

제224회 한림원탁토론회

GMO, 지속가능성을 위한 전략

일 시 : 2024년 5월 29일(수), 15:00

장 소 : 한림원회관 1층 성영철홀

(온·오프라인 동시 진행)



모시는 글

최근 심화되고 있는 기후 변화 위기, 세계 도처에서 진행 중인 전쟁과 갈등은 우리 인류의 지속가능성에 큰 위협이 되고 있으며, 지속가능성의 핵심이라 할 수 있는 식량의 안정적 확보가 점차 중요해지고 있습니다.

이러한 상황에서 생명공학기술을 바탕으로 하는 GMO는 농업 생산성 향상, 식량의 안정적 생산을 통한 식량안보 강화, 환경 보호의 가능성 측면에서 주목받고 있습니다. 세계 여러 국가들이 GMO를 적극 활용하여 안정적 식량 확보에 나서고 있으나 국내에서는 여전히 관련 제도와 기술 현황 등에 대한 논의가 필요한 상황입니다. 이에 한국과학기술한림원은 생명공학기술을 활용하여 지속가능한 미래를 만들어 가기 위한 방향에 대해 논의하고자 하오니 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

2024년 5월

한국과학기술한림원

한림원토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 마련하고 국가사회 현안문제에 대한 과학기술적 접근 및 해결방안을 도출하기 위해 개최되고 있습니다.



Program

사 회 박현진 고려대학교 식품공학과 석좌교수

시 간	프로그램	내 용
15:00~15:05 (5분)	개 회	유욱준 한국과학기술한림원 원장
15:05~15:45 (40분)	주제발표	
	발표자	식량안보와 식품산업의 GMO 이슈 - 제도와 규제적 관점 하상도 중앙대학교 생명공학대학 교수
		식량안보와 식품산업의 GMO 이슈 - 연구와 기술적 관점 김해영 경희대학교 식품생명공학과 교수
15:45~17:00 (75분)	지정토론 및 자유토론	
	좌 장	박현진 고려대학교 식품공학과 석좌교수
	토론자	곽상수 한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터 책임연구원
		권수진 농촌진흥청 국립농업과학원 유전체과 과장
		조윤미 미래소비자행동 상임대표
		박준현 (주)대상 품질경영실 실장
	질의응답	
17:00	폐 회	

참여자 주요 약력



사회 및 좌장



박 현 진

고려대학교 식품공학과 석좌교수

- 한국과학기술한림원 농수산학부 학부장
- 한국식량안보연구재단 이사장
- 미국식품과학회(IFT) 및 세계식품공학회(IUFOST) 석학회원



주제발표자



하 상 도

중앙대학교 생명공학대학 교수

- 한국과학기술한림원 정회원
- 한국식품안전연구원 원장
- 한국식품위생안전성학회 수석부회장



김 해 영

경희대학교 식품생명공학과 교수

- 경희대학교 생명과학대학 학장
- 식품의약품안전처 GMO 식품안전성 평가위원
- 前 국가과학기술자문회의 생명의료 전문위원

참여자 주요 약력

토론자



곽 상 수

한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터 책임연구원

- 한국과학기술한림원 정회원
- 前 한국식물생명공학회 회장
- 前 한중일고구마연구협의회 회장



권 수 진

농촌진흥청 국립농업과학원 유전체과 과장

- 前 농촌진흥청 연구정책국 생명공학팀 팀장
- 前 Univ. of Georgia, Research Scientist
- 前 농촌진흥청 농업생명공학연구원



조 윤 미

미래소비자행동 상임대표

- 소비자권익포럼 운영위원장
- 건강보험심사평가원 비상임이사
- 대한민국GAP연합회 부회장



박 준 현

(주)대상 품질경영실 실장

- 前 (주)대상 소재BU BIO연구소 소장
- 前 한국미생물·생명공학회 부회장
- 前 한국생물공학회 부회장

I

주제발표

주제발표 1 식량안보와 식품산업의 GMO 이슈

- 제도와 규제적 관점

- **하상도** 중앙대학교 생명공학대학 교수

주제발표 2 식량안보와 식품산업의 GMO 이슈

- 연구와 기술적 관점

- **김해영** 경희대학교 식품생명공학과 교수

주제발표 1

식량안보와 식품산업의 GMO 이슈 - 제도와 규제적 관점



하 상 도

중앙대학교 생명공학대학 교수

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

[주제 1]

식량안보와 식품산업의 GMO 이슈

- (1) 제도와 규제적 관점

하상도 교수

중앙대학교 생명공학대학 식품공학부
(농수산학부 정회원)

Contents

1. 토론회 배경
2. GMO란?
3. GMO 관련 제도와 규제 현황 분석
4. 제언

1. 토론회 배경



Background (1)

우리나라 2020년 곡물자급률은 20%로 국가 식량안보를 크게 위협하는 수준임.

최근 식량수급에 대한 3가지 악재(기후위기, 코로나19 팬데믹, 우크라이나 사태)가 겹쳐 '돈만 있으면 식량(주로 곡물)을 조달할 수 있다' 는 우리의 믿음에 큰 경종을 울리고 있음.

인류는 GMO를 생산함으로써 한정된 경작지에 더 많은 작물을 생산해 식량 부족문제를 해결하고자 하고 있으며, 미국 등 주요 선진국에서는 GMO를 적극 활용해 안정적인 식량 확보에 나서고 있음.

최근 유전자를 재조합한 GMO 돼지 신장을 뇌사자에게 이식하는 첫 수술이 성공했고, 인류의 코로나19 극복에 결정적 역할을 하는 백신도 GMO 기술을 활용해 코로나 바이러스 표면의 스파이크 단백질을 안전한 미생물로 옮겨 단 시간에 대량 생산하고 있음.

- 이처럼 생명과 직결된 의료 영역에서 크게 활용되고 있는 GMO 기술에 대해서는 아직까지 이식을 거부하거나 치료를 거부하는 사람은 없음.

Background (2)

전 세계적으로 GMO 안전성에는 대부분 공감하는 분위기이나, 국내에서는 일부 소비자 및 시민 단체가 NON-GMO만을 안전한 것으로 여론몰이를 하고 있어 식량 확보에 큰 걸림돌이 되고 있음.

현실적으로 가공식품은 GMO를 피할 수가 없고 완전한 GMO의 제로 섭취 또한 불가능하며 전 세계적으로 절대적인 양에 있어 Non-GMO 식량 수급 자체가 불가능함.

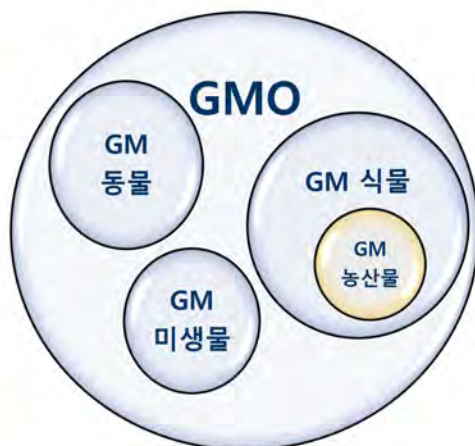
이에 본 토론회 개최로

- GMO 이슈에 대한 대국민 캠페인으로 식품산업의 건전한 발전에 기여
- 국가 GMO 개발 및 허용 확대 정책에 기여해 국가 경쟁력의 원천인 농업혁신기술로서의 생명공학기술 개발 활성화에 기여

2. GMO란?



GMO란?



GMO 개발 배경

- 세계 인구 증가에 따른 식량 수요 증가
- 산업화로 인한 경지면적 감소와 열악해지는 농업환경
- 식량 자원 품질 개선 및 안전성 확보를 위한 품종개량에 대한 필요성 증가

GM Food (GMO 식품)

☞ **GMO(Genetically Modified Organism)**는 ‘유전자변형생물체’ 또는 ‘유전자변형농산물’ 이라 불리는데, 유전자재조합기술을 활용해 재배·육성된 농수축산물

☞ **GM 식품**은 이들 GMO를 원료로 제조·가공한 식품을 말하는데, 생물체의 유전자 중 유용한 유전자를 취해 해당 유전자를 갖고 있지 않은 생물체에 삽입하여 유용한 성질을 나타나게 한 것임.

- **GM 식품** : 목적하는 유전자만을 선택해서 재조합하는 것
- **품종개량** : 교배나 육종 중 생기는 유전자재조합 또는 돌연변이를 이용하는 것



제224회 한림원탁토론회

81

GMO 시장 현황 (1)

☞ **1996년**부터 미국을 중심으로 재배되기 시작했는데, 현재 **전 세계 29개국**이 **24개 작물 246종**을 재배하고 있고 **61개국**이 허용해 식용하고 있음.

- 작물별로는 **콩(50%), 옥수수(31%), 면화(14%), 캐놀라(유채, 5%)** 등 4개 작물이 GMO의 대부분
- 아메리카 지역 **미국, 캐나다, 남미 10개국 등 총 12개 국가**에서 GM 작물 1억 6,780만 ha 재배, **전 세계 재배면적의 88%**를 차지
- 아시아에서는 **인도(6%), 중국(2%)**이 주요 생산국
- 유럽에서는 **스페인, 포르투갈**에서 GM옥수수만을 재배, 면적은 111,883 ha에 불과



그림4. 작물 별 GM 품종이 차지하는 비중

Source : IAASTD, Brief A1.6.5

제224회 한림원탁토론회

2019 전세계 GM작물 재배 현황 (2020, 한국바이오안전성정보센터) 9

< 국가별 재배 현황 (2019) >

순위	국가	면적(백만ha)	유전자변형 작물
1	미국	71.5	옥수수, 대두, 면화, 카놀라, 사탕무, 알팔파, 파파야, 호박, 감자, 사과
2	브라질	52.8	대두, 옥수수, 면화, 사탕수수
3	아르헨티나	24	대두, 옥수수, 면화, 알팔파
4	캐나다	12.5	카놀라, 옥수수, 대두, 사탕무, 알팔파, 사과
5	인도	11.9	면화
6	파라과이	4.1	대두, 옥수수, 면화
7	중국	3.2	면화, 파파야
8	남아공	2.7	옥수수, 대두, 면화
9	파키스탄	2.5	면화
10	볼리비아	1.4	대두
11	우루과이	1.2	대두, 옥수수
12	필리핀	0.9	옥수수
13	호주	0.6	면화, 카놀라, 홍화
14	미얀마	0.3	면화
15	수단	0.2	면화
16	멕시코	0.2	면화
17	스페인	0.1	옥수수
18	콜롬비아	0.1	면화, 옥수수
19	베트남	0.1	옥수수
20	온두라스	<0.1	옥수수
21	칠레	<0.1	옥수수, 카놀라
22	말라위	<0.1	면화
23	포르투갈	<0.1	옥수수
24	인도네시아	<0.1	사탕수수
25	방글라데시	<0.1	가지
26	나이지리아	<0.1	면화
27	에스와티니	<0.1	면화
28	에티오피아	<0.1	면화
29	코스타리카	<0.1	면화, 파인애플

제224회 한림원탁토론회

2019 전세계 GM작물 재배 현황 (2020, 한국바이오안전성정보센터)¹⁰⁾

GMO 시장 현황 (2)

- ④ 미국, 중국, 일본 등 강대국들은 국가의 최우선 정책으로 생명공학기술을 활용한 식량자원을 개발하고 있으며, 이는 글로벌 GMO 연구 개발 트렌드임.
- ④ 우리 정부는 지난 20-30년간 막대한 연구비를 쏟아 부어 세계적 생명공학, 유전공학 기술수준에 도달했다고 자평하면서도 국내 재배 신청 및 승인 사례가 없음.
- ④ 글로벌 미래 먹거리인 생명공학 기술을 산업화해야 함에도 농촌진흥청은 2017년 GMO 작물의 국내 생산을 추진하지 않기로 협약함. 다만, 산학연 공동 연구사업은 추진 중.
 - 농진청(농업생명자원부)은 기후변화 대응을 위해 식품용, 사료용, 산업용, 의료용 등 GM종자 개발 연구를 추진 중에 있으며, 24년 신규사업으로 우루과이와 국제공동연구를 통해 실용화 단계 종자 해외진출 시도
- ④ 2018년 10월 18일 한 국회의원과 41개 소비자, 농민, 환경단체로 구성된 'GMO반대전국행동' 이 'GM감자 승인 반대' 기자회견을 열었음.
 - 식약처는 2024년 현재 GM감자 4종에 대해 안전성 승인을 완료했으나, 수입은 미허용

제224회 한림원탁토론회

11

농진청, 유전자변형 작물 상용화 중단 선언...시민단체와 협약 | 연합뉴스 (yna.co.kr)

농진청, 유전자변형 작물 상용화 중단 선언...시민단체와 협약

출처: 연합뉴스 | 2017-09-01 11:59

▶ 연말까지 GM 개발 사업단 해체하고 환경영향조사 실시키로

(전주=연합뉴스) 정경채 기자 = 농촌진흥청이 유전자변형(GM) 작물 상용화를 중단하기로 했다.

연간 70~80억원의 사업비를 투입한 GM 작물 개발 사업단도 해체한다.



농촌진흥청-시민사회단체 GM 작물 상용화 중단 협약.



연합뉴스
 "배배루를
가 감영준
3천원짜리
매명 증명

농촌진흥청은 2017년 9월 1일 시민·사회단체로 구성된 GM 작물 개발반대 전북도민행동과 이러한 내용을 담은 협약을 맺었다. 협약에 따라 농진청은 2011년부터 추진한 GM 작물 상용화 추진계획을 전면 중단하고 연말까지 사업단을 해체한다. 또 농진청은 시민·사회단체 등과 유전자변형농산물(GMO) 연구 계획을 협의하는 '농생명위원회(가칭)'를 구성한다. 이 밖에 GMO 연구 내용은 누리집과 설명회 등을 통해 국민에게 알리고 연구시설과 인접한 토지는 민간 합동 환경영향조사를 통해 오염 등을 분석하기로 했다.

전북도민행동 등 시민·사회단체는 2015년부터 최근까지 GM 작물 상용화를 반대하며, 농진청 앞에서 집회와 기자회견을 이어왔다. 지난 4월부터는 천막 농성에 돌입, GM 작물 상용화에 대한 농진청의 입장 표명을 요구했다. 이에 농진청은 지난 5월 소통창구를 설치하고 시민·사회단체의 요구사항을 담아 이날 협약식을 했다. 황규석 농진청 연구정책국장은 "이번 협약은 시민사회와 행정이 함께하는 협치 사례"라며, "지역사회와 국민 목소리에 귀 기울이고 농업인을 위한 정책을 수립하는 새로운 계기가 될 것으로 본다"고 말했다.

jaya@yna.co.kr

제224회 한림원탁토론회

12

[국감] 농촌진흥청, GMO 상용화 연구 계속... "시민사회 우롱"



2018년 3월 12일 열린 'GMO 완전표시제 촉구 청와대 청원 기자회견' 모습. 최규화 기자 ©베이비뉴스

출처 : 베이비뉴스 (<https://www.ibabynews.com>)

김현권 국회의원이 GM작물개발사업단 해체 이후에도 계속된 농촌진흥청의 GMO 상용화 추진을 비판했다.

지난 2019년 10월 7일 국회 농림축산식품해양수산위원회 소속 더불어민주당 김현권 의원(비례대표)이 농촌진흥청으로부터 받아 공개한 자료에 의하면, 2011년부터 2017년까지 7년간 농촌진흥청 GM작물개발사업단은 벼 20종, 닭 7종, 사과 6종, 돼지 5종 등 50가지 GMO 연구개발 과제를 추진했다.

2011년 문을 연 농진청 GM작물개발사업단은 '국가기관이 생태 오염과 안전성 논란이 끊이지 않는 GMO 상용화를 추진해야 하느냐'는 시민사회의 지속적인 지적에 따라 2년 전 해체됐다.

하지만 김 의원이 공개한 자료에 따르면 GM작물개발사업단 해체 이후인 2018년부터 현재까지 상용화를 위한 마지막 단계인 위험성평가 대상 3종을 비롯해 77종에 대한 GMO연구개발사업을 추진하고 있으며, 연구개발 내용도 2017년 이전과 별로 차이가 없는 것으로 나타났다.

제224회 한림원탁토론회

13

[국감] 농촌진흥청, GMO 상용화 연구 계속… “시민사회 우롱”

특히 김 의원은 “2018년 이후 상용화이전 단계에 해당하는 유전자발굴, 기능검정, 고정계통 단계에서 농진청 국립농업과학원의 GMO연구개발실적이 눈에 띄게 늘어난 것으로 나타났다”며, “**농진청의 GMO연구개발은 GM작물개발사업단 해체에 개의치 않고 오히려 더 활성화하고 있는 것**”이라고 비판했다.

김 의원은 “2017년 이전과 2018년 이후 연구개발 내용이 별 차이를 보이지 않고 있다”며, “2017년 이전과 마찬가지로 최근에도 벼와 콩 등에 치우친 연구개발 동향은 여전한 실정”이라고 평가했다.

그리고 “GM작물개발사업단 해체이후에도 여전히 GMO상업화는 진행되고 있고, 우리나라 종자보급개발을 책임지는 국가기관이 GMO상업화를 위한 평가는 물론 연구개발에까지 관여하는 일이 여전히 반복되는 것은 안전한 농작물 생산과 보급을 바라는 시민사회를 우롱하는 처사”라고 지적했다.

이에 대해 농진청은 김 의원에게 제출한 자료를 통해 “**국내에서 연구개발 중인 GMO 대부분은 유전자 기능분석을 위한 연구재료용 형질전환작물이 대부분**”이라며, “추후에 육종소재로는 활용이 가능하지만 심사기준 및 품종 실용화 요구조건에 미흡하여 실용화단계로 바로 진입하기에는 불충분한 실정”이라고 설명했다.

덧붙여 “**특히 실용화 전 단계인 유전자의 기능검정 단계에서 품종화에 적합한 우수형질이 나타나지 않을 경우 실용화단계로 연구를 진행하지 않고 고정 계통화해서 연구자원으로만 보존하고 있다**”고 해명했다.

출처 : 베이비뉴스(<https://www.ibabynews.com>)

GMO 글로벌 개발 현황

미국, 캐나다, 호주, 브라질, 필리핀, 인도네시아, 코스타리카, 방글라데시 등은 최우선 국가 부흥 정책으로 생명공학기술을 활용한 식량자원을 개발하고 있음.



Innate 감자
2,265 ha (미국/캐나다)



Arctic 사과
265 ha (미국)



해충저항성 가지
1,931 ha
(방글라데시, 필리핀-사료용)



HarvXtra Low 리그닌 알팔파
162,000 ha (미국, 캐나다)



해충저항성 사탕수수
18,000 ha(브라질)



고올레산 함유 콩
3,500 ha
(호주-R&D, 시장 개발 중)



가뭄내성 사탕수수
2,000 ha(인도네시아)



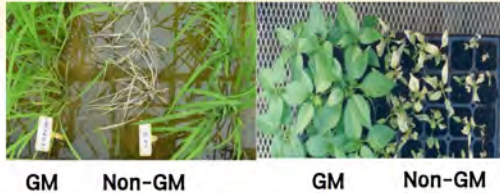
핑크 파인애플
115 ha(코스타리카)

GMO 국내 개발 현황

- 농촌진흥청(국립농과원, 국립축과원) 19개 작물, 84품종, 2가지 가축 8종 연구 개발 중
- 2024년 현재 국내에서 상품화된 GM 농산물 없음

제초제내성작물

벼



고추

GM Non-GM

비타민 강화 쌀



해충저항성작물



GM

Non-



GM

Non-GM

배추



알레르기물질이 제거된 콩

제224회 한림원탁토론회

16

우리나라의 GMO 소비 (1)

- 우리나라의 식용 GMO 곡물 수입량은 2022년 기준 1,105만3천 톤(수입액 42억6100만 달러, 5조6천억 원)으로 2020년 대비 63.6% 증가.
- 수입된 GMO의 대부분은 옥수수과 콩이 차지
 - 약 85%(940만 톤)가 사료용, 그 중 옥수수가 922만4천 톤으로 대부분을 차지
 - 식용은 대부분 대두(수입 165만3천 톤 중 약 2/3인 99만4천 톤)이며, 거의 식용유
 - 식품용 카놀라는 2014년부터 수입량이 없음
- 우리나라에서는 7개 작물(콩, 옥수수, 면화, 유채, 알팔파, 사탕무, 감자)이 식약처에서 안전성 심사를 받아 승인돼 있음
 - 2024년 5월 현재 190품종 6개 농산물(옥수수 98, 면화 38, 콩 30, 카놀라 18, 알팔파 5, 사탕무 1) 수입 승인
 - 49종의 미생물(11종 제조), 38종의 식품첨가물(수입) 수입 승인
 - 감자 4종은 안전성 심사를 통과했으나 수입, 생산이 아닌 기타 비의도적 혼입 등에만 승인

제224회 한림원탁토론회

17

우리나라의 GMO 소비 (2)

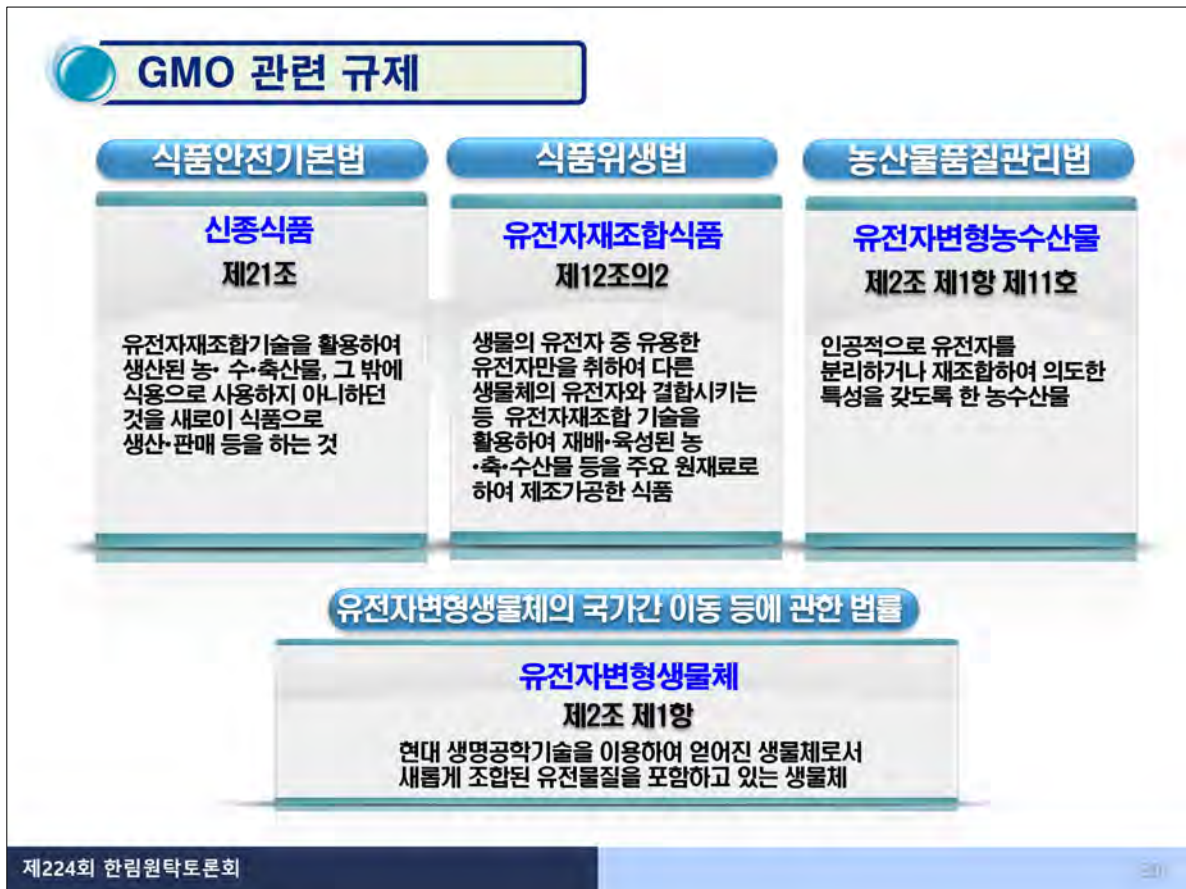
〈 국내 유전자 변형 식품 승인 현황 (2024.5.1) 〉

총 계	농산물	미생물						
		식품원료			식품첨가물			
243	194	11			38			
품 종		승인건수			상업화 중단*			
		수입	생산	기타**	수입	생산	기타**	
총 계 (243)		221	11	11	15	1	10	
농산물 (194)	콩(30)	단일 형질	18	-	-	4	-	-
		후대교배종	12	-	-	-	-	-
	옥수수(98)	단일 형질	28	-	3	4	-	3
		후대교배종	67	-	-	3	-	-
	면화(38)	단일 형질	16	-	-	1	-	-
		후대교배종	22	-	-	-	-	-
	커놀라(18)	단일 형질	9	-	3	1	-	3
		후대교배종	6	-	-	-	-	-
	알팔라(5)	단일 형질	3	-	1	-	-	-
		후대교배종	1	-	-	-	-	-
미생물 (49)	사당무(1)	단일 형질	1	-	-	-	-	-
	감자(4)	단일 형질	-	-	4	-	-	4
	식품원료(11)	-	11	-	-	1	-	-
	식품첨가물(38)	38	-	-	2	-	-	

- 상업용 증단 : 안전상실사 승인 품목 중 상업적으로 생산이 중단되어서 수출 유통되지 않는 품목
- 기타 : 상업적 생산 목적이 아닌, 비의도적 손상에 대해서만 인정되며, 상업적으로 수입·생산하고자 할 경우 다시 승인을 받아야함

3. 제도와 규제 현황 분석





1 국내 GM작물 재배 허용 (농림부)

- GM 작물의 국내 재배는 LMO법에 따라 심사를 거쳐 승인이 되면 재배(격리포장)가 허용되고 있음
- 아직까지 생산자(국내외)로부터 국내 재배 승인을 위한 심사요청이 없었음.
-> 이런 연유로 현재 국내 재배용 작물로 허가돼 상품화된 GM 농산물 없음.
(국내산 농산물은 모두 Non-GMO)
- 우리나라에서는 식용작물의 유전자에 과학자들이 손을 대는 것 자체를 우려하는 이해 당사자들의 목소리가 큰 상황임.

2 국내 GM식품 표시제도 (식약처)

2000.01.12. 식품위생법 개정(제10조)

2000.08.30. 유전자재조합식품 등의 표시기준 제정

2001.07.13. 가공식품 표시의무화 시행

2007.11.14. 고시개정에 따른 표시대상 품목 확대 (면화, 사탕무, 캐놀라)

2009.08.24. 고시 개정, 폐지 등 조치의 재검토기한 설정

2011.06.07. 식품위생법 개정(제12조의2)

2 국내 GM식품 표시제도 (식약처)

「식품위생법」에서는 유전자변형기술을 통해 재배·육성된 농수축산물 등을 주요 원재료로 제조·가공된 식품 또는 식품첨가물은 GMO임을 표시하도록 하고 있음.

- GM콩, GM옥수수 등을 원료로 만든 식품의 경우, “유전자재조합식품”이라는 표시를 제품의 용기나 포장에 표시해야 하고, 또한 GMO를 사용해 만든 식품 중 새로이 삽입된 유전자(다른 생물체로부터 온 유전자)가 남아있는 경우에는 「유전자재조합」이라는 표시를 해야 함

- 표시대상 : 유전자변형 DNA 또는 외래단백질의 성분이 남아 있는 경우로 한정

(즉, 현재 국내에서 GMO 원료를 사용·판매하는 식품 중 옥수수 전분이나 옥수수기름, 옥수수 수프, 콩가루, 콩기름 등은 정제 과정을 거치고 나면 GMO 유전자나 단백질이 남아 있지 않기 때문에 표시하지 않도록 예외를 두고 있음)

- GMO 표시 제외 식품 품목 : ‘가공해 유전자(gene)나 단백질이 남아 있지 않은 GMO 농산물’에만 해당되며 원료로 직접 섭취하는 원재료는 반드시 표시하고 있음.

“유전자재조합 표시대상 식품” : 콩가루, 콩통조림, 두부, 전두부, 가공두부, 두유류, 두류가공품, 된장, 고추장, 청국장, 혼합장, 조림류, 메주, 영양보충용식품, 기타 영·유아식, 옥수수가루, 옥수수통조림, 곡류가공품, 옥수수전분, 팟콩용옥수수가공품, 과자류, 빵 및 떡류, 견과류, 영아용조제식, 성장기용조제식, 영·유아용곡류조제식, 기타 콩, 옥수수, 콩나물을 주요 원재료로 사용한 식품 등

< GM식품 표시 방법 >

- ▶ **주표시면에 유전자재조합식품 또는 유전자재조합 ○○포함식품**
※ [원재료명 (유전자재조합) 또는 원재료명(유전자재조합된 ○○)]
- ▶ **유전자재조합 ○○포함가능성 있음**
(유전자재조합여부 확인할 수 없는 경우)
※ [원재료명 (유전자재조합 ○○포함가능성 있음)]

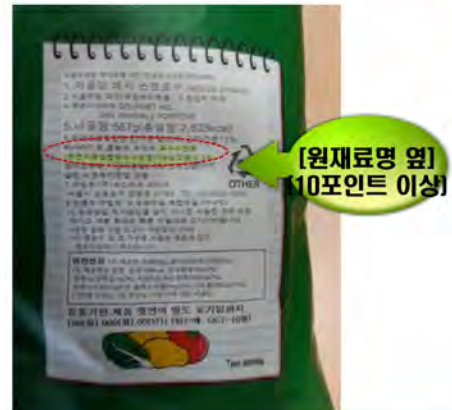
농산물의 경우	가공식품의 경우
<p>“유전자변형”으로 표시</p> <p>(유전자변형 대두로 재배한 콩나물 포함)</p>  <p>유전자변형 대두</p>	<p>“유전자변형”으로 표시</p>  <p>제품명 : ○○ 식품유형 : ○○ 중량 : ○○g</p> <p>원재료명 및 함량 : 대두 (유전자변형) ○○% ○○년 ○○월 ○○일</p> <p>제조/판매업소명 : (주)○○○○</p>
<p>GMO 여부를 알 수 없는 경우 ‘유전자변형 ○○포함 가능성 있음’으로 표시</p>	

△ 유전자변형식품 표시 확대

- 함량에 상관없이 유전자변형 DNA가 남아 있는 모든 원재료로 확대

- **알자크기 10포인트에서 12포인트**로 개선하여 유전자변형식품 쉽게 확인 가능

재료명 및 함량 : 밀가루, 설탕, 팥유, 전지분유, 수수전분(유전자변형 옥수수포함 가능성 있음), 당, 팥장제(탄산수소암모늄, 탄산수소나트륨), 정제소금, 두레시틴, 버터0.1%, 합성착향료(우유향, 버터향0.05%), 합성착향료(바닐라향) 및 우유, 대두 함유



제224회 한림원탁토론회

24

3 수입 농산물 심사제도 (식약처)

- 1999년 8월 20일 식약처에서는 “유전자재조합 식품 · 식품첨가물 안전성 평가자료 심사지침”을 제정 · 고시하여, 국내 유통 가능성이 있는 GM식품의 심사를 시작함.
- 국내에서는 7개 농산물[콩, 옥수수, 면화, 유채(카놀라), 사탕무, 알팔파, 감자]이 안전성 심사를 거쳐 승인됐고, 그 중 감자를 제외한 6개 농산물만 수입이 승인돼 있음.
- 현재 한국, 유럽, 일본, 미국, 호주, 캐나다 등 세계 57개국에서 GMO를 허용하고 있음. (전량 기름, 전분, 당 등으로 가공돼 유통)
- GMO를 재배하는 국가는 29개국이며, 우리나라처럼 재배하지 않고 수입만 하는 나라는 32개국임.
- 비의도적 혼입 허용치 : EU 0.9%, 일본 5%, 우리나라 3%

<각 국가별 GMO 표시 대상 품목 현황 및 비의도적 혼입율>

국가명	GMO 표시 대상 품목	비의도적 혼입율
브라질	재배 혹은 수입 승인된 모든 품목 및 이를 원료로 하는 제품	1%
EU	재배 혹은 수입 승인된 모든 품목 및 이를 원료로 하는 제품	0.9%
러시아	재배 혹은 수입 승인된 모든 품목 및 이를 원료로 하는 제품	0.9%
중국	대두, 옥수수, 유채, 면화, 토마토 및 이를 원료로 하는 제품	0%
호주, 뉴질랜드	재배 혹은 수입 승인된 모든 품목	1% / 조미료(0.1%)
한국	콩, 옥수수, 견과류, 감자	3%

제224회 한림원탁토론회

25

4 GM식품 완전표시제 (식약처)

현행법에서는 유전자변형기술을 통해 재배·육성된 농수축산물 등을 주요 원재료로 제조·가공된 식품 또는 식품첨가물은 GMO임을 표시하도록 하고 있지만 **표시대상은 유전자변형 DNA 또는 외래단백질의 성분이 남아 있는 경우로 한정하고 있음.** 즉, 현재 국내에서 GMO 원료를 사용·판매하는 식품 중 옥수수 전분이나 옥수수기름, 옥수수 수프, 콩가루, 콩기름 등은 정제 과정을 거치고 나면 GMO 유전자나 단백질이 남아 있지 않기 때문에 표시하지 않도록 예외를 둠

- 2018년 4월 57개 소비자·농민·환경 단체들로 구성된 ‘GMO완전표시제 시민청원단’의 ‘GMO완전표시제’ 요구가 있었으나 정부에서 거부한 바 있음.
- 2021년 9월 6일 더불어민주당 위성곤위원을 대표로 GMO원료를 사용한 모든 식품에 GMO표시가 의무화되고, GMO원료를 사용하지 않은 식품은 non-GMO표시가 허용되는 「식품위생법」 개정안이 발의됐음.
- EU(유럽연합)에서 시행중인 ‘GMO완전표시제’ 법안이 통과될 경우 유전자변형 DNA 또는 단백질의 잔존 여부와 상관없이 유전자변형식품임을 표시해야 함.
- 식약처는 2026년부터 GMO완전표시제 도입을 단계적으로 추진할 계획이라고 밝혔으며, 사회적 협의를 기반으로 2024년 법제화하고 2026년부터는 품목별로 단계적 도입 추진 예정.

< 쟁점 >

- GMO완전표시제는 NON-GMO 추구 소비자의 선택권을 높여줄 수 있겠지만 물가인상, 통상마찰 등의 우려가 있어 사회적 합의가 쉽게 이뤄지지 않을 것으로 예상됨.
- 식품 원재료의 약 70%를 수입에 의존하고 있는 우리 식품산업의 현실을 고려할 때 수입 GMO가 없다면 Non-GMO 국내산은 더 이상 프리미엄도 아니고 식탁 물가도 잡기 어려움.
- 美 농무부는 2022년부터 기존 유전자변형식품 즉, GMO라는 용어 대신 'BE(생명공학, Bioengineered)식품', 'DB(Derived from Bioengineering)식품' 등 용어를 변경해 앞으로 미래지향적 신기술, 일상 속 '생명과학기술'로 인지할 가능성 높음.
- GMO 관리제도는 글로벌 무역시대에 국제 조화를 이뤄야만 수출입 교역이 가능하나 우리나라만 부정적 어감의 용어를 표기해야 하는 규제를 유지한다면 시대에 뒤떨어짐.
- 미국에선 GMO 원재료를 사용하지 않은 식품에 인센티브 성격의 ‘non-GMO 표시’를 허용하고 있고, 경기도에서는 ‘Non-GMO인증’을 추진 중임.
- GMO완전표시제 도입 시기 : 즉시 또는 단계별 (국민들이 객관적으로 GMO를 판단하고 구매할 수 있을 때)

4. 제언



제언

첫째, GMO 명칭 변경 : BTO(Bio-technology Org.), BEO(Bio-engineered Org.), 생명공학작물

둘째, GMO 소비자 인식 제고 비교가적 캠페인 활성화

셋째, 국내 GMO 작물 재배 신청 유인책 마련 및 기술 수출 장려

넷째, 규제(네가티브) 대신 인증제(Non-GMO 인증) 활성화

다섯째, GMO식품 표시제 정비

- Non-GMO 표시 허용 방안 마련
- 와전표시제 : 합리적 증진 시기 설정 (단계별 증진) 및 범위 재설정(GMO사료로 키운 가축에도 표시 확대 등)
- 적라적 와전표시제 : 다배지 없는 기름, 당류, 와전 분해된 식품 제외,

주제발표 2

식량안보와 식품산업의 GMO 이슈 - 연구와 기술적 관점



김 해 영

경희대학교 식품생명공학과 교수

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

[주제 2]

식량안보와 식품산업의 GMO 이슈

- (2) 연구와 기술적 관점

김해영 교수

경희대학교 생명과학대학 식품생명공학과

Contents

1. 생명공학기술의 발전
2. GMO 개발 방법 및 동향
3. Genome editing 작물
4. 제언

I. 생명공학 기술의 발전

➤ 작물의 개량

- 작물의 기원 : 야생종의 domestication

식량의 채집 → 선발 → 개량(육종) → 작물



출처: 그린바이오컨설팅

제224회 한림원탁토론회

4

➤ 교배육종과 GMO 비교

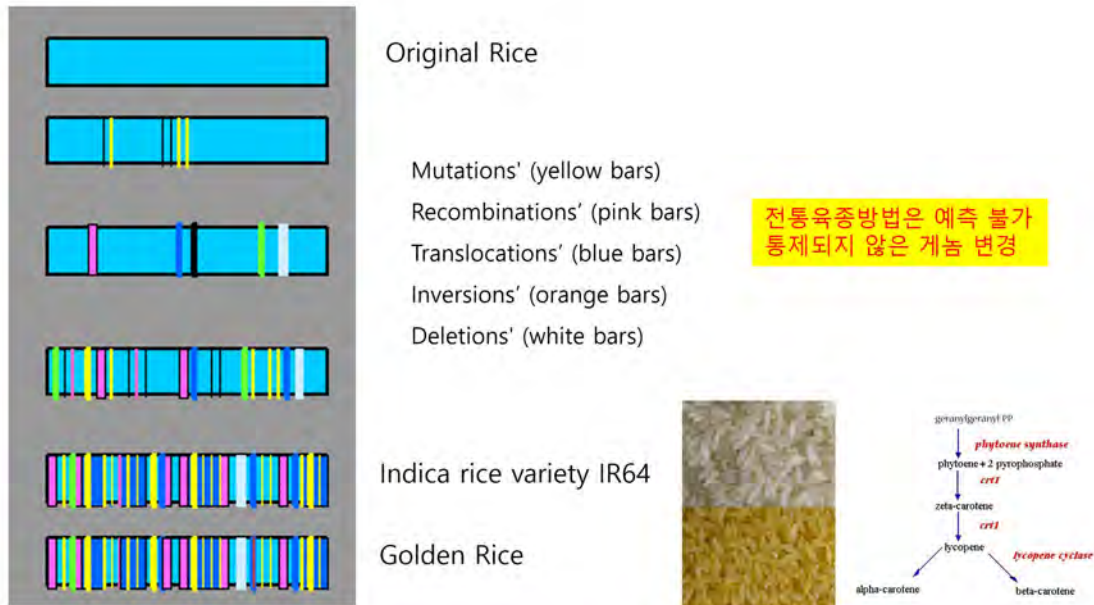
- 육종은 자연적으로 교배가 가능한 종(種)이나 속(屬)에 속하는 식물들을 인위적으로 교배
 - 육종을 하면 후대 중에서 가장 바람직한 형질을 지닌 개체를 선발하기 위해 교배와 선발 과정이 반복하여, 육종 과정에서는 대체적으로 시간과 비용이 많이 소요
- GMO는 자연적으로 교배가 불가능한 생물종(種)의 유전자를 이용
 - 필요로 하는 유용한 유전자를 미생물에서 추출하여 식물에 삽입함으로써 원하는 형질을 지닌 유전자변형식물 (예 : 해충저항성(Bt) 유전자를 가진 옥수수)
 - 육종에 비해 시간과 비용이 적게 들지만, 유전자변형작물은 안전성을 검증이 필요

출처: GMO에 대해 알고싶어요(KBCH, 2023)

제224회 한림원탁토론회

5

■ 일반 쌀과 GM 쌀의 genome의 변이 비교



<http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/1116/1498>

➤ GMO 개발역사

1994년 무르지 않는 토마토 (Flavr Savr) 상품화 (칼젠)

1995년 유전자변형 옥수수 재배 허가 (미국)

유전자변형 대두 재배 허가 (캐나다)

1996년 유전자변형 작물의 상업적 재배 시작

1997년 유전자변형 작물의 상품화

1998년 유전자변형 밀 재배 허가 (캐나다)

2000년 Golden Rice 개발 (비타민 A 강화)

2019년 GM 작물 재배면적 1억9040만 ha (전세계 29개국)



➤ GMO 개발과정

❖ GM종자 상업화 평균 소요기간 13년

(콩 16~17년, 목화 12~17년, 옥수수 12년)

❖ 총 소요비용 1,630억원 (유전자 개발 → GM작물 개발 → 상업화)

❖ 한 품종 개발을 위해 평균 6,000개 이상의 유전자 발굴 연구



<http://www.croplife.org/PhillipsMcDougallStudy>

(Celeris[®], 2012)



II. GMO 개발 방법 및 동향

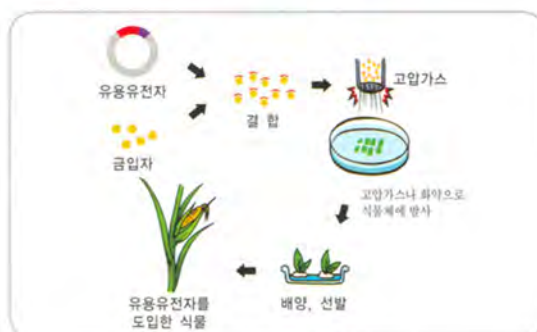
➤ GMO (식물) 개발과정



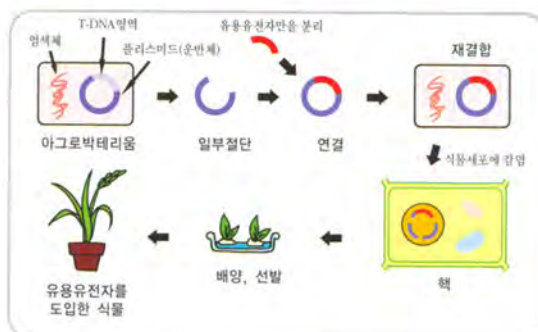
<http://www.croplifekorea.org/rb/?c=2/10&uid=117>

▪ 식물 형질전환 기술

유전자총 이용 식물형질전환 기법



아그로박테리움 이용 식물 형질전환 기법



출처: GMO 바로알기

GMO 활용에 따른 분류

1세대 GMO : 제초제내성, 병 해충저항성 등
재배자 편익위주의 개발

2세대 GMO : 고영양, 품질개선, 먹는 백신작물 등
소비자의 건강과 영양 위주로 전환추세

3세대 GMO : 단백질, 항체, 효소 등
고부가가치의 의약품

제224회 한림원탁토론회

12

➤ 제초제 내성 작물:

식물의 단백질 형성에 필요한 아미노산 합성을 저해

B. Aliphatic 아미노산 합성효소 ALS

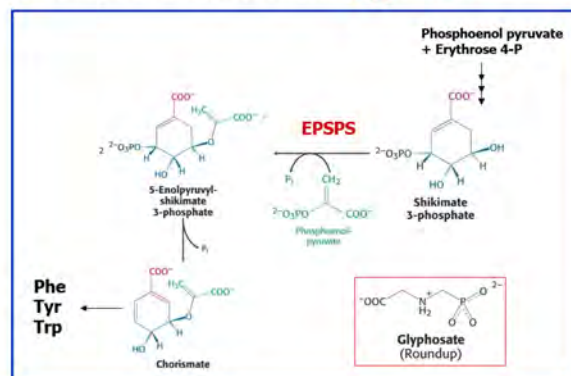
- Valine leucine, isoleucine 등

G. Aromatic 아미노산 합성효소 EPSPS

- phenylalanine, tryptophan, tyrosine 등 방향족(aromatic) 아미노산: **glyphosate**

H. Glutamine 합성효소

- glutamine: **glufosinate**



제224회 한림원탁토론회

13

제초제 내성 GM 콩



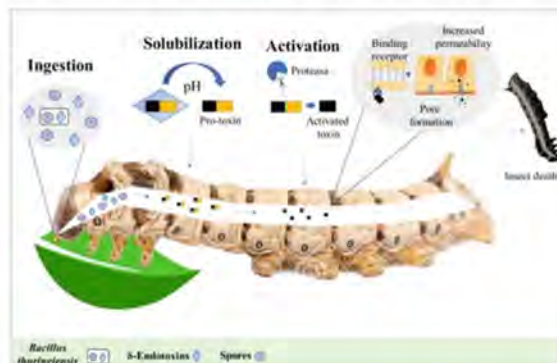
제초제 살포전으로 잡초와 콩이 같이 섞여 있는 상태(왼쪽)와 제초제를 살포한 후, 잡초들이 모두 제거되고 콩만 남은 모습(오른쪽)

제초제 내성 GM 옥수수



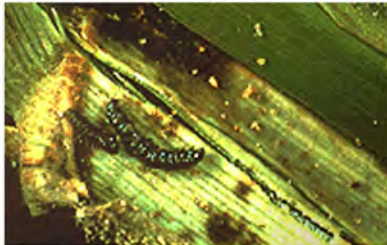
➤ 해충 저항성 작물

- ✓ *Bacillus thuringiensis* (BT)가 생산하는 살충성 단백질을 만드는 유전자가 도입이
살충성 단백질은 나방 등의 나비목유충의 소화관 안에서 활성화체로 변화하여 독성을 발현
- ✓ 유충이 작물의 잎이나 줄기를 갉아먹으면 살충성 단백질도 함께 유충 내로 들어가 살충작용을 발휘



- ✓ 자연적으로 발생하는 이 토양 박테리아의 비티 독소는 전 세계 유기농 농민들이 바이오(bio) 살충제를 이용함
- ✓ 예전부터 유기농 농민들은 그 토양 박테리아의 독소를 이용하여 옥수수 좀벌레와 목화씨벌레를 포함한 일련의 곤충을 방제했음

해충에 피해 입은 작물과 저항성 작물의 예



European corn borer larvae infected with *Bacillus thuringiensis*.
Courtesy Nova Nordisk Entotech, Inc.



➤ RNA Interference (RNAi) : 생물체에 내재된 유전자의 발현을 억제 시켜 특성을 갖게 함

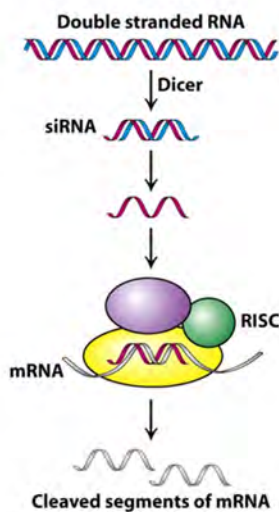


Figure 5-36
Biochemistry, Sixth Edition
© 2007 W.H. Freeman and Company

Non-browning Arctic™ Apple Events



➤ **후대교배종 Gene stacked event**
: 유전자변형체간 교배하여 얻은 생물종

- ◆ 신규 이벤트 개발 : 10~13년, 1억 달러
- ◆ 후대교배종 개발 : 3~4년, 4백만 달러
- ◆ 개발자: 시간, 개발 비용 절감
신규 형질을 이용하여 기존 품종 개선
새롭고 안전한 "형질 조합"을 농민에게 더 신속히 공급
- ◆ 농민, 소비자: 희망하는 "형질 조합" 선택을 가능케 함
해충 저항성, 잡초 관리, 영양성 증진

Event Name: 59122 x GA21

Event Code : DAS-59122-7 x MON-00021-9

Trade Name: not available

Crop: [Zea mays L. - Maize, Corn](#)

Basic Information

Authorizations

Documents and Links

Developer:

[Syngenta](#)

Method of Trait Introduction:

[Conventional breeding - cross hybridization and selection involving transgenic donor\(s\)](#)

GM Trait s :

[Glufosinate herbicide tolerance](#) , [Glyphosate herbicide tolerance](#) , [Coleopteran insect resistance](#)

Commercial Trait:

(Stacked) [Herbicide Tolerance](#) + [Insect Resistance](#)

➤ 식품으로 승인된 Stacked GM crops

Crops	Events	Insert gene	Company
Maize	Bt11 × GA21	pat, mEPSPS, pmi	Syngenta Seeds, Inc.
	Bt11 × MIR162	pat, Cry1Ab, vip3Aa20, pmi	
	Bt11 × MIR162 × MIR604	pat, Cry1Ab, vip3Aa20, mCry3A, pmi	
	Bt11 × MIR604	pat, Cry1Ab, mCry3A, pmi	
	Bt11 × MIR604 × GA21	pat, mEPSPS, Cry1Ab, mCry3A, pmi	
	MIR604 × GA21	mEPSPS, mCry3A, pmi	
	DAS 59122-7 × NK603	CP4EPSPS, Cry34Ab1, Cry35Ab1, pat	DOW AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International Inc.
	DAS 59122-7 × TC1507 × NK603	CP4EPSPS, pat, Cry34Ab1, Cry35Ab1, Cry1Fa2, pat	
	TC1507 × DAS 59122-7	pat, Cry1Fa2, Cry34Ab1, Cry35Ab1	
	GA21 × MON810	CP4EPSPS, Cry1Ab	Monsanto Company
	MON810 × LY038	cordapA, Cry1Ab	
	MON810 × MON88017	CP4EPSPS, Cry1Ab, Cry3Bb1	
	MON863 × MON810	CP4EPSPS, Cry1Ab, nptII	
	MON863 × MON810 × NK603	CP4EPSPS, Cry3Bb1, Cry1Ab, nptII	
	MON863 × NK603	CP4EPSPS, Cry3Bb1, nptII	
	MON89034 × MON88017	CP4EPSPS, Cry1A.105, Cry2Ab, Cry3Bb1	
	MON89034 × NK603	CP4EPSPS, Cry1A.105, Cry2Ab	
	NK603 × MON810	CP4EPSPS, Cry1Ab	
	NK603 × T25	pat, CP4EPSPS, bla	
	T25 × MON810	pat, Cry1Ab, bla	Bayer CropScience
	TC1507 × NK603	pat, CP4EPSPS, Cry1Fa2	DOW AgroSciences LLC

제224회 한림원탁토론회

30

➤ 국내 GMO 승인(식품) 현황 (총 242품목, '24. 5.11.)

농산물 193품목

- 콩(18+12)
- 옥수수(31+66)
- 면화(16+22)
- 카놀라(12+6)
- 사탕무(1+0)
- 알팔파(4+1)
- 감자(4+0)

식품첨가물 38품목

- 말토게닉아밀라아제
- α-아밀라아제(3)
- 풀루라나아제(5), 리보플라빈
- 펙티나아제
- α-아세토락테이트디카르복실라아제
- 리파아제(5), 자일라나아제(2)
- 글루코아밀라아제(2)
- 트랜스글루코시다아제
- 분지글리코실트랜스퍼라아제
- 키모신(2)
- 락타아제, β-아밀라아제
- 1,4-α-글루칸분지효소
- 포스포리파아제
- 아라비노퓨라노시다아제

미생물 11품목

- D-싸이코스-3-이성화 효소 생산균주(4)
- L-아라비노오스 이성화효소 생산균주
- D-프럭토오스-4-이성화효소 생산균주
- 2'-푸코실락토오스 생산
- β-글루코시다아제 생산 (2)
- D-리보오스 5-인산 이성화 효소 생산
- 3-푸코실락토오스 제조용 효소 생산

제224회 한림원탁토론회

31

전세계 GM 작물의 승인현황

<국가별 승인 이벤트 수>

Country	Events	Country	Events
Argentina	106	New Zealand	119
Australia	151	Nigeria	28
Bangladesh	1	Norway	11
Bolivia	1	Pakistan	6
Brazil	128	Panama	1
Burkina Faso	1	Paraguay	22
Canada	202	Philippines	140
Chile	3	Russia	28
China	77	Singapore	104
Colombia	150	South Africa	75
Costa Rica	20	South Korea	178
Cuba	1	Swaziland	4
Egypt	1	eSwatini	2
European Union	140	Ethiopia	2
Honduras	8	Taiwan	150
India	11	Thailand	53
Indonesia	33	Turkey	41
Iran	47	USA	218
Japan	206	Uruguay	20
Malaysia	59	Vietnam	22
Mexico	190	Zambia	6
Myanmar	1	Sudan	1

<작물별 승인 이벤트 수>

Crop	Events	Crop	Events
Alfalfa	5	Plum	1
Apple	3	Polish Canola	4
Argentine Canola	45	Poplar	2
Bean	1	Potato	51
Carnation	19	Rice	10
Chicory	3	Rose	2
Cotton	68	Safflower	2
Cowpea	1	pineapple	1
Creeping Bentgrass	1	Soybean	49
Eggplant	1	Squash	2
Eucalyptus	1	Sugar Beet	3
Flax	1	Sugarcane	11
Maize	265	Sweet pepper	1
Melon	2	Tobacco	2
Papaya	4	Tomato	11
Penutia	2	Wheat	2

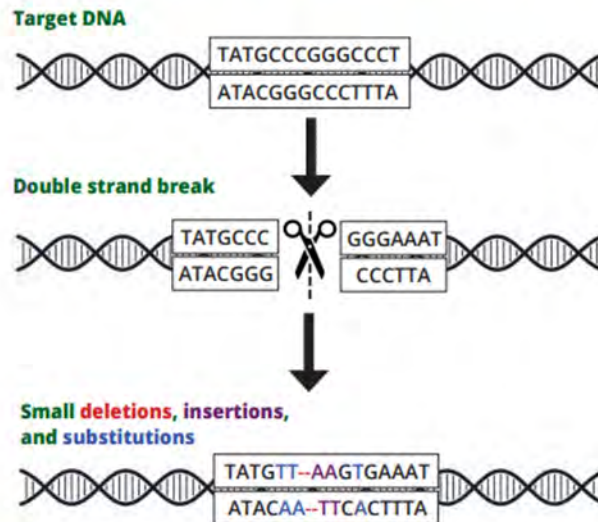
576

<http://www.isaaa.org> (2024.04.28.)

III. Genome Editing 작물

➤ 유전자 교정, 유전자 편집, 유전자 가위기술
Gene Editing, Genome Editing

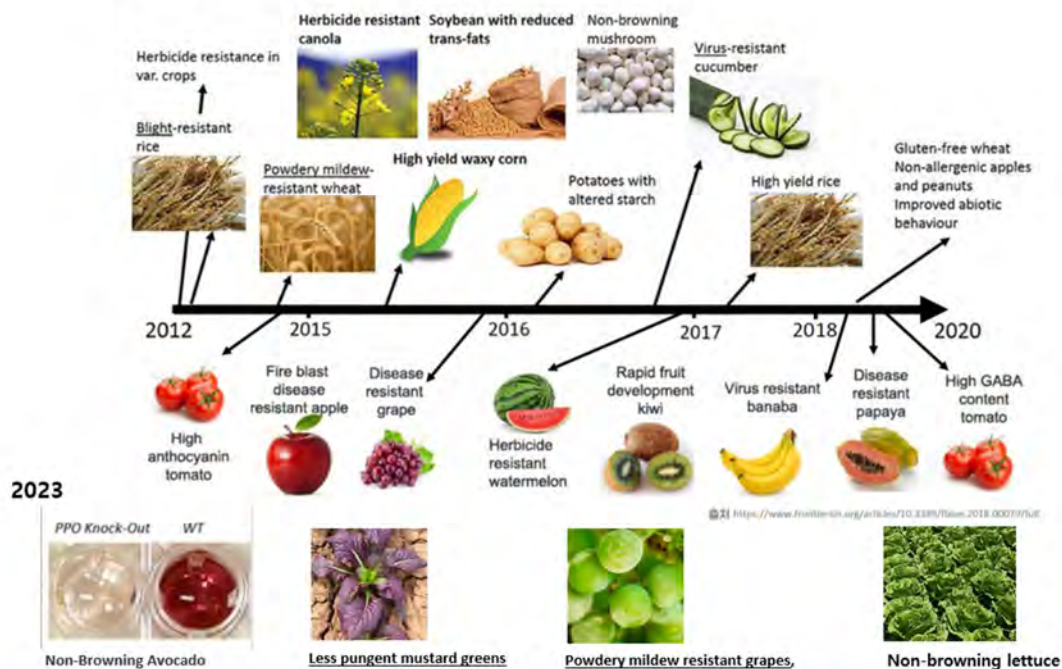
Application Type of SDN1 (Site-Directed Nuclease)



제224회 한림원탁토론회

24

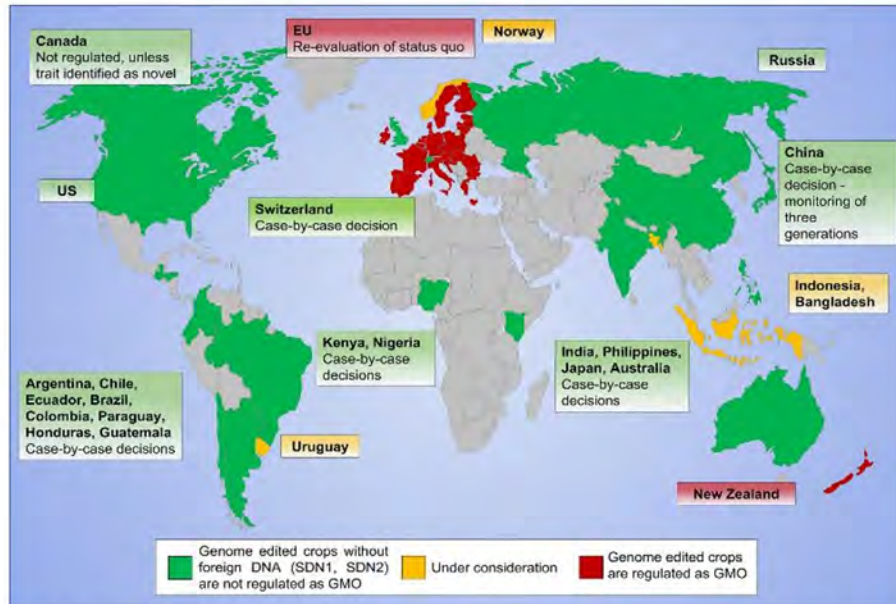
➤ 유전자 교정작물 개발 동향



제224회 한림원탁토론회

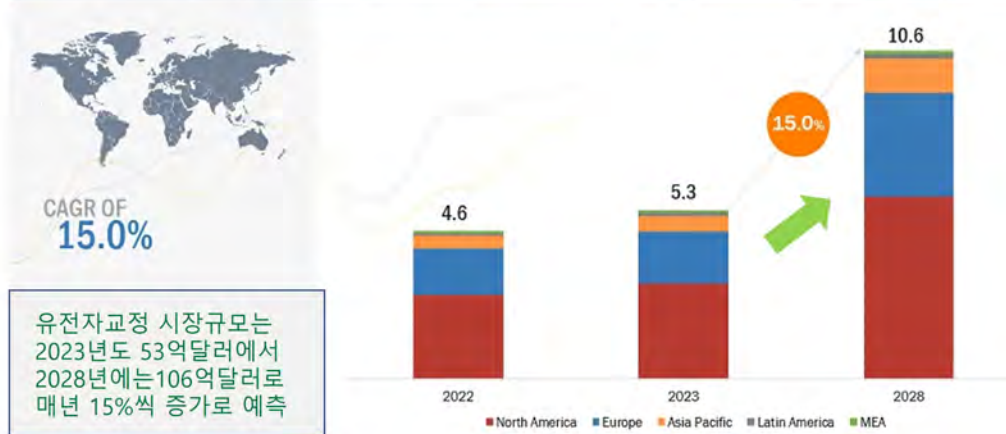
25

➤ 유전자 교정작물들에 대한 GMO 규제 여부



Buchholzer, Marcel, and Wolf B. Frommer. "An increasing number of countries regulate genome editing in crops." *New Phytologist* (2022).

➤ 유전자교정 관련산업의 글로벌 시장예측



<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/genome-editing-engineering-market-231037000.html>

IV. 제언

- 생명공학(Biotechnology) 기술은 인간의 건강, 농업, 환경 관리 등 다양한 분야에서 활용되어, 우리 삶의 질을 향상시키고 지속 가능한 사회를 만드는 데 기여
 - ✓ 농업 향상: 작물의 수확량을 증가시키고 병해충에 대한 저항성을 강화하는 개량된 품종을 개발
 - ✓ 환경 보호: 환경오염을 줄이고 자원을 재활용하는 방법을 개발
 - ✓ 지속 가능한 에너지: 바이오 연료는 화석 연료에 대한 의존도를 줄이고, 지속 가능하고 재생 가능한 에너지원을 제공
 - ✓ 의료 혁신: 백신, 항체, 유전자 치료제, 정밀 의료 제품 개발
- 따라서, 지속적인 연구 개발을 통해 안전하고 효과적인 제품을 개발하고, 새로운 과학적 도전을 수행하는 것이 필요함

II

토론

좌 장 박현진 고려대학교 식품공학과 석좌교수

지정토론 1 곽상수 한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터 책임연구원

지정토론 2 권수진 농촌진흥청 국립농업과학원 유전체과 과장

지정토론 3 조윤미 미래소비자행동 상임대표

지정토론 4 박준현 (주)대상 품질경영실 실장

지정토론 1



곽 상 수

한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터 책임연구원

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

GMO, 지속가능성을 위한 전략

GM작물 정책과 GM작물 개발전략

책임연구원 곽상수
한국생명공학연구원
식물시스템공학연구센터
sskwak@kribb.re.kr

GM작물 관련 주요 정부 연구개발사업

- **과학기술부 21세기 프론티어연구개발사업 작물유전체기능연구사업단**
(2001~2011년, 1,000억원) **농촌진흥청 협력사업**
- **농촌진흥청 바이오그린사업** (GM작물 관련 연구: 5천억원 이상 투자)
 - **바이오그린21사업** (2001~2010년, 3,234억원)
 - # 발작물/분자유종연구단장 (곽상수)
 - **차세대바이오그린21사업** (2011~2020, 5,878억원)
 - # 2017년 9월 1일 (농촌진흥청: GM작물 생산 추진 중단과 GM작물개발사업단 해체)
 - **바이오그린연계 농생명 혁신기술 개발** (2021~2022, 440억원)
- **농촌진흥청 포스터게놈 다부처유전체사업** (2014~2021, 농진청 608억원)
 - # 농생명자원 유전체해독사업, 농림축산식품 바이오정보고도화 사업 등
- **농촌진흥청 차세대농작물 신육종기술개발사업단** (2020~2026, 760억원)
 - # 유전자편집 분야 (GMO제외)

제224회 한림원탁토론회

GM작물개발사업단 해체 (2017년)

어떤 과정으로 누가 GM작물 개발을 포기하였는 가는 반드시 밝혀야 한다 !

- **2017.9.1: 농촌진흥청-반GMO전북도민연맹 협약서(5개 항목) 체결**
 1. 농촌진흥청은 GM작물의 생산을 추진하지 않는다. ➡ GM작물 생산 연구 중단
 2. 농촌진흥청은 2017년까지 GM작물개발사업단을 해체한다. ➡ 12월 GM작물개발사업단 해체
 3. 농촌진흥청은 GMO 연구내용을 홈페이지, 설명회 등을 통해 알리고 연구시설 주변지역에 대해 민관 합동 환경영향조사를 실시한다.
 4. 농촌진흥청은 제1항에서 제3항까지 사항과 국민 먹을거리 안전 및 농생명에 관한 사항을 협의하고 국민 의견을 수렴하기 위하여 다양한 이해관계자가 참여하는 '(가칭)농생명위원회'를 운영한다. ➡
 - 농생명위원회 (전문가 10명, 시민단체 10명) 구성
 - 농진청 연구정책국 주관으로 2회(?) 개최 후 중단 (유명무실 위원회로 전락)
 - 시민단체 위원: GMO과제 평가에 참여를 요청하여...
 5. 농촌진흥청은 위 사항을 정부와 국회 등에 보고하고 성실히 수행한다.

이상의 사항에 대해 농촌진흥청과 반GMO 전북도민행동이 합의하며,
농촌진흥청을 대표하여 연구정책국장과 반GMO전북도민행동을 대표하여 상임대표가 서명한다.

2017년 9월 1일

[GM작물 생산연구 중단의 부당함을 강조]

- # 제145회 KISTEP 수요포럼: 국내외 식량수급 현황과 기술 대응 전략 (2022.5.11)
- # 한국과총 다산컨퍼런스: 식량위기에 따른 과학기술 대안과 혁신 (2022.6.29)
- # 제209호 한림원탁토론회: 우리 식량 무엇이 문제인가? (2023.4.13)
- # 농진청-농대협-농과협 공동심포지엄: 글로벌 농업강국 도약을 위한 학연 협력방안 (2023.12.7)

제224회 한림원탁토론회

한중일 식량 관련 지표(GM작물 포함) 비교

	한국	일본	중국
2020 곡물(사료 포함) 자급률	20.2%	27.3%	91.1%
곡물 자주률	< 21%	> 100%	?
2020 식량(사료 제외) 자급률	45.8%	37.0%	65.8%
GM작물 수용	X	▲	O
2022 유전자편집 작물 수용	X	O	O
곡물비축능력	2 개월	3 개월	12+3 개월
음식물 낭비(개인)	매우 심각	거의 없음	보통
식량정책 (국가)	부재?	강조	매우 강조
2022 세계식량안보지수	39위	6위	25위

※ 출처: KAST 이슈 리포트: 기후위기 시대, 우리 식량은 괜찮은가? (2023.8)

제224회 한림원탁토론회

KISTEP 수요포럼 포커스

(제145회) 국내·외 식량수급 현황과 기술 대응전략

2022.5.11 수요포럼 개최

2022.5.16 수요포럼 포커스(6쪽)



1. 논의 배경
2. 현황 및 이슈

3. 정책 제언

- R&D 강화: 농업혁신기술을 식량안보 관점에서 바라보고 국가 생존을 위해 적극적인 식량 정책과 R&D 투자가 요청됨
- 친환경 및 저탄소 농업기술 확보
- ICT 역량 활용
- 인력 양성
- 기후위기 대응안 마련
- 대체육 개발
- 유전자변형작물(GMO) 정책 검토
- 해외 농경지 발굴

※ 출처: KISTEP 수요포럼 포커스 (2022.5)

제224회 한림원탁토론회

GM작물 국가 정책 및 R&D 전략 제언

[국가 정책]

- 2017년 GM작물 생산 중단과 GM작물개발사업단 해체에 대해 정부(농촌진흥청)은 결자해지(結者解之) 차원에서 밝혀야 함
 - 연구자는 정부정책을 믿고 국가 R&D사업에 참여할 것인가?

[R&D 전략]

- **국내: 기후위기 대응과 고부가가치 GM작물 개발에 노력해야 함**
 - 기후위기 대응 GM작물: 가뭄, 고온/저온, 병충해 저항성 등
 - 고부가가치 GM작물: 고령화 식품, 난치병 치료, 백신 생산 등
- **해외지역 적합형 GM작물 공동개발**
 - 남미(브라질, 아르헨티나 등): GM작물 (수입 곡물의 65%) 수입 국가
 - 중앙아시아(카자흐스탄 등), 중동, 북부아프리카 등 척박한 토양
 - 처음부터 상대국 연구기관과 협력 연구 (상생 전략)
 - # 상대 국가 환경에 적합한 품종에 우리 국민이 선호하는 형질을 도입

지정토론 2



권 수 진

농촌진흥청 국립농업과학원 유전체과 과장

01 식량안보

기상기후 변이 심화



* NOAA, Green Pacts, REUTERS, Noah Berger

세계 곡물가격 추이



미래 곡물수급은 ① 식량수요 증가, ② 바이오 연료수요 증가,
③ 기후변화 영향으로 매우 불투명, 식량안보 이슈 적극적인 대응 필요

* 시카고선물거래소(CBOT)

국내 곡물 수입 증가/곡물 자급률 감소



* 연도별 양정자료(농식품부)

2023년 세계식량안보지수(GFSI) 순위

순위	국가	점수
1	핀란드	83.7
2	이탈리아	
3	노르웨이	
4	프랑스	
5	네덜란드	
6	일본	79.5
7	스웨덴	
24	이스라엘	
25	칠레	
26	중국	74.2
27	이탈리아	
37	베트남	
38	브라질	
39	한국	70.2
40	파나마	

2023년 GFSI(Global Food Security Index) 순위

* 일본 6위, 중국 25위, 한국 39위

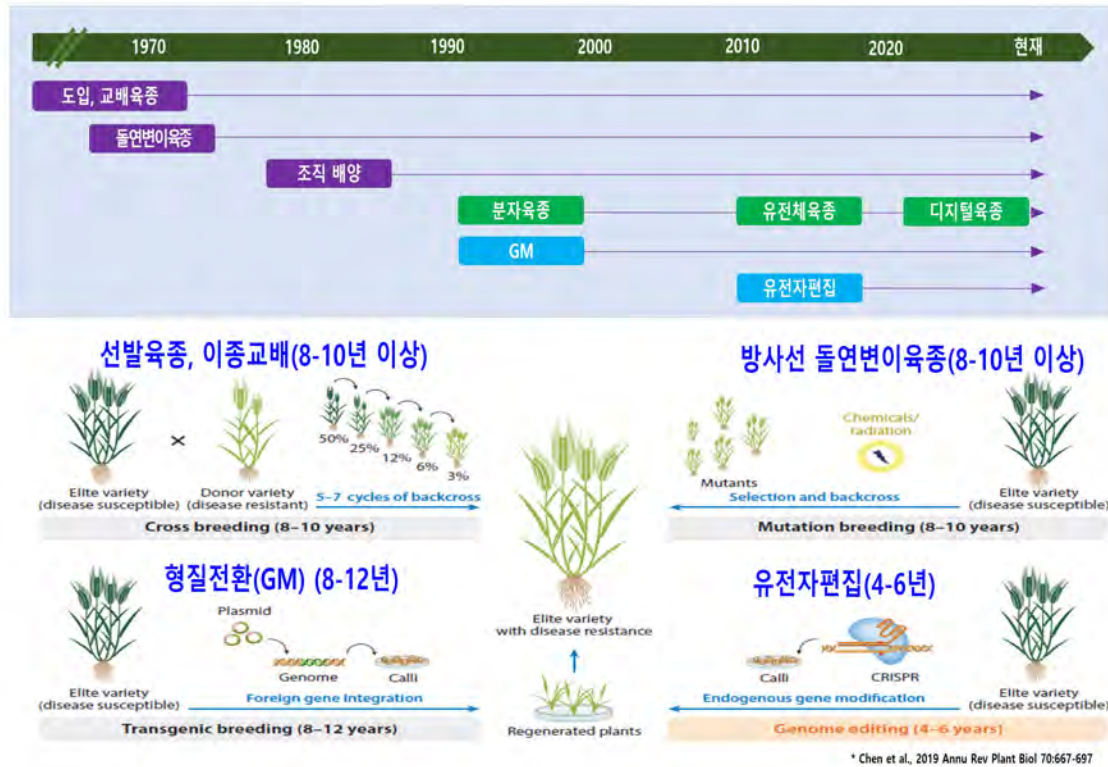
* 한국은 2022년 대비 7위 하락

* '22 (32위) → '23 (39위)

* Economist impact

1

02 국내 육종기술

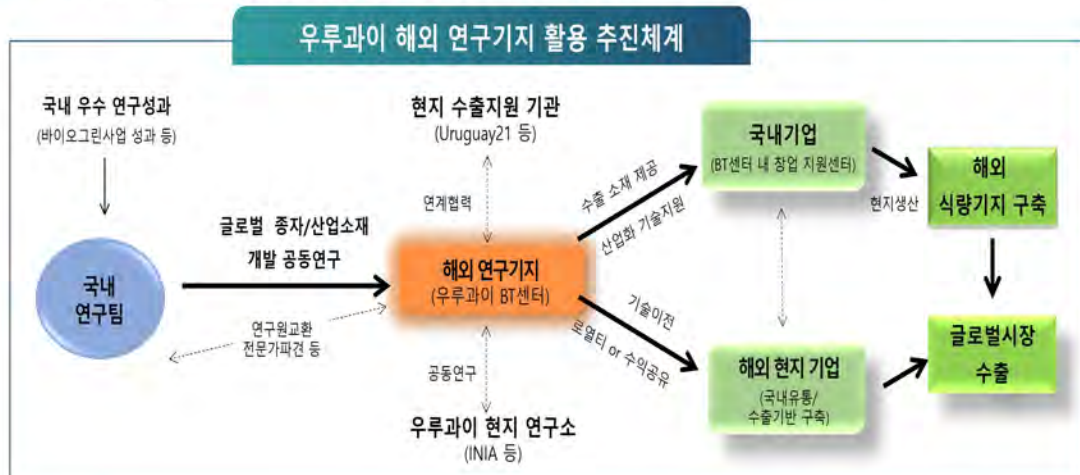


03 LMO 실험승인 및 철저한 안전관리



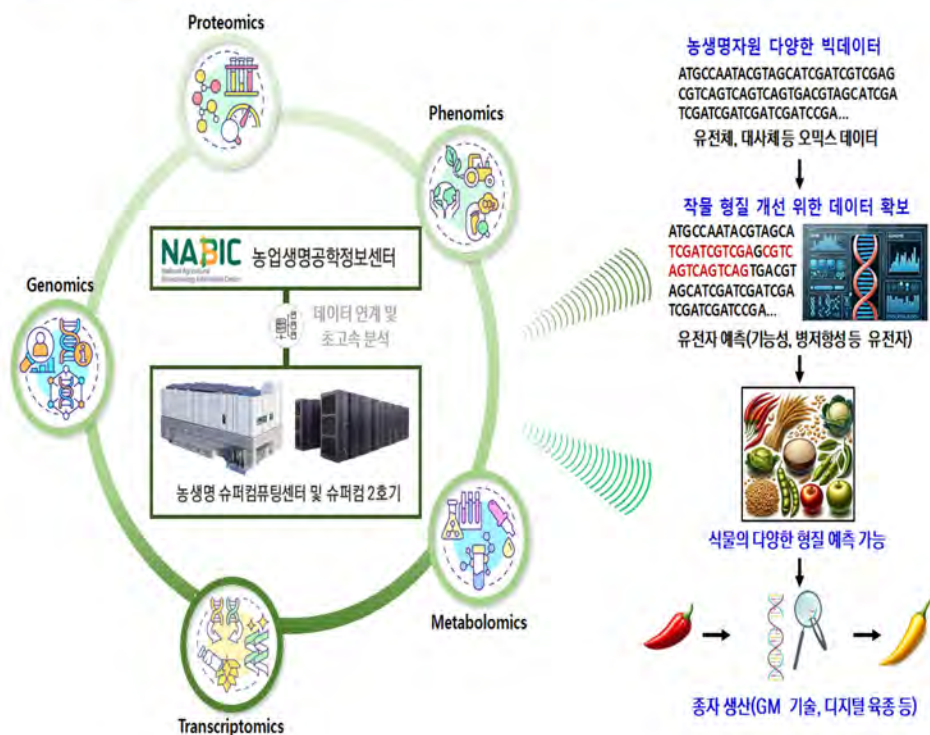
04 글로벌 시장 진출 교두보 마련

- 연간 약 1,600만 톤 곡물 수입 → 유사시 대비 안정적 공급망 확보 필요
* 수입 곡물의 62%가 생명공학기술 적용 산물('22년, 1,100만 톤/ 42.6억 달러)
- 해외 연구기지, 양국 상생하는 글로벌 종자 연구성과물 실용화 및 글로벌시장 진출
* (한국)재료·기술 확보중/상업화 여건 미흡 ↔ (우루과이)상업화 여건 우수/ 기술력 부족
- K-바이오 수출 확대를 위한 고부가 생명공학 종자개발사업('24~'27) 및 해외 연구기지 구축
* 한국-우루과이 MOU 체결('23.6), 한-우루과이 협력연구실 개소식('24.5.28)



4

05 농생명슈퍼컴퓨터 활용 고부가 종자생산 가속화



지정토론 3



조 윤 미

미래소비자행동 상임대표

GMO, 지속가능성을 위한 전략

• 유전자변형식품(GMO)은 안전성 이외에 식품소비와 관련한 각 나라의 식품유통관리 정책이나 가격정책 등과 맞물려 있어 특정 국가의 상황을 일반화 하여 국내 상황과 비교하기 어려운 특성을 가짐. 따라서 GMO를 둘러싼 논란을 단순히 안전성 이슈 관점으로 바라보는데는 한계가 있음.

• 우리나라에 GMO가 식품으로 소개되면서 표시제도 등을 정비하기 시작한 2000년 시점에는 식품안전정책이 안정적으로 자리잡기 이전이었으며, GMO에 대한 원천기술을 갖고 있지 않은 상태였음. 1999년 한국소비자원에서 두부의 GMO표시위반이 사회적으로 큰 이슈로 제기된 바 있으며, 2003년 조류독감, 광우병 사태 등이 발생하면서 식품안전에 대한 소비자들의 우려가 극도로 높아진 시점임.

• 게다가 농림축산식품부에서는 친환경식품인증 정책을 추진하면서 국제적으로 공인되지도 않은 전환기 저농약 무농약 유기농까지 한데 모아 친환경농산물 국가인증제도를 도입하였으며 정작 소비자안전에 가장 중요한 인증인 GAP인증은 등안시 하는 정책을 펼침. 실제 이 같은 농정방향은 안전이나 과학보다는 정치적 고려가 더 우선된 점이 있음.

2023식품소비행태조사 기초분석보고서는 지난 2023년 5월 19일~8월 11일까지 한국농촌경제연구원에서 조사 대상 가구의 만 13세 이상 만 75세 미만 모든 가구원을 대상으로 가구원 조사를 실시하여, 성인 5,811명에 대한 조사결과를 분석하여 발표한 것으로 매년 식품안전에 대한 소비자인식변화를 관찰할 수 있음. GMO식품 안전성에 대해 “매우 우려한다”는 소비자는 방사능(44.9%) 중금속.환경호르몬(41.1%), 식중독균(36.3%)에 이어 31.6%를 차지하였음. 단, 가장 우려하는 식품위해물질에서는 가축질병 다음으로 4.7%를 차지함.

단위: %, 명

구분	중금속, 환경호르몬	방사능	잔류농약	이물질	식품첨가물	자연독성	식중독균	항생제	가축질병	GMO식품	알레르기 유발물질	포장의 위해성	응답자 수
전체	17.6	13.6	13.3	9.1	8.9	8.7	7.4	7.3	4.8	4.7	2.4	2.2	5,811

• 2021년 10월 19일(화)~ 10월 26일(화)까지 한국소비자단체협의회 국민소통단 680명을 대상으로 진행한 소비자인식조사를 보면 유전자변형식품이 무엇인지 모른다 64.3%에 이름. GMO에 대한 정보를 주로 인터넷기사나 TV를 통해 얻고(51.2%)있으며, 국내에서 상업적으로 GMO를 재배하고 있다(46.0%), 사람이 유전자변형식품을 섭취하면 그 사람의 유전자도 변형된다(16.8%, 모르겠다 41.5%) 등 잘못된 인식을 가지고 있는 경우가 여전히 많은 상황임. GMO식품이 안전하지 않은 (71.0%) 이유는 인체에 예측하지 못하는 결과가 발생할 수 있기 때문(60.0%)이며, 안전하다고 생각하는 (16.9%) 이유는 정부의 안전성심사 및 안전관리를 믿기 때문(47.8%)으로 응답하였음.

• GMO식품에 소비자인식수준이 조금씩 높아지고는 있으나 여전히 잘못된 정보를 신뢰하거나 편향된 정보를 가지고 있는 경우가 많으므로 적극적인 정보소통 노력이 필요함. GMO식품에 대해 수용적인 정책을 수립한다고 하여도 소비자인식이 달라지지 않는다면 생산시장이 제대로 성장할 수 없음. 또한 GMO식품에 대한 정책이 국익에 도움이 되는것인지에 대해서 과학적인 평가와 분석이 필요함.

지정토론 4



박 준 현

(주)대상 품질경영실 실장

GMO 식품의 산업적 활용 및 올바른 이해

현재 우리나라는 곡물자급률이 20% 정도에 불과하고, 옥수수, 밀, 콩 등 주요 곡물의 수입의존도는 80%에 달한다. 또한 UN 통계에 의하면 2050년에는 전세계인구가 100억명에 육박하게 되고, 지구 온난화에 따른 기후변화로 인해 곡물의 생산성이 저하되고, 재배환경이 악화되기 때문에, GMO의 필요성이 지속적으로 대두되고 있다. 최근 러시아-우크라이나 전쟁, 엘리뇨 등의 이상기후의 외부적인 요인들도 인류의 식량안보를 점차 위협하고 있는 실정이다.

국내외 기업들은 글로벌 산업의 경쟁력 확보를 위해 안전성이 입증된 GMO 곡물로부터 가공 식품을 제조하고, GMO 미생물을 이용하여 식품첨가물 등 유용소재를 생산하고 있다. 이를 위해서 기업은 국내 법규를 준수해서 안전성이 승인된 곡물만을 수급하고, Non-GMO와의 철저한 구분 관리를 통해 제품을 생산하고 있으며, 인체 및 환경 위해성 평가기준에 맞게 안전 관리에 만전을 기하고 있다.

GMO 곡물 및 미생물을 이용하면 단위당 생산성이 대폭 향상되고, 원하는 제품을 높은 수율로 생산할 수 있어, 원가절감과 사업의 경쟁력 제고에 도움이 된다. 글로벌 주요 바이오 기업 등은 우수한 GMO 미생물과 유전자 변형기술을 통해 생산성이 뛰어난 식품용 소재 등을 생산하고, 고도의 정제과정을 거쳐 최종 제품 내에 잔류 유전자가 남지 않도록 하고 있다.

소비자 입장에서 GMO 식품을 섭취함에 있어 가장 우려되는 부분은 바로 안전성이다. 유전자 변형기술의 상용화에 따라 안전성 이슈 대응을 위해 국내뿐만 아니라 유럽, 미국, 일본 등의 선진국을 중심으로 안전성 확보를 위한 시험방법, 법규, 가이드라인 등 지속적인 제도 개선이 이루어지고 있다.

우리나라 대부분의 국민들은 GMO 안전성과 개발에 서로 다른 의견 차이를 보이고 있고, 과학적으로 입증되지 않았다고 인식하고 있다. 이는 GMO에 대한 소비자 불신을 심화시켜, Non-GMO에 대한 수요를 증가시키고, 곧 제품의 가격 상승을 야기시킬 것이다. 절대적으로 수입에 의존할 수 밖에 없는 우리나라에서 Non-GMO 곡물 수요가 늘어나면 가격 결정권을 가진 수출국의 횡포를 방어할 방법이 없다. 예를 들어, 전분당 및 유지류는 식품산업 전반에 널리 사용되는 기초 소재로서, 국가 식량안보 차원의 공급망 관리 및 가격 안정이 매우 중요한 품목이다. 이러한 공급망 및 가격 균형이 무너질 경우, 식품산업 전반에 영향을 끼치게 되며, 옥수수, 콩 부산물과 연관된 사료산업에까지 영향을 미칠 수 있다.

수입산 가공식품의 경우 GMO 원료가 사용되었는지 여부를 추적 관리하고 검증하는 것은 현실적으로 불가능하다. 이로 인해 국내 가공식품이 오히려 역차별을 받게 되고, 국내 식품 소재산업의 붕괴를 가져오게 되고, 해외 수출 시에도 가격 경쟁력에서 불리한 조건을 가질 수 밖에 없다.

마지막으로 식량안보와 인류의 보편적 가치 증진에 대한 가장 현실적인 대안이 GMO이며, 소비자에게 과학적 근거를 바탕으로 부정적 인식 개선을 꾸준히 유도해야 한다. 이를 위해 조화로운 정책 패러다임의 전환과 적극적인 행정이 필요한 시점이다.

한림원탁토론회는...



한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 세우고, 동시에 과학기술 현안문제에 대한 해결방안을 모색하기 위한 목적으로 개최되고 있는 한림원의 대표적인 정책토론 행사입니다.

지난 1996년 처음 개최된 이래 지금까지 200회 이상에 걸쳐 초·중등 과학교육, 문·이과 통합문제, 국가발전에 미치는 기초과학 등 과학기술분야의 기본문제는 물론 정부출연연구소의 발전방안, 광우병의 진실, 방사능, 안전 방제 등 국민생활에 직접 영향을 미치는 문제에 이르기까지 광범위한 주제를 다루고 있습니다.

한림원은 과학기술 선진화에 걸림돌이 되는 각종 현안문제 중 중요도와 시급성에 따라 주제를 선정하고, 과학기술 유관기관의 최고책임자들을 발제자로 초빙하여, 한림원 석학들을 비롯해 산·학·연·정의 전문가들이 심도 깊게 토론을 진행하고 있습니다.

토론결과는 책자로 발간, 정부, 국회와 관련기관에 배포함으로써 정책 개선방안을 제시하고 정책 입안자료를 제공하여 여론 형성에 기여하도록 힘쓰고 있습니다.

■ 한림원탁토론회 개최실적 (2021년 ~ 2024년) ■

회차	일 자	주 제	발제자
182	2021. 2. 19.	세계대학평가 기관들의 객관성 분석과 국내대학을 위한 제언	이준영, 김 현, 박준원
183	2021. 4. 2.	인공지능 시대의 인재 양성	오혜연, 서정연
184	2021. 4. 7.	탄소중립 2050 구현을 위한 과학기술 도전 및 제언	박진호, 정병기, 윤제용
185	2021. 4. 15.	출연연구기관의 현재와 미래	임혜숙, 김명준, 윤석진
186	2021. 4. 30.	메타버스(Metaverse), 새로운 가상 융합 플랫폼의 미래가치	우운택, 양준영
187	2021. 5. 27.	원격의료: 현재와 미래	정 용, 최형식
188	2021. 6. 17.	배양육, 미래의 먹거리일까?	조철훈, 배호재
189	2021. 6. 30.	외국인 연구인력 지원 및 개선방안	이한진, 이동현, 버나드에게
190	2021. 7. 6.	국내 대학 연구 경쟁력의 현재와 미래	이현숙, 민정준, 윤봉준
191	2021. 7. 16.	아이들의 미래, 2022 교육과정 개정에 부쳐: 정보교육 없는 디지털 대전환 가능한가?	유기홍, 오세정, 이광형
192	2021. 10. 15.	자율주행을 넘어 생각하는 자동차로	조민수, 서창호, 조기춘
193	2021. 12. 13.	인간의 뇌를 담은 미래 반도체 뉴로모픽칩	윤태식, 최창환, 박진홍
194	2022. 1. 25.	거대한 생태계, 마이크로바이옴 연구의 미래	이세훈, 이주훈, 이성근
195	2022. 2. 14.	양자컴퓨터의 전망과 도전: 우리는 무엇을 준비해야 할까?	이진형, 김도현
196	2022. 3. 10.	오미크론, 기존 바이러스와 무엇이 다르고 어떻게 대응할 것인가?	김남중, 김재경
197	2022. 4. 29.	과학기술 주도 성장: 무엇을 해야 할 것인가?	송재용, 김원준

회차	일 자	주 제	발제자
198	2022. 6. 2.	더 이상 자연재난은 없다: 자연-기술 복합재난에 대한 이해와 대비	홍성욱, 이호영, 이강근, 고상백
199	2022. 6. 17.	K-푸드의 가치와 비전	권대영, 채수완
200	2022. 6. 29.	벤자민 버튼의 시간, 노화의 비밀을 넘어 역노화에 도전	이승재, 강찬희
201	2022. 9. 26.	신약개발의 새로운 패러다임	김성훈, 최 선, 김규원
202	2022. 9. 29.	우리는 왜, 어떻게 우주로 가야 하는가?	문홍규, 이창진
203	2022. 10. 12.	공학과 헬스케어의 만남 - AI가 여는 100세 건강	황 희, 백점기
204	2022. 10. 21.	과학기술과 사회 정의	박범순, 정상조, 류석영, 김승섭
205	2022. 11. 18.	지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할	박태성, 백민경, 황형주
206	2022. 12. 1.	에너지와 기후변화 위기 극복을 위한 기초과학의 역할	유석재, 하경자, 윤익준
207	2023. 3. 15.	한국 여성과학자의 노벨상 수상은 요원한가?	김소영, 김정선
208	2023. 3. 22.	기정학(技政學) 시대의 새로운 과학기술혁신정책 방향	이승주, 이 근, 권석준
209	2023. 4. 13.	우리 식량 무엇이 문제인가?	곽상수, 이상열
210	2023. 5. 24.	대체 단백질 식품과 배양육의 현재와 미래	서진호, 배호재
211	2023. 6. 14.	영재교육의 내일을 생각한다	권길현, 이덕환, 이혜정
212	2023. 7. 6.	후쿠시마 오염수 처리 후 방류의 국내 영향	정용훈, 서경석, 강건욱
213	2023. 7. 12.	인구절벽 시대, 과학기술인재 확보를 위한 답을 찾아서	오현환, 엄미정

회차	일 자	주 제	발제자
214	2023. 8. 17.	과학·영재·자사고 교장이 이야기하는 바람직한 학생 선발과 교육	허우석, 오성환, 김명환
215	2023. 10. 27.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅰ) 국민 삶의 질 향상을 위한 과학기술정책의 대전환	정선양, 박상철
216	2023. 11. 9.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅱ) 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 식단 및 의학	박용순, 정해영
217	2023. 12. 5.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅲ) 삶의 질 향상을 위한 퍼스널 모빌리티	공경철, 한소원
218	2023. 12. 19.	새로운 의료서비스 혁명: 디지털 치료제	서영준, 배민철
219	2024. 1. 31	노쇠와 근감소증	원장원, 권기선, 고흥섭
220	2024. 3. 13	필수의료 해결을 위한 제도적 방안	박민수, 김성근, 홍윤철
221	2024. 3. 19	코로나보다 더 큰 위협이 올 수 있다, 어떻게 할까?	송대섭, 신의철
222	2024. 3. 20.	퍼스트 무버(First Mover)로의 필수 요소 - 과학네트워킹	김형하, 이상엽, 조희용
223	2024. 5. 10.	시민, 과학자가 되다	홍성욱, 박창범, 김 준



제224회 한림원탁토론회

GMO, 지속가능성을 위한 전략

이 사업은 복권기금 및 과학기술진흥기금 지원을 통한 사업으로
우리나라의 사회적 가치 증진에 기여하고 있습니다.