

유전자 재조합식품의 탄생과 보건, 환경, 사회적 의미

이충렬

울산대학교병원

탄생 배경

녹색혁명은 20세기 후반의 가장 성공적 일화의 하나이었다. 즉 녹색혁명은 농업을 농약, 화학비료, 농기계 등의 석유화학산업에 의존하게끔 재편하는 과정이었고 농업 생산성이 높아져 식량증산을 가져왔다. 영양결핍 인구비율이 매우 높음에도 불구하고 지난 40년간 세계 식량가격은 70% 정도 하락하였다. 이러한 변화로 생긴 이득은 수입의 대부분을 식량구입에 사용하는 많은 영양결핍을 겪는 인구에게 많은 도움이 되었다. 그런데 녹색혁명으로 인한 생산성 향상이 토양침식, 생물다양성 파괴, 농약오염 등의 환경문제에 의해 한계에 부딪히게 되자, 생명공학기술이라는 신기술로 식량생산을 배가시키는 시도가 시작되었다. 현재의 세계 식량 생산이 현재 세계 인구를 먹여 살릴 수 있을 정도라 해도 식량의 분배는 여러 가지 불가피한 이유로 불평등하다. 결과적으로 전 세계의 굶는 인구를 먹여 살리기 위해서는 식량생산이 더욱 증가되어야 한다. 즉 원래 녹색혁명에서 발생한 이득은 이미 체계 속으로 반영되었고 새로운 해결책을 찾지 않으면 아니 되었다. 2번째 녹색혁명의 필요성은 자명하며 이는 보다 생산적이고 보다 자연친화적인 방법으로 되어야하고 1차 녹색혁명보다 적은 환경오염을 유발하여야 하였다. 그리하여 새로운 녹색혁명은 새로운 조직배양법, 표식자를 이용한 선택교배 및 유전자 조작 같은 최신 식물번식방법 등의 생명공학의 진전된 기술을

현실 적용에 촉진시켰다.

생명공학은 고전적인 것과 현대적 의미로 나눌 수 있으며 살아 있는 유기체 또는 그 파생물을 이용하여 새로운 생산물을 만드는 것으로 정의된다. 고전적 생명공학은 야생적 특성을 갖고 있는 식물을 이종교배 하여 해충이나 질병 저항이 강한 종으로 만드는 과정이며 이런 과정을 통하여 동물이나 사람의 요구에 맞는 유전적 특성을 얻었다. 사실상 농부들은 지난 수천년 동안 경작물을 늘이기 위하여 유전자 조작을 해왔다. 예를 들면 8,000년 전에 멕시코의 아리카 원주민들은 테오신테라 하는 야생식물을 재배하여 옥수수를 만들었다. 테오신테는 길이는 짧으면서 낱알은 잘고 얇은 야생식물로 아메리카 원주민들은 선택재배를 통하여 투박한 형태의 유전자 조작을 해왔으며 이로서 보다 많은 생산이 가능하였다. 그 결과물이 오늘날 우리가 흔히 먹는 옥수수로 발전되었다. 지난 한 세기 동안 식물경작자들은 고전적인 교접육종법을 넘어 배아구조법, 화학적 돌연변이, 방사선 돌연변이 및 세포체클론변이를 포함하는 육종기술을 개발하였다. 이러한 기술은 계놈(생물이 살아가기 위해서 필요한 최소한의 유전자군을 가지고 있는 염색체의 1세트를 지칭하며, 유전자와 염색체의 영어 두 단어를 합성한 말)수준의 조작이라기보다는 다양한 유전자를 주입하여 원하는 특성의 안정화를 확실히 하기 위한 엄격한 선택과정이 필요하였다. 반면에 지난 20년 동안 유전자 조작기술의 발전으로 특정한 단일 유전자전달만

2 유전자 재조합식품의 탄생과 보건, 환경, 사회적 의미

된 농작물의 개발이 가능하게 되었다. 이러한 기술은 과학적 원칙에 근거하여 통제가 가능하고 언제든지 실험을 할 수 있고 예측이 가능하다. 현대적 생명공학은 유전자 조작 또는 유전자 조작절차를 이용하여 유전자를 서로 다른 종간에 서로 옮기게 할 수 있다. 현재 과학수준으로도 특별한 특성을 갖고 있는 유전자를 동정하고 유입시킬 수 있다. 단일 유전자는 물론 필요시 여러 개의 유전자를 동시에 조작할 수 있다는 점이 다양한 유전자를 지닌 DNA를 그대로 다른 종에 도입시키는 이종교배 및 역이종교배에 의한 선택재배와는 구분이 된다. 이렇게 하여 만들어진 것이 유전자 조작 농산물이며 이는 자연교배나 자연재조합에 의한 방법이 아닌 방법으로 유전자가 변형된 유기체로 정의 된다.

유해 곤충에 내성을 나타내는 유전자 조작 농작물의 소규모 현장실험은 1986년에 시작되었으며 옥수수의 변형, 특히 곤충과 병원성 균에 저항이 강한 옥수수의 개발은 작물개량의 주된 목표가 되어왔다. 그 중 유럽 옥수수종은 옥수수 재배에 있어 매우 유해한 해충이었다. 그런데 바실루스 트린지엔시스라는 세균은 결정단백 Cry 또는 δ -내독소로 알려진 특이살충 능력이 있는 단백을 생성한다는 것을 생명공학에서 이용하여 옥수수에 유해한 좀을 박멸할 수 있게 되었다. δ -내독소는 복잡한 과정을 거쳐 해충을 죽이는데 독소를 먹은 후 곤충의 중간창자에 구멍이 나면서 벽은 괴사를 하고, 패혈증을 유발하면서 좀벌레를 죽인다. 그리하여 바실루스 트린지엔시스 독소를 발현하여 옥수수종과 같은 해충에 강한 유전자 조작 옥수수가 상업적인 이용을 인가받은 최초의 식물 생물공학의 산물이 되었다. 1996년 이후 몇몇 다국적 식량자본에서는 변종 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수를 개발하여 상업화하기 시작하였다.

문제는 이러한 과학의 힘에 의한 이익이 농민과 소비자에게 간 것이 아니라 다국적 식량자본이 고스란히 챙겨감으로써 이들에 의한

식량 지배는 더욱 심해져 갔으며 모든 농업은 점점 더 다국적 식량자본의 통제 하에 들어가게 되었다는 것이다. 게다가 다국적 식량자본들은 이제는 생명공학과 유전자 조작을 매개로 하여 종자, 농화학, 제약, 식품, 곡물유통, 동물약품 분야를 하나의 기업으로, 또는 제휴의 형식으로 수직통합하여 독점을 더욱 강화하고 있다.

전 세계 유전자 조작 농작물 경작지에서 26%는 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 농작물이다. 1996년 이후 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 농작물 경작지 면적은 10배 증가하였다. 현재는 더욱 많은 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 농작물이 현장 실험을 거쳤거나 상품화되어 이용되고 있다. 그 중에서 스타링크라 알려진 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수는 다른 국가에 고지를 하지 않은 상태에서 이동이 되면서 인간의 먹이사슬로 반입되었다고 해서 매우 문제가 되기도 하였다. 세계적 민간 환경단체인 '지구의 벗'에 의하면 일본과 한국 같은 농산품 수입국에서는 식품으로 허가받지 못하였던 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 사료용 유전자조작 옥수수 '스타링크'가 반입 유통되어 사회적 문제가 된 바 있었다. 이것을 발견한 것은 정부당국이 아니라 소비자단체이었다.

현재 유전자 조작 기술의 이용실태

농작물의 유전자 조작의 장점은 두 가지 측면, 즉 생산자에게 이익이 되는 측면과 소비자에게 이익이 되는 측면으로 구분이 가능하다. 유전자 조작으로 농작물은 생명 및 비생명 스트레스로부터 보호받고 농작물 생산량을 증가시킬 수 있다. 그리하여 경제적으로도 유익하며 농약의 사용량 감소에 따른 잔류농약 감소에 이르기까지 많은 특성이 있다. 또한 유전자 변형 식품의 개발에 중요한 역할을 하는 것이 소비자의 선호도라는 것도 어느 정도 고려하여야 한다. 소비자들이 써 없는 오렌지와 수박

을 선호하였기 때문에 식량자본은 씨 없는 과일을 생산하기 위해 수정과정을 거치지 않은 농작물을 개발하였다.

유전자 조작 농산물의 여러 가지 유익한 면을 농경제적 특성과 질적인 특성으로 구분하여 정리하면 먼저 농경제학적 특성으로 제초제에 대한 내성을 증가시킬 수 있다. 잡초를 제거하지 않는다면 농작물의 손실은 20-60%에 달한다. 농작물이 제초제에 대한 내성을 얻기 위하여 제초제에 감수성이 낮은 효소를 발현하는 유전자를 직접 주입하거나 제초제를 대사시켜 해독시키는 효소를 발현하는 유전자를 주입시키는 방법을 사용한다. 현재 제초제에 내성을 갖는 식물은 유전자 조작 농작물의 74%에 달한다.

다음으로는 해충에 대한 내성을 갖게 하는 유전자 조작 농산물이다. 즉 앞에서 이야기한 토양 세균 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용하여 생산된 유전자 조작 옥수수이다. 유기농 농부들은 40년 이상 바실루스 트린지엔시스 독소를 농약 살포식으로 사용해왔다. 이 단백질은 유해한 해충에게는 효과가 있지만 사람이나 포유동물, 조류에는 무해하다고 한다. 사실 유럽 옥수수좀은 경작량을 감소시킬 뿐만 아니라 곰팡이 및 푸모노신 같은 곰팡이독소를 형성하는 푸사리움에 의한 오염을 유발한다. 푸모노신은 모든 동물 연구에서 간독성을 유발하는 것으로 알려져 있다. 사실 유럽 옥수수좀 감염에 의한 농작물(옥수수, 면화, 사탕수수 및 채소)의 경제적 손실은 1년에 10억 달러에 이른다. 반면에 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수와 면화를 재배함으로써 경제성을 높일 수 있게 되었다. 또한 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 유전자 조작은 농산물 생산을 증진시킬 뿐만 아니라 화학 농약의 사용을 줄이고 곰팡이 독소의 농도를 줄였다.

바이러스, 곰팡이 및 세균에 대한 내성을 갖게 할 수도 있다. 바이러스 질환에 대한 내성은 바이러스 코드 단백을 발현시키거나 바이

러스 복제효소 유전자를 주입함으로써 얻을 수 있다. 곰팡이 질환에 대한 내성은 유전자 조작을 통한 피토폰의 생합성 유도, 세포벽 수화 효소의 발현 또는 곰팡이 리보솜에 특이반응을 보이는 리보솜 억제단백의 발현으로 가능하다. 곰팡이 질환에 대한 내성은 생산량 증가뿐만 아니라 곰팡이 독소의 농도를 줄이는 장점도 있다.

또 다른 농경제적 특성으로 가뭄에 대한 저항을 갖는 특성을 개발할 수 있다. 식물의 유전적 특성의 최대한 발현은 수분이 부족할 때 영향을 받을 수 있다. 그러나 폴리아민, 프롤린, 글리신 베타인 및 트레할로스의 생합성 유도로 가뭄에 저항력을 갖게 할 수 있다. 유해 금속에 대한 방제 효과를 갖는 유전자 조작 농산물의 개발도 가능하다. 현재 전 세계의 경작 가능한 농경지의 30%는 토양이 알칼리 특성으로 철분의 수용성이 떨어져 있다. 식물의 성장장애는 비료로도 해결할 수 없다. 알칼리 토양에서의 낮은 철 수용성에 견딜 수 있는 쌀의 개발은 철을 녹이는 킬레이트를 보다 많이 유리하는 농작물의 유전자 조작으로 가능해졌다. 산성토양에 의한 알루미늄 유리현상은 농작물의 뿌리에 해롭다고 한다. 그런데 전 세계 경작지의 30-40%는 산성 토양의 영향으로 80%까지의 수확량 감소를 겪는다. 뿌리에서 세균의 구연산 합성효소의 발현을 유도하여 이 문제를 해결할 수 있게 되었다. 유전자 조작 식물의 공학적 적용의 또 다른 예는 다양하다. 예를 들면 조지아대학교의 연구자들은 땅에서 독성 이온성 수은을 흡수하여 무해한 형태로 전환시키는 능력을 포플러 나무 유전자 조작을 통하여 개발하였다. 연구에 의하면 유전자 변형 포플러 나무는 다른 나무에 비해 10배 정도 수은을 제거할 수 있다고 한다.

관개 토양의 40%는 염도의 영향을 받는다. 생합성의 억제와 발생기산소의 생성으로 농작물 성장에 장애가 있다. 유전자 조작으로 세포내 삼투성 물질의 증가를 유도하거나, 항산화 효소를 발현시키거나, 나트륨 펌프를 유도함으

4 유전자 재조합식품의 탄생과 보건, 환경, 사회적 의미

로써 이 문제를 극복할 수 있다.

소비자 측면에서 유전자 조작 농산물의 장점은 미각이나 영양학적 가치 증가가 있다. 즉 생명공학으로 인하여 식품 보존기간이 길어졌을 뿐만 아니라 식품의 영양학적 가치가 증가되었고 약효가 있는 특성을 갖출 수 있으며 맛과 모양이 좋은 식품을 생산하게 되었다. 많은 농작물을 사람과 동물에게 필요한 영양학적 요구에 맞게 개발할 수 있다. 서서히 물러지게 하는 특성으로 유명한 FLAVR SAVR 토마토는 다유즙 분해효소의 억제로 빨리 익어버리는 특성을 감소시킨 상태로 시장에 소개되었다. 에틸렌 대사를 방해하여 향기를 증가시킬 수도 있다. 유전자 조작기술의 향후 경향은 영양학적 가치를 높이는데 집중될 것으로 보인다. 지방산의 사슬길이와 포화도 증가로 매우 양질의 카놀라 기름 생산이 가능하게 되었고, 올레인산을 많이 함유하는 해바라기 씨기름을 생산할 수 있게 되었다. 식품의 단백질, 녹말 및 기름성분과 양은 물론 미세영양성분을 개선하여 보다 영양학적으로 가치 있게 만들 수 있다. 예를 들면 녹말생합성과정에서 필요한 효소를 박테리아 유전자에 삽입시킴으로써 녹말이 30-60% 더 많은 새로운 품종의 감자가 개발되었다. 이러한 녹말이 많은 감자는 습기가 적어 튀길 때 기름을 적게 흡수한다. 비타민과 무기질은 건강에 유익한 것으로 잘 알려져 있다. 식품과 사료의 단백질 질을 향상시키기 위하여 많은 기술이 도입되었는데, 그 예가 밀에 잘 구워지게 만드는 특성을 도입시킨 것이다. 최근의 식물 생명공학은 식물의 탄수화물 대사과정에 대한 유전자 조작에 초점을 두고 있다. 녹말 생합성 증가, 녹말 성분의 변화 등이 이러한 기술의 적용 예이다. 전통적 식품생산에서 발효기술의 중요성을 고려할 때 유전자 조작으로 생산된 식품이나 식품첨가물에 대한 관심집중은 시작에 불과하다. 최초로 상품화된 예가 유전자 조작 미생물을 이용하여 재래 젖소로부터 치즈를 만드는 효소인 키모신의 생산이다. 동물사료로 유전자재

조합식품을 사용하면 아미노산량과 필수영양소의 공급의 균형을 갖춘 사료를 줄 수 있어 폐사의 위험성도 줄일 수 있다.

카로티노이드는 특정 암과 피부 모반의 변성 위험성을 줄여주는 영양소로 잘 알려져 있는데 이는 파파야, 토마토, 케일, 시금치 등에서 발견된다. 베타카로틴은 피토엔 합성효소 경로에 3가지 효소 유전자를 첨가함으로써 소위 '황금의 쌀'이라 알려진 유전자 변형 쌀에서 이미 발현되었다. 이 종은 또한 고농도 철분을 갖는 쌀과 교배되어 양쪽 특성을 모두 갖는 품종으로 개발되었다. '황금의 쌀'은 미래 생명공학 농작물이 개발도상국 주민에게 가져다 줄 유익한 제품으로 많은 주목을 받았다. 이러한 변종 쌀은 영양결핍을 예방할 뿐만 아니라 비타민A 결핍과 관련 있는 야맹증을 감소시킬 수 있다. 건강에 이롭다고 알려진 다른 식물영양소에는 글루코시놀레이트, 피토에스트로겐, 피토스테롤 등이 포함되는데, 다양한 식품원에서 발견되며 이러한 성분은 선택적으로 치료적 수준까지 농축되어 발현될 수도 있다. 전 세계에서 철 결핍을 겪는 인구는 13억이다. 쌀의 철 성분을 높이기 위하여 파세오루스 불가리스 유전자를 쌀로 유입시키거나 내재성의 시스타인이 풍부한 메탈로티오네인-유사 단백질을 과발현 시킬 수 있다. 최근에는 기능성 식품에 대한 관심으로 식품내의 주요 성분의 구성이나 분포를 변화시키는 방법, 즉 카로티노이드와 비타민, 프라보노이드와 이소플라비노이드 등의 조성 변화 기술이 황금을 캐는 광산처럼 인식되고 있다. 유전자 조작으로 알레르기유발성이 없는 식품도 개발되었다. 알레르겐이 적은 변종 16-kDa 쌀이 1990년 초에 개발되었고 수년 후에는 16-kDa 단백질이 무려 80%나 감소된 유전자 조작 쌀을 개발하였다.

생명공학으로 예방적 건강관리의 개념을 완전히 변화시킬 수도 있다. 옥수수, 감자 및 바나나 같은 농작물에 단백질항체를 발현하는 유전자를 삽입시킴으로써 식물에서 백신을 생산

하는 방법이 개발중이다. 즉 이러한 항체를 먹으면 면역반응이 일어나서 병원균에 대한 방어력이 형성되는 것이다. 이러한 접근의 가능성은 유전자 변형 B형 간염 표면항원을 발현시킨 감자들기로 키운 쥐에서 항원에 대한 항체 생성을 입증함으로써 증명된 바 있다. 백신항원을 발현하는 식물도 개발되어 주목을 받고 있다. 일반 대중, 행정당국 및 의료전문가들은 수 백년 동안 생명공학적 방법의 박테리아와 바이러스 백신을 잘 받아들였다. 오늘날 분자생물학과 같은 새로운 접근법에 의해 제품이 향상되고 안전하게 되었다. 유전자 기술에 의한 다양한 백신이 현재 통상적으로 이용된다는 것은 과학자 집단에서는 주지된 사실이다. 과학자들은 엽록체에서 포유류의 유전자를 발현시켜 치료적 단백질을 생산하는 엽록체 공장의 가능성을 보여주었다. 어린이 뇌하수체 기능저하 왜소증을 치료하는데 사용되고 또한 터너증후군, 만성신부전증과 에이즈로 인한 소모증후군의 치료에 사용가능한 성장 호르몬은 담배 식물의 유전자 변형 엽록체에 의해 생산된다. 더욱이 형질이전 식물들에 대한 성장 호르몬의 축적은 핵 유전학적 접근에 의해 변형된 식물들에 의해서 생산되는 유사한 단백질들보다 300배 이상이라고 한다.

곤충 매개로 인한 질병의 전파를 차단하기 위하여 자연개체군에서 다른 유전형의 도입이나 유전자 조작을 하는 것이 바람직할 수 있다. 아직까지는 유전자 조작 곤충의 이용이 적지만 그 수는 향후 매우 증가할 것이 분명하다. 질병 매개물과 해충의 구제를 위하여 유전 변형 곤충을 이용하는 경우 환경에 미치는 영향은 다른 유전자 조작 유기체의 환경 영향과는 기본적으로 다른 측면이 있다. 다른 유전자 조작 유기체의 경우 되도록 전파와 방출을 억제하는데 목적이 있지만 유전자 조작 곤충은 되도록이면 전 세계적으로 많이 퍼지게 하는데 그 목적이 있다. 이러한 곤충들은 자연개체군의 유전자 조작이 되지 않은 곤충들을 제거하거나 대체함으로써 환경에 영향을 줄 수 있

다. 매우 지독한 열대성 질병인 말라리아, 황열, 뎅기열 등은 점차 증가하고 있기 때문에 매개 곤충에 대한 유전자 조작은 매우 우선적으로 고려되어야 하는 부분이다. 유전자 조작을 통하여 유해곤충을 구제하는 경우 살충제로 매개 곤충을 구제할 때 봉착되는 내성을 갖는 곤충의 출현을 예방할 수 있어 효과적인 방법으로 간주된다. 유전자 조작을 통한 모기와 유해곤충의 공생세균의 구제는 현재 매우 연구가 활성화된 부분이다. 사망유전자를 자연 개체군에 주입하여 해충을 구제하는 방법이 이미 여러 연구자들에 의해 시도된 바 있다. 불임을 유도하는 유전자를 이용하여 해충을 구제하는 방법도 개발되었으며 이는 해충 구제의 성공적 방법 중 하나로 인정되고 있다.

건강에 미치는 영향

유전자조작 농산물이 부작용을 보일 수 있다는 가능성은 사실 매우 논리적이다. 디에틸 스틸베스테롤이라는 유산방지제를 먹고 20년이 지난 후에야 출산된 여아에서 생식기암이 발생하였다는 점과 인간의 편의를 위해 개발된 DDT, 고엽제, 방사능과 같은 독성물질들이 수십년 뒤 후손들에게 엄청난 육체적 정신적 피해를 주는 생생한 사례들을 고려할 때 적어도 일부 유전자 조작으로 인한 기대하지 못하였던 장기적 부작용의 가능성을 생각하는 것이 부적절한 것은 아니다.

주요한 부정적 영향에 대하여 자세히 정리를 하면 다음과 같다. 첫째, 인간의 장내 세균이 항생제에 내성을 갖게 되는 가능성이다. 유전자 조작을 반대하는 사람들은 유전자조작으로 항생제에 내성을 갖는 농작물이 사람을 포함한 다른 유기체에 항생제내성을 전달할 가능성이 있다고 말한다. 식물 유전자 조작의 현재 제한점은 유전자 전달방법에 관계없이 목표조직의 일부만이 유전자 조작이 되어야 하기 때문에 유전자 조작이 되지 않은 세포를 사멸시켜야 하며 관심이 되는 유전자는 적어

도 하나 이상의 선택 표식자 역할을 하는 다른 유전자를 갖고 있어야 한다. 실제 이 유전자는 유전자 조작이 되지 않은 세포에게는 해로운 항생제인 가나마이신이나, 제초제에 내성을 갖게 한다. 이러한 항생제 내성 유전자는 유전자 조작기술 발전에 지대한 공헌을 한 것으로 알려져 있다. 흔히 사용되는 항생제는 암피실린에 저항을 보이는 유전자를 함유한 다국적 식량자본 노바티스사의 유전자조작 옥수수 이외는 대부분 가나마이신과 네오마이신으로 이들 약제는 경구 처방되지 않는 약제이며 더욱이 섭취한 식물에서의 유전자가 세균으로의 수평적 전달의 사실이 입증되지 않았고, 진화과정에 이러한 현상이 일어났다는 증거도 없었다. 세계보건기구와 유럽연합의 감독기관에서는 항생제 유전자의 식품에 대한 안전성을 검토한 결과 건강에 무해하다고 결론을 내렸다. 이들에 의하면 유전자재조합식품의 항생제 저항 유전자가 건강에 위협적이 못하다는 주된 근거는 항생제 내성은 이미 미생물계, 특히 토양 중 세균에서는 흔히 발생되기 때문이다.

둘째, 변형유전자의 주입 후 독성물질 발현이다. 이는 유전자 조작으로 인하여 발현하지 않는 유전자를 발현시키거나 대사과정의 변화로 독성물질을 생산하여 인간이나 환경에 악영향을 줄 가능성을 말한다. 그러나 아직까지는 다음에 기술할 알레르기 독성 외에 이러한 사실을 입증할만한 충분한 증거는 없다. 즉 안전성 연구에서 유전자재조합식품은 만족스러운 결과를 보여주었다.

셋째, 알레르기 발생가능성이다. 농작물의 유전자 조작은 알레르기를 2가지 방법으로 유발시킬 가능성이 있다. 하나는 이미 알려진 알레르겐의 표적 농작물로의 진입이며 두 번째 방법은 새로운 알레르겐에 대하여 또 다른 알레르기를 발생시킬 수 있다. 후자는 변형 유전자가 식품사슬로 유입되어 새로운 감작을 유발할 때 일어날 수 있다. 알레르기 감작이 일부 단백질에서는 발생하고 일부에서는 없는 까닭

이 불명확하여 예측하기가 더욱 어렵다. 유전자 조작 농산물의 알레르기원성을 평가할 때는 이 차이를 염두에 두어야 한다. 그리하여 유전자 조작 농산물이 감작된 사람에서 알레르기 반응을 유발하는 것인지 새롭게 발현된 유전자에 의해 새로운 알레르기 감작을 유발한 것인지를 구별해야만 한다. 알레르겐의 특성을 정의하는 것과 알레르기 유발 원칙을 알 수만 있으면 새로운 단백질이 사람에게서 알레르기 감작을 유발하는지를 쉽게 확인할 수 있을 것으로 생각하여 식품알레르겐의 물리-화학적 특성에 대하여 많은 연구자들이 연구를 해왔다. 한 연구에 의하면 특정 콩 속의 영양학적 특성을 증가시키기 위하여 브라질 땅콩에서 추출한 메티오닌이 많은 2S 알부민을 유전자 변형 콩에 삽입하는 것에 착안을 하여 2S 알부민의 알레르기원성을 평가하였는데 일부 대상자에 대하여 피부천자실험을 한 결과 알레르기원성이 있다고 알려진 식품에서의 알레르겐이 유전자 조작과정을 통하여 다른 식품에 전달될 수 있음을 확인하였다. 문제가 있는 콩은 경작 금지가 되었고 인간의 먹이사슬로 들어오지 못했다. 이러한 사례는 유전자 조작으로 알레르겐과 독소를 유입시킬 가능성이 있음을 보여준다. 그러나 상품화되기 전에 문제점이 규명되었고 적절한 후속조치가 취해졌다. 이는 식물 생명공학 산업에서의 그러한 문제점에 관한 인식의 폭이 매우 높다는 것을 증명한 일례이다. 식품의 알레르기 유발성을 평가할 때 이미 알려진 알레르겐의 아미노산 배열과 비교를 한다. 현재까지는 알레르겐의 아미노산 배열 데이터베이스를 조사해 본 결과 유전자 조작에 의해 발현된 단백질에서 기존의 알레르겐을 갖는 단백질에 대해 유의한 짝을 보이는 경우는 없었다. 또한 식품 내 단백질이 알레르기를 유발하려면 소화해 견딜 수 있어야 한다. 조리과정에서 일어나는 여러 가지 상황에서 알레르겐의 안전성여부도 중요하다. 이러한 이유로 인하여 소화해 견디는 능력과 조리과정 중 안정성이 단백질의 알레르

기 유발성 결정에 중요하다. 온전한 단백질은 장의 점막을 통과하여 순환계로 들어갈 수 있다. 소화기계의 단백질 분해능과 산성 환경에 견디는 단백질은 장에 도달할 가능성이 높아진다. 대부분의 알레르겐은 단백질분해능에 견디낸다. 단백질이 분해가 되면 장에 흡수될 가능성이 낮아져서 감각의 기회가 제한된다. 조리과정에서 안정성이 있는 경우 알레르기 유발성이 남아있으나 그렇지 못한 경우 알레르기 유발성이 낮아지거나 없어질 수 있다. 콩, 땅콩, 해바라기에 알레르기 반응을 보이는 사람들을 대상으로 이들 식물로부터 열을 가해 얻은 기름을 이용하여 식품 섭취 실험을 해 본 결과 아무런 알레르기반응을 보이지 않았다.

환경에 미치는 영향

바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수는 유럽 옥수수좀과 남서부 옥수수좀의 유충으로부터 손상을 막아준다. 그러나 다른 좀벌레 해충에 대한 보호 작용은 없다. 예를 들면 야행성 거염벌레, 옥수수 지렁이, 흑색 거염벌레, 거염벌레 및 줄기 좀벌레 등에 대한 작용은 없다. 또한 진드기 및 딱정벌레에 대한 보호 작용도 없다. 결과적으로 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수는 농부들로 하여금 농약 사용량을 완전히 줄이게 하지는 못하며 어떤 경우는 농약사용 형태의 변화를 야기할 수 있다는 것이 문제이다. 또한 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수는 유해 곤충을 죽이면서 바실루스 트린지엔시스 독소에 저항을 갖는 해충이 나타나게 할 수도 있다. 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 농작물 중 감자는 딱정벌레에 영향을 주며, 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수와 면화는 나비와 나방의 유충에 특이한 작용을 한다. 또한 유해해충이 식물의 어느 부분을 먹는가가 독소의 발현에 중요한 요소이다. 예를 들면 만일 독소 생성이 지상 노출부위에 한정된다면 뿌리부분을 먹는 초식 곤충은 영향을

받지 않을 것이다. 보통 유해 초식 곤충은 지상노출부위를 먹기 때문에 이 부분에서만 발현되는 독소는 표적 유해곤충에 대한 노출을 최대화하면서 비표적 곤충의 노출을 최소화할 것이다. 식물의 다른 조직과는 달리 꽃가루는 유동성이 있으며 일부 유전자 조작 식물의 꽃가루에서 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 독소가 발현된다. 독성 효과가 있는 꽃가루는 다른 식물에게 가서 다양한 초식 곤충에 의해 소비될 수 있으며 이로 인한 영향을 고려해 볼 수 있다. 추정하기로 표적 곤충이 아닌 많은 인시류 곤충이 바실루스 트린지엔시스 독소를 이용한 옥수수 경작지에서 날라 온 옥수수를 먹을 것으로 생각되며 이는 인시류에 직접적인 위험이 될뿐만 아니라 다른 곤충에도 간접적인 위험이 된다고 한다.

무당벌레 같은 포식자와 벌과 같은 꽃가루수분 매개 곤충은 생태계에서 매우 중요한 역할을 하며 보호되어야 한다는 것에는 이견이 없다. 만일 유전자 조작 농산물이 이러한 종에 나쁜 영향을 주면 이들이 하는 생태계의 기능이 영향을 받을 수 있다. 나비와 나방이 하는 역할 중 가장 중요한 것은 꽃가루 매개체이며 잡초 생존의 조절자 역할을 하면서 무당벌레 같은 포식자, 기생 곤충 및 유해병균의 먹이 및 숙주 역할을 한다. 이러한 생태계내의 기능이 영향을 받으면 생태계의 교란이 발생할 수 있다.

바실루스 트린지엔시스가 생성하는 결정형 단백질 독소는 토양 속의 정상적 생물에는 존재할 수 없는 것으로 알려져 있으나 이러한 독소를 만드는 유전자가 유전자 조작을 통하여 식물에 주입된 경우 식물 성장과정 내내 독소가 계속적으로 생산될 수 있다. 만일 생산이 소비되는 양이나 불활성화, 분해되는 양보다 많을 경우 독소는 토양 내에 축적되어 표적 해충을 구제할 뿐만 아니라 비표적종인 토양 미생물, 유익한 곤충에게 위협이 될 수 있다. 또한 독소가 축적되어 오랜 기간 지속되면 독소에 내성을 갖는 해충이 자연선택을 통하

여 생길 수 있다. 이러한 독소의 지속성은 독소가 환경 중의 진흙이나 유기물질과 결합된 경우 미생물 분해가 더욱 지연되면서 지속적 독성효과를 나타낼 수 있다. 진흙이나 유기물질은 유기분자의 지속에 매우 중요하다. 즉 그러한 물질이 없으면 저절로 자연 미생물에 의해 분해가 되어버린다. 진흙과 결합된 독소는 실험실 연구에서 동결하거나 습하게 하거나 건조시켜도 독성 작용이 40일정도 지속되는 것으로 나타났다.

유전자 조작 미생물은 토양을 통한 수직 전파가 가능하며, 또한 지하수 오염으로 건강을 위협할 수 있다. 많은 연구에 의하면 특정 환경에서 세균은 포자형성을 하여 빠른 수직 전파가 가능한 것으로 알려져 있다. 마찬가지로 현장실험에서 유전자 조작 미생물은 토양의 최상층에 머무는 경향이 있는 것으로 알려졌으나 최근의 연구에 의하면 유전자 조작 미생물의 일부는 15-75cm까지 수직 전파가 가능하다고 한다. 폭우가 온 후에 세균은 토양의 심부에 도달할 수도 있다. 토양의 표면을 통한 전파도 가능하다. 연구에 의하면 40cm 정도는 표면을 통하여 인접으로 이동이 가능하다고 한다. 동물매개체를 통한 전파도 가능하다. 척추동물 및 무척추동물의 소화기는 음식과 함께 들어 온 세균들로 하여금 서로 친밀히 접촉하게 하며 동물의 미생물군과 접할 수 있게 한다. 소화기 내의 환경은 미생물이 오랜 기간 생존할 수 있게 하여 유전자의 전달이 용이하게 하며 세균은 지렁이 같은 숙주동물에 의해서도 전파될 수 있다.

유전자 조작 미생물의 DNA의 운명에 관해서도 고려를 해야 한다. 왜냐하면 DNA가 발현되어 토착 미생물에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 비록 접합과 형질도입은 살아 있는 세포에서만 가능하지만 전환은 숙주세포가 죽은 후에도 일어날 수 있다. 농작물 속의 어떤 유전자는 식물의 자연 침투력을 증가시킬 수 있다.

변형유전자가 교잡, 역교배를 통하여 야생

잡초에게 전달되어 특정 식물의 침습성과 잡초성을 증가시키는가가 중요한 환경적 관심사항이다. 이제까지는 주된 관심사가 농작물과 잡초간의 교잡에 있었으며 유전자 전달과정에 관한 연속적 과정에 대한 실험적 자료는 없었다. 유럽연합 과학위원회는 식물들에 대해서는 오염은 피할 수 없다고 말한다. 잡초류에 이식 유전자의 이입은 제초제 저항성 잡초의 원인이 될 것이다. 들판 경계에 분무 살포하는 것은 생물의 다양성에 직접적 영향을 끼칠 수 있을지 모르며 제초제에 강한 자생식물들의 발아에 기회를 제공할 가능성이 있을 수 있다.

바이러스성 병원균들은 식물 생존과 풍요에 큰 영향력들을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 매개곤충의 인지부위를 포함한 식물바이러스의 단백질 외막, 숙주를 감염시킨 다른 식물 바이러스들은 단백질 외막을 훔쳐 매개체에 접근하여 새로운 식물 주인이 될지 모른다. 유전자가 조작된 바이러스의 mRNA는 숙주를 감염시킨 다른 식물 바이러스들과 재조합하여 새로운 바이러스를 생기게 한다. 이것이 현장에서 얼마나 자주 일어나게 될지 알 수 없다. 더욱 심각한 사실은 다른 감염된 바이러스들은 유전자 도입 생산품과 상호작용하고 순수한 감염보다 더 심각한 증상을 만들어 낼지 모른다는데 있다. 수평적인 유전자 이동은 생물학적 안전성에 있어서 중요한 쟁점이 되었다. 유전자 이동연구는 좀더 자연적인 상태인 생태계 모델에서 이루어지거나 모든 유전자 이동기전이 작용하는 상태에서 이루어졌다. 또한 영양이 풍부한 좋은 환경이 세균간의 유전적 교환가능성을 높인다는 것이 밝혀졌다. 특히 식물계가 접합 유전자 교환에 있어서 전도성 환경을 제공한다고 한다.

유전자 조작은 뉴클레오티드 배열의 재정렬을 유발하여 화학적 성상을 변화시킨다. 그리하여 유전자 조작 농산물의 DNA는 다른 DNA와 화학적으로 동일하며 유일한 차이점은 DNA배열의 차이에 국한된다. DNA배열의 자연적 변화를 고려하면 식품에서의 유전자 재

조립기술은 DNA의 화학적 특성의 변화를 유발하지 않는다. 전통적 식이에서 매일 DNA 및 RNA 0.1-1g정도를 섭취한다. 그러나 유전자 조작으로 DNA의 식이를 통한 섭취량이 증가되지는 않는다. 섭취된 핵산은 세포내에 있으며 세포가 용해되면 밖으로 나와 이용된다. 세포 밖 핵산은 위장관에서 분해된다. 주된 골격체인 뉴클레오티드와 핵염기는 흡수되며 일부 DNA는 분해를 피해 장세포와 대식세포에 의해 흡수된다. 나머지 찌꺼기는 대변으로 배설된다. 유전자 조작 자체가 핵산의 소화성이나 안전성에 영향을 준다는 증거는 아직 없다. 화학적 성상과 대사적 측면을 고려할 때 유전자재조합식품에서의 DNA/RNA와 일반 식품에서의 그것은 동일하다. 유전자재조합식품에서의 DNA가 알레르기원성을 가지고 면역학적 반응을 유발한다는 특성이 있다는 증거는 없다. 그리하여 안전성문제를 고려할 때 관심을 두는 부분은 분해되지 않고 남아있는 세포 밖 DNA에 있다. 이러한 DNA는 위장관내의 세포와 결합하여 유전자 조작을 유발할 수 있다. 장내 세균의 경우 DNA를 흡수할 수 있는 능력이 있으며 흡수된 DNA는 선상 조각 형태로 계놈에 융합될 수 있다. 포유동물에서는 DNA 조각이 면역계 세포를 포함한 장벽 세포에 의해 흡수가 되며 장벽을 통과하여 장내 면역계 세포에 의해 능동적으로 제거되거나 순환계로 들어 갈 수 있다. 그러나 포유동물은 외래 DNA가 계놈으로 융합되는 것을 막는 효과적인 기전을 가지고 있다. 사람과 포유동물들이 항상 음식을 통해 외래 DNA에 노출되고 있지만 흡수된 외래 DNA가 계놈에 융합되었다는 증거는 아직 없다. 아직까지의 연구로는 섭취한 식품에서의 DNA가 장내세균이나 사람의 세포에 의해 다른 종에게 전달되거나 기능적 융합될 가능성은 거의 없다고 한다.

견해의 차이

유전자 조작을 통하여 생산된 유전자재조합

식품을 보는 시각은 다양하다. 유전자재조합식품을 혐오하는 사람들은 식량문제 해결이라는 주장은 과학자들의 지나친 순진한 생각이며 식량문제는 양의 문제가 아니라 분배의 문제라고 주장한다. 흔한 예로서 지난 30년 동안의 녹색혁명 기간 동안 식량생산량은 엄청난 증가를 보였지만, 전 세계 기아인구는 오히려 더 늘어난 사실과 그 와중에도 미국을 비롯한 선진국에서는 비만으로 고생하고 있는 현실을 지적한다. 제3세계의 빈곤층에 식량을 공급해야 된다는 다국적 식량자본의 주장에 대해서도 정작 당사자인 제3세계 국민들은 다국적 식량자본들이 인도주의를 가장하여 자신들의 이익추구 동기를 숨기고 있다며 굶어 죽어가는 사람들을 유전자재조합식품 판촉 전략의 수단으로 이용하지 말라고 격렬히 비난하고 있다. 극소수의 다국적 식량자본기업들이 곡물을 갖고 전 세계를 좌우하고 있는 독점적 지배의 상황에서 또한 부익부 빈익빈이 더욱 심해지고 있는 현재의 신자유주의적 세계화 속에서는 아무리 유전자 조작을 통하여 식량생산량을 늘린다 할지라도 정작 굶어 죽어가는 사람들은 식량을 살 돈이 없기 때문에 식량이 돌아가지 않을 것이라 주장한다. 사실 최근 유엔식량농업기구의 경제사회분과의 한 관계자는 뉴욕타임스에 '총체적으로 볼 때 세계의 부는 증가하고 있고 식량도 충분히 생산되고 있다면서 문제는 사람들이 먹을 것을 사는데 필요한 직업과 자원, 토지와 돈에 접근하기 어렵다는데 있다'고 견해를 밝히기도 하였다.

또한 이들은 유전자재조합식품을 개발하는 다국적 식량자본에서는 유전자 조작 농산물이 기존 작물보다 수확량도 더 많다고 선전하고 있지만 실제 시험결과들에 따르면 오히려 수확량이 6-10% 떨어질 뿐만 아니라 외부요인에 의해 수확을 망칠 가능성도 더 커진다고 주장한다. 식품의 영양 개선에 대해서도 이견을 제시한다. 예를 들어 비타민 A를 강화한 유전자 조작 쌀인 '황금의 쌀'을 개발하여 보급하면 제3세계 빈민들의 영양상태를 획기적으로 개

선시될 수 있다는 주장에 대하여 비타민 A 결핍문제 역시 빈곤과 결부된 사회문제이기 때문에 근본적으로 빈곤을 치유하지 않는 이상 유전자조작 쌀로 해결할 수 없는 문제로 본다. 또한 한 가지 성분을 강화한 유전자재조합식품을 과도하게 섭취하게 되면 건강에 더욱 나쁘게 된다고 주장한다. 유전자조작 농작물이 제초제 및 살충제 사용을 절감시키기 때문에 환경에의 부담을 감소시키므로 농약에 의한 환경오염을 줄일 수 있다는 주장에도 반박을 한다. 제초제나 해충 저항성을 갖는 유전자 조작 농산물은 처음에는 농약 절감효과가 있을지라도 몇 년 지나면 내성이 증대되기 때문에 그 효과가 상실되어 오히려 농약을 더 많이 사용해도 효과를 얻을 수 없으며 결과적으로 유전자재조합식품이야말로 농약이 범벅된 위험천만한 농산물이 된다고 주장한다. 흔한 예로 다국적 식량자본의 하나인 몬산토의 라운드업 콩은 기존 작물보다 농약을 2.5배나 더 많이 사용한다고 들고 있다. 최근에 와서는 자연생태계의 순환에 의존하는 유기농업에 치명적인 영향을 미친다는 점을 강조한다. 유기농업은 그 청정함의 지위를 유지하는 것이 가장 중요한 문제인데, 유전자 조작 농산물이 재배되는 반경 수십 km 내에는 유전자가 전이됨으로써 유기농산물을 재배하더라도 유전자 조작 농산물과 섞여버린다는 점이다. 특히 외국에서는 가장 큰 쟁점으로 부각되고 있는 것은 유기농으로 믿고 재배한 농산물이 인근의 유전자조작 농작물에 의해 오염되어 유전자 조작 농산물로 판정이 날 경우 누가 책임질 것인가 하는 점이다.

제초제에 내성이 있는 유전자 조작 농산물을 개발하여 다른 잡초들과 해충들은 모조리 없애버리려는 반생명적 전략이 지속 발전 가능한 농업인가 아니면 잡초와 해충도 농업생태계를 유지하는 파트너로 보고 이를 지혜롭게 관리함으로써 생물의 다양성을 지속하고 먹거리의 안전성을 확보하는 것이 지속가능한 농업인가에 대한 관점도 판이하게 다르다. 농

약을 덜 쓰게 만듦으로써 지속가능한 농업과 농촌의 발전을 이룰 수 있다는 주장과 환경친화적인 유기농업을 통하여 지속가능한 농업을 이룰 수 있다는 다른 한 쪽의 주장은 우리 농업의 미래를 서로 완전히 반대편에서 바라보고 있다.

또 하나의 비난의 대상이 되는 것이 다국적 식량자본의 판매 전략이다. 몬산토는 자사의 제초제인 '라운드업'에만 저항성을 갖도록 유전자를 변형한 '라운드업 레디'라는 콩을 개발하여 제초제와 한 세트로 같이 농민들에게 팔고 있다. 이렇게 되면 몬산토는 종자와 농약 둘 다 판매함으로써 엄청난 이윤을 챙길 수 있다. 또한 이들은 종자가 다음 해에는 싹이 트지 않도록 유전자조작하는 '터미네이터 기술', 그리고 자사의 농약을 사용해야만 싹이 트도록 유전자조작하는 '트레이터 기술'을 개발하여 농민들이 씨앗을 거둬들여서 다시 뿌리는 양만큼의 종자시장을 더 차지함과 동시에 농약도 계속 파는 전략에 맹비난을 퍼붓고 있다.

유전자재조합식품과 그렇지 않은 식품의 차별적 판매로 인한 계층간 불평등도 거론된다. 유전자 조작이 아닌 식품이 유전자재조합식품에 비하여 더 높은 가격으로 거래되고 있는 상황에서 비싼 일반 식품을 구매할 수 있는 계층과 싸구려 유전자재조합식품을 구매해야만 하는 계층 간에 불평등이 야기됨으로써 새로운 사회적 갈등의 불씨를 제공한다는 것이다.

모든 사물에 특허를 붙여온 인간이 이제는 생명에까지 특허권을 부여하여 매매하고 있다. 특히 유전자재조합식품은 한 생명체에서 몇 개 안되는 유전자를 조작하여 완전히 다른 생명체로서 특허권을 인정받고 있다. 원료가 되는 생물다양성 자원은 별다른 대가 없이 제3세계 국가들로부터 가져오는 것인데 이것을 약간의 조작을 가한 다음 특허를 통해 엄청난 이윤을 덧붙여 되판다는 것은 생물학적 해적질이라는 비난을 한다. 소비자의 알 권리와 선

택할 권리의 침해도 주요 쟁점 사항이다. 소비자의 알 권리는 소비자가 상품을 구입할 때 상품을 판매하는 측에서 가르쳐 주는 대로 상품을 선택해도 아무 탈이 없도록 보호받을 권리와 사업자에 대하여 정확한 정보의 제공을 요구할 수 있는 권리를 가짐을 의미한다. 하지만 유전자재조합식품과 관련하여 대부분 소비자는 유전자재조합식품을 먹고 있는지도 모르고 있든지 어떤 제품이 유전자재조합식품인지조차 모르고 있는 실정이다. 위와 같은 소비자 권리에 대한 부당한 침해는 윤리적 관점에서 심각한 문제라고 주장한다.

또 하나의 논쟁거리는 사람이 감당할만한 유전자조작 농산물의 비의도적 혼입허용치 문제이다. 취급 또는 수분과정에서 자연적으로 발생가능한 유전자조작 농산물의 혼입허용치를 어느 정도로 정해야 하는 문제는 국가간에 차이가 있다.

마지막으로 사회적 동의가 전혀 없었다는 점이다. 그 동안 행해진 설문조사 결과들을 보면 많은 소비자가 유전자재조합식품은 위험성을 갖고 있을 것이라고 생각하고 있으며 따라서 상당수는 유전자 재조합 식품을 구매하지 않을 것이라는 견해를 보였다. 그럼에도 우리는 전혀 알지 못한 사이에 유전자재조합식품을 먹고 있었고 지금도 먹고 있을 수 있다는 점이다. 이는 사회적인 합의와 동의가 전혀 뒷받침되지 않았음에도 다국적 식량자본의 실험용 모르모트 역할을 하고 있다는 주장이다.

그러나 유전자재조합식품 옹호하는 집단에서는 아직까지 구체적 인체영향에 관한 뚜렷한 증거가 제한되어 있는 상태에서 인류의 미래 식량문제나 농업의 제반문제를 해결해줄 유전자재조합식품을 일방적으로 매도하는 것은 문제가 있다고 한다.

유전자 조작을 옹호하는 사람들은 유전자 조작에 대한 논쟁을 지속시키고 경작을 방해하는 것은 19세기의 루다이트운동(영국에서 기계를 통한 산업혁명에 반대하여 1811년-1817년 사이에 일어난 기계를 파괴하였던 운동)의

잔재라고 본다. 그리하여 유전자 조작에 대한 찬반 논쟁은 점점 문제를 명확하게 하기보다는 혼란만 초래하였으며 유전자 조작에 비판적인 사람들의 마음속에는 유전자 조작이 직관적으로 자연에 반하는 행위이기 때문에 옳지 않다고 주장하고 있고 납득할만한 뚜렷한 증거를 내세우지 못한다고 보고 있다.

유전자재조합식품에 대한 각 나라의 대응

유전자재조합식품에 대한 각 나라의 반응은 다양하다. 미국에서도 그 동안 유전자재조합식품에 대하여 무관심했던 소비자들도 최근 유전자재조합식품에 대한 인식이 점차 높아지고 있으며 농민들도 유전자조작 농산물을 재배 후 판로확보가 불투명해지자 재배를 축소하고 있으며 환경보호단체인 그린피스나 소비자 보호단체 등에서 잠재적 위해성을 이유로 문제를 제기하고 있으나 식품의약품청, 농무성, 환경보호청 등의 광범위한 과학적 평가 결과 유전자조작 농산물이 재래적 방법에 의해 생산된 농산물과 다르지 않다고 결론을 내렸고 유전자 재조합식품에 대한 별도의 규제는 불필요하다는 입장을 견지하고 있다. 또한 최근 연방법원에서는 생물공학반대자들이 제출한 유전자재조합농산식품의 표시제에 대한 의무화 청구권을 기각함으로써 식품의약품청의 기존 정책을 지지하는 판결을 내린바 있다. 그러나 임의표시를 위한 지침은 마련 중이며 농부성을 중심으로 정부차원에서 시료채취 및 검사법을 검토하고 있다. 관련 산업자료에 따르면 1999년 현재 콩은 57%, 옥수수 33%가 유전자조작 농산물이며 일반농산물과 구분없이 저장, 관리, 유통되고 있다고 한다.

일본은 유전자조작 농산물을 기존 농산물과 구분하려던 기존의 입장에서 유전자재조합식품 수입의 불가피성을 인정하고 수입하는 상황이며 대두, 옥수수, 유채 등 7종류 29품종의 농작물에 대하여 안전성이 확인되어 유통되고 있다. 유전자재조합식품 표시제는 농림수산성

의 일본농업기본법에 근거하여 2001년 4월부터 유전자 조작농산물 5% 이상의 식품에 대해 의무화하고 있다. 소비자단체들을 중심으로 반대운동을 꾸준히 펴온 결과 된장 등의 장류는 유전자재조합 콩을 사용하지 않고 만들고 있고 유명 맥주회사들과 식품회사들이 유전자 재조합식품을 사용하지 않기로 선언한 상태이다.

유럽은 유전자재조합식품의 위해성 여부에 대한 판단은 유보하고 있으나 소비자의 알 권리와 선택의 기회제공 차원에서 유전자조작 농산물에 대한 표시제 의무화 규정을 채택하였으며 이는 유전자 및 단백질 시험을 통해 유전자조작 농산물을 함유하는 것으로 확인된 식품에 적용하고 있다. 독일, 프랑스, 영국, 오스트리아, 룩셈부르크 등 6개국은 유전자재조합 식품의 수입을 1999년부터 금지하고 있었으나 세계무역기구 분쟁조정위원회의 제소에 의한 유럽연합의 집행위원회의 요구로 2004년 9월 이후 수입금지 철폐를 요구받고 있다. 유럽연합은 식품상임위에서 식품 중의 유전자재조합 DNA 또는 단백질의 허용 경계치를 1%로 합의하고 있으나 실제 공식검정기술은 없는 상황이며 스위스는 1999년 7월부터 유전자 재조합식품 1% 이상의 식품에 대해 의무적으로 표시토록 결정하였다. 그리하여 유럽 각국에서는 유전자재조합식품이 슈퍼마켓과 식탁에서 완전히 사라져 버렸으나 최근에 와서는 식량 수출국의 세계무역기구를 통한 압력으로 강제적 소비를 강요받고 있는 실정이다.

일부 제3세계 국가들도 유전자재조합식품을 격렬히 반대하고 있다. 스리랑카는 유전자조작 농산물의 수입을 전면 금지하고 있으며, 인도에서는 농민들을 중심으로 몬산토 반대 시위를 벌인 바 있고, 일부 아프리카 국가들도 자신들의 처지를 이용해서 유전자조작 농산물 판촉에 나서고 있는 다국적 식량자본을 맹렬히 비난하기도 한다.

우리나라는 2001년 7월 13일부터 '유전자재조합식품표시제'를 콩, 옥수수, 콩나물 등 27개

품목에 대하여 실시하고 있다. 유전자재조합식품이 3%를 초과하여 혼입하지 않도록 구분 유통한 원료 농산물을 제조 가공한 경우와 제조 가공 후 유전자 재조합 DNA나 외래 단백질이 남아 있지 않는 경우는 예외로 하고 있다.

우리의 선택과 향후 과제

세계 식량 생산량이 충분해야 하는 오늘날 수천만의 사람들이 종교, 정치, 지리적 상황에 무관하게 굶어죽고 8억의 인구가 영양결핍에 시달린다는 것은 매우 부끄러운 일이다. 노벨 평화상 수상자 보로가 최근에 간행된 논문에서 간파하기를 "DNA 재결합으로 또는 보다 전통적인 방법으로 생산되었던 위험성이 없는 식품생산은 있을 수 없다. 식품에 의한 위험성은 식품발전 과정이 아니라 식품의 생물학적 특성과 사용된 특정 유전자에 의한 것이다. 선진국은 여유가 있어 자연적인 방법으로 생산된 식품을 살 수 있는 여유가 있으나 만성적으로 가난하고 배고픈 10억의 빈곤한 인구는 그럴 수가 없다"고 하였다. 인류의 미래를 걱정하는 과학자 입장에서 현실의 안타까움을 적나라하게 언급한 것이다. 유전자재조합식품의 개발만으로 인류의 식량문제가 해결될 수가 있다면 참으로 타당한 지적이라 생각된다.

일반인들은 비전문가로 유전자 조작기술의 개발이나 평가에 직접적으로 관련이 없는 사람들이다. 소비자들은 이러한 비전문가집단의 일원이다. 소비자들은 유전자재조합식품을 가격, 질의 관점에서 본다. 이는 생명공학의 발전과 시장에서의 성공과 실패를 결정하는 것이 소비자의 반응이기 때문에 중요하다. 일반적으로 생명공학기술에 대한 일반인의 반응을 연구하는데 있어 두 가지 문제점이 있다. 첫째는 기술과 관련된 정보의 평균 수준이 매우 낮은 것이다. 둘째는 생명공학기술과 관련된 견해는 매우 주관적이며 확고한 신념이나 태도로 특징 지워질 만큼 강하지 못하다는데 있다.

위험을 인지하는 수준이 생명공학을 받아들이는데 영향을 준다. 그러나 일반인들이 잘 이해한다고 해서 이러한 기술을 잘 이해하고 받아들이지는 않는다. 다만 이해의 폭이 넓어지면 유전자재조합식품의 선택이나 거부를 할 때 정보를 충분히 제공할 수 있을 뿐이다. 영국에서는 공개적 공청회(consensus conference: 전문가와 소비자가 모여 소비자는 의문나는 부분을 질의하고 전문가는 논리적으로 대답을 해 나가는 모임)과정을 언론에 공개함으로써 정보제공에 매우 효과적이었음이 입증된 바 있다. 또한 정보는 소비자들뿐만 아니라 생산자와 정책결정자를 대상으로 계획되고 준비되어야 한다. 물론 정보는 생명공학을 발전시키고 생명공학의 적용과 이로 인한 사회의 이득을 논의하는 사회적 토론과정에 도움을 주는 방향으로도 사용되어야 한다.

건강한 생물학의 발전을 위해서는 유전자재조합식품을 반대하는 집단과 찬성하는 집단간에 균형 감각이 필요하며 이들 사이의 팽팽한 긴장은 창조적 과학의 건전한 발전에 반드시 필요하다. 새로운 기술은 받아들이는 시간이 필요하기 마련이다. 식물 생명공학의 수용을 방해하는 가장 중요한 인자는 현대농업기술과 생명공학과 관련된 과학에 대한 대중의 몰이해이다. 식품은 정서적 및 개인적 관심거리인데 생명공학에 대한 몰이해, 자극적인 언론보도, 윤리적 사회적 문제와 함께 얽혀 일부 소비자들은 공포감을 갖게 되었다. 조직화된 반대단체는 유전자재조합식품에 대한 불확실성과 불신에 관해 대중적인 논쟁을 앞으로도 지속시킬 것이 틀림없다. 그러나 생명공학은 점점 더 우리 생활의 일부가 되어 가고 있다는 현실도 무시할 수 없다.

또한 정치적, 경제적 이유도 중요하다. 과거 인스턴트식품에 대한 정부의 불성실한 대처로 인하여 정부에 대한 신뢰가 줄어들었고 식품공급에 대해 전반적인 시민의 편집증적 태도를 확대시켰다. 게다가 반세계화 정서와 비관세무역장벽은 문제를 더욱 복잡하게 만들었다.

종교적 문제도 생각해 보아야 한다. 육식을 금하는 종교나 문화적 배경이 있는 사람에게 닭의 유전자가 토마토, 배추 같은 과일이나 채소에 더해진 것을 식품으로 만들었을 경우 이것을 식물성 식품으로 보아야 할 것인가 동물성 식품으로 보아야 할 것인가 하는 문제도 있을 수 있다. 이러한 문제에 대한 충분한 토론과 잠정적 결론도 필요하다.

많은 과학자들이 유전자재조합식품이 그토록 안전하다는 자료를 발표한 이상 정부, 식품회사, 생산자 단체에서도 유전자재조합식품의 당위성에 대하여 보다 많은 노력을 들여 홍보하여야 하지 않을까 생각한다. 소비자에게 충분한 정보를 제공하지 않고 '그냥 믿고 먹어라'는 식품회사의 상품화 전략이나 유전자재조합식품이 과학적으로 아직까지는 단기적 건강장애가 없었고 여러 가지 좋은 점들을 이용하여 인류에 기여하고 있다는 사실을 홍보를 통하여 정보를 제공한 후 유전자재조합식품에 대하여 반대하는 단체나 개인과 공개적인 토론을 통하여 또는 소비자가 충분한 정보를 근거로 하여 자신의 기호와 형편에 맞는 판단을 하게끔 하는 제도가 빨리 정착되어야 할 것으로 믿는다.

참고문헌

1. 식품의약품 안전청. 유전자재조합식품 표시제 관리동향. 2004
2. 유전자조작식품반대 생명운동연대. 유전자조작식품 무엇이 문제인가. 2000.
3. 한국소비자보호원. 유전자재조합 식품에 대한 소비자 의식조사결과 보고서. 1999.
4. Atkinson HJ, Green J, Cowgill S, Levesley A. The case for genetically modified crops with a poverty focus. Trends Biotechnol 2001;19(3):91-96
5. Danner K. Acceptability of bio-engineered vaccines. Comp Immun Microbiol infect Dis 1997;20(1):3-12,

- 14 유전자 재조합식품의 탄생과 보건, 환경, 사회적 의미
6. Davies K. What makes genetically modified organism so distasteful? Trends in Biotechnol 2001;19(10):424-427
7. DellaPenna D. Nutritional genomics: manipulating plant micronutrients to improve human healths. Science 1999;285:375-379
8. Dorrell S. Medicines from safer GMOs? Molecular medicine today 2000;6:213-214
9. Droge M, Puhler A, Selbitschka W. Horizontal gene transfer as a biosafety issue: A natural phenomenon of public concern. Journal of Biotechnology 1998;64:75-90
10. Engel KH, Miller Th FA. Current and future benefits from the use of GM technology in food production. Toxicol lett 2002;127:329-336
11. Falk MC, Chassy BM, Harlander SK, Hoban IV TJ, McGloughlin MN, Akhlaghi AR. Food biotechnology: Benefits and Concerns. J Nutr 2002;132:1384-1390
12. Fernandez-Cornejo J, McBride WD, Klotz-Ingram C, Jans S, Brooks N. Genetically engineered crops for pest management in U.S. agriculture: farm level effects. Agricultural Economics Report. No. 786: Resource Economic Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 2000
13. Greenpeace. Considerations regarding the co-existence of GMO, non-GMO and organic farming. <http://www.greenpeace.org>
14. Hails RS. Genetically modified plants - the debate continues. Tree 2000;15(1):14-18
15. Halford NG, Schewry PR. Genetically modified crops: methodology, benefits, regulation and public concerns. Brit Medical Bulletin 2000;56(1):62-73
16. Haslberger AlexanderG. Is seed-contamination with GMOs a problem for food safety and the environment? TRENDS in Biotechnology 2001;19(9):333-339
17. Jesse LCH, Obrycki JJ. Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly. Oecologia 2000;125:241-248
18. Letourneau DK, Burrows BE. Genetically engineered organisms: Assessing environmental and human effects. New York: CRC press, 2002
19. Lin LL. GMO contamination around the world. 2nd Ed. 2002. 8 <http://www.foei.org>
20. Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, et al. Identification of Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. New Eng J Med 1996;334:688-692
21. Richter LJ, Thanavala Y, Arntzen CJ, Mason HS. Production of hepatitis B surface antigen in transgenic plants for oral immunization. Nat Biotechnol 2000;18:1167-1171
22. Roller S, Goodenough PW. Food enzyme. In: Roller S, Harlander S(Eds.). Genetic modification in the food industry: A strategy for food quality improvement. Aspen Publisher, Frederick, USA
23. Rotino GL, Perrri E, Zottini M, Sommer H, Sperna A. Genetic engineering of parthenocarpic plants. Nat Biotechnol 1997;15:1398-1401
24. Soboleva TK, Shorten PR, Pleasants

- AB, Rae AL. Qualitative theory of the spread of a new gene into a resident population. *Ecological Modeling* 2003;163:33-44
25. Stilwell M, van Dyke B. An activist's handbook on genetically modified organism and WTO. 1999. <http://www.conumerscouncil.org/policy/handbook799.htm>
26. Walmsley AM, Arntzen CJ. Plants for delivery of edible vaccines. *Curr Opin Biotechnol* 2000;11:126-129
27. Wisniewski JP, Frangne N, Massonneau A, Dumas C. Between myth and reality: genetically modified maize, an example of a sizeable scientific controversy. *Biochimie* 2002;84:1095-1103