들의 빈곤과 기아를 경감시키기 위하여 생명공학작물의 이용 및 최적화에 대한 국제사회의 지지를 얻는 공동작업을 담당할 핵심 그룹을 형성하려면 이 트로이카의

정치적 의지가 통합되어야만 한다. 이와 같은 2015년까지의 목표는 새천년개발목표(Millennium Development Goal)이라고 하는데, 2015년 무렵이 되면 3대 작물인 옥수수, 벼, 밀 뿐만 아니라 다른 작물(orphan crop)들도 생명공학기술의 혜택을 받을 것으로 예상된다. 요약하면, 브라질은 바이오에탄올의 세계 선두이자 수출국으로서 부상되고 있는 역할에 기여하는 생명공학 사탕수수의 엄청난 가능성 이외에도 RR[®] 콩 재배면적의 지속적 증가 예상, 제초제 저항성이 조합된 Bt 면화의 급속한 확대, 2008년 이후 1,300만 헥타르의 옥수수 재배 기회, 370만 헥타르의 벼를 재배할 새로운 기회 등으로 인하여 생명공학작물 채택을 선도하는 국가가 되었다.

남아프리카공화국

남아프리카공화국은 아프리카에서 생명공학작물을 상업화한 유일한 국가이다. 2007년에는 총 180만 헥타르의 생명공학작물을 재배하여 세계 8위를 차지했는데, 2006년 140만 헥타르에 비해 거의 30% 증가한 것이다. 남아프리카공화국에서는 생명공학 옥수수, 면화, 콩이 재배되는데, 1998년 첫 재배 이후 그 면적은 매년 증가해왔다. 2007년에 주로 증가한 작물은 식용의 생명공학 옥수수(white maize)였는데, 전체 white maize 재배면적 170만 헥타르의 2/3가 생명공학 옥수수였다. 농민들의 신뢰를 얻은 생명공학작물은 자원이 부족한 영세농 및 대규모 농민 모두 재배했다. 크와줄루-나탈(Kwazulu-Natal) 지역에서 재배되는 Bt 면화는 주로 생계형 여성 농민들에 의해 재배된다. 크와줄루-나탈주 마크하티니 플랫폼(Makhathini Flats) 출신의 여성 면화 농민인 **Philiswe Mdletshe**는 Bt 면화로 수확량을 헥타르당 3 베일(bales)에서 8 베일로 증가시켜, 38,400랜드(Rand, 미화 5,730달러)의 순수익을 얻었다. 그녀는 일반 면화를 재배할 때 살충제를 작기당 10회 살포했지만, Bt 면화를 재배하면서 2회로 줄였고 1,000 리터의 물을 절감했다. 그녀는 5년 연속 Bt 면화를 재배하고 있다. Eastern Cape 출신으로 코사(Xhosa)어를 쓰는 익소포(Ixopo) 족의 존경받는 지도자인 **Mdutshane**에 따르면 그 지역에서 긴급 지원이 필요한 120명의 빈곤한 농민들이 Bt 옥수수를 재배함으로써 일반 옥수수에 비해 수확량이 최대 133% 증가되었다고 말했다. 작물의 60%까지 피해를 주던 해충(stalk borer)이 제거됨으로써 수확량은 헥타르당 1.5톤에서 3.5톤으로 증가되었다. 그들은 Bt 옥수수를 “**iyasihluthisa**” 라고 부르는데 이 말은 코사어로 “배를 채워준다” 는 뜻이다. Mdutshane은 “**처음으로 충분히 먹을 만큼의 식량을 생산했다**” 라고 말했다. 크와줄루-나탈주 흘라비사(Hlabisa)지구 농민연합 의장인 **Richard Sitole**는 농민연합 소속으로 긴급 지원이 필요한 250명의 생계형 농민들이 2002년 처음으로 평균 2.5헥타르의 소자작 농지에서 Bt 옥수수를 재배했다고 말했다. 의장 자신은 일반 옥수수에서 80자루를 수확하던 것이 Bt 옥수수 재배로 100자루로 늘어 수확량이 25% 증가하였으며

2,000랜드(300달러)의 추가수입을 얻었다. 일부 농민들은 수확량을 최대 40%까지 증가시켰다. 그는 2,000랜드(300달러)의 추가수입을 얻는 농민들이 여럿 있지만 그 중 20명을 선택하면 추가수입은 총 40,000랜드(6,000달러)가 되며, 이 정도의 금액이면 그들의 작은 지역사회에서 소상인과 양장점, 채소 생산자들의 경기를 부양할 수 있다고 지적했다. Sitole 의장은 “**생명공학작물에 반대함으로써 긴급 지원이 필요한 농민들이 자립하는 것을 방해하고, 나와 동료 농민들이 추가수입을 얻고 가족들에게 충분한 양 이상을 수확하는 이익을 얻는다는 사실을 부인하는 사람들에게 사죄를 요구한다**” 라고 말했다. 남아프리카공화국은 생명공학작물에 대한 풍부한 경험을 생명공학작물의 가능성에 관심을 가진 아프리카의 다른 국가들과 공유하는데 있어서 중요한 역할을 한다. 이미 남아프리카공화국은 ISAAA가 후원하는 기술이전 프로그램에 다른 아프리카 국가들과 함께 참여하고 있으며, 인근 국가들과 함께 교육 및 인적자원 개발 프로그램에 참여하고 있다. 남아프리카공화국은 생명공학작물에서 얻은 풍부하고 독특한 아프리카식의 경험을 가지고 있으므로 생명공학작물 생산국인 아시아의 중국 및 인도, 라틴아메리카의 아르헨티나 및 브라질과의 협력 및 공동연구를 촉진하는 아프리카의 주요 협력국으로서 중요한 역할을 담당할 수 있다. 인도, 브라질, 남아프리카공화국 (IBSA) 정부들은 작물 생명공학기술에 관한 공동연구를 포함하여 협력 기반을 마련했다. 창조적인 관리를 통해 IBSA는 아프리카의 식량부족(food insecure) 국가들에서 작물 생산성을 긴급히 향상시킬 수 있는 남-남(south-south) 국가간 생명공학작물 적용기술 공유를 촉진하는 혁신적인 기구로 발전할 수 있을 것이다. 남아프리카공화국은 생명공학작물을 열망하는 아프리카의 다른 국가들과 공유할 수 있는 혁신적이고 창조적인 새로운 협력과 기술이전 양식을 개발하기 위해 선진국의 공공부문 및 민간부문 기관과 국제적인 정보망을 형성함에 있어서 지도력을 발휘할 수 있는, 생명공학작물에 필요한 자원 기반과 경험을 가지고 있다. 남아프리카공화국은 생명공학작물에 관한 지식과 경험 공유라는 측면에서 아프리카 및 세계의 중심으로서 중요한 역할을 담당한다. 남아프리카공화국에서는 1998-2006년 생명공학 옥수수, 콩, 면화를 통해 농장 소득이 1억5,600만 달러 증가되었으며 2006년 한 해에만 6,700만 달러의 이익을 얻은 것으로 추정된다.

폴란드가 처음으로 Bt 옥수수를 재배함에 따라 2007년 생명공학작물 생산국가는 23개국으로 증가했으며, 유럽연합 27개국 중 생명공학작물 재배국가 수는 2006년 6개국에서 8개국으로 증가했다. 스페인은 2006년에 비해 40% 증가한 70,000헥타르 (21% 채택률) 이상의 생명공학작물을 재배하여 2007년에도 유럽에서 선두를 유지했다. 중요한 사실은, 비록 재배면적은 크지 않지만, 스페인을 제외한 7개국(프랑스, 체코공화국, 포르투갈, 독일, 슬로바키아, 루마니아, 폴란드)의 Bt 옥수수 총 재배면적이 약 4배 확대되어 2006년 약 8,700헥타르에서 35,700헥타르로 증가되었으며, 유럽연합의 전체 Bt 옥수수 재배면적은 전년 대비 77% 성장하여

처음으로 10만 헥타르를 넘어섰다.

전세계 65억 인구 중 절반 이상(55%, 36억)이 2007년 생명공학작물이 재배된 23개국에 거주하는데, 이들 국가에서는 2006년 세계적으로 70억 달러에 상당하는 여러 중요한 이익이 창출되었다는 점이 주목할 만하다. 또한 세계 15억 헥타르의 경작지 중 절반 이상(52%, 7억7,600만 헥타르)이 생명공학작물을 재배한 23개국에 분포한다. 2007년 생명공학작물이 재배된 1억1,430만 헥타르는 전세계 15억 헥타르의 경작지의 8%에 해당한다.

생명공학 콩은 5,860만 헥타르(세계 생명공학작물 재배면적의 51%)를 차지하여 2007년에도 가장 중요한 생명공학작물이었으며, 옥수수(3,520만 헥타르, 31%), 면화(1,500만 헥타르, 13%), 카놀라(550만 헥타르, 5%)의 순서였다.

상업화가 시작된 1996년부터 2007년까지 계속 제초제저항성이 가장 주된 형질이었다. 2007년, 제초제저항성이 적용된 콩, 옥수수, 카놀라, 면화, 알팔파 재배면적은 세계 생명공학 작물 재배면적인 1억1,430만 헥타르의 63%에 해당하는 7,220만 헥타르를 차지했다. 2007년에는 2-3개 형질이 포함된 후대교배종(2,180만 헥타르, 세계 생명공학작물 재배면적의 19%)이 처음으로 해충저항성 품종(2,030만 헥타르, 18%)보다 많은 면적을 차지했다. 2006~2007년 기간 중 후대교배종은 해충저항성 형질의 성장률 7% 및 제초제 저항성 형질의 성장률 3%에 비해 훨씬 높은 66%의 성장률을 보이며 가장 빨리 성장한 형질군이다.

첫 재배가 시작된지 12년만인 2007년에 처음으로 생명공학작물 누적 재배면적이 10억 헥타르의 3분의 2를 넘어선 6억9,090만 헥타르(170억 에이커)에 달했는데, 이는 미국이나 중국 전체면적의 약 70%에 해당하며 영국 면적의 거의 30배에 해당한다. 생명공학작물의 채택률이 높다는 것은 더 편리하고 융통성이 있는 작물관리, 생산비용 절감, 높은 생산성 및 순이익, 건강 및 사회적 혜택, 관행 살충제 사용량 감소로 인한 더 깨끗한 환경 등 다양한 범위에 걸쳐 실질적 이익을 제공하므로써, 지속 가능한 농업에 도움이 되는 제품에 대한 농민들의 높은 만족도를 반영한다. 생명공학작물의 지속적이고 신속한 채택은 선진국과 개발도상국의 대규모 농민과 영세농, 소비자, 사회에 실질적이고도 지속적인 이익을 제공함을 반영한다.

1996-2006년 생명공학작물의 세계적인 영향에 관한 최근 연구에 따르면, 2006년 생명공학작물 재배농민에게 돌아간 경제적 순이익은 70억 달러, 1996-2006년 누적이익은 340억 달러로 그 가운데 165억 달러는 개발도상국에, 175억 달러는 선진국에 돌아간 것으로 추정했다. 이 추정 이익에는 아르헨티나에서의 생명공학

콩 이모작과 관련된 매우 중요한 이익이 포함된다 (Brookes and Barfoot, 2008)². 1996-2006년 사이의 농약의 누적 감소량은 활성성분 기준으로 289,000 MT로 추산되며, 이는 작물에 사용한 농약으로 인해 환경에 미치는 영향을 환경영향지수(EIQ: Environmental Impact Quotient)로 계산할 경우 15.5% 감소한 것과 같은 양이다. 환경영향지수는 개별 활성성분이 환경영향에 기여하는 여러 요인들을 고려한 복합적인 척도이다.

환경에 관한 중요하고 긴급한 우려는 온실가스과 기후변화 감소에 잠재적으로 기여할 수 있는 생명공학작물과 다음 세 가지 주요한 방식으로 관련이 있다. 첫째, 화석연료 사용량 감소를 통한 이산화탄소 방출량의 영구적인 감소는 살충제와 제초제의 살포 횟수 감소와 관련이 있다. 2006년 감소된 이산화탄소 방출량은 12억 kg으로 추산되며, 이는 운행 중인 차량 5십만대를 도로에서 감축한 것과 같은 효과이다. 둘째, 식용, 사료, 섬유작물 재배시 생명공학기술 사용에 따른 보존형 경운(제초제저항성 생명공학작물에는 경운을 줄이거나 하지 않을 수 있음)을 적용함으로써 2006년에는 136억 kg의 이산화탄소가 감소된 것에 해당하는(차량 600만 대 제거) 추가적인 토양 탄소격리(carbon sequestration) 효과를 얻었다. 따라서 2006년 이산화탄소의 영구 감소량과 탄소격리를 통한 추가 감소량의 총합은 148억 kg으로 차량 650만 대를 제거한 것에 해당한다. 셋째, 향후 에탄올과 바이오디젤을 생산하기 위한 생명공학기반 에너지 작물이 상당한 면적에 경작되어, 한편으로는 화석연료를 대체할 것이며 다른 한편으로는 탄소를 재생하고 격리할 것이다. 최근 연구에 따르면 바이오연료를 사용함으로써 에너지 소모량의 65%가 절감될 수 있다. 에너지 작물은 향후 추가적인 작물 재배면적의 상당 부분을 차지할 것이므로 생명공학 기반의 에너지 작물은 기후 변화에 중요한 기여를 할 수 있을 것이다.

2007년 상업화된 생명공학작물을 재배한 23개국과 더불어 추가적으로 29개국(총 52개국)은 1996년 이래 생명공학작물의 식용 및 사료용 수입과 환경 방출을 승인했다. 23개 작물 124개 이벤트에 대해 총 615건이 승인되었다. 이는 일본과 같이 생명공학작물을 재배하지는 않지만 주요 식품수입국인 국가를 포함하여 29개국에서 생명공학작물의 식용 및 사료용 수입과 환경 방출이 허용되었음을 의미한다. 생명공학작물을 승인한 52개국 가운데 일본이 승인목록에서 1위를 차지했으며 다음으로 미국, 캐나다, 한국, 호주, 멕시코, 필리핀, 뉴질랜드, 유럽연합, 중국 순이다. 가장 많은 이벤트가 승인된 작물은 옥수수(40개)이며 다음으로는 면화(18개), 카놀라(15개), 콩(8개)의 순으로 많이 승인되었다. 대부분의 국가에서 승인된 이벤트는 제초제저항성 콩 이벤트 GTS-40-3-2으로,

²Brookes, G. and P. Barfoot. 2008. *GM Crops: Global Socio-economic and Environmental Impacts 1996-2006*, P.G. Economics 2008. In press.

24개국에서 승인되었으며(유럽연합 27개국은 1개국 승인으로 산정), 다음으로는 해충저항성옥수수(MON810)와 제초제저항성옥수수(NK603)가 각각 18개국에서 승인되었고 해충저항성면화(MON531/757/1076)는 세계 16개국에서 승인되었다.

2007년 재배된 총 1억1,430만 헥타르의 생명공학 재배면적 중 약 9%에 해당하는 1,120만 헥타르에서 재배된 작물은 바이오연료 생산에 사용되었으며 그 중 90% 이상은 미국에 분포하는 것으로 추정된다. 2007년, 미국에서는 700만 헥타르에서 재배된 생명공학 옥수수가 에탄올 생산에 사용되었으며, 약 340만 헥타르에서 재배된 생명공학 콩과 약 1만 헥타르에서 재배된 생명공학 카놀라가 바이오디젤 생산에 사용되어, 총 1,040만 헥타르에서 재배된 생명공학작물이 바이오연료 생산에 사용된 것으로 추정된다. 2007년 브라질에서는 75만 헥타르에서 재배된 RR[®] 콩이 바이오디젤 생산에 사용되었으며 캐나다에서는 약 45,000헥타르에서 재배된 생명공학 카놀라가 바이오디젤 생산에 사용되어, 세계적으로 총 1,120만 헥타르에서 재배된 생명공학작물이 바이오연료 생산에 사용되었다.

생명공학작물의 상업화 시작 12년간 많은 진전이 있었던 것은 분명하지만 상업화의 두 번째 10년(2006-2015년)의 잠재적인 진전에 비하면 지금까지의 진전은 “빙산의 일각”에 불과하다. 운 좋게도 상업화의 두 번째 10년 중 마지막 해인 2015년은 새천년개발목표의 해와도 일치한다. 따라서 2008년은 선진국과 개발도상국, 공공부문과 민간부문을 막론하고 전세계 생명공학기술 단체에서 새천년개발목표와 지속 가능한 농업을 위해 생명공학작물이 기여할 수 있는 바를 규정할 유일한 기회이다. 세계 생명공학작물 단체에게는 2015년의 목표를 위해 사업계획을 실행할 7년의 시간이 주어질 것이다. 2015년까지 작물생명공학기술은 이러한 기대에 부응하는 이익을 제공할 확률이 매우 높다고 가정할 때, 아래에 기술된 5가지 목표를 고찰할 필요가 있다.

1. 생물다양성을 보존하며 지속 가능한 작물생산체계에서 식용, 사료, 섬유 안보를 향상시키기 위한 작물 생산성 증대

상업화의 초기 12년간 해충, 잡초, 질병에 의한 생물 스트레스에 저항성을 나타내는 생명공학작물을 재배함으로써 생산성 증대에 이미 상당히 기여했다. 동일한 경작지에서 생산성이 계속 증대될 경우 산림개간과 화전의 필요성이 적어지므로 생물다양성은 보존될 수 있다. 사료용 옥수수, 채유작물인 콩과 카놀라, 섬유질 작물인 면화는 1996-2006년 340억 달러의 수익을 창출하며 생산성이 상당히 증대되었다. 남아프리카공화국에서는 백색 옥수수(white maize)로 식용작물의 초기 발전을 이루었으며, 생명공학 옥수수, 콩, 카놀라 성분이 가공식품에 일반적으로 사용되었고, 미국에서는 생명공학 파파야와 호박이 소비되었으며 중국에서는 생명공학 파파야가 소비되었다. 5년 내에 가뭄저항성 작물을 사용하게 되고 그 후

내염성 작물을 사용하게 될 것으로, 머지 않아 무생물 스트레스 관리에도 진전이 있을 것으로 예상되고 있다. 새로운 input과 output 형질군은 수확량을 증가시킬 뿐만 아니라 오메가-3 오일, pro-vitamin A가 강화된 황금쌀과 같은 영양개선식품도 제공할 것이며 이들 작물은 2012년까지 허가될 전망이다. 향후 5년간 가장 중요한 획기적인 사건은 세계에서 가장 중요한 식용작물인 생명공학 벼의 승인일 것으로 예상되며 이란에서는 2005년 이미 임시로 재배되었다. 여러 장소에 걸친 생명공학 벼의 광범위한 재배시험이 중국에서 완료되었으며 상업적 재배가 고려되고 있다. 인도는 재배시험을 실시중이고 아시아 여러 국가는 연구를 진행중이며, 이러한 연구들은 생명공학 벼가 중국에서 승인을 얻은 후 공식적으로 발표될 것이다. 생명공학 벼에는 식량안보와 빈곤 완화에 동시에 기여할 막대한 가능성이 있다.

2. 빈곤과 기아 완화에 기여

세계 최빈층 중 50%는 자원이 부족한 영세농이며 20%는 생계를 농업에 의존하는 소작농이다. 따라서 영세농민의 수입 증가는 세계 최빈층 대다수의 빈곤 완화에 직접적으로 도움이 된다. 초기 10년간(1996-2005년) 생명공학 면화는 가난한 농민의 수입 증가에 상당한 도움이 되었으며 두 번째 10년에는 더욱 향상될 수 있다. 생명공학 옥수수는 여러 영세농민들에게 이미 이익을 제공하고 있으며 2015년까지 이익이 증대될 가능성이 크다. 인도, 필리핀, 방글라데시에서 개발된 생명공학 가지와 같은 작물은 머지 않아 승인되어 최대 200만 영세농에 의해 거의 독점적으로 사용될 전망이다. 카사바, 고구마, 사탕수수, 채소류와 같은 소외작물(orphan crop)에 대한 빈곤감소(pro-poor) 의제에 중점을 둬으로써 빈곤과 기아 완화에 특히 목표를 둔 다양하고 균형 잡힌 작물 생명공학 계획이 개발될 것이다.

3. 환경에 미치는 농업의 영향 감소

전통적인 농업은 환경에 상당히 많은 영향을 끼쳤으며, 환경에 미치는 농업의 영향을 감소시키기 위해 생명공학기술이 사용될 수 있다. 초기 10년간의 발전에는 농약 사용량 대폭 감소, 무경운/저경운을 통한 화석연료 절감 및 이산화탄소 방출량 감소, 제초제저항성 적용으로 무경운 농법이 효과적으로 활용됨에 따른 토양과 수분 보존이 포함된다. 수자원 사용 효율이 증가되면 세계적으로 수자원의 보존과 이용가능성에 중요한 영향을 끼칠 것이다. 세계적으로 담수의 70%는 현재 농업에 이용되어, 2050년까지 인구가 거의 50% 증가하여 92억에 달할 것이므로 이와 같이 높은 비율의 담수 사용은 지속 가능하지 않을 것이 분명하다. 개발도상국의 현행 담수 이용률은 이보다 훨씬 높은 86% 이다. 두 번째 10년인 2006-2015년의 후반부에 이용하게 될 다른 생명공학작물은 지구 온난화 완화 및

대수층과 삼각주(질소 관련 오염물질이 있는 메콩 델타와 같이) 오염 완화와 관련되어 있는 질소 이용효율이 증가된 작물이다. 최초의 가뭄저항성 생명공학 옥수수 품종은 2011년경 상업화될 예정이며 가뭄저항성 형질은 이미 몇 가지 다른 작물에 도입되었다. 가뭄저항성은 전세계 작물체계에 중요한 영향을 끼칠 것으로 전망되며 특히 선진국에 비해 가뭄이 더 광범위하고 심한 개발도상국에 많은 영향을 끼칠 것이다.

4. 기후변화와 온실가스 감소

가뭄, 홍수, 기온변화는 점점 더 광범위하고 심해질 것으로 예상되므로 기후조건 변화에 잘 적응하는 작물로 서둘러 개선할 필요가 있다. 진단학, 유전체학, 분자표지에 의한 선별 등 생명공학작물을 다루는 몇 가지 수단과 생명공학작물이 ‘육종 능률 향상’ 과 기후변화의 영향 완화에 사용될 수 있다. 생명공학작물을 사용함으로써 경운의 필요성이 상당 부분 감소되며 토양과 수분이 보존되고 농약 살포량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 이산화탄소 격리에도 도움이 되므로 이미 이산화탄소 방출량 감소에 기여하고 있다.

5. 바이오연료의 비용 효과적인 생산에 기여

생명공학기술은 1세대 식용, 사료, 섬유질작물과 2세대 에너지작물의 총량과 재배면적 면에서 생산성을 비용 효과적으로 극대화하는데 사용될 수 있다. 생산성 극대화는 무생물 스트레스(가뭄/염분)와 생물 스트레스(해충, 잡초, 질병)에 저항성이 있는 작물을 개발하고 식물 대사를 조절함으로써 헥타르당 잠재적인 수확량의 상한선을 높인 작물을 개발함으로써 이루어 질 수 있다. 또한 바이오연료의 수송·정제·판매 과정에 효과적인 효소를 개발하기 위해 생명공학기술을 이용할 기회가 있다.

미래 전망

생명공학작물의 미래는 유망해 보인다. 상업화의 두 번째 10년인 2006년과 2015년 사이에 생명공학작물 재배국의 수, 작물과 형질의 수, 재배면적은 두 배로 증가할 전망이다. 개발도상국인 버키나파소, 이집트, 베트남은 향후 1-2년 안에 생명공학작물을 채택할 것으로 예상되는 잠재적인 후보이다. 가뭄저항성 밀의 재배시험이 이미 진행되고 있는 호주의 빅토리아주와 뉴사우스웨일즈주에서 2007년 11월 말, 4년간의 생명공학 카놀라 재배금지가 해제된 사건은 호주 생명공학작물의 미래를 위해 매우 중요한 발전이었다. 가까운 시일 내에 생명공학 벼가 허가되기만 한다면 2015년까지 생명공학작물을 도입하는 농민의 수는 10배 증가하여 1억 명이상이 될 수 있다. 2011년쯤 사용될 수 있을 것으로 예상되는 가뭄저항성

유전자는 특히 세계적으로 작물생산성 증대에 가장 광범위하고 중요한 제한요소인 가뭄이 심해지고 있는 개발도상국에 중요한 영향을 끼칠 것이다. 상업화의 두 번째 10년인 2006-2015년에는 아메리카의 성장세가 강했던 초기 10년에 비해 아시아의 성장이 두드러질 것으로 예상되며, 북아메리카에서 후대교배종이 지속적으로 성장함과 더불어 브라질의 강력한 성장세가 예상된다. 작물 형질의 결합으로 품질특성이 더욱 우수한 작물이 다양해져, 특히 유럽 등 오랜 기간 승인이 지연되었던 지역에 도입될 수 있을 것이다. 의약품, 경구 백신, 특화된 제품을 포함하여 다른 제품도 두드러질 것으로 예상된다. 1세대 식용/사료작물과 2세대 바이오연료용 에너지작물의 효율 증대에 생명공학기술이 사용됨으로써 커다란 영향력을 나타낼 것이며, 이 일에는 기회와 도전이 공존할 것이다. 식량안보가 보장되지 않은 개발도상국에서 식용/사료 작물, 사탕수수, 카사바, 옥수수를 바이오연료에 무분별하게 사용할 경우, 생명공학기술이나 다른 수단을 통해 이들 작물의 효율이 식용작물, 사료, 연료 수요를 모두 충족시킬 만큼 증가되지 않는다면 식량안보가 위태로워질 수 있다. 작물생명공학기술의 핵심적인 역할은 헥타르당 바이오매스/바이오연료의 수확량을 비용 효과적으로 극대화하는 것으로, 이를 통해 연료는 보다 합당한 가격으로 제공될 것이다. 그러나 생명공학작물이 해야 할 가장 중요한 역할은 2015년까지 빈곤과 기아를 절반으로 줄이기 위한 인도주의적인 새천년개발목표에 기여하는 일일 것이다. 지난 10년과 마찬가지로 생명공학작물에 대해 윤작이나 저항성 관리와 같은 우수농업관행(good farming practices)을 따르는 일도 여전히 중요하다. 특히 생명공학작물 상업화의 두 번째 10년인 2006-2015년에 생명공학작물의 주요 신규 도입국이 될 개발도상국들에 의해 지속적인 책임관리(responsible stewardship)가 실시되어야 한다.

최근 2008년 세계은행개발보고서(World Bank Development Report) “발전을 위한 농업(Agriculture for Development)”에 발표된 가장 중요한 메시지는 다음과 같다: “**극심한 빈곤과 기아로 고통 받는 자의 수를 절반으로 줄이기 위한 새천년 개발목표 달성을 위해 농업은 절대적으로 필요한 발전 수단이다.**” (World Bank, 2008)³ 동 보고서는 개발도상국에는 4명 중 3명이 농촌 지역에 거주하며 그들 대다수는 직·간접적으로 농업에 생계를 의존하고 있다는 사실을 일깨워 준다. 보고서는 대부분 여성으로 이루어진 아프리카의 고통 받는 생계형 농민을 위해 농업생산성을 혁신하지 않고는 사하라사막 이남 아프리카 지역의 절망적인 빈곤이 극복될 수 없다는 사실을 인정하고 있다. 그러나 개발도상국 부의 대부분이 창출되고 있으며 경제가 급성장하고 있는 아시아에는 극심한 빈곤에 시달리는 농촌 주민 6억 명(사하라사막 이남 아프리카의 전체 인구는 7억7,000만 명)도 살고 있으며, 아시아 농촌의 빈곤은 다가오는 10년에도 수백만 명의 농촌 빈곤층의 삶을

³ World Bank. 2008. *The World Development Report, Agriculture for Development*. 365 pp, ISBN-13:978-0-8213-807-7 World Bank, Washington DC. USA.

여전히 위협할 것이라는 사실도 주목을 끌고 있다. 세계에서 가장 가난한 사람들 중 50%는 자원이 부족한 영세농이며 20%는 농업에 생계를 의존하는 소작농인 현실에서, 오늘날 빈곤은 농촌지역의 일반적인 현상이라는 것이 엄연한 사실이다. 따라서 세계 극빈층의 대다수인 70%는 농업에 생계를 의존하는 영세농과 소작농이다. 작물 생산성을 증대하여 소득을 증가시키기 위해 생명공학작물을 성공적으로 사용했던 선진국과 개발도상국의 지식과 경험을 영세농에게 나누어 줌으로써 이와 같이 농촌사회에 집중된 빈곤을 빈곤 완화의 기회로 바꾸는 것이 도전 과제이다. 특히 세계은행보고서는 생명공학기술 혁명과 정보는 발전 증진을 위해 농업을 사용할 유일한 기회가 된다는 점을 인정하지만, 특히 본 보고서의 핵심 사안인 생명공학작물 적용에 대한 논란이 대두되는 경우, 정치적 의지와 국제적인 지원이 없다면 개발도상국은 급변하는 작물생명공학기술을 쉽게 놓칠 위험이 있다고 경고한다. “정치적 의지”와 통찰력 있는 정치가들의 신념이 커져 본 보고서에서 강조한 몇몇 선도적인 개발도상국의 생명공학작물 재배 농민들이 이끌어 가는 모습을 보는 것은 고무적인 일이다. 국제사회와 생명공학작물로부터 이미 혜택을 얻은 개발도상국의 선도적인 생명공학작물 생산국인 인도, 중국, 아르헨티나, 브라질, 남아프리카공화국은 그들의 경험과 지식을 아직 생명공학작물을 직접 경험하지 못한 개발도상국들과 공개적으로 나누어야 한다. 이를 실행하기 위해서는 박애주의적인 재단들과 쌍무적이고 다변적인 원조기관들, 오늘날 생명공학작물 산업으로 70억 달러의 이익을 얻은 민간부문의 모든 다국적기업들의 긴급하면서도 조심스러운 재정적 지원이 필요할 것이다. 빈곤 완화의 희망에 대한 절대적인 영향력에도 불구하고 지금 이와 같이 결정적인 원조 제공에 실패한다면 여러 개발도상국들은 한번밖에 없는 기회를 잃게 되어 작물 생산성 측면에서 영원히 불리한 조건에 놓여 경쟁력을 잃게 될 것이다. 인도나 중국의 Bt 면화나 남아프리카공화국 및 필리핀의 생명공학 옥수수와 같이 성공적인 국가 작물생명공학기술 계획과 관련된 “실무 국가대표단(national team of practitioners)”의 전체적인 경험은 무엇으로도 대체할 수 없다. 경험을 공유하고 있는 국가대표단에는 정치가, 정책입안자, 농경학자, 생명공학기술자, 경제학자, 생명공학작물의 모든 측면과 직접 관련된 농민을 포함하여 모든 핵심 인력이 포함되어야 한다. 장단점을 솔직하게 공유하여 생명공학기술을 처음 접하는 자들이 처음부터 다시 시작하지 않게 해야 한다. 경험을 공유하고 있는 국가대표단에게 던져야 할 한가지 핵심적인 질문은 “2라운드에는 작물생명공학 계획을 어떻게 다르게 이행할 것인가?”, 즉 2세대 생명공학작물 채택자들과 공유하여 경험으로부터 이익을 얻을 수 있는 1세대 생명공학작물 채택자들의 지식과 교훈은 무엇인가 라는 질문이다.

대부분의 개발도상국에서 생명공학작물에 대해 강조할 만한 가치가 있는 가장 중요한 제한요인은 적절하고 비용효과적이며 책임있는 규제체제의 부재이며,

여기에는 지난 12년 간의 규제로부터 얻은 교훈이 혼재되어 있다. 대다수 개발도상국의 현행 규제체제는 보통 불필요하게 번거로우며, 많은 경우 규제 해제에 100만 달러 이상이 소요될 수 있는 제품을 허가하기 위해 규제체제를 이행하기는 불가능하다 - 이 비용은 대다수 개발도상국들이 감당할 수 있는 평균 수준을 넘어선다. 현행 규제체제는 새로운 기술을 다루는 선진국의 초기 요구를 충족시키기 위해 개발도상국에는 없는 상당 수의 규정 관련 자원을 이용하여 10년도 더 지난 과거에 마련되었다. 개발도상국의 도전 과제는 “어떻게 극소수의 자원으로 많은 일을 할 수 있는가”이다. 지난 12년간 축적된 지식으로 이제 대다수 개발도상국의 평균에 속하는 많지 않은 자원을 필요로 하면서 책임 있고 엄격하면서도 번거롭지 않은 적절한 규제체제를 마련할 수 있게 되었다. 이 일에 자원이 최우선적으로 할당되어야 한다. 오늘날 자원이 풍부한 선진국의 요구를 충족시키기 위해 고안된 불필요하고 정당성이 없는 엄격한 기준은 잠정적으로 수백만 명이 불필요하게 죽어가는 동안에도 개발도상국이 적시에 황금쌀과 같은 제품을 이용하지 못하게 방해하고 있다. 이는 윤리적인 딜레마이며, 이 상황에서 규제체제의 요건은 상식을 넘어서 “수단이 아닌 목적”이 되고 “규제기관이라는 진료소는 성공할 수 있지만 환자는 죽는다”.

생명공학작물의 세계 시장가치

2007년 Cropnosis가 추정 한 생명공학작물의 세계 시장가치는 69억 달러이며 이는 2007년 422억 달러에 달하는 세계 작물보호제 시장의 16%, 340억 달러에 달하는 2006년 세계 상업적 종자시장의 20%에 해당한다. 69억 달러의 생명공학작물 시장을 구성하는 작물과 그 가치는 생명공학 옥수수 32억 달러(전체 생명공학작물 시장의 47%에 해당하며 2006년 39%에서 증가), 생명공학 콩 26억 달러(37%, 2006년 44%에서 감소), 생명공학 면화 9억 달러(13%), 생명공학 카놀라 2억 달러(3%)이다. 69억 달러의 생명공학작물 시장가치 중 52억 달러(76%)는 선진국에 돌아갔으며 16억 달러(24%)는 개발도상국에 돌아갔다. 생명공학작물의 세계 시장가치는 생명공학종자의 판매가와 종자에 적용된 기술료를 합한 금액을 기초로 산정된다. 1996년 생명공학작물이 처음 상업화된 이래 11년 간의 누적 세계가치는 424억 달러로 추정된다. 2008년 생명공학작물 시장의 세계가치는 약 75억 달러가 될 것으로 전망된다.