

글로벌 GM작물 연구개발 및 상업화 동향

조정일 · 이강섭 · 박수철

Global status of GM crop development and commercialization

Jung-Il Cho · Gang-Seob Lee · Soo-Chul Park

Received: 24 June 2016 / Revised: 24 June 2016 / Accepted: 24 June 2016

© Korean Society for Plant Biotechnology

Abstract Global GM crops continue to grow. They have reached 181 million hectares. A total of 28 countries have approved biotech crops for planting. More than 60 countries have approved biotech crops to be imported as food and feed since 1996, meaning that biotech crops are now commonly accepted in those countries. Although biotech crops provide key solutions for the challenge of global food security in the future due to population growth and climate change, there are still some debates on whether biotech crops should be accepted in many countries including Korea. Therefore, it is very important to make people understand that GM crops will provide benefits to both farmers and consumers. In this review, current global status of GM crop development and commercialization are summarized.

Keywords GM crop, development, commercialization, global status

GM작물 연구개발의 글로벌 트렌드 변화

1세대 GM종자는 미국과 유럽 등 선진국의 다국적 기업이 연구개발과 상업화를 주도하고 있다. 20년간 상용화되고 있는 1세대 GM종자의 99% 이상이 해충저항성과 제초제내

성 두 가지 형질이란 것은 매우 주목할 만한 사실이다. 즉 이 두 가지 형질이 농업생산성 향상과 농민들의 소득 증대에 지속적으로 효과를 주고 있다는 것과 함께, 새로운 형질의 글로벌 종자개발이 매우 어렵다는 것을 입증한다. 현재 이들 해충저항성과 제초제내성 이외에 지구온난화 등 기후변화에 대응하기 위한 건조저항성 GM작물과 질소비료 저감이 가능한 GM작물 개발이 적극 추진되고 있다. 건조저항성 GM옥수수의 경우는 2013년 미국에서 최초 상업화된 이후 다른 국가로 상업화 재배가 확산되고 있으며 밀 등 다양한 작물로 연구개발이 확대되고 있다(Park et al. 2015, Clive 2015).

반면, 최근 GM종자 연구개발 트렌드가 급속도로 변화되고 있다(Fig. 1). 즉, 생산자 중심에서 생산자와 소비자가 동시에 혜택을 주는 2, 3세대 GM작물 개발과 상업화가 활발히 이루어지고 있는 것이다. 또한, 다국적 기업 주도에서 각 국가별 농업의 문제해결의 방안으로서 GM작물이 개발되어 상용화 되거나 식품가공업체 소비자 대상 소규모 기업들이 자체 애로사항 해결을 위해 자체적으로 연구개발과 상업화를 추진하고 있다는 것이다. 즉, GM작물의 실용화가 점점 더 우리의 실생활로 확산되어 다가오고 있다는 것을 의미하고 있는 것이다(Ricroch and Hénard-Damave 2016, Park 2013, KBCH 2015, KAST 2015).

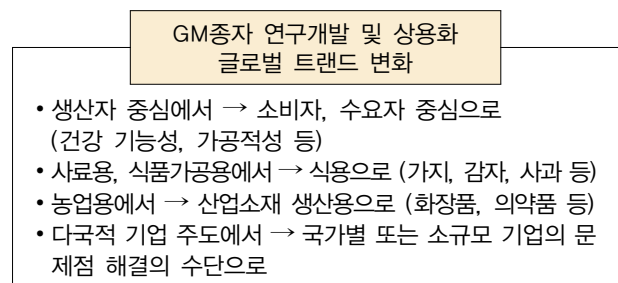


Fig. 1 Global trends of the development and commercialization of GM crops

J.-I. Cho · S.-C. Park (✉)
국립농업과학원 GM작물개발사업단
(National Center for GM Crops, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeonju 54874, Korea)
e-mail: usdapark@korea.kr

G.-S. Lee (✉)
국립농업과학원 농업생명자원부 생물안전성과
(Biosafety Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 54874, Korea)
e-mail: kangslee@korea.kr

소비자 지향적 GM작물 개발 및 상용화

2013년 캐나다 기업인 “오카나간스페셜티푸르츠(Okanagan Specialty Fruits)”는 사과를 칼로 썰거나 멍이 들어도 갈색으로 변하지 않도록 유전자가 재조합된 사과를 개발하고, 미국 시장에서 판매하기 위해 미국 정부에 안전성심사를 요청하였다(Fig. 2). 사과를 자르면 보통 시간이 지날수록 표면이 산화되어 갈색이 된다. 이를 방지하려고 보통 소금물에 넣거나 레몬즙을 뿌리기도 한다. 반면, ‘Arctic Apple’로 불리는 해당 사과는 사과의 갈변에 영향을 주는 폴리페놀 산화효소(polyphenol oxidase) 유전자의 발현을 억제하여 어떠한 처리 없이도 갈변을 방지하도록 만들어 졌다. 이 갈변 방지 GM사과인 “아틱 그래니(Arctic Granny)”와 “아틱 골든(Arctic Golden)” 두 종은 2015년 2월13일 미국 농무부(USDA) 산하 동식물검역국(APHIS)으로부터 최초로 상업화에 필요한 환경위해성에 대한 안전성심사가 승인되었고, 인체위해성에 대한 안전성심사도 미국 식품의약국(FDA)으로부터 인증을 획득함으로써 곧 상업화가 이루어 질 것으로 전망된다(Park et al. 2015, KBCH 2015, KAST 2015).

또 다른 대표적인 소비자 지향적 GM작물의 상업화 사례는 갈변방지 GM감자이다(Fig. 2). 미국 냉동감자회사인 Simplot이라는 회사는 저장 및 가공 시 상처로 인한 갈변현상 방지 감자를 개발한데 이어, 감자를 고온에서 오래 튀길 경우 발생한다는 잠재적 발암물질(아크릴아마이드) 함량을 감소시키는 GM감자를 자체적으로 개발하였다. Innate™라고 명명된 이 GM감자는 2014년 11월 미농무에서 상업적 재배 승인을 받은데 이어 2015년 3월 미 식약처에서 일반 감자와 다른 차이 없이 안전하고 건강하다고 인정하여 식용으로 승인한 것이다(Park et al. 2015, Entine 2014, KBCH 2015, KAST 2015).

의약품 생산 GM작물 개발 및 상업화

질병예방을 위한 백신용 GM작물의 상업화도 이미 현실화되고 있다. 고부가가치의 유용물질의 대량 생산을 위하여 유전자변형 식물체를 생산 공장으로 활용하고자 하는 방식을 분자농업(Molecular Farming)이라 말한다. 이러한 분자농업에서 가장 주목받는 연구 분야 중 하나가 섭취를 통해 질병을 사전 예방할 수 있는 식물 경구백신의 개발이다. 형질전환 식물을 이용한 경구백신은 1995년 Science 잡지에 병원성대장균(enterotoxigenic E. coli)의 항체를 생산하는 형질전환 감자를 쥐에 사료로 먹인 결과 효율적인 면역반응을 유도한 결과가 발표되면서 성공 가능성이 주목받기 시작되었다. 이후 2002년에는 설사면역제를 생산하는 GM토마토가 개발되어 타임지가 선정한 2002년 세계 20대 발표의 하나로 선정되기도 하였다. 문제는 식물세포에서 단백질을 생산할 경우 인체에서 활성이 가능한 복잡한 구조의 단백질 합성에 어려움이 있을 수 있으며, 식물체 내에서의 단백질 발현율이 낮아 경제성이 문제가 되는 등 해결해야 할 여러 문제가 있다는 점이다. 이런 이유로 현재는 형질전환식물보다는 유전자가 형질전환된 식물세포를 인공 배양기에서 대량 배양한 후 목적하는 단백질이나 유용 물질을 생산하는 방식으로 실용화가 진행되고 있다. 이와 같이 경구백신들은 아직 상업화에 이르지 못하고 있지만 현재도 광견병, 콜레라, 구제역, 에이즈 등을 예방하기 위한 식물 경구백신이 지속적으로 개발 중이며 앞으로 수년 내에 상업화가 이루어 질 것으로 예상되고 있다.

반면 동물용 의약품 생산 GM작물의 상업화는 2013년 최초로 이루어졌다. 일본 경제산업성 산하 산업기술종합연구소(AIST)는 개(dog)의 치주염을 치료하는 항바이러스 인티페론을 생성하는 GM 딸기를 개발하여, 2013년에 상품등록을 마치고 2014년 3월에 마침내 상업용 판매를 시작하였다(Fig. 3). 이들은 이 GM딸기를 밀폐형 온실에서 격리재배

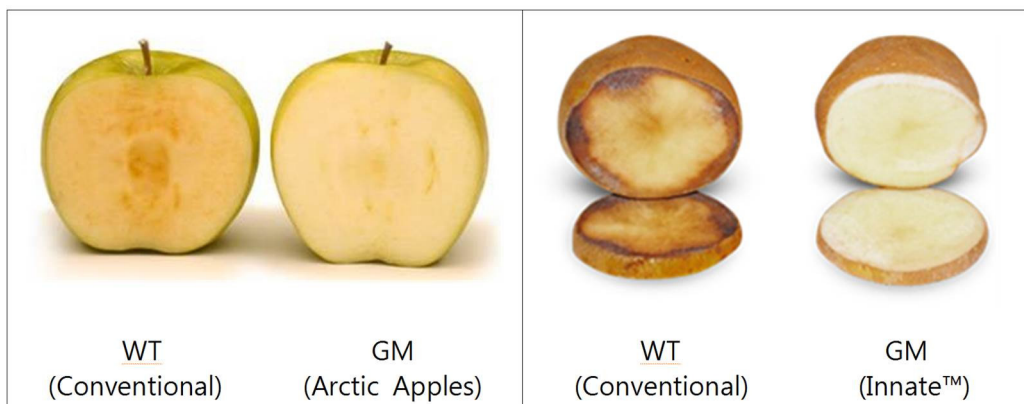


Fig. 2 GM apple (Arctic Apples) and GM potato (Innate™) geared to the needs of consumers



Fig. 3 GM strawberries and Interberry alpha developed for therapeutic uses as canine medicine. Inside the closed-type plant factory (left) and Interberry alpha produced from GM strawberries (right)

하고 수확한 딸기를 재료로 의약품을 제조하게 된 것이다 (AIST 2014). 이와 같이 비록 동물용이지만 질병 치료용 유전자변형작물의 재배가 상용화 된 것은 매우 고무적인 일이다. 향후 다양한 질병에 고통 받고 있는 인류의 문제를 해결하기 위한 보다 값싸고 안전한 인간 질병 예방 및 치료용 GM작물의 상용화 시대도 곧 열릴 것으로 전망된다(Park et al. 2015, Ricroch and Hénard-Damave 2016, KBCH 2015, KAST 2015).

놀라운 사실은 일본은 이미 2007년에 삼나무 꽃가루 알레르기 예방백신을 생산하는 GM벼를 개발하고 현재 상용화에 필요한 임상실험을 진행하고 있다는 것이다. 즉, 우리가 GM작물개발에 대한 찬반논란으로 시끄러운 와중에 일본은 이미 인간 치료용 백신을 생산하는 GM작물을 개발하는 등 이미 미래를 향해 질주하고 있는 중인 것이다. 그것도 우리의 자부심인 쌀을 재료로 만든 GM작물인 것이다(Park et al. 2015, Ricroch and Hénard-Damave 2016, KBCH 2015, KAST 2015).

국가별 현안문제 해결을 위한 GM작물 개발 사례

GM작물 개발의 또 다른 글로벌 트렌드 변화는 국가별 자국의 농업문제 해결을 위한 GM작물을 개발하고, 국가 차원에서 이의 실용화 정책 추진을 통한 문제점 해결에 성공을 거두도 있다는 점이다. 대표적 성공사례로는 방글라데시의 해충저항성 Bt 가지 개발 및 이의 실용화 추진 사례를 들 수 있다.

방글라데시의 Bt 가지 프로젝트는 농민들에 요구에 의해 상업화 된 상품을 만들어낸 첫 번째 ‘작물 생명공학 기술이전 프로젝트’라고 말할 수 있다. 이 Bt 가지는 가지에 치명적인 해충인 fruit and shoot borer (*Leucinodes orbonalis*)로부터 저항성을 나타낸다. 방글라데시의 경우 15만 영세농가가 5만ha에서 가지를 경작하고 있는데(평균 농장 규모는 0.3헥

타르), 이 해충의 피해로 매년 수확량의 2/3 이상 손실을 본다. 이를 방지하기 위해서는 많게는 80회 정도의 살충제 살포가 필요하다고 한다. 이러한 문제 해결을 위해 방글라데시 농업연구소(BARI, Bangladesh Agricultural Research Institute)는 국제 민관협력을 통해 방글라데시에 재배 가능한 해충저항성 Bt 가지를 개발하였다. 방글라데시는 2013년 10월 30일에 Bt 가지를 상업용으로 재배할 수 있도록 승인했으며(식량·사료·환경 방출), 100일도 지나지 않은 기록적인 기간인 2014년 1월 22일에 소규모 농민들이 그들의 첫 상업용 상품을 재배하였다. 이들 재배농가는 Bt 가지 재배를 통해 수확량 30% 증가 및 농약사용량 70~90% 감소로 1,850불/ha의 소득 증가를 가져오게 되었다. 농민들은 오픈 마켓에서 Bt 가지를 “BARI Bt Begun #, no pesticide used(무농약)”으로 상표를 붙여 판매하고 있다. 이러한 성공적인 성과는 방글라데시 정부의 강력한 지원, 특히 농업부 장관인 Matia Chowdhury의 강력한 의지와 지지가 없었다면 가능하지 못했을 것이라고 평가되고 있다(Clive 2014, KBCH 2015, KAST 2015). 이러한 성공사례는 여러 나라에서 이루어지고 있으며 향후 더욱더 확산될 것으로 전망된다. 즉, 이제 GM작물은 더 이상의 글로벌 기업의 전유물이 아닌 국가별 자국의 문제해결을 위한 핵심기술로 정착되고 있는 것이다.

맺음말

이상 살펴본 것과 같이 이제 GM작물은 다양한 수요 충족을 위한 개발 기술의 다양성과 함께, 각 국가별 농업문제의 주요 해결수단으로 활용되고 있다. 이러한 기술의 발전은 이제 글로벌 문제 해결이라는 매우 바람직한 방향으로 진전되고 나타나고 있다. 반면, 이러한 기술개발의 성공 전제조건은 물론 농업생명공학 기술의 지속적 발달을 보장하면서 이를 발전하기 위한 창조적 아이디어와 점단기술의 새로운 접목일 것이다. 이미 생물학 분야에서는 합성생물학이 일

반화 되고 있으며 또한 이를 이용한 산업화 연구도 진행이 되고 있다. 이러한 기술의 발전과정에 GM작물도 서 있으며 우리 후손들은 이러한 기술발전의 토대 위에 더욱 더 눈부신 과학기술의 발전을 이어갈 것이다. 이러한 관점에서, GM작물은 우리 농업의 현안 문제 및 향후 기후변화 등으로 발생할 새로운 문제들을 해결할 핵심 농업기술로서, 대기업의 참여를 기대하기 어려운 우리의 경우 보다 적극적인 국가적 투자 및 지원을 통한 산학연 공동 기술개발로 추진되어야 될 것이다. 즉, 당장의 상용화는 아니더라도 국가 기술경쟁력 확보 및 미래 육종소재 확보차원의 노력은 멈추지 말아야 할 것이다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 차세대바이오그린21사업(세부과제 번호: PJ01131902, PJ01125701) 및 어젠다 프로그램(PJ010086)의 지원에 의해 수행되었음.

References

- AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology). 2014. AIST Stories 2014 No.2, 14-15
- Clive J. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, NY.
- Clive J. 2015. 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization for Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. ISAAA Briefs No. 51. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, NY.
- Entine J. 2014. McDonald's mulling embrace of Simplot's bruise-reducing Innate GMO potato. Genetic Literacy Project KAST (The Korean Academy of Science and Technology). 2015. Policy strategy for applying biotechnology to the agricultural innovation of Korea. KAST Research Report 101
- KBCH (Korea Biosafety Clearing House). 2014. Biosafety Vol. 15
- KBCH (Korea Biosafety Clearing House). 2015. Biosafety white paper 2015
- Park SC, Kim HY, Lee CH. 2015. Understanding of GMO (Genetically Modified Crops). Korea Food Security Research Foundation
- Park SC. 2013. Special features II. GMO development and commercialization. The Science and Technology. 66-72
- Ricroch AE, Hénard-Damave MC. 2016. Next biotech plants: new traits, crops, developers and technologies for addressing global challenges. Crit Rev Biotechnol. 36(4):675-90