

2023년 농진청-농대협-농과협 공동심포지엄 (2023년 12월 7일)

■ 주제: 글로벌 농업강국 도약을 위한 학연 협력방안

# 글로벌 난제해결을 위한 농업과학기술 협력방안 기후위기시대, 식량(농지)확보를 위한 국제협력방안

[핵심어]

- 기후위기, 식량안보, 곡물생산, 농지확보,  
생명공학(GM/GE)품종, 해외농업



책임연구원 곽 상 수

한국생명공학연구원(KRIBB)

# 곡물 자급률 18.5% (2021)

## 기후위기시대, 왜 해외 농업과 생명공학품종인가?

- 2018년 한국과총 (김명자회장) 과학기술혁신포럼 3회 주관
  - 1회(2.19) 국가 농업과 식량안보정책 (좌장)
  - 2회(3.19) 농업과학 혁신기술 홈페이지: 동영상, 녹취록
  - 3회(4.16) 해외농업 개발 및 발전전력 (발제자)
- 2019년(6.11) 한국과총&이상민의원실 과학기술혁신포럼 (국회)
  - 기후위기시대 “식량안보법” 제정 방안 모색 (발제자)
- 2022년(5.11) KISTEP(한국과학기술기획평가원) 제145회 수요포럼
  - 식량수급 현황과 기술 대응전략 (발제자): 수요포럼 포커스 (6p)
- 2022년(6.29) 한국과총 다산컨퍼런스
  - 식량위기에 따른 과학기술 대안과 혁신 (발제자)
- 2022년(7.20) 농림축산식품부 등 대한민국 식량안보 심포지엄 (αT센터)
  - 세계 식량위기와 대한민국 식량안보 강화 방안 (토론자)
- 2023년(4.13) 한국과학기술한림원 한림원탁토론회
  - 식량정책 무엇이 문제인가? (발제자): 한림원의 목소리(6p), 이슈 리포트(28p)

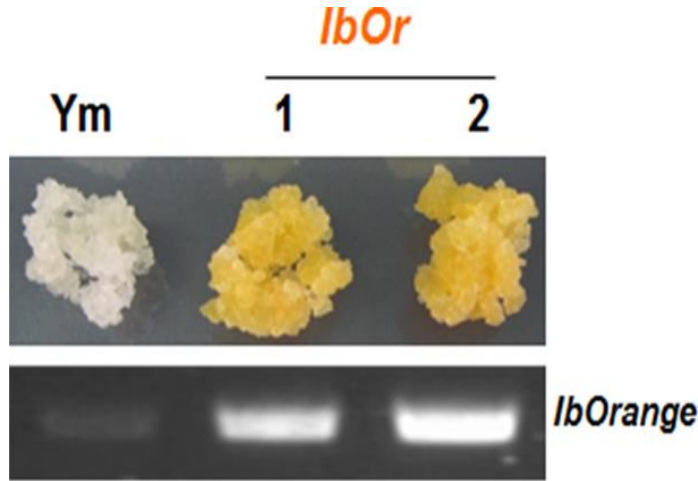
# 해외농업 R&D 전략 제언

- 1. 법적 효력(예산) 있는 국가 해외농업 중장기 R&D 로드맵 구축**
  - 국가 농업 R&D 정책에서 해외 농업을 비중 있게 취급
  - **“식량안보 특별법”**과 연계한 실효성 있는 해외농업촉진법(가칭) 등
- 2. 지역별 해외농업 (가칭)특화사업단 설립**
  - 농업 R&D의 일정규모 (예, 20% 이상) 투자
  - 동북아시아, 중앙아시아, 동남아시아, 중동/북부아프리카 지역 등
  - **지역별 맞춤형 전문인력 육성**, 지속 가능한 중장기계획 (최소 5년 + 5년 + 5년....)
- 3. 해외지역 적합형 생명공학(GM, GE)품종 공동개발**
  - 남미(브라질, 아르헨티나 등): GM작물 (수입 곡물의 65%) 수입 국가
  - 중앙아시아(카자흐스탄 등) 등 척박한 토양
  - 처음부터 상대국 연구기관과 협력연구 (상생 전략)
- 4. 일본의 해외농업을 참고하되 차별화 된 전략**
  - 대상 지역 차별화, 첨단 생명공학작물 개발, 해당 국가와 상생 전략 등
  - **조건 불리지역 (사막화 지역, 오염지역 등)에도 관심**

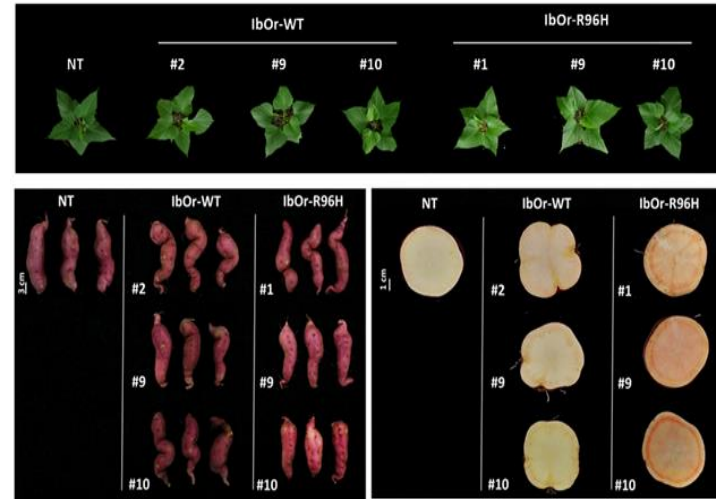
# 발표 내용

1. 21세기 식량수급 무엇이 문제인가?
  2. 식량정책 문제점
  3. 농생명공학품종 개발 현황과 문제점
  4. 일본의 해외농업
  5. 해외농업 R&D 전략 제언
- KRIBB 고구마 생명공학연구 소개
    - 기후위기시대, 식량/영양안보, 해외농업 관점

# 고구마 오렌지유전자(*IbOr*) 고탍유 고구마



흰색고구마  
배양세포    형질전환1    형질전환2



품종: Xushu 29 (흰색계열)  
내몽고 등 고위도 적응 품종

## [고구마] 전분작물 가운데

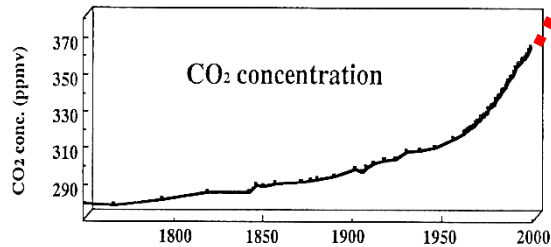
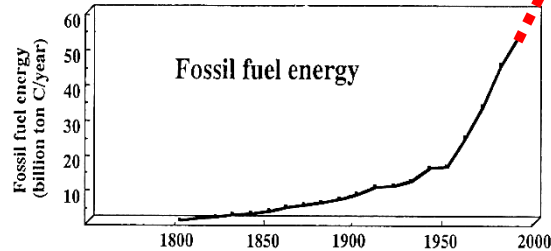
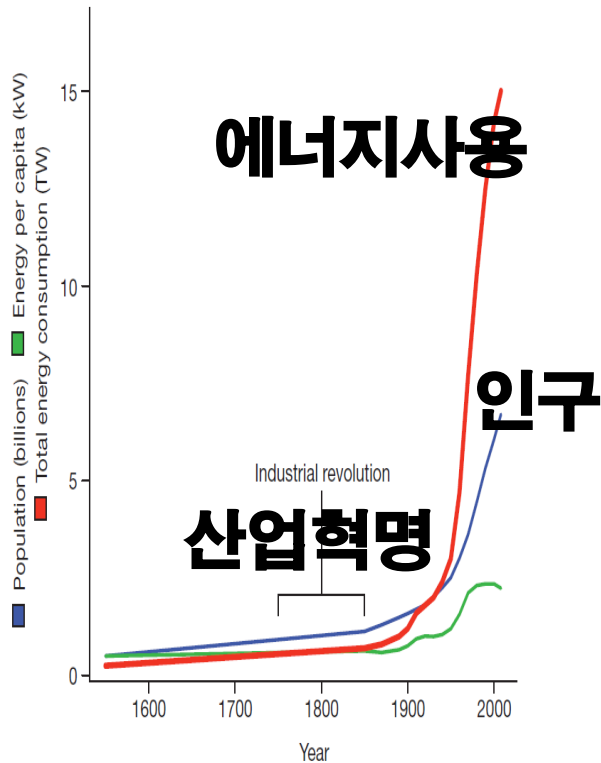
- 단위면적당 부양능력이 가장 높다
- 물 이용효율이 가장 높다
- 최고의 건강식품이다: 농가소득이 높다
- 질소비료를 적고 요구한다
- 자연재해에 강하다

- NT: 비형질전환 고구마 식물체
- *IbOr*-WT: *IbOr* 과발현 형질전환 고구마 식물체
- *IbOr*-R96H: *IbOr-R96H* 과발현 형질전환 고구마 식물체

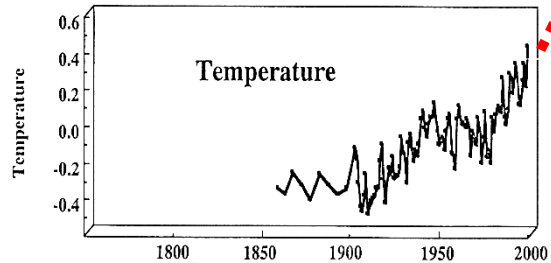
※ KBS뉴스광장 (2017.6.24) [고온과 가뭄에 견디는 식물 유전자 찾았다](#)

※ KBS뉴스광장 (2021.2.8) [항산화 성분 짝 찬 '황금 고구마' ...사막화지역에도 재배 가능](#)

# 21세기: 무엇이 문제인가?



**온실가스**



■ **에너지** ▶ **환경** ▶ **식량/보건문제**: 하나의 문제/유기체

※ 감염병전문가: 코로나19 팬데믹은 생태 문제 !

※ 기후/생태학자: **마지막은 식량이 문제 !**

# 2050년 97억 인구 누가 책임질 것인가? (FAO)

- ◆ 80억 명 가운데 약 8억 명이 식량과 영양부족으로 고통받고 있다
- ◆ World population prospects (The 2017 Revision, UN)
  - : 2050년 97억 명, 2100년 112억 명 ※인간 수명: 120세 이상

## ■ 2050년(97억 인구)

- 식량: 1.6배 필요
- 에너지: 3.5~5.5배

## ■ 지속 가능한 사회 !

- 도시화/산업화로 농지전용 심화
- 고령화/팬데믹 대응 기능성식품 개발

## UN 3대 환경협약

## 농업(식량생산)과 밀접한 관계

### ■ 생물다양성협약 (1993년 발효) 생명공학품종(GMO/유전자교정)

Convention on Biodiversity (CBD)

\* CBD COP12 (2014.9.29~10.3, 평창): 나고야의정서 발효 (생명자원의 이익공유)

### ■ 기후변화협약 (1994년 발효)

UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

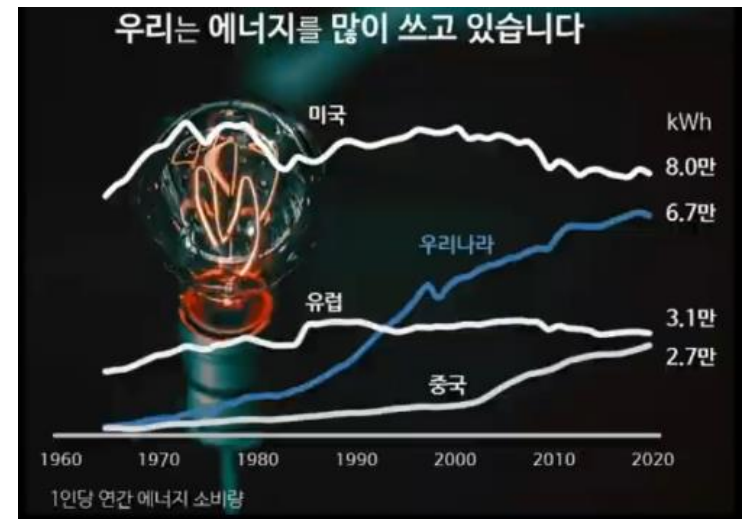
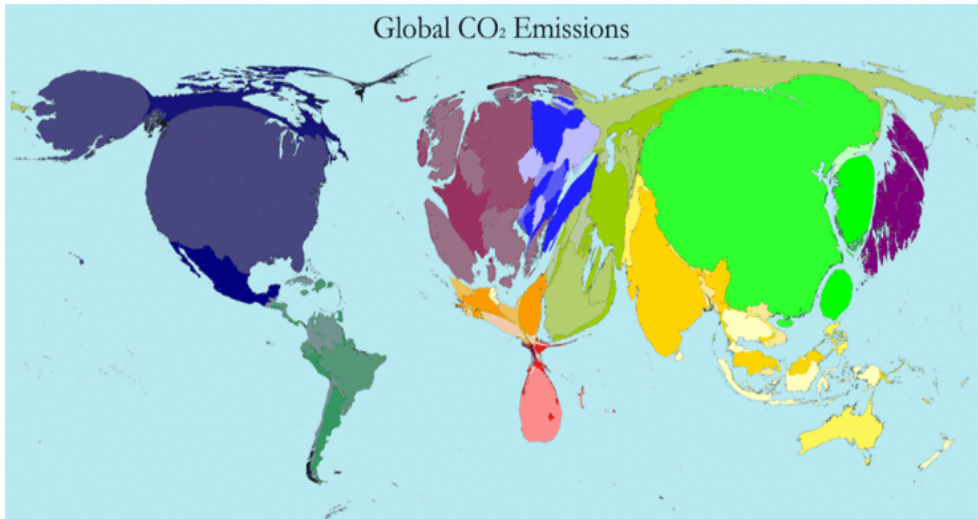
\* 녹색기후기금 (GCF) 유치 (HQ: 송도), 녹색기술센터 (GTC): 미래부 출연연구소

### ■ 사막화방지협약 (1996년 발효)

UN Convention to Combat Desertification (UNCCD)

\* UNCCD COP10 (2011년 10월 10~10월 21일, 창원)

# [한국의 에너지(온실가스) 현황]

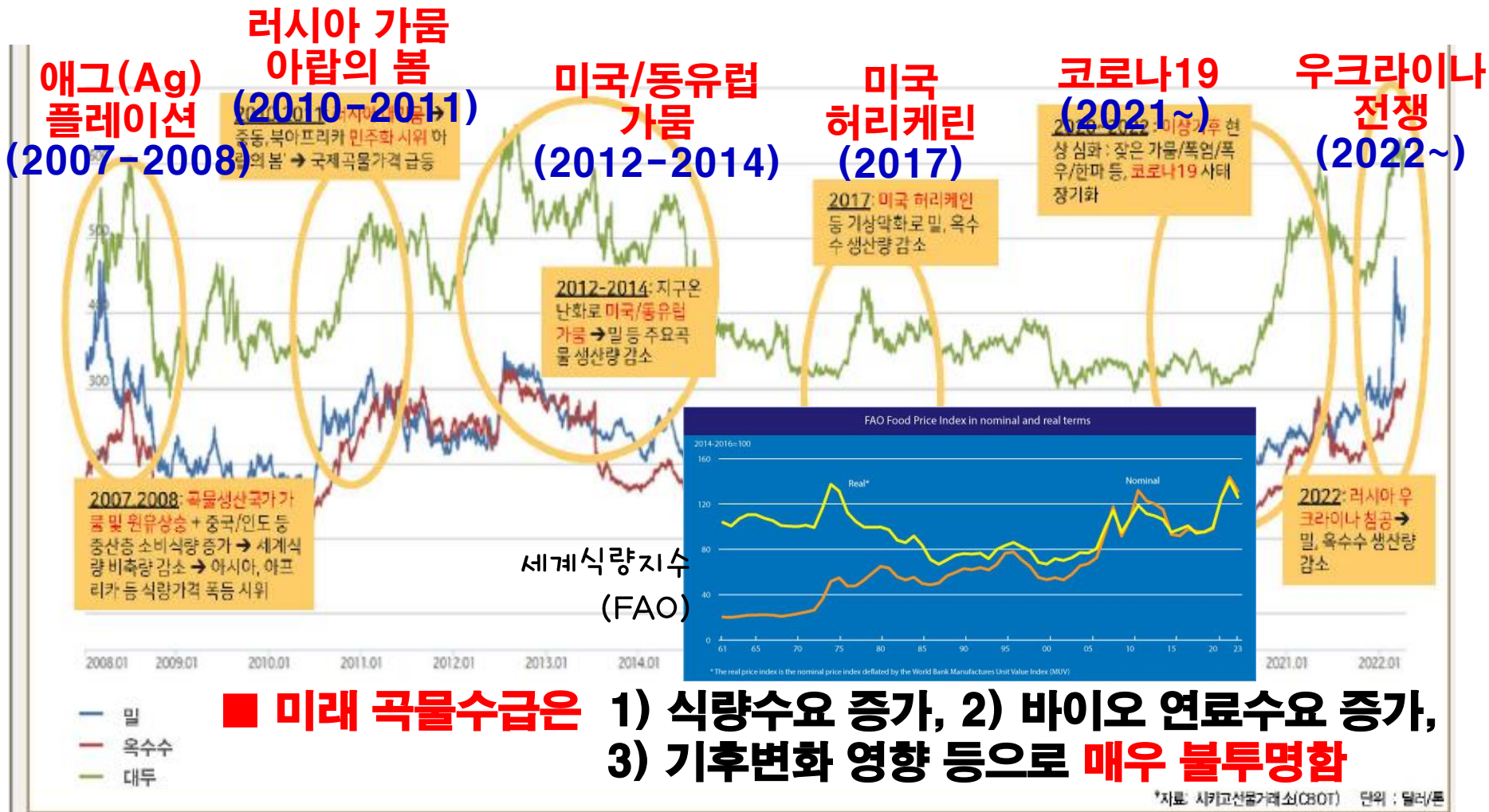


- 온실가스 총 배출량: 세계 7위
- 온실가스 1인당 배출량: 세계 4위
- 정부는 2030년 추정배출량의 40%를 줄이겠다고 UN에 수정 제출
- 정부는 2050년 탄소중립을 선언 (2021)

■ 세계 농업분야 온실가스 배출량: 전체 배출량(510억 톤)의 약 21%  
※ 농업은 기후변화 가해자인 동시에 최대의 피해자!

■ 어떻게 탄소중립을 지키고 기후위기에 있어서 식량안보를 확보할 것인가?

# 기후위기: 2008년(Agflation)부터 현재까지 곡물가격 추이



재난재해/기후위기 등으로 인한 곡물생산량 감소 → 식량위기 ↑

# 최근 식량수급 이슈와 농산물 수출금지/제한

1. 기후변화 등: 33개국 (2008년 Agflation 당시)

2. 코로나19 팬데믹: 25개국

3. 우크라이나 사태: 27개국

# 돈만 있으면 식량을 조달할 수 있다는 믿음에 경종

# 우리 농지에서 자급률 높이는 것이 중요 (농지전용/훼손?)

1. 무엇이 문제인지를 정확하게 인식하고 대비해야 !

2. 식량 정책(전략)과 R&D(전술)는 수레의 양 바뀐다 !

※ 세계 4대 곡창지대 모두 망가졌다 (조선일보, 2022년 4월 19일)

※ 우크라이나 애그플레이션... '퍼펙트 스톰'을 부른다 (헤럴드경제, 2022년 4월 19일)

※ 인니, 팜유 수출 금지..식량난에 기름 부을라 (한국경제, 2022년 4월 25일)

# 식량(곡물)안보와 국가 농업 인프라



■ 농업: 매우 복잡하고 인프라를 구축하는데 많은 예산과 시간이 필요 !

※ 출처: STEPI 이주량박사 (제30회 농림식품산업 미래성장포럼, 2022.9)

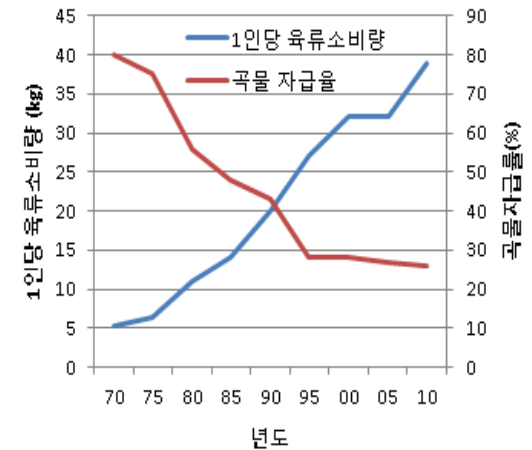
# 우리의 곡물자급률(2021)

- **곡물자급률: 18.5%** (1970년 80.5%)
  - 식량자급률: 46%, 곡물자주률: 21% 이하

## ■ **식량자급률 감소원인**

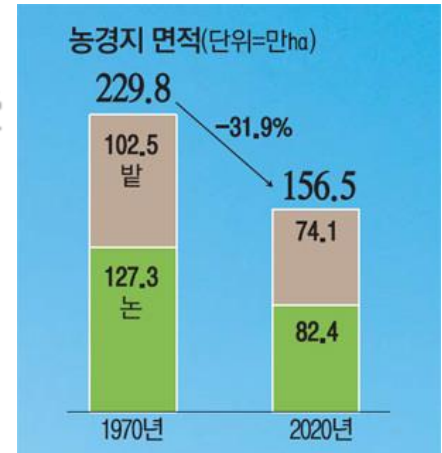
### 1. 육류소비 증가 (10.1배)

- 1970년 5.3 kg(1인당)에서 2020년 53.7 kg
- \* 소고기 1 kg > 곡물 7 kg (사료용 곡물)



### 2. 농경지 감소 (약 32%): 소 잃고도 외양간은 고쳐야!

- 1970년 229.8만 ha에서 2020년 156.5만 ha
- **매년 전체 농경지의 약 1% (1.5만ha) 전용/훼손**
- 새만금 간척지: 약 2만8천ha



### 3. 음식낭비 (식량의 30%)

- 1인당 음식물낭비: 세계 최고수준

## ■ **식량에 대한 문제인식 부족: 실효성 있는 정책도 부재**

- OECD 국가 가운데 식량자급률 최하위

# 2022 세계식량안보지수(GFSI, The Economist)

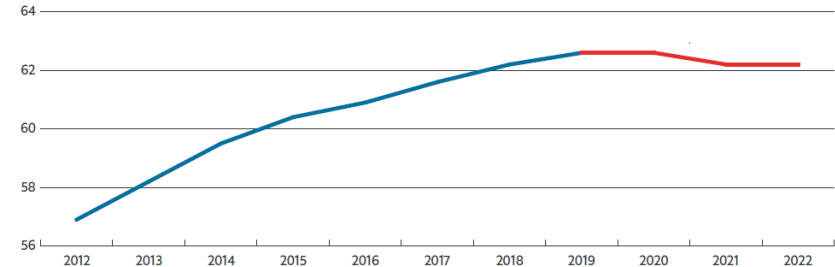
Table 1. 2022 GFSI overall rankings table

Weighted total of all pillar scores (0-100 where 100 = most favourable)

Rank / 113	Country	Score / 100	Rank / 113	Country	Score / 100
1	Finland	83.7	39	South Korea	70.2
2	Ireland	81.7	40	Panama	70.0
3	Norway	80.5	=41	Malaysia	69.9
4	France	80.2	=41	Saudi Arabia	69.9
5	Netherlands	80.1	=43	Mexico	69.1
6	Japan	79.5	=43	Russia	69.1
=7	Canada	79.1	45	Romania	68.8
=7	Sweden	79.1	46	Vietnam	67.9
9	United Kingdom	78.8	47	Jordan	66.2
10	Portugal	78.7	48	Ecuador	65.6
11	Switzerland	78.2	49	Turkey	65.3
12	Austria	78.1	50	Kuwait	65.2
13	United States	78.0	51	Brazil	65.1
=14	Denmark	77.8	=52	Bolivia	65.0
=14	New Zealand	77.8	=52	Dominican Rep.	65.0
16	Czech Republic	77.7	54	Argentina	64.8
17	Belgium	77.5	55	Belarus	64.5
18	Costa Rica	77.4	56	El Salvador	64.2
19	Germany	77.0	57	Morocco	63.0
20	Spain	75.7	58	Guatemala	62.8
21	Poland	75.5	59	South Africa	61.7
22	Australia	75.4	60	Honduras	61.5
23	United Arab Emirates	75.2	61	Serbia	61.4
24	Israel	74.8	62	Tunisia	60.3
=25	Chile	74.2	63	Indonesia	60.2
=25	China	74.2	=64	Colombia	60.1
27	Italy	74.0	=64	Thailand	60.1
28	Singapore	73.1	66	Azerbaijan	59.8
29	Bulgaria	73.0	67	Philippines	59.3
30	Qatar	72.4	=68	Algeria	58.9
31	Greece	72.2	=68	India	58.9
32	Kazakhstan	72.1	70	Paraguay	58.6
33	Uruguay	71.8	71	Ukraine	57.9
34	Hungary	71.4	72	Myanmar	57.6

GFSI average overall score, global 2012-22

After climbing year on year between 2012 to 2018, the overall food security score has not improved since 2019.



Source: Global Food Security Index 2022.

## # 세계식량안보지수(GFSI)

- **Affordability** (경제성/부담능력)
- **Availability** (가용성/공급능력)
- **Quality & Safety** (식품의 품질과 안전)
- **Natural Resources & Resilience** (천연자원과 회복력)

## # 조사국 113개국

- **한국 39위 (70.2점): 전년 대비 7단계 하락**
- **일본 6위 (79.5점): 전년 대비 2단계 상승**
- **중국 25위 (74.2점): 전년대비 9단계 상승**

■ **한국은 지속적으로 떨어져 39위 국가로 (OECD 최하위 국가) !**  
 ■ **6위 일본의 식량정책을 벤치 마케팅 할 필요가 있다 !**

# 2022년 자급률 목표치 (단위: %)

**\*목표치 재설정 근거 제시 없음! 곡물자주를 삭제(2015)!**

품목	2010년 목표치	2015년 목표치	2020년 목표치	2022년* 목표치
식량자급률 (식용곡물)	54.9	57.0	60.0 (실제 45.8%)	55.4
곡물자급률 (사료용 포함)	26.7	30.0	32.0 (실제 20.2%)	27.3
곡물자주율 (해외생산 포함)	27.1	55.0	65.0 (실제 <21%)	미 설정
칼로리 자급률	50.1	47.0	55.0	50.0

■ **현행 [농업·농촌 및 식품산업기본법]: 5년 단위로 자급률 변경을 고시**

※ **농림축산식품부 2018-2022 농업 농촌 및 식품발전 5개년 계획** 14

- **역행하는 식량안보 정책: 2020년 곡물자급률 32.0%에서 2022년 27.3%**

# [농업·농촌 및 식품산업 기본법]

구성: 1장 총칙(1-5조), 2장 정책의 기본방향(6-13조), 3장 정책의 수립 시행(14-60조), 4장 보칙(61-64조), 부칙

제1조(목적) 이 법은 국민의 경제, 사회, 문화의 기반인 농업과 농촌의 지속 가능한 발전을 도모하고, 국민에게 안전한 농산물과 품질 좋은 식품을 안정적으로 공급하며, 농업인의 소득과 삶의 질을 높이기 위하여 농업, 농촌 및 식품산업이 나아가 갈 방향과 국가의 정책 방향에 관한 기본적인 사항을 규정함을 목적으로 한다. <개정 2015. 6. 22.>

## 제14조(농업·농촌 및 식품산업 발전계획의 수립)

① 농업의 지속가능한 발전과 농촌의 균형 있는 개발·보전 및 식품산업을 포함한 농업 관련 산업의 육성을 위하여 5년마다 농림축산식품부장관은 농업·농촌 및 식품산업 발전계획을 세워야 한다.

## # 적정 생산기반의 확보방안 및 재원의 조달방안 등을 포함한다

## 제23조(식량과 주요 식품의 안정적 공급)

① 정부는 식량과 주요 식품의 공급 및 가격이 국제적으로 불안정하거나 자연재해 등으로 안정적인 공급이 어려운 위기상황에 대비하기 위하여 식량 및 주요 식품을 국내에서 적정하게 생산하여 비축(備蓄)하거나 해외에서 확보하여 적정하게 공급하기 위한 정책을 세우고 시행하여야 한다.

## 제32조(농지의 보전)

① 국가와 지방자치단체는 농지가 적절한 규모로 유지될 수 있도록 농지의 보전에 필요한 정책을 세우고 시행하여야 한다.

## # 정부와 지방자치단체는 농지 훼손(전용)에 최선을 다한다?

■ 지켜지지 않는 장롱 속의 법으로 국가 식량위기를 방치하고 있다!

■ 예산이 뒷받침되고 구속력 있는 “**식량안보 특별법**” 제정이 절실하다!

# 새만금 간척지는 당초 목적대로 식량생산 기지로

## [식량안보 구축을 위해 시작된 새만금 농지 용도 변경]

- 1991. 농지 100% (노태우 대통령)
- 2007. 농지 70%, 비농지 30% (노무현 대통령: 환경이슈로 법정 다툼)
- 2008. 농지 30%, 비농지 70% (이명박 대통령 인수위원회)
- 2018. '원전 4기 규모' 태양광·풍력발전 단지 조성 발표 (문재인 정부): 식량안보 배제
- 2022.4.20. “30년 동안 지지부진했던 새만금개발을 임기중에 빨리 마무리 짓고 고도화된 첨단산업시설 및 스마트 농업 등 발전을 위해 최대한 노력”(윤석열 당선인)

## ■ 현정부 110대 국정과제: 72. 식량주권 확보와 농가 경영안전 강화 (농식품부)

### [새만금 종합개발사업 (1991~2020)]

- 배경: 1980년대 초 냉해로 쌀 흉작 등 식량안보 문제 발생  
1987년 노태우 대통령후보 선거공약으로 시작된 국책사업
- 규모: 40,100ha (토지 28,300ha, 담수호 11,800ha)
  - 1991. 새만금 간척공사 기공
  - 2006. 환경단체/전북지역 주민 등: 농림부에 위헌제소
  - 2007. 새만금사업 촉진을 위한 특별법 제정
  - 2010. 새만금 내부토지개발 기본구상 및 종합실천계획 확정

※ **곡물자급률 27%, 방관만 할건가?** (조선일보 2008년 10월 15일): 식량안보법 강조

※ **새만금, 농지만이 살길이다** (열린전북 2008년 5월호) 무엇을 심을 것인가를 고민할 때다

# 농지 줄이고 스마트 팜, 이차전지 첨단산업 전초기지로

(조선일보 2023.9.1 A4)

1989년 새만금 기본계획 수립 당시만 해도 식량생산 기지 확보가 목적이었다.

하지만 쌀이 남아도는 지금 시기엔 굳이 넓은 농지가 필요하지 않다. **잘 못된 정보**

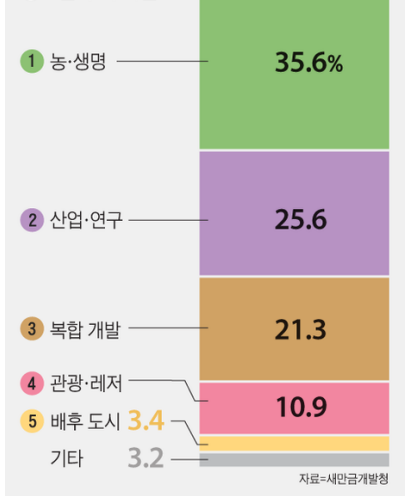
농지를 줄이더라도 IT를 농업에 접목한 스마트 팜을 조성하면 **첨단농업전초기지를 충분히 할 수 있다**



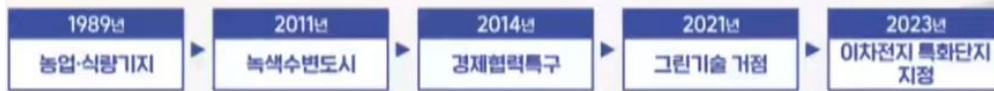
새만금 개발 기본 구상

총면적 409㎢(서울 3분의 2)	사업비 22조7900억원
-----------------------	------------------

용도별 부지 비율



## '새만금 발전구상' 30년 변천사



※ 곡물자급률 27%, 방관만 할 것인가? (조선일보 2008.10.23)

※ 새만금, 농지만이 살길이다 (열린전북 2008년 5월호)

# 해외농업 추진 실적도 매우 부진

## [해외농업 정부정책]

- 2009. [해외농업개발 10개년 계획(2009~2018)] 수립
- 2012. [해외농업개발 종합계획(2012~2021)] 보완
  - [해외자원개발사업법]에서 [해외농업개발협력법] 분리 제정(2012)
    - o 2021년까지 주요 곡물 국내소비량의 10%를 해외 공급망에서 확보
    - o 우리나라 농업 및 연관산업의 해외진출 활성화
    - o 해외농업개발 대상국과 상생협력 관계를 구축
  - 한국농어촌공사 해외농업개발센터 (해외농업개발처) 설치
    - (사)해외농업개발협회 설립(2012.5): 유관기관과 관련기업이 협업/교류 가능
    - o 2009년 35개 기업 (2만5천 톤)
    - o 2016년 161개 기업 (28만4천 톤 확보)

## [해외농업개발사업의 부진이유] 식량자주를 향상에 도움이 되고 있지 않음

- 철저한 사전타당성 검토 미흡
  - 전문경영인 및 현지전문가 확보 실패
  - 생산농산물의 판로확보 부족
  - 시범사업 이후 관련사업에 대한 사후관리 미흡
  - 관련 기술과 정책자금 등 정책지원 미흡
  - 해외농업개발에 대한 명확한 비전과 전략부재 등
- ※ 해외농업에서 확보되는 곡물은 식량자주율에 1%도 기여하지 못함

# 2024년 ODA 요구액

## 23년 4조7,771억원에서 6조8,421억원으로(43.2% 증가)

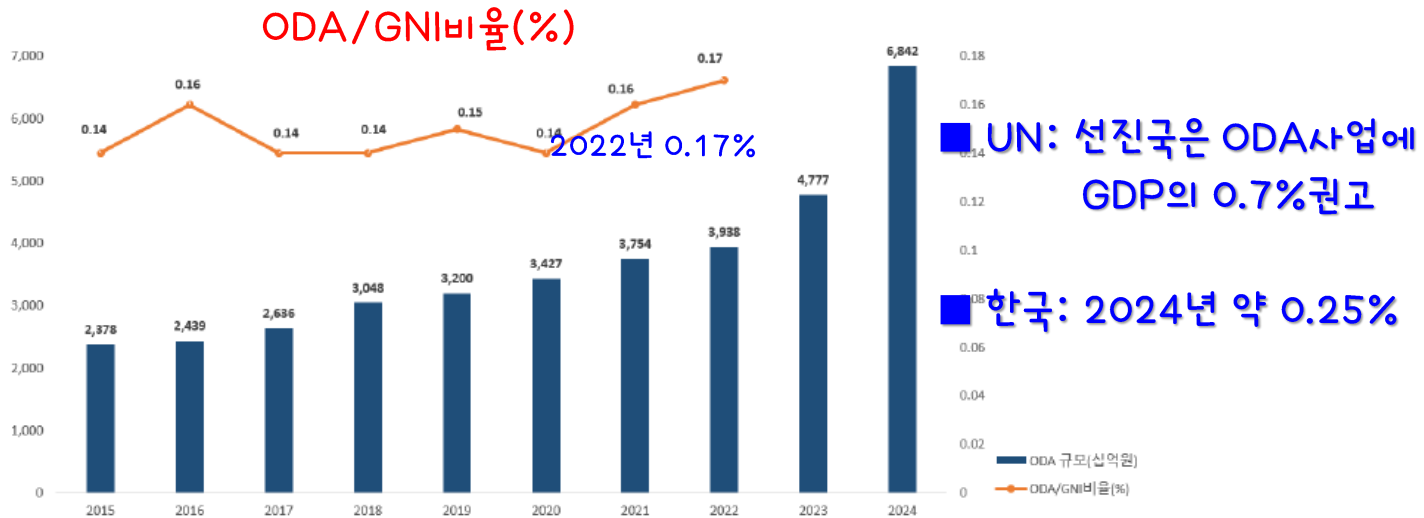
구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024(요구액)
총ODA(십억원)	3,048.2	3,200.3	3,427.0	3,754.3	3,938.3	4,777.1	6,842.1
양자간원조 비중(%)	2,387.7 (78.3)	2,493.8 (77.9)	2,775.0 (81.0)	2,926.1 (77.9)	3,115.7 (79.1)	3,673.9 (76.9)	5,651.1 (82.6)
유상원조 비중(%)	1,058.1 (44.3)	1,141.2 (45.8)	1,184.9 (42.7)	1,258.2 (43.0)	1,230.5 (39.5)	1,503.0 (40.9)	2,072.1 (36.7)
무상원조 비중(%)	1,329.6 (55.7)	1,352.6 (54.2)	1,590.1 (57.3)	1,667.9 (57.0)	1,885.2 (60.5)	2,170.9 (59.1)	3,579.0 (63.3)
다자간원조 비중(%)	660.5 (21.7)	706.5 (22.1)	651.9 (19.0)	828.2 (22.1)	822.6 (20.9)	1,103.2 (23.1)	1,191.0 (17.4)

양자간: 82.6%

다자간: 17.4%

유상원조: 36.7%

무상원조: 63.3%



■ ODA사업에 해외농업을 어떻게 연계할 것인가?

# 국가전략기술 육성방안(13개 부처 참여) 2022.10.24

## 농림축산식품부(농업/식량/식품)가 보이지 않는다!

■ 정부가 집중 투자할 12대 과제/50개 세부중점기술 도출: 농업, 식량 없음  
 #첨단 바이오: 합성생물학/감염병 백신·치료/유전자·세포치료/디지털 헬스데이터 분석·활용

공개

# 기재부, 과기부, 국방부, 해수부, 특허청 등 13개 부처 참여  
 # 농림축산식품부, 농촌진흥청 배제 (왜?)

의안번호	제 1 호	심의사항
제출 연월일	2022. 10. 28.	

기술주권 확보를 통한 과학기술 G5 도약,  
 국가전략기술 육성 방안(안)

# 국가위: 농림축산식품부의 목소리가 중요한데  
 but ?

국가과학기술자문회의  
 전원회의

# 방법은? 대통령에게 정확한 정보를 제공하면?

제출자	기획재정부 장관 추경호, 과학기술정보통신부장관 이종호, 국방부장관 이종섭, 보건복지부장관 조규홍, 해양수산부장관 조승환, 방위사업청장 엄동환, 식품의약품안전처장 오유경	교육부장관 대장상운, 외교부장관 박진, 산업통상자원부장관 이창양, 국토교통부장관 원희룡, 중소벤처기업부장관 이영, 특허청장 이인실
제출 연월일	2022. 10. 28.	

□ (세부 중점기술) 분야 선정에 그치지 않고, 정책·투자자원을 집중할 50개 세부 중점기술 도출  
 ※ 관계부처 실무협의 및 기술분야별 전문가WG를 구성하여 집중 검토(22.7~8. 총 36회)

중점기술 도출 원칙	글로벌 산업경쟁력 및 공급망 내 높은 중요성	신산업 파급효과 및 외교-안보적 가치	임무지향 기술개발 및 5~10년내 성장잠재 가능성
------------	--------------------------	----------------------	-----------------------------

반도체 디스플레이	<ul style="list-style-type: none"> <li>고집적·저항기반 메모리</li> <li>고성능·저전력 인공지능 반도체</li> <li>전력반도체</li> <li>반도체 첨단패키징</li> <li>차세대 고성능 센서</li> <li>프리폼 디스플레이</li> <li>무기발광 디스플레이</li> <li>반도체 디스플레이 소재 부품 장비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수전해 수소생산</li> <li>수소 저장·운송</li> <li>수소연료전지 및 발전</li> </ul>
	사이버 보안	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 AI 보안</li> <li>디지털 취약점 분석·대응</li> <li>네트워크·클라우드 보안</li> <li>신산업·가상융합 보안</li> </ul>
이차전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>리튬이온전지 및 핵심소재</li> <li>차세대 이차전지 소재·셀</li> <li>이차전지 모듈·시스템</li> <li>이차전지 재사용·재활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>효율적 학습 및 AI인프라 고도화</li> <li>첨단 AI모델링/의사결정(인지판단추진)</li> <li>안전·신뢰 AI</li> <li>산업 활용·혁신 AI</li> </ul>
첨단 모빌리티	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행시스템</li> <li>전기·수소차</li> <li>도심항공교통(UAM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5G 고도화(5G-Adv)</li> <li>6G</li> <li>오픈랜(Open-RAN)</li> <li>고효율 5G-6G 통신부품</li> <li>5G-6G 위성통신</li> </ul>
차세대 원자력	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형모듈원자로(SMR)</li> <li>선진원자력시스템 폐기물관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 정밀제어·구동 부품 SW</li> <li>로봇 자율이동</li> <li>고난도 자율조작</li> <li>인간-로봇 상호작용</li> <li>가상제조</li> </ul>
첨단 바이오	<ul style="list-style-type: none"> <li>합성생물학</li> <li>감염병 백신·치료</li> <li>유전자·세포 치료</li> <li>디지털 헬스데이터 분석·활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형·다단연소사이클 엔진</li> <li>우주관측·센싱</li> <li>달착륙·표면탐사</li> <li>첨단 항공가스터빈 엔진·부품</li> <li>해양자원탐사</li> </ul>
우주항공 해양		<ul style="list-style-type: none"> <li>양자컴퓨팅</li> <li>양자통신</li> <li>양자센싱</li> </ul>

### 국가전략기술 육성 기본방향

- 1 [국가전략기술 프로젝트 추진] 민관합동의 목표설정과 공동투자를 통해 가시적 성과창출이 가능한 10개 내외 프로젝트를 신속하게 기획·착수
- 2 [임무지향형 전략로드맵] 국가적 임무와 기술개발 목표를 명확히 설정하는 기술별 전략로드맵 수립을 통해 전략적 투자 및 민관역량 결집

# 과학기술 기반 사회문제해결에도 식량안보는 보이지 않는다!

- 20대 분야 43개 영역에 식량생산이 포함되어 있지 않다
- 농림축산식품부, 농촌진흥청 등 정부부처와 광역지자체 참여

공개

## 2023년 2월 22일

의안번호	제 1 호	심 의 사항
심 의 연 월 일	2023. 2. 22. (제 2 회)	

### 제3차 과학기술 기반 사회문제해결 종합계획('23~'27)(안)

국가과학기술자문회의  
심의회의

제 출 자	과학기술정보통신부장관	이종호	행정안전부장관	대한장섭
	농림축산식품부장관	정황근	산업통상자원부장관	이창양
	보건복지부장관	조규홍	환경부장관	한화진
	국토교통부장관	원희룡	해양수산부장관	조승환
	중소벤처기업부장관	이영	식품의약품안전처장	오유경
	경찰청장	윤희근	농촌진흥청장	조재호
	경조달청장	이종욱	소방청장	대남희영
	기상청장	윤희동	개인정보보호위원회위원장	고학수
	서울특별시시장	오세훈	부산광역시시장	박행준
	광주광역시시장	강기정	대전광역시시장	이장우
울산광역시시장	김두경	경기도지사	김동연	
강원도지사	김진태	충청북도지사	김영환	
전라북도지사	김관영	경상북도지사	이철우	
제출 연월일	2023. 2. 22.			

### 3. 사회문제 영역 개편 및 관리

- 국민수요 등 다양한 데이터 분석 결과 등을 반영하여 신규 사회문제 추가, 기존 영역 일부 조정 등 10대 분야 43개 영역으로 조정·개편
- 사회문제해결 플랫폼 운영 효율화 등을 통해 국민적 수요 지속반영 및 해결방안 제시 등 사회문제영역 상시 관리체계 구축
- 사회환경 변화에 따른 사회문제 분야 추가 조정·개편 등 관리 유연화

< 사회문제 10대 분야 43개 영역 >

10대 분야	43개 사회문제 영역					
건강	만성질환	희귀난치성 질환	중독			
	퇴행성 뇌/신경질환	정신질환·지적장애				
환경	생활 폐기물	실내 공기오염	수질 오염			
	환경 호르몬	산업폐기물	미세먼지			
문화여가	문화소외	문화·여가공간 미비				
생활안전	성범죄	먹거리 안전	사이버 범죄			
	가정 안전사고	사생활 침해	보이스 피싱			
재난재해	기상재해	화학 사고	감염병			
	방사능 오염	지진	소방안전			
에너지	전력수급		에너지 빈곤			
주거교통	불량/노후 주택	교통혼잡	교통안전			
가족	고령화	가정폭력	저출산(저출생)			
			1인가구 소외			
교육	교육격차		학교폭력			
사회통합	의료격차	디지털 격차	취약계층 생활불편			
	일자리 부족		사회 양극화 및 갈등			
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>3차 계획(23년) 신규</td> <td>3차 계획(23년) 조정</td> <td>2차 계획과 동일</td> </tr> </table>				3차 계획(23년) 신규	3차 계획(23년) 조정	2차 계획과 동일
3차 계획(23년) 신규	3차 계획(23년) 조정	2차 계획과 동일				

생활안전: 먹거리 안전(safety)만 언급

# 국가첨단산업단지 후보지 발표: 3,300ha (약 1,000만평)

2023년 3월 15일



첨단산업 업종별 육성전략 (단위: 원, 자료: 관계 부처)

업종	~2026년 투자액	내용
시스템 반도체	340조	세계 최대 반도체 메가 클러스터 구축 및 인재 양성
디스플레이	62조	투명, 확장현실, 차량용 등 3대 유망분야 실증
이차전지	39조	글로벌 광물·수급지도 제작
바이오	13조	현장 맞춤형 인력양성
미래차	95조	전기차 생산규모 5배 확대
로봇	1조 7000억	규제개선·실증

# R&D 특구 만들 때, 지자체가 농지 풀 수 있다 (2023.2.11)

정부/지방정부: 농지 훼손/전용에 최선을 다하라는 목소리로 ?

※ '식량영향평가법' 제정 시급하다 (중앙일보 비즈칼럼 2010.8.12)<sup>22</sup>

# 식량안보 구축을 위한 학술행사/토론회 (2007.12 ~ 코로나19 이전)



- 국제곡물가격 상승 영향과 대응전략 심포지엄 (2007.12, 한국농촌경제연구원)
- **식량안보 심포지엄: 위협받는 식량안보, 대안은 무엇인가? (2008.6, 서울대)**
- 농업부문 기후변화 대응전략 국제심포지엄 (2008.11, 농촌진흥청)
- 한국농업의 글로벌화 전략 심포지엄 (2009.7, 농촌진흥청/한국국제농업개발학회)
- **Strong Korea 기반조성을 위한 융합농생명경제 정책토론회 (2010.7, 국회의원회관)**
- 식량안보와 해외농업개발 국제심포지엄 (2010.9, 한국농촌경제연구원)
- 식량위기에 대응한 쌀의 역할 증대 심포지엄 (2011.5, 국립식량과학원)
- 국제 곡물가격 불안정과 식량안보 국제심포지엄 (2011.6.30, 서울프라자호텔)
- 국제곡물 동향과 해외농업 개발 국제심포지엄 (2011.8.25, 한국농촌경제연구원)
- 농업전망 2012 심포지엄: 도농 상생을 위한 농업 농촌 가치의 재발견 (잠실 롯데호텔)
- 해외농업개발 국제 심포지엄 (2012.7.13, 해외농업개발협회 등)
- **우리나라의 식량자급률 향상과 대응방안 (2013.5.2 한국작물학회)**
- **식량위기 극복 해법 모색을 위한 심포지엄 (2014.9.30, 국회의원회관)**
- SDGs 시대 식량안보 및 농촌개발 심포지엄 (2017.9.22, 경북대)
- **4차 산업혁명시대, 식량안보 R&D 추진전략 (2018.10.29, 한국생명공학연구원)**
- **한반도 식량안보를 위한 심포지엄 (2018.11.13, 한국농어촌공사/한스자이델재단 등)**
- 국제 곡물교역과 기후변화 워크숍 (2019.3.20, 한국국제생명과학회)
- 식품산업의 식량안보기능 (2019.5.10, 한국식량안보연구재단)
- **기후위기시대 “식량안보법 “ 제정방안 모색 (2019.6.11, 국회의원회관)**

# 과총 농업·식량 과학기술혁신정책포럼(2018)

## 김명자 과총 회장 제안 (2017년 10월)

- 김명자 과총 회장: 4차 산업혁명시대 국가 농업/식량정책을 걱정하면서 과총 과학기술혁신정책포럼 차원에서 국가 농업/식량정책에 대해 시리즈로 개최 요청 (2017.10)



※ 매회 전문가 3인 발제, 패널 7-9명 참여

**제1차: 국가 농업과 식량안보 정책 (2018.2.19)**

**제2차: 농업과학 혁신기술 (2018.3.19)**

**제3차: 해외농업 개발 및 발전전략 (2018.4.16)**

- 해외농업 개발의 발전전략 (김용택 글로벌농식품경영전략원 대표)
- 에코호즈 (이동고 서울사료 이사)
- 식량안보 구축을 위한 해외농업 R&D 전략 (곽상수 KRIBB 책임연구원)

- 2018 대한민국과학기술연차대회 (2018.6.27) 과총 식량안보 혁신정책포럼(3회) 소개
- 기후위기시대 “식량안보법” 제정 방안 모색 (2019.6.11 국회의원회관)

■ 과총 홈페이지: 이슈 페이퍼 (ppt 발표자료, 속기록, 보도자료)

## ■ 김명자회장 (1944~)

- 서울대 화학과
- 버지니아주립대 화학과 (Ph.D)
- 환경부장관 (99-2003)
- 17대 국회의원 (2004-2008)
- 한국 과총 회장 (2017.3~2021.2)
- 과학기술유공자 선정 (2021)
- 현, KAIST 이사장

# 기후위기시대 "식량안보법" 제정 방안 모색



식량은 국가의 지속가능한 발전을 위한 핵심이슈입니다. 유엔식량농업 기구(FAO)는 2050년 세계 인구가 97억 명이 될 것이며, 인구증가로 인해 식량은 현재보다 1.7배 필요할 것이라 전망하고 있습니다. 우리나라의 곡물 자급률은 24%로 세계 평균 곡물자급률인 102%에 한참 못 미치는 수준으로 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있습니다. 과총은 지난해 3차에 걸쳐 개최한 농업혁신포럼을 통하여 식량정책의 필요성을 확인한 바 있습니다. 이번 포럼에서 과총은 실효성 있는 식량안보법 제정을 논의하고자 하오니 관심있는 분들의 많은 참석 바랍니다.

- 일 시 : 2019년 6월 11일(화) 오후 2시~오후 5시
- 장 소 : 국회의원회관 제1소회의실
- 주 최 : 한국과학기술단체총연합회, 국회 이상민 의원실
- 후 원 : 과학기술정보통신부

시 간	내 용
14:00~14:05	개회/국인의례
14:05~14:50	개회사 : 김 명 자 한국과총 회장 축사 : 더불어민주당 이 상 민 의원 (과학기술정보통신위원회 위원)
14:50~15:20	발제 : 광 상 수 한국생명공학연구원 책임연구원 '식량안보법 제정 필요성과 추진방향 제언'
15:20~16:40	좌장 : 유 장 렬 과학기술융합지원센터장 패널 : 김 인 중 농림축산식품부 식량정책관 류 수 노 병통대 총장, (전)한국작물학회장 사 동 민 충북대 농생명대 학장, (전)전국농기계학회장 안 현 실 한국경제신문 논설위원 이 철 호 한국식량안보연구재단 이사장, 고려대 명예교수 임 정 빈 서울대 농업경제사학과 교수 홍 성 진 농촌진흥청 연구정책국장
16:40~17:00	종합토론

# 2019년 6월 11일 국회 과총 포럼에 대한 언론보도

- 독자적인 식량안보법 제정 절실
- 식량안보법 제정, 곡물자급률 높여야
- 곡물자급률 24%, 식량안보법 제정 급해
- 무너지는 식량자급 --- 식량안보법 절실
- 곡물자급률 고작 20% --- 식량안보법 시급
- 2050년 인구증가 대비 식량안보법 절실
- 기후위기시대의 식량안보법
- 해마다 서울 면적 3분의 1 농지가 사라진다
- 돈 있어도 밥 굶는 시대 올 수도 --- 식량안보 科技로

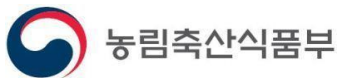
## 더불어민주당 과학기술특별위원회 위원장 (이상민)

\* 식물안보분과위원회 설치 약속, but...

\*\* 의원입법 (식량안보특별법) 추진 약속, but...

# 식량안보 구축을 위한 학술행사/토론회 (2022.2 우크라이나사태 ~ 현재)

- 우크라이나 사태로 인한 세계 식량위기 대응방안 (2022.4.26. Zoom세미나)
- 제145회 KISTEP 수요포럼: 국내외 식량수급 현황과 기술 대응전략 (2022.5.11)
- 한림콜로키엄: 식량안보를 위한 새로운 과학기술 (2022.6.17. 전북대)
- 당신의 밥상이 위태롭다: 글로벌 식량 공급망 위기 토론회 (2022.6.23. 국회)
- 과총 다산컨퍼런스: 식량위기에 따른 과학기술 대안과 혁신 (2022.6.29. 과총회관)
  - o 농업분야의 연구개발과 혁신전략 (김두호 농촌진흥청 차장)
  - o 농업분야의 과학기술혁신을 통한 식량위기 극복방안 (곽상수 KRIBB 책임연구원)
- 대한민국 식량안보 심포지엄: 세계 식량위기와 식량안보 강화 방안 (2022.7.20. aT센터)
- 글로벌 대전환과 식량안보 국제세미나 (2022.09.07. 웨스턴 조선포텔)
- 제1회 한국농업 미래혁신포럼: 과학기술과 농업혁신 (2022.10.20. 김대중컨벤션센터)
- 한림원탁토론회: 식량 무엇이 문제인가? (2023.4.13. 한국과학기술한림원)



2023. 1. 3.

**식량자급률 · 농식품 수출은 올리고!**  
**유통비용 · 농가 경영부담은 낮추고!**

- 식량자급률 상승 전환, 농식품 수출 100억 불, 아프리카 K-라이스벨트 구축, 온라인거래소 출범 등 2023년 농식품부 업무계획 보고 ~

낮은 곡물자급률(18.5%)에 대한  
언급은 없다!



◆ 식량안보, 미래성장산업화, 농가경영안전망, 새로운 농촌공간 조성 및 동물복지 강화의 4대 정책목표 달성에 주력

1 가루쌀·밀·콩 생산 확대로 하락하기만 하던 식량자급률을 상승세로 전환

# 국가 임무형 “식량” 에타 필요성 제기 !

## KISTEP 수요포럼 포커스

(제145회) 국내·외 식량수급 현황과 기술 대응전략

2022.5.11 수요포럼

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



# 제209회 한림원탁토론회: 우리 식량 무엇이 문제인가? (2023.4.13)

## Contents

### 이슈리포트

YouTube

제209회 한림원탁토론회

우리 식량 무엇이 문제인가?

주제발표1

식량정책 무엇이 문제인가



곽상수

한국생명공학연구원 책임연구원

**KAST** 한국과학기술원  
The Korean Academy of Science and Technology

## 기후위기 시대, 우리 식량은 괜찮은가?

**KAST** 한국과학기술원  
The Korean Academy of Science and Technology

2023년 8월 발간

안정적 식량 확보와 수급을 위한 정책방안 제언	03
<b>01 심각한 우리나라 식량안보의 현실</b>	05
곡물자급률이 18.5%로 추락한 이유	05
위험한 국가 식량안보지수	08
<b>02 우리나라 식량정책의 문제점</b>	09
국가 식량정책의 문제점	09
식량정책의 방향성	12
식량주권 확립을 위한 정책	12
<b>03 생명공학작물 개발 현황과 문제점</b>	14
생명공학품종 개발 현황	14
GM 작물의 경제적 효과	15
2017년 'GM작물개발사업단' 해체	17
<b>04 전문가 집단의 노력과 한계</b>	19
한국과학기술한림원의 노력	19
한국과학기술단체총연합회의 노력	20
한국식량안보연구재단의 지속적 노력	21
전문가 집단의 한계	21
<b>05 일본과 중국의 부러운 식량정책</b>	22
한·중·일 3국의 식량 지수 비교	22
부러운 일본의 식량정책과 시민의식	23
중국의 최우선 3농 정책	24
<b>05 맺음말</b>	26
구속력 있고 예산이 뒷받침되는 「(가칭)식량안보특별법」 제정을 제언한다.	26
농업혁신기술을 적극적으로 수용하여 생명공학작물 개발 및 실용화를 제언 한다.	27

# 유전자변형작물(GM작물/생명공학작물) 재배 현황

- 재배면적: 1.7Mha(1996)→190.4Mha (2022)
- 재배/수입국가: 29개국 재배, 42개국 수입 사용
- GM작물: 옥수수, 콩, 캐놀라, 쌀, 밀 등 32작물 514이벤트
- **GM market: 214 million \$ (global seed market 449 million \$)**



Golden rice



## European Commission Authorizes 3 GM Crops; Renews Authorization for GM Cotton

April 20, 2022



The European Union has authorized three genetically modified (GM) crops and also renewed the authorization for GM cotton used for food and animal feed. The three GM crops include alfalfa

# GM 작물의 효용성: 농약사용 저감과 생산량/농가소득 증대에 기여

- **미국과학한림원(NAS): GM 작물 재배 20년간 논문 분석(2016)**
  - 재배 GM작물: 인체와 환경에 위해성이 발견되지 않았음
- **GM 작물 49편 논문 경제성 분석 (2009)**
  - 168건 가운데 124건에서 수확량이 증가
- **방글라데시: 해충 저항성 GM 가지 (2020)**
  - 수확 20% 증가로 농가소득 22% 증가
- **중국: 제초제 저항성 GM 콩 (2022)**
  - 제초 비용 50% 줄이고 수량 12% 증가



## ■ 기후위기 대응 생명공학품종 상용화

- ※ 건조 내성 GM 옥수수 (몬산토) [DroughtGard Maize](#) 개발
- ※ 건조 내성 GM 밀 (미국 Bioceres) [HB4@ Wheat](#) 개발

# 광합성 효율 높은 GM 완두콩: 수확 33% 증가 (2021)

열 에너지로부터 자신을 보호한 직후에도 광합성 효율을 높일 수 있는 GM 콩  
# 모든 식물에 적용 가능 (고온 내성)

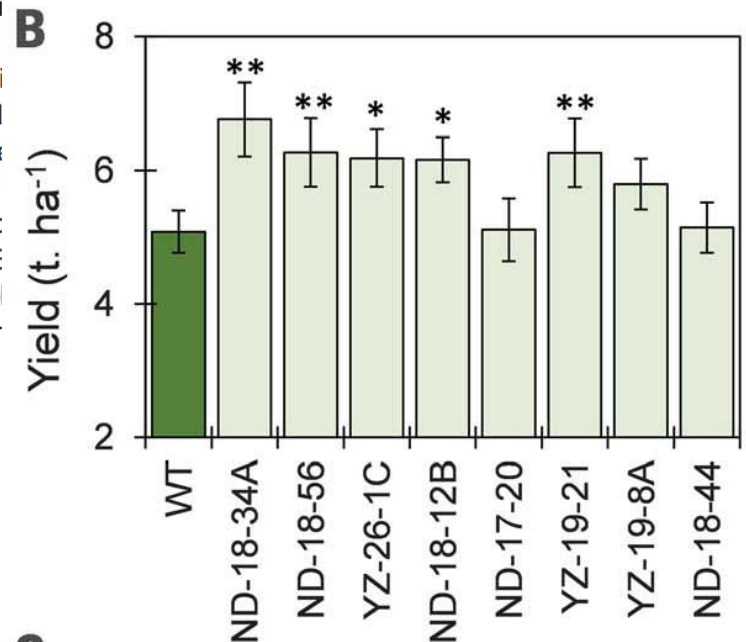


## PLANT SCIENCE

### Soybean photosynthesis and crop yield are improved by accelerating recovery from photoprotection

Amanda P. De Souza<sup>1</sup>, Steven J. Burges<sup>1,2</sup>, Lynn Doran<sup>1</sup>, Jeffrey Hanson<sup>1</sup>, Luvya Manukyan<sup>1</sup>, Nina Maryn<sup>3</sup>, Dhananjay Gotarkar<sup>2</sup>, Lau

Crop leaves in full sunlight dissipate damage continues after the leaf transitions to shade this adjustment increased photosynthetic efficiency. This adjustment can be translated to increased yield in a food crop? In field trials, photosynthetic efficiency in fluorescent protein transformation events increased by up to 30%. These events were unaltered. This validates increasing photosynthesis as a sustainable way to increase crop yield in support



# 2021년 GM작물 수입 현황

(생명연 바이오안전성정보센터 2022.4.26)

2020년 1,197만t (26억\$) → 2021년 1,115만t (34.6억\$/4조)

- 식품용 15.7% (175.5만t), 사료용 84.3% (939만t)

- 수입량은 7% 감소, 가격은 32% 상승

\* 가격상승 원인: 코로나19 팬데믹, 원자재가격 상승, 남미의 가뭄 등

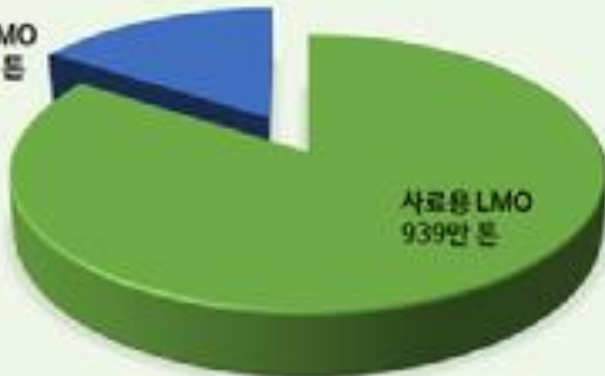
수입 국가: 브라질 47%, 아르헨티나 28%, 미국 ~10%

# 수입 국가와 협력하여 현지 적합형 GM작물 재배하여 수입도 고려!

biotech crop 개발을 위한 준비된 해외농업 R&D사업이 필요!

[2021년 12월 기준]

식품용 LMO  
175.5만톤

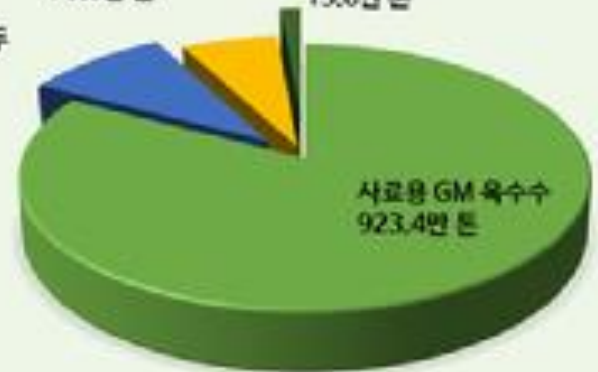


사료용 LMO  
939만톤

식품용 GM 옥수수  
70.0만톤

사료용 GM 면화  
15.6만톤

식품용 GM 대두  
105.6만톤



사료용 GM 옥수수  
923.4만톤

■ 국내 LMO 심사 현황: 7개 작물 총 186건 (미생물 7건 포함)

옥수수 93, 면화 30, 콩 29, 카놀라 17, 알팔파 5, 감자 2, 사탕무 1건

# 정부 주요 농생명연구개발사업

## ■ 과학기술부 21세기 프론티어연구개발사업 작물유전체기능연구사업단 (2001~2011년, 1,000억원) 농촌진흥청 협력사업

※ 광상수

- 발작물연구단장

- 분자유종연구단장

- 농림부장관 표창(2022) RDA추천

- 국무총리 표창(2006) RDA추천

- 과학기술훈장 혁신장(2017)

## ■ 농촌진흥청 바이오그린사업

- 바이오그린21사업 (2001~2010년, 3,234억원)

- 차세대바이오그린21사업 (2011~2020, 5,878억원)

- 바이오그린연계 농생명 혁신기술 개발 (2021~2022, 440억원)

## ■ 농촌진흥청 포스터게놈 다부처유전체사업 (2014~2021, 농진청 608억원)

- 농생명자원 유전체해독사업, 농림축산식품 바이오정보고도화 사업, 국제협력 공동연구

## ■ 농촌진흥청 차세대농작물 신육종기술개발사업단 (2020~2026, 760억원)

- 유전자편집 분야 (GMO제외)

## ■ 농림축산식품부 Golden Seed 프로젝트 (2012~2021, 4,911억원)

- 5개 사업단 (채소종자, 원예종자, 수산종묘, 식량종자, 종축)

# 농촌진흥청 차세대바이오그린(BG)21사업

## ■ 목표: 그린바이오기술 선진강국 도약

**2020년 세계 5위권 그린바이오기술 국가 진입** 및 지식기반 신농업 창출

## ■ 사업개요

- 사업기간: 2011~2020년 (10년, 3단계)
- 정부 투자액(2011~2020년): **5,878억원**
- 사업단 구성: 6개 사업단, 1개 연구단

\* 농생명게능활용, 식물분자육종, 동물분자육종, 시스템합성, 식의약소재, 동물바이오신약(17종료), 농업생명공학(연구단)

## ■ 주요내용: 원천기술, 농업적 활용 및 실용화 기술

## ■ 주요성과:

- 논문: SCI **5,291**편(6.4건/10억원당), 비SCI **450**편
- 산업재산권 : 출원 **3,068**건, 등록 **1,781**건(등록 예산 4.23억원/건)
- 유상기술이전: **697**건(투입액 **8.44**억원/건)
- 기술료: **15,664** 백만원

\* 국가연구개발 평균 : 논문 3.06건/10억원당, 투입 예산 대비(특허등록 6.17억원/건, 유상기술이전 19.24/건)임

## \* **본격적인 식량안보 R&D, 해외농업R&D 개념 부족 ?**

※ 농진청 KOPIA(해외농업기술개발사업): 베트남(2009) 등 개도국 20개국 설치, 본질적인 식량확보를 위한 해외농업으로는 역부족 !

# GM작물개발사업단 해체 (2017년)

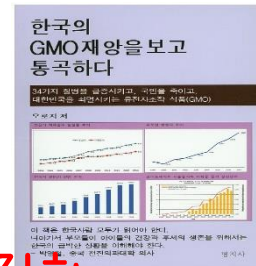
어떤 과정으로 누가 GM작물 개발을 포기하였는가 반드시 밝혀야 한다 !

## ■ 2017년 9월 1일: 농촌진흥청-반GMO전북도민연맹 협약서(5개 항목) 체결

1. 농촌진흥청은 GM작물의 생산을 추진하지 않는다.
2. 농촌진흥청은 2017년까지 GM작물개발사업단을 해체한다.
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.
5. 농촌진흥청은 위 사항을 정부와 국회 등에 보고하고 성실히 수행한다.

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

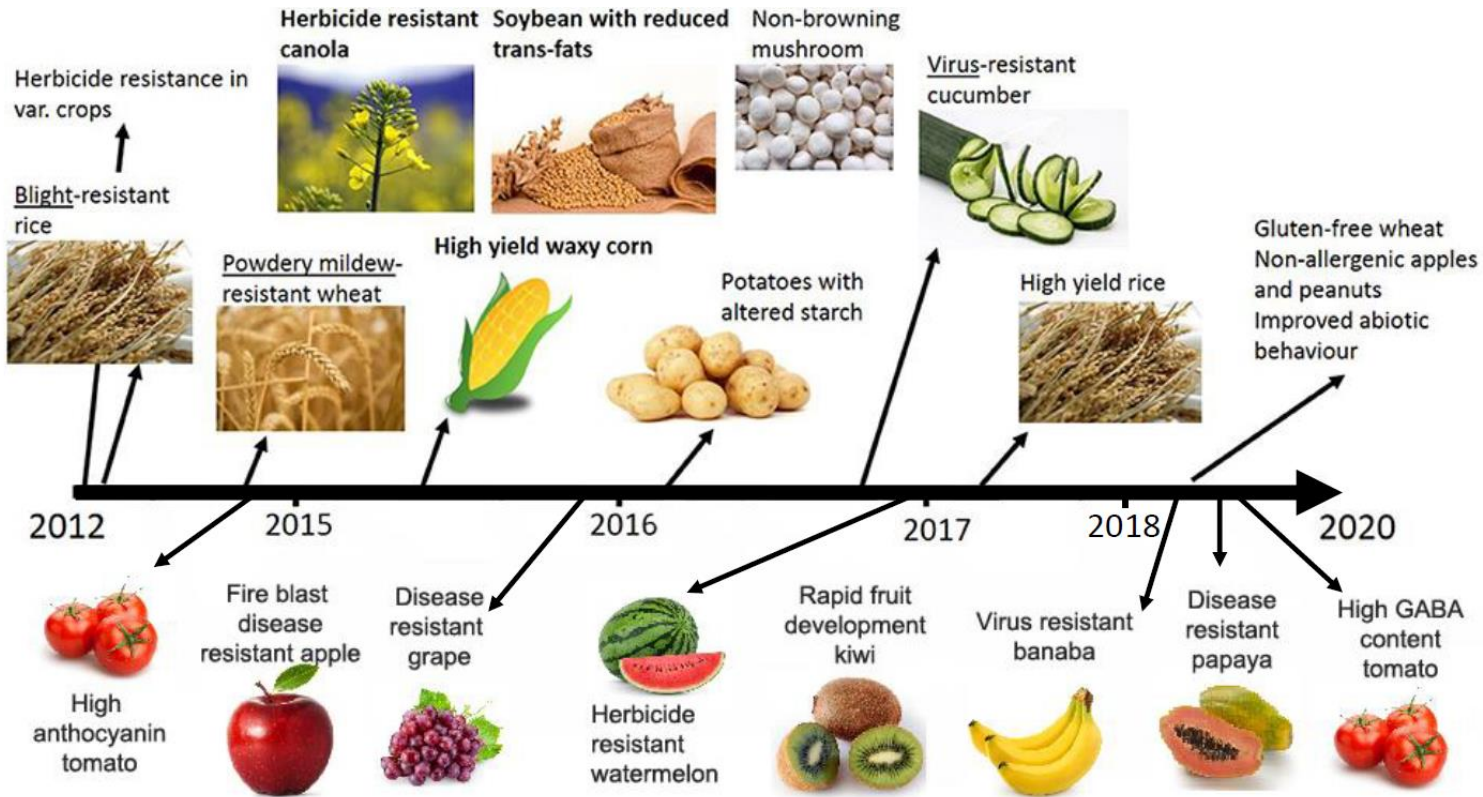
2017년 9월 1일



"유전자 변형 농작물 반대"...농촌진흥청 앞 대규모 집회 (2017.4.23)

"GM작물개발실용화사업단"이 "농생명공학연구단"으로 명칭변경

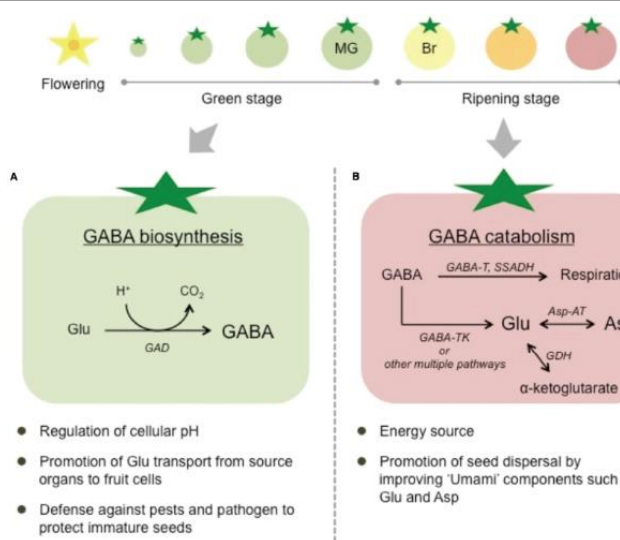
# 유전자교정(GE)작물 개발 동향



출처 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2018.00079/full>

- 흰가루병 저항성 밀(wheat): Nature Biotechnology 30: 390-392 (2012)
- 벼흰잎마름병 저항성 벼(rice): Nature Biotechnology 32: 947-951 (2014)
- 올레산 함량 증가 콩(soybean) 상업화 승인 (2019년, 미국): 지방산불포화효소 유전자 돌연변이
- 미국, 캐나다 등에서 심사없이 승인, 최근 EU도 재배 허용
- CRISPR 유전자가위기술: 2020년 노벨화학상

# GABA 고함유 유전자교정 토마토 상업적 판매 (2021)



## food to enter market

Sanatech Seed's Sicilian Rouge CRISPR-edited 'health-promoting' tomatoes reach consumers and may open the market to more genome-edited fruit, vegetables and even fish.

CRISPR-Cas9 technology is being used in the open market for the first time. Since September, the 'Sicilian Rouge' tomatoes, which genetically edited to contain high amounts of gamma-aminobutyric acid (GABA), have been sold direct to consumers in Japan by Tokyo-based Sanatech Seed. The company claims one meal of GABA can help support lower blood pressure and promote relaxation. In Japan, dietary supplements and foods enriched for GABA are popular among the public, says Hiroshi Otsuka, chief technology officer at Sanatech and a plant molecular biologist at the University of Tsukuba. 'GABA is a famous health-promoting compound in Japan. It's the vitamin 'C' of the veg. More than 400 GABA-enriched food and beverage products, such as bread, are already on the Japanese market, he says. 'That's why we chose this as our first target for our genome editing technology' he says.

Sanatech, a startup from the University of Tsukuba, first tested the appetite of consumers in Japan for the genome-edited fruit in May 2020, when it sent free seedling. CRISPR-edited tomato plants at about 4,000 home gardens who had requested them. Encouraged by the positive demand, the company applied for a license to sell fresh tomatoes in September and a month later took orders for seedlings for next growing season. Japan regulator approved the tomato in December 2020. Since its inception a decade ago, CRISPR-Cas9 genome editing has become a tool of choice for plant biologists. Researchers have successfully used it to develop non-brewing mushrooms, drought-tolerant sorghum and a host of other creative trials in plants. Many have received a green light from US regulators. But before Sanatech's tomato, no CRISPR-edited food crop was known to have been commercialized. Consumers may find food ingredients made with some of the older DNA editing techniques, such as transposon activation. But genome editing (CRISPR). Indeed, Cayot in 2019 commercialized a TILLY-edited version of his tree of tomatoes late. Genome editing tools have also been used to transform a host of ornamental plants. So it was only a matter of time before a CRISPR-edited crop reached the public. More interesting, however, is that the developer chose the high GABA trait as a first target. GABA is an amino acid and a neurotransmitter that blocks impulses between nerve cells in the brain. The molecule is found naturally in the human body and is also intricately present in plants, animals and microorganisms, as well as in food. It can be synthesized by fermenting food and has been developed as a nutritional supplement in some regions. Sanatech researchers increased the amount of GABA in tomato by manipulating a metabolic pathway called the GABA shunt. There, they disabled a gene that encodes gamma-aminobutyrate transaminase (GABA-T). Removal of GABA-T enzyme increased activity of the enzyme glutamate decarboxylase, which catalyzes the decarboxylation of glutamate to GABA, thus raising levels of the molecule. Sanatech has been careful not to claim that its tomato therapeutically lowers blood pressure and promotes relaxation, instead,

the company implies it, by advertising that consuming GABA, generally, can achieve those effects and that its tomato contains high levels of GABA. This has raised some eyebrows in the research community, given the paucity of evidence supporting GABA as a health supplement. To support the blood pressure assertion, Sanatech cites two human studies a 2003 paper on the effect of consuming fermented milk containing GABA and a 2015 report of the effects of GABA, vinegar and citrus foods. Both studies were conducted in people with mild hypertension and showed blood pressure-lowering effects. But the papers lack good control groups, and the effects in the experimental groups could be explained by factors other than GABA, says Martin Jorgens, a molecular cell biologist at Wageningen University & Research in the Netherlands, who studies the effects of plant compounds on human nutrition. 'There's no consensus' on the health benefits of consuming GABA, but evidence that it can cross the blood-brain barrier and reach the central nervous



## GMO에 대한 학습효과로 과학계의 철저한 준비의 결과!

Sanatech Seed's CRISPR-edited 'health-promoting' tomatoes reach consumers and may open the market to more genome-edited fruit, vegetables and even fish.

- GABA의 함량을 4~5배 높인 토마토, 2021년초 재배 허가를 받았고 2021년 9월 지난달 시판: 불안과 스트레스 해소, 집중력 강화, 비만 및 성인병 예방
- 텃밭용 GEO 토마토: 모종 네 개체가 들어있는 세트 가격이 8250엔(약 9만 원)(인터넷판매)
- 일본에서 무엇보다도 일반인 대상 GEO 작물 판매까지 별 반발 없이 이뤄진다는 게 놀랍다!

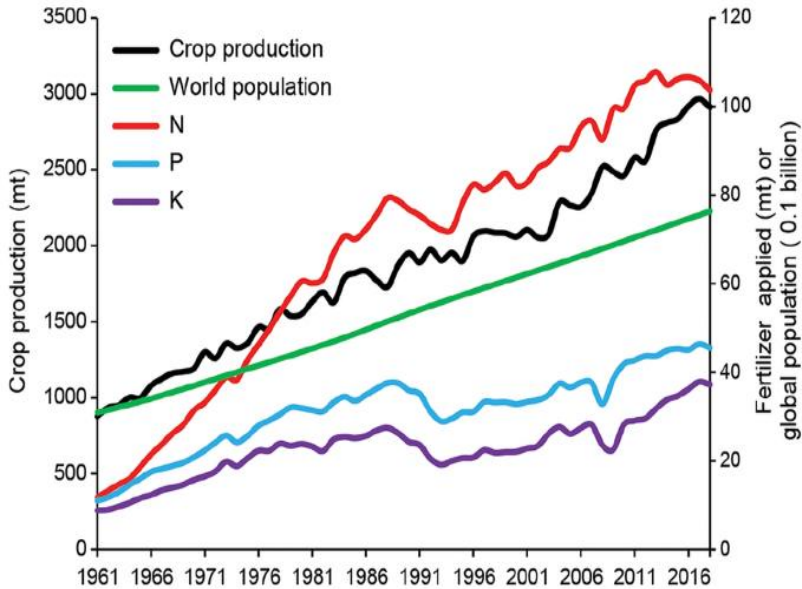
## 일본학술회의: NPBT 현황과 문제 보고서(2018년)

<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140826.pdf> (74쪽 분량)

# 공기 중 질소를 고정하는 유전자교정(GE) 벼 (2022)

## # 모든 작물에 적용이 기대됨

**질소비료 (Haber-Bosch공정)**  
350°C 이상, 250~300 bar 이상



**화학비료: 세계 온실가스 배출량의 2.5% 이상**

2010년: 약 13억 톤, 2050년: 약 17억 톤 배출 전망

**질소(N)비료: 온실가스(아산화질소, 대기), 환경오염(수계)**

Plant Biotechnology Journal

Open Access

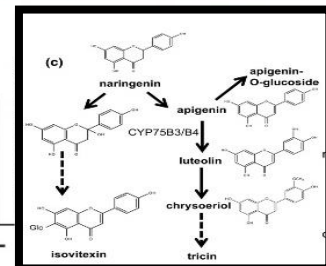
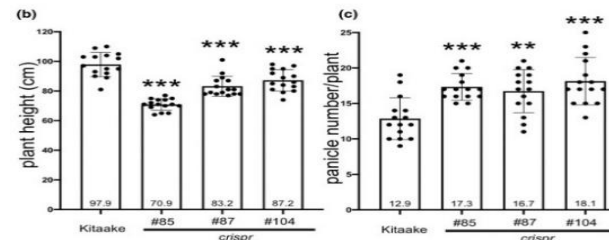


Research Article | Open Access | CC BY-NC-ND

### Genetic modification of flavone biosynthesis in rice enhances biofilm formation of soil diazotrophic bacteria and biological nitrogen fixation

Dawei Yan, Hiromi Tajima, Lauren C. Cline, Reedmond Y. Fong, Javier I. Ottaviani, Howard-Yana Shapiro, Eduardo Blumwald

First published: 23 July 2022 | <https://doi.org/10.1111/pbi.13894>



# 농업혁신기술/생명공학품종 적극 도입해야

## 1. 유전자변형작물(GM 작물)

- 1996년 이후 29개국 190.4Mha에 GM작물 재배(2019), 수량과 환경에 유리
- 미국과학한림원 등 상용화 GM작물은 인체/환경에 안전하다
- 우리는 지나친 인체/환경영향평가 규제로 재배가 허가된 GM작물은 없다  
(수입 곡물의 대부분은 GM작물)

## 2. 유전자편집/교정작물(Gene Editing Crop)

- EU: GM작물과 달리 non-GM작물로 인정
- 일본: GABA 토마토 상업적 판매 승인(2021)
- 중국: 유전자편집작물 승인에 관한 예비 지침(규제 완화) 발표(2022.1.24)
- 한국: “유전자변형생물체법” 개정안 (산업통상자원부 2021.6 공고)
- ※ 한국은 유전자교정생물체도 새로운 유전자변형 생물체로 규정
- ※ EU · 미국 · 일본 적극 투자하는데 한국만 규제

## ■ 생명공학작물 (Biotech Crop)은 선택이 아니라 필수 !

- 기후변화 대응 재해 내성 작물
- 질병예방 등 기능성 강화 작물 등

# 한중일 식량 관련 지표 비교

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

출처, 기후위기 시대, 우리 식량은 괜찮은가? (한국과학기술한림원 이슈리포트, 2023)

# 일본의 해외농업 사례 (1970년대부터)

## ■ 농업협동조합 전노(全農, JA)의 미국 콘 벨트 진출

- 1970년대 초부터 해외곡물유통망 건설을 계획
- 1979년 미국 뉴올리언스항에 곡물 엘리베이터 착공, 1982년 준공
- 1988년 CGB를 인수(전노 50%, 이토추상사 50% 합작)하여 미국 내륙과 미시시피강 유역의 엘리베이터를 확장

## ■ JICA 주도의 브라질 농업개발 프로젝트 성공

- 1973년 미국 대홍년으로 미국이 일본 콩 수출 금지를 계기로 가축 사료용으로 미국 콩 수입에 의존한 일본은 큰 충격
- 1974년 수입선 다각화를 위해 JICA(일본국제협력기구) 창립
- JICA 주도로 1979~2011년 대규모 농업개발 프로젝트
  - \* 브라질 세하두(Cerrado)지역에서 추진 (민관협력 형태로)
  - \* 총 33만4천 ha의 콩재배면적 확보
- 일본과 브라질의 협력으로 브라질이 세계 주요 콩 생산국으로 등장

- 일본은 2007년 기준 해외에서 직간접적으로 생산하는 농작물 경지면적이 자국 내 경지면적의 3배에 달하는 1,200만 ha에 달함 (식량자주률: 100% 이상)

# 일본의 식량안보 위기 대응시스템

## ■ 유사시 식량안전보장 매뉴얼

\* 유사시: 일본에서 대 흉작, 수출국에서 대 흉작 및 수출규제, 수출국에서 돌발사건/사고 등에 의한 무역혼란 등

- 2000년 3월 농림수산성이 처음 결정 (2005년 12월 27일 개정)

### - 식량위기 레벨 설정의 판단기준

레벨 0: 특정 품목의 수급이 긴박하여 식생활에 중요 영향을 발생할 가능성이 있는 경우

레벨 1: 특정 품목의 공급이 정상시의 2할 이상 하회할 우려가 있는 경우

레벨 2: 국민이 최저한도 필요로 하는 열량(1인 1일 2,000kcal) 공급이 곤란할 경우

### - 정부차원의 대응과 민간부문 및 개인의 행동지침을 결정

\* 유사시 골프장을 발작물(고구마 등) 재배 가능

## ■ 일본의 식량안보 긴급상황 발생시 5가지 대책

- 1) 대책실시를 위한 체재정비, 2) 정보수집/분석/제공체계 강화, 3) 공급의 확보대책, 4) 가격유통의 안정대책, 5) 기타 대책

# 2023년 중앙 1호 문건, ‘농업 강국’ 건설 채택

## (中國共產黨과 國務院)

□ 올해 중앙 1호 문건에서 처음으로 ‘농업 강국(強)’ 건설 가속화 강조(2023.2.14)

### ○ 2004년부터 올해까지 20년 연속 삼농(농업·농촌·농민) 관련 내용을 채택

- 기존과 동일하게 ‘농촌 진흥’을 중점 사업으로 선정하고 식량 및 중요 농산물의 안정적 생산·공급 보장을 강조
- 중국공산당 제20차 당대회에서 ‘농업강국’ 실현 목표 발표 이후 올해 처음으로 ‘농업 강국’ 용어를 중앙 1호 문건에 포함

### # 1호 문건 중점과제 (2023)

1. 안정적 생산과 공급
2. 농업 인프라 건설 강화
3. 농업 기술·장비 지원 강화
4. 빈곤퇴치 성과 확대
5. 농촌 산업의 고품질 개발 촉진
6. 농민의 소득 증대
7. 살기 좋은 마을 건설
8. 당 주도 농촌관리체계 개선
9. 정책 보장 강화와 제도 및 메커니즘 개선

※참고: 농업 분야 국가 중점 실험실(일부)

▶ 농업 실험실은 주로 국내 중요 농작물, 농업 미생물, 가축(가금류) 생명공학의 발전을 위한 기술을 제공하고 중국 농업 생명공학 수준을 대표하는 연구기지, 생명공학 고급인재 양성기지, 국내외 학술교류센터로 구성

구분	농업 분야 국가 중점 실험실	소속
1	농업 바이오 국가 중점 실험실	중국농업대학교, 홍콩중문대학교
2	식물학 및 생물화학 국가 중점 실험실	중국농업대학교
3	동물 영양학 국가 중점 실험실	중국농업과학원, 중국농업대학교
4	작물 유전학 국가 중점 실험실	중국농업대학교
6	목화 생물학 국가 중점 실험실	난징농업대학교
7	곡식(벼, 쌀) 생물학 국가 중점 실험실	중국수도연구원, 절강대학교
8	아열대 농업생물자원 보호 국가 중점 실험실	광시대학교, 화난농업대학교
9	산림 유전학 및 육종 국가 중점 실험실	중국림업과학연구원, 농복농림대학교
10	작물 생물학 국가 중점 실험실	산둥대학교

\* 출처: [https://mp.weixin.qq.com/s/c7v9naSGLtM3XE\\_5gmA18Q](https://mp.weixin.qq.com/s/c7v9naSGLtM3XE_5gmA18Q)

### ○ 확고한 농지보존법: 1억2천만ha (우리나라 155만ha의 77배), 생태공원을 농지로

중국공산당과 (성)정부의 공동책임제!

# 중국 GM 콩, GM 옥수수 재배: 성과 (2022)

# 중국: 2016년 다국적 농생명공학 기업 "신젠타" 매입  
: 430 billion US\$ (약 55조원)

## GM Soybean & Maize Industrialization in China (2022. 1)



제초제 처리 1회: 95% 이상 제초 효과  
- 제초 비용 50%, - 수량 증가: 12%

CHEMCHINA  
中国化工集团公司  
China National Chemical Corporation



### 신젠타는 어떤 기업

- 유럽의 농업·화학·생명공학기업
  - 노바티스와 제네카의 농화학부문 합병으로 탄생
  - 농업용 화학약품 세계 1위
  - 종자·생명공학 세계 3위
- 본사 : 스위스 바젤
- 회장 : 미셸 드마레
- 연매출 : 151억달러(2014년)
- 직원 : 2만8000명

syngenta

# 해외 주요국의 곡물비축제도 사례

## 1. 일본 공공비축제도

- 쌀 공공비축제도: 1995년부터 시행, 150만 톤 설정
- 사료곡물 비축제도: 1975년부터 시행, 2개월 분량 (업체와 국가가 각 1개월 분량)
- 밀 비축제도: 1965년부터 시행, 수입 밀 수요량의 2.3개월 분량

## 2. 중국 식량비축제도

- 1990년 쌀과 밀에 대해 국가식량비축제도 도입
  - \* 중앙정부비축: 국무원 산하 국가식량비축국에서 (1년 분 비축)
  - \* 지방정부비축: 식량 주산지 3개월 이상, 식량주소비지 6개월 이상 비축
- 2000년 중앙비축식량관리총공사 설립

3. 홍콩의 쌀 비축제도: 최소 15일 소비분량, 수입량의 17%를 의무 비축

4. 싱가포르 쌀 비축제도: 1990년 제정, 백미의 사전 확약 수입물량 50만 톤

5. 노르웨이 공동비축제도 : 식용 6개월 분량, 사료용 3개월 분량

출처, 요셉의 지혜: 한반도 식량비축 계획 (이철호 외 식안연,<sup>45</sup>2019)

# 식량안보 구축을 위한 농업혁신정책 제언

## 1. 법적 효력이 있는 국가농업 중장기 R&D 로드맵 구축

- 글로벌 식량수급을 심도 있게 예측하여 국가 식량자급률 목표치를 재설정하고 목표치 달성을 위한 인력양성, R&D예산, 해외농업전략 등 TRM을 수립
- 최종적으로 예산이 보장되는 **국가 식량안보법(가칭), 식량영향평가법(가칭), 해외농업촉진법(가칭)** 등을 입법화가 필요함.
- 유사(비상)시 식량수급방안도 수립해야 함

## 2. 농업혁신기술을 적극적으로 수용, 개발 및 활용

- 전략적 GMO작물 개발 (기후변화/고령화 대응, 난치병치료 등)
- **유전자가위 등 신육종기술(NBTs) 개발에 적극 대응**
- **ICT/4차산업혁명기술을 농경지(식량작물)에 적용토록 연구**

## 3. 해외농업 기술개발 전략 수립

- 권역(지역)별 해외농업 특화사업단 설립 및 장기적 지원
- **日本の 해외농업을 참고하되 차별화 된 전략 수립 (대상지역, 작물 종류 등)**

## 4. 곡물비축시스템 구축 (탄소중립: 저장성/유통성 향상 기술 개발이 필요함)

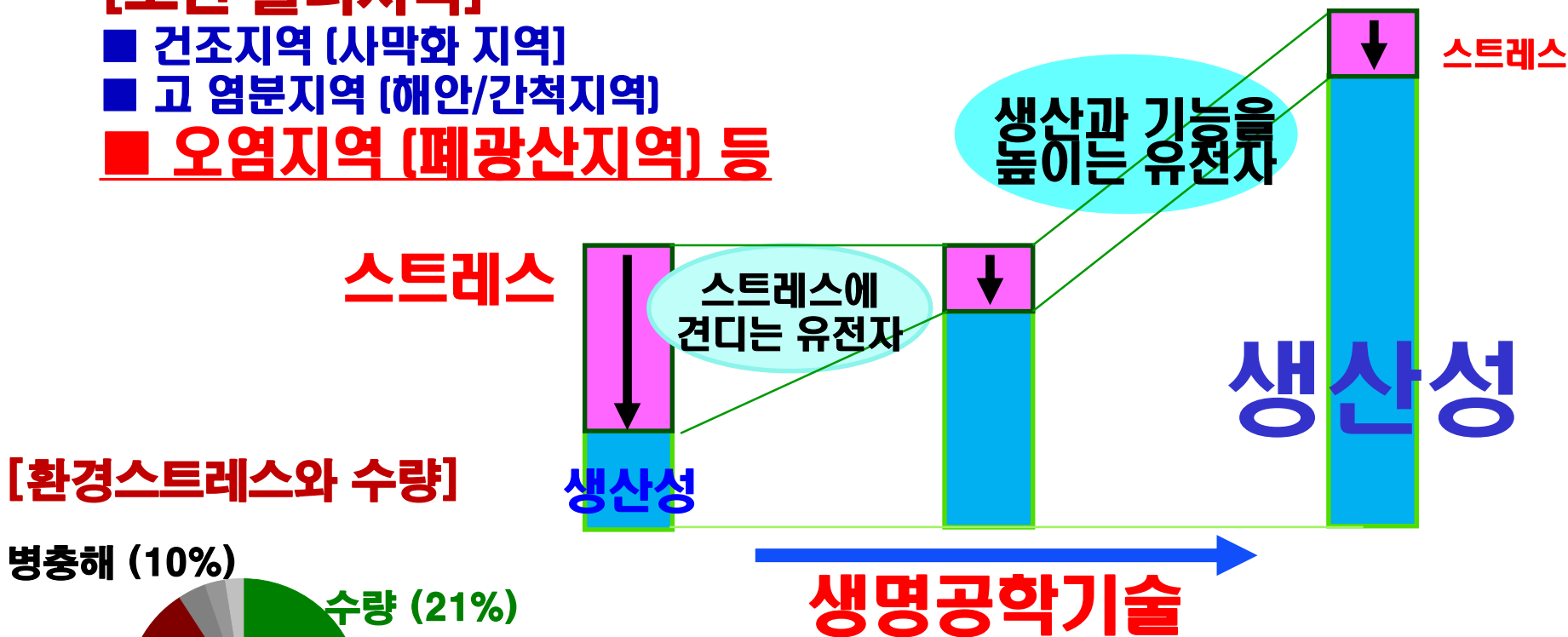
# 해외농업 R&D 전략 제언

- 1. 법적 효력(예산) 있는 국가 해외농업 증장기 R&D 로드맵 구축**
  - 국가 농업 R&D 정책에서 해외 농업을 비중 있게 취급
  - **“식량안보 특별법”**과 연계한 실효성 있는 해외농업촉진법(가칭) 등
- 2. 지역별 해외농업 (가칭)특화사업단 설립**
  - 농업 R&D의 일정규모 (예, 20% 이상) 투자
  - 동북아시아, 중앙아시아, 동남아시아, 중동/북부아프리카 지역 등
  - **지역별 맞춤형 전문인력 육성**, 지속 가능한 증장기계획 (최소 5년 + 5년 + 5년....)
- 3. 해외지역 적합형 생명공학(GM, GE)품종 공동개발**
  - 남미(브라질, 아르헨티나 등): GM작물 (수입 곡물의 65%) 수입 국가
  - 중앙아시아(카자흐스탄 등) 등 척박한 토양
  - 처음부터 상대국 연구기관과 협력연구 (상생 전략)
- 4. 일본의 해외농업을 참고하되 차별화 된 전략**
  - 대상 지역 차별화, 첨단 생명공학작물 개발, 해당 국가와 상생 전략 등
  - **조건 불리지역 (사막화 지역, 오염지역 등)에도 관심**

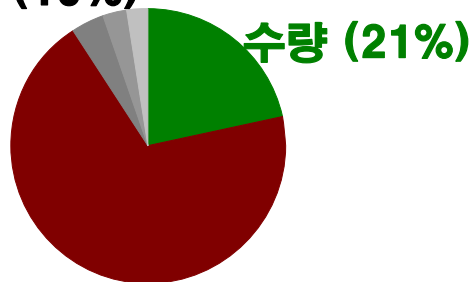
# 2050년 97억 인구 누가 책임질 것인가? 글로벌 조건불리지역 식물생명공학기술이 대안이다!

## [조건 불리지역]

- 건조지역 (사막화 지역)
- 고 염분지역 (해안/간척지역)
- 오염지역 (폐광산지역) 등



병충해 (10%)



**환경스트레스 (69%)**

From J.S. Boyer (1982) *Science* 218: 443-448.

# 조건 불리지역 대상 산업식물 (예시)

산업식물 종류	주요 용도	비고
<b>고구마</b> <i>(Ipomoea batatas)</i>	- 식량 (건강식품, 사료) - 산업소재 (전분, 주정, 에탄올, 향산화물질 등)	• <b>KRIBB: 최고기술 보유?</b> • 최고의 건강식품 • 조건 불리지역 산업용식물
<b>알팔파</b> <i>(Medicago sativa)</i>	- 토양피복 - 고단백 사료작물	• 고단백질 사료작물 • 심근성 뿌리
<b>포플러</b> <i>(Populus spp.)</i>	- 방풍림 조성 - 바이오매스 자원	• 재해에 강함 • ha당 연간 17톤 생산가능



# 왜 “고구마” 인가?

- **전분작물 가운데 단위면적당 탄수화물생산량(부양능력) 최고**
  - 단위면적당 부양능력이 벼보다 1.6배, 옥수수보다 3.8배 (2002 일본농수산성)
  - 단위면적당 탄수화물 생산이 가장 높다 (옥수수보다 2.3배) (2008 미농무성)

- **척박한 토양(marginal land)에 가장 적합한 산업작물**
  - 사막화 지역, 간척 지역, 오염지역 등 수량 보장
  - 북한 식량문제는 고구마가 대안입니다!

- **최고의 건강식품**
  - 항산화물질, 식이섬유, 칼륨이 풍부 (CSPI 2007)
  - 노화방지, 변비/당뇨/혈압상승 예방 (면역력 강화) 등

- **최고의 탄소중립 작물**
  - 고위도 지역: 화학농약과 비료를 거의 사용하지 않음 (준 유기증)
  - 지하부/지상부 모두 이용할 수 있음
  - 도시농업 (자투리땅, 건물 옥상 등)에 최적

- ※ **재배조건: 서리(frost)가 내리지 않는 기간이 120일 이상이면 OK!**
- ※ **위도가 높을수록 병충해가 적고 가을철 밤낮의 기온 차가 커 수량이 높다!**



# 고구마의 재평가: 21세기 최고의 산업식물

## 최고의 건강식품, 척박한 땅이 적합한 전분작물: **항산화물질 고함유**

[한국생명공학연구원: 1994년부터 고구마 항산화 연구]

### Ten Super Foods For Better Health!

[고구마 성분]

1. 탄수화물
2. 항산화물질
3. 식이섬유
4. 칼륨 등

[kg당 가격]

- 고구마: 약 4\$
- 쌀: 약 2\$
- 감자: 약 2\$

#### 1. Sweetpotato

Sweet potatoes are nutritional superstars. They're loaded with carotenoids, and are a good source of potassium and fiber. Toss sweet potato wedges with a bit of olive oil and roast until tender and lightly browned. Sprinkle with a spice or two, such as cinnamon or chili.

#### 2. Mangoes

About a cup of mango supplies 100% of a day's vitamin C, one-third of a day's vitamin A, a decent dose of blood-pressure-lowering potassium, and 3 grams of fiber. Bonus: mango is one of the fruits least likely to have pesticide residues.

#### 3. Plain Greek Yogurt

Fat-free (0%) unsweetened greek yogurt has a pleasant tartness that's a perfect foil for the natural sweetness of berries, bananas, or your favorite whole-grain cereal. It's strained, so even the 0% fat versions are thick and creamy. And the lost liquid means that the yogurt that's left has twice the protein of ordinary yogurt (but less calcium)—about 15 grams in 5 ounces of plain 0% greek yogurt.

#### 4. Broccoli

It's loaded with vitamin C, carotenoids, vitamin K, and folate. Steam until it's bright green and just tender. Add a sprinkle of parmesan cheese and a spritz of fresh lemon juice.

#### 5. Wild Salmon

Fatty fish like salmon, which are rich in omega-3 fats, may help reduce the risk of heart attacks and strokes. And wild-farmed salmon.

#### 6. Oatmeal

Whether it's quick, old-fashioned, or steel-cut, oatmeal makes a hearty whole-grain breakfast. Each ½ cup (dry) of plain rolled oats has 4 grams of fiber, and roughly half is the soluble kind that helps lower cholesterol. Top your cooked oatmeal with toasted almond slivers and bananas instead of sugar or salt. Or try diced apple with cinnamon and raisins, or diced pear with walnuts and nutmeg.

#### 7. Garbanzo Beans

All beans are healthy beans. They're rich in protein, fiber, copper, folate, iron, magnesium, potassium, and zinc. But garbanzos stand out because they're so versatile. Look for no-salt-added varieties in cartons. Add a handful to your tossed salad, or stir them into your vegetable stews, curries, and soups.

#### 8. Watermelon

Watermelon is a heavyweight in the nutrient department. A standard serving (about 2 cups) has one-third of a day's vitamins A and C, a nice shot of potassium, and a healthy dose of lycopene for only 90 fat-free, salt-free calories. And when they're in season, watermelons are often locally grown, which means they may have a smaller carbon footprint than some other fruits.

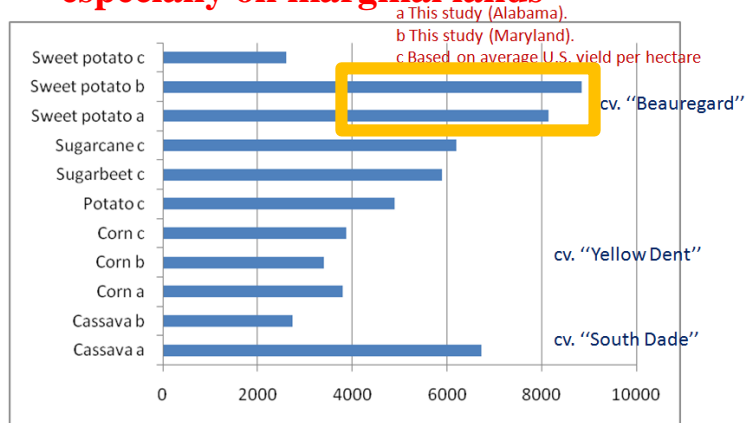
#### 9. Butternut Squash

Steam a sliced squash or buy peeled, diced butternut squash that's ready to go into the oven, a stir-fry, or a soup. It's an easy way to get lots of vitamins A and C and fiber.

#### 10. Leafy Greens

Don't miss out on powerhouse greens like kale, collards, spinach, mustard greens, and Swiss chard. These stand-out leafy greens are loaded with vitamins A, C, and K, folate, potassium, magnesium, calcium, iron, and fiber. Sauté in a bit of olive oil with minced garlic and season with ground black pepper and red wine vinegar.

※ Sweetpotatoes can yield 2 ~ 3 times higher fuel ethanol than field corn  
 → Sweetpotato: Best starch crop especially on marginal lands

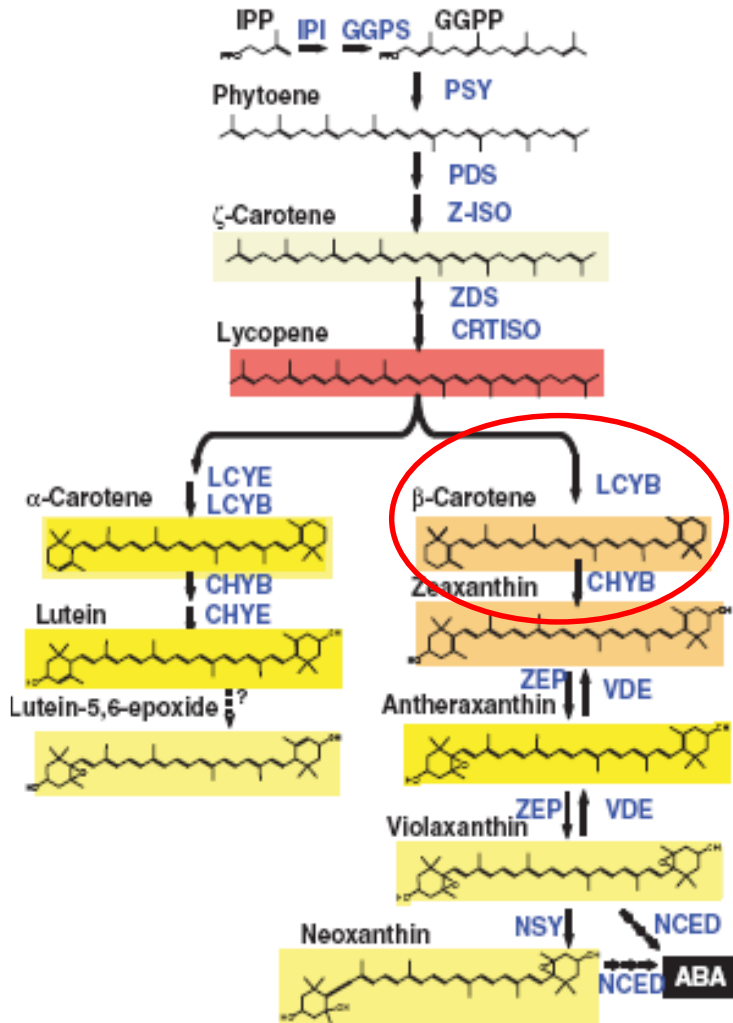


※ USDA (미국 농무성) (2008)

Ziska LH et al (2009) Biomass and Bioenergy 33: 1503-1508

※ Center for Science in the Public Interest (CSPI) (2007, 2016) 미국공익과학단체 (식품영양운동단체)

# 카로티노이드 (Carotenoids)



## ■ 카로티노이드 기능:

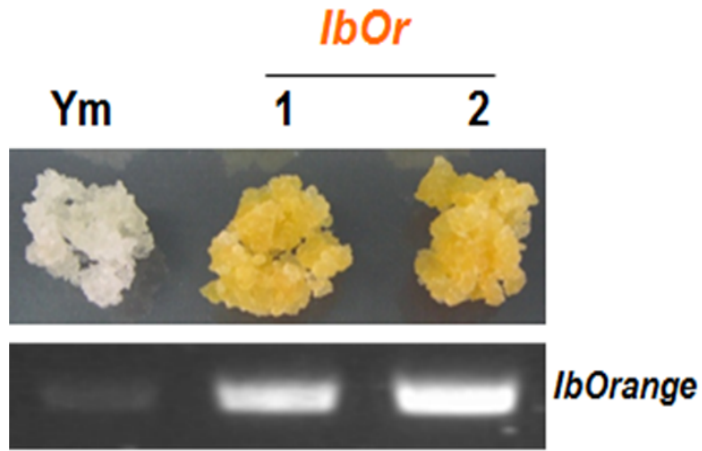
- 광합성 보조 색소 (모든 식물에 존재!)
- 강한 빛 등 산화스트레스의 보호 작용
- 식물건조호르몬 ABA의 전구물질
- ※ 가을철 단풍 색깔 물질 (노랑, 빨강, 자색 등)

- 비타민A의 전구물질
- 질병(암, 당뇨 등), 눈(야맹증) 등 예방

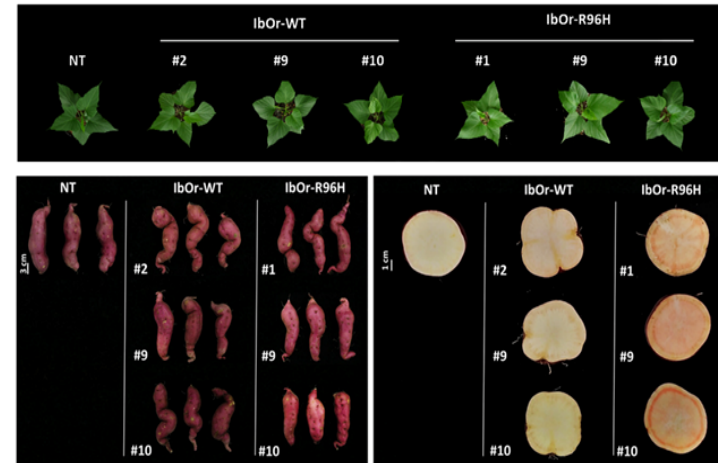
## ※ 식물의 대표 카로티노이드:

- **Lycopene (리코펜):** 토마토, 수박 등
- **Lutein (루틴):** 식물 잎 (고구마 등)
- **β-Carotene:** 고구마, 호박, 당근 등

# 오렌지 유전자 개량 (*IbOrR96H*) 황금 고구마



흰색고구마  
배양세포    형질전환1    형질전환2



품종: Xushu 29 (흰색계열)  
내몽고 등 고위도 적응 품종

- NT: 비형질전환 고구마 식물체
- *IbOr*-WT: *IbOr* 과발현 형질전환 고구마 식물체
- *IbOr*-R96H: *IbOr*-R96H 과발현 형질전환 고구마 식물체

※ KBS뉴스광장 (2017.6.24) [고온과 가뭄에 견디는 식물 유전자 찾았다](#)

※ KBS뉴스광장 (2021.2.8) [항산화 성분 짝 찬 '황금 고구마' ...사막화지역에도 재배 가능](#)

# Korea-China Biotechnology Joint Research Center to Combat Desertification 한중사막화방지생명공학공동연구센터

- **August 2008:** MEST/Korea and MOST/China exchanged MOU statements on S&T cooperation in the field of combating desertification during the Seoul summit meeting between two countries.
- **December 2008:** KRIBB/Korea and ISWC/China exchanged MOU statements on biotechnology collaboration research to combat desertification.
- **November 2009:** MEST/Korea and MOST/China agreed to establish the BJRC to combat desertification.
- **October 2011:** International Symposium on Agroforestry Biotechnology to Combat Desertification during UNCCD COP10 at Changwon, Korea.

**생명공학기술을 이용한 사막화 방지사업은 기후변화 대응, 생물다양성 보존 및 식량, 바이오 에너지를 확보하는 블루오션이다 !**



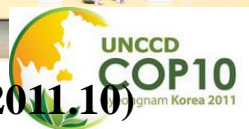
Summit meeting (2008.8)



KRIBB-ISWC (2008.12)



Int. Symposium (2011.10)



# 내몽고 쿠부치사막 고구마 시범재배

2018년: 3 ha 고구마 재배 (CAAS 고구마연구소, 한중미래숲 협력)



중국농업과학원 고구마연구소 (2012 MOU)



# 한중일 고구마 연구협의회 (TRAS)

- **Trilateral Research Association of Sweetpotato (TRAS)** was established on September 18, 2012 during the 5<sup>th</sup> China-Japan-Korea Sweetpotato Workshop (Jeju, Korea)

- **Roles on the basis of TRAS Regulations:**

- Biennial sweetpotato workshop
- Collaboration on research
  - \* **Launching whole sweetpotato genomic sequencing**
  - \* **Promoting sweetpotato R&D collaborations**
  - \* **Exchanging new information on sweetpotato research & technologies**
- An international sweetpotato research association etc.



- **Organization:**

- **President: Dr. Ma Daifu (SRI/CAAS)**
- **Secretary-General : Dr. Kwak Sang-Soo (KRIBB)**
- **Steering committee: 14 (China 5, Japan 4, Korea 4 and Liaison Scientist at CIP Beijing Liaison Office)**
- **Members: sweetpotato workshop participants**

## ■ 7<sup>th</sup> Trilateral Sweetpotato Worksho (October 2016, China)

7th China-Japan-Korea International Sweetpotato Workshop  
第七屆中日韓國際甘薯學術研討會

October 10-14, 2016 Jinan, China  
2016年10月10-14日 中國·濟南



## ■ 8<sup>th</sup> International Sweetpotato Symposium (September, 2018 RDA/Korea)



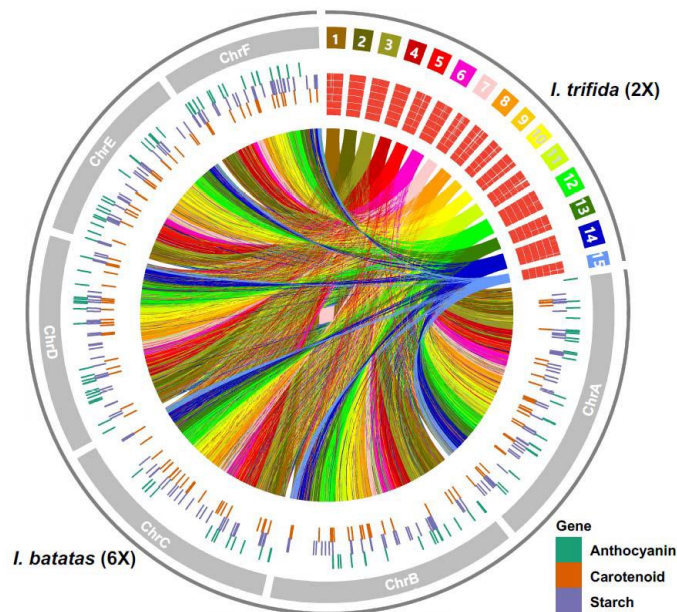
# TRAS(한중일) 컨소시엄 고구마 유전체 완전 해독

## Haploid-resolved and chromosome-scale genome assembly in hexa-autoploid sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) (China/Japan/Korea TRAS Sweetpotato Genome Sequencing Consortium)

한국 연구비: 농촌진흥청 다부처유전체사업

연구기관: 국립농업과학원, 한국생명공학연구원

**bioRxiv** preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2022.12.25.521700>;  
this version posted December 25, 2022.



**Sweetpotato  
(cv. Xushu 18)  
- Hexaploid  
- ca. 2.7 Gb**

Category	Index	<i>I. batatas</i>
Gene	Gene count	175,633
	Maximum gene length (bp)	169,642
	Minimum gene length (bp)	75
	Average gene length (bp)	3,136.46
	Total gene length (bp)	550,865,675
	Genome coverage (%)	18.95
	Exon	Exon count
	Exon count per gene (bp)	4.36
	Average exon length (bp)	236.41
	Total exon length (bp)	181,148,040
	Genome coverage (%)	6.23
Intron	Intron count	590,613
	Average intron length (bp)	625.99
	Total intron length (bp)	369,717,658
	Genome coverage (%)	12.72

# 카자흐스탄에서 고구마 성공적 시범재배 (KRIBB)

- KZ생명공학연구소, KZ식물생명공학연구소 (2013.MOU)와 협력
- KZ남부지역: 41 ton/ha (우리 평균 생산량의 2배 이상 생산 기대)



Cultivars	Yield capacity, ton/ha			
	Akmolinskaya region	Karagandinskaya region	South Kazakhstan region	Almatinskaya Region
K-2	17.6	18.0	-	-
K-5	29.3	28.9	-	-
K-10	28.7	29.6	-	-
K-12	-	-	32.1	33.3
K-13	-	-	33.3	32.6
K-14	-	-	38.1	35.6
<b>K-20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>41.1</b>	<b>38.0</b>
P-1	17.9	17.3	-	-
P-2	29.4	26.1	-	-
F	-	-	31.8	20.1

**고구마 (현재):**  
KZ 중금속  
오염토양  
복원



## 2018년: 1.5 ha 고구마 재배

- 카자흐스탄 국영방송(KHABAR 24)에 3회 소개 (2017, 11/3, 11/17, 12/25)
- 중앙아시아 농업협력: 고구마를 중심으로 (10/17, 전문가칼럼)

# 환경일보 25주년 기획특집:

## 환경살리고 사람살리는 '고구마' 를 캐다



김익수박사

환경일보편집대표

- 1회: 2050년 90억 인구 무엇을 먹어야 하나 (2018.7.18.)
- 2회: 세계 최대의 고구마 생산기지 **중국**이 된다 (2018.7.19.)
- 3회: 환경·식량 두 마리 토끼 잡는 **쿠부치 사막**의 고구마 (2018.7.20.)
- 4회: 유목 기반의 **카자흐스탄**, 고구마로 평균수명을 늘린다 (2018.7.23.)
- 5회: 21세기 식량위기 구원투수 고구마 '준 완전식품' 고구마 (2018.7.25.)



중국내몽고 쿠부치사막화 지역(6/14, 8/14) 카자흐스탄 알마티지역 (8/16)

# 고구마 북방로드 개척



- 조건불리지역: 건조지역, 고 염분지역, 오염지역 (폐광산지역 등)
- 대상지역: **북한, 중국서북부, 카자흐스탄 남부, 터키, 중동, 알제리 등**

# '기회의 땅' 조건불리지역에서 **블루오션**을 캐자!



# 짐 로저스 (1942~ ): 상품투자의 귀재

## ■ 퀴텀펀드 창업(1969-1980): with 조지 소로스

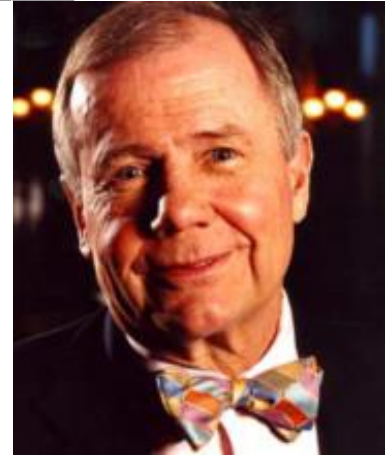
- 12년간 수익률 3,365%

\* 1990-1991 22개월간 52개국 6만5000마일 오토바이여행

- Investment Biker (월가의 전설 세계를 가다)

\* 1998.12-2002.1 3년간 116개국 15만2000마일 자동차여행

- Adventure Capitalist: The Ultimate's Road Trip  
(어드벤처 캐피탈리스트)



■ 부자가 되려면 좋아 하는 일을 하라 !

진로를 고민한다면 농업분야에 뛰어 들라고 농업을

농업은 국가발전의 핵심가치이고

21세기 최고의 신산업이다 !

**松茂柏悅**(송무백열) ! **상생 전략**

**持續可能**(지속가능) ! **지속성**

**우문현답 ! (외국)현장 중시**



**sskwak@kribb.re.kr**