

www.foodsecurity.or.kr

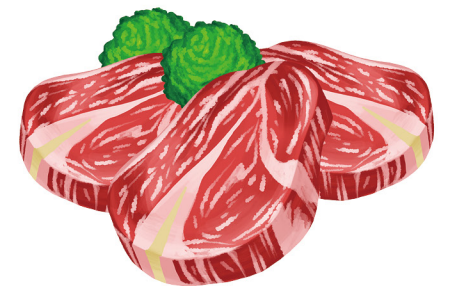
The screenshot shows the KFSRF (Korea Food Security Research Foundation) website. The header includes the KFSRF logo and name in Korean. Navigation tabs include '재단소개' (About Us), '연구지원사업' (Research Support Projects), '출판사업' (Publication Projects), '국민운동 소개' (Introduction to National Movement), '세미나' (Seminar), '자료실' (Resource Room), and '동영상 갤러리' (Video Gallery). A search bar and '관리자' (Admin) link are also present. The main content area features a large banner with a family image and the text '대한민국 식량 공급·식품안전을 지키는 한국식량안보연구재단'. Below the banner are several sections: '공지사항 바로가기' (Direct to Notice), 'twitter' link, '재단소개' (About Us) with a brief description, '식량낭비 줄이기 국민운동' (National Movement to Reduce Food Waste), '도서출판 식안연' (Shik-an-yeon Book/Publishing) with contact information, and a grid of '연구지원사업' (Research Support Projects), '[+세미나]' (Seminar), '[+뉴스레터]' (Newsletter), '[+출판사업]' (Publication Project), '[+논문]' (Thesis), '[+뉴스기사]' (News Article), '동영상' (Video), and '갤러리' (Gallery) sections, each with a 'more' link.

한국식량안보연구재단

- 주소 : 서울시 성북구 안암로145 고려대학교 생명과학관(동관) 109A호
- TEL : 02-929-2751 • FAX : 02-927-5201
- E-mail : foodsecurity@foodsecurity.or.kr
- Homepage : www.foodsecurity.or.kr

제26회 식량안보세미나 대체육 생산 현황과 전망

- | 일정 | 2021. 10. 15.(금) 14:00~17:00
- | 장소 | ZOOM 활용 온라인 세미나
- | 주최 | 한국식량안보연구재단
- | 후원 | 농림축산식품부, 한국식품산업협회



제26회 식량안보세미나

대체육 생산 현황과 전망

| 일정 | 2021. 10. 15.(금) 14:00~17:00

| 장소 | ZOOM 활용 온라인 세미나

| 주최 | 한국식량안보연구재단

| 후원 | 농림축산식품부, 한국식품산업협회



행사일정



|사회| 김현우 박사(고려대학교)

시 간	내 용	좌장
13:30	등 록	
14:00	개회식 개회인사 박현진 한국식량안보연구재단 이사장 축 사 김명철 한국식품산업협회 부회장	
<주제발표>		
14:00	1. 세계 대체육 개발 동향과 시장 현황 ▶ 배호재 교수, 건국대학교 줄기세포재생공학과	
	2. 세계 식물성 단백질 자원의 생산 현황과 전망 ▶ 김민수 대표, 애그스카우터	
	3. 곤충 이용 식품 및 대체육 소재 개발 현황 ▶ 남성희 과장, 국립농업과학원 곤충양잠산업과	
	4. 세포배양에 의한 인조육 생산 기술 ▶ 지현근 박사, (주)다나그린	
	5. 식물성 단백질 시장의 미래시장 동향 ▶ 한정훈 박사, Pulmuone Foods USA	
<종합토론>		
16:00	토론자 : 류기형 교수 (공주대학교 식품공학과) 이시혜 과장 (농림축산식품부 식품산업정책과) 이은주 교수 (미국 위스콘신주립대 식품과학부) 조성준 교수 (강원대학교 식품생명공학) 최윤재 명예교수 (서울대학교 식품동물생명공학과)	이철호 명예이사장 (한국식량안보 연구재단)
17:00	폐 회	

목 차



※ **개회인사** 박현진 한국식량안보연구재단 이사장 1

3 ※ **축 사** 김명철 한국식품산업협회 부회장 3

※ 주제발표

(1) 세계 대체육 개발 동향과 시장 현황 5

배호재 교수 (건국대학교 줄기세포재생공학과)

(2) 세계 식물성 단백질 자원의 생산 현황과 전망 17

김민수 대표 (애그스카우터)

(3) 곤충 이용 식품 및 대체육 소재 개발 현황 39

남성희 과장 (국립농업과학원 곤충양잠산업과)

(4) 세포배양에 의한 인조육 생산 기술 65

지현근 박사 ((주)다나그린)

(5) 식물성 단백질 시장의 미래시장 동향 81

한정훈 박사 (Pulmuone Foods USA)



*** 종합토론**

* 토 론 자	
- 류기형 교수 (공주대학교 식품공학과)	99
- 이시혜 과장 (농림축산식품부 식품산업정책과)	105
- 이은주 교수 (미국 위스콘신주립대 식품과학부)	111
- 조성준 교수 (강원대학교 식품생명공학)	117
- 최윤재 명예교수 (서울대학교 식품동물생명공학과)	123

개 회 인 사

박 현 진 한국식량안보연구재단 이사장



여러분 안녕하십니까? 대체육 생산 현황과 전망 세미나에 참석해 주셔서 감사합니다.

이번 세미나는 농림축산식품부와 한국식품산업협회가 공동으로 후원합니다. 축사를 해 주실 김명철 한국식품산업협회 부회장님께 감사드립니다.

지난해부터 전 세계적으로 계속되고 있는 코로나19 상황으로 보건위기를 해결하기 위해 모든 힘을 모으고 있는 가운데 세계적인 보건위기가 식량위기로 전이되지 않도록 국제사회는 함께 힘을 모으고 있습니다.

코로나19 팬데믹 상황에서 노벨위원회가 지난해 유엔세계식량계획(WFP)을 노벨평화상 수상자로 선정하면서 “코로나19 백신이 나오기 전 혼란에 대응한 최고의 백신은 식량”이라고 밝힌 바 있듯이 식량은 인류에게 그만큼 중요합니다.

기후변화로 인한 농작물 피해 뉴스가 심심찮게 등장하고 이로 인한 식량불안 우려는 기우가 아닌 현실이 되고 있습니다. 세계기상기구(WMO) 보고서에 따르면 작년은 기후 역사에 있어 최악의 한 해로 기록될 만큼, 세계 곳곳에서 이상기후에 따른 산불·태풍·홍수 등으로 많은 사람이 생활의 터전을 잃고 식량부족 위기에 처했습니다. 기후위기가 식량 위기가 되지 않도록 하기 위해서는 그 어느 때보다 전방위적인 준비와 대응이 필요한 때입니다.

이러한 식량 위기에 대처하기 위해 현재 배양육과 대체육 관련 기술개발과 산업화는 급속히 발전하고 있습니다. 이는 육류를 생산하는 데 수반하는 식량안보, 환경문제 등에 대한 세계적인 관심이 커지면서 육류대체 확보전략이 요구됨에 따른 것입니다. 전 세계에서



생산된 곡물의 33% 정도가 가축 사료로 사용되며, 가축들이 배출하는 온실가스는 전 세계 온실가스 배출의 15% 정도인 것 등이 육류소비가 가져오는 여러 문제로 인식되기 시작한 것입니다. 또한 인수공통 감염질환에 대한 우려가 코로나19로 인해 더욱 커졌으며, 늘 지적되어 온 항생제 사용 문제 또한 걱정이 큰 상황입니다. 이에 소, 돼지, 닭, 오리 등의 근육줄기세포 또는 배아줄기세포를 지지체를 이용하여 배양하고 3D프린팅으로 모양을 만드는 배양육, 식물성 단백질을 얻어 3D 프린팅 등의 공정법을 활용해 고기와 유사하게 식감을 구현하는 대체육을 상용화하기 위한 연구가 활발히 진행 중입니다.

앞으로 배양육의 핵심이 되는 배양공학 기술, 대체육의 핵심이 되는 원료의 친환경 생산기술과 가공기술들은 인류의 먹거리 문제 해결에도 중요한 역할을 할 것입니다.

식량안보 문제는 멀리 있는 것이 아니며, 지속 가능한 식량 산업을 발전시켜 나가는 것은 농업인, 소비자, 식품 관련 유통·가공업 종사자 등 주체별로 각각의 ‘내 이야기’라고 할 수 있을 것입니다.

오늘 바쁘신 중에도 주제발표와 토론 패널로 참여하시는 관련 부처 담당관들과 학계 여러분에게 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 이 토론회를 통해서 식량안보계획의 필요성을 공감하고, 협력하여 해결책을 모색하는 귀중한 시간이 되기를 바랍니다. 참석하신 모든 분들에게 의미 있는 시간이 되기를 바라며, 여러분의 건강과 가정의 행복을 기원합니다.

2021년 10월 15일

한국식량안보연구재단 이사장 **박 현 진**

2021년 10월 15일

축 사

김 명 철 한국식품산업협회 부회장



안녕하십니까.

한국식품산업협회 부회장 김명철입니다.

먼저, 제26회 식량안보세미나 개최를 진심으로 축하드립니다.

한국식량안보연구재단은 2010년 창립이후 식품산업의 식량안보적 기능 연구와 식품산업의 세계화를 위한 국제 교류 협력 등 식량안보 및 식품산업 발전을 위한 다양한 연구와 학술활동 등을 수행해왔습니다.

코로나-19 팬데믹 이후, 식물성단백질을 활용한 대체육 시장이 두각을 나타내고 있습니다. 대체육 시장은 전세계적 인구증가와 육류 소비량 확대로 부족한 생산량과 소비자 채식 선호 증가 및 비만 예방에 대한 관심 확대 등으로 인하여 그 수요가 지속적으로 늘어나고 있습니다. 이번 「대체육 생산 현황과 전망」 세미나는 식품산업 환경 변화와 발전에 큰 기여를 할 것으로 기대됩니다.

앞으로도 우리 식품산업계는 한국식량안보연구재단과의 협업 관계를 더욱 강화하여, 국내외 식품산업 발전과 성장을 위해 소통·협력하겠습니다.

다시 한번, 이번 식량안보세미나 개최를 축하드리며, 앞으로도 한국식량안보연구재단의 무궁한 발전을 기원합니다.

감사합니다.

2021년 10월 15일

한국식품산업협회 부회장 김 명 철

세계 대체육 개발 동향과 시장 현황

건국대학교 줄기세포재생공학과 교수 배 호 재





Profile

배 호 재

학력

고려대학교 생물공학 석사

Clemson University, Food Technology 박사

경력

현) 건국대학교 줄기세포재생공학과 부교수

현) 미국 Harvard Medical School 강사

현) 한국과학기술한림원 농수산학부 차세대회원

Global meat analogue development and market status

급속한 인구 증가, 육류 생산에 따른 환경관련 비용 증가, 가축의 항생제 남용으로 인한 다제내성균 출현, COVID-19 사태로 인한 공급망 차질 등으로 인하여 대체육의 실현이 가속화 되고 있음. 또한 COVID-19의 영향으로 식품 안전에 대한 관심이 높아짐에 따라 소비자들의 대체육 시장에 대한 관심이 급격히 높아지고 있는 추세임. 이에 그동안 채식주의자들의 전유물로 여겨지던 대체육 제품들이 최근 실제 고기와 매우 흡사해진 결과 일반 소비자들에 대한 인지도가 상승하여 대체육 시장의 성장세가 두드러짐. 하지만 아직 완벽하게 기존의 육류를 대체하지는 못하기 때문에 전반적으로 대체육이라는 항목에 대한 제도적 그리고 사회적 합의가 필요해 보이며 이에 대체육 시장의 국가별 동향 및 제품 트렌드, 그리고 제도적 추세를 조사하여 미래 새로운 단백질원에 대한 방향성을 제시하고자 함.

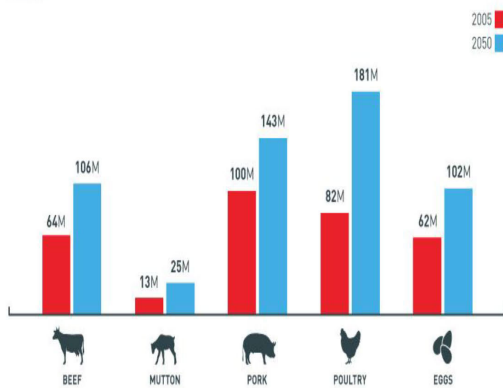
세계 대체육 개발 동향과 시장 현황

진국대학교 배호재

Background

GLOBAL DEMAND FOR MEAT

2005 vs. 2050
(in tonnes)



- 2050년 세계인구는 현재보다 20억 명 증가한 약 100억 명 예측
- 전세계적 육류 수요 급증 (주요 국가 GDP 증가)
- 73%의 육류 소비량의 증가 예측
- 해결 위해 경작지의 70%가 축산관련으로 전환 필요
- 개발도상국 육류 소비량 성장률은 선진국의 약 4배 예상

- 매년 2억 톤 이상의 **육류생산**이 추가로 필요
- **증가하는 인구와 육류 소비량**을 위하여 공장식 축산의 형태로 발전

출처: Food and Agriculture Organization of the United Nations

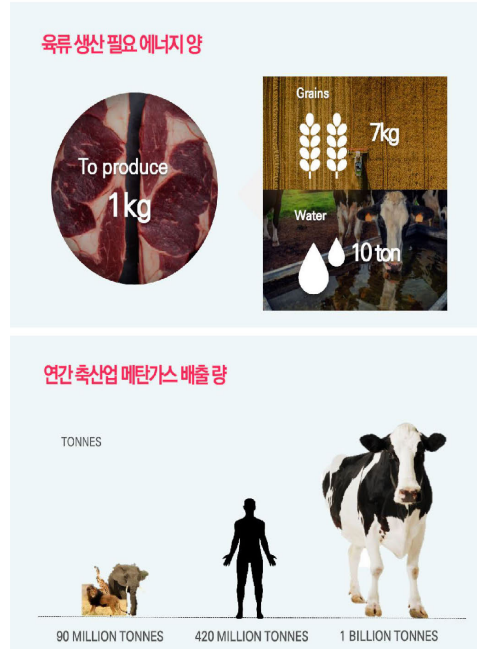
세계육류 시장의 문제 및 해결방안 필요

■ 세계 육류시장 규모

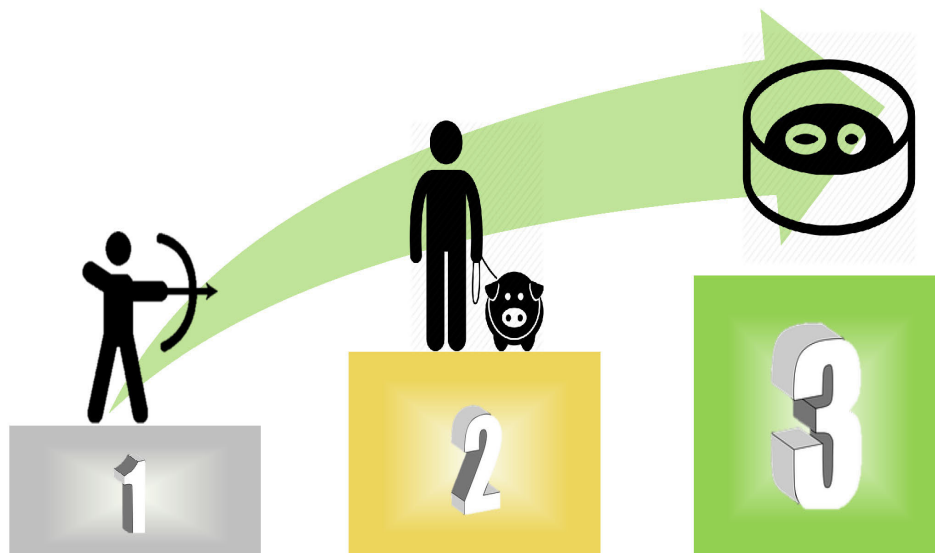
*Opportunities in the Global Meat Sector (2019)



■ 주요 이슈



육류 생산의 3단계



The idea of growing meat in animal cells is referred to as the "third stage of meat production" following hunting and herding

Article in Etikki Praxis - May 2013

대체육

- ‘대체육’이란 대체 단백질 식품을 일컫는 용어로서 일반적으로 고기를 대신할 수 있는 식품을 말함.
- 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등 기존의 육류를 대체할 수 있는 식품인 ‘육류대체식품’ 또는 동물성 단백질을 대체한다는 의미로 ‘대체식품’이라고도 함.
- 하지만 아직 완벽하게 기존의 육류를 대체하지는 못하기 때문에 ‘대체육’이라는 용어에 대한 전반적인 합의가 이루어져야 할 것으로 보임.



COVID-19 이 가져온 변화

- 대체 식품의 수요가 언젠가는 급증할 것이라는 근거 없던 기대감이 COVID-19로 단기간에 현실이 됨.
- COVID-19 확산 사태가 미국을 강타한 2020년 3월에 대체육 시장은 전년대비 18% 성장하였지만 불과 두달 후 2020년 5월의 대체육 판매는 255% 증가함.
- 육가공 업체가 생산 및 공급망 문제 등을 겪을때 대체육 업체는 상대적으로 쉽게 상품을 생산
- 팬데믹 기간에 소비자들이 기후 변화 등의 관심이 높아진 것도 대체육 시장에 호재로 작용



☑ 비온드미트 : 슈퍼마켓 매출 108% 증가.

☑ 임파서블푸드 : 대체육 버거를 납품하는 슈퍼마켓의 수를 지난해 초 150개에서 올해 1만 7000개까지 늘림.

출처: 머니투데이

글로벌 대체육 시장 규모 및 현황

■ 세계 육류시장 규모

*Opportunities in the Global Meat Sector (2019)

Current Market
전 세계 Meat 시장 규모

946 billion  **USD 1024조원**
3.9%  **Annually**



■ 세계 대체육 시장 규모

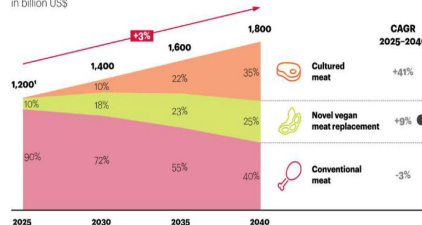
*Opportunities in the Global Meat Sector (2019)

Growing **15.3%** annually,
by 2030, the market
value will reach

\$ 6.3 bil.
USD 63조원

■ 대체육 비중 전망

in billion US\$



Sources: United Nations, World Bank, Expert interviews; A.T. Kearney analysis.

- ✓ 배양육에 비해 빠른 상용화 가능
- ✓ 지속적으로 높은 점유율 예상
- ✓ 시장 선점시 파급효과 매우 높음



The New Protein Landscape V. 3.0

To appear on the map, register at newprotein.org

CREATING NEW PROTEIN

CELL-BASED CONSUMER GOODS & RAW MATERIALS

PLANT-BASED CONSUMER GOODS

PLANT-BASED RAW MATERIALS

[illegible]

SUPPORTING NEW PROTEIN

PRODUCTION & MANUFACTURING
(PARTIALLY SPONSORED)

INCUBATORS

RESEARCH & DEVELOPMENT

partially sponsored by:               

FUNDING NEW PROTEIN (SPONSORED)

VC FIRMS: SEED

VC FIRMS: GROWTH

CORPORATE PARTNERS

 **Vegan Capital**  **LP DAO FOODS**  **DIGITAL RIX**

 **GOOD SEED VENTURES**  **BIG IDEA VENTURES**  **LP DAO FOODS**  **BIG IDEA VENTURES**

 **NEW CROP CAPITAL**  **POV**  **SHOWS PARTNERS**  **NEW CAPITAL**

 **Mandelēx**  **reXtreads**  **PEPSICO MTG HILTON**  **R/H/W**  **Sainshury's**  **sodexo**  **SOGLOWEY**  **LUNA**

 **SYNERGY**  **Shant**  **STARBUCKS**  **TARGET**  **TESCO**  **Atlantic Natural Foods**  **BIOCATALYSIS**  **General Mills**  **foods**

ive (beta): newproteinmap.com

© Olivia Fox Cabane

미국



- ☑️ 육류 식단에 비해 건강상의 이점
- ☑️ 동물에 대한 배려 적인 성향
- ☑️ 점점 발전하는 식물기반 식단

- 미국의 대체육 시장은 COVID-19 이후 식물기반 식품에 대한 관심이 급속도로 증가함.
- COVID-19 발생 전 2020년 3월에 대체육 시장은 전년 대비 18% 성장한 것으로 보고되었음. 불과 두달 후 2020년 5월에 대체육의 판매는 255% 증가함.
- 미국 시장은 육류생산이 환경에 미치는 영향, 육류 소비와 윤리, 동물 복지, 건강 및 식품안전 등 새롭게 떠오르는 소비트렌드에 맞춰 꾸준히 성장하고 있음.
- 기존 육가공품 업체 뿐 아니라 신규 스타트업이 시장을 선도.

출처: GlobalData(2020), Global Market Data.

영국



- ☑️ 플렉시테리언 트렌드 인기 상승
- ☑️ 채식주의 전향 비율 증가
- ☑️ 점점 발전하는 식물기반 식단

- 영국 대체육 시장은 2017년부터 점차 증가하여 2019년 약 6억 1,101만 달러로 2017년 대비 약 15% 증가 하였음. 이러한 성장세는 계속 지속될 것으로 전망되어 2023년에는 약 7억 6,907만 달러로 규모가 증가할 것으로 전망됨.
- 영국 또한 COVID-19 사태 이후 lock-down을 거치며 대체육 제품의 판매가 크게 늘어난 것으로 파악됨.
- COVID-19 외에 영국 소비자들이 친환경 소비에 대한 관심이 높아진 것에 기인한 것으로 판단됨.

출처: GlobalData(2020), Global Market Data.

중국



- ☑ COVID-19이후 육류소비 패턴 변화
- ☑ 토종기업의 다양한 제품 활발히 출시
- ☑ 엄격한 중국의 판매 허가가 변수

- 시장 연구기관의 수치에 따르면 중국의 대체육 시장 규모는 2023년에 130억 달러에 이를 것으로 예측.
- 2016년 중국 정부가 발표한 '규정식 권고안'은 2030년까지 자국민들의 육류섭취량을 절반으로 줄여 성인병 예방 및 온실가스 감축을 목표로 하고 있음. 이에 따라 대체육 시장도 성장할 가능성이 큰 것으로 보임
- 많은 수의 중국 토종 대체육 업체들이 활발히 제품 개발 및 출시를 진행

출처: GlobalData(2020), Global Market Data.

일본



- 일본 대체육 시장은 2019년 대비 2023년까지 약 1.5배로 시장이 성장할 것으로 예측.
- 일본은 수입식품에 대한 높은 의존도, 고령화와 저출산으로 인한 인력 확보, 잦은 재해로 인한 보존식 수요 등 다양한 문제점을 해결할 수 있을 것으로 기대되는 대체육에 대한 관심이 높음.
- 전 세계적으로 채식 선호도 증가 및 일본 소비자의 건강에 대한 관심 증가로 식품 제조업체들의 식물성 단백질 제품 출시가 증가하는 추세임.
- 이토햄, 닛폰햄 등의 회사를 중심으로 대두, 곤약 등을 주 원료로 하는 제품들을 출시.
- DAIZ와 같은 스타트업의 독자적인 기술을 기반으로한 제품들도 주목받고 있음.

출처: 오스버거, 이토햄, DAIZ.

국내



- 2017년 이후 롯데푸드, 동원F&B, CJ제일제당, 풀무원, 지구인컴퍼니 등의 업체들이 대체육 시장에 진출하고 있음.
- 국내 대체육 시장은 식물성 고기 시장 성숙 단계로 볼 때, 콩고기를 제조하는 수준의 1단계를 지나서 베지테리언 밀, HMR 형태 제품을 제조하는 2단계로 볼 수 있으며 건강을 생각하는 소비자들 사이에 채식주의 트렌드가 생겨나면서 식물성 대체육 제품 수요 증가로 확장되는 추세임.
- 국내에서 식물성 대체육을 제조·유통하는 기업은 롯데푸드, 롯데지알에스, 롯데마트, 지구인컴퍼니, 동원F&B, 그랜드하얏트, 세븐일레븐, CU, 사조대림, 쏘이마루 등이 있음.

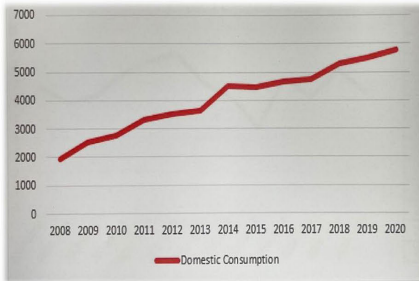
출처: 롯데지알에스, 바이오프로텍, 지구인컴퍼니, 오가닉

대체육 생산 동향 및 한계점

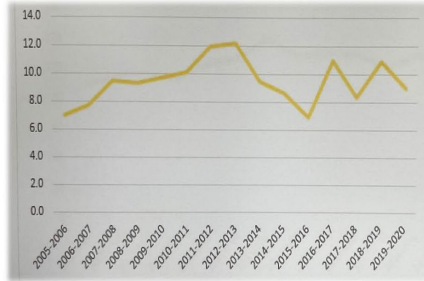


대체육 생산 동향 및 한계점

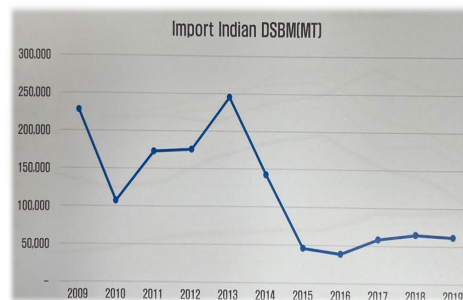
미래 대체육 수요 증가에 의한 원료 공급 문제 가능성 - 인도의 Soybean 소비 및 생산 (예시)



Dehulled Soybean Meal Consumption (단위 : 1,000 MT)



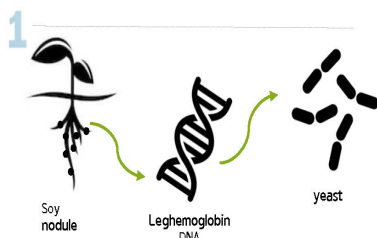
Soy Production (단위 : MMT)



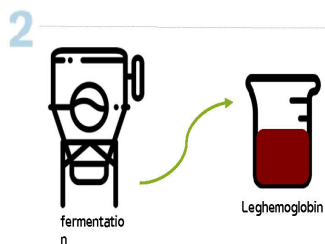
Import of Indian DSBM to Korea(단위 : MMT)

출처: TANI Korea

Impossible Foods-Leghemoglobin



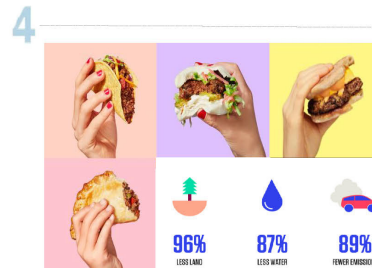
Leghemoglobin DNA from soy nodule injects to the yeast and ferment this yeast.



grow yeast fermenters and get lots of leghemoglobin(=major source of heme)



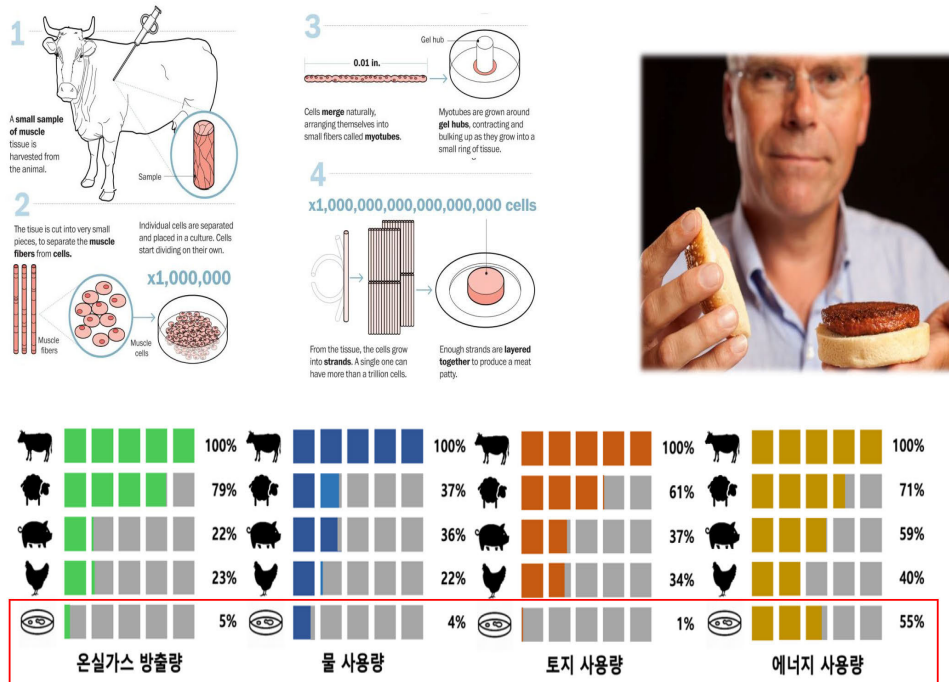
The Impossible Burger, is made almost entirely from common crops: wheat, corn, soy, coconut and potatoes. It is made by mixing leghemoglobin with crops



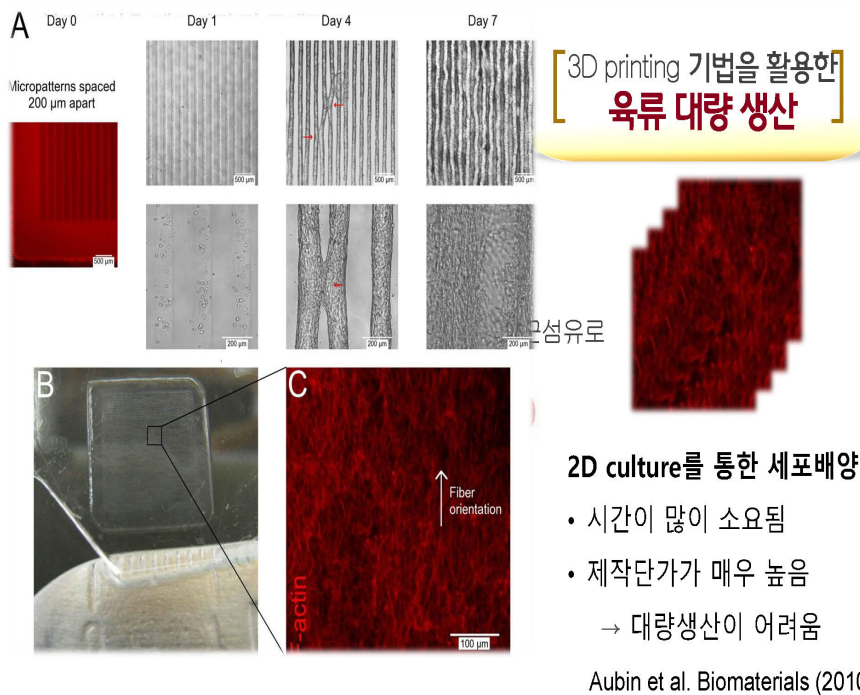
leghemoglobin, the molecule that gives meat its bloody taste when raw and creates the intense, meaty flavors and aromas when it's cooked.

출처: Impossible foods

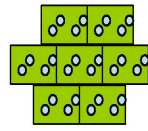
배양육 - 기존 축산업과 비교



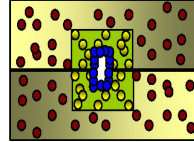
배양육 - 문제점



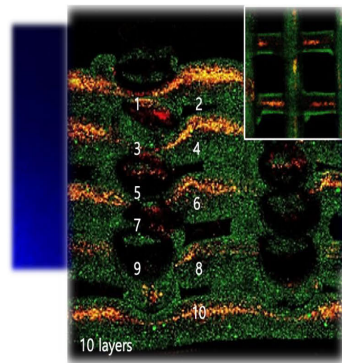
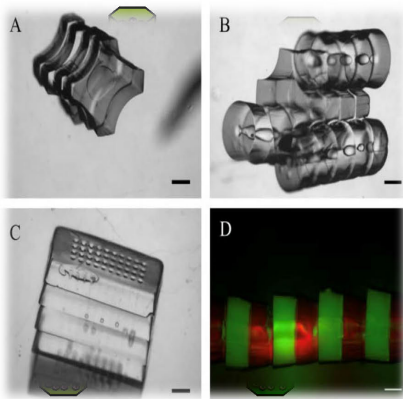
조직공학 기술의 장점 활용



Bottom-up assembly of microgels for tissue engineering

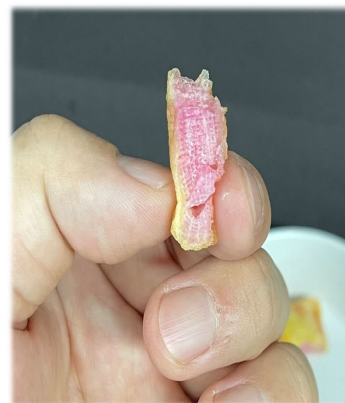


Top-down microscale tissue engineering



Lab Chip, 2014, 14, 2202–2211; Biofabrication, 2014, 6(2), 024105; Small, 2010, 6, 937–944; PNAS, 2008, 105, 1111–1116

조직공학 기술의 장점 활용



- ☒ Vascularized 지지체 기술
- ☒ 대량배양 기술
- ☒ 세포 확보



**Thank you
for your attention**

세계 식물성 단백질 자원의 생산 현황과 전망

애그스카우터 대표 김 민 수





Profile

김민수

학력

연세대학교 법학과(법학사)

한국외국어대학교 독일어과(문학석사)

충북대학교 농업경제학과(경제학박사)

경력

전) 한국사료협회 근무

현) 애그스카우터 대표

현) 농촌경제연구원 해외곡물시장 동향 편집자문위원

세계 식물성 단백질 자원의 수급 및 활용 현황과 전망

Part 1. 식물성 단백질 자원의 종류와 특징

본장에서는 식물성 단백질의 개념과 식물성 단백질 식품의 유형, 식물성 단백질 자원의 종류와 특징을 개괄적으로 살펴본다.

기본단위가 아미노산인 식물성 단백질은 Plant Protein, Vegetable Protein, Vegan Protein 등으로 불리며 건강문제, 환경 문제 등으로 동물성 단백질보다 식물성 단백질을 선호하는 경향이 생겨나고 있다.

식물성 단백질을 기반으로 한 식품으로는 콩류를 가공하거나 발효한 식품, 곡류를 첨가한 식품, 콩류와 곡류 등을 이용한 대체육, 대체 우유 등이 있다.

식물성 단백질 식품의 주요 공급원인 식물성 단백질 자원으로는 콩과 식물, 고대 원시 곡물, 곡류, 식물의 씨앗 등이 있다.

단백질이 가장 풍부하고 이용가치가 높은 식물성 단백질 자원은 콩과 식물이며 그 대표적인 것으로 대두, 강낭콩, 완두, 렌틸콩, 병아리콩이 있다.

콩과 식물 이외에 식물성 단백질이 풍부한 곡물류로는 고대 원시곡물(아미란스, 퀴노아)과 보리, 귀리, 밀 등이 있다.

그밖에 단백질 함량이 풍부한 식물의 씨앗인 치아시드, 헴프시드 등도 식물성 단백질 자원으로 각광을 받고 있다.

각 품목에 대한 특징은 슬라이드에 제시한 바와 같다.

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

본장에서는 식물성 단백질 자원으로 평가받는 각 품목의 세계 생산량, 국가별 생산량·수입량·수출량을 살펴봄으로써 각 품목별 수급 상황을 이해하는데 중점을 둔다.

식물성 단백질 자원의 대표적인 품목인 대두(Soybean)는 세계에서 옥수수, 소맥, 쌀

다음으로 생산량이 많으며 미국과 브라질, 아르헨티나 등 남미 국가의 생산 비중이 높다. 대두는 대부분이 착유용으로 소비되며 유전자변형이 주를 이룬다. 비유전자변형의 식용으로 사용하는 소비량은 전체 소비량의 6%이다. 주요 대두 수출국으로는 브라질, 미국, 아르헨티나, 파라과이 등이 있다. 그 가운데 브라질이 세계에서 가장 많은 대두를 수출하고 있다. 수입은 단연코 중국이 압도적으로 많으며 세계 총수입량의 59%를 차지하고 있다.

강낭콩(Beans, Dry)의 주요 생산국은 미얀마, 인도, 브라질이며, 대표적인 수출국은 미얀마, 아르헨티나, 미국, 중국, 캐나다이다. 수입은 인도가 압도적으로 많으며 그 외 수입국들로는 브라질, 터키, 미국, 중국 등이 있다.

완두(Peas, Dry)의 주요 생산국은 캐나다, 러시아, 중국이며, 대표적인 수출국은 캐나다, 러시아, 우크라이나이다. 주요 수입국으로는 중국, 인도, 방글라데시 등이 있다.

렌틸콩(Lentils)의 주요 생산국은 캐나다, 인도, 호주이며, 대표적인 수출국은 캐나다, 호주, 터키, 미국이다. 주요 수입국으로는 인도, 방글라데시, 터키, 아랍에미리트 등이 있다.

병아리콩(Chick Peas)은 인도에서 가장 많이 생산되며 그밖에 터키, 러시아, 미얀마 등이 소량을 생산한다. 대표적인 수출국은 러시아, 호주, 터키, 미국이며, 주요 수입국으로는 이집트, 파키스탄, 인도, 방글라데시 등이 있다.

퀴노아(Quinoa)의 주요 생산국이자 수출국은 페루, 볼리비아이다. 주요 수입국은 미국이며 그밖에 프랑스, 캐나다, 독일 등이 약간씩 수입을 한다.

보리(Barley)의 주요 생산국은 러시아, 프랑스, 독일, 캐나다 우크라이나 등이며 대표적인 수출국은 프랑스, 러시아, 호주, 아르헨티나, 우크라이나이다. 주요 수입국으로는 중국, 사우디, 이란, 네덜란드, 벨기에 등이 있다.

귀리(Oat)의 주요 생산국은 러시아, 캐나다, 폴란드, 핀란드, 호주 등이며 대표적인 수출국은 캐나다, 핀란드, 스웨덴이다. 주요 수입국으로는 미국, 독일, 중국 등이 있다.

밀(Wheat)의 주요 생산국은 중국, 인도, 러시아, 미국, 프랑스, 캐나다, 우크라이나 등이다. 대표적인 수출국은 러시아, 미국, 캐나다, 프랑스, 우크라이나, 아르헨티나, 호주, 루마니아, 독일, 카자흐스탄이다. 주요 수입국으로는 인도네시아, 이집트, 터키, 이탈리아, 필리핀 등이 있다.

Part 3. 식물성 단백질 자원의 활용

본장에서는 식물성 단백질 자원을 활용한 식자재, 식품 및 요리로는 무엇이 있는지, 새로운 식품으로 성장을 거듭하고 있는 식물성 단백질 식품에는 무엇이 있는지를 살펴본다.

콩을 원료로 한 세계 대표적인 식품으로 두부, 템페, 에다마메가 있으며 그 외 콩을 원료로 한 요리들로 카슐레, 아인도프, 파바다, 칠리 콘 카르네, 포크 앤 빈스, 베이컨드 빈스 등이 있다.

콩을 포함한 다양한 식물성 단백질 자원으로 생산되는 식물성 단백질 식품으로는 육류 대체품, 유제품 대체품, 계란 대체품, 어류 대체품 등이 있다.

Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망

본장에서는 먼저 식물성 단백질 식품 시장의 성장 배경을 살펴보고, 미국을 중심으로 한 식물성 단백질 산업의 현황을 파악코자 한다. 그 다음으로 세계 식물성 단백질 식품 시장의 성장 전망과 더불어 식물성 단백질 자원 시장의 성장 가능성을 살펴본다.

사회 경제적 변화와 인구 증가로 전 세계 동물성 단백질 수요는 증가하겠으나 증가세는 둔화되었으며 소비자의 건강에 대한 인식 강화, 온실 가스 배출과 관련된 환경 문제 등으로 인해 소비자의 선호도는 식물성 단백질 수요로 변화하고 있다.

식물성 단백질 산업은 초기 식물성 단백질 시장을 주도했던 기업들과 스타트업에서 대규모 식품 및 육류 회사의 적극적인 참여로 이어지고 있으며 대규모 투자 유치가 이루어지고 있다.

외식업체(레스토랑, 패스트 푸드 체인점 등)의 식물성 단백질 성분에 대한 관심 증대와 글로벌 식품 제조업체와의 파트너십 및 협업을 통해 식물성 단백질 식품 수요는 크게 증가하고 있다.

세계 최대 식물성 단백질 식품 시장인 미국의 경우 2020년 식물성 단백질 식품 매출액이 70억 달러로 27% 상승했으며, 대체육 산업은 45%, 대체 우유 산업은 20% 성장세를 나타냈다. 코로나19 팬데믹 기간 동안 미국 내에서 식물성 식품 소매 판매 증가율이 전체 식품 판매 성장률을 앞질렀다는 점에서 식물성 단백질 산업에 거는 기대는 크다.

세계 식물성 단백질 식품 시장의 성장 전망과 관련해서 식물성 단백질 식품의 세계 판매는 2020년 294억 달러에서 2030년 1,620억 달러로 성장할 것으로 예상된다. 식물성 단백질 대체육 및 유제품은 향후 10년 동안 세계 시장 점유율의 5%와 10%를 차지해 급성장하겠으며 MZ세대가 미래 식물성 단백질 식품 시장을 주도하게 될 것이다.

식물성 단백질 산업의 성장을 위해서는 해결해나가야 할 여러 가지 문제도 따른다. 식물성 단백질 식품과 기존 동물성 단백질 식품간의 가격 격차를 줄이기 위해서 기업의 생산 효율성 창출해야 한다. 맛, 풍미, 식감 등에서 동물성 식품에 대한 선호도가 높은 소비자들을 유인할 수 있는 기술적인 보완도 필요하다. 나트륨 함량 과다와 갖은 향신료 사용, 글루텐 문제, GMO 사용 여부 등으로 소비를 회피하려는 경향도 있어 그에 대한 기술적인 대안도 마련해야 할 것이다.

식물성 단백질 식품의 공급원인 식물성 단백질 자원 시장 역시 괄목할만한 성장이 이루어질 것으로 예상된다. 지속 가능성, 건강, 종교적 가치, 환경 및 동물 보호 등의 이유로 동물성 단백질에서 식물성 단백질로의 수요가 변화하면서 동물성 단백질을 대체할 수 있는 고단백 대두와 완두에 대한 수요는 큰 폭으로 증가할 것으로 전망된다.

식물성 단백질 자원으로 가장 높은 비중을 차지하는 것은 대두이며 다른 식물성 단백질 자원에 비해 가용성 및 효율성이 뛰어나 식물성 단백질 식품뿐만 아니라 식재료 및 다양한 요리에 활용되고 있다.

대두 다음으로 각광을 받고 있는 식물성 단백질 자원은 완두이며 세계의 완두 단백질 시장 규모는 2019년 약 4,902만 달러에서 2020년부터 2027년의 예측 기간 동안 23.6%가 넘는 성장률이 예상된다.

[illegible]

김민수
애그스카우터 대표

Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망

Part 1. 식물성 단백질 자원의 종류와 특징

❖ 식물성 단백질의 개념

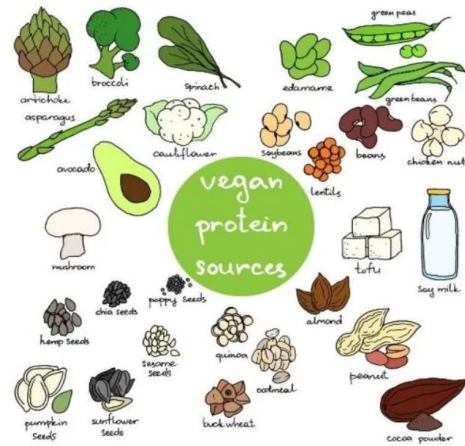
- 식물에 존재하는 단백질로 Plant Protein, Vegetable Protein, Vegan Protein 등으로 불림
- 식물성 단백질은 탄소, 수소, 산소, 질소로 구성되며 기본 단위는 아미노산임
- 포화지방, 콜레스테롤 과량 섭취로 인한 건강 문제나 높은 탄소배출량과 물사용량 등 환경 문제 등을 고려했을 때 식물성 단백질은 동물성 단백질에 비해 이점을 지녀 주목을 받고 있음

❖ 식물성 단백질 식품

- 콩류를 가공, 발효한 식품
- 곡류를 첨가한 식품
- 콩류, 곡류 등을 이용한 대체육, 대체 우유 등

❖ 식물성 단백질 자원

- 콩과 식물 : 대두, 강낭콩, 완두, 렌틸콩, 병아리콩 등
- 고대 원시곡물 : 아마란스, 퀴노아 등
- 곡류 : 보리, 귀리, 밀 등
- 식물의 씨앗 : 치아시드, 햄프시드



3/30

Part 1. 식물성 단백질 자원의 종류와 특징

❖ 식물성 단백질 자원의 특징

- **대두** : 전 세계에 널리 분포되어 있는 한해살이 콩과 식물로 동물성 단백질 식품과 비교했을 때 우열을 가릴 수 없을 만큼 단백질 급원 식품으로서의 질적 가치가 높음. 중국과 한반도 일대를 기원으로 보고 있으며 재배 시기는 기원전 2500년경으로 추정
- **강낭콩** : 한해살이 콩과 식물로 원산지는 멕시코 중앙부에서 과테말라, 온두라스 일대이며 BC 5세기부터 재배됨. 대체로 온난한 기후에서 잘 자라며 추위에 약함. 단백질뿐만 아니라 다양한 무기질과 비타민과 같은 영양분을 고루 함유
- **완두** : 한해살이 또는 두해살이 콩과 식물로 원산지는 지중해 연안이며 고대부터 재배됨. 콩류 중에 식이 섬유소가 가장 풍부하게 들어있음
- **렌틸콩** : 유럽 남부, 지중해 연안이 원산지인 한해살이 콩과 식물로 양면이 볼록한 렌즈 모양과 같다고 해서 렌즈콩으로도 불림. 단백질, 비타민 B, 철, 인의 중요한 공급원이 됨
- **병아리콩** : 한해살이 콩과 식물로 이집트콩이라고도 하며 씨의 전체적인 외관이 병아리의 머리 모양과 비슷하다고 해서 병아리콩으로 불림. 기원전 7,500년부터 아시아 중동 지역에서 재배되기 시작했으며 맛은 밤맛이 나고 풍부한 단백질을 보유하고 있음

4/30

Part 1. 식물성 단백질 자원의 종류와 특징

❖ 식물성 단백질 자원의 특징

- **아마란스** : 영원히 시들지 않는 꽃이란 뜻을 가진 한해살이풀로 남아메리카 안데스 산맥의 고산 지대를 원산지로 두었으며 약 5,000년 전부터 재배됨. 마야 시대부터 시리얼 등으로 사용하는 고단백 곡물로 필수 아미노산 모두를 함유함
- **퀴노아** : 퀴노아(quinoa)라는 이름은 모든 곡식의 어머니라는 뜻의 고대 잉카어에서 유래했으며 **식용 작물로** 5000년 전 남아메리카 안데스 산맥의 고산 지대에서 재배됨. 단백질 ·녹말 ·비타민 ·무기질이 풍부하여 영양 면에서 우유에 버금가는 곡물로 인정받고 있음
- **보리** : 화분과에 속하는 1년생 혹은 2년생 초본 식물로 대맥이라고도 함. 대체로 7000~1만 년 전에 재배가 시작된 것으로 추측되며 세계적으로 널리 재배되고 있음. 주요 성분은 탄수화물 75%, 단백질 10%, 지방 0.5% 정도임
- **귀리** : 중앙아시아 아르메니아 지방을 원산지로 둔 벼목 화분과의 두해살이풀로 연맥으로도 불림. 쌀보다 2배 많은 단백질을 함유하고 있으며, 지방질과 섬유소는 현미보다도 많음
- **밀** : 외떡잎식물 벼목 화분과의 한해살이풀로 소맥이라고도 함. 아프가니스탄이나 카프카스가 원산지이고 BC 1만~1만 5000년경에 재배되기 시작함. 현재 전 세계에서 재배되는 작물로 90% 이상이 제분되어 여러 용도로 쓰임

5/30

Part 1. 식물성 단백질 자원의 종류와 특징

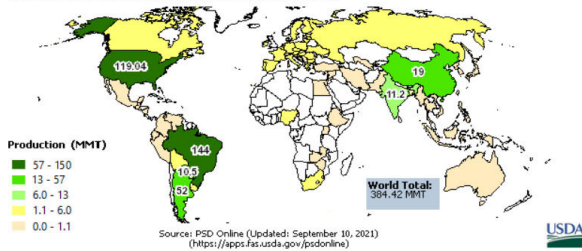
❖ 식물성 단백질 자원의 특징

- **헴프시드** : 대마의 씨앗으로 중앙아시아가 원산지임. 씨앗의 30%가 기름이기 때문에 오일로도 활용이 가능하며 섬유질이 풍부하며 양질의 단백질이 다량 함유되어 있음
- **치아시드** : 쌍떡잎식물인 치아의 씨앗으로 멕시코 중남부 지방과 과테말라가 원산지임. 오메가3 지방산이 많고 철분, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 식이섬유 등의 영양소가 들어 있음

6/30

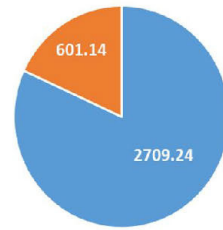
Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

2021/2022 Oilseed, Soybean Production

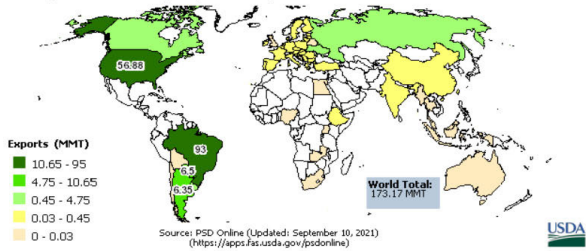


세계 생산량

(단위: 백만 톤)

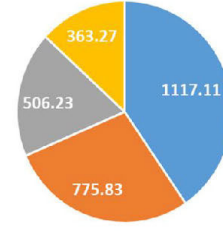


2021/2022 Oilseed, Soybean Exports

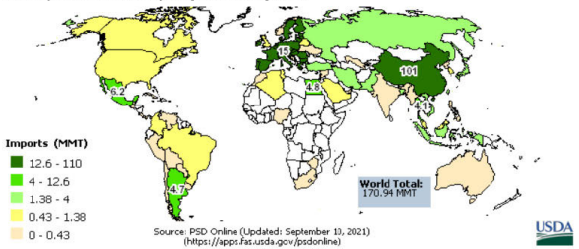


세계 생산량

(단위: 백만 톤)



2021/2022 Oilseed, Soybean Imports



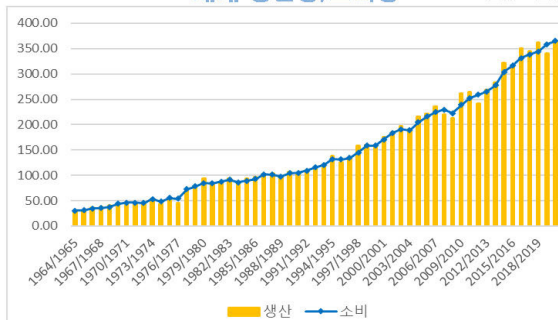
7/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Soybean

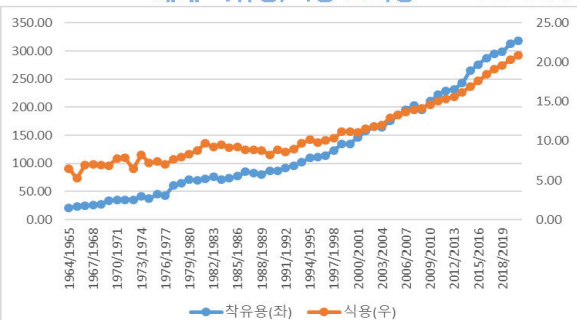
세계 생산량/소비량

[단위: 백만 톤]



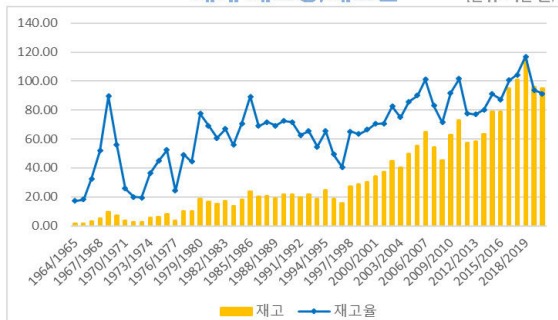
세계 착유용/식용 소비량

[단위: 백만 톤]



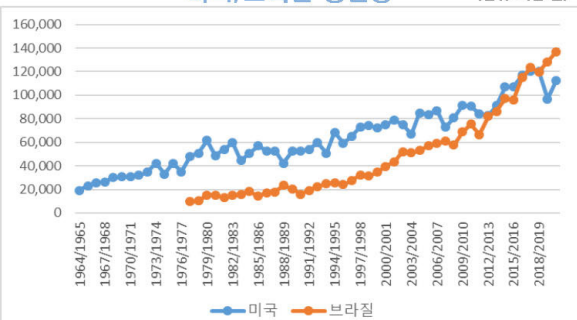
세계 재고량/재고율

[단위: 백만 톤, %]



미국/브라질 생산량

[단위: 백만 톤]



자료: USDA, PSD online

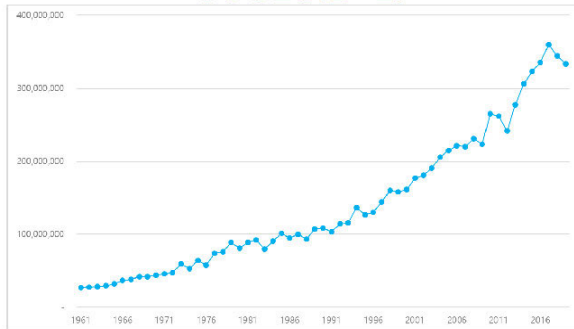
8/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Soybean

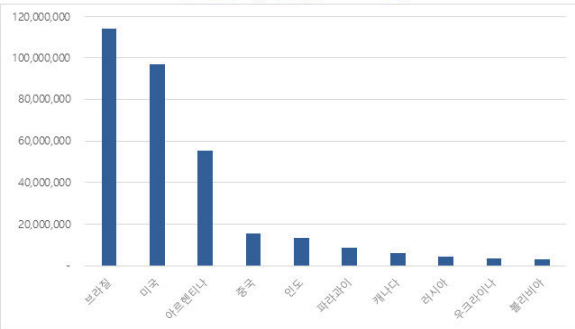
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



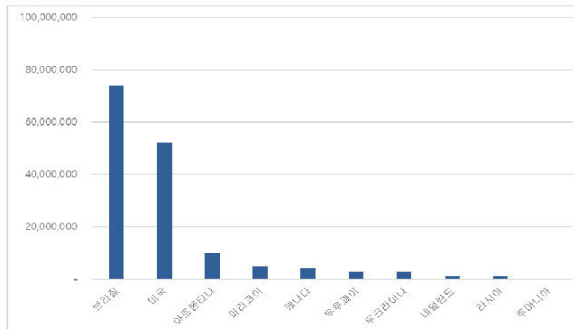
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



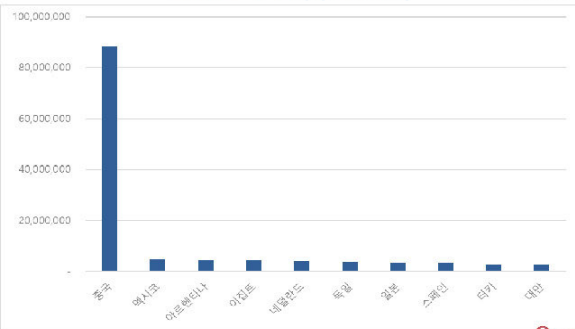
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

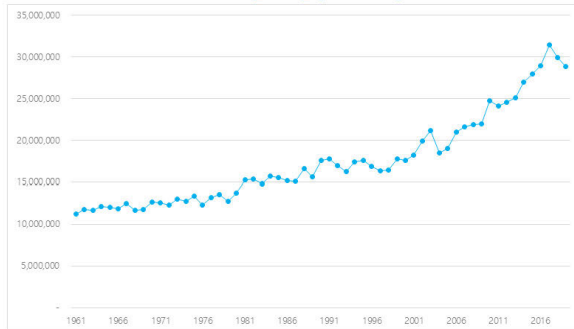
9/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Beans, Dry

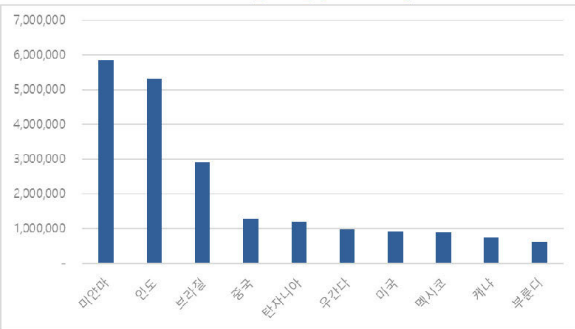
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



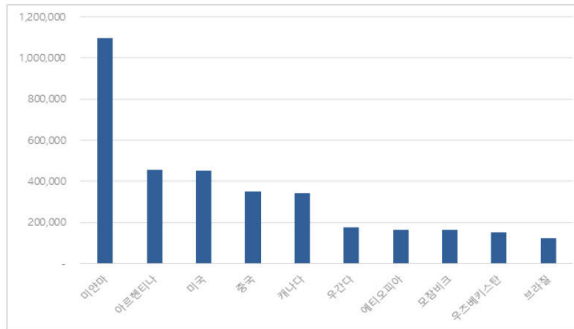
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



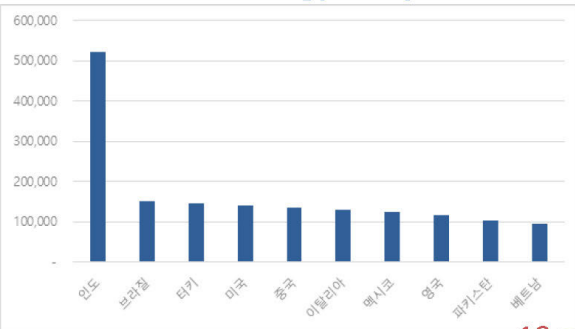
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

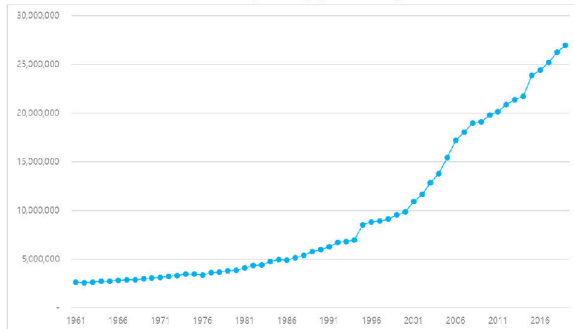
10/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Beans, Green

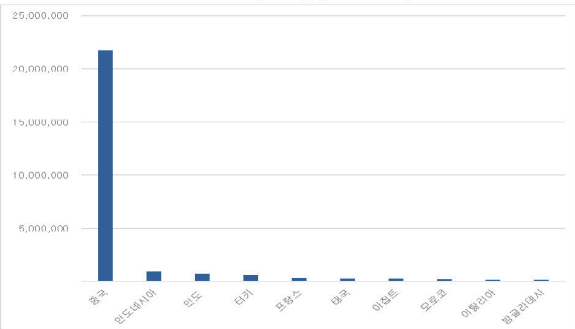
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



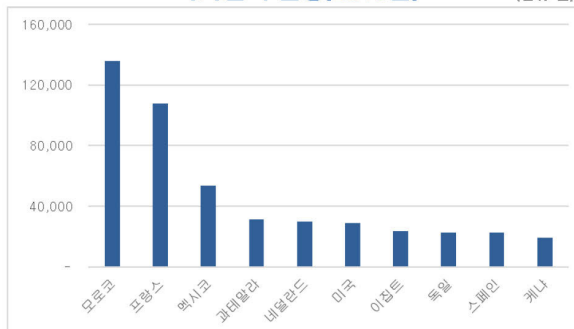
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



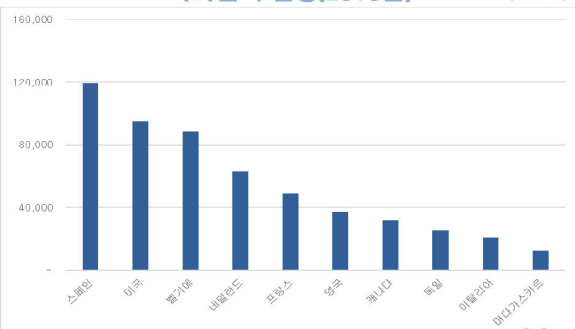
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

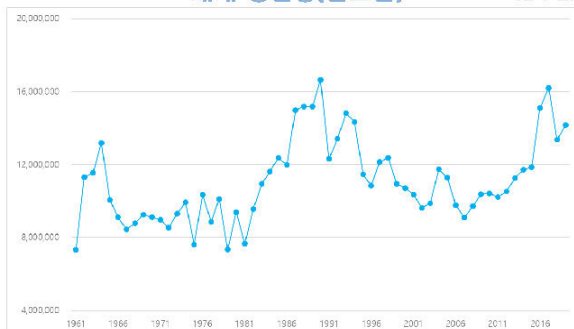
11/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Peas, Dry

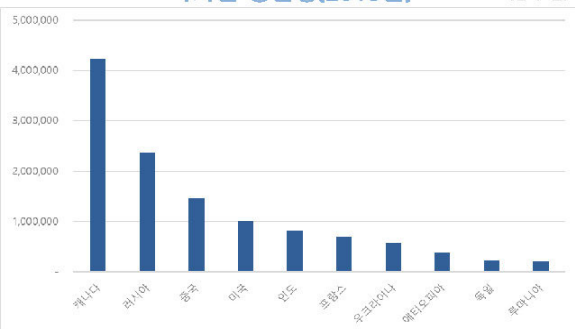
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



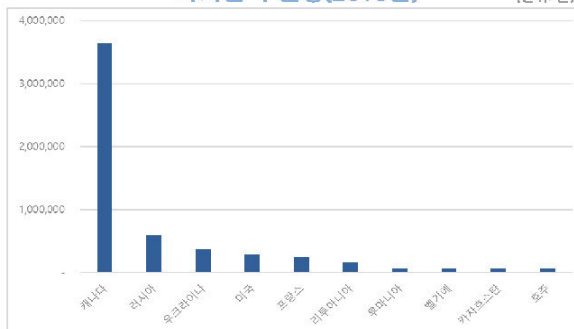
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



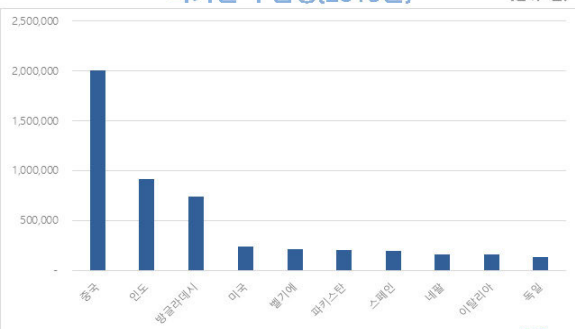
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

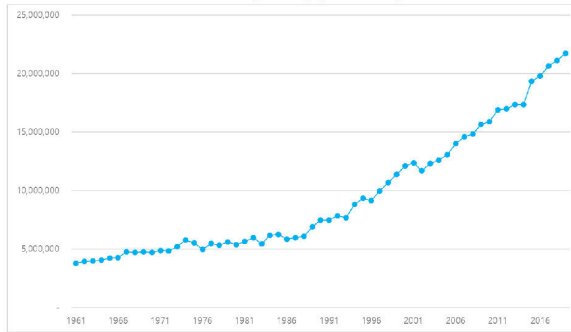
12/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Peas, Green

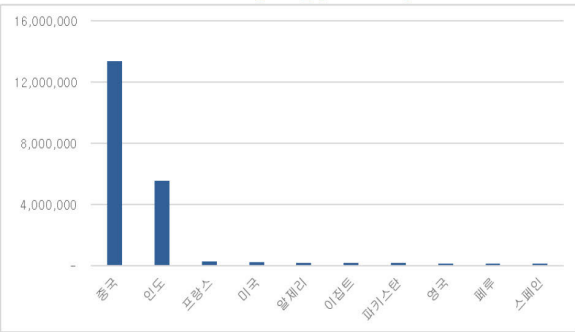
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



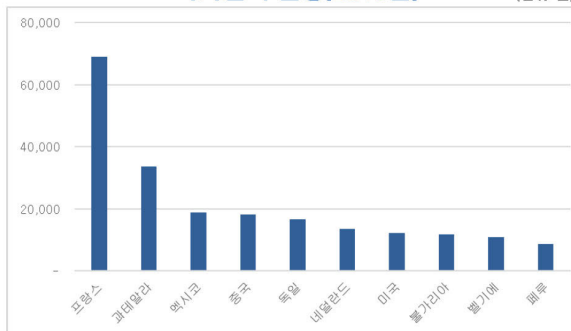
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



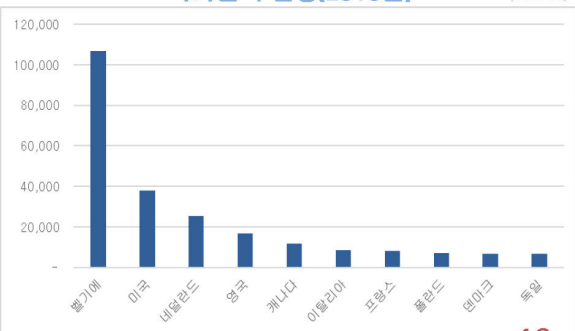
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

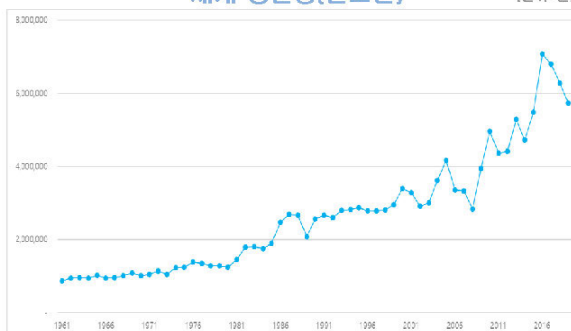
13/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Lentils

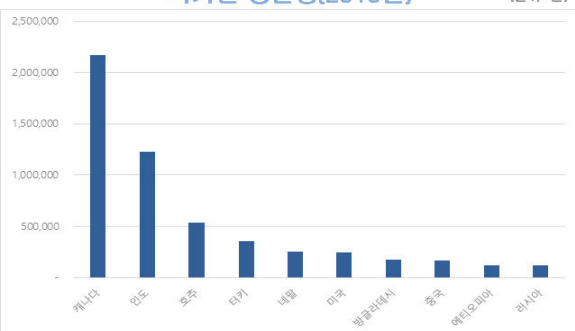
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



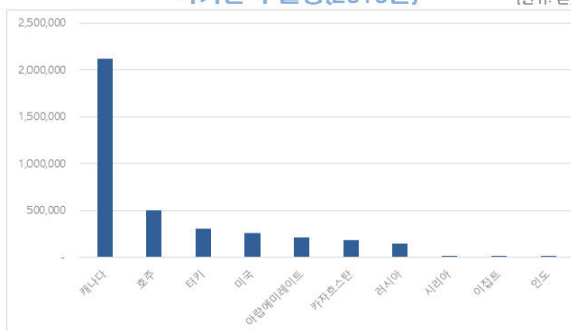
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



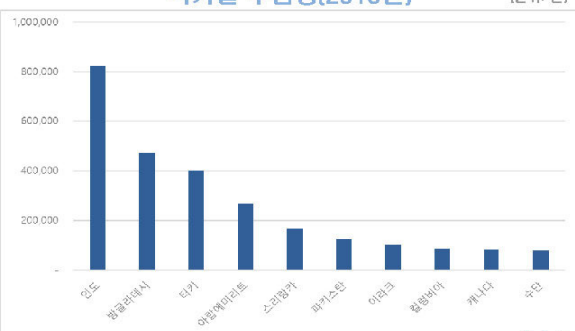
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

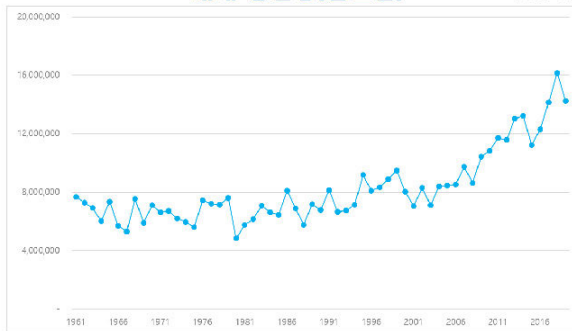
14/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Chick Peas

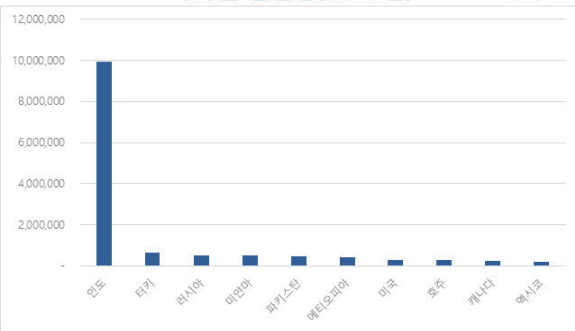
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



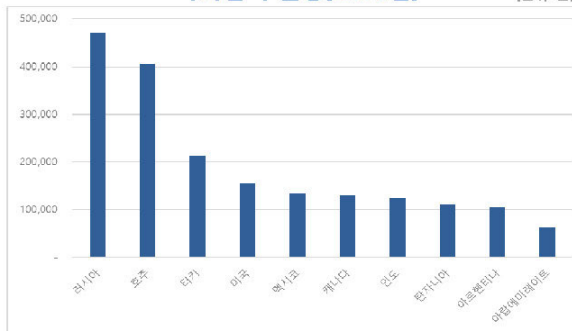
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



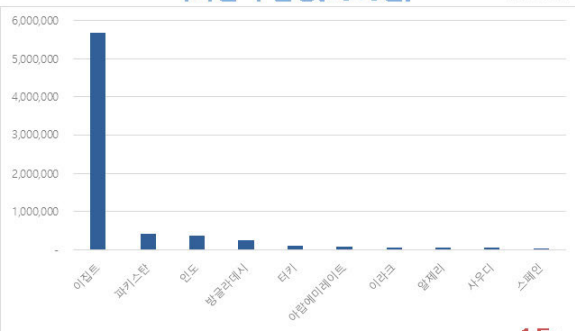
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

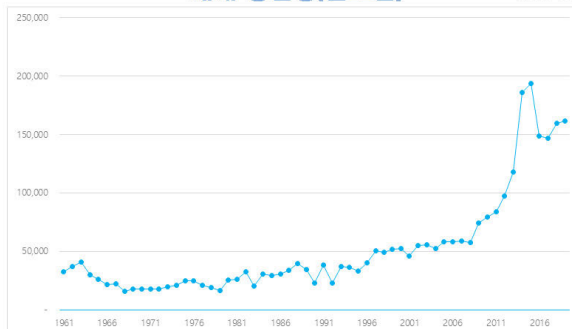
15/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Quinoa

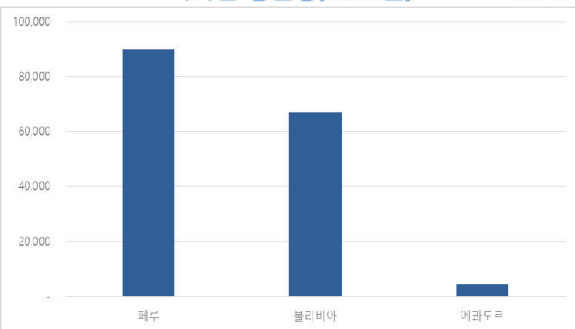
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



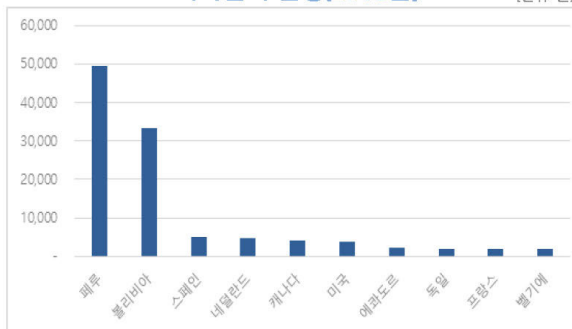
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



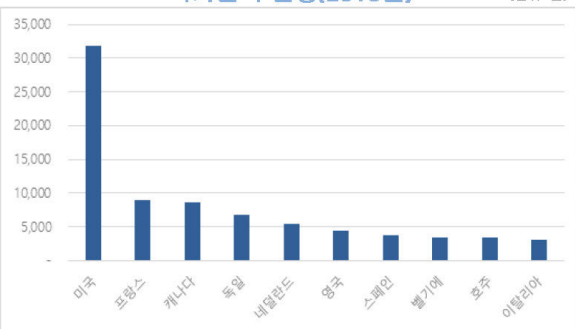
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

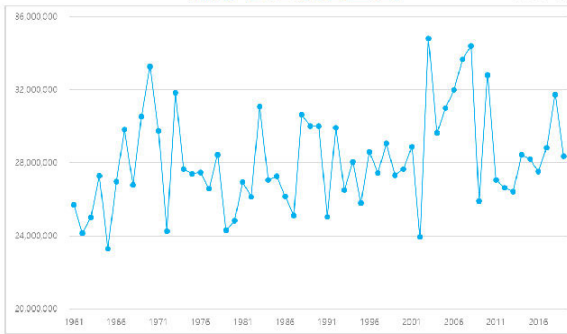
16/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Millet

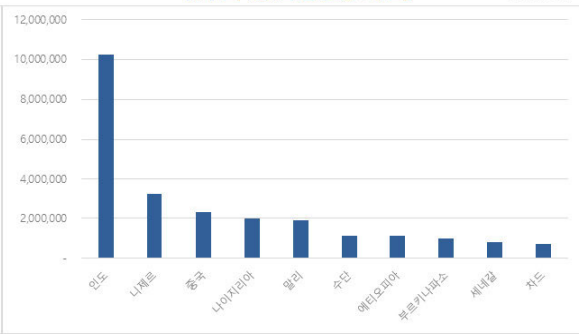
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



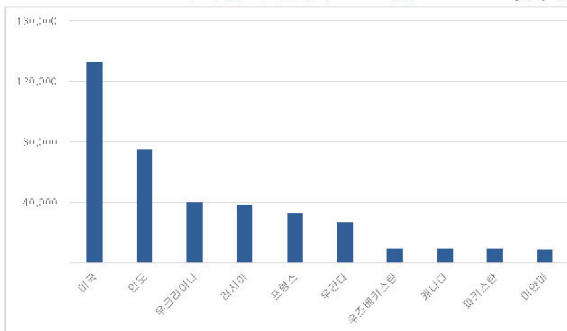
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



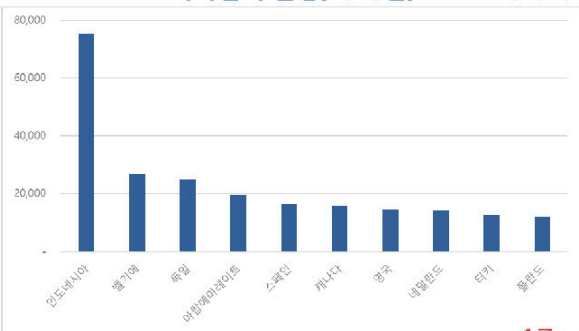
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

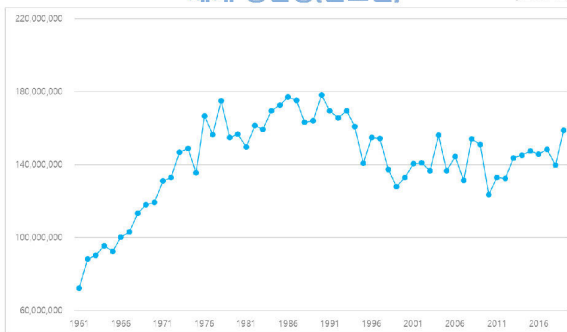
17/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Barley

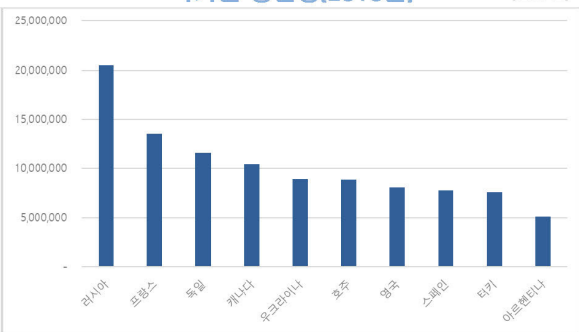
세계 생산량(연도별)

[단위: 톤]



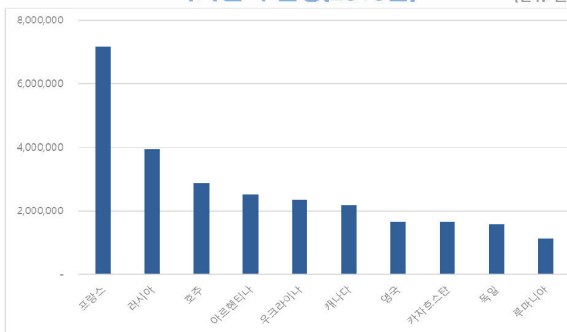
국가별 생산량(2019년)

[단위: 톤]



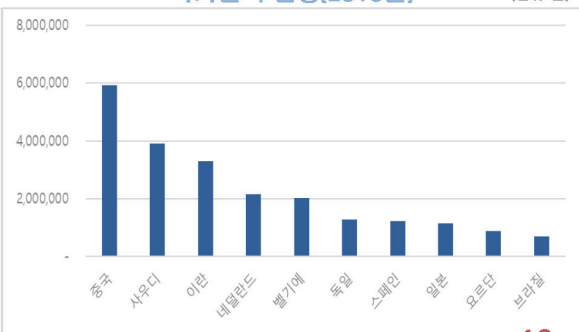
국가별 수출량(2019년)

[단위: 톤]



국가별 수입량(2019년)

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

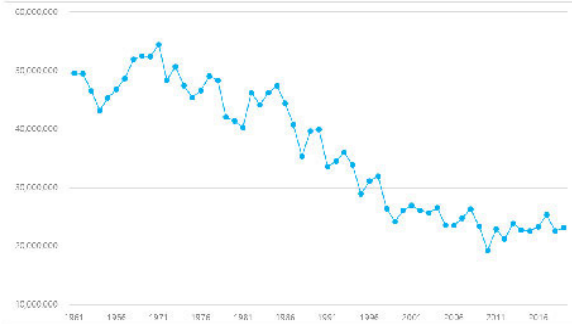
18/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Oat

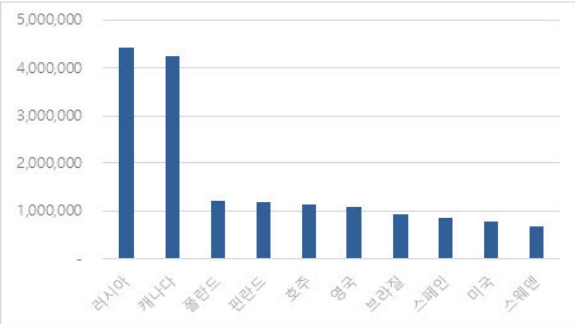
세계 생산량[연도별]

[단위: 톤]



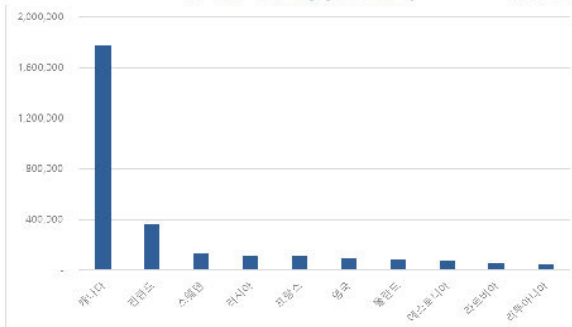
국가별 생산량[2019년]

[단위: 톤]



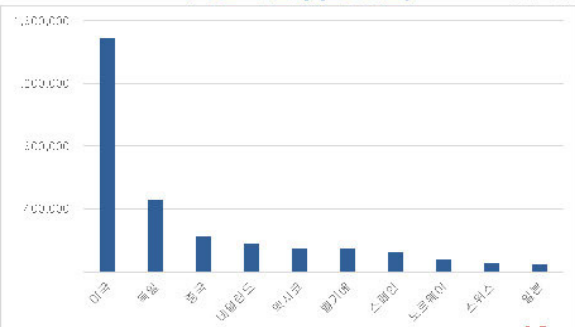
국가별 수출량[2019년]

[단위: 톤]



국가별 수입량[2019년]

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

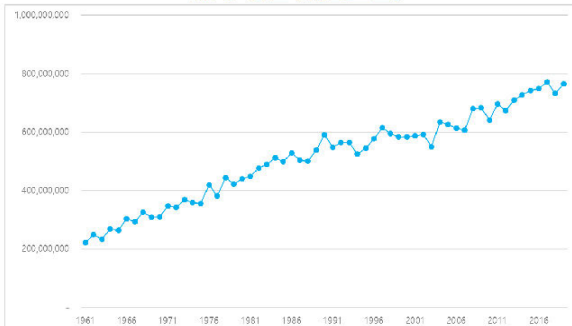
19/30

Part 2. 식물성 단백질 자원의 수급

Wheat

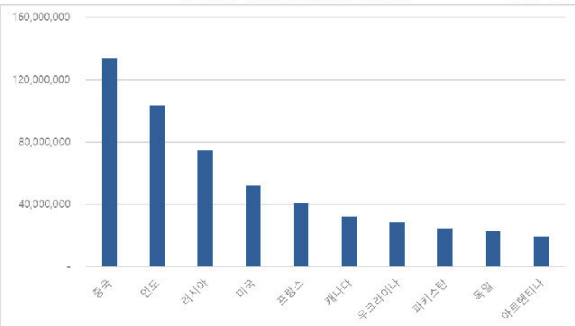
세계 생산량[연도별]

[단위: 톤]



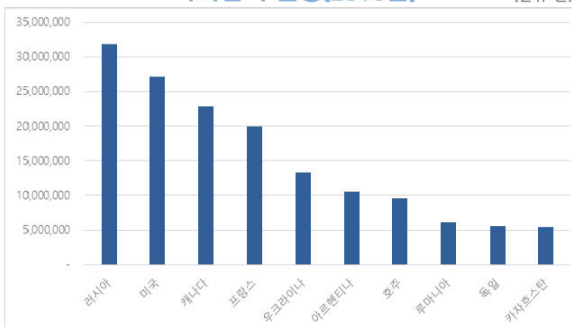
국가별 생산량[2019년]

[단위: 톤]



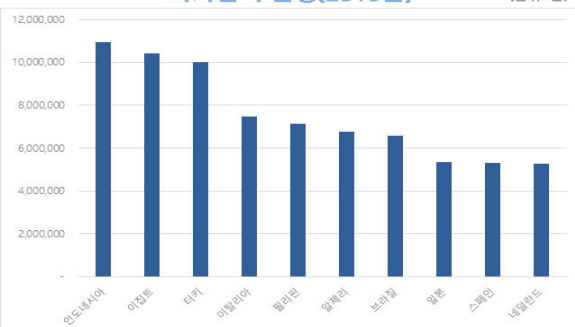
국가별 수출량[2019년]

[단위: 톤]



국가별 수입량[2019년]

[단위: 톤]



자료: FAOSTAT

20/30

Part 3. 식물성 단백질 자원의 활용

두부



카슬레



칠리 콘 카르네



템페



아인토프



포크 앤 빈스



에다마메



파바다



베이컨드 빈스



21/30

Part 3. 식물성 단백질 자원의 활용

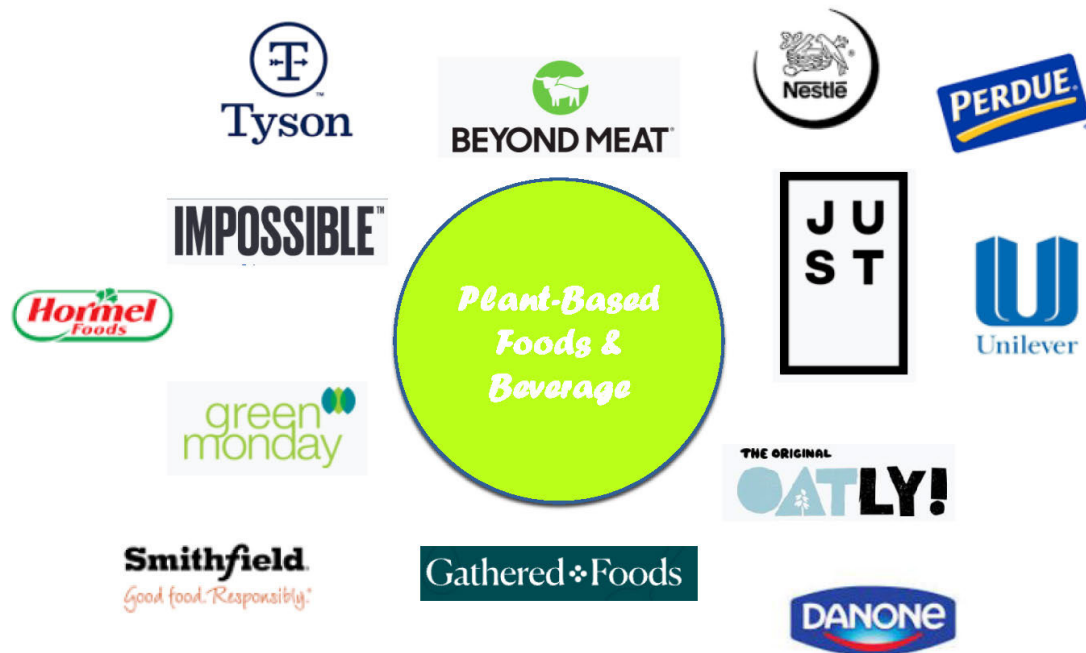
식물성 단백질 식품

- ✓ 육류 대체품
- ✓유제품 대체품
- ✓계란 대체품
- ✓어류 대체품
- ✓기타



22/30

Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망



23/30

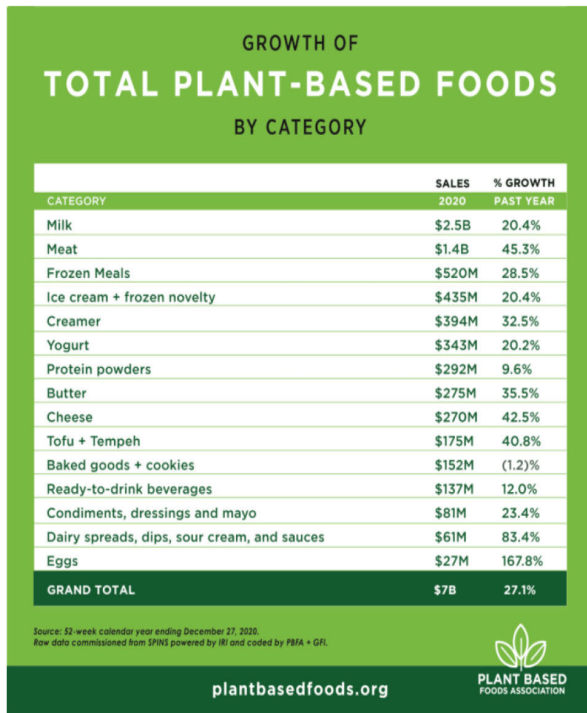
Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망

❖ 식물성 단백질 식품 시장의 성장 배경

- 사회 경제적 변화와 인구 증가로 전 세계 동물성 단백질 수요는 증가하겠으나 증가세는 둔화
- 소비자의 건강에 대한 인식 강화, 온실 가스 배출과 관련된 환경 문제 등으로 소비자의 선호도 변화
- 동물성 단백질을 대체하는 환경 친화적인 식물성 단백질 개발과 소비자들의 선호
- 초기 시장 주도했던 Beyond Meat, Impossible Foods에서 Tyson Foods, Hormel을 비롯한 대규모 식품 및 육류 회사의 적극적인 참여와 투자 유치
- 외식업체(레스토랑, 패스트푸드 체인점 등)의 식물성 단백질 성분에 대한 관심 고조와 글로벌 식품 제조업체와의 파트너십 및 협업을 통해 식물성 단백질 식단 제공

24/30

Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망



Plant-based product growth 2018-2019

Source: PDFA data commissioned from SPINS for 52 weeks ending April 2019

	2019 SALES	GROWTH
Plant-based creamer	\$226 M	+40%
Plant-based yogurt	\$230 M	+39%
Plant-based ice cream	\$304 M	+26%
RTD beverages	\$103 M	+23%
Plant-based cheese	\$160 M	+19%
Plant-based meats	\$601 M	+10%
Plant-based milks	\$1.9 B	+6%

❖ 2020년 미국 내 식물성 단백질 식품 시장의 성장

• 식물성 단백질 식품 매출액 : 70억 달러(27% ↑)

- 식물성 단백질 대체육 : 14억 달러(45% ↑)

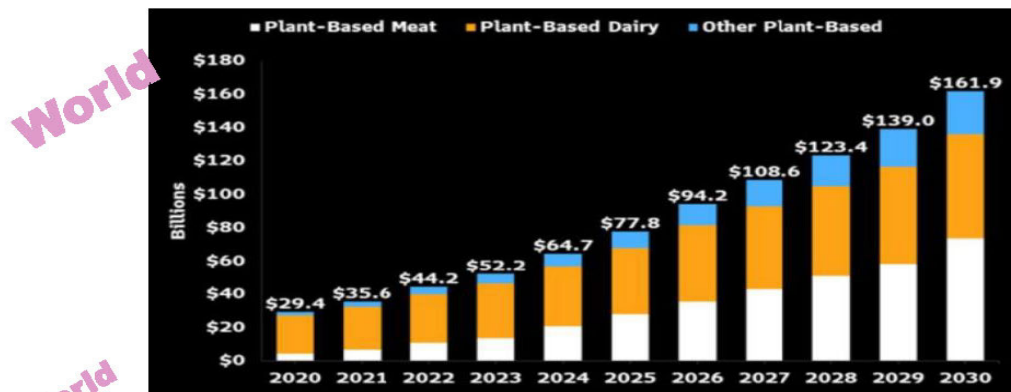
- 식물성 단백질 대체 우유 : 25억 달러(20% ↑)

※ 아몬드 우유 전체 2/3, 귀리 우유 3배 이상 증가

코로나19 팬데믹 기간 동안 미국 내에서 식물성 식품 소매 판매 증가율이 전체 식품 판매 성장율을 앞지름

25/30

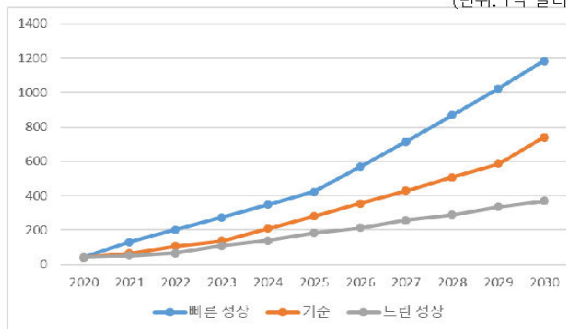
Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망



Source: Bloomberg Intelligence, OECD FAO Agricultural Outlook 2021-2030, GFI 2020 State of the Industry Report

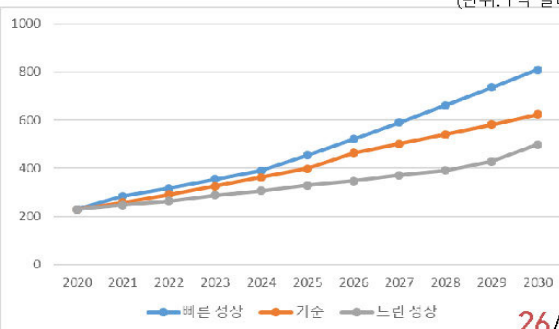
식물성 단백질 대체육 시장 성장 시나리오

(단위: 1억 달러)



식물성 단백질 대체 유제품 시장 성장 시나리오

(단위: 1억 달러)



26/30

Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망

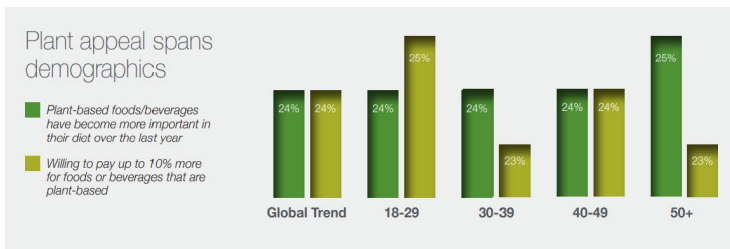
❖ 세계 식물성 단백질 식품 시장의 성장 전망

- 식물성 단백질 식품의 세계 판매는 2020년 294억 달러에서 2030년 1,620억 달러로 성장
- 대체육 및 유제품 향후 10년 동안 세계 시장 점유율의 5%와 10% 차지
- 대체육 시장 : 2020년 42억 달러, 2030년 740억 달러(최상 1180억 달러, 최하 370억 달러)
- 대체 유제품 시장 : 2020년 230억 달러, 2030년 620억 달러(최상 810억 달러, 최하 500억 달러)
- 대체 계란 시장 성장 잠재력이 가장 큼
- 대체 어류 시장도 상당한 주목을 끌고 있으며 2030년 시장 규모 13억 달러 예상
- ※ 식물성 대체 새우 가장 많이 소비되는 유형으로 부상
- ✓ 북미, 유럽이 식물성 단백질 식품 시장을 주도하고 있으며 아시아 태평양, 라틴 아메리카, 중동 및 아프리카와 같은 신흥 경제국들도 식물성 단백질 식품 수요 증가
- ✓ 특히 아시아 태평양 지역의 식물성 단백질 식품 시장이 상당히 빠른 속도로 발전하고 있음

27/30

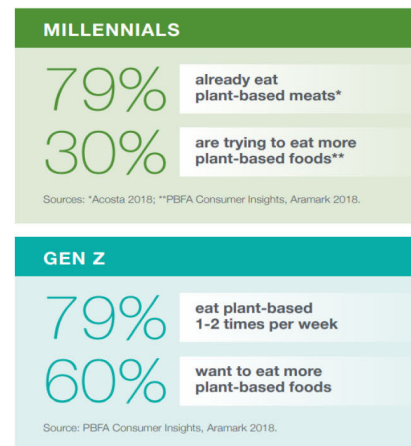
Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망

❖ MZ 세대가 미래 식물성 단백질 식품 시장을 주도



❖ 식물성 단백질 산업의 성장을 위해 고려해야 할 사항

- 식물성 단백질 식품과 기존 동물성 단백질 식품간의 가격 격차를 줄이기 위해 기업의 생산 효율성 창출 필요
- 맛, 풍미, 식감 등에서 동물성 식품에 대한 선호도가 높은 소비자들을 유인할 수 있는 기술적인 보완 필요
- 나트륨 함량 과다와 갖은 향신료 사용, 글루텐 문제, GMO 사용 여부 등으로 소비를 회피하려는 경향이 있어 그에 대한 기술적인 대안도 마련해야 함



28/30

Part 4. 식물성 단백질 산업의 동향 및 전망

❖ 식물성 단백질 자원의 생산 규모 증대 및 활용 기술의 발전

- 지속 가능성, 건강, 종교적 가치, 환경 및 동물 보호 등의 이유로 동물성 단백질에서 식물성 단백질로의 수요가 변화하면서 동물성 단백질을 대체할 수 있는 고단백 대두와 완두에 대한 수요 급증
- 식물성 단백질 자원으로 가장 높은 비중을 차지하는 것은 대두이며 다른 식물성 단백질 자원에 비해 가공성 및 효율성이 뛰어나 식물성 단백질 식품뿐만 아니라 식재료 및 다양한 요리에 활용되고 있음
- 대두 다음으로 각광을 받고 있는 식물성 단백질 자원은 완두이며 세계의 완두 단백질 시장 규모는 2019년 약 4,902만 달러이며, 2020년부터 2027년의 예측 기간 동안 23.6%가 넘는 성장률이 예상됨

❖ 대두 단백질 시장에 진출한 대표적인 기업들

- E.I. Dupont De Nemours And Company
- Archer Daniels Midland Company
- Cargill, Incorporated
- Kerry Group
- Now Foods (Now Health Group, Inc.)
- Burcon Nutrascience Corporation
- Sotexpro SA
- Farbest Brands
- Wilmar International
- CHS Inc.

29/30

감사합니다.

30/30

곤충 이용 식품 및 대체육 소재 개발 현황

국립농업과학원 곤충양잠산업과 과장 남 성 희





Profile

남 성 희

학력

경북대학교 곤충병리학 학,박사

경력

- 전) 국립농업과학원 농업생물부 실장
- 전) 국립농업과학원 기술지원팀 과장
- 현) 한국잠사학회 부회장
- 현) 한국양봉학회 이사
- 현) 전라북도 삼량농정위원회 위원
- 현) 국립농업과학원 곤충양잠산업과 과장

곤충이용 식품 및 대체육 소재 개발 현황

세계적 코로나19 사태로 식량안보 및 식량 위기가 초래되고 있는 가운데, 유엔(UN) 세계 인구전망 보고서에 따르면 세계 인구는 2050년경 약 100억 명으로 증가할 것으로 예측하였다. 인구증가와 지구의 기후변화로 인해 식용곤충은 인류의 식량난과 환경파괴를 해결해 줄 대안으로 주목받고 있으며 현재에도 전 세계 20억 명이 약 1,900여 종의 식용 곤충을 먹고 있는 것으로 알려져 있다. 곤충을 대량생산하게 되면 많은 장점이 있는데 생산단계에서 온실가스 발생이 적고, 단위면적당 생산성이 우수하며, 영양학적으로 단백질 및 불포화지방산이 풍부하고 다양한 기능성 물질을 포함하고 있다. 세계 식용곤충 시장은 빠르게 성장 중이며 2026년까지 15억 달러 규모의 시장이 형성될 것으로 전망한다. 국내 식용곤충 시장은 정책적 육성, 연구개발을 통해 꾸준한 성장세를 보이고 있으며, 곤충 산업에 종사하는 농가도 지속 증가하여 2020년 기준 2,873개소로 증가되었으며 산업규모는 2030년까지 6,309억 원으로 확대될 것으로 예상된다. 국내에서 법적으로 식용이 허용되는 곤충은 2014년 이전까지는 메뚜기, 누에 유충·번데기, 백강잠 3종이었으나 이후 농촌진흥청의 연구개발로 4종(흰점박이꽃무지 유충, 갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎡이 유충)이 식품의약품안전처에 일반식품원료로 등록되었다. 최근에는 아메리카왕거저리 유충, 수벌 번데기, 풀무치가 한시적 식품원료로 인정되어 총 10종의 곤충을 식용으로 이용할 수 있게 되었다. 한편 단세포 단백질을 이용한 대체 단백질 개발도 추진되는데 세균, 효모, 조류 등 미생물을 대량 배양하여 균체로부터 추출한 단백질로 제품을 제조하여 판매하고 있다. 대표적인 연구기업으로는 핀란드의 솔라푸드, 미국의 키버디, 영국의 퀴 등이 있다. 식용곤충을 이용한 기능성 연구로는 대표적으로 갈색거저리 이용하여 환자식 메뉴를 활용한 임상연구로 수술 후 갈색거저리 유충 분말을 복용한 환자의 면역 지표가 개선되었다. 이 외에도 흰점박이꽃무지 유충으로부터 분리된 인돌알칼로이드는 항혈전 효과를 나타내는 등 식용곤충으로부터 다양한 기능성 연구가 추진되고 있다. 식용곤충을 활용한 대체 단백질 이용 현황은 해외의 경우 스위스의 Essento는 식용곤충의 건조물과 단백질 바를 판매하고 있으며 곤충을 이용한 버거 패티를 제조하여 슈퍼마켓과 레스토랑에서 판매하고 있다. 이케아는 딱정벌레 유충으로 만든 버거와 미트볼 조리법을 비롯한 미래형 음식 조리법 20가지를 담은 요리책을 출간하였다. 국내에서는 식용곤충을 활용한 대체 단백질은 파우더, 에너지바 형태가 주로 개발되었으며 가공고기는 초기 단계로 갈색

거저리 곤충 패티 및 레시피 연구가 진행되고 있다. 국내 기업 Wellbug는 갈색거저리를 활용한 파우치형 단백질 보충제를 개발하였고, 퓨처푸드랩의 경우 갈색거저리와 귀뚜라미를 활용한 에너지바, 단백질 보충제, 씨리얼 등을 개발하여 판매 중이다. 이외에도 지속가능한 미래 먹거리 및 관련 산업에 대한 관심이 증가하면서 국내 식품 산업계는 4차 산업혁명과 푸드테크에 주안점을 두고 있다. 이 중 3D 푸드프린트 기술은 푸드테크의 선도 기술로서 양질의 단백질 보충이 가능하며 맞춤형 식품 가공이 가능할 것으로 예상된다. 국내 뿐만 아니라 세계 3D 푸드프린팅 시장은 지속적으로 성장 중이며 시장점유율의 경우 미국, 독일과 중국이 차지하고 있다. 대체 단백질 3D 푸드프린트를 활용한 기술은 다양한 원재료를 활용 조합하여 3D 프린트를 활용하여 고기의 육질과 유사한 구조를 만들어 내는 기술로 원재료는 주로 식물 단백질이 사용되는데 최근 곤충을 재료로 활용할 수 있는 연구가 진행 중이다. 해외의 대체 단백질 3D 푸드프린트 활용 기술 현황을 살펴보면 리디파인 미트(Redefine Meat), 노바미트(Novameat), 세이버이트(SavorEat), 케이에프시(KFC)에서 3D 푸드프린트를 활용하여 스테이크, 소시지, 대체육, 버거, 닭고기 대체육 등을 판매 개발 중인 것으로 확인되었다. 국내의 경우 3D 푸드프린트 기술 개발 수준은 기술 개발 초기 단계로서 연구가 진행 중이며 시제품이 개발되고 있다.

세계 육류 소비량은 지속적인 증가와 함께 기존 축산물 생산 방식의 한계에 따른 대체 축산물로의 전환 필요성이 증가하고 있다. 작은 가축, 곤충을 이용하여 대체 단백질을 개발하는 것은 생산 시 환경친화적이면서 폐기물이 남지 않는 선순환구조의 실현이 가능하므로 미래 식량으로 활용하기에 매우 우수한 소재라 할 것이다. 앞으로 곤충을 활용한 대체 단백질 산업을 촉진하기 위해서는 일반식인 밀키트 개발과 고단백 영양보충제 개발 및 인체에 적용하는 기능성을 함유한 의료용 특수식 개발 등 수요자 맞춤형 기능성 식품의 소재 개발이 강화되어야 할 것이다. 또한 국민들의 곤충의 가치에 대한 인식개선의 노력과 함께 식용곤충은 미래의 대체단백질 식품이자 식량으로 좋은 대안이 될 수 있을 것이다.

색인어: 식용곤충, 곤충 단백질, 단세포 단백질, 식용곤충 기능성, 대체 단백질

곤충이용 식품 및 대체육 소재 개발 현황

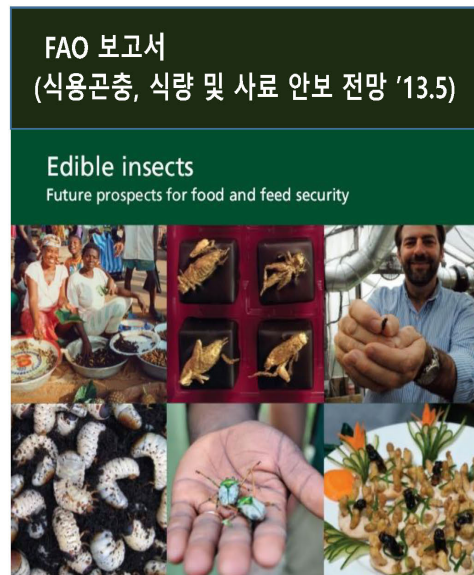
국립농업과학원 농업생물부

곤충양잠산업과장

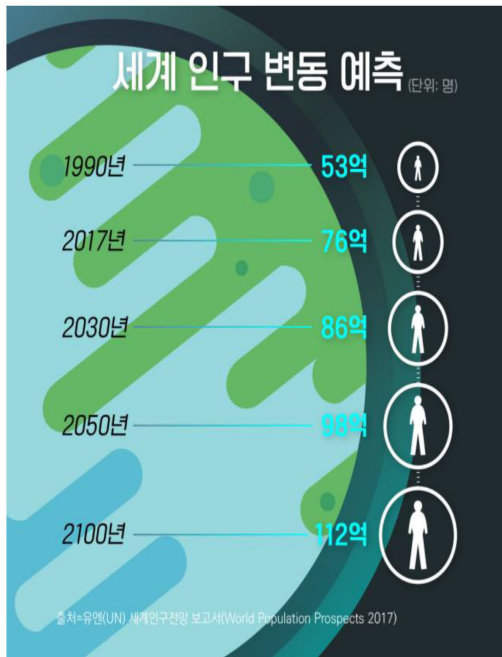
남성희

목차

- ❑ 식용곤충의 필요성
- ❑ 식용곤충의 가치
- ❑ 세계 식용곤충 시장 현황 및 전망
- ❑ 국내 식용곤충 시장 현황
- ❑ 단백질 신소재 개발을 위한 원료등록
- ❑ 단세포 단백질 개발 현황
- ❑ 식용곤충 기능성 연구 현황
- ❑ 식용곤충 대체단백질 개발
- ❑ 식용곤충이용 과제 발굴
- ❑ 고찰



식용곤충의 필요성



<FAO의 코로나19 인도주의적 대응계획 대상국가>

식용곤충의 가치

“곤충은 소나 돼지에 비해 환경파괴에 미치는 영향이 적습니다”

조금만 먹어도 배가 든든한 곤충을 먹으면, 돼지 1.5마리 먹기로 인한 온실가스 배출량이 1/10에 불과합니다.

7경향신문 EBS <지식채널 e>

“분배의 불균형으로 기아에 시달리는 아프리카나, 동남아시아 지역에 보급하기도 좋지요”



■ 식용곤충 산업의 장점

높은 토지 이용 효율

수백개의 알 산란

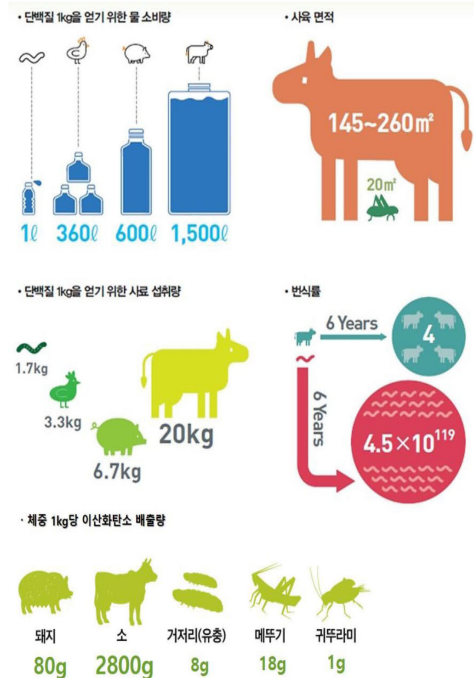
짧은 생활사

높은 사료효율

적은 온실가스배출량

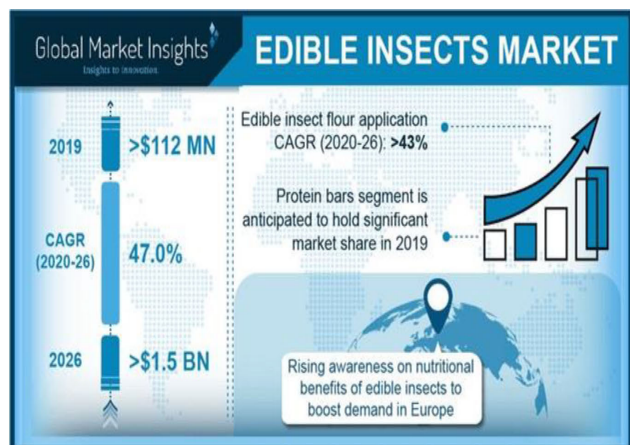
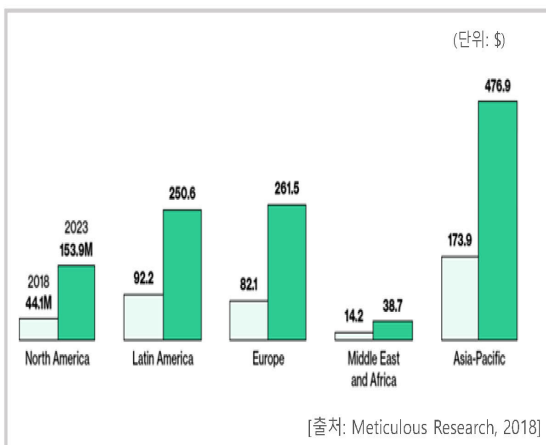
고단백, 고불포화지방산

다양한 기능성 물질의 보고



➡ 탄소중립, 그린뉴딜 같은 친환경 용어들이 등장함에 따라 곤충산업이 부각되고 있음

세계 식용곤충 시장 현황 및 전망



- ➡
- 세계 식용곤충 시장은 **빠르게** 성장
 - 2019년에 이미 1억1,200만달러를 **초과**
 - 2026년까지 15억달러 규모의 시장이 **형성될** 것을 전망

■ 주요 국가 신소재 식품 관련 제도

국 가	절차 및 관리제도	신규원료
대한민국	신청인 신청 ⇒ 식약처 안전성 평가 ⇒ 한시적(새로운) 식품원료 승인 (법적근거 : 식품위생법 제7조제2항 및 식품위생법 시행규칙 제5조)	국내 식용근거 없음
미 국	신청인 신청 ⇒ FDA 안전성 평가 ⇒ GRAS 승인 (법적근거 : FFDCA 201(S) 및 409.21 CFR 170.3 및 21 CFR 170.30)	'58.1.1. 이전 미국 내 식용근거 없음
유럽연합	신청인 신청 ⇒ EFSA 검토 ⇒ Novel food 승인, 통지 (법적근거 : Regulation (EU) 2015/2283)	'97.5.15 이전 EU 내 식용근거 없음
호주/뉴질랜드	신청인 신청 ⇒ FSANZ 안전성 평가 ⇒ Novel food 승인, 규정개정 (법적근거 : FSANZ Act 2003, Standard 1.5.1 Novel Foods)	비전통식품
중 국	신청인 신청 ⇒ 국가위생 및 가족계획위원회 심사 ⇒ 신식품원료 공지 (법적근거 : 국가위생 및 가족계획생육위원회령 제1호)	전통적 섭취경험 없음

■ 아시아태평양 식용곤충 시장 현황

[출처: 세계농업 제207호, 2017; kita.net]



태국

중국

일본

- **태국:** 매년 수천톤의 곤충이 거래되며 곤충거래의 국제적 허브(Thailand Unique)
- **중국:** 오랫동안 곤충을 먹어온 나라 중 하나, 북경 왕푸징 거리에서 길거리 음식으로 식용곤충 판매
 - * HaoCheng Mealworm(2002년 설립)
 - 갈색거저리, 아메리카왕거저리를 50톤/월 생산, 매년 호주, 유럽, 북미, 동남아시아에 200톤 수출
- **일본:** 메뚜기를 튀겨서 간장 양념하여 먹는 이나고가 유명함, 아직 시장 초기단계
 - * 세계 최초의 곤충식품 자동판매기 등장(2018년), 귀뚜라미 단백질 바, 스낵 등 약 10종 판매

■ 유럽 식용곤충 시장 현황

기업(국가)	제품 형태	특징
Edible Unique (영국)	• 식용곤충 1차 가공 * 원형, 분말, 분쇄	• 영국대표 식용곤충 전문 1세대
Eat Grub (영국)	• 곤충 다양한 제품 * 스낵, 부시터커, 파우더	• 프리미엄 식용곤충, 영국 수입규정 준수 • 정기적 안전성 검사 • 안정적 가격
Europe-Entomophagie (프랑스)	• 간식류 * 건조메뚜기, 귀뚜라미, 누에, 딱정벌레 등)	• 프랑스 대표 식용곤충 전문기업
Micronutris (프랑스)	• 곤충사육, 가공제품 * 밀웜, 귀뚜라미 사육 * 스낵, 캔디, 파스타, 두유 등	• 온라인, 유럽최초 식용곤충기업
Gryö Bars (프랑스)	• 단백질 제품 * 귀뚜라미 분말	• 과일, 견과류 첨가 단백질 바
Proti-Farm (네덜란드)	• 곤충식품, 운동선수용 * 외미거저리 주력	• 비용 절감, 안전성 및 기능성 강화
Essento (스위스)	• 곤충버거, 곤충볼 * 귀뚜라미	• 슈퍼마켓 Coop 납품(17)
Gourmet bugs (스위스)	• 곤충스낵 * 밀웜, 귀뚜라미, 메뚜기 등	• 온라인 판매
Green Kow (벨기에)	• 곤충식품 * 갈색거저리 중심	• 유기농 매장(Biofresh 등) • 곤충형태 없는 건조 분쇄형태
Fazer (핀란드)	• 빵 류 * 귀뚜라미 분말	• 씨앗을 포함한 빵류 생산
Bugfoundation (독일)	• 햄버거류 * 외미거저리 애벌레	• 슈퍼마켓 출시

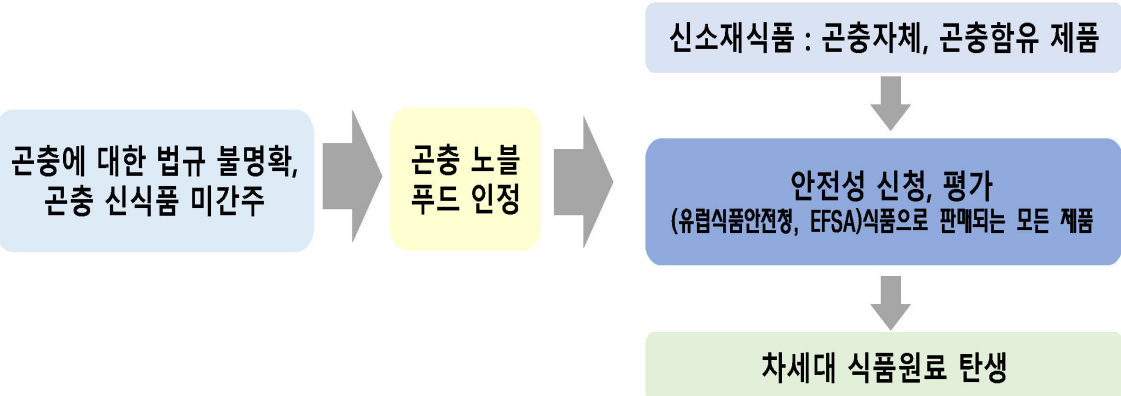


■ 유럽 곤충 산업 방향

○ 유럽 연합의 식품규정(EU 2015/2283): 신소재 식품

- 2018. 2. EU: 새로운 novel food 규정, 곤충식품 판매 허가

(식용곤충 포함한 식품 시판 조건: 유럽연합 집행위원회에 신청자 인적 사항, 음식에 대한 설명, 음식의 구체적인 구성, 안전을 입증하는 과학적 및 영양학적 증거, 라벨부착 제안, 사용 조건 등을 제출)



■ 유럽 곤충 산업 방향

Regulation (EU) 식품법령 : EFSA(유럽식품안전청) 관리

○ **노블푸드(novel food)**: 유럽연합 신규 등록된 식품에 적용하는 기준

- * 곤충 적용 : 식용, 사료용 (18-20년까지만 한시적 유예)
- * 신고('97 이전 식용), 승인 ('97 이후 신규 등장)
- * **EFSA 인정 식용곤충** : 귀뚜라미, 갈색거저리 유충, 풀무치('21.7)
- 곤충은 타 산업의 생산물과 동일한 위생규정 준수해야 함

* EU 규정 평가요구사항

제조공정, 구성정보(영양정보, 기능성정보, 안전성정보), 원료, 사용역사(근거), 표적집단에 대한 설정, 사용목적 및 사용량(섭취량 기준설정근거), 독성, 알러지, 화학적 안전성평가 자료 등)

* 안전성문제 : 향후 일어날수 있는 질병 혹은 알레르기 문제

■ 북미 식용곤충 시장 현황



[미국, 캐나다의 식용곤충제품]

미국 식용곤충 시장 점유 순위

(해당연도: 2017년)

식용곤충 종류	미국 시장 점유율 (%)	시장 규모 (\$)
딱정벌레	27.60	16백만
애벌레류	20.90	
메뚜기, 귀뚜라미	21.20	125백만
벌, 말벌, 개미	15.90	
까치진디, 노린재류	10.00	
기타	4.30	

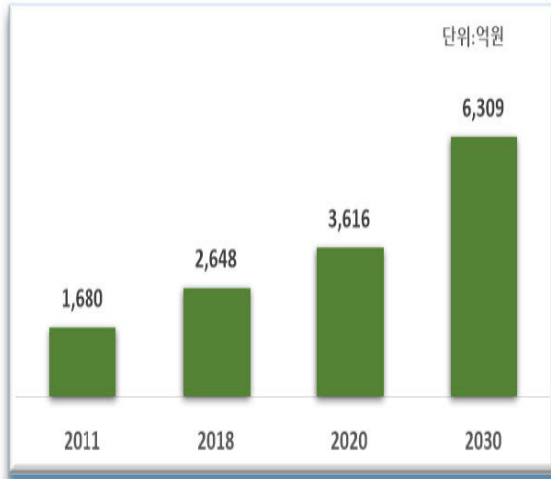
- **북미시장**은 2018년 44백만 달러에서 2023년 154백만 달러로 연평균 28%성장할 것으로 전망
- **미국**: 미국의 식용곤충 시장은 빠르게 성장하고 있음
 - 약 90개의 곤충 종을 식용색소나 의약품조제 등으로 개발·사용
 - * 분말형태의 식용곤충 매출은 2017년에 19.5백만 달러를 넘었음
- **캐나다** 식용곤충 시장은 빠르게 부상 중(귀뚜라미 파스타 등)

[출처: 한국농수산식품유통공사, 2018]

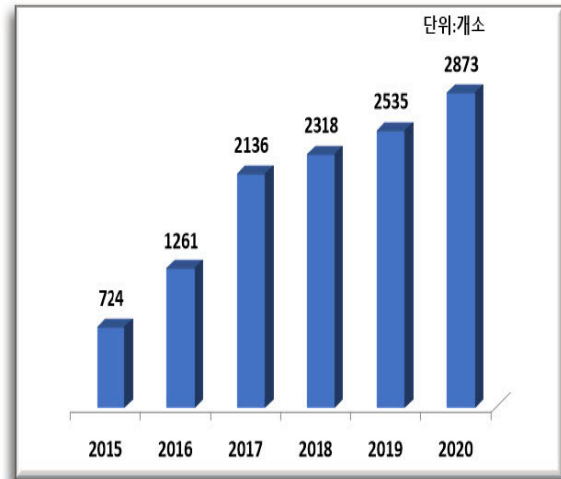
국내 식용곤충 시장 현황

■ 국내 식용곤충 시장 규모 및 농가수

- 국내 곤충산업 현황 : 국내는 정책 육성, 연구개발 추진 및 국민 관심으로 꾸준한 성장세
- 연도별 업체수 : 곤충사육 농가 및 관련 산업 종사자는 해마다 증가하고 있음



<국내식용곤충 산업의 규모 확대>



<곤충산업에 종사하는 농가의 지속적 증가>

[출처: 농촌진흥청, 곤충산업실태조사, 2020]

■ 국내 식용곤충 등록 현황 : 10종



메뚜기



누에 유충·번데기



백강잠



흰점박이꽃무지 유충



갈색거저리 유충



쌍별귀뚜라미



장수풍뎅이 유충

- 전례적 식용 근거'에 의해 일반식품원료로 인정 (2014년 이전)

☛ 메뚜기, 누에 유충·번데기, 백강잠(3종)

- 한시적 식품원료(2014년)에서 일반식품원료로 전환(2016년)

☛ 흰점박이꽃무지 유충, 갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이 유충(4종)

- 한시적 식품원료로 인정

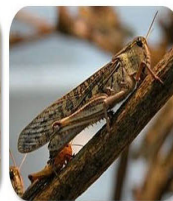
☛ 아메리카왕거저리 유충, 수벌 번데기(2020년), 풀무치(2021년)(3종)



아메리카왕거저리 유충



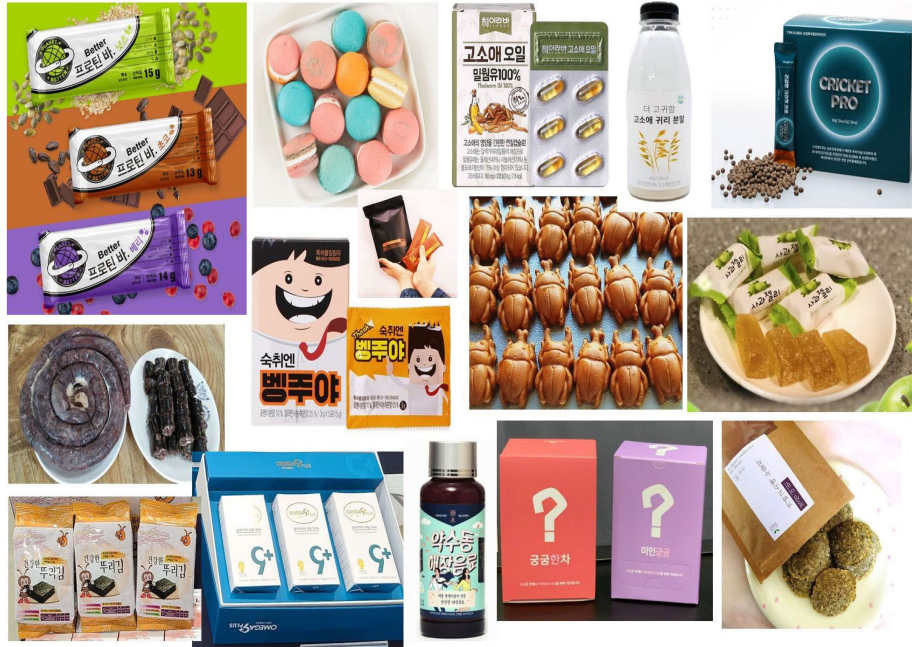
수벌 번데기



풀무치

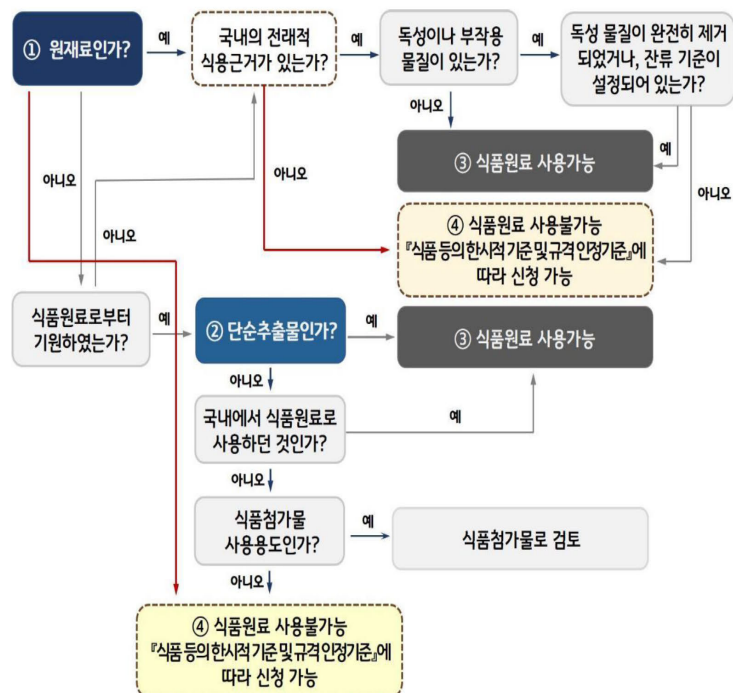
■ 국내 식용곤충 제품

- 프로틴바, 환, 연질 캡슐, 진액, 숙취해소제, 차, 누룽지, 김, 순대, 빵, 마카롱, 젤리 등 다양한 제형으로 판매



단백질 신소재 개발을 위한 원료 등록

■ 식품원료 사용을 위한 의사결정도



■ 단백질 신소재 개발을 위한 원료 등록 절차



■ 제출자료의 범위

「식품등의 한시적 기준 및 규격 인정 기준」 고시에서 제출자료의 범위 및 작성요령을 규정

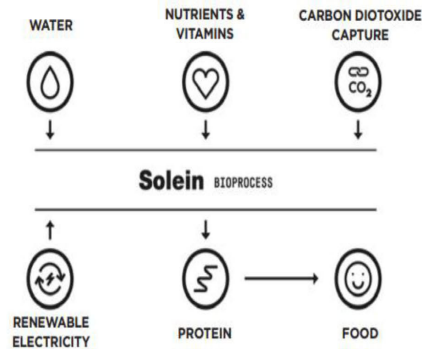


* 제출자료의 요약본 (①~④ 요약 자료)도 함께 제출

단세포 단백질 개발 현황

■ 단세포 단백질

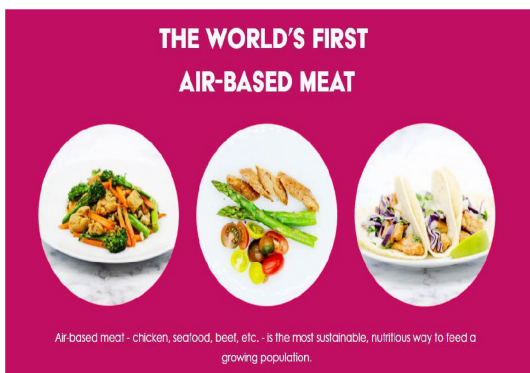
- 세균, 효모, 사상균, 방선균, 곰팡이, 조류 등의 미생물을 대량 배양하여 균체로부터 추출한 단백질로 사료첨가물이나 식품첨가물, 증량제등으로 사용
- 대표적 연구 기업: 솔라푸드(핀란드), 키버디(미국), 퀴(영국) 등



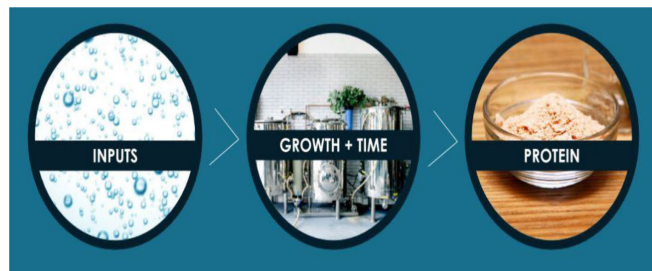
<솔라푸드의 대표 단세포 단백질인 솔레인 제조 공정>

<솔레인 활용 제품>

■ 단세포 단백질



<키버디사의 에어프로테인으로 제조한 음식>



<키버디사의 에어프로테인 제조 공정>

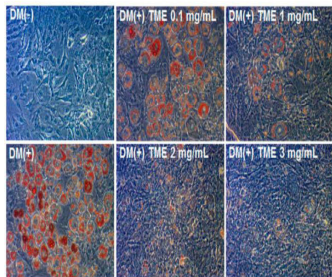


<마이코프로테인(곰팡이 유래)를 활용한 대체육(퀴)>

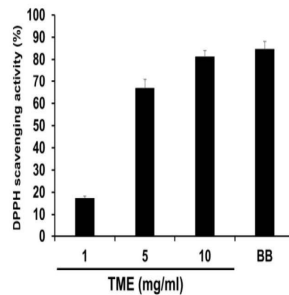
식용곤충 기능성 연구 현황

■ 갈색거저리를 이용한 기능성 탐색

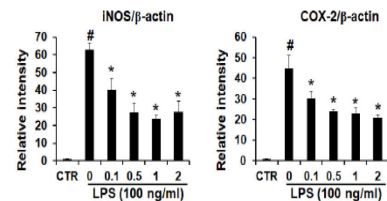
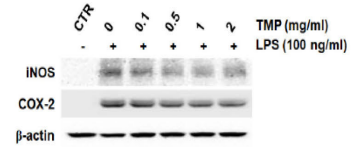
○ 갈색거저리 유충 이용 기능성 : 항비만, 항산화, 항염증, 간 회복 효능, 항암 등



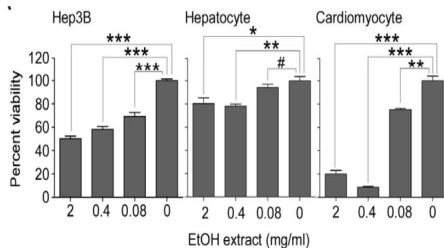
<지방세포 분화억제>



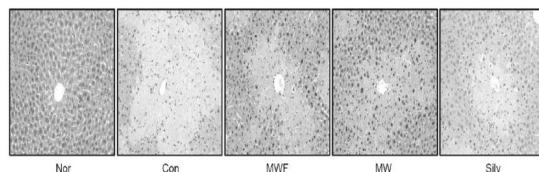
<항산화 효과 확인>



<항염증 효과 확인>



<항암활성 확인>



<간손상 억제 확인>

■ 갈색거저리를 이용한 환자식 메뉴 및 특수의료용 식품 시제품 개발

- 고단백 **암환자식**, 위장관질환식, 연하곤란식 등 52종 이상
- 특수의료용 식품 시제품 개발 : **푸딩 (환자용 균형 영양식)**

(100g 기준)

영양소	소고기	고소애고기
에너지(kcal)	148	216
단백질(g)	20.8	53.6
지방(g)	6.3	15.1
탄수화물(g)	0.2	6.5
식이섬유(g)	-	2.9

<갈색거저리 영양성분 비교>



<고소애 고기>



<암환자식>



<위장관질환식>



<연하곤란식>



<푸딩(환자용 균형 영양식)>

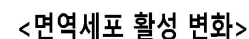
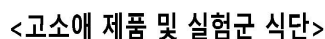
- 수술 후 입원기간 동안 갈색거저리 식사를 제공한 결과 고단백 및 고영양 식품인 갈색거저리를 이용한 환자 식사의 도입에 대한 타당성을 확인함

- 수술후 체중손실 : 대조군 -2.7%, -1.0%
- 제지방량(골격과 근육) : 대조군 -3.4%, 1.4%



<논문 성과>

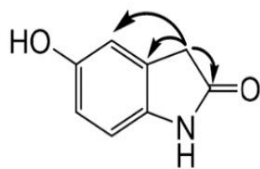
- **체담도 및 간암 환자(109명 대상) : 수술 후 고소애분말 복용 환자 영양지표 개선**
- **건강한 세포막 상태를 반영하는 위상각(Phase angle) 변화량 : 2.4% 증가**
- **수술 후 고소애 분말 복용 환자 면역 지표 개선**
(NK cell 활성 16.7% 증가, Cytotoxic T cell 활성 7.5% 증가)



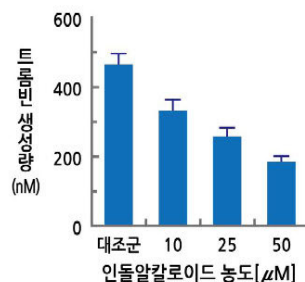
■ 흰점박이꽃무지를 이용한 기능성 탐색

○ 흰점박이꽃무지 유충 이용 기능성 : 항혈전 등

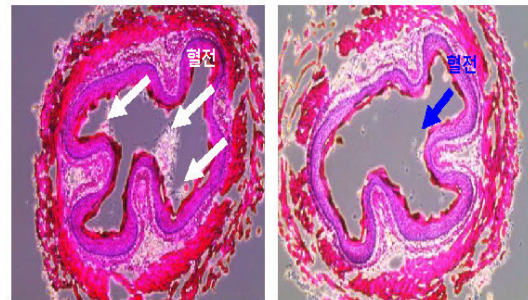
- 흰점박이꽃무지 유래 항혈전 치유 효능 유효물질 분리 : 인돌 알칼로이드
- 시험관(*in vitro*)에서 혈전 생성과 활성화 70% 억제(피브린 응집 70% 저해, 혈소판 응집 60% 억제 효과)
- 동물(쥐)에 정맥주사 한 결과 혈전 생성과 크기 50% 감소



<인돌 알칼로이드>



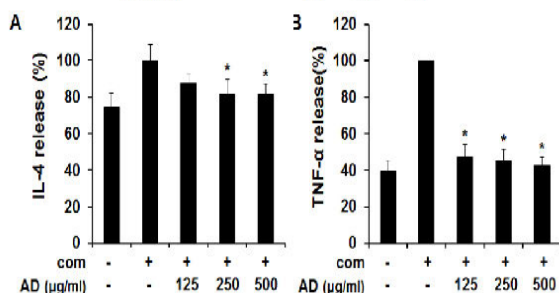
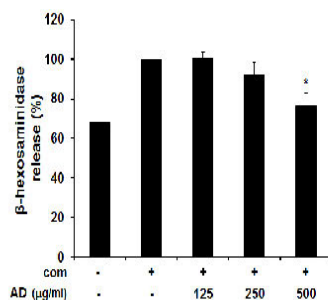
<혈전 생성 억제>



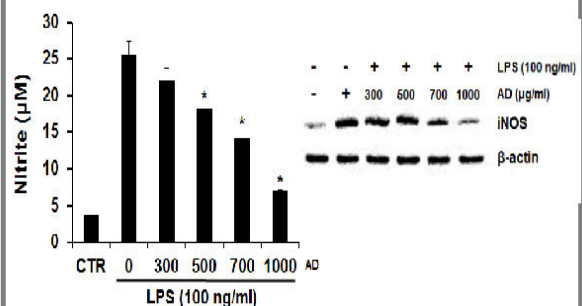
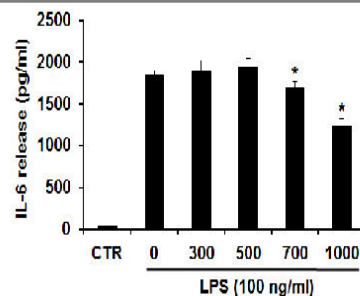
<인돌 알칼로이드 처리 전(왼), 처리 후(오른)>

■ 장수풍뎅이를 이용한 기능성 탐색

○ 장수풍뎅이 유충 이용 기능성 : 항알레르기, 항염증 등



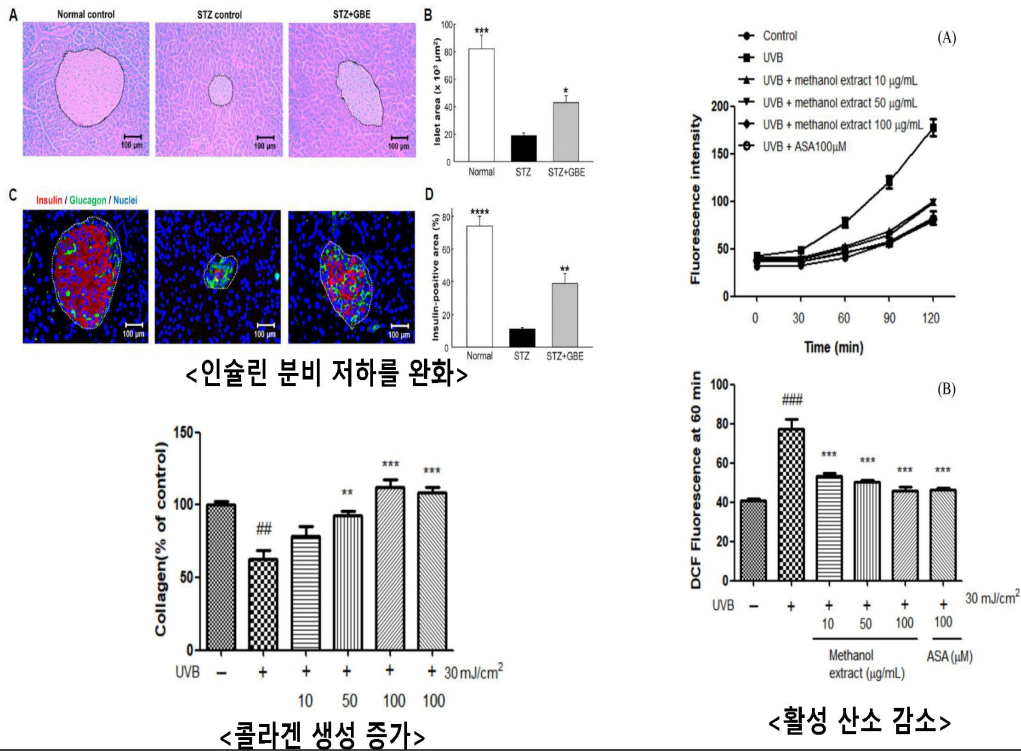
<알레르기 유발 인자 감소>



<염증 유발 인자 감소>

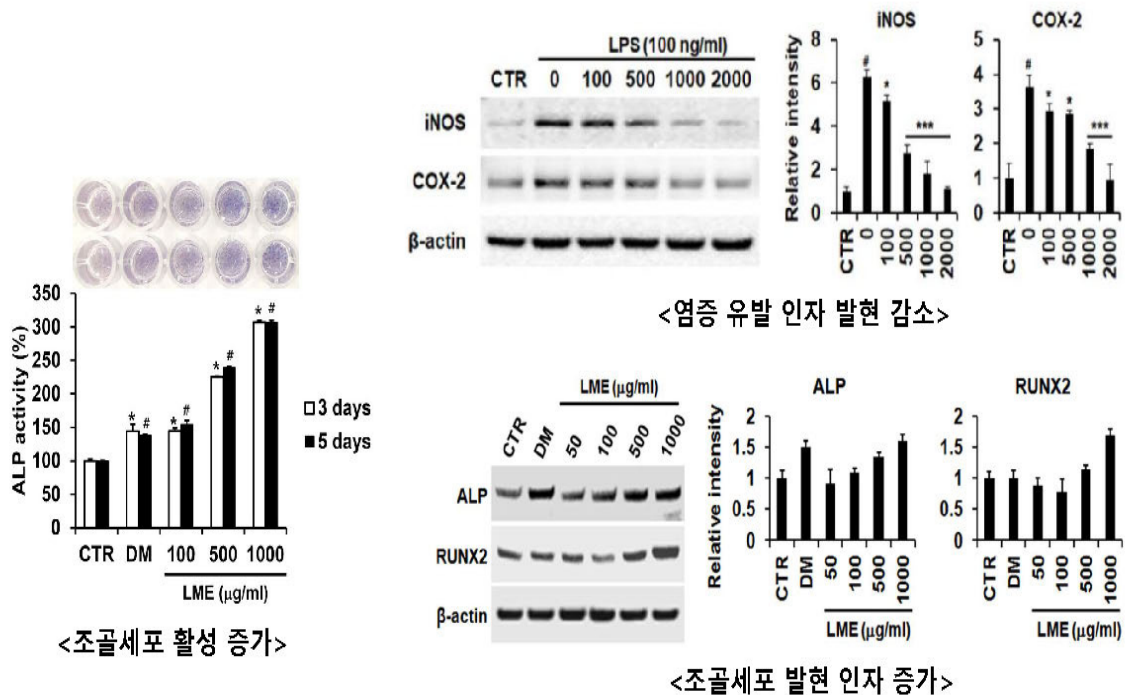
■ 쌍별귀뚜라미를 이용한 기능성 탐색

○ 쌍별귀뚜라미 이용 기능성 : 항당뇨, 피부 보호 등



■ 풀무치를 이용한 기능성 탐색

○ 풀무치 이용 기능성 : 항염증, 골다공증 완화 등



식용곤충 이용 대체 단백질 개발

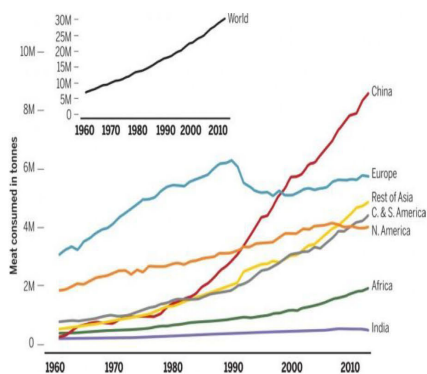
■ 육류 소비량 증가

- 2018년 304만 톤 → 2050년 455만 톤

매년 1.3% 증가 예측

- 기존 축산물 생산 방식의 한계에 따른

대체 축산물로의 전환 필요성 증가



<세계 육류 소비량>

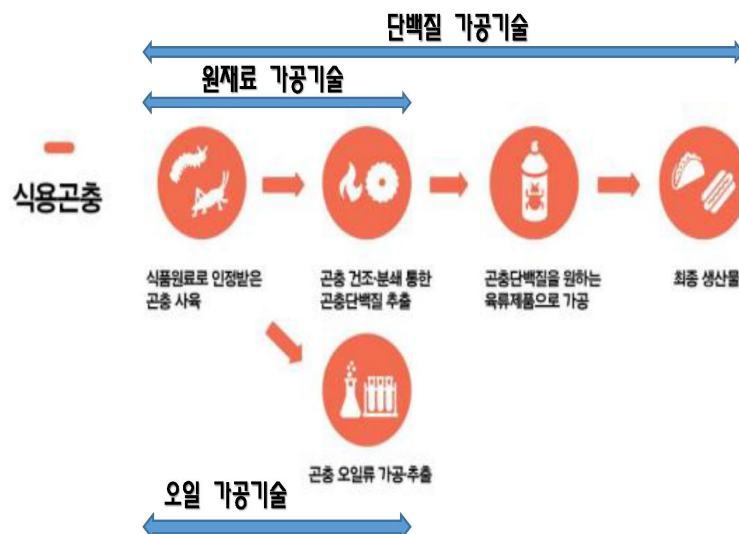
구분	기존육류	식용곤충
생산방법	사육 후 도축	건조 및 분말화
대량생산 가능성	높지만 한계 있음	높음
생산비	상승 중	하락 중
자원 사용량	높음	매우 낮음
온실가스 배출량	높음	매우 낮음
건강 효과	변화 없음	단백질 증가 지방 감소
안전성	변화 없음	검증 진행중 (알레르기 등)
소비자 기호도	수요 증가	곤충 혐오감
한계점	미래 식육 수요 충족 불가	소비자 혐오감, 안전성 검증 필요

<기존 육류 대비 식용곤충의 장단점>

[출처: 대체 단백질, 배양육 소재의 최신 연구, 식품산업과 영양, 24(2), 15~20, 2019]

■ 식용곤충 가공 기술 개발

- 원재료 가공기술 : 1차 가공을 통해 식용곤충의 건조 및 분말화를 위한 가공기술
- 단백질 가공기술 : 식용곤충에서 단백질을 추출하고 다양한 식품과 혼합하여 식용곤충의 영양학적 가치를 적극적으로 활용하는 기술
- 오일 가공기술 : 식용곤충을 활용하여 유지를 추출해 내는 기술



■ 식용곤충을 활용한 대체단백질 이용 현황

○ 해외 사례

- Essento : 귀뚜라미, 갈색거저리, 메뚜기 건조 판매 및 곤충 요리책 출시, 단백질 바 판매
곤충 이용 버거 패티 제조 회사(스위스 슈퍼마켓(cooper)과 레스토랑에서 판매중)

essento®
MAKING INSECTS DELICIOUS

Products ▾ Eating Insects ▾ About us ▾

Essento insect food
Our products are already available here
The delicious Essento insect food innovations are already available in restaurants and food retailers. Here is an overview of our partners, as well as a map with all restaurants and sales points.

Coop (Switzerland) Farmy.ch (Switzerland) SMITH & SMITH Wine Company (Switzerland)

Nooch Restaurants (Switzerland) The Butcher (Switzerland) Kitchencorner (Switzerland)

essento ACHETA essento TENERIO essento LOCUSTA

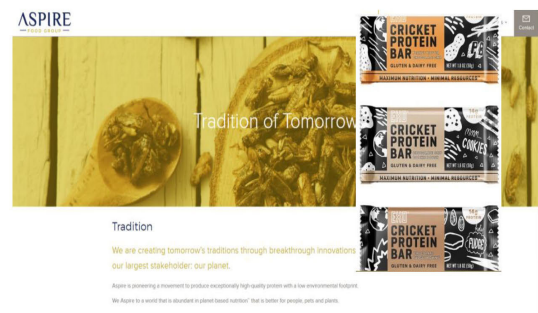
grillen deuschrecken & co.

<Essento 제품 및 곤충요리책>

○ 해외 사례



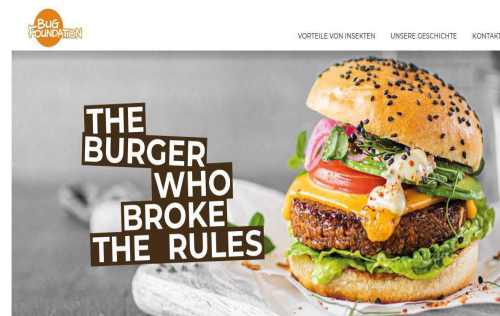
<차플(Chapul) : 귀뚜라미 에너지바>



<Aspire food group 홈페이지 및 귀뚜라미 에너지바>



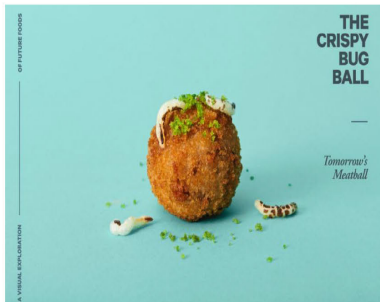
<식스푸드(chirps): 귀뚜라미 프로틴 파우더>



<Bugfoundation: 외미거저리 활용 버거>

○ 해외 사례

- 이케아: 스페이스10이라는 프로젝트를 통해 곤충으로 만든 버거 실험 진행중(딱정벌레 유충으로 만든 버거와 미트볼 조리법을 비롯한 미래형 음식 조리법 20가지를 담은 요리책 출간)



<곤충 미트볼>



<미래 음식 레시피>



<곤충 버거 및 고기>

○ 국내 사례

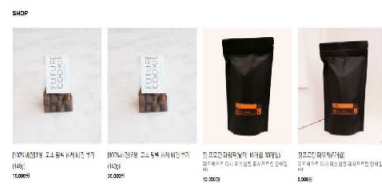
- 국내 식용곤충을 활용한 대체 단백질은 파우더, 에너지바 형태가 주로 개발됨 (가공고기는 시작 단계)
- 전남농업기술원 : 갈색거저리 패티 개발 및 레시피 연구
- Wellbug : 갈색거저리를 활용한 파우치형 단백질 보충제 개발
- 퓨처푸드랩 : 갈색거저리, 귀뚜라미를 활용한 에너지 바, 단백질 보충제, 씨리얼 등을 개발



<전남농업기술원>



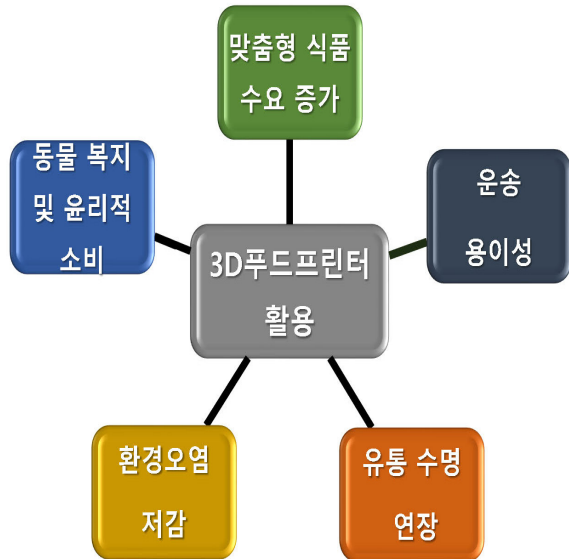
<Wellbug>



<퓨처푸드랩>

■ 3D 푸드프린트 활용 기술 목적 및 필요성

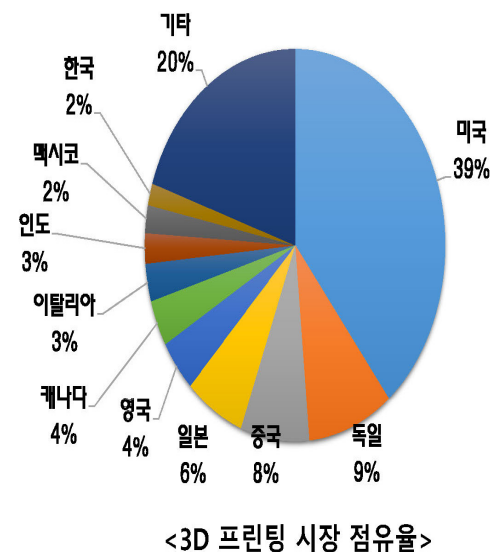
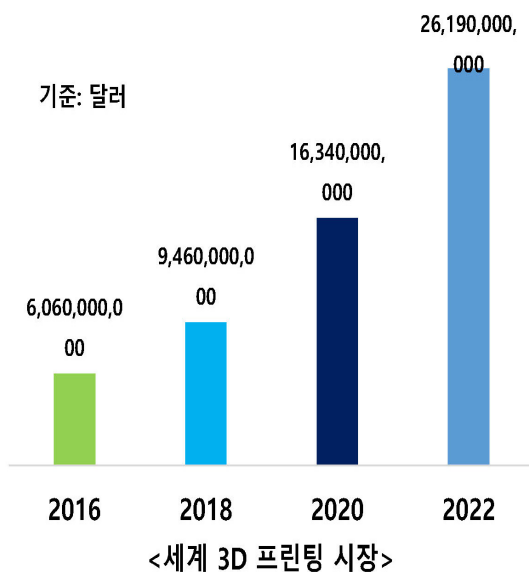
- 제4차 산업혁명 시대의 지속가능한 미래 먹거리 및 관련 산업에 대한 관심이 증가
- 국내 식품 산업계의 5년 안에 가장 큰 이슈로 4차 산업 혁명과 푸드테크를 지목
- 3D 푸드프린트 기술은 푸드테크의 선도 기술



- 미래대체식량으로 기대되는 곤충의 단점인 혐오감을 줄이고 양질의 단백질 보충이 가능
- 유아, 고령층들을 위한 식품 가공
- 최소한의 음식 섭취로 영양 요구조건 해결

■ 대체단백질 3D 푸드프린트 활용 기술 현황

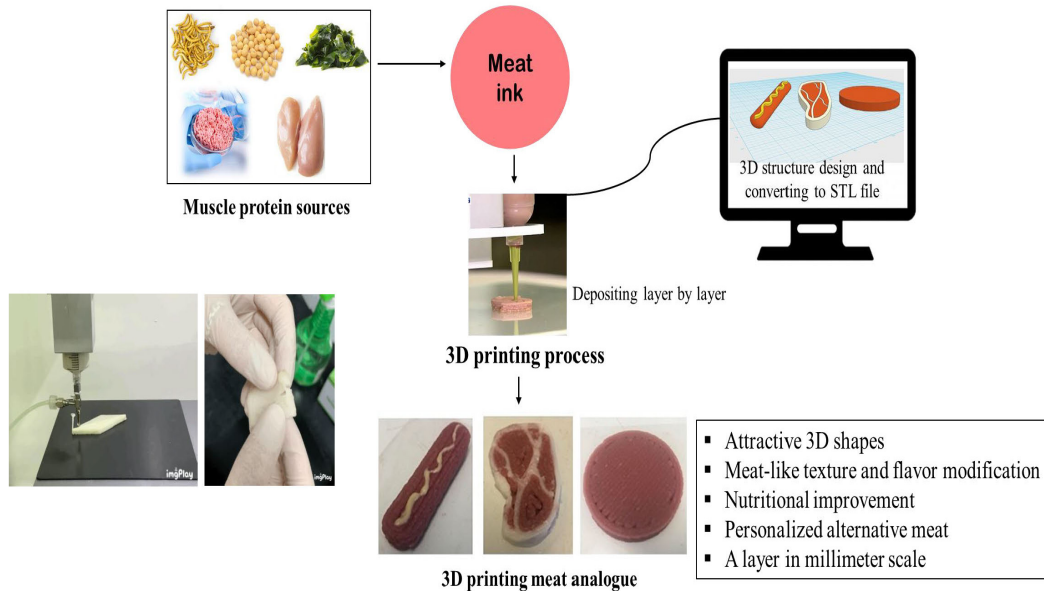
- 세계 3D 푸드프린팅 시장은 지속적으로 성장 중
- 3D 프린트 시장 점유는 미국이 가장 높으며 우리나라는 2% 정도에 불과함



[출처: 식품 3D 프린팅 기술과 3D 프린팅 식품 소재, clean technol, vol.26, 2]

■ 대체단백질 3D 푸드프린트 활용 기술

- 다양한 원재료를 활용 조합하여 3D 프린트를 활용 고기의 육질과 유사한 구조(3차 구조, 빛깔, 향)를 만들어 내는 기술
- 원재료는 주로 식물 단백질이 사용되며 최근 곤충을 재료로 활용할 수 있는 연구가 진행 중



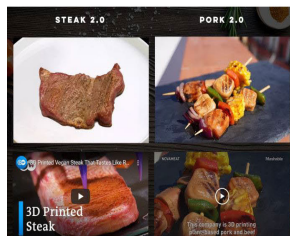
■ 대체단백질 3D푸드프린트 활용 기술 현황

○ 해외 사례

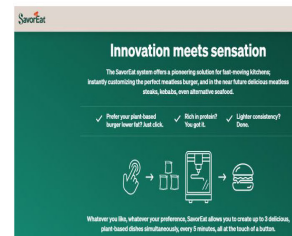
- 리디파인 미트(Redefine Meat): 3D 푸드프린터를 활용한 스테이크, 소시지 등 개발 및 판매
- 노바미트(Novameat): 3D 푸드프린터를 활용한 대체육 제조 및 판매, 대체육을 뽑아내는 3D 프린터와 캡슐형 재료를 패키지로 묶어 판매
- 세이버이트(SavorEat): 3D 푸드프린트를 활용한 버거 제조 및 판매
- 케이에프시(KFC): 3D 푸드프린트를 활용한 닭고기 대체육 개발 중(너겟형태)



<Redefine Meat>



<Novameat>



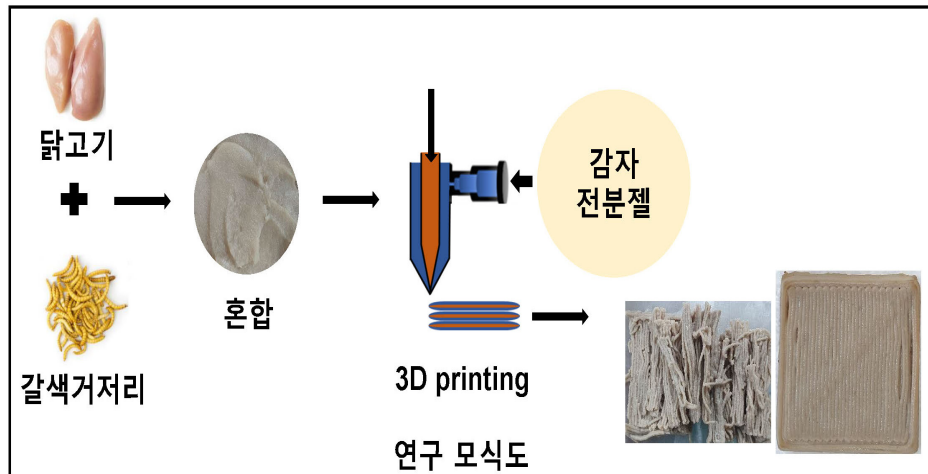
<SavorEat>



BUT!! 곤충단백질을 재료로 활용하여 3D 푸드프린트로 제조한 대체육은 아직 실용화 X

○ 국내 사례

- 국내 3D 식품 프린터 기술개발 수준은 기술개발 초기 단계로서 연구 및 시제품으로 활용
- 식품위생법상 식품생산/판매에 허가를 받기 매우 어려운 환경이기 때문에 상업적으로 출시 및 활용되는 사례는 거의 없는 실정
- (주요리) : 갈색거저리와 닭을 혼합하여 3D프린트를 활용한 다양한 식감의 고기를 연구 중



식용곤충 이용 과제 발굴

일반식 밀키트 개발

- 대중에게 인기있는 간편한 영양균형 한 끼



부대찌개



칼국수



순대국

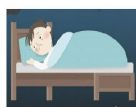
고단백 영양보충제 개발

- 소화, 흡수가 용이한 고단백 음료



주 적용대상: 다이어터, 성장기 어린이·청소년, 노인

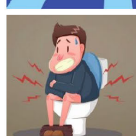
의료용 특수식 개발



#수면 건강



#당뇨 환자식



#장 건강

맞춤형 기능성 소재 개발

고찰

- ❖ 최근 식용 곤충은 식품으로서 전통적인 육류 생산의 좋은 대안이 될 수 있음을 시사
- ❖ 곤충의 식용가능성에 대한 잠재력을 재평가하고 식용 곤충의 혐오감을 낮추기 위한 전략 필요
- ❖ 곤충의 영양학적 가치를 건강기능식품으로 개발을 통해 곤충의 잠재력을 알리는 것이 필요
- ❖ 식량 안보를 개선하는데 초점을 맞추어 곤충 사육이 제공할 수 있는 사회 경제적 이점 확대
- ❖ 곤충 식품의 유통기한을 늘리고 수용성을 확대하기 위해 보전 및 가공 기술의 개발이 필요
- ❖ 곤충을 대체단백질로 식품산업에 사용하기 위해서는 자동화된 대량 사육 시스템 개발 필요
- ❖ 대량생산과 더불어 높고 일관된 품질의 안전한 곤충 바이오매스를 생산하는 것이 필요
- ❖ 곤충 소비는 기후변화에 따른 대응에도 이점이 있음을 알리고 전달하는 것이 필요

세포배양에 의한 인조육 생산 기술

(주)다나그린 기술이사 지 현 근





Profile

지현근

학력

서울대학교 화학생물공학부 학사
서울대학교 종양생물학 석사

경력

전) 국립중앙의료원 만성질환연구센터 주임연구원
전) 기초과학연구원 유전체교정연구단 방문연구위원
현) (주)다나그린 기술이사

세포배양에 의한 인조육 생산기술

네덜란드의 마크 포스트 박사팀이 세계최초의 배양육 시식회를 영국 런던에서 개최한 것은 2013년 8월. 이제 만 8년 정도의 시간이 지났다. 인터넷으로 모든 것이 연결되는 사회에서, 새로운 현상은 교과서나 백과사전보다는 구글에서 검색되는 단어로 정의된다. 그리고 세포배양에 의한 인조육은, 현재 구글에서는 cultured meat (배양육)으로 불리고 있다. 배양육을 연구개발하고 있는 회사는 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 배양육 연구 개발은 크게 프리미엄 전략과 대량생산 전략으로 구분할 수 있기에 이에 대해 짧게 논하고, 배양육의 주요 기술요소 (세포, 배양액, 지지체, 배양기)를 중심으로 어느 회사가 주도권을 가져가고 있는지 분석하였다. 또한 시장 진입이 가장 임박하였다고 생각되는 배양육 업체 그룹을 중심으로, 해당 그룹이 가진 기술적 특성을 4가지 키워드로 정리하였다 (불멸화 세포주, 치킨 섬유아세포, 부유배양, 하이브리드 배양육). 마지막으로 주류 기술은 아니지만 시장에 끼치는 영향이 큰 몇몇 기술을 따로 정리하였고, 국내의 연구개발 동향도 정리하여 언급하였다.

세포배양에 의한 인조육 생산기술

기술요소 분석 및 업계 동향



(주)다나그린 기술이사 지현근

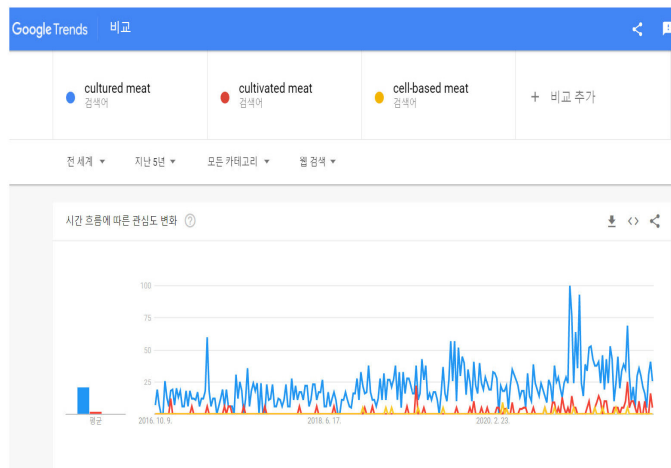
INTRODUCTION

1. 해외

- Cultured meat : 구글에서 가장 많이 검색된 용어
- Cultivated meat : 미국 Good Food Institute에서 제시한 용어
- Cell-based meat : 미국 배양육업체-축산업계 조율로 탄생한 용어

2. 국내

- 배양육 : 언론에 가장 많이 노출된 용어
- 세포배양육
- 세포배양 대체단백질식품



INTRODUCTION



2016



2021

INTRODUCTION



VS



CULTURED MEAT: A STEAK OR A MEATBALL?

1. 스테이크를 만들려는 사람들

- 고급육을 모사 (프리미엄 제품)
- 근육, 지방, 혈관, 인대 등 다양한 조직의 구현 (제작단가 높음)
- 3D 프린팅 기술 적용하는 경우가 많음
- Aleph Farms (이스라엘), Memphis Meats (미국, 현 Upside Foods), Mosa Meat (네덜란드)



2. 미트볼을 만들려는 사람들

- 가공육, 다짐육을 모사
- 조직의 구현보다는 동물성 단백질 원료의 개념 (근육조직 보다는 세포의 집합)
- 저비용 대량생산이 목표 (세포주, 부유배양, STR 배양기, 식물성 대체육과 혼합)
- Eat Just (미국), Future Meat (이스라엘), SuperMeat (이스라엘)



** 근육조직 100%로 구성된 것만을 cultured meat 으로 지칭할 것인가?

CULTURED FAT: THE THIRD KIND

1. Cultured fat

- 지방을 배양하고 식물성 대체육에 섞는 개념 (flavor enhancer)
- Fibroblast, mesenchymal stem cell 등을 지방세포로 교차분화시켜 제조
- 세포주 수립이 쉽고 식품재료로만 분화시키기에 유리 (기술적 난이도 낮음)
- Meatech 3D (이스라엘), Misson Barns (미국), Hoxton Farms (영국), Nourish (호주), Melt&Marble (스웨덴)
- 배양육&배양지방 병행연구: Mosa Meat (네덜란드), Future Meat (이스라엘)



2. Cultured milk

- 근육과 지방 외에도 가능함
- 단백질 성분을 미생물이 생산하는 방식 vs 유선세포를 배양하여 우유를 생산하는 방식
- Perfect Day (미국) vs BIOMILQ (미국, 인간의 모유 생산)



3. Cultured cocoa, cultured leather, cultured egg white, cultured wood 등도 있음



CONTENTS SUMMARY

- TECH POINT 1. CELL
- TECH POINT 2. MEDIA
- TECH POINT 3. SCAFFOLD
- TECH POINT 4. BIOREACTOR

- KEYWORD 1. NATURALLY IMMORTALIZED CELLS
- KEYWORD 2. CHICKEN FIBROBLASTS
- KEYWORD 3. SINGLE CELL SUSPENSION
- KEYWORD 4. HYBRID MEAT

- APPENDIX 1. CELL VS TISSUE
- APPENDIX 2. CULTURED FAT
- APPENDIX 3. HEME FOR CULTURED MEAT
- APPENDIX 4. 국내 배양육 업체 동향



TECH POINT 1

CULTURED MEAT: 주요 기술요소

1. 세포

- 일차배양 (primary culture) 세포
 - 도축된 개체에서/ 살아있는 개체에서 /유정란에서
 - 체외 분열 과정 중 세포의 성질이 변할 가능성 가장 적음
 - 세포 수명이 제한되어 있어 생산효율 낮음
 - Mosa Meat (네덜란드), Aleph Farms (이스라엘), DaNAgreen (한국)

- 불멸화된 세포주 (immortalized cell)
 - 세포 배양 중 인위적 조작없이 저절로 불멸화되는 경우
 - 소비자에게는 GMO와 유사하게 인식될 가능성 있음
 - Eat Just (미국), Future Meat (이스라엘), SuperMeat (이스라엘)

- 배아줄기세포주 (embryonic stem cell)
 - 확보가 어려워 전세계에서 1-2곳만 보유
 - 유지비용/분화비용 비싸고 화학물질 많이 사용
 - 100% 근육으로 보내는 기술이 아직 확보x
 - UC Davis (미국), SpaceF (한국)



TECH POINT 1

CULTURED MEAT: 주요 기술요소

1. 세포 (2)

○ 유도만능줄기세포 (embryonic stem cell)

- 배아줄기세포주와 유사한 성질인데 상대적으로 쉽게 만들 수 있음
- 대부분 GMO 기술로 제조된다는 단점이 존재
- Meatable (네덜란드), Higher Steaks (영국)



TECH POINT 2

CULTURED MEAT: 주요 기술요소

2. 배양액

○ 이상적 배양액: 저비용생산, 동물소재 대체, 저비용 생산, 식용가능한 성분

○ 저비용 생산 (=비싼 재료인 소태아혈청 대체)

- 배양육 kg 당 배양액 수십L 필요하며 생산비용의 70-80%를 차지
- 소태아혈청은 비싸며 (150만원/L) 생산량이 한정

○ 동물소재 대체

- extract, hydrolysate 등에서 배양액 성분 확보 (아미노산, 비타민, 무기질 등)
- 동물소재 대신 미생물, 식물 등을 사용하려는 분위기 있음
- 효모, 스피룰리나, 클로렐라 등이 고려되고 있음
- TurtleTree (싱가포르), Seawith (한국), 대상 (한국)



○ 식용가능한 성분

- 식품 소재를 사용하면 식품허가에 유리
- 비식품소재 및 화학물질 사용 후 잔류량 관리할 수도 있으나 규제 미정
- 식품소재만으로 100% 근육분화 시키는 기술이 확보x
- 지방은 식품소재만으로 생산가능: Meatech 등 (추후 언급)



TECH POINT 3

CULTURED MEAT: 주요 기술요소

3. 지지체

○ 지지체 (다양한 형태가 가능)를 사용한 근육조직 생산

- 지지체는 부착성 세포인 근육줄기세포가 부착하는 발판
- 이상적 지지체: 부착성 우수, 배양육 출입 원활, 식품소재, 저비용
- 지지체를 사용하지 않는 경우보다 배양기에서 대량생산하기 유리
- 뚜렷한 유력 플레이어가 없고 논문/기사 적은 분야
- Aleph Farms (이스라엘), Mosa Meat (네덜란드), DaNagreen (한국)



○ 지지체를 사용하지 않고 근육조직 생산

- 근육줄기세포 간의 부착성을 이용하여 근육조직 형성
- 실 형태 (Mosa Meat), 시트 형태 (Upside Foods)



○ 지지체를 사용하지 않고 근육조직이 아닌 섬유아세포를 대량 배양

- 섬유아세포는 근육줄기세포와 달리 부유상태로 적응시켜 배양이 가능
- 근육조직보다는 동물성 단백질 소재의 성격을 가짐
- 조직화된 식감이 없는 세포의 집합체를 식물성 대체육에 혼합
- Eat Just (미국), Future Meat (이스라엘), SuperMeat (이스라엘)

TECH POINT 4

CULTURED MEAT: 주요 기술요소

4. 배양기

○ 대량화에 유리한 단일세포 부유배양 배양기 (stirred-tank type)

- 각각 따로 부유하는 세포를 배양하는 방식
- 임펠러를 사용하여 회전어 주는 방식
- 현재 바이오의약품 생산에 널리 사용
- 대량배양 경험이 많이 축적 (2만 리터 규모도)

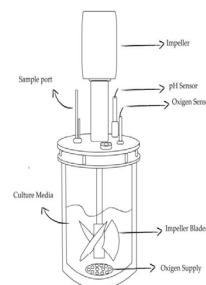


○ 성능이 뛰어나지만 작은 배양기

- fluidized-bed type, wave/rocking type 등은 랩스케일 연구 활발
- 100 리터 이상의 대량화가 어려우며 대량배양기 개발x

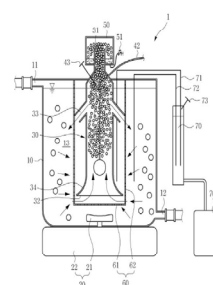
○ stirred-tank 보다 대량화에 유리할 것으로 예상되는 air-lift 배양기

- 임펠러없이 공기방울의 힘으로 회전어 주는 방식
- 미생물의 경우 50만 리터 규모까지 운용된 적 있음
- 세포에 가해지는 스트레스가 커서 동물세포 배양에 사용되지 못하였음
- 지지체 기술의 발전으로 air-lift 배양기의 동물세포 대량배양 가능할 듯



Stirred-tank 배양기의 모습

출처: Carvalho, L.S. et al., Production processes for monoclonal antibodies. Intech 2017.



Air-lift 배양기의 모습

출처: 다나그린 특허문서

KEYWORD 1

NATURALLY IMMORTALIZED CELLS

- 퓨처미트 기사 "spontaneously immortalized"^{1,2}
- 수퍼미트 IR자료 "naturally immortal"³
- 잇저스트 특허 "naturally occurring"⁴



**** 일반적으로 학계에서 얘기하는 (불멸화된) 세포주를 의미**

- 업체는 'natural'을 강조. 한글로는 '자연적' 불멸화 세포로 번역

참고문헌

- (1) <https://thespoon.tech/future-meat-is-cutting-costs-on-mass-production-with-an-unlikely-cellular-approach/>
 (2) 퓨처미트의 특허 WO2018011805A2
 (3) https://www.youtube.com/watch?v=7J8_Z2jdE8A
 (4) 잇저스트의 특허 WO2020252388A1

KEYWORD 2

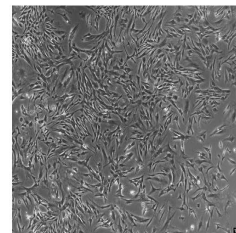
CHICKEN FIBROBLASTS

- 미네소타 대학의 Douglas N. Foster Lab에서 연구 활발 (immortalized chicken fibroblast)¹
- 세포배양육과는 무관. 백신 연구를 위해 제조. 1개(DF-1)는 ATCC에서 구매가능
- Eat Just, Future Meat, SuperMeat 모두 닭의 섬유아세포를 배양육 대량생산에 사용



**** Why chicken? Why fibroblast?**

- 닭은 수정란을 구하기 쉬워서
- embryonic fibroblast 배양하기 쉬워서
- 성체조직보다는 태아조직 유래에서 세포주가 잘 만들어지는 것으로 추정
- 소나 돼지 세포주가 희소한 이유는 불멸화가 잘 안 되기보다는 태아 조직을 구하기 어려워서로 추정



참고문헌

- (1) Intervet 사의 특허 WO2017097983A1

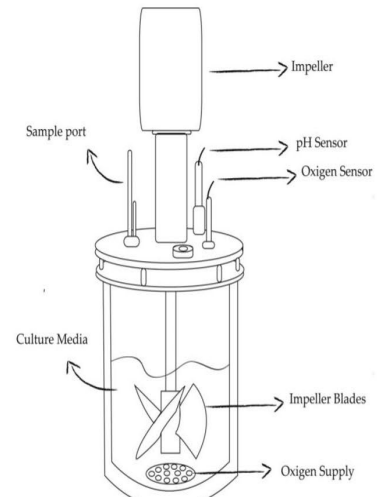
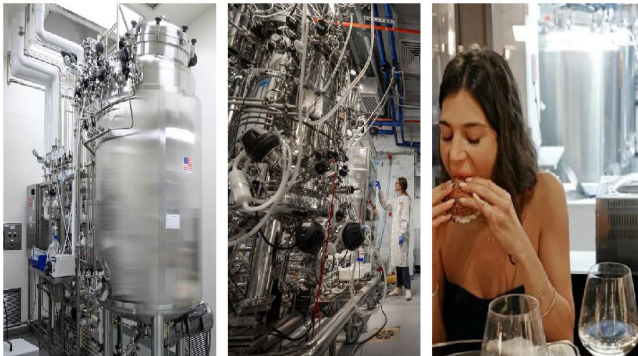
KEYWORD 3

SINGLE CELL SUSPENSION

- 퓨처미트 기사와 배양기 사진
- 수퍼미트 The Kitchen 기사와 배양기 사진
- 잇저스트 기사와 배양기 사진

**** 모두 stirred-tank bioreactor를 이용한 single cell suspension 방식으로 추정**

- 우측은 stirred-tank bioreactor의 모습 (air-lift 방식은 공기주입장치가 존재)
- 현재 바이오의약품 생산에 가장 널리 사용되는 형태로 대량생산에 용이함



전형적인 Stirred-tank 배양기의 모습

출처: Carvalho, L.S. et al., Production processes for monoclonal antibodies. Intech 2017.

KEYWORD 4

HYBRID MEAT (PLANT+CELL)

- 수퍼미트 특허¹

(54) **Title:** CULTURED MEAT-CONTAINING HYBRID FOOD

(57) **Abstract:** A method of producing a hybrid foodstuff is provided. The method comprises combining a plant-originated substance with an amount of cultured animal cells so as to enhance a meat organoleptic and/or meat nutritional property in the hybrid foodstuff, wherein the animal cells do not form a tissue, and wherein the amount is below 30 % (w/w) of the hybrid foodstuff.

- 잇저스트 기사 (2021년 9월 현재 식품허가를 얻은 유일한 배양육 업체임)²

So Just's first chicken products will be chicken "bites" that use **cultured chicken cells mixed with plant protein**—although Tetrack wouldn't say in what proportion

- ** 배양액 관련된 잇저스트 기사** (참고로 잇저스트는 싱가포르에서 허가받은 배양육 생산에 FBS를 사용)³

The growth medium for the Singapore production line **includes foetal bovine serum**, which is extracted from foetal blood, but this is largely removed before consumption. **A plant-based serum would be used in the next production line**, the company said, but was not available when the Singapore approval process began two years ago.

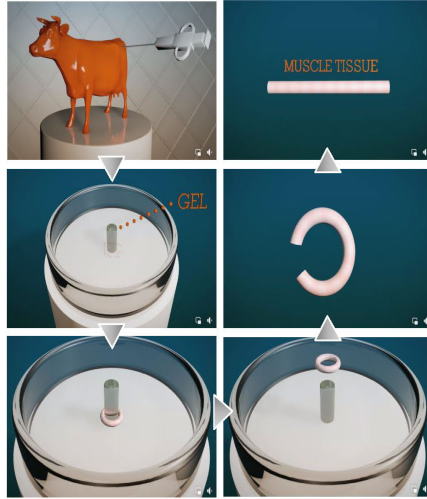
참고문헌

- (1) 수퍼미트의 특허 WO2018189738A1
- (2) <https://www.technologyreview.com/2020/12/01/1012789/cultured-cultivated-meat-just-singapore-approved-food-climate/>
- (3) <https://www.theguardian.com/environment/2020/dec/02/no-kill-lab-grown-meat-to-go-on-sale-for-first-time>

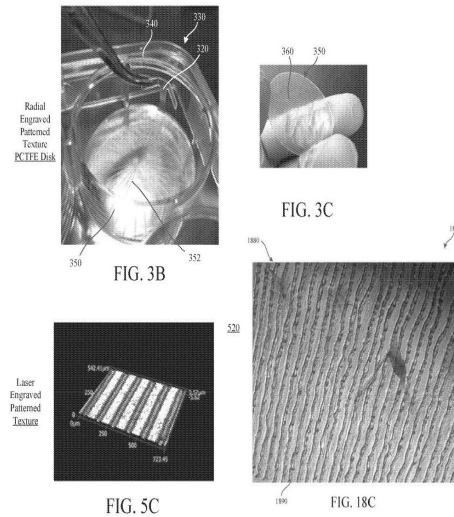
APPENDIX 1

SINGLE CELL VS. MUSCLE TISSUE

■ 모사미트 유튜브 ¹



■ 업사이드푸드 특허 ²



** 조직형성 (quality)에 집중한 이 방식은 single cell suspension (quantity) 방식을 제치고 추후 주류가 될 것인가?

참고문헌

(1) <https://www.facebook.com/594736510729859/videos/347111479332205>

(2) WO2020243324A1

APPENDIX 2

CULTURED FAT

■ 퓨처미트 특허 ¹

- fibroblast → fatty acid + PPARγ agonist → fat : 식품그레이드로 성공했다는 기사 있음 ²
- fibroblast → myoD overexpression (GMO) → muscle : 특허에는 언급 있으나 기사 없음

■ Peace of Meat 기사 ³ & Mosa Meat 홈페이지 ⁴

- MeatTech 3D (21년 3월 나스닥 상장) Agrees to Acquire **Cultured Fat** Pioneer 'Peace of Meat' (폴 모즈디악 교수)

■ Mosa Meat 홈페이지 ⁴

** '건강을 위해' 식물성 대체육을 먹는 사람이 동물성 지방을 먹을까?

** 'slaughter-free meat'를 원해서' 식물성 대체육을 먹는 사람에게는 매력적일 듯. 그런 사람이 얼마나 될까?

** flavor enhancer로 한정해서 생각한다면 미생물/버섯 유래 첨가물과 가격 경쟁이 될까?

참고문헌

(1) WO2018011805A2

(2) <https://thespoon.tech/future-meat-is-cutting-costs-on-mass-production-with-an-unlikely-cellular-approach/>

(3) <https://www.prnewswire.com/news-releases/meat-tech-agrees-to-acquire-cultured-fat-pioneer-peace-of-meat-301188400.html>

(4) <https://mosameat.com/blog/our-latest-taste-test>

A game-changer for the alternative meat sector...' Mission Barns raises \$24m to scale up cell-cultured fat tech, build pilot plant

By Elaine Watson 17
16 Apr 2021 - Last updated on 18-Apr-2021 at 05:41 GMT



Picture credit: Mission Barns

Designer fats: Nourish specialty 'animal-free' fats promise superior performance in meat and dairy alternatives

By Elaine Watson 17
14 Jun 2021 - Last updated on 15-Jun-2021 at 05:48 GMT



Nourish co-founders Jamie Petrie (left) and Ben Latta (right), met at Australia's national science agency, CSIRO. Picture credit: Nourish Ingredients

MeaTech Group Produces 700g of Cell-Cultured Chicken Fat in One Production Run

September 21, 2021

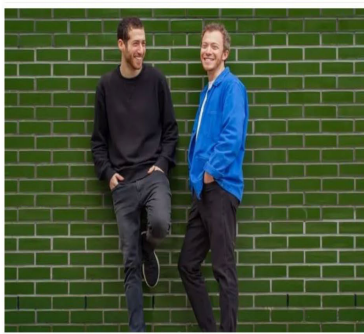
Cell Cultured



Is Fat Coming Back? UK Cultured Fat Startup Secures £2.7 Million

February 10, 2021

Investments & Acquisitions



Cultured fat specialists (Photo: Future)

This Swedish Startup Just Got €750K To Make Fermented 'Animal Fat Without Animals'

By Sally Ho — Published on Aug 23, 2021 — Last updated Aug 24, 2021

FERMENTATION-BASED ALT PROTEIN ALT PROTEIN

Melt&Marble, a Swedish company tapping precision fermentation to make sustainable animal-free fats, has secured €750,000 in fresh funds. The seed round proceeds will go towards scaling up the company's fermentation-based fat platform, which aims to "erase" the taste gap when it comes to plant-based meat alternatives by supplying "delicious animal fats without the animal".

APPENDIX 3

HEME FOR CULTURED MEAT

수퍼미트 시식평가표 (N=25, 9점 만점)

- Heme 단백질의 형성같은 등장
 - Impossible Foods, GRAS 인증
 - 식물성 대체육의 맛과 비주얼을 위해 첨가

대두단백 지지체	배양 간세포	맛점수 (소시지)	맛점수 (다짐육)	맛점수 (슈니첼)
100%	0%	5	4	4
95%	5%	6	5	6
87%	13%	7	6	8
80%	20%	7	7	8
73%	27%	7	8	8

- 배양육에 heme를 넣으면 더 맛있어지는걸까?
 - SuperMeat의 시도 1. 지금은 사용하지 않음
 - 배양육 업체 중 heme 단백질 사용하는 곳 없음

맛점수 (소시지)

	Myoglobin	Oxymyoglobin	Metmyoglobin
0.10%	4	6	5
0.20%	4	6	5
0.50%	5	7	6

맛점수 (다짐육)

	Myoglobin	Oxymyoglobin	Metmyoglobin
0.10%	6	5	6
0.20%	6	5	6
0.50%	7	6	4

참고문헌

(1) 수퍼미트의 특허 WO2018189738A1

국내 배양육 업체 동향

[농림식품기술기획평가원>배양육 동향보고서]에 국내 7개사의 1 페이지 요약자료가 있으니 참고부탁드립니다
 식품허가 받은 회사가 3개사로 표기되어 있는데 1개사 (Eat Just)로 정정합니다.

(https://www.ipet.re.kr/Material/IPETDataVP.asp?page=1&cate=AQ&tbl_id=12982)

농림식품
연구개발사업 통합정보서비스

[2011.10.01 이후] 누적 방문횟수 1458838 회 오늘 방문횟수 35 회

로그인 | 회원가입신청 | 회원가입 | 기관등록 | 아이디찾기 | 비밀번호찾기 | 참여마당 | GO NTIS | 웹사이트

FRIS소개

R&D사업·과제

R&D성과

R&D인력·장비

상부상조플랫폼

농식품기술정보

R&D동향자료실

알림마당

국내외 R&D-정책 동향 -R&D 지식맵

R&D정책·기술동향

국내외 R&D-정책 동향

R&D 지식맵

국내 R&D 목록조회

R&D동향자료실 > 국내외 R&D-정책 동향

*검색 : 제목 배양육

조회 초기화

[총 2건]

번호	제목	게시일	출처
2	[식품R&D중점투자분야 동향보고서] 배양육 동향보고서	2021-08-06	농림식품기술기획평가원
1	배양육으로 알아본 소대아혈청 대체 동향 및 시사점	2021-06-22	농림식품기술기획평가원

10 선택 1

Q&A

식물성 단백질 시장의 미래시장 동향

Pulmuone Foods USA 박사 한 정 훈

Pulmuone Foods USA 박사 강 부 희





Profile

한 정 훈

학력

Ph.D. in Food Science, Purdue University, West Lafayette, IN, USA

MA in Counseling Psychology, Presbyterian Theological Seminary of America, CA, USA

MSc in Agriculture, Korea University, S. Korea

BSc in Agriculture, Korea University, S. Korea

경력

조교수/부교수, Department of Food Science, University of Manitoba, Winnipeg, Canada

Principle Engineer, PepsiCo Inc.

Vice-President, Pulmuone Foods USA

현) Scientific Editor, Journal of Food Science



Profile

강 부 희

학력

Ph.D. in Food and Nutrition Sciences, University of Maine,
Orono, ME, USA

MS in Food Science and Nutrition Science, Framingham
State University,
Framingham, MA, USA

BS in Biotechnology, Hannam University, South Korea

경력

현) Food Scientist, Pulmuone Foods USA

식물성 단백질 시장의 미래시장동향

미국시장에서 식물성 단백질을 주원료로 사용하여 제조한 식품에 대한 현황과 미래시장을 예측하기 위해 식물성 단백질 원료와 이를 이용한 제품군에 대한 시장 규모와 분류작업을 진행하였다. 식물성 단백질 제품은 가장 큰 시장규모를 가진 것으로 부터 순서적으로 분류하면 식물성 음료, 식물성 유제품(식물성밀크 제외), 식물성 육제품, 식물성 밀키트, 그리고 두부류 등이 있다. 가장 큰 시장규모를 가진 식물성 단백질원료를 순서적으로 나열하면 대두단백질, 견과류, 밀글루텐, 완두단백질, 그리고 기타 두류에서 추출한 단백질 원료가 있다. 이 중에서 견과류는 추출단백질 시장이 아니라 건조견과류의 시장규모이다.

2020년 기준으로 미국 내에서만 식물성음료(두유, 아몬드밀크, 캐슈넛밀크, 쌀우유 등)는 \$2.5B, 우유를 제외한 식물성유제품(아이스크림, 요구르트, 버터, 치즈 등)은 \$1.9B, 식물성 육제품(ground meat, 패티, 소세지 등)은 \$1.4B, 그리고 식물성 원료로 구성한 밀키트 시장은 \$0.52B 이다. 이중 전년대비 가장 큰 시장성장을 기록한 제품군은 식물성 육제품으로 45%의 시장증가율을 보였다.

단백질 원료의 시장을 보면 가장 큰 시장을 가진 대두단백질은 대두유 가공부산물로 생산되기에 대두관련 글로벌업체가 생산과 유통을 주도하고 있다. 견과류의 경우 견과류의 생산조합이나 협회에서 생산을 주도하고 있다. 완두단백질은 과거 소규모 제분 및 단백질 추출업체들이 주요 생산업체였으나, 2010년대 말기부터 시작된 급격한 성장으로 인해 현재 글로벌대두업체에게 대부분 합병이 되어 있다. 밀글루텐 산업은 제분업체에 의해 주도되고 있다. 따라서 식물성 단백질 산업 혹은 식물성 단백질을 주원료로 사용한 산업의 후발업체는 대두와 제분등을 생산, 가공, 유통하는 글로벌대형업체와 경쟁을 피하기 위하여 기타 식물성단백질 산업에서 사업화를 안정적으로 성공시켜야 한다. 기타 식물성 단백질에는 faba bean protein, mung bean protein, chickpea protein, navy bean protein, lupin protein, 미강 단백질, 감자단백질이 있다. 이들 단백질을 추출하는 공정은 일반 두류단백질을 추출하는 air classification이나 wet fractionation 설비를 이용하여 생산이 된다. 따라서 기타 식물성 단백질 산업은 단백질의 추출공정을 위해 소규모 완두단백질 업체와 경쟁을 피할 수 없으며 협업이 필요하다.

현재 식물성 단백질 시장의 동향을 관찰하면 몇가지 문제점이 될 수 있는 경향이 있는데 여기에는 식물성 단백질 시장의 급속한 성장으로 인한 인프라 공유 및 시장경쟁의 심화, 핵심원재료에 대한 글로벌 대기업의 사업독점, 중소기업을 통한 단백질 원료의 안정적 확보의 불투명이 있다. 이에 대한 해결방안을 본 세미나를 통해 논의하고자 한다.

식물성 단백질시장의 미래시장동향 예측

Bouhee Kang, Ph.D.

Jung Hoon Han, Ph.D., CFS

Pulmuone Foods USA



Definition

- Plant-based products: 채소, 곡물, 견과류 및 두류를 포함한 식물성 원재료로 만든 식품
- Plant-based protein foods: 식물성 단백질을 주 원료로 사용해서 만든 식품



Plant based beverage



Plant based dairy



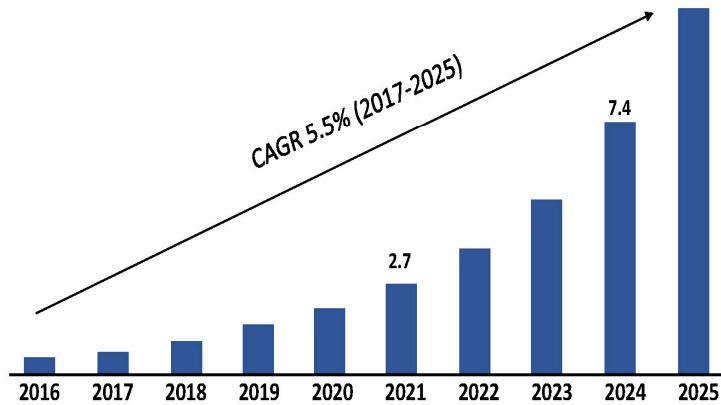
Plant based meat



Plant based meals

대두 단백질 (soy protein) 시장 크기

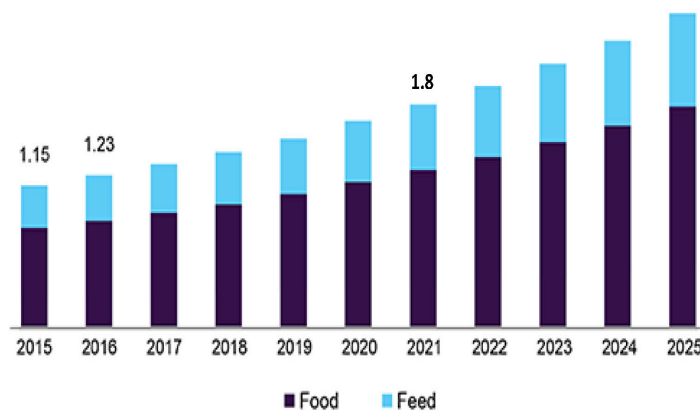
Global Soy Protein Market Size and Forecast, 2016-2025 (\$Billions)



Source: Accurize Market Research

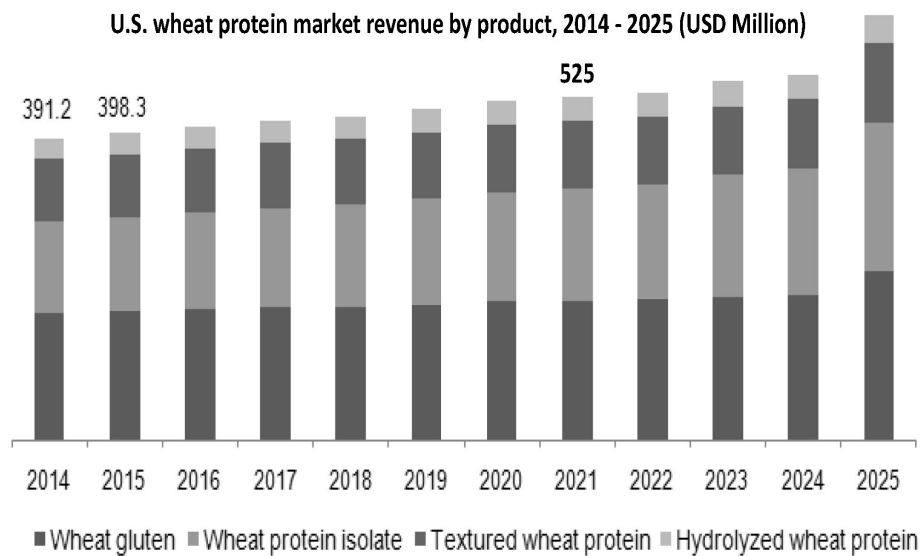
가공 대두 단백질 (texturized soy protein) 시장 크기

U.S. texturized soy protein market size, by application, 2015-2025 (USD Billion)

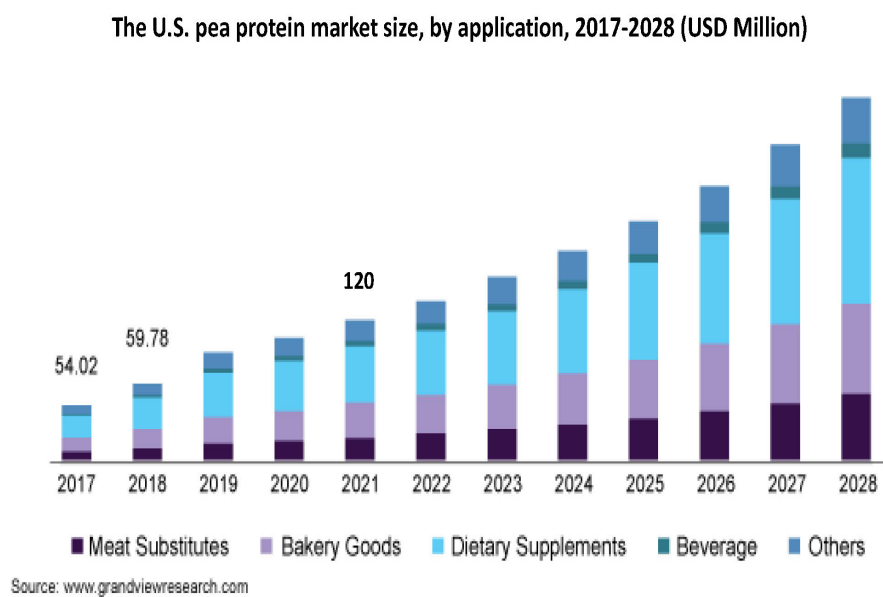


Source: www.grandviewresearch.com

글루텐 (wheat gluten) 시장 크기

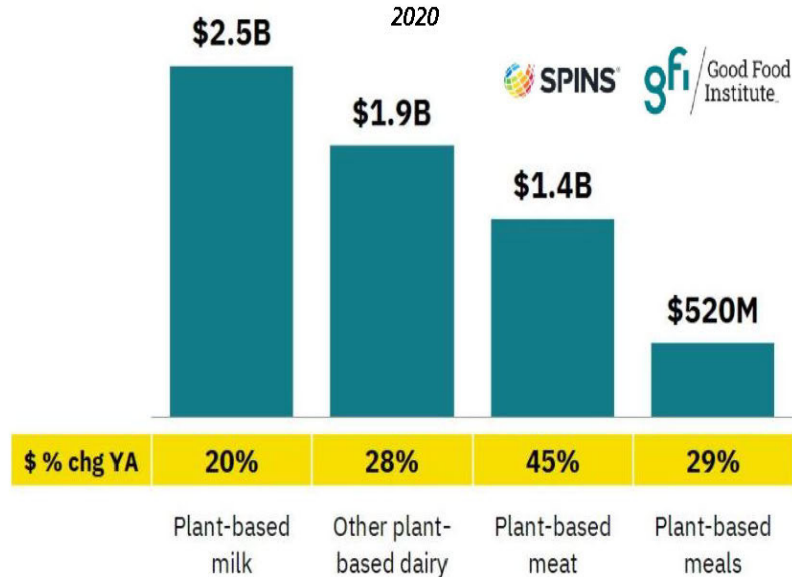


완두단백질 (pea protein) 시장 크기



미국 내 Plant-based products MKT 현황

Total U.S. plant-based food dollar sales and dollar sales growth by category



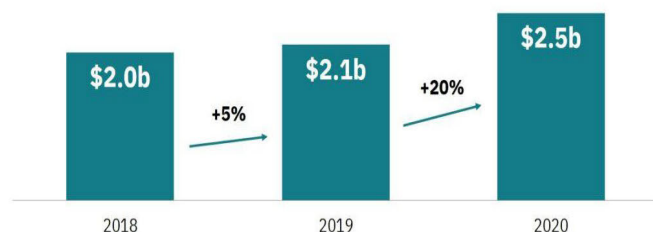
Plant-based milk

Plant-based milk sales

핵심 원재료: soybean, treenuts (cashew & almond), pea protein

- The plant-based milk category is worth \$2.5 billion.
- Plant-based milk alone accounts for 35 percent of the total plant-based food market.
- Dollar sales of plant-based milk grew 20 percent in the past year and 27 percent over the past two years.
- More than 745 million units of plant-based milk were sold in 2020, and unit sales grew 18 percent.
- Plant-based milk accounts for 15 percent of all dollar sales of retail milk.
- Plant-based milk is the most developed of all plant-based food categories and the category is consistently shelved adjacent to its animal-based counterpart.

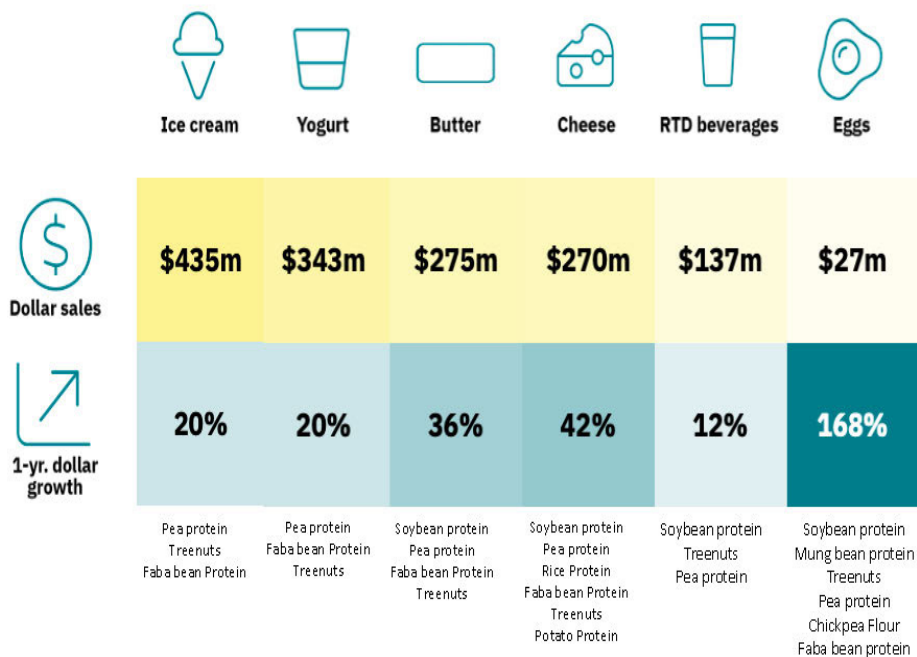
U.S. plant-based milk market



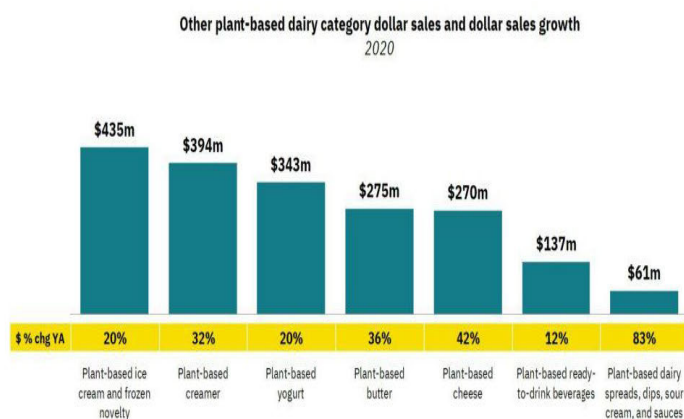
Note: the data presented in this graph is based on custom GFI and PBFA categories that were created by refining standard SPINS categories. Due to the custom nature of these categories, the presented data will not align with standard SPINS categories.
Source: SPINS Natural Enhanced Channel, SPINS Conventional Multi Outlet Channel (powered by IQ) | 104 Weeks Ending 12-27-2020
© 2021 The Good Food Institute, Inc.

SPINS Good Food Institute

Other plant-based dairy and egg



Other plant-based dairy and egg



Note: the data presented in this graph is based on custom GFI and PBA categories that were created by refining standard SPINS categories. Due to the custom nature of these categories, the presented data will not align with standard SPINS categories.

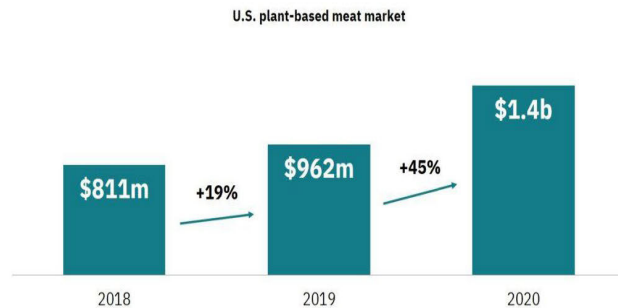
Source: SPINS Natural Enhanced Channel, SPINS Conventional Multi Outlet Channel (powered by IRI) | 52 Weeks Ending 12-27-2020

© 2021 The Good Food Institute, Inc.



- Emerging plant-based dairy and egg categories have experienced some of the greatest dollar sales growth.
- The growth of plant-based milk—now purchased by 39 percent of households—has laid the groundwork for growth in other plant-based dairy categories by introducing consumers to these types of products.
- Together, these other plant-based dairy categories, including plant-based ice cream and frozen novelty, creamer, yogurt, butter, cheese, RTD beverages, and spreads, dips, sour cream, and sauces, are worth \$1.9 billion.
- Combined dollar sales of these categories grew 28 percent in the past year and 55 percent in the past two years.

Plant-based meat



Note: the data presented in this graph is based on custom GFI and PBFA categories that were created by refining standard SPINS categories. Due to the custom nature of these categories, the presented data will not align with standard SPINS categories.
Source: SPINS Natural Enhanced Channel, SPINS Conventional Multi Outlet Channel (powered by IR) | 104 Weeks Ending 12-27-2020
© 2021 The Good Food Institute, Inc.



핵심 원재료: soybean protein, pea protein, wheat gluten, Faba bean protein, Mung bean protein, Rice protein

Plant-based meat variety



- The plant-based meat market is worth \$1.4 billion. The category increased by more than \$430 million in sales from 2019 to 2020.
- Dollar sales of plant-based meat grew 45 percent in the past year and 72 percent over the past two years.
- Over 290 million units of plant-based meat were sold in the past year, a unit increase of 36 percent.
- Plant-based meat sales now account for 2.7 percent of all dollar sales for retail *packaged* meat and approximately 1.4 percent of all dollar sales for total retail meat (including random-weight meat).*

Plant-based meat

• Plant-based meat segment insights

Refrigerated vs. frozen

Refrigerated plant-based meat continues to drive category growth and has taken an increasingly larger share of the category over the past two years.

This reflects shifts in both product innovation and merchandising strategies across the plant-based industry. Refrigerated plant-based meat is increasingly shelved in the meat case (rather than a specialty vegan case).

Frozen plant-based meat is still seeing product innovation and double-digit sales growth.

• Plant-based meat formats

The top-selling forms of plant-based meat are **burgers**, followed by **sausage links and patties**, then nuggets, tenders, and cutlets.

The fastest-growing format was plant-based grounds, which more than doubled its size over the course of 2020.

The refrigerated versus frozen dynamic also holds among plant-based meat product formats, with refrigerated product formats tending to grow faster than their frozen counterparts.

• Analog vs. non-analog plant-based meat products

Analog products that closely match the taste, texture, and appearance of animal-based meat make up the majority of the plant-based meat category and drive category growth.

By comparison, non-analog products like black bean burgers and veggie burgers only make up a small percentage of the overall plant-based meat category and have lower dollar sales growth.

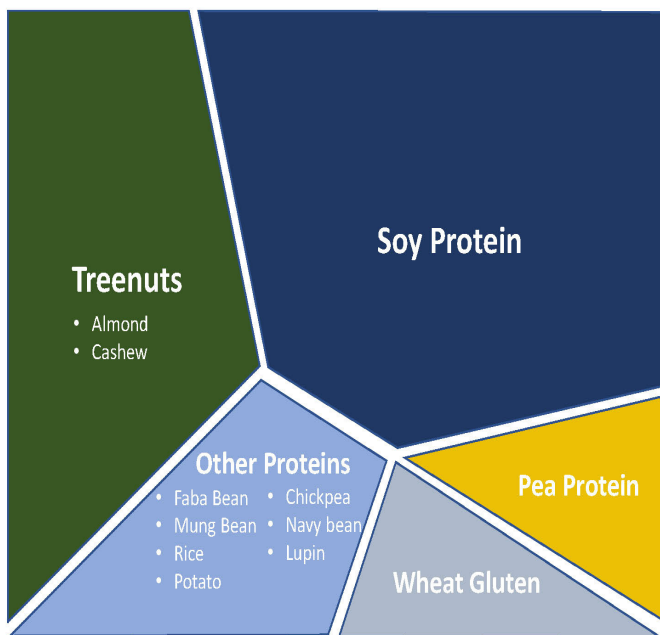
Plant-based beef is the highest selling subcategory of plant-based meat, followed by plant-based pork and chicken. Plant-based seafood remains a market white space.



John Harvey Kellogg Sanitas Nut Company Worthington Foods



Plant-based food 단백질 원료 market share



단백질 추출 공정:

1. Air classification: <80%
2. Wet fractionation: <90%

Plant-based protein food 제품군과 원료별 분류

	식물성 음용식품과 음료 (Plant Based Drinkable Food and Beverage)	식물성 고기 (Plant Based Meat)	식물성 난가공 식품 (Plant Based Egg Food)	기타 (3 B USD)
	2.5 B USD	1.4 B USD	0.1 B USD	
대두 단백질 (Soybean Protein)	Silk, Almond Breeze, Vitasoy, Pacific, SOY, Sproud	plantspired, Morning Scour Farms, gardein, OZO, Tofurky, BOCA	두부, 단백질 강화 식품 및 음료, 대체 유제품 (Ice cream, cheese, creamer etc.)	
Key Suppliers: DuPont, ADM, Cargill, Scoular, CHS, Linyi, Shansong Biologicals, Products Co. Ltd				
원두 단백질 (Pea Protein)	ripple, LYI, Orgain	plantspired, OZO, BEYOND MEAT, VITEVE	단백질 강화 식품 및 음료	
Key Suppliers: ADM, Ingredion, Cargill, Kerry, Axiom Foods, Glanbia				
기타 단백질 (곡물, 콩과식물), 견과류 (Other Cereal & Legume Proteins), Tree Nuts	cocojune, SO, Pacific, Activia, Almond, Cashew, Coconut, Rice, Oat	Hilarys, gardein, OZO, JUST, Morning Scour Farms, BEYOND MEAT, Morning Scour Farms, Mungbean, Faba bean	단백질 강화 식품 및 음료, 대체 유제품 (Ice cream, cheese, creamer etc.)	



문제점 및 해결방안

• 문제점

- ✓ Plant based protein product MKT size의 증가와 시장경쟁
- ✓ 핵심 원재료 (soy, pea, gluten 등)는 이미 global 대기업이 독점
- ✓ 중소기업 원료확보 불투명

• 해결방안

- ✓ 원재료 선정에 대한 사업전략
- ✓ 원재료 확보 전략
- ✓ 가공 기술의 확보
- ✓ 국제 경쟁력을 확보를 위한 제품 차별화 전략
 - 원재료 차별화 전략
 - 공정 차별화 전략

토/론/문

공주대학교 식품공학과 교수 류 기 형





Profile

류 기 형

학력

캔자스주립대 박사

경력

현) 공주대학교 식품공학과 교수

전) 공주대학교 대학원장, 학장

전) 한국산업식품공학회 회장

전) 전국식품공학교수협의회 회장

국내 대체육 발전방안

대체식품은 주로 식물성 단백질을 주원료로 사용하며, 현재 대체식품의 시장점유율은 유제품 음료, 대체육, 크림, 요거트, 버터, 치즈 순으로 판매되고 있다. 대체육을 포함한 대체식품은 식물성 단백질을 주로 사용하고 있지만, 효모, 버섯 등과 같은 균체 단백질과 곤충 단백질 등도 사용되고 있다. 주제발표에서 언급된 바와 같이, 앞으로 대체식품의 국내외 시장전망은 매우 밝다. 하지만 시장성을 위해서는 원료의 다양화, 공정의 효율성, 대체식품 소재를 활용한 다양한 식품 개발 등의 문제점도 해결되어야 할 것이다. 또한, 국내의 대체식품 시장은 미국이나 유럽 등과 비교하여 볼 때, 장기적으로는 차별화된 공정과 제품의 개발을 통해 아시아의 식문화에 기반한 대체식품의 개발에 대한 전략도 필요한 실정이다. 2000년 전, 콩단백질을 이용한 두부와 6세기경 밀 글루텐을 이용한 세이턴은 식물성 단백질 소재 대체식품의 원조라고 할 수도 있다.

세계인구가 2050년 90억으로 증가한다는 예측자료에 의하면 현재의 단백질의 수요량의 2배가 필요하다고 한다. 현재 축산업에 의한 사료, 환경 오염 등의 문제 제기되고 있다. 또한, 소고기 1kg을 생산하기 위해 소는 60kg의 이산화탄소를 배출하므로 지구온난화의 원인이 되기도 한다. 미래의 식량문제와 환경문제를 해결하기 위하여 대체식품, 특히 대체육의 개발이 필요하다. 대체육은 저지방 고단백이므로 심혈관계 질환을 비롯한 만성병을 예방하고, 축산업에 의한 환경문제도 해결할 수 있다. 또한 동물복지에 대한 소비자의 관심, 비건 인구의 증가 등으로 대체육을 비롯한 대체식품의 시장성은 좋은 편이지만, 기존의 제품과 비교하여 조직감, 맛, 향 등에 대한 대체육의 품질에 대한 부정적인 면도 있다.

대체육의 원료는 대부분 콩, 밀, 완두 단백질과 함께 땅콩, 녹두, 쌀 단백질이 부원료로 사용된다. 영양과 품질의 향상을 위해 육류, 우유, 어류 단백질이 저함량으로 사용되어지거나, 귀리, 수수 등의 곡류 단백질이 품질의 향상을 위해 사용된 연구결과도 접할 수 있다. 또한 곤충 단백질이 식물성 단백질 소재 대체육에 부원료로 사용될 경우, 영양과 향산화, 면역력의 향상 등의 기능성을 향상에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

앞에서 언급한 것과 같이 국내외 대체육 시장은 성장이 예측된다. 대체육의 가공방법은 근섬유를 배양하는 배양육, 고온 단시간 연속공정인 압출성형, 식물성 단백질 용액을 화학적, 전기적 반응으로 근섬유를 만들어 다시 조합하는 bottom-up 전략과 용기에 식물성

단백질을 넣고 전단력과 열을 가하여 근섬유 조직 문치를 만드는 top-down 전략이 있다. 배양육 및 다른 bottom-up 방식은 혁신적이지만 대량생산 산업화를 위해 가격과 품질 등에서 문제점이 있다.

현재 전통적인 공정으로 건식 압출성형 방식에 의해 대량생산 시스템으로 대체육이 생산되고 있지만, 육고기와 유사한 조직감, 맛, 향, 색은 아직 실제 고깃과 차이가 있다. 근섬유의 조직감, 마블링, 향미 등의 문제점을 극복하기 위하여 고기의 수분함량과 같은 60~80% 수분함량에서 냉각 사출구를 부착한 고수분 압출성형 공정으로 근섬유 조직 등의 고기와 유사한 조직감에는 접근하였지만, 아직 기호성에는 문제가 있다. 색소, 조리 후의 맛 등의 기호성의 문제는 다른 공정과 융합을 통해 극복할 수 있을 것이다. 국내 육류 소비의 70%는 비분쇄육의 형태로 소비되고 있다. 고수분 압출성형은 저수분과 비교하여 분쇄육과 함께 비분쇄육의 소재로 사용될 수 있다. 배양육과 같은 혁신적인 방법과 압출성형공정과 같은 전통적인 공정의 개선, 또한 3D printing 등 다른 공정과의 융합을 통한다면 소비자가 인식하는 실제육과 대체육의 품질에 대한 차이점을 해결할 수 있을 것이다.

결론적으로 국내의 대체육 산업의 발전을 위하여 몇 가지를 제시해 보려고 한다.

첫째, 대체육 소재의 국산화 방안의 모색이다. 식물성 대체육의 주원료인 콩분리단백질, 밀글루텐, 완두분리단백질은 국내에 콩, 밀, 완두의 생산량이 적어 단백질을 분리하는 설비 투자와 대량생산이 어려운 실정이다. 현재는 수입한 원료를 사용해야겠지만 장기적으로 전지대두, 쌀겨에서 분리한 쌀단백질, 참깨 및 곤충 단백질 등의 기능성을 함유한 단백질도 대안이 될 수 있을 것이다.

둘째, 다양한 대체육의 개발과 생산을 위한 기계의 국산화이다. 국내의 중소기업은 대체육에 관한 관심은 많지만, 수입 기계에 투자할 여력이 없고 대기업도 기계의 활용성을 높이고 다양한 제품개발을 위해 기계 본체와 부품의 국산화가 필요하다.

셋째, 앞에서 언급한 것과 같이, 현재의 국내 대체육의 제품은 비분쇄육 제품인 햄버거 패티, 소시지, 미트볼 등 서양의 식문화에 기반한 제품이다. 물론 현재의 소지자와 기술을 활용한 대체육 제품의 개발이 필요하다. 하지만 장기적으로는 국내 농산물의 소재화뿐만 아니라 동양의 식문화에 기반한 제품, 발효식품, 장조림, 육포, 육개장, 육회 등으로 제품군을 확대하고 차별화하여 국내 대체육 시장의 국외로의 확장이 필요하다.

넷째, 대체육의 품질향상으로 고기와 같은 품질 또는 더 나은 품질을 가진 대체육이 일반

소비자에게 쉽게 다가가는 것은 당연하다. 대체육에 대해 소비자가 인식하지 못하는 대체육의 소비로 지구온난화방지, 환경오염방지, 건강식품이라는 점을 방송, 신문 등 매체, 정부, 학계에서 홍보할 필요도 있다. 오늘 식량안보재단 세미나가 대체육을 비롯한 대체 식품의 품질향상과 소비자의 대체식품에 대한 사회적인 인식의 변화로 국내 대체식품 산업의 발전에 기여를 기대해 본다.

토/론/문

농림축산식품부 식품산업정책과 과장 이 시 혜





Profile

이 시 혜

학력

서울대학교 국제경제학과 학사

서울대학교 경제학과 석사

경력

현) 농림축산식품부 식품산업정책과 과장

전) 농림축산식품부 경영인력과 과장

전) 농림축산식품부 농업금융정책과 과장

대체식품 산업 동향과 정책방향

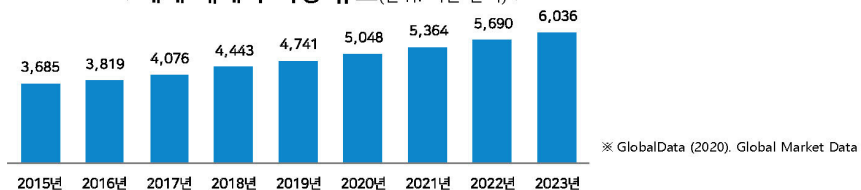
2021. 10.



대체식품 산업 동향

- 세계 육류 대체식품 시장은 약 50억 달러 규모, '23년까지 연평균 6.2% 성장 전망
 - 세계 육류 시장 규모는 1.36조 달러 규모, 육류 대체식품 시장은 이의 약 0.4% 수준
 - 동물감염병 확산, 동물복지 및 윤리문제 이슈 등에 따라 대체식품 소비 증가

< 세계 대체육 시장 규모(단위: 백만 달러) >



- 우리나라에서도 스타트업을 중심으로 육류 대체식품 산업 진출 확대 중

[식물성 제품]



롯데푸드
베지가스



쏘이마루
스테이크



지구인컴퍼니
슬라이스



지구인컴퍼니
만두

[배양육 개발 기업]



씨위드(한우)



셀미트(소, 돼지)



다나그린(세포지지체)



노아바이오텍(소, 3D프린팅)

미래 수요에 대응한 원천기술 개발 지원, 제도 개선을 통한 상용화 촉진

■ 육성 대상 '5대* 유망식품' 중 대체식품 제시(식품산업 활력 제고 대책, '19.12.)

* 5대 분야 : 맞춤형·특수식품(메디푸드, 고령친화식품, **대체식품**), 기능성식품, 간편식품, 친환경식품, 수출식품

- 대체식품 개발을 위한 R&D 지원 중장기 로드맵 마련(농식품부, 농진청)
- 대체식품의 원천기술 R&D에 대한 기업 세제지원 확대(기재부, 농식품부)
- 전문가 협의체를 통한 대체식품 기준 및 안전관리 절차 등 관리방안 마련(식약처, 농식품부)

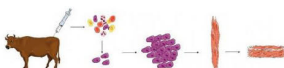
■ '그린바이오 융합형 신산업 육성방안'(관계부처 합동, '20.9.)

- 신혁신성장 동력 육성 등을 위한 5대* 산업에 '대체식품' 포함
- * 5대 산업 : 마이크로바이옴, **대체식품**-메디푸드, 종자산업, 동물용 의약품, 기타 생명소재
- 육류 모사 가공기술, 세포 배양기술 등 기술력 확보를 위한 중점 투자(농식품부)
- 대체식품 안전관리기준 및 식품첨가물 사용기준 마련(식약처)

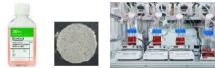
■ (R&D 투자) 배양육 등 대체식품 투자계획 마련 및 '21년 신규과제 지원

- 대체식품 후방산업 육성 및 상용화 기술 확보를 위해 '21~'25 투자 계획 수립('20)

[배양육 관련 연구 분야]



세포주 확립 및 대량배양 기술



배양액 등 연관소재 및 배양 시스템 효율화 기술



육류 특성 모사 기술

- 대체식품 관련 '21년 신규과제 9건 지원('21년 약 38억원, 총 212억원 규모)

과제명	출연금(백만원)		연구기간	연구기관
	총	'21		
(식물성) 소고기 유사 분쇄형 및 비분쇄형 식물 기반 식품 생산을 위한 단백질 소재화 및 적용 기술 개발	1,742	475	2년 9개월	신세계푸드
(식물성) 소고기 유사 식물 기반 식품용 첨가물 소재화 및 적용 기술 개발	1,100	220	3년 9개월	태경농산
(식물성) 식물성 원료 유래 단백질 등 소재 생산을 위한 물질 분리 및 바이오매스 활용 기술 개발	2,343	370	4년 9개월	쿠엔즈버킷
(곤충) 식용곤충 유래 기능성 식품소재 및 적용 기술 개발	1,500	300	3년 9개월	한미양행
(식물성) 식물성 대체식품 제조를 위한 소재화 및 적용 기술 개발	807	220	2년 9개월	에코맘의 산골이유식
(배양육) 배양육용 근육줄기세포 확립 및 대량 배양 기술 개발	4,908	775	4년 9개월	엔케이바이오텍
(배양육) 배양육용 근육줄기세포 배양액 개발 및 경제성 확보 연구	2,850	450	4년 9개월	한국생명공학연구원
(배양육) 배양육 대량 생산을 위한 세포지지체 개발	1,393	220	4년 9개월	영남대학교
(배양육) 배양육 근육조직화 및 생산비용의 획기적 절감을 위한 배양기법 및 시스템 개발	4,560	720	4년 9개월	경상대학교
합 계	21,203	3,750		

▪ (세제지원) 대체식품 R&D 비용 및 사업화 시설 투자 비용 세액공제 확대

* 「조세특례제한법」에 따라 연구개발비 최대 40%, 사업화 시설투자비 최대 15% 공제 가능하도록 하위법령 개정

구분	연구개발비 세액공제율(%)		시설투자비 세액공제율(%)	
	일반	신성장·원천기술	일반	신성장·원천기술
대기업	2	20-30	1	3-6
중견기업	8	20-30	3	5-8
중소기업	25	30-40	10	12-15

- 신성장·원천기술에 '식물성 단백질 분리·분획·정제 및 구조화 기술'을 신규 반영하고 ('20.2월), 시설투자비 세액공제 대상 기술에도 추가('21.3월)

바이오 농수산물·식품 분야 신성장·원천기술	연구개발비 세액공제	시설투자비 세액공제
1) 비가열 및 고온·고압 전처리 기술	○ '10.2.18/' 21.2.17 개정	○ '21.3.16)
2) 식품용 기능성 물질 개발 및 제조 기술	○ '10.2.18/' 21.2.17 개정	○ '21.3.16)
3) 신제품 종자개발 기술 및 종자가공처리 기술	○ '17.2.7)	○ '19.3.20)
4) 유용미생물의 스크리닝 기술 및 유용물질 대량생산 공정 기술	○ '17.2.7)	○ '17.3.17.)
5) 스마트팜 환경제어 기기 제작 기술	○ '16.2.5)	○ '17.3.17.)
6) 식물성 단백질 분리·분획·정제 및 구조화 기술	○ '20.2.11)	○ '21.3.16)
7) 식품 냉·해동 안정화 기술	○ '20.2.11)	○ '21.3.16)

▪ (국제표준화) ISO의 '식물성 기반 식품(Plant-based foods)' 정의 작업 대응

- (경과) '21.9월, ISO에서 '식물 기반 식품(Plant-based foods)'의 용어와 정의에 대한 신규작업 승인
- (배경) 식물 기반 식품의 주 소비층이 동물복지 등의 철학에 따른 비건 및 채식주의자와 정확히 일치하는 것이 아니므로 주 소비층의 요구에 맞는 (완화된) 정의가 필요
 - * 비건 식품 : 식품생산 전 단계의 동물윤리 기준 설정, 동물 유래 성분의 교차오염 방지를 위한 관리 등 엄격
- (현재 안 주요내용) '100% 식물 기반 식품'에 대한 기술적 정의 및 기준 규정
 - ▷ 적용범위 : 가공되지 않은 과일과 채소 외의 모든 식품에 적용, 수확 이전 단계 및 동물복지나 동물실험, 생산 방식에 관한 문제는 다루지 않음
 - ▷ 기준 : 동물 유래 성분을 포함하지 않아야 하고, 동물이나 식물 유래가 아닌 성분은 식물성으로 간주
 - * 동물 유래(Animal-derived) : 동물로부터 유래하거나, 동물이 생성한 것(동물세포배양물, 젤라틴, 꿀 등 포함)
 - ▷ 기타 : 동물 유래 성분에 대한 시험/분석 미요구, 동물 유래 성분의 비의도적 교차오염이 있더라도 '100% 식물 기반 식품'으로 표시 가능(다만, GMP 준수 필요)
- (예상 제정 시기) '23.9월
- (대응 방향) 회원국에 초안 회람 시 국내 이해관계자 의견 수렴 및 반영 검토

토/론/문

미국 위스콘신주립대학교 교수 이 은 주





Profile

이 은 주

학력

Ph.D. Food Science and Technology, Korea University, Korea
M.S. Food Chemistry, Korea University, Korea
B.S. Food and Nutrition, Myong Ji University, Korea

경력

현) Professor KHFNS Dept., UW-Stout, (Menomonie, WI) USA
Department Chair Food & Nutrition Dept., UW-Stout,
(Menomonie, WI) USA
Graduate Program Director M.S. Food & Nutritional Sciences,
UW-Stout, USA
Associate Professor Food & Nutrition Dept., UW-Stout,
(Menomonie, WI) USA
Steenbock Endowed Chair Food & Nutrition Dept.,
UW-Stout, (Menomonie, WI) USA
Assistant Professor Food & Nutrition Dept., UW-Stout,
(Menomonie, WI) USA
Assistant Scientist I Animal Sci. Dept., Iowa State Univ.,
(Ames, IA) USA
Post-doctoral Research Assoc. Animal Sci. Dept., Iowa
State Univ., (Ames, IA) USA

대체육 생산 현황과 전망

인류의 식탁에 콩이나 곡류 등과 같은 식물성 재료를 이용한 육류 대체품이 등장한 것은 오랜 역사를 가지고 있지만, 주로 아시아를 중심으로 한 소수의 특별한 식품으로 여겨져 왔다. 현대에 들어, 서구화된 식습관으로 야기되는 비만 및 만성질환의 증가로 점차 소비자들은 건강에 대한 관심이 높아지고, 육제품을 대체할 수 있는 식물성 단백질을 이용한 대체육의 관심과 소비가 늘어나고 있다. 아울러 환경문제와 함께 지속 가능성(sustainability)에 대한 논의가 사회전반에서 활발해지고 있다, 이러한 소비자들의 요구에 맞춰 세계적 식품 회사들의 주도하에 식물성 단백질을 이용한 대체육 개발이 경쟁적으로 이루어지고 있으며, 이것이 식품산업 전반의 활성을 불러 일으킬 만큼 열기가 뜨겁다.

식품 소비나 생산이 종종 유행처럼 쉽게 사라지는 경우가 많지만, 현재 진행되고 있는 식물성 단백질 이용 및 대체육 개발 추세는 앞으로 계속적으로 이어지고 성장할 것으로 전망된다. 또한 식품회사들의 다양한 대체육 상품의 개발 및 외식업체와의 연계 등의 노력이 소비자들에게 다양한 선택을 줌으로써 대체육 시장의 활성을 지속시킬 수 있다. 그러므로 곤충 단백질, 새로운 식물성 단백질, 및 배양육 (cultured meats) 등과 같이, 전통적인 방법으로 생산된 육제품을 대체할 수 있는 새로운 단백질 원료의 개발이 중요하다.

식물성 단백질을 이용한 대체육 제품 개발은 상당한 발전을 이루어 실제 육제품과 유사한 수준의 맛과 질감을 보이는 제품들을 선보이고 있으나, 현재의 대체육 제품과 실제 육제품과의 가장 큰 차이는 육즙 (juiciness)에 있다고 생각한다. 육류섭취를 즐기는 소비자들 가장 행복한 순간은 방금 구운 고기를 입에 넣고 씹었을 때 입안 가득 고소한 육즙이 퍼질 때라고 한다. 그러므로 대체육 개발에서 색상 및 질감과 아울러 육즙은 소비자들이 제품을 구매하는데 중요한 요소이다. 그러한 이유로 유럽 및 미국의 식물성 단백질 원료 및 대체육 개발에는 전통적인 식품학자 및 생산 전문가뿐만이 아닌 조리 전문가들이 적극적으로 참여하는 것이 눈에 띈다. 미국의 Research Chef Association (RCA)에 소속된, 기본적 식품학 이론을 이수한 전문 셰프들이 대형 식품회사의 대체육 개발에 적극 참여하고 있다.

소비자들의 제품에 대한 기대치는 점점 더 높아져 높은 품질의 맛 좋은 제품을 원하고 있고, 노령인구의 증가 및 1인 가족의 증가로 생활 및 식습관 패턴 역시 빠르게 변하고 있는 추세다.

3D 푸드 프린트 기술 등과 같은 새로운 식품기술의 응용과 한국산 식물성 단백질 원료의 개발, 대체 어육의 개발, 노인식 제품 및 한국형 밀키트 개발 등에 대체육을 응용함으로써 국내 뿐만이 아닌 글로벌 마켓에서 또 다른 K-food 를 이끌어 가길 기대한다.

토/론/문

강원대학교 식품생명공학 교수 조 성 준





Profile

조성준

학력

고려대학교 식품공학과 학사
고려대학교 생명공학과 석사
고려대학교 생명공학과 박사

경력

현) 강원대학교 바이오산업공학부 교수
현) 강원대학교 친환경농산물안전성 센터장
현) 강원대학교 강원종합기술연구원 부원장
전) CJ 제일제당 소재연구소 센터장
전) 스위스 네슬레 중앙연구소 연구원

동물성 대체단백질 연구 방향

식품으로 섭취되는 단백질의 약 25%가 축산물로부터 공급받고 있는데, 육류는 다른 단백질 식품에 비해 필수아미노산을 고르게 함유하고 있어 매우 효과적인 단백질 공급원으로 알려져 있다. 국제연합식량농업기구(FAO)의 보고서에 의하면, 세계 인류는 2018년 약 76억 명에서 2050년에는 92억 명으로 증가할 것으로 예측되며, 향후 세계 육류소비량은 2018년 3억 톤에서 2050년에는 4.5억 톤에 이를 것으로 전망된다. 지난 반세기 동안 세계 육류소비량은 급격하게 증가하고 있으며, 극빈층의 감소추세 등으로 1인당 육류 소비 증가 추세는 인구증가보다 더 빠를 것으로 예측되고 있다. 증가하는 육류소비를 충족하기 위해서는 가축의 대량생산이 필요하며, 이에 따른 사육 면적의 확대, 사료 필요량의 증가, 사료 작물 생산을 위한 경작지의 확대 및 물 사용증가로 이어진다. 따라서 현재의 육류 생산방식으로는 급격히 증가하는 단백질 수요를 충족시키기에는 한계가 있다. 축산업으로 인해 발생하는 환경적인 문제도 크다. 실제로 가축 사육, 도축, 가공 및 보관과정에서 많은 에너지가 사용되며, 가축의 대사 중에는 다량의 이산화탄소, 메탄가스, 아산화질소와 같은 온실가스가 발생한다. 또한, 육류 생산을 위해서는 곡물 등을 사료로 공급해야하는데 이때 곡물이 육류로 전환되는 효율이 낮아 식량공급에도 문제를 발생시키며, 이는 식량안보에도 큰 영향을 줄 것으로 예상된다. 이에 따라 해외 주요국들은 식량안보 및 지속 가능한 식량 시스템 확보 관점에서 단백질 전환 (protein shift)를 주요 이슈로 보고 있다.

또한, 웰빙(well-being)과 로하스(LOHAS) 등에 관한 관심이 증가하면서 고기 섭취를 줄이는 채식주의자들이 늘어나고 있으며, 광우병, 구제역, 조류 인플루엔자와 같은 동물 질병에 따른 안전성 문제에 대한 소비자의 불안심리, 종교적 신념 등으로 대체 단백질 식품에 관한 관심이 높아지고 있다.

이러한 시대의 요구에 맞춰 성공적인 대체육 개발을 위해서 다음과 같은 접근이 필요하다고 생각한다. 먼저 다양한 전문가들의 유기적인 협업이 더욱 필요하다. 금일 세미나에서는 대체육의 큰 3가지 방향인 식물성 단백, 곤충 단백, 배양육의 전문가들이 각자의 관점에서 중요한 자료들을 공유해 주셨다. 현재 연구되고 있는 소재들의 특징에 따라 현재의 기술 수준, 한계점, 적용 가능성, 소비자 인식 등에서 명확한 장단점을 가지고 있다. 따라서 이들 소재의 가치가 최대한 발현될 수 있고 시너지 효과를 낼 수 있도록 각 소재의 융합적 활용을 연구하고, 다른 식품가공기술을 추가한다면 맛과 영양적 품질이

우수한 대체육의 생산이 가능할 것이다. 부족한 풍미는 장류발효와 같은 기술을 통해 식물성 단백질이나 곤충 단백질을 활용하여 보강하거나, 식물성만으로 구현이 어려운 지방의 풍미는 곤충이나 지현근 박사님이 소개해주신 cultured fat을 식물성 대체육에 적용해 보는 것과 같은 다양한 접근이 가능할 것으로 생각한다. 이를 위해서는 전문가들이 연계할 수 있는 교류의 장이 필요할 것이다.

		식물성 대체육	식용곤충	배양육
정의 및 생산방법	-	식물성 단백질 또는 곰팡이를 이용하여 제조	식용이 가능한 모든 곤충	조직 배양을 이용한 식육 생산
지속가능성	자원 사용	매우 적음	적음	매우 적음
	온실가스 배출	감소	감소	감소
영양가	-	높은 단백질 함량	높은 단백질 및 무기질 함량	영양소 함량 조절 가능
안전성	-	검증	검증 진행 중	검증 필요
시장적용가능성	대량 생산	가능	가능	현재 제한적임 (기술 개발 중)
	가격	낮음	보통	매우 높음
동물복지문제	-	없음	없음	없음
기존 육류 유사도	-	다소 낮음	낮음	유사함
한계점	-	맛과 조직감 부족	소비자 혐오감	새로운 것에 대한 두려움

* 출처: 한국농촌경제연구원, 세계농업(2019), Bonnyet al(2015) J. Inter, Agic(modified)

두 번째로 대체육을 넘어 동물성 대체식품으로 확장이 필요하다. 육류 생산 중에 발생하는 환경, 안전, 윤리 등의 문제는 계란이나 우유 등에도 똑같이 적용된다. 따라서 육류 뿐만 아니라 다른 동물성 단백질을 대체하는 것도 필요하다. 김민수 대표님과 한정훈 박사님이 발표해 주신 바와 같이 식물성 단백질 산업 전체로 보면 식물성 음료나 식물성 대체유 시장도 크게 형성되어 있고 계란 대체 시장도 성장하고 있다. 우리나라의 경우 우유 대체품으로 두유시장이 형성되어 있으나, 다른 대체품의 시장은 거의 없는 상황이다. 또한 대체육의 경우에도 두유 외에 소비자에게 다양성을 제공하고 원료 다변화 측면에서도 새로운 식물성 음료나 우유 대체품의 개발에 관심을 기울일 필요가 있다.

마지막으로 단백질 원천 기술 및 소재에 관한 연구가 필요하다. Impossible Foods와 Beyond Meat로 대표되는 식물성 대체육의 경우 상업화가 가장 활발히 진행되고 성장하고 있는데, 이들은 대두 단백, 밀글루텐, 완두 단백 등의 식물단백질 소재를 이용하여 대체육을

제조한다. 우리나라의 경우 소재단백질을 수입에 의존하고 있으며, 이들 단백소재를 가공하여 고기같은 식감을 만들어 내는 조직화식물단백(Texture Vegetable protein)의 경우에도 해외 소재 의존도가 높은 현실이다. 따라서 우리나라 식문화에 적합한 대체육 개발에 필요한 독자적인 식물단백소재 및 조직화에 대한 연구가 더욱 활발히 진행되어야 한다. 또한 지속가능한 성장, 경제성 확보, 식량안보 등을 위해 국내의 저활용 식물자원이나 식물가공 부산물 등에서 양질의 단백질을 분리·정제하는 연구에 관한 관심이 필요하며, 이를 활용한다면 다양하고 경제적이며 환경친화적인 동물성 대체 단백을 생산할 수 있을 것이다.

토/론/문

서울대학교 식품동물생명공학과 명예교수 최 윤 재





Profile

최윤재

학력

서울대학교 농과대학 학사/석사
미국 North Dakota 주립대학 박사

경력

전) 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부 교수
전) 미국 Cornell 대학교 객원교수
현) 서울대학교 농생명공학부 명예교수
현) 한국과학기술한림원 정회원 / 부원장
현) 농협중앙회 (사)나눔축산운동본부 이사
현) 축산 바로알리기 연구회 회장

대체육 생산 현황과 전망

□ 대체육중 배양육 부분만 한정하여 제 의견을 제시합니다.

1) 배양육 연구는 피할 수 없는 국제적 추세이다. 특히 지구의 식량 위기 대응이라는 장기적인 측면에서 배양육 관련 연구는 필요하다.

우리 연구자들은 배양육 연구가 거스를 수 없는 세계적 추세임을 부정할 수 없습니다. 그 중에서도 오늘날 ‘식량 위기’ 문제가 시급하다는 맥락에서는 더 그러합니다. 현재 이미 여러 글로벌 기업들이 식량 위기에 대응해야 하는 생존적 문제와 더불어 급증하는 육류 소비량을 맞추기 위한 노력의 일환으로 대체육 개발에 적극적으로 힘쓰고 있습니다. 2018년 기준 세계 대체육 식품 시장 규모는 약 44억 달러(4조 9600억)를 기록했고, 오는 2023년까지 연평균 6.3%대의 성장세를 보일 것으로 전망됩니다. 또한 한국무역협회 국제무역통상연구원이 발표한 ‘대체 단백질 식품 트렌드’ 보고서에 따르면 대체육 시장은 2030년 전 세계 육류 시장의 30%를 차지할 것으로 예상됩니다.

그 중 실험실을 통해 나온 배양육은 다른 식물성 고기류나 곤충 단백질류에 비해 연구가 비교적 최근에 시작되었음에도 그 성장세를 무시하기 힘듭니다. 이미 2020년 12월 싱가포르 식품청은 세계 최초로 배양 닭고기로 만든 제품 3종에 대한 정식 허가를 내주었고, 미국은 2016년에는 배양 소고기 미트볼을, 2017년에는 세계 첫 배양 닭고기와 오리고기를 비디오로 공개했습니다. 과학 연구의 지속적인 발전을 위해서, 그리고 다양한 분야에서 첨단 기술을 통해 전통 식재료를 대체하는 새 먹거리를 만들려는 연구가 한창 진행되고 있는 현실에서, 이제 배양육 연구는 피할 수 없는 과제임이 분명합니다.

2) 아직은, 가장 중요한 식품 안전성 문제에서 배양육은 불확실성이 너무 많은 인공물이다.

우리 몸속으로 들어가는 식품이라는 점에서 배양육의 안전성에 대한 부분을 먼저 논의하지 않을 수가 없습니다. 가장 우려되는 부분은 배양육이 만들어지는 과정에서 배양액, 항생제, 첨가제와 같은 재료들을 사용할 수밖에 없고 이 중 일부는 인체에 유해한 영향을 끼칠 수 있다는 점입니다. 배양액에 사용되는 혈청(serum)이 대표적인 사례입니다. 현재까지는 연구자들이 주로 소태아의 혈청을 사용하는데 소태아 혈청은 가격이 비싸고 공급에 제약이 있을 뿐 아니라 동물 윤리적 차원에서도 논란이 있어 대체혈청 시제품 개발을

동시에 진행하고 있습니다. 문제는 그러한 대체재에도 인공적인 영양소의 혼합체가 추가되면서 안전성이 불확실하다는 것입니다.

배양육에 첨가되는 항생제 역시 인체에 안전한지 의문스러운 것은 마찬가지입니다. 또한 배양육에는 육류의 붉은 빛깔을 내기 위해 ‘헴’을 첨가합니다. 헴은 식물의 뿌리혹에 들어 있는 레그헤모글로빈에서 추출하는데, 미국의 푸드테크 업체 ‘임파서블푸드’의 경우 헴을 GMO 맥주효모에서 추출하고 있는 것으로 알려졌으나 이 업체의 제품은 GMO 제품 시판을 금지하는 유럽에서는 판매가 금지돼 있습니다. 이처럼 배양육 생산에 사용되는 배지, 혈청 및 여러 종류의 첨가물에 대하여 알러지 유발, 세포 독성, 항생제 및 잔류·오염 물질 등에 대한 불확실성이 많은 상황에서 배양육의 안전성 문제는 쉽게 해결되기 어려운 게 현실입니다.

3) 배양육의 상품화는 단순히 연구비를 지원하여 배양육을 생산하는 문제와는 다르다.

상품화 과정에서 정부는 국민의 안전을 위해 최대한 다양한 사람들의 목소리를 담아내고, 소비자가 정확한 정보를 얻을 수 있도록 법제화를 통해 안전을 보장해주어야 한다.

최근 몇 년 사이 전 세계적으로 빠르게 성장하고 있는 배양육 연구는 간과할 수 없는 주제임이 분명합니다. 따라서 우리 역시 세계가 주목하는 이런 추세에 뒤처지지 않게 지속적으로 연구를 이어가야 합니다. 여기서 중요한 것은 배양육 연구를 단순히 고기를 생산하는 결과로만 생각하지 말고, 관련된 다양한 응용 산업으로의 확장이 가능한 새로운 과학 연구 분야로 이해해야 한다는 점입니다.

그러나 첫째로, 배양육의 상품화는 과학 연구를 지원하는 것과는 다른 측면에서 논의되어야 할 것입니다. 우선, 상품화를 통해 직접적으로 영향을 받게 될 국민들의 다양한 목소리를 수렴하는 일이 우선 돼야 합니다. 그런 점에서 오늘 이런 세미나는 의미가 있다 생각합니다.

두 번째로, 앞서 지적한 안전성 문제 때문에 배양육 상품화가 국민의 안전과 직결되는 문제인 만큼 배양육에 대한 ‘정확한’ 정보만 노출될 수 있도록 관련 전문가들이 모여 법제화에 힘써야 할 것입니다. 가치소비·미닝아웃(Meaning out) 소비 경향에 따라 배양육 식품시장은 점차 확대될 것으로 생각은 됩니다. 그러나 일반 소비자들이 ‘가짜고기’와 ‘진짜고기’의 차이점이 무엇인지 판단하기가 쉽지 않습니다. 또한 배양육이 식물성 식품을 어느 정도나 섞었는지, 어떤 제조공정을 거쳐서 만들어 진 것인지, 상대적으로 고가인

비용을 지불하고 섭취를 할 만큼 안정성이 있는지 알기 어렵습니다. 이러한 혼란을 방지하고 소비자들이 더 올바른 선택을 할 수 있도록 배양육에 대한 정확한 정보가 제공되어야 합니다. 예를 들어, 배양육이 들어간 식품, 특히 배양육을 섞어 만든 가공식품에는 반드시 배양육 표시를 필수적으로 표시하며, 어떤 종류의 배양육인지 소비자들이 제품 라벨에서 확인할 수 있도록 해야 할 것입니다.

선진국에서는 이미 ‘고기’라는 표현을 배양육에 사용하는 것을 금지하고 있는 추세인데, 미국의 육류광고법을 대표적인 예로 들 수 있습니다. 미국은 고기처럼 보이는 ‘가짜고기’의 포장에 ‘고기’라는 용어의 표기를 금지했습니다. 단지 식물성 단백질뿐만 아니라 배양육에도 해당 법안은 적용됩니다. 이 법안에 따르면 ‘고기’라는 문구가 새겨진 포장은 일반적으로 사육한 가축에서 얻어진 살코기에만 가능합니다. EU 역시 미국과 비슷한 조치를 취하고 있습니다. EU 의회는 대체 단백질 식품 업계가 ‘고기’와 ‘버거’, ‘소시지’ 등 육류를 연상시키는 단어를 사용하지 못하도록 하는 법안을 준비하고 있습니다. 최근 유럽재판소도 해당 국가의 농축산업을 보호하고 올바른 식품 라벨을 통해 소비자들의 혼란을 방지하기 위한 목적으로 ‘식물성 우유’ 표현을 금지하는 판결을 내린 사례가 있습니다.

배양육은 전통적인 고기와 명백하게 다른 식품입니다. 따라서 먼 미래, 배양육이 상품화될 때에는 ‘세포’, ‘배양’, ‘식물성’ 등의 명칭을 정확하게 표기하여야 합니다. 또한 전통적인 ‘고기’의 표기를 혼동하여 사용하지 못하는 법안을 발의하여 소비자들의 이해를 돕고 올바른 소비가 가능하도록 유도해야 할 것입니다.

4) 배양육은 탄소중립 축산분야 대응 방안이 될 수 없다.

배양육을 옹호하는 사람들은 배양육이 기존의 축산물에 비해 ‘친환경적’이라고 주장합니다. 이를 증명하듯 2021년 8월 5일, 대한민국 정부가 탄소중립을 목표로 선언하며 발표한 ‘탄소중립 시나리오(초안)’에는 배양육 포함 대체가공식품 기술을 개발하여 가축사육수를 감소시켜 대체육을 통하여 전 국민의 식생활을 개선하겠다는 내용이 담겨있었습니다.

그러나 배양육은 탄소중립 축산분야의 대응 방안이 될 수 없다고 생각합니다. 우선, 배양육을 친환경적이라 주장하는 근거는 단순히 온실가스 배출량만을 근거로 하고 있는데, 이는 배양육을 생산하기 위해 각 공정별로 필요한 에너지와 부산물 등을 충분히 고려하지 못한 처사입니다. 가령, 2019년 옥스퍼드 대학의 연구팀이 발표한 연구를 보면

소를 사육하면서 배출되는 메탄가스보다 배양육을 만드는 데 배출되는 이산화탄소가 환경에 더 유해할 수 있음을 지적합니다. 요컨대 가축을 사육하는 것보다 장기적으로는 배양육이 오히려 지구온난화 및 기후변화에 부정적인 영향을 초래할 수 있음을 함께 고려해야 할 것입니다. 이런 맥락에서 배양육 옹호론자들이 내세우는 배양육이 ‘친환경적’이고 ‘동물 복지’를 실현한다는 이런 용어들이 시장에서 남발되어서는 안 될 것입니다.

결론적으로 다시 한 번 강조 드리지만,

‘배양육’이 피할 수 없는 과학 연구임은 분명하지만, 국민의 안전을 담보로 한 모험은 결코 있을 수 없습니다. 앞서 강조했지만 배양육에 대한 연구는 한국의 과학발전을 위해 계속 장려될 수 있지만, 이를 상품화하고 국민의 식탁 위에 올리는 과정은 또 다른 문제입니다. 안전성과 환경적 측면에서 불확실성이 너무 많은 지금, 정부가 나서 배양육을 국민 식단으로 옹호하는 사태, 특히 탄소중립의 축산 분야 대응책으로 추진하는 일은 반드시 막아야 할 것입니다. 배양육은 아직 많은 연구와 논의가 필요한 사안이기 때문에 연구는 계속 진행하되 해당 관계자들은 성급하게 입장을 판단하기보다 이런 토론 자리를 통해 시간을 두고 천천히 의견을 나누어보길 희망합니다.

도서출판 식안연

책 소개

식량안보시리즈



제1권

나트룸, 건강 그리고 맛
이숙종, 이철호 공저
179쪽/정가 8,000원



제2권

건강지킴이 보리의 재발견
김영수, 최재성, 석호문, 신동화 공저
166쪽/정가 8,000원



제3권

GMO 바로알기
(유전자변형생명체) 박수철, 김해영, 이철호 공저
칼라/253쪽/정가 12,000원



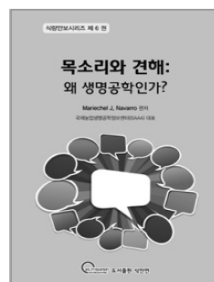
제4권

쌀의 혁명
이철호, 이숙종, 김미령 공저
204쪽/정가 10,000원



제5권

식량낭비 줄이기
채희정, 이숙종, 이철호 공저
244쪽/정가 12,000원



제6권

목소리와 견해: 왜 생명공학인가?
Mariechel J. Navarro
편저/김태산 번역
229쪽/칼라/229쪽/정가 12,000원



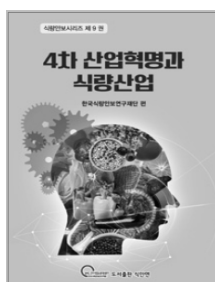
제7권

식량생산 제고를 위한 신(新)육종기술
한지학, 정 민 공저
칼라/153쪽/12,000원



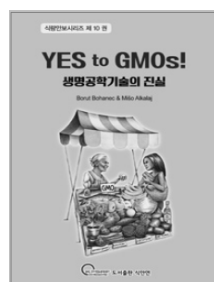
제8권

21세기 구원투수 고구마
곽상수, 박상철, 이준설 공저
칼라/155쪽/12,000원



제9권

4차 산업혁명과 식량산업
한국식량안보연구재단 편
316쪽/16,000원

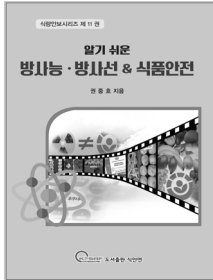


제10권

Yes to GMOs! 생명공학의 진실
Borut Bohanec & Miso Alkalaj 공저
김태산 번역
202쪽/12,000원

도서출판 식안연

책 소개



제11권

알기쉬운

방사능·방사선 & 식품안전

권중호 저

국문 / 316쪽

정가: 16,000원

단행본



한반도

통일과 식량안보

이철호, 문헌팔, 김용택, 김세권,
박태균, 권익부 공저

국문판/하드커버

295쪽/정가 16,000원

영문판/하드커버

354쪽/\$30



식량전쟁

이철호 저

국문판/하드커버

238쪽/정가 12,800원

영문판/소프트커버

241쪽/\$20



식품산업 한식

세계화에 날개 달다

한국식량안보연구재단 편

소프트커버/칼라/373쪽

정가 25,000원



韓·中·日

식량정책 비교

고재모, 김태곤, 이철호 공저

하드커버/338쪽

정가 16,000원



선진국의 조건 식량자급

이철호, 문헌팔, 김용택,
이숙종, 이꽃임 공저

하드커버/223쪽/

정가 15,000원

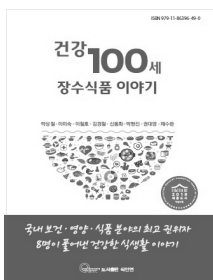


세계 곡물시장과
한국의 식량안보

성명환, 오정규, 김민수,
임호상, 이철호 공저

하드커버/357쪽

정가 20,000원

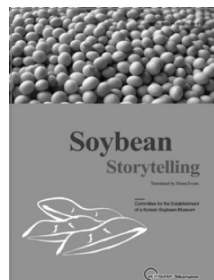


건강100세 장수식품이야기

박상철, 이마숙, 이철호, 김경철,
신동화, 박현진, 권대영, 채수완 공저

국문판/소프트커버

319쪽/정가 18,000원



콩 스토리텔링

한국콩박물관건립추진위원회 편

국·영문 합본

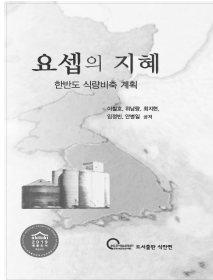
국문 156쪽, 영문 187쪽

소프트커버

정가 20,000원

도서출판 식안연

책 소개



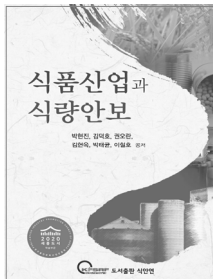
요셉의 지혜

이철호, 위남량, 최지현,
임정빈, 안병일 공저
신국판/하드커버/ 237쪽
정가 / 16,000원



비만과의 전쟁

이철호 저
신국판/소프트커버
205쪽/정가 12,000원



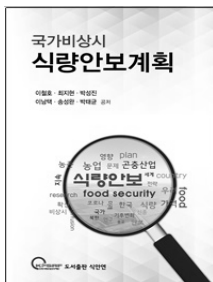
식품산업과 식량안보

박현진, 김덕호, 권오란
김현옥, 박태균, 이철호 공저
국문판 / 265쪽
정가: 18,000원



식품미생물학사전

하덕모 저
소프트커버/413쪽
정가 30,000원



국가비상시 식량안보계획

이철호, 최지현, 박성진
이남택, 송성완, 박태균 공저
하드커버/218쪽
정가 18,000원



한국의 발효식품 역사, 문화 그리고 가공기술

신동화 편저
소프트커버/419쪽
정가 20,000원



식품위생안전법규와 제도

전은숙 저
소프트커버/306쪽
정가 18,000원



한국식품사연구

이철호 저
하드커버/438쪽
정가 30,000원