

교황청 과학원 연구주간, 바티칸시티, 2009년 5월 15-19일

발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

교황청 과학원 연구주간, 바티칸시티, 2009년 5월 15-19일

발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

‘발전의 맥락에서 식량안보를 위한 형질전환 작물’이라는 주제의 연구주간(Study Week)이 교황청 과학원(Pontifical Academy of Sciences)의 후원 하에 2009년 5월 15-19일, 바티칸의 Casina Pio IV에 위치한 교황청 과학원 본부에서 개최되었다. 회의가 진행되는 동안, 우리는 새로운 유전공학 (genetically engineered) 작물 품종에 대한 과학적 이해의 최근 동향 및 농업 일반의 개선을 위해, 특히 빈곤층과 취약층의 유익을 위해 GE 기술이 이용될 수 있는 사회적 여건들을 조사하였다. 참가자들의 심령은 베네딕토 16세가 새로운 회칙에서 표명한 바와 같은 기술에 대한 접근법에서 감화를 받았으며, 특히 다음과 같은 대목으로 고무되었다. ‘기술은 인간 활동의 객관적인 측면으로 (1) 그 기원과 존재 이유는 주관적 요소인 노동자 자신에게서 찾아볼 수 있다. 이 같은 이유로, 기술은 단지 기술에만 그치지 않는다. 기술은 인간과 발전을 향한 인간의 열망을 나타내며, 인간으로 하여금 물질적 한계를 점차 극복하게 하는 내적인 동력을 나타낸다. 이러한 뜻에서 기술은 땅을 일구고 지키도록 한 하느님(God)의 명령에 응하는 것 (창세기 2:15 참조)으로 하느님이 인류에게 맡긴 것이며, 하느님의 창조적인 사랑을 반영하는 언약인 인간과 환경 사이의 언약을 강화하는데 사용되어야 한다. (2)

2 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

주요 과학적 결론

우리는 2000년 11월 10-13일 개최된 ‘과학과 인류의 미래’에 관한 성년총회(Jubilee Plenary Session) 중반부에 발표된 ‘세계 기아 퇴치를 위한 “유전자변형 식품 작물”’ 사용에 관한 연구문서의 주요 결론을 재차 확인하는 바이다. 요약, 갱신된 결론에는 다음 사항이 포함된다.

1. 전세계 68억 인구 중 10억 이상은 현재 영양실조 상태에 있으며, 새로운 농업체계 및 기술 발전이 시급히 필요하다.
2. 2050년까지 세계 인구는 2억-2억5천 명이 증가하여 약 90억에 달할 것으로 예상되며, 따라서 기아는 더욱 긴급한 문제로 대두된다.
3. 기후변화에서 예상되는 영향력과 그와 관련한 농업용수의 이용가능성 감소도 증가된 세계 인구 부양 능력에 영향을 끼칠 것이다.
4. 표토의 대량 소실과 세계 대다수 지역에 걸친 받아들일 수 없을 정도의 높은 농약 사용률로 증명된 바, 현재 실시되는 농업은 지속가능성이 없다.
5. 유전공학 및 기타 현대 분자학적 기술이 농업에 적절히 사용됨으로써 이러한 도전과제 중 일부의 해결에 기여하고 있다.
6. 작물 개선을 위한 유전공학 기술의 사용에는 작물 자체나 유래 식품의 안전성을 해치는 본질적인 요인이 없다.
7. 과학계는 농업생산성 향상을 선도하는 연구개발을 책임져야 하며, 비교적 높은 생활수준을 누리고 있는 선진국뿐만 아니라 빈곤층에도 이익이 되는 농업생산성 향상 관련 이익을 찾고자 노력해야 한다.
8. 개발도상국 빈농에게 지역 환경에 적합하도록 개선된 유전공학 작물 품종의 사용 기회를 제공하기 위해 특별히 노력해야 한다.
9. 이러한 개선된 작물 개발을 위한 연구에서는 지역의 요구와 작물 품종, 그리고 관습과 사회적 유산, 행정 관행을 조정할 각국의 능력에 특별히 유의하여 유전공학 작물을 성공적으로 도입해야 한다.

추가 입증자료

초기 연구문서가 작성된 이후, 유전공학 기술의 개발 및 적용, 영향에 관하여 방대한 실무 경험이 축적되었을 뿐만 아니라 수준 높은 동료검토를 통해 과학적으로 검토된 입증자료가 축적되었다. 연구주관 동안 우리는 이와 같은 입증자료를 검토하여 다음 결론에 이르렀다.

3 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

1. 적절하고 책임있게 사용된 유전공학 기술은 다양한 환경에서 작물 수확량과 영양품질을 개선하고 해충에 대한 저항성과 가뭄 및 기타 환경 스트레스에 대한 저항성을 증대하는 등 작물을 개선함으로써 농업생산성에 증대한 기여를 할 수 있다. 이같은 개선은 농업의 지속가능성과 생산성 향상을 돕기 위해 전세계적으로 요구된다.
2. 작물과 관상식물의 유전적 개선은 보다 진보적으로 정밀하고 예측 가능한 기술이 오랫동안 꾸준히 이어져 왔음을 나타낸다. 전미연구위원회(U.S. National Research Council)는 1989년 보고서에서 ‘분자학적 방법이 더 특이적이므로 그 사용자들은 식물로 도입하는 형질을 더욱 확신할 수 있을 것이며, 따라서 다른 식물육종법에 비해 부작용이 생길 가능성이 낮다’는 결론을 내렸다.
3. 유전공학 작물이 광범위하게 재배된 미국, 아르헨티나, 인도, 중국, 브라질과 같은 국가에서는 이미 그 유익이 매우 중요하게 대두되었다.
4. 유전공학 작물의 이익은 영세농과 빈농 집단의 취약층, 특히 여성과 아동에게도 중요한 의미가 될 수 있다. 특히 해충저항성 유전공학 면화와 옥수수는 살충제 사용량을 크게 감소시켰으며 (따라서 농가의 안전성을 향상시켰으며), 인도, 중국, 남아프리카공화국, 필리핀 등 여러 개발도상국의 특정 영세농 지역에서 수확량 증대, 농가 수입 증대, 빈곤 정도 감소에(또한 화학살충제 중독률 감소에도) 실질적으로 기여하였다.
5. 옥수수, 콩, 캐놀라, 기타 작물에 도입된 환경 친화적이고 저렴한 제초제 저항성은 가장 널리 사용되는 유전공학 형질이다. 제초제저항성 형질을 사용함으로써 단위면적당 수확량이 증대되고 힘든 수작업 제초가 불필요하게 되었으며 투입자원이 절감되어 토양 침식율을 낮추는 최소경운(무경운)이 가능해졌다. 이 기술은 고령과 질병으로 전통적인 수작업 제초를 할 수 없는 개발도상국 농민들에게 특히 유용하다.
6. 유전공학 기술은 필수 미량영양소를 제공하는 변형을 통해 영양결핍을 퇴치할 수 있다. 예를 들어, 프로비타민 A가 강화된 ‘황금쌀’ 연구에 따르면 강화된 황금쌀이 포함된 표준적인 일상식을 섭취할 경우 비타민 A 결핍을 충분히 방지할 수 있는 것으로 나타났다.

식물육종 관련 공정을 기술하는 데에는 다양한 용어가 사용된다. 살아 있는 모든 생물체는 세포로 구성되어 있으며, 세포에는 생물체에 독특한 특성을 부여하는 유전자가 포함되어 있다. 유전자들의 완전한 집합(유전형)은 DNA에 암호화되어 있으며 게놈이라고 부른다. 게놈은 양친에서 후대로 전달되는 유전정보이다. 모든 식물육종과 사실상 모든 진화에는 유전적 변화 또는 변형에 이어 유익한 특성에 대한 후대 사이의 선택이 수반된다. 식물의 표현형, 즉 관찰되는 형질(물리적 구조, 발달, 생화학적 영양적 특성 등)에 대한 대부분의 변화는 유전형의 변화에서 유래한다. 식물육종에서는 타가수정 가능한 근연종 사이의 무작위적 유전자 개편이 전통적으로 사용되었으며, 종종 예측 불가능한 결과가 동반되었으며 유전자 변화의 세부사항은 항상 탐구되지 않았다. 20세기 중반, 식물육종에는 돌연변이유발(mutagenesis) 육종이 추가되었으며, 이는 표현형 개선을 기대하고 종자나 전체식물에 돌연변이유발 화학물질이나 고에너지 방사선을 이용하여 동일하게 무작위적으로 처리하는 것이다. 이 또한 예측 불가능하고 탐구되지 않은 유전적 결과를 야기하였으며 유익한 형질은 식물육종가에 의해 선택되었다. 가장 최근에는 기술이 개발되어 특정 형질을 제공하는 특이적이고 규명된, 그리고 충분히 특성화된 유전자나 작은 유전자 덩어리를 전달할 수 있게 되었으며, 유전적 결과나 표현형적 결과에 대한 정밀 분석이 수반되었다. 이 마지막 범주를 ‘유전자이식(transgenesis)’ (유전자가 공여체에서 수용체로 전달되므로) 또는 ‘유전공학’(본 보고서에서는 GE로 약칭)이라고 부르지만, 사실상 이 용어는 모든 육종절차에 적용된다.

4 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

7. 유전공학 기술을 해충저항성에 적용함으로써 화학살충제 사용량이 감소되었으며 일부 농업 투입비용이 절감되고 작업자의 건강이 향상되었다. 이러한 연관성은 다른 지역에 비해 살충제가 훨씬 많이 사용되어 인간의 건강뿐만 아니라 생태계 전반을 손상시킬 수 있는 다수의 유럽 국가에서 특히 중요하다.
8. 유전공학 기술은 에너지를 소모하는 해로운 기계경운을 감소시켜 환경으로 방출되는 가장 중요한 인공 온실가스인 이산화탄소 방출량을 어느 정도 감소시킴으로써 생물다양성을 증진하고 환경을 보호할 수 있다.
9. 기후변화의 예상 영향을 감안할 때, 가뭄저항성 및 홍수저항성과 같은 형질들이 가능한 한 빨리 모든 지역의 주요 식품작물에 도입될 수 있도록 다른 육종법과 더불어 유전공학 을 적절하고 목적에 맞게 사용할 필요가 있다.
10. 유전공학 기술은 영세농의 작물 수확량을 이미 증가시켰으며 유전공학 기술이 아니었다면 가능하지 않았을 수입과 고용 증대효과의 증거가 존재한다.
11. 고비용 유전공학 기술 규제감시는 과학적으로 타당하고 위해성에 기반해야 한다. 이는 작물을 생산하는데 사용된 기술 수단이 아닌 신규 작물품종의 해당 형질에 기반하여 규제가 실시되어야 함을 뜻한다.
12. 위해성평가에서는 신규 작물품종 사용의 잠재적 위해성뿐만 아니라 해당 품종을 이용할 수 없을 경우 대안의 위해성도 고려해야 한다.
13. 빈곤층에 직접적인 이익을 줄 카사바, 고구마, 벼, 옥수수, 바나나, 수수, 기타 주요 열대작물의 유전적으로 개선된 품종이나 계통을 생산하기 위해 공공부문에서는 상당한 노력을 기울이고 있다. 이러한 활동은 적극적으로 촉진되어야 한다.
14. 전세계 빈곤층과 영양실조 인구가 겪는 어려움이 시급히 해결되어야 한다. 매년 영양실조로 인해 예방가능한 질병과 사망이 발생한다. 최근 세계적인 식량가격 상승으로 자원 경쟁력에 대한 빈곤층의 취약성이 드러났다. 이러한 상황에서, 포기된 유익은 영원히 사라진다.
15. 이러한 과학적 결과를 감안할 때, 유전공학 기술의 유익을 원하는 빈곤층과 취약층으로 하여금 그 유익을 더 큰 규모로 이용할 수 있게 하며, 그들의 생활수준을 향상시키고 건강을 증진하며 그들이 처한 환경을 보호할 도덕적 의무가 존재한다.

일반적으로, 유전공학 기술의 적용이 세계적으로 농업생산성 향상에 중요하다고는 증명되었으나, 이는 다면적 전략의 일부에 지나지 않는다. 교황 베네딕토 16세가 주시한 바와 같이 ‘전통 농업기술과 혁신적인 농업기술은 충분한 시험을 거쳐 적절하고 환경을 존중하며 빈곤층의 요구를 배려하는 것으로 판단되었다는 전제 하에, 기술의 적절한 사용을 통해 열리고 있는 새로운 가능성을 고려할 필요가 있다’. (3) 그럼에도 불구하고 우리는 유전공학 기술이 다른 기술과 마찬가지로 당초의 기대를 모두 현실화시키지는 못할 것이라는 사실을 인식한다. 우리는 전통적인 식물육종법과 더불어 적절한 모든 기술의 잠재적인 공헌을 계속 평가해야 하며, 식량안보를 개선하고 향후 세대의 빈곤을 완화시키기 위해 추가적인 전략을 사용해야 한다. (4)

5 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

다수의 전략은 유전공학 기술과 상호적으로 사용될 수 있다. 전략에는 민관 투자 및 협력을 통한 무경운과 기타 보존법을 통한 표토 유지, 적절한 비료 사용, 새로운 종류의 비료와 환경 친화적인 농약 개발, 수자원 보존, 통합 해충관리, 유전적 다양성 보존, 필요 시 새로운 작물 품종을 채택하고 사용 확대를 위해 기존 작물(특히 ‘소외작물’ (5))을 개선하는 전략이 포함된다. 식량안보 증대를 위해 절대적으로 중요하며 영세한 국가에 특히 중요한 다른 요인으로는 기반구조(운송, 전기공급, 저장시설) 개선, 지역 서비스를 통해 농업인에게 종자 선택에 대한 식견 있고 공정한 조언을 제공함으로써 달성되는 역량강화, 공정한 금융보험 체계 개발, 특허기술의 라이선싱이 포함된다. 그러나 다수 지역의 빈곤과 빈곤층 차별 문제에 대한 유일한 해결책은 없다는 생각으로, 유전공학 작물품종이 전반적인 해결책에 적절히 기여할 수 있는 지역에서 유전공학 작물의 사용을 금지해서는 안 된다.

확대된 대중 토론

유전공학 기술은 건강 및 식량과 관련하여 21세기 사회가 직면한 다수의 도전과제를 해결하는데 과학이 기여하는 바에 관하여 세계적으로 일반 대중의 관심과 토론을 불러 일으켰다. 유전공학 기술의 능력과 잠재적 역할, 사용 범위에 대한 토론은 기꺼이 환영하는 바이지만, 만약 과학과 기술이 적절히 평가 및 규제되고 인류의 유익을 위해 배포되려면, 토의는 동료 검토 또는 다른 방법으로 검증된 정보에 의존해야 한다. 아무 것도 하지 않는 것은 선택사항이 아니며 과학과 기술은 문제가 생기면 적절한 해결책을 제공하기 위해 수도꼭지처럼 열었다 닫을 수 있는 것이 아니다. 오히려 과학의 임무는 피해를 막고 가능한 최대 이익을 지키기 위해 일어날 수 있는 피해를 예견하는 것이다. 이러한 맥락에서, 주의를 요하는 다음과 같은 6개 활동 영역이 존재한다: 과학에 대한 대중의 이해, 지적재산권의 지위, 공공부문의 역할, 시민사회의 역할, 정부와 국제기구, 시민사회의 협력, 및 적절하고 비용효과적이며 타당한 규제감시이다.

과학에 대한 대중의 이해

연구주간 회의 참가자들은 대중 토론과 행정규제에서 만연한 유전공학 기술 관련 오해에 대해 수 차례 주의를 환기시켰다. 예를 들어, 모든 형태의 식물육종에는 유전자변형이 수반되며 소위 ‘전통적인’ 육종(예. 방사선 조사에 의해 유발된 돌연변이)의 일부 사례에서는 유전공학 기술 적용에 비해 본질적으로 예측가능성이 훨씬 작은 결과가 초래된다는 사실은 대중 토론에서 종종 무시된다.

연구주간의 모든 참가자들은 대중 회담과 토론에 기여함에 있어서 정보에 근거하고 사리분별이 있는 방식으로 자신의 역할을 수행할 것에 헌신적이다. 자신의 주장을 펴고 과학을 설명하며 기술을 이해하기 쉽게 설명하여 자신의 결론을 널리 공개하는 것은 과학자의 의무이다. 우리는 유전공학 작물 사용과 현대 유전학 적용에 전반적으로 반대하거나 회의적인 자들에게 관련된 과학지식을 면밀히 평가할 것을 촉구하며, 동시에 입증된 유전공학 기술을 가장 필요로 하는 자들에게 기술을 사용하지 못하게 함으로써 생기는 명백한 피해를 주의깊게 평가할 것을 촉구한다. 공익은 최고 수준의 과학적 증거와 시민의 의견교환에 의거하여 대중 토론이 실시될

6 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

경우에만 주어질 수 있다.

지적재산권의 지위

기업소유권은 현대 사회의 모든 면과 마찬가지로 의료 및 농업생명공학기술 등 기술 개발에서 중요한 역할을 담당한다. 우리는 상업 부문의 최우수 관행이 빈곤 및 식량불안 해소라는 목적에 중대한 기여를 했다고 알고 있다. 그러나 세상 만물은 인류에게 보편적으로 귀속됨을 첫번째 권리로 하는 교회의 사회교리와 일치하여, (6) 재산권의 적법한 권리주장은 때로는 시민사회의 기존 규범을 넘어서서 보편적 귀속성의 하위에 놓여야 함을 인식할 것과, 부당한 부의 축적이나 빈곤층과 취약층의 착취를 허락하지 않을 것을 민간부문과 공공부문에 공히 촉구한다.

개발도상국의 빈곤층이 일상적으로 소비하는 개선된 작물품종의 개발과 배포를 권장함에 있어서 민-관 협력이 점점 중요해졌다. 인도주의적 ‘황금쌀’ 계획은 그러한 협력의 훌륭한 사례로, 사기업 소유의 특허권은 품종을 개발하는 공기업에게 비용 없이 기꺼이 허가되어 이제 기업이 속한 사회의 이익을 위해 재배지에 배포될 준비가 되었다. 비슷한 사례가 다수 진행 중이며, 그와 같은 추이는 모든 인간에게 지상의 열매를 맛 볼 권리가 있다는 믿음과 일치한다. 민간부문이 빈곤층의 이익을 위해 기업소유 기술을 이용하도록 기꺼이 허락하는 것은 축하할 만한 일이며, 이 분야에서 최고의 윤리적 기준을 계속 따를 것을 권장한다.

이러한 관점에서, 사업과 윤리의 관계를 고려할 때, 모든 사기업, 특히 농업분야의 다국적기업은 경제적 이익에만 목적을 두지 않아야 한다. 무엇보다도 기업은 인간적이고 문화적이며 교육적인 가치를 전달해야 한다. 이러한 이유로, 진리 안의 사랑(*Caritas in veritate*)은 수익을 배제하지 않으면서 인간적이고 사회적인 목적 달성의 수단으로 보는 혼성현실, ‘시민 경제’와 ‘교제의 경제’로 발전하고 있는 최근 추세를 환영한다. 사실상 이 회칙은 ‘대다수의 영업 기관은 보다 교양있을 뿐만 아니라 보다 경쟁력있는 시장을 창출한다’는 점을 긍정한다. (7) 이러한 사상은 인간 집단이 이용할 수 있는 식량의 질과 양에 관하여 특히 타당하다.

공공부문의 역할

20세기 녹색혁명을 가능하게 한 새로운 작물품종의 개발은 대부분 몇개 국가의 공공부문 연구실험실에 의해 이룩되었다. 공공부문이 그와 같은 개발에 대해 더 이상 독점에 가까운 권한을 갖지는 않지만 그 역할은 절실하며 여전히 중요하다. 특히 공공부문은 세입과 지원기관의 자금이 있으므로 가장 빈곤하고 취약한 집단이 필요로 하는 작물 관련 연구를 증진하는데 자금을 사용할 수 있다. 공공부문은 널리 이용할 수 있는 연구결과를 창출하는데 중요한 역할을 수행하며, 상업용 작물품종 개발이 주목적인 민간부문에서 하기 어려운 혁신을 할 수 있다. 민간부문과 공공부문의 협력이 특히 건강 부문의 이익을 위한 과학기술 적용에 유익하다고 증명되었다면, 농업도 예외가 아닐 것이다. 유감스럽게도 우리는 현대 생명공학기술 접근법으로 작물을 개선하는 경우, 비과학적이고 과도한 규제로 인해 연구개발비는 증가하지만 그와 더불어 안전성이 증가하지는 않으며, 개발된 작물은 재정상의 이유로 공공부문의 기관에 의해 적용 및 이용되기 어렵고 종종 불가능하다는 사실을 인식해야 한다.

7 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

시민사회의 역할

정부, 학회, 비정부기구(NGO), 자선단체, 시민사회 단체, 종교계는 모두 빈곤층의 생활 전반을 향상시키기 위해 일할 뿐만 아니라 정보에 기반한 의견교환을 촉진하고 과학이 제공할 수 있는 유익에 대해 대중의 폭넓은 이해를 증진하는 역할을 할 수 있다. 이들은 빈곤층이 어느 목적으로도 그 어떠한 종류의 착취도 당하지 않게 도와야 하며, 빈곤, 질병, 식량 불안에 처하지 않도록 하기 위해 현대과학의 유익을 이용할 수 있도록 보장할 책임도 있다.

정부와 국제기구, 시민사회의 협력

이미 관찰된 바와 같이, 유전공학 기술은 작물 개선과 식량안보 증대에 중요한 기여를 하였다. 다른 분자학적 접근과 함께 유전공학 기술을 작물육종에 적절히 적용할 경우 주요 상품작물(commodity crops)과 개발도상국의 소위 말하는 소외작물 개선에 보다 많이 기여할 가능성이 있다. 따라서 이와 같이 입증된 과학적 진보의 이용은 전세계적 공익(Global Public Good)으로 간주될 수 있다.

새로운 접근법을 적용하는 작물개선에는 높은 연구개발비와 함께, 새로운 형질을 출시하기 위해 과도한 규제 비용이 소요됨으로써 유전공학 기술은 주로 다국적기업에 의해 선진국에서 재배되는 주요 대량 상품작물에 한하여 적용되었다. 유전공학 접근법을 사용한 공익 식물육종은 다음과 같은 두 가지 주된 이유로 제한되었다.

1. 수반되는 비용이 높고 국가의 정부 투자가 없다. 이로 인해 국제적으로 거래되지 않아 다국적기업이 상업적으로 투자할 이유가 없는 수수, 카사바, 플랜테인 등 중요한 작물(소위 '소외작물')을 포함한 지역적으로 재배되는 작물의 개선 및 적용에 새로운 접근법을 적용하는데 실패하였다.
2. 농업 분야의 다른 모든 기술에 비해 이 기술에 대한 과도하고 불필요한 규제로 인하여 지나치게 값비싼 기술이 되어 '소수' 작물 혹은 투자와 위험 부담에 상응하는 보상을 개발사에 제공할 수 없는 작물에는 적용을 할 수 없게 되었다. 이는 물론 민간부문에만 국한되지 않는다. 민간부문과 공공부문의 모든 투자는 회수가 가능한 수익을 고려하여 판단해야 한다. 따라서 민간부문뿐만 아니라 공공부문도 필요한 투자와 문제가 있는 규제, 출하의 불확실성을 고려한 결과 주요 상품작물에 비해 용도가 제한된 제품을 개발하지 않을 수도 있다.

따라서 이 분야의 정부, 국제기구, 구호단체, 자선단체 사이에 협력이 필요하다. 다국적기업이 민-관 협력관계에서 자발적으로 협상하려는 의사를 나타내어 작물개선을 위해 관련 특허가능한 기술을 무상 증여한 사례에서 그와 같은 협력의 잠재적 이익은 이미 증명된 바 있다. '황금쌀'의 경우 이 민관협력은 아시아의 여러 국가로의 기술이전으로 이어졌다. 그 외의 예로는 아프리카의 가뭄저항성 옥수수, 인도와 아프리카의 해충저항성 채소와 두류, 및 아프리카, 아시아, 라틴아메리카의 수싵 개 추가 계획이 포함된다.

적절한 규제감시 접근법 정의

그 어느 신기술의 유익을 실현하기 위해서는 규제에 대한 적절한 접근법이 요구된다. 부유한

8 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

국가에 의해 개발되었으며 유전공학 작물의 가설적 위해성에만 거의 초점을 맞춘 지나치게 엄격한 규제는 영세농과 소매상뿐만 아니라 개발도상국과 가난한 국가를 차별한다. 이로 인해 세계 빈곤층은 용인할 수 없는 불리한 입장에 처해 있다. 보다 정확하고 예측가능한 생산기술을 이용할 수 없어서 발생하는 손해는 비가역적이며, 이는 잃어버린 투자, 연구개발, 제품(및 그 이익)의 기회비용이 만회될 수 없다는 의미다.

개선된 신규 작물품종의 평가는 작물 생산에 사용된 기술이 아닌 작물품종의 형질에 기반해야 하며, 작물품종은 실제 특성을 감안하여 판단되어야 한다. 이러한 평가는 개선된 형질을 가진 주요 작물과 지역 작물 신품종이 제공하는 공통의 이익을 얻기 위해 기술의 잠재력을 활용하도록 촉진할 것이다. 이는 실험을 위해 빈곤층을 이용하는 일이 절대 아니며 대부분의 선진국과 개발도상국에서 안전성이 입증되었으며 널리 인정되고 유익한 기술에 대해 빈곤층의 접근성을 보장하는 일이다. 우리는 우리가 일상의 다른 부분에서 받아들일 수 있다고 생각하는 것보다 과학과 기술에 대해- 그리고 결과적인 식품과 농업의 위해성에 대해- 더 위험회피적이 될 수는 없다.

작물 유전공학과 관련된 가상의 유해요소는 그러한 유전적 기술을 다른 생물체에 적용하는 다른 경우의 유해요소와 다르지 않다(예. 의료 생명공학기술 또는 치즈나 맥주 공정에 사용되는 생명공학기술로 향상된 효소). 독성 또는 알레르기성 제품이 존재함으로써 발생하는 단기적 위해성은 연구되어 신규 작물품종에서 제외될 수 있으며 이는 전통적인 육종에 의해 생산된 작물품종을 재배하는 경우보다 사전예방성이 높은 절차이다. 장기간에 걸친 진화적 결과의 경우, 자연 상태에서 자발적으로 일어나는 유전자 변화에 의해 낮은 비율로 발생하므로 게놈에 도입된 유전자변형은 충분히 연구된 생물진화의 자연적 전략을 따른다는 사실이 분자 진화에 관한 현행 지식에 의해 확실히 증명되었다. 생존 가능한 변형은 작은 단계로만 가능하다. 육식식물 게놈이 수백 권의 책으로 이루어진 큰 백과사전과 같으며, 현대 유전자기술을 사용한 유전자변형은 평균적인 식물 게놈의 유전자 약 26,000개 중 한두 개 유전자에만 영향을 끼친다고 생각하면 이해하기 쉽다. 따라서 유전공학 제품들의 진화적 위해성은 광범위하고 잘 특성화되지 않은 유전적 변화를 일으키는 생물학적 진화의 자연 과정이나 화학적 돌연변이 유발 적용의 위해성에 비해 크지 않다. 통계 기록에 따르면 그와 같은 유전적 변화로 인한 바람직하지 않은 영향은 극히 드물며, 전통적인 육종의 경우 선발 제거된다.

2000년 카르타헤나 바이오안전성의정서가 채택된 이래 과학적 지식이 발달하였으므로 이제는 규제 요구와 이익에 관한 과학 기반의 지식을 고려하여 의정서를 재평가해야 할 때이다.

믿음, 과학적 합리성 및 윤리

신앙인에게 기독교적 이상의 출발점은 인간이 하느님에게서 기원하였음을 지지하는 것으로, 이는 무엇보다 인간에게 영혼이 있기 때문이며, 영혼의 빛에 의해 인도되어 육체의 힘을 바친 일을 통해 지구상에 살아 있는 피조물의 세상을 다스리도록 하느님은 인간에게 임무를 부여하였다. 이러한 방식으로 인간은 개선이라는 방법을 사용하여 인간이 자양분을 얻을 수 있는 자연을 개발하고 변화시킴으로써 하느님의 사제가 된다. (8) 따라서 무한한 우주 안에서의 인간 활동에 한계가 있더라도, 인간은 하느님의 능력에 참여하여 자신의 세계, 즉, 육신과 영혼, 생존과 복지의 이원적인 삶에 적합한 환경을 구축할 수 있다. 따라서 인간이 자연 세계에 개입하는 새로운 형식은 하느님이 천지만물에 부여한 자연 법칙에 거스른다고 인식되어서는 안 된다. 바오로 6세가 1975년 교황청 과학원에 이야기한 바와 같이, (9) 한편으로 과학자는 인류의

9 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

미래에 대한 세속적인 문제를 정직하게 고려해야 하며 책임 있는 사람으로서 생존과 복지를 준비하고 보존하며, 위험을 없애도록 도와야 한다. 따라서 우리는 현 세대 및 미래 세대와의 결속을 사랑과 기독교적 자선의 형태로 표현해야 한다. 다른 한편으로는, 과학자는 자연에 은밀한 가능성이 숨겨져 있으며 창조주의 계획에 내재된 개발 수준을 달성하기 위해서는 인간의 지성으로 가능성을 발견하고 이용해야 한다는 확신을 갖고 활동해야 한다. 따라서 ‘인간 생활의 유익을 위한 여러 가지 것이 하느님의 법칙과 인간의 법칙에 의해 자연의 법칙으로 합쳐졌다’는 말에서 의미하는 바와 같이, 과학적 개입은 인간 생활에 이익을 얻기 위해 물리적 자연이나 동식물 자연을 개발하는 일로 생각해야 한다. (10)

권고사항

1. 전세계 규제자, 농업인, 생산자가 최신 지식과 정보를 토대로 생산성과 지속 가능성을 위해 농장관리의 모든 측면에서 건전한 결정을 할 수 있도록 이들에게 신뢰성 있는 정보를 더 많이 제공할 것.
2. (이른바 표지를 이용한 관행적인 육종으로 생산되었든 생명공학기술에 의해서 생산되었든) 신규 작물품종의 평가 및 승인에 관련된 원칙을 과학적이고 위해성에 기반하며 예측 가능하고 투명하게 하기 위해 보편적으로 표준화하고 합리화할 것. 사안별 (case-by-case) 검토가 실시되는 범위는 실제 검토 자체만큼이나 중요하며, 그 또한 과학적이고 위해성에 기반해야 한다.
3. 사전예방 원칙을 과학적이고 실용적으로 재구성하고 위해성에 비례하는 규제 요건과 절차를 마련하며 조치 결여와 관련된 위해성을 고려하여 농업에 대한 사전예방 원칙의 적용을 재평가할 것. 신중(prudence; *phronesis* 또는 *prudentialia*)은 조치를 주도해야 하는 실천적 지혜임을 명심해야 한다. (11) 실천적 지혜인 신중이 악을 피하고 선을 취하기 위해 예방이 필요하긴 하나, 신중의 주된 요소는 예방(precaution)이 아니라 예측(prediction)이다. 신중의 주된 특징은 위험을 피하기 위한 행위를 삼가는 것이 아니라 조치의 토대로서 과학적인 예측을 사용하는 것이다. (12) 따라서 교황 베네딕토 16세는 2006년 교황청 과학원 총회 연설 ‘과학의 예측가능성’에서 예측가능성은 현대 사회에서 과학이 누리는 명성의 주된 이유 중 하나이며, 과학적 방법의 창출로 과학은 현상을 예측하고 그 진전을 연구하여 인간의 환경을 통제하에 두는 능력을 부여받았다고 강조하였다. 교황 베네딕토는 ‘자연을 예측하고 통제하며 지배하는 과학 연구는 과거에 비해 오늘날을 더욱 실용적으로 만들었으며, 그 자체가 창조주의 계획 중 일부라고 우리는 말할 수 있다’고 확인하였다. (13)
4. 생명공학작물의 과학에 대해 아는 바가 적었던 시기에 개발되어 생명공학 작물품종의 국제 무역을 규제하는 국제협약인 카르타헤나 의정서를 현행 과학 지식과 일치시키기 위해 의정서를 검토할 것.
5. 유전자 개선을 위해 가장 현대적이고 정확하며 예측 가능한 기술인 유전공학 기술을 과도하고 비과학적인 규제로부터 자유롭게 하여 어디서든 유전공학기술을 작물의 영양품질과 생산성을 개선하는데 (궁극적으로는 백신과 기타 약품 생산에도) 적용할 수 있도록 하라.
6. 공공정책을 통해 연결된 적절한 연구 기금과 역량강화, 적절한 교육으로 영세농을 지원하기 위해 기술의 잠재성을 증진할 것.

10 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

7. 전세계 빈곤층과 약자의 생활을 개선하기 위해 특히 중요한, 지속가능하고 건전하며 생산적인 농업관행의 광범위한 채택과 서비스 확대를 격려할 것.
 8. 적절한 유전공학 기술과 분자표지이용 육종이 식량안보 향상에 중요한 영향을 끼칠 것으로 예상되는 식량안보가 불안한 빈곤국의 작물 개선을 위해 사용될 수 있도록 이 분야에 정부, 국제 구호단체, 자선단체의 자금제공 증대를 촉구하는 바이다. 사태의 시급성을 감안하여, 국제연합식량농업기구(FAO), 국제농업연구자문그룹(CGIAR), 유엔개발계획(UNDP), 유네스코(UNESCO) 같은 국제기구는 현재와 미래 인구의 식량안보를 보장할 윤리적 책임을 진다. 국제기구는 이 기술이 가장 큰 영향을 끼칠 개발도상국의 공익을 위해 이 기술이 무상으로 이용될 수 있도록 민-관 협력관계의 수립을 조정하는데 모든 노력을 기울여야 한다.
- (14)

배경

2009년 5월 15-19일에 개최된 교황청 과학원 연구주간(PAS Study Week)은 교황청 과학원을 대표하여 회원인 Ingo Potrykus 교수가 주최하였으며 회원인 Werner Arber 교수와 Peter Raven 교수의 도움을 받았다. 주최측은 ‘세계 기아 퇴치를 위한 <생명공학 식품작물>’에 관하여 교황청 과학원이 초기 연구문서를 발표한 2000년 이래로 생명공학작물에 관한 상당한 양의 증거와 경험이 축적되었음을 알게 되었다.

따라서 연구주간의 목적은 현행 과학 지식을 기초로 유전공학 및 기타 농업관행의 이익과 위해성을 평가하고 지속가능한 개발의 관점에서 식량안보와 인간복지 개선에의 적용 가능성을 평가하는데 있었다. 참가자들은 생명공학기술에 관한 교회의 사회교리도 알고 있었으며 사회정의의 원리에 따라 유전공학 기술의 책임있는 적용에 초점을 맞춘 도덕적 의무를 받아들였다.

참가는 초대에 의해서만 가능했으며 전문분야에서의 과학적 공로와 과학적 엄격성 및 사회정의를 위한 적극적 참여를 기준으로 선정되었다. 주최측이 참가자를 선정해야 했으며, 지금까지의 경험을 검토한다는 회의의 주목적을 진전시킬 필요성에 따라 선정하였다. 의견과 관점, 강조점은 참가자마다 달랐지만 본 보고서에 포함된 광범위한 원칙에는 모두 동의하였다.

연구주간 참석자 (알파벳 순)

교황청 과학원 회원

Prof. em. Werner Arber • Switzerland, University of Basel: Microbiology, Evolution.

Prof. Nicola Cabibbo † • Italy, Rome, President Pontifical Academy of Sciences: Physics.

H.Em. Georges Cardinal Cottier, Vatican City: Theology.

Prof. em. Ingo Potrykus • Switzerland, Zurich, Swiss Federal Institute of Technology: Plant Biology, Agricultural Biotechnology.

Prof. em. Peter H. Raven • USA, St. Louis, President Missouri Botanical Garden: Botany, Ecology.

H.Em. Msgr. Marcelo Sánchez Sorondo • Vatican City: Chancellor Pontifical Academy of Sciences: Philosophy.

Prof. Rafael Vicuña • Chile, Santiago, Pontifical Catholic University of Chile: Microbiology, Molecular Genetics.

외부 전문가:

- Prof. em. Klaus Ammann* • Switzerland, University of Berne, Botany, Vegetation Ecology.
- Prof. Kym Anderson* • Australia, The University of Adelaide, CEPR and World Bank: Agricultural Development Economics, International Economics.
- Dr. iur. Andrew Apel* • USA, Raymond, Editor in Chief of GMObelus: Law.
- Prof. Roger Beachy* • USA, St. Louis, Donald Danforth Plant Science Center, now NIVA, National Institute of Food and Agriculture, Washington DC.: Plant Pathology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Peter Beyer* • Germany, Freiburg, Albert-Ludwig University, Biochemistry, Metabolic Pathways.
- Prof. Joachim von Braun* • USA, Washington, Director General, International Food Policy Research Institute, now University of Bonn, Center for Development Research (ZEF): Agricultural and Development Economics.
- Prof. Moisés Burachik* • Argentina, Buenos Aires, General Coordinator of the Biotechnology Department: Agricultural Biotechnology, Biosafety.
- Prof. Bruce Chassy* • USA, University of Illinois at Urbana-Champaign: Biochemistry, Food Safety.
- Prof. Nina Fedoroff* • USA, The Pennsylvania State University: Molecular Biology, Biotechnology.
- Prof. Dick Flavell* • USA, CERES, Inc., Thousand Oaks: Agricultural Biotechnology, Genetics.
- Prof. em. Jonathan Gressel* • Israel, Rehovot, Weizmann Institute of Science: Plant Protection, Biosafety.
- Prof. Ronald J. Herring* • USA, Ithaca, Cornell University: Political Economy.
- Prof. Drew Kershen* • USA, University of Oklahoma: Agricultural Law, Biotechnological Law.
- Prof. Anatole Krattiger* • USA, Ithaca, Cornell University and Arizona State University, now: Director, Global Challenges Division, WIPO, Geneva, Switzerland: Intellectual Property Management.
- Prof. em. Christopher Leaver* • UK, University of Oxford: Plant Sciences, Plant Molecular Biology.
- Prof. Stephen P. Long* • USA, Urbana, Energy Science Institute: Plant Biology, Crop Science, Ecology.
- Prof. Cathie Martin* • UK, Norwich, John Innes Centre: Plant Sciences, Cellular Regulation.
- Prof. Marshall Martin* • USA, West Lafayette: Purdue University: Agricultural Economics, Technology Assessment.
- Prof. Henry Miller* • USA, Hoover Institution, Stanford University: Biosafety, Regulation.
- Prof. em. Marc Baron van Montagu* • Belgium, Gent: President European Federation of Biotechnology: Microbiology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Piero Morandini* • Italy, University of Milan: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Martina Newell-McGloughlin* • USA, Davis, University of California: Agricultural Biotechnology.
- H.Em. Msgr. George Nkuo* • Cameroon, Bishop of Kumbo: Theology.
- Prof. Rob Paarlberg* • USA, Wellesley College: Political Science.
- Prof. Wayne Parrott* • USA, Athens, University of Georgia: Agronomy, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Channapatna S. Prakash* • USA, Tuskegee University: Genetics, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Matin Qaim* • Germany, Georg-August University of Göttingen: Agricultural Economics, Development Economics.
- Dr. Raghavendra S. Rao* • India, New Delhi, Department of Biotechnology, Adviser to the Ministry of Science and Technology: Agriculture, Plant Pathology.
- Prof. Konstantin Skryabin* • Russia, Moscow, 'Bioengineering' Centre Russian Academy of Sciences: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Monkumbu Sambasivan Swaminathan* • India, Chennai, Chairman, M.S. Swaminathan Research Foundation: Agriculture, Sustainable Development.
- Prof. Chiara Tonelli* • Italy, University of Milan: Genetics, Cellular Regulation.

12 | 발전의 맥락에서의 식량안보를 위한 형질전환 작물

Prof. Albert Weale • UK, Nuffield Council on Bioethics and University of Essex now University College of London, Dept. of Political Sciences: Social & Political Sciences.

Prof. Robert Zeigler • Philippines, Metro Manila, Director General International Rice Research: Agricultural Biotechnology, Rice research and Development Policy.

1. 요한 바오로 2세의 회칙 *노동하는 인간(Laborem exercens)*, 5: *전계문*, 586-589 참조
2. *진리 안의 사랑(Caritas in veritate)*, § 6
3. *진리 안의 사랑(Caritas in veritate)*, § 27.
4. ‘이는 생명공학기술 적용을 통한 진보에 대하여 즉각적인 경제적 이익에만 근거해서는 평가될 수 없는 문제가 제기될 때마다 농업생산 그 자체에서 잊지 말아야 할 원칙이다. 이들은 인간의 건강과 지구의 미래에 재앙이 되지 않게 하기 위해 엄격한 과학적 검토와 윤리적 검토에 앞서 제출되어야 한다.’ (요한 바오로 2세, *농업세계 성년 연설문(Address to the Jubilee of the Agricultural World)*, 2000년 11월 11일)
5. 경시작물이나 실종작물로도 언급되는 소외작물은 개발도상국에서 경제적 가치가 높은 작물이다. 소외작물에는 곡물류(수수, 테프), 콩류(동부콩, 풀완도, 밤바라땅콩), 근채류(카사바, 고구마)가 포함된다. 소외작물은 수백만 영세농의 생계를 위해 절대적으로 필요함에도 불구하고 이들 작물에 대한 연구는 주요 작물에 비해 뒤쳐져 있다. 개발도상국에서 작물생산성을 증대하고 식량 자급자족을 달성하기 위해서는 소외작물 연구에 보다 많은 관심을 가져야 한다.
6. *백주년(Centesimus annus)*, § 6.
7. *진리 안의 사랑*, § 46.
8. ‘하느님은 만물에 대해 절대적인 지배권을 가지며 하느님의 섭리에 따라 인간 육신을 지속시키기 위해 일정한 사물을 지시한다. 이러한 이유로 인간은 사물을 이용하기 위한 힘에 관하여 자연적인 지배권을 가진다’ (토마스 아퀴나스, *신학대전*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1).
9. 바오로 6세, 1975년 4월 19일 교황청 과학원 총회연설, *교황연설*, 바티칸시티 2003년, p. 209 참조.
10. 토마스 아퀴나스, *신학대전*, I-II, 94, a.5. Cf. *전계문* ad 3.
11. ‘신중(실천적 지혜, *phronesis*)은 진실을 이루는 이성적인 자질로, 인간에게 유익한 것과 관련된 행동에 관여한다’ (아리스토텔레스, *Eth. Nic.*, VI, 5,
12. 1140 b 20, Eng. tr. J. Bywater). 나머지 장도 참조. ‘예측은 신중의 원리이다...따라서 신중이라는 말은 예측[천우신조]에서 주요 부분으로서 취한 것이다’ (토마스 아퀴나스, *신학대전*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1).
13. 교황 베네딕토 16세의 교황청 과학원 총회 연설
http://www.vatican.va/holyfather/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_benxvi_spec_20061106_academy-sciences_en.html
14. Cf. P. Dasgupta, ‘제도로서의 과학: 새로운 사회경제적 상황에서 우선권 설정’ *세계과학회: 21세기를 위한 과학, 새로운 약속*

Translation facilitated by Clive James from ISAAA Global Knowledge Center on Crop Biotechnology, ISAAA SEAsiaCenter