

제210회 한림원탁토론회

# 대체 단백질 식품과 배양육의 현재와 미래

일시 : 2023년 5월 24일(수) 15:00

장소 : 한림원회관 1층 성영철홀

※ 온·오프라인 동시 개최





## 초대의 말씀

전 세계적으로 환경문제와 식량 위기를 맞게 되면서 이를 해결하기 위한 많은 노력과 연구가 진행되고 있습니다. 특히 탄소 배출 등으로 인한 환경문제가 심화되면서 이를 극복하기 위한 대체 단백질 식품 생산 및 배양육 개발 연구가 활발히 진행되고 있는 실정입니다.

이에 따라 한국과학기술한림원은 최신 기법을 통한 대체 단백질 생산 기술을 소개하는 동시에 우수한 산업 동물 및 식품 소재로부터 배양육을 생산하는 첨단 기술과 글로벌 트렌드를 확인하고, 관련 법적 규제, 소비자 반향 등을 종합적으로 모색하는 자리를 마련하였습니다. 관련 분야의 최고 전문가들을 모시고 주제발표와 토론을 진행하고자 하오니 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

2023년 5월

한국과학기술한림원

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



## Program

사 회 : 박현진 고려대학교 식품공학과 교수

| 시 간                  | 프로그램        | 내 용  |
|----------------------|-------------|--|
| 15:00~15:05<br>(5분)  | 개 회         | 유옥준 한국과학기술한림원 원장   |
| 15:05~15:45<br>(40분) | 주제발표        |  |
|                      | 발표자         | 정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한<br>대체 단백질과 식품소재 생산<br>서진호 서울대학교 식품생명공학과 명예교수 |
|                      |             | 배양육(Cultured Meat) 생산 연구의 글로벌 트렌드<br>배호재 건국대학교 KU융합과학기술원 교수                      |
| 15:45~17:00<br>(75분) | 지정토론 및 자유토론 |  |
|                      | 좌 장         | 박용호 서울대학교 수의학과 명예교수  |
|                      | 토론자         | 장 구 서울대학교 수의학과 교수  |
|                      |             | 조상우 (주)풀무원/풀무원기술원 P&P개발2실 부사장  |
|                      |             | 강윤숙 식품의약품안전처 식품기준기획관   |
|                      |             | 김연화 (사)소비자공익네트워크 회장  |
|                      | 질의응답        |  |
| 17:00                | 폐 회         |  |

## 참여자 주요 약력

### 사회



#### 박 현 진

고려대학교 식품공학과 교수

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

### 좌장



#### 박 용 호

서울대학교 수의학과 명예교수

- UN산하 FAO/CODEX 항생제내성특별위원회 의장
- 국가수의정책자문위원회 의장
- 한국과학기술한림원 정회원

### 주제발표자



#### 서 진 호

서울대학교 식품생명공학과 명예교수

- 한국과학기술한림원 정회원
- 서울대학교 연구처장 겸 산학협력단장
- 한국연구재단 이사



#### 배 호 재

건국대학교 KU융합과학기술원 교수

- 한국과학기술한림원 차세대동문회원
- 前 하버드의대 의학 및 보건과학기술부(HST) 전임강사
- 前 하버드의대 의학부 부생명공학자

## 참여자 주요 약력

### 토론자



#### 장 구

서울대학교 수의학과 교수

- 前 동경대학교 연구원
- 前 캐나다 SLRI연구소 연구원
- 前 오스트리아 IMBA 방문연구원



#### 조 상 우

(주)풀무원/풀무원기술원 P&P개발2실 부사장

- (사)한국식품과학회 부회장
- 대통령소속 농어업·농어촌특별위원회 위원
- 前 국가과학기술연구회 기획평가위원회 위원



#### 강 윤 숙

식품의약품안전처 식품기준기획관

- 前 식품의약품안전처 과장
- 前 식품의약품안전처 보건연구관
- 前 식품의약품안전처 보건연구사



#### 김 연 화

(사)소비자공익네트워크 회장

- 낙농진흥회 이사
- 농림축산식품부 축산물 수급조절협의회 위원
- 농협경제지주 축산식품 자문위원

# I

## 주제발표

**주제발표 1** 정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한  
대체 단백질과 식품소재 생산

- **서진호** 서울대학교 식품생명공학과 명예교수

**주제발표 2** 배양육(Cultured Meat) 생산 연구의 글로벌 트렌드

- **배호재** 건국대학교 KU융합과학기술원 교수





## 주제발표 1

# 정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산



서진호

서울대학교 식품생명공학과 명예교수

제210회 한림원탁토론회 (23.05.24)

## 정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산

**발표자** 서진호 서울대학교 식품생명공학과 명예교수  
**연락처** E-mail) [jhseo94@snu.ac.kr](mailto:jhseo94@snu.ac.kr)

## CONTENTS

### 01 식품산업 환경

1. 기후환경위기와 지속가능성
2. 식품원료공급의 안정성 위기
3. 대체식품 시장 환경
4. 기술개발 필요성

### 02 정밀발효의 개념

1. 정밀발효 정의
2. 정밀발효의 벨류체인
3. 식품산업기술의 메가트렌드

### 03 기업동향

1. 해외기업동향
2. 국내기업동향

### 04 기대효과 및 정밀발효 Initiative

1. 기대효과
2. 정밀발효 협의체 Task

## 식품산업 환경

### 01

1. 기후환경위기와 지속가능성
2. 식품원료공급의 안정성 위기
3. 대체식품 시장환경
4. 기술개발 필요성

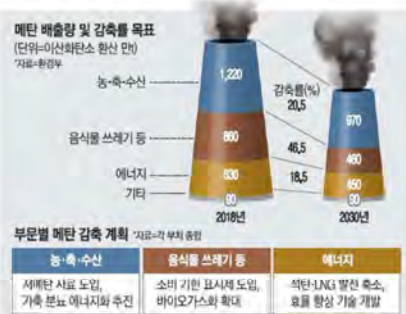
PART 01 정밀발효 기술개발 필요성

1-1. 기후환경위기와 지속가능성

농식품 분야의 당면과제



(Rethinking the Meat-Guzzler (NY Times).



(매일경제, 211025)

2050 탄소중립 실현 농업기술 개발과 현장보급 추진전략

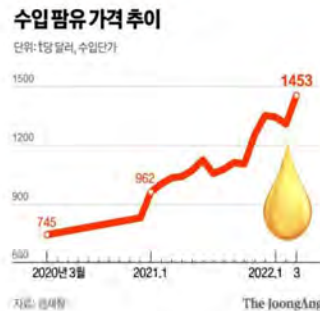


2050 탄소중립 실현을 목표로 국가 탄소중립 시나리오를 확정하고 2050년까지 농식품 분야 온실가스 배출량 38% 감축 목표와 추진 전략 발표 (2022.10)

PART 01 정밀발효 기술개발 필요성

1-2. 식품원료공급의 안정성 위기 (Food Supply Security)

식품원료 수급 불안정에 따른 식품산업발전 제한





PART 정밀발효 기술개발 필요성

## 01 1-2. 식품원료공급의 안정성 위기 (Food Supply Security)

기후변화에 따른 천연자원의 고갈 → 식품산업의 패러다임 변화

news1

사과 포도 복숭아 한반도서 사라진다...기후변화 영향

2019년 10월 12일

국민과일 대부분 2050년 이후 재배가능지 급감  
제주감귤 잃어지고 영덕감귤...완전히 안전

국민과일 대부분 2050년 이후 재배가능지 급감  
제주감귤 잃어지고 영덕감귤...완전히 안전



한국농림수산식품교육진흥원(농촌진흥청), (농림수산) (농림수산)

삶이 지금보다 달콤하지  
않다면?...초콜릿 원료 '카카오', 멸종위기?



영국 뉴스 사이트인 '더선(The Sun)'에 따르면 향후 30년 동안 지구 온난화가 카카오나무 성장에 위협을 줄 것으로 내다봤다. 더선은 기후 변화, 일명 지구온난화로 인해 토양 속 수분 함유량이 줄어들어 건조하게 되면서 카카오나무에 명백하게 영향을 미칠 것이라고 보도했다.

Ref. Ocean Conservancy

정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 6

PART 정밀발효 기술개발 필요성

## 01 1-3. 대체식품 시장 환경

대체식품에 대한 소비자의 관심 확대

- ✓ 동물복지 및 윤리성 문제(Veginomics, Veganism), 건강과 수명연장, 친환경, 지속가능성 및 온실가스 배출감소에 대한 소비자 요구 증가, '2020 EU Green Deal'에 육류세 도입, 전통적 육류 소비 감소 정책 시행과 소비 트렌드의 변화 등이 대체육 성장 동인으로 분석됨.



대체식품 시장 성장요인 (KREI 농정포커스, 2020)

최근 식품업계 비건 제품 현황

| 업체    | 비건 제품                           |
|-------|---------------------------------|
| 청식물   | 건강담은 아채가득 등 장식품 처음 비건 인증 획득     |
| 오뚜기   | 비건 라면에 이어 비건 만두 볶음밥 출시          |
| 롯데제과  | 국내 최초 비건 아이스크림 선보여...두달새 7만개 돌풍 |
| 신세계푸드 | 순식물성 비건 베이커리 출시                 |
| 롯데푸드  | 비건 너겟, 크로켓, 1년 여만에 6만개 판매       |

(서울경제, 200820)

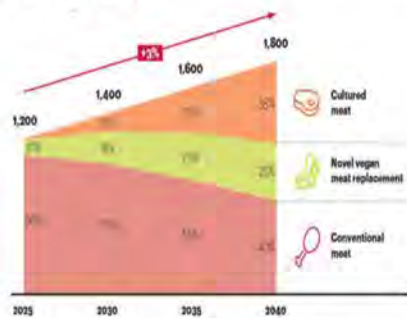
정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 7

## PART 정밀발효 기술개발 필요성

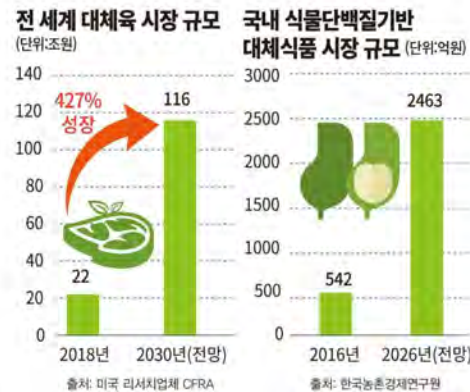
## 01 1-3. 대체식품 시장 환경

## 대체육 시장 확대 전망

- ✓ 2040년 세계 전체 육류 시장은 약 \$1,800 B (약 2,000조원) 규모로 크게 성장할 전망이며, 이 중 대체육은 60% 비중 예상(배양육 35%, 식물성 대체육 25%)으로 기존 육류 시장보다 커질 것으로 전망되며 관련 산업군 (value chain: 사료, 축산, 도축, 육류가공, 소매 등)의 파급력 역시 확대 전망



글로벌 육류시장 전망(AT Kearney report, 2019)



## PART 정밀발효 기술개발 필요성

## 01 1-4. 식품산업 변화에 따른 기술개발 필요성

- ✓ 기후위기에 따른 저탄소 기술 개발 필요
- ✓ 안정적인 식품원료 공급을 위한 대체 기술 개발 필요
- ✓ 소비자 인식전환에 따른 비동물성 식품원료 개발 및 공급 필요



- ①비동물성 자원 활용, ②탄소저감형 High-Tech기반 대량생산,  
③기존 식품산업 value-chain 이용

## 정밀발효 개념

02

1. 정밀발효의 정의
2. 정밀발효의 벨류체인
3. 식품산업기술의 메가트렌드

PART 정밀발효 개념

02

### 2-1. 정밀발효의 정의

#### 정밀발효의 정의

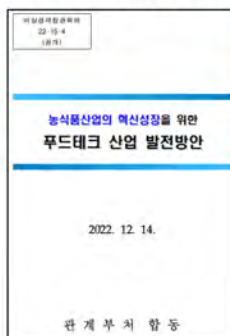
##### Precision Fermentation

New food technology programming microorganisms for mass-production of complex organic compounds (food sources and ingredients) rapidly commercialized for the mass market without the raising of animals and plants

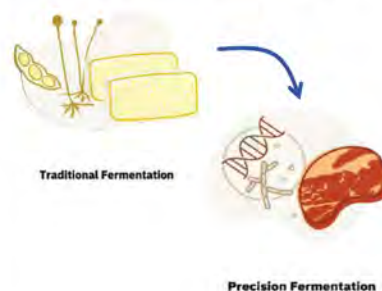
##### 정밀발효기술

미생물을 최적화하여 식품 구성 요소인 탄수화물, 지방, 단백질, 비타민 등 모든 종류의 분자를 생산하는 기술

- 주요 목적 생산물: 대체육류, 난백, 유단백, 수산단백, 동물성/식물성 지방/단백질/탄수화물/비타민 소재 등



- (세포배양) **세포배양 식품** 미국·EU 등은 식물·미생물 등 다양한 세포배양 연구가 진행 중, 우리나라는 배양육 연구가 주를 이룸
  - 전문가들은 우리나라 배양육 분야 기술수준이 외국과 비슷한 수준이라고 평가
  - 고수율의 줄기세포 및 무형질배지<sup>①</sup> 개발 등 대량생산을 위한 연구 활발, 대규모 투자를 유치한 스타트업<sup>②</sup>도 등장하나, 규제 완화실성<sup>③</sup>이 문제
  - ① 현재 다수 업체가 배양육 소재로 고가의 소테아혈청(소 태아에서 채취, 전 세계 생산량은 연간 80만 리터, 약 2240kg)의 배양육 생산 가능)을 사용
  - ② 누적 투자액(21) : 액셀세라퓨틱스 337억원, 다나그린 105, 씨워드 75, 셀미트 59 등
  - ③ 현재까지 배양육 판매가 가능한 국가는 '싱가포르'가 유일(20.11월 승인)
- < 국내·외 세포배양 식품 관련 사례 비교 >
  - ▶ (해외) ① (식물세포 배양식품) 핀란드 VTT 기술연구센터는 아라비카 커피 잎에서 세포를 추출·배양하여 세포주를 만든 후 이를 증식시키는 과정 등을 통해 커피 생산
  - ② (동물세포 배양식품) 폴 스타트업 '임시이도푸드'는 미생물을 활용하여 무형질 배지, 개발, 22.11월 FDA로부터 닭고기, 세포배양 기술의 안전성을 승인받음
  - ③ (미생물세포 배양식품) 폴 '파라메트리아'는 정밀발효기술을미생물을 최적화하여 식물 구성 요소인 지방산과 모든 종류의 분자를 생산을 활용, 유정단백질, DNA, 염기서열을 효모에 삽입, 우유 등 유제품의 영양성분과 동일한 단백질을 생산
  - ▶ (국내) 씨워드는 제조공을 활용한 무형질배지를 개발(일반 세포배양액 가격의 1/100 수준), 향후 배양육을 1~5만원/100g에 생산 가능



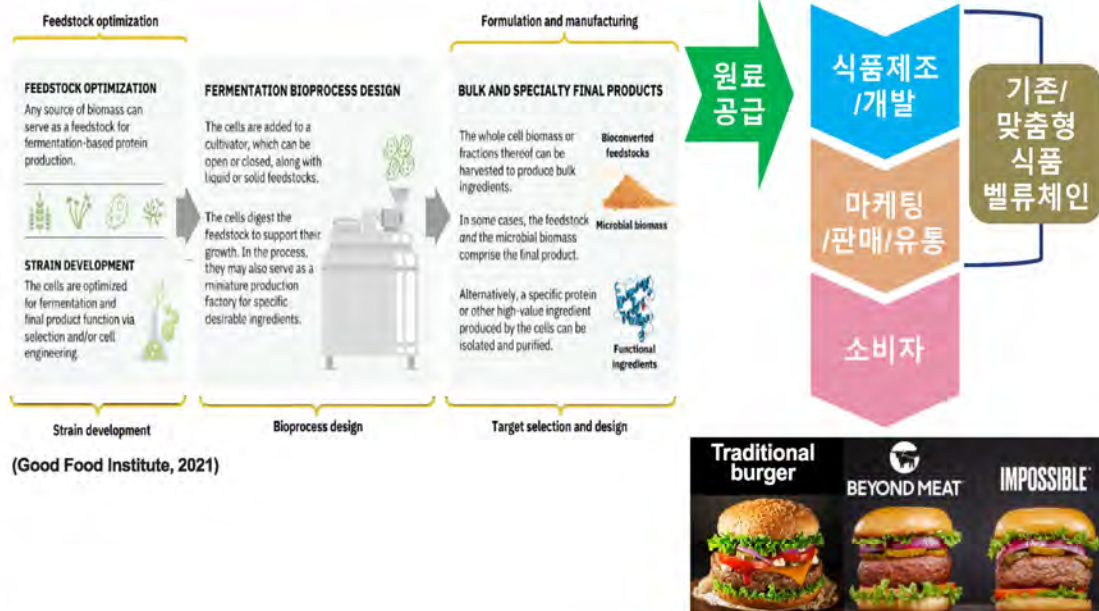


PART 정밀발효 개념

02

2-2. 정밀발효의 벨류체인

• An overview of the technology value chain for (precision) fermentation •

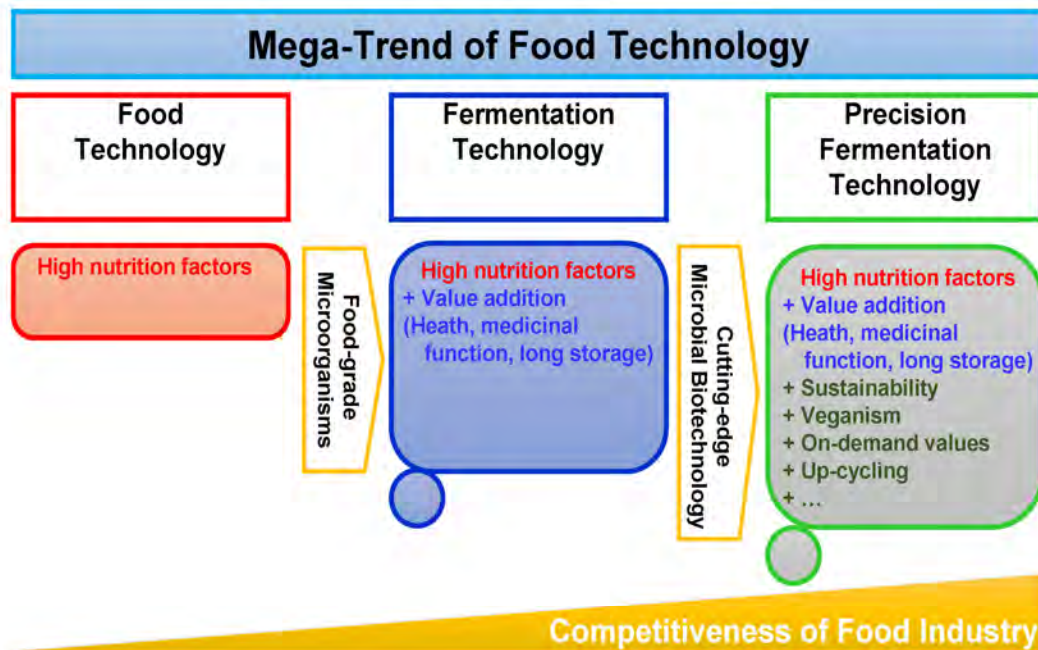


정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 12

PART 정밀발효 개념

02

2-3. 식품산업기술의 메가트렌드



정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 13

## 정밀발효기업 동향

03

1. 해외기업동향
2. 국내기업동향

PART 정밀발효기업 동향

03

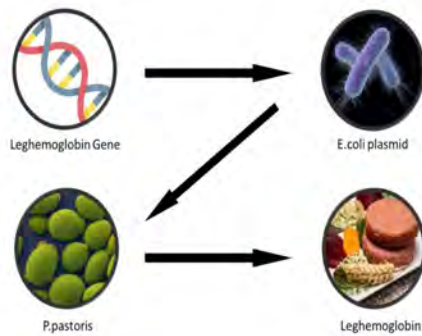
### 3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

#### 식물성 대체육 해외기업

##### ■ 미국 임파서블 푸드(Impossible Food)사

- 콩 단백을 이용하여 쇠고기 대체제 생산 업체
- 고기 자체의 풍미를 공급하는 콩 유래 헤모글로빈을 미생물을 통해 생산

##### Overview



##### 제품





PART 정밀발효기업 동향

### 03 3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

#### 식물성 대체육 기업 (Impossible Food vs. Beyond Meat)



VS.



Key ingredient

Advanced Biotech-based Heme protein (meat taste/color)

Simple extraction-based red beet juice (red color)



정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 16

PART 정밀발효기업 동향

### 03 3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

#### 식물성 대체육 기업 가치 (Impossible Food vs. Beyond Meat)



Financials >



Impossible Food

■ 글로벌기업에서 투자 유치: [Google Ventures](#), [Khosla Ventures](#), [Viking Global Investors](#), [UBS](#), Hong Kong billionaire [Li Ka-shing's Horizons Ventures](#), and [Bill Gates](#)

■ 미래에셋 \$500M 투자 (2021)로 전체투자액 약 2조원, 기업가치 7조원 예상 (City Index Co., 2023)

정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 17

## 03

### 3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

## 배양육 개발을 위한 정밀발효기업의 도전



Ingredient concentrations of common commercially available defined animal cell culture media used in biomedical research

|               |              | Concentration (mg/L)            |                                |  |  |  |
|---------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|--|--|--|
|               |              | Standard<br>Elemental<br>Medium | Standard<br>Chemical<br>Medium | Standard<br>Chemical<br>Medium<br>(pH 6.5) | Standard<br>Chemical<br>Medium<br>(pH 7.0) | Standard<br>Chemical<br>Medium<br>(pH 7.5) |
| Component     |              |                                 |                                |  |  |  |
| Carbon source | Glucose      | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 1. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 2. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 3. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 4. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 5. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 6. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 7. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 8. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 9. Glucose   | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 10. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 11. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 12. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 13. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 14. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 15. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 16. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 17. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 18. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 19. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 20. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 21. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 22. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 23. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 24. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 25. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 26. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 27. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 28. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 29. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 30. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 31. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 32. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 33. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 34. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 35. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 36. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 37. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 38. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 39. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 40. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 41. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 42. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 43. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 44. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 45. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 46. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 47. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 48. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 49. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 50. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 51. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 52. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 53. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 54. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 55. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 56. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 57. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 58. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 59. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 60. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 61. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 62. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 63. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 64. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 65. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 66. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 67. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 68. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 69. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 70. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 71. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 72. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 73. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 74. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 75. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 76. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 77. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 78. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 79. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 80. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 81. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 82. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 83. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 84. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 85. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 86. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 87. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 88. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 89. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 90. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 91. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 92. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 93. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 94. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 95. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 96. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 97. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 98. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 99. Glucose  | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 100. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 101. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 102. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 103. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 104. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 105. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 106. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 107. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 108. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 109. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 110. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 111. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 112. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 113. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 114. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 115. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 116. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 117. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 118. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 119. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 120. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 121. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 122. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 123. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 124. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 125. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 126. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 127. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 128. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 129. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 130. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 131. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 132. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 133. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 134. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 135. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 136. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 137. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 138. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 139. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 140. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 141. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 142. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 143. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 144. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 145. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 146. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 147. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 148. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 149. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 150. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 151. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 152. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 153. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 154. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 155. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 156. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 157. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 158. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 159. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 160. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 161. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 162. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 163. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 164. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 165. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 166. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 167. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 168. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 169. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 170. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 171. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 172. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 173. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 174. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 175. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 176. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 177. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 178. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 179. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 180. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 181. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 182. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 183. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 184. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 185. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 186. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 187. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 188. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 189. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 190. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 191. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 192. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 193. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 194. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 195. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 196. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 197. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 198. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 199. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 200. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 201. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 202. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 203. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 204. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 205. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 206. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 207. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 208. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 209. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 210. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 211. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 212. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 213. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 214. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 215. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 216. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 217. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 218. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 219. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 220. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 221. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 222. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 223. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 224. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 225. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 226. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 227. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 228. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 229. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 230. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 231. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 232. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 233. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 234. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 235. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 236. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 237. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 238. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 239. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 240. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 241. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 242. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 243. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 244. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 245. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 246. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 247. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 248. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 249. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 250. Glucose | 0                               | 0                              | 0  | 0  | 0  |
|               | 251. Glucose | 0                               | 0                              |  |  |  |

Approximate nutrient and functional component concentrations in animal serum

[illegible]

■ 배양육 대량생산용 배지성분 생산을 위한 정밀발효기술 개발 필요

- 아미노산류, 성장인자(growth factor), 호르몬류, 비타민류, 폴리아민류 등의 대량생산 필요

■ Merk, Thermo Fisher Scientific, Multus Media, Back of the Yards Algae Sciences, Biftek etc.

정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 18

## PART 정밀발효기업 동향

## 03

### 3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

- 재조합 미생물(*Trichoderma reesei*) 기반 whey and casein protein (bovine beta-lactoglobulin) 생산
- GRAS Notice No. GRN 000863 (no questions, 2020)

# PERFECT DAY



NEWSIS 산업 &gt; 산업일반

최태원 美CES서 펴낸 '대체유 아이스크림'...매일유업, 국내 도입

등록 2023.01.10 08:30:00 | 수정 2023.01.10 17:38:42

### 기사내용 요약

최태원 SK그룹 회장, CES서 '퍼펙트데이' 아이스크림 먹고 로스팅 화제  
SK매일유업, 퍼펙트데이와 '대체 유단백질' 3자 합작법인 설립 추진  
매일유업, 대체 유단백질 활용 아이스크림 성인영양식 유류류 순차 개발



정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 19



PART 03 정밀발효기업 동향

3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

- Clara Foods → The EVERY Company
- 재조합 효모(*Komagatoella phaffii*=*Pichia pastoris*)을 이용한 egg white 단백질 생산
- FDA GRAS Notice No. GRN 000967 (no questions, 21.09)



- 미국 뉴욕 모던 미더우(Modern Meadow) 회사
  - : 현재 600억 마리 가축 도살
  - : 목축업은 현재 세계 온실가스의 18% 생산
  - : 미생물공학으로 가축 제조로 4천만달러 투자 유치
  - : 가축 생산업이 나아가야 할 올바른 방향 제시

TRADITIONAL PROCESS

Poor defect control  
Limited innovation potential  
Large environmental impact  
Low cutting efficiencies



MODERN MEADOW PROCESS

Minimal environmental impact  
Continuous roll manufacturing  
Uniform material production  
High innovation potential

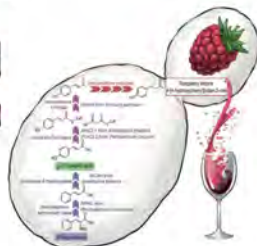


정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 20

PART 03 정밀발효기업 동향

3-1. 정밀발효기술 기반 해외기업

- 스위스 에볼바(Evolva) 사
- 유전자재조합 미생물을 이용한 French Pradox의 resveratrol 생산
- 미생물 기반의 바닐라향(vanillin) 생산



CRITICAL REVIEWS IN BIOTECHNOLOGY, 2017 VOL. 37, NO. 1, 112-136

- 영국 C16 Bioscience
- 미생물기반 팜유 생산기술 개발
- Palmless™

SCIENCE Chosun

[그린비즈] '숲 파괴 주범' 팜유 대신 실험실 생산 효모로 기름 짬다

가공식품, 화장품에 들어가는 팜유 생산량 늘리기 위해 환경파괴 찾아  
C16 바이오키아인스, 英 배스대 등 연구 활발  
효모에서 얻는 친환경 대체재



- fats made via microbial fermentation  
([Aio](#), [Circe](#), [Yali Bio](#), [Zero Acre Farms](#), [c16 Biosciences](#), [Nourish](#))
- Cell-cultured fat ([Mission Barns](#), [Believer Meats](#)) (AFN, 2023)

정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 21

PART 정밀발효기업 동향

03 3-2. 정밀발효기술 기반 국내기업

■ (주)에이피테크놀로지

- 유전자재조합 미생물을 이용한 모유올리고당 생산(KFDA 허가)
- 2-Fucosyllactose 생산을 통한 분유, 건기식 산업 활성화

AP HMO Pipeline & Applications

2'-FL 용도 확장성



(Amazon.com)

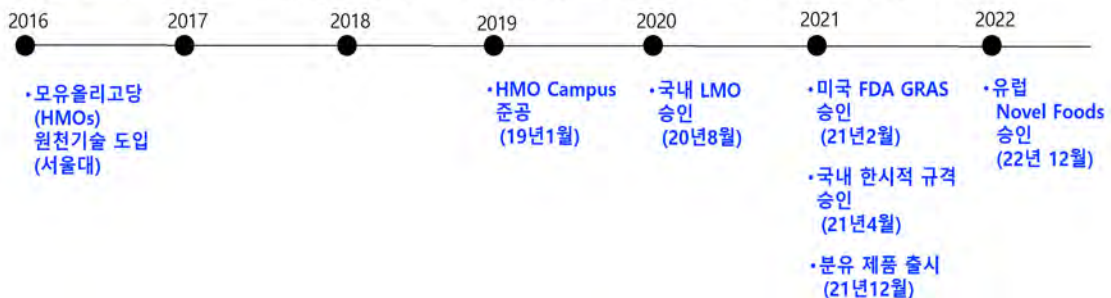
정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 22

PART 정밀발효기업 동향

03 3-2. 정밀발효기술 기반 국내기업

(주)에이피테크놀로지의 HMO 사업 추진 과정

2016년부터 모유올리고당 (HMOs) 사업추진, 美 FDA/ 韓 식약처, 유럽 EFSA 등록 완료, HMO 2'-FL 상업적 대량생산 중 (미국, 유럽, 중국, 일본, 인도, 호주 특허 등록 완료)



정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 23

## 기대효과 및 정밀발효 initiative 04

1. 기대효과
2. 정밀발효 협의체 task

PART 기대효과 및 정밀발효 이니셔티브

### 04 4-1. 기대효과

#### 새로운 식품기술개발 필요성

- 기후위기에 따른 저탄소 기술 개발 필요
- 안정적인 식품원료 공급을 위한 대체 기술 개발 필요
- 소비자 인식전환에 따른 비동물성 식품원료 개발 및 공급 필요

#### 정밀발효기술의 기대효과

- 미생물공정 기반의 저탄소 식품기술 개발로 식품산업의 ESG 달성 가능
- 식품원료소재 생산을 위한 국산화기술 개발로 국내 고급 일자리 창출 및 식품원료 자급률 증대
- 비동물성 식품원료소재 공급이라는 식품산업 Mega-Trend의 주도 및 소비자 니즈 충족
- 기존 식품산업 value-chain을 활용한 미래 신산업 창출
- Tech 기반의 식품산업 창출로 글로벌 시장진입 용이



PART 기대효과 및 정밀발효 이니셔티브

## 04 4-2. 정밀발효 협의체 Task

- 정밀발효 산·학·연·정 협의체 구성 및 활동
- 정밀발효기반 생산시스템(예, 파운드리) 구축을 위한 정책 발굴
  - 식품단백질 생산용 CMO 비즈니스 모델 등
- 국제적 네트워크 구축을 통한 정밀발효 관련 글로벌 아젠다 발굴 및 협력 추진
- ‘(가칭)정밀발효 이니셔티브’ 예비타당성 조사사업 추진

정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 | page 26

**경청해주셔서 감사합니다**

정밀발효(Precision Fermentation) 기법을 통한 대체 단백질과 식품소재 생산 (서울대학교 명예교수 서진호)

## 주제발표 2

# 배양육(Cultured Meat) 생산 연구의 글로벌 트렌드



배 호 재

건국대학교 KU융합과학기술원 교수

23. 05. 24



Konkuk University  
Professor. Hojae Bae

## Global Trends in Cultured Meat Production Research



# Introduction

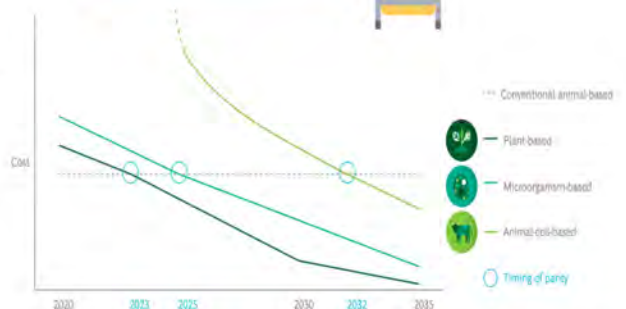
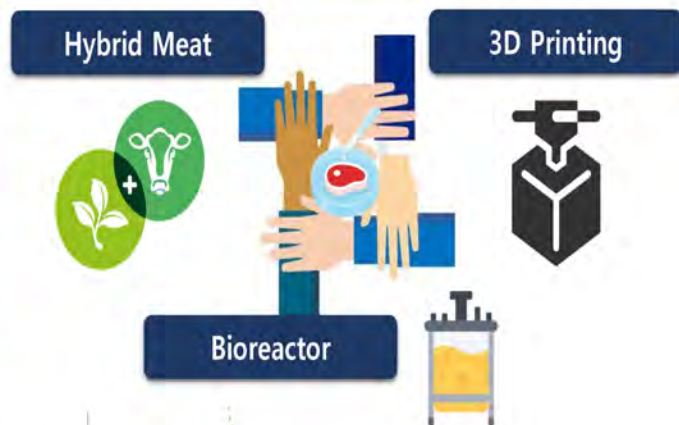
## The New Paradigm of Tissue Engineering



<https://new-harvest.org/what-is-cellular-agriculture/>



Alternative Proteins  
Can Reach Parity  
Between the Early  
2020s and the Early  
2030s



Sources: Blue Horizon and BCG analysis, expert interviews, industry report.  
Note: This analysis includes illustrative data for US and EU; variations by product group and geographic area are omitted for clarity.



## The New Paradigm of Tissue Engineering



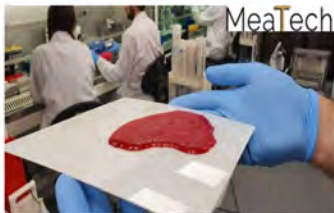
3D Printing



Hybrid Meat



Bioreactor



## The New Paradigm of Tissue Engineering



3D Printing



Hybrid Meat



Bioreactor



of consumers are open to trying more dishes that mix animal and plant proteins.



World's first hybrid meat innovation centre to open in Singapore in 2023



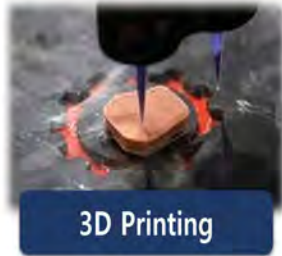
Hybrid meat



Source: Datacentral  
Ref: Paul Savers, "Hybrid meat? Meatable wants to get lab-grown meat to market faster by combining with plant-based proteins," *Biotech & Health* (2022)  
World's first hybrid meat innovation centre is a tie-up between cultivated pork firm Peabody and local plant-based startup Just Handle - [www.biotek.asia](https://www.biotek.asia)



## The New Paradigm of Tissue Engineering



**GOOD Meat to build largest bioreactor to cultivate 3D printable meat**



**UK start-up Ivy Farm opens largest cultivated meat production plant in Europe**



**Scaling up our beef production**



**Take a look inside this shiny, industrial "cultivated meat" factory of the future**

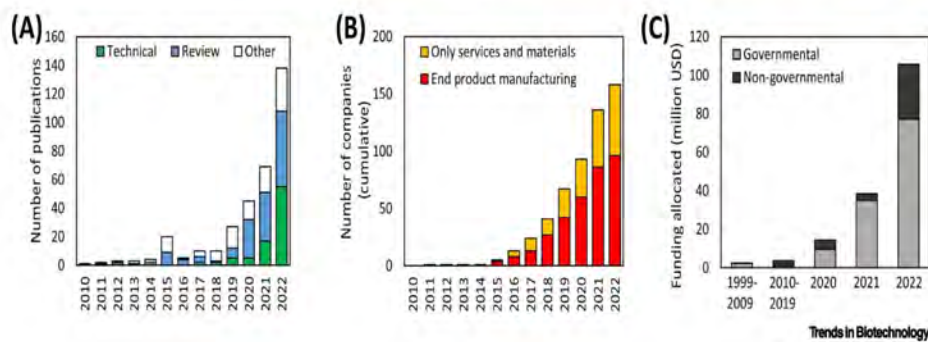


## The New Paradigm of Tissue Engineering



Ref : Amy Buxton. The Business Of Fat: Meet The 5 Global Startups Working To Replace Animal Derived Fat. Green queen (2023)

## Current status of alternative meat industry



➔ The growth of tissue engineering for the alternative meat industry

Ref : Mohamadmahdi et al. Trends in Biotechnology (2023)

## Current status of alternative meat industry



Derive trends by food process (production, channel, consumer) based on future society megatrends



## Current status of alternative meat industry

### 단백질 대체 소재



식물성 단백질, 콩류, Seeds(chia)



육고기 식감 재현 'Impossible burger'

→ 식감, 맛/향 재현 기술 개발

### 곤충단백질 소재



풍부한 단백질 및 미네랄 함유  
Burger, Protein bar, and Protein powder 형태로  
판매 중  
그러나 소비자 인식 전환 부족

→ 소비자 인식전환 필요

### 배양육 연구



최근, Upside Food, Good Meat와 같은  
배양육 회사 FDA 승인 (2022-2023)

→ 국내외 배양육에 대한 관심 및 연구  
증가

## Current status of alternative meat industry

SCIENCE / FOOD

### Impossible Foods clears legal battle over the ingredient that makes its meat 'bleed'



Close-up shot of the Impossible Foods Company's product Impossible Burger in Walnut Creek, California, January 11, 2021. Photo by Smith Collection/Getty Images

/ The contested ingredient is supposed to make Impossible Burgers "taste like meat."

By Justine Calme  
May 4, 2023, 7:32 AM GMT-9 | 0 Comments / 0 News



GMO Soy Root Nodule  
Leghemoglobin



GMO Pichia Pastoris  
(yeast)



Fermentation  
Process



Extraction Process  
Testing



## Current status of alternative meat industry



- In the alternative meat market, the flavor market is also in increasing demand for vegan products.
- CJ Bio is a vegan certified by FlavorNrich™, a seasoning material brand including natural cysteine, from the United States and used in Alternative meat industry.

flavornrich™



Trilogy™

FLAVORS WE HAVE DEEP ROOTS IN:



WITH UNMATCHED EXPERTISE WITH:

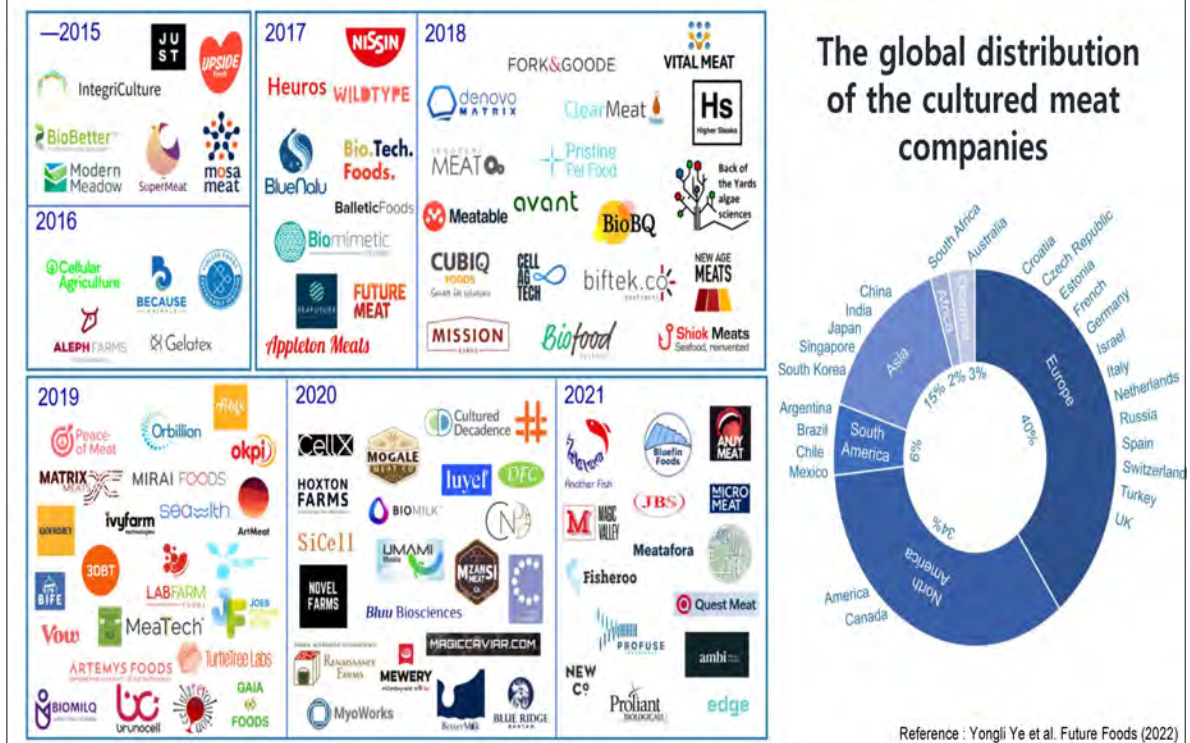


<https://www.cjbio.net/en/products/flavorNRich.do> / <http://devotionfoods.com/product/> <https://www.trilogyei.com/> <https://vinaaroma.com/>

## Cultured meat industry



## Overview of Global cultured meat industry



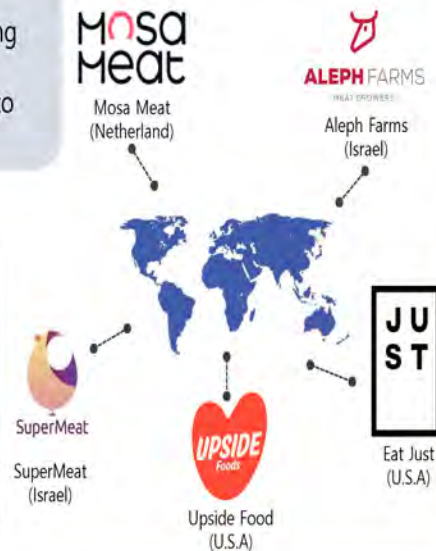
## A domestic cultured meat production



## Prototype Status by Major Countries

- **Serum-free media formulation** for inducing the differentiation of bovine satellite cells into muscle fibres.

- **Hybrid cultured meat** that does not form muscle fibers and uses undifferentiated cultured cell tissues as raw materials
- **Immortalized cell lines** without genetic modification



- **Tissue engineering techniques** to make thin steaks by co-culturing cells around edible scaffolding

- **Chicken cultured meat**
- In December 2020, The company is **licensed from Singapore Food Agency, (SFA)**
- **Floating and cultivating immortalized cells** and using them in food without differentiation as muscle fibers

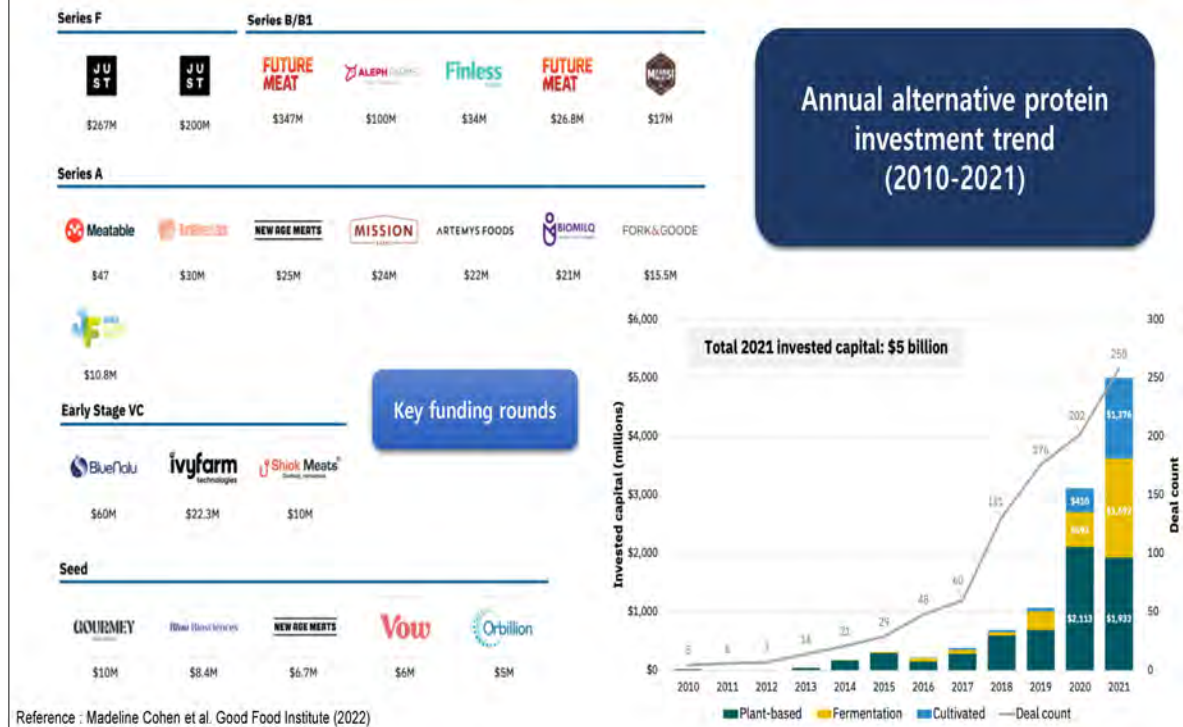
- In 2022, **received approval from the FDA** for its chicken grown from animal cells.

## Global Enterprise Distribution of Cultured Meat Production

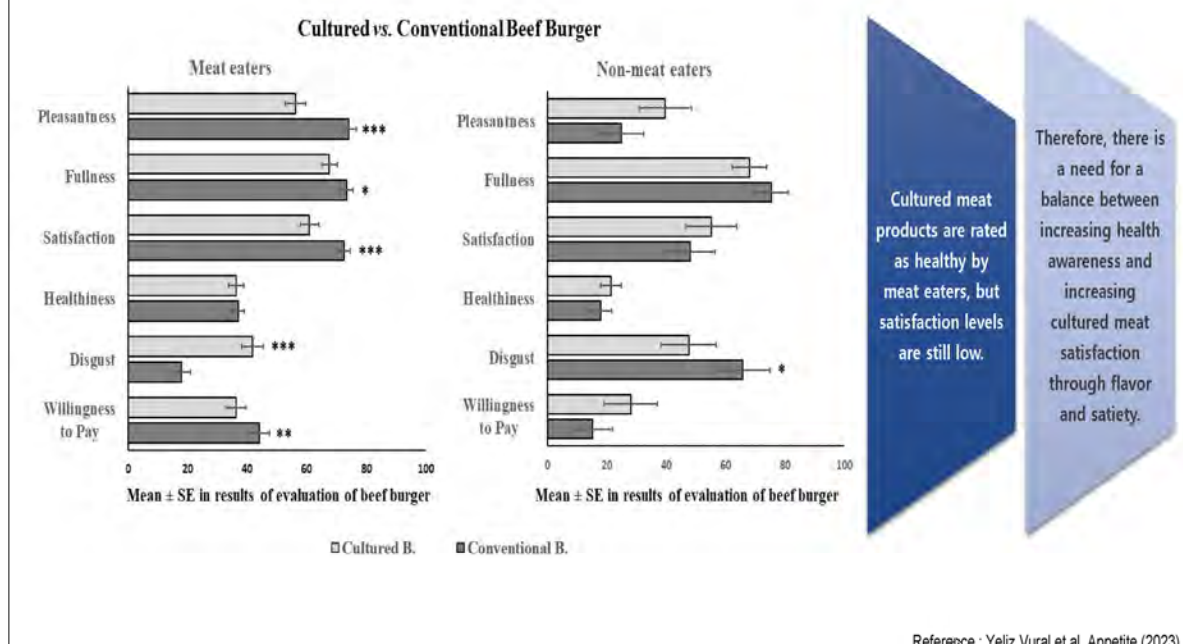




## Capital investment of cultured meat industry



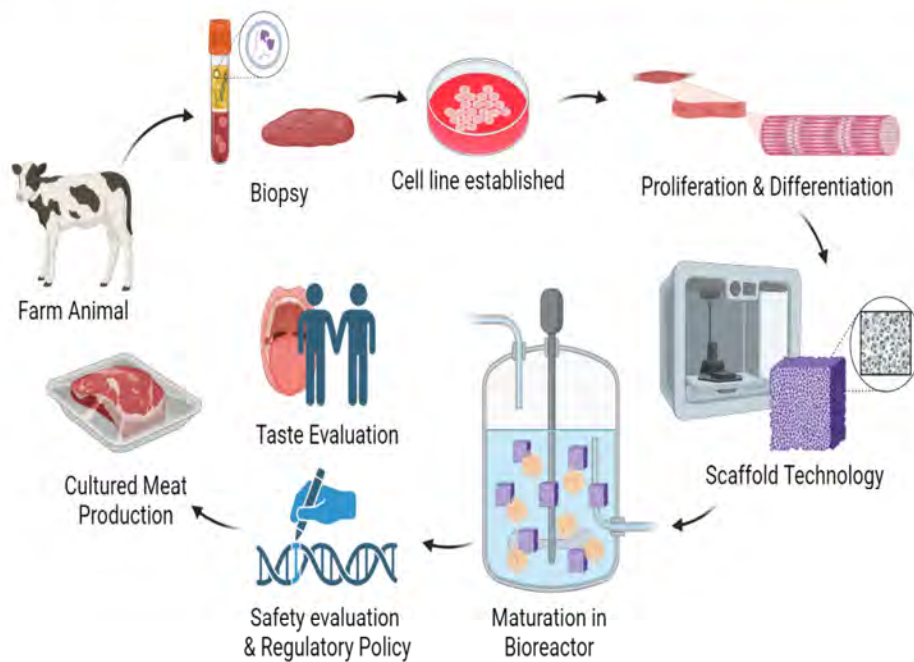
## Consumer trends of cultured meat industry

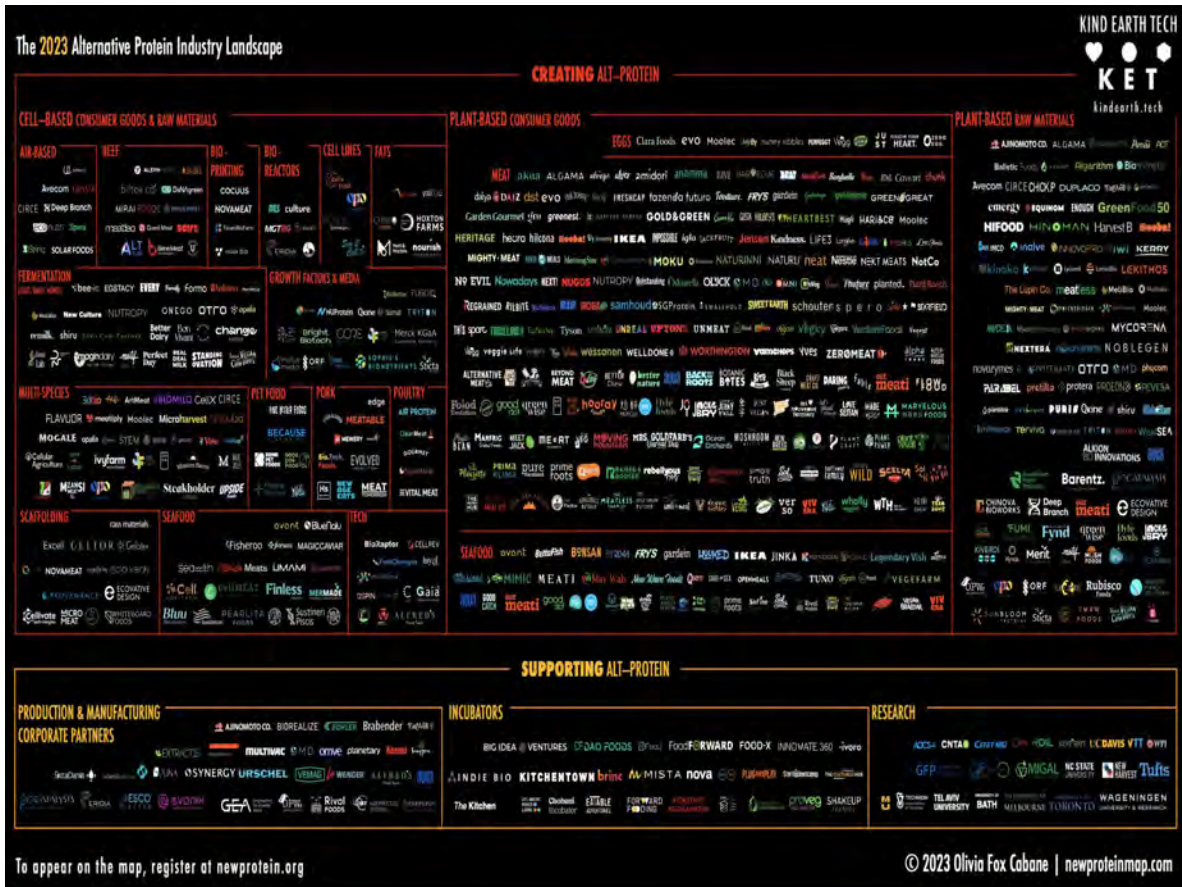










## Technical aspects of cultured meat

### The process of producing cultured meat





## 1) Technology Challenges \_ Cell

|                                | Myosatellite cell   | Embryonic stem cell   | Induced pluripotent stem cell   |
|--------------------------------|---|---|---|
| <b>Concept</b>                 | isolate stem cells in muscle tissue   | adaptation of fertilized egg stem cells to an external environment  | somatic cells similar to embryonic stem cells (GMO)   |
| <b>Differentiation ability</b> | outstanding   | weak  | weak  |
| <b>Stability</b>               | outstanding   | weak  | weak  |
| <b>Characteristics</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Existence of deviation</li> <li>Low cost</li> <li>Low Artificial Manipulation</li> <li>high-quality mass production if it reduces the deviation between objects.</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Outstanding Cell Uniformity</li> <li>High cost</li> <li>Possibility of mutation during long incubation period</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Outstanding Cell Uniformity</li> <li>High cost</li> <li>Easy to secure cell lines (than ESCs)</li> <li>Not free from GMO</li> </ul>  |
| <b>Companies</b>               | <br>Mosa Meat (Netherlands) <br>Eat Just (U.S.A.) | <br>Aleph Farms (Israel) <br>Space F (South Korea) | <br>Meatable (Netherlands) <br>Higher Steaks (U.S.A.) |

Reference : 배양육 분야 동향 보고서, 농림식품기술기획평가원 (2022)



## 2) Technology Challenges \_ Media



Low Cost



Animal Replacement



Edible materials



Safety

- Successful cell culture using a serum-free medium and startups focusing on providing a serum-free medium for cell-cultured meat production have been reported
- However, the practical application of the serum-free medium is limited by low versatility and increased sensitivity to environmental changes in the cells
- Without a serum-free medium, cultured meat products will likely be prohibitively expensive for mass adoption, and it will be difficult to realize the environmental and ethical benefits promised by cultured meat.

## 2) Technology Challenges \_ Media

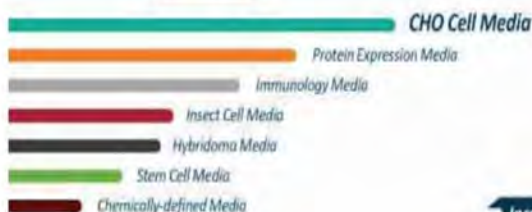
**Serum-free Media Market 2021-2031**

Market by Region, 2021

- North America
- Europe
- Asia Pacific
- Latin America
- Middle East & Africa



Media Type



**6.9% CAGR (2021-2031)**

**Market Value 2031**  
**US\$ 660.4 Mn**



Incremental Opportunities



Develop Serum-free Media that Promotes Superior Cell Growth & Viability



Capitalize on Demand for Recombinant Protein Products

- Serum-free media market : Lonza, Essential 8, TeSR, FBM, Beefy 8. etc
- Price : 266,269~597,869₩/L



www.transparencymarketresearch.com

## 2) Technology Challenges \_ Media

**HEUROS**

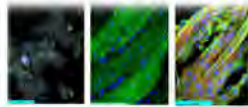
Heuros (Australia)

Developing a medium that does not contain antibiotics, hormones and serum by synthesizing recombinant proteins without genetic modification

**Mosa Meat**

Mosa Meat (Netherland)

It has begun developing Serum Free Media



**IntegriCulture**

IntegriCulture (Japan)

It developed the CulNet System, a general-purpose large-scale cell culture technology



**seawith**

Seawith (South Korea)



Use cyanobacteria extract as a bovine fetal serum replacement. The advantage of male bacteria is that they are inexpensive because they can photosynthesize, but it is known that they cannot completely replace bovine spongiform encephalopathy.



**CellMEAT**

For the Future

Cell Meat (South Korea)

It is known that it succeeded in cultivating Dokdo shrimp for the first time in the world by developing its own serum-free culture.

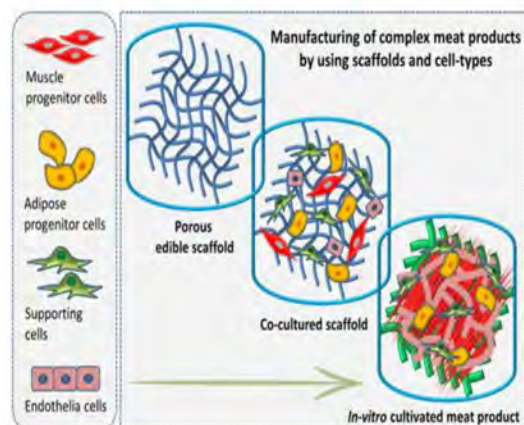


Reference : 비영양 분야 동향 보고서, 농림식품기술기획평가원 (2022)

## 3) Technology Challenges \_ Scaffold



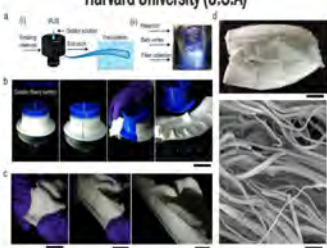
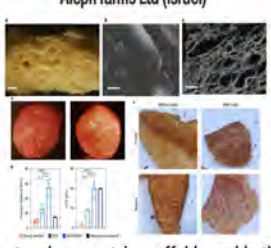


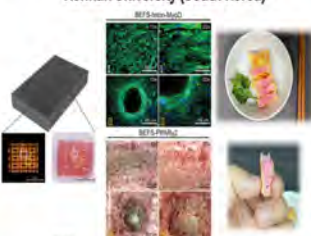
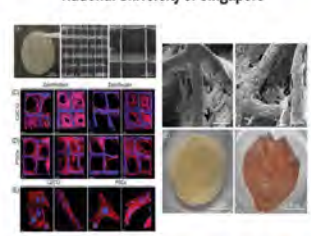
- The goal of cultured meat is to manufacture a piece of meat that highly resembles the nutrition, appearance, texture and flavor of real muscle tissue



Anuj Kumar et al. Critical Reviews in Food Science and Nutrition (2023)



### 3) Technology Challenges \_ Scaffold

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Harvard University (U.S.A)</b></p>  <p>Muscle tissue engineering in fibrous gelatin: implications for meat analogs (2019)</p>                                 | <p><b>Aleph farms Ltd (Israel)</b></p>  <p>Textured soy protein scaffolds enable the generation of three-dimensional bovine skeletal muscle tissue for cell-based meat (2020)</p>                         | <p><b>University of Tokyo (Japan)</b></p>  <p>Formation of contractile 3D bovine muscle tissue for construction of millimetre-thick cultured steak (2021)</p> |
| <p><b>Osaka university (Japan)</b></p>  <p>Engineered whole cut meat-like tissue by the assembly of cell fibers using tendon-gel integrated bioprinting (2021)</p> | <p><b>Konkuk University (South Korea)</b></p>  <p>Efficient Myogenic/Adipogenic Transdifferentiation of Bovine Fibroblasts in a 3D Bioprinting System for Steak-Type Cultured Meat Production (2022)</p> | <p><b>National University of Singapore</b></p>  <p>3D-Printed Prolamin Scaffolds for Cell-Based Meat Culture (2023)</p>                                      |


### 4) Technology Challenges \_ Bioreactor


Bioprinting Cellular Agriculture Food 3D printing

#### GOOD Meat to build largest bioreactor to cultivate 3D printable meat

The time has come to make the transition to healthier and more sustainable meat mass production

David Sheer May 26, 2022 7 minutes read





Good Meat (U.S.A)

- By 2023, the facility will grow up to 13,700 tons of chicken and beef per year
- Expected to be completed and operational by late 2024
- Good Meat's 10 bioreactors are designed to have a capacity of 250,000 liters each

Stay up to date with everything that is happening in the wonderful world of AM via our LinkedIn community. <https://www.voxelmatters.com/good-meat-to-build-largest-bioreactor-for-cultivated-3d-printable-meat/>

## Regulatory policy of cultured meat

## Regulatory policy of cultured meat

### First FDA clearance, **Upside Food**

SHOTS · HEALTH NEWS

FDA gives safety nod to 'no kill' meat, bringing it closer to sale in the U.S.

Updated November 16, 2022 - 10:29 PM ET  
Heard on Morning Edition

Allison Aubrey



Upside Foods CEO, Jose Velez. Upside Foods is one of the biggest companies in the cultivated meats space, having raised tens of millions of dollars to continue research and development.  
Khan, Peter for NPR

In 2022, UPSIDE Foods is the First Company in the World to Receive U.S. FDA.

<https://www.npr.org/sections/health-shots/2022/11/14/1136186819/cultivated-cultured-meat-healthy-climate-change>

### Second FDA clearance, **Good Meat**

SHOTS · HEALTH NEWS

FDA gives 2nd safety nod to cultivated meat, produced without slaughtering animals

March 21, 2023 - 5:41 PM ET

Allison Aubrey



GOOD Meat cultivated chicken filled cooked in a pot, with asparagus and mushrooms. The dish was created without killing a pig.

Good & Beautiful for HPHuman & Planet for GPH

In 2023, GOOD Meat is the second cultivated meat company to receive FDA clearance.

<https://www.npr.org/sections/health-shots/2023/03/21/1165071880/fda-gives-2nd-safety-nod-to-cultivated-meat-produced-without-slaughtering-animal>



## Regulatory policy of cultured meat

### United States



- In 2019, the Food Safety Inspection Service (FSIS) of the USDA and the US FDA of the US Department of Health and Human Services agreed on the regulation of cell-based meats (USDA, 2020)

### Singapore



- Green Plan 2030 (Singapore Green Plan 2030, 2021) for Food safety
- The Singapore Food Agency started regulating the sales of alternative meats as "novel food".

### China



- In 2021, 3-year R&D project with cultivated meat sub-projects.
- In 2022, China Cellular Agriculture Forum

### Israel



- In 2020, Israeli prime minister Benjamin Netanyahu became the first head of government to try a cultivated meat product.

### European Union



- Labeling requirement to ensure the protection of health and the transmission of information about the characteristics of food subject to the regulation.
- Requires clear traceability and labeling of GMOs

### Japan



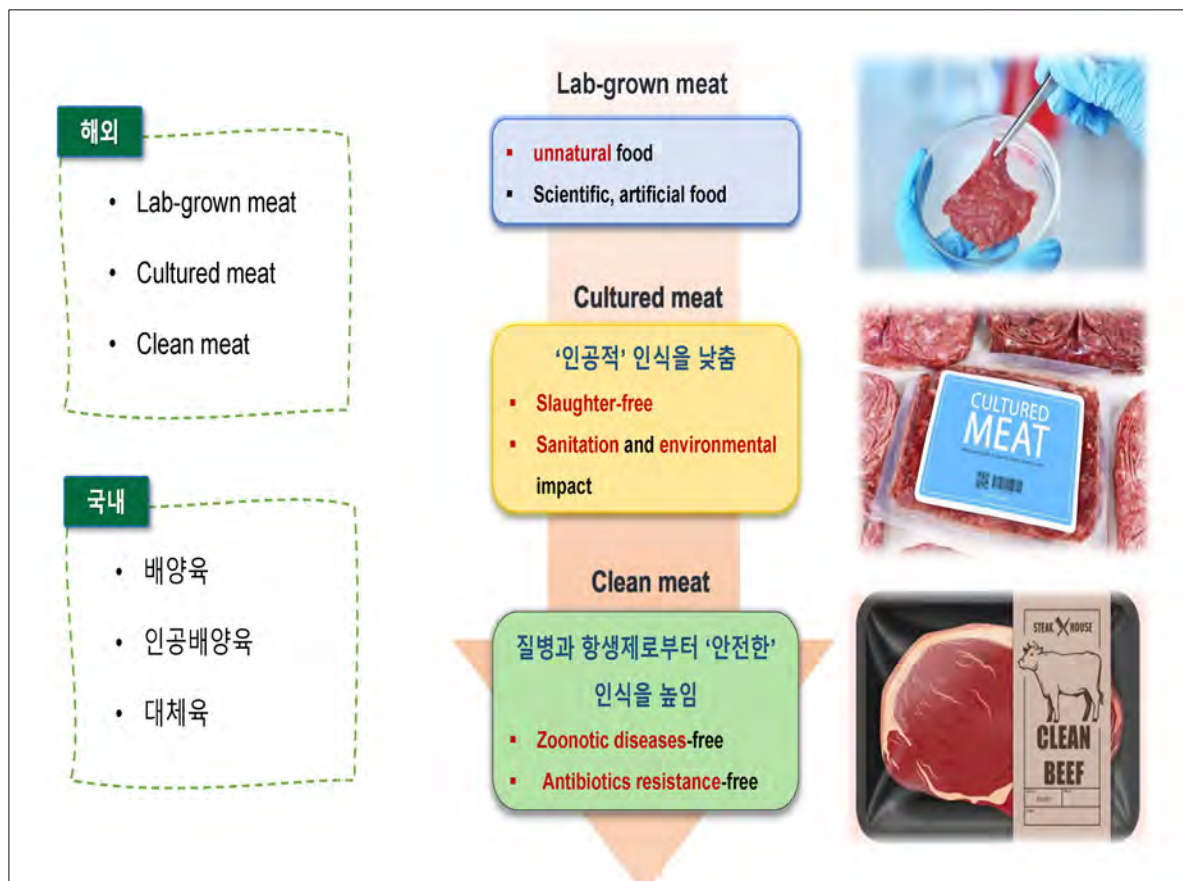
- In 2020, to promote food tech, the Forestry and Fisheries of Japan (JMAFF) organized and initiated the Public-Private Council on Food Tech.

### South Korea

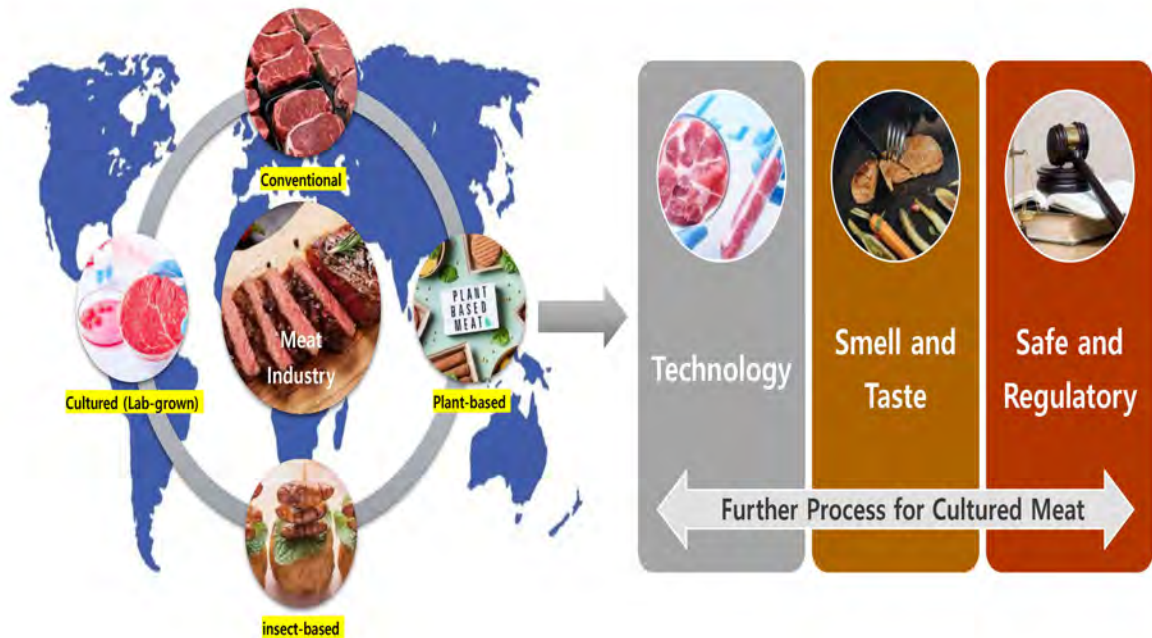


- Preparation of alternative food safety management standards and food additive use standards ('20-25, Ministry of Food and Drug Safety)

Yoshitaka Miyake et al. Food Research International (2023)



## Conclusion



Thank you for your attention



# II

## 토론

좌 장 박용호 서울대학교 수의학과 명예교수

지정토론 1 장 구 서울대학교 수의학과 교수

지정토론 2 조상우 (주)풀무원/풀무원기술원 P&P개발2실 부사장

지정토론 3 강윤숙 식품의약품안전처 식품기준기획관

지정토론 4 김연화 (사)소비자공익네트워크 회장



## 지정토론 1



장 구

서울대학교 수의학과 교수

분자생물학과 세포생물학의 발달으로 우리는 생명체의 기본 단위인 세포에 대해서 많은 것을 알게 되었다. 특히 암세포에 대한 이해는 항암제의 개발과 암세포의 조기 진단으로 생존율을 높이기도 하였다. 발생학적으로는 세포의 운명을 바꾸기도 하고, 이미 운명이 정해진 세포를 전혀 다른 세포로 만들어주기도 한다. 예를 들어, 조직에서 분리되어 세포를 분리 배양을 하면 어느 정도 자라다가 노화가 되어 죽게 된다. 노화가 되는 과정에 대한 분자생물학적 연구를 통해서 어떻게 노화가 되는지 관련 유전자들을 밝히게 되었고, 관련된 유전자를 유전자 편집을 통해서 노화가 더 빨리 일어나게 하거나, 노화를 억제하여, 반영구적으로 세포가 살 수 있도록 세포의 운명을 바꾸기도 한다. 이런 연구를 통해서 세포 고유의 능력을 이해하여, 배아줄기세포, 성체줄기세포와 같은 세포들은 반영구적으로 배양도 가능하게 되었다. 이런 세포 배양과 운명에 대한 연구들이 돼지, 소, 닭 등의 근육세포를 배양하는 연구에 적용되었다. 하지만 돼지, 소, 닭 유래의 근육세포를 배양하여 근육 덩어리를 만들려는 시도는 세포 생물학 초창기부터 이루어졌지만, 근육세포를 장기간 배양하는 것이 어려웠다. 2013년 네덜란드 마스트리히트 대학교의 마크포스(Mark Post) 교수는 실험실에 소의 근육 세포를 배양해서 햄버거에 들어가는 패티를 만들었다. 당시에 소의 근육세포 배양이 잘 이루어지지 않았기 때문에 초기에 엄청난 양의 세포를 배양하였고, 패티를 만드는데 들어간 비용이 약 330,000 달러 (약 4억 4천만원)라고 한다. 세포 배양에 들어가는 혈청 및 세포 성장인자 등 현실적인 가격으로 만들기 어려운 상황이었다.

## 1) 근육줄기세포의 배양조건 확립

현재 배양육에 있어서 가장 중요한 부분은 근육줄기세포의 대량 배양이다. 근육조직으로부터 근육줄기세포의 분리는 가능하지만, 분리된 근육줄기세포가 근관세포로 분화할 수 있는 능력을 유지하면서 장기간 배양을 하는 조건 확립이 필요하다. 이때 사용되는 것이 혈청, 세포성장 및 억제 인자 등이 이용된다. 현재까지 근육줄기세포를 분리 배양하여, 줄기세포의 능력을 유지하면서 오랫동안 배양하기에는 좀 더 연구가 필요한 상황이다. 일부에서는 배양이 장기간 되긴 하지만, 근관세포로 분화되는 능력을 일부 상실한 세포도 배양육 원료로 사용할 수 있다고 하지만 진정한 의미의 배양육이라고 하기에는 어려움이 있다. 따라서 혈청을 기반으로 불안정하게 1-2달 배양되는 근육줄기세포 배양 조건을 무혈청기반으로 저렴한 성장 및 억제 인자를 이용하여 2달 이상 분화능력을 유지하는 세포 배양기술은 필수적이다.

## 2) 불멸화세포의 필요성

앞서 근육줄기세포 배양의 어려움이 있기 때문에, 일부에서는 C2C12 (마우스 유래 근육 불멸화 줄기세포)와 같은 불멸화 근육줄기세포가 필요하다. 불멸화세포 C2C12는 1977년 Dystrophic mouse models로 분리가 되어 현재도 근육연구에 활발하게 사용되고 있다. C2C12세포와 같은 불멸화된 근육줄기세포를 염소, 양, 돼지, 소 등에서 노력을 하였지만 현재까지는 없는 것으로 알려져 있다. 최근 연구에서 유전자 삽입 및 억제를 통하여 불멸화가 가능하다는 논문들이 보고되기 시작하였다. 일부에서 자연적으로 불멸화된 것처럼 배양되는 근육줄기세포들이 있지만, 이들 자연적 유도 불멸화근육 줄기 세포가 근관세포로 완벽하게 분화되는 것 까지 검증된 세포는 없는 것으로 알려져 있다.

## 3) 유전자 변형 및 편집의 적용을 통한 근육줄기세포의 확립

싱가폴에서 잇저스트 (Eat Just)가 처음으로 배양육 (치킨 너겟형태)을 2020년 처음 허가 받았다. 닭 세포를 생물반응기에 배양을 하여 대량 생산하는 형태를 이용하였고, 이렇게 얻어진 세포 덩어리를 너겟형태로 만들었다. 하지만 대용량 생물반응기에 닭세포를 대량배양하는 배양액이 아직까지 소 혈청을 포함하고 있어서, 순수하게 닭 세포만으로 너겟형태로 만들어 제품을 만들기에는 가격이 맞지 않기 때문에, 초기에는 기존 식물성 단백질과 섞어서 만든 하이브리드 형태로 제품을 출시했다. 그 혼합비율에 대해서는 현재 정확히 알려져 있지 않지만, 가격을 생각했을 때 50%이상을 할 수 없을 것으로 생각된다. 이후 미국 FDA에서 2022년 업사이드 푸드라를 회사에서 싱가포르와 마찬가지로 닭고기 세포에 대한 배양육이 안전하다고 허가하였다. 한가지 특이한 점은 유전자 변형 및 편집 세포도 배양육의 원료로 사용해도 된다는



점이다. 유전자 변형 및 편집의 내용은 hTERT라는 유전자를 랜덤과발현 및 유전자 편집을 통한 목적 유전자의 발현을 억제하여 세포 불멸화를 유도하였다. 미국에서는 배양육산업이 커질 것을 예상하고, 과학적으로 볼 때 암으로 발생할 가능성이 없이, 세포의 수명을 늘리는 유전자 변형 및 편집 방법까지 폭넓게 인정함으로써 관련 산업의 확대시킬 수 있는 기반을 마련하였다. 어찌보면 너무나 당연한 결과이다. 또한 2023년 유전자 편집 방법을 통하여 태어난 돼지의 고기를 소세지로 활용해도 된다고 FDA는 발표하였다. 같은 원리라면 이미 유전자 편집을 허가한 일본, 브라질, 호주, 영국 등 다양한 국가에서는 빠르게 배양육 원료로 양, 염소, 돼지, 소 유래의 세포에 유전자 편집 적용 후에 활용할 수 있는 제도를 마련할 것으로 예측된다.

#### 4) 국내의 배양육 관련

국내에서도 배양육 관련하여 정부 및 기업에서 많은 연구 개발이 이루어지고 있다. 아직까지 식약처에서 명확한 원료가 되는 세포에 대한 기준을 발표하지 않아서, 시제품 단계에 머무르고 있다. 대부분의 시제품이 싱가포르처럼 하이브리드 형태를 보여주고 있으며, 세포의 함유량이 높지 않은 것으로 파악되고 있다. 여러 선진국들이 보여주고 있는 과학적 접근으로 세포의 분리 및 활용에 대한 가이드라인 확립의 필요성이 있다. **선진국에서는 유전자 변형 및 편집까지 허용하고 있는 이런 빠른 현실 변화에 대해 직시할 필요가 있다.** 또한 배양시 사용되는 항생제의 종류 또는 세포에 남아 있는 잔류량, 세포에서 발생하는 알러젠 문제와 같은 문제들에 대해서도 빠르게 가이드라인을 제시할 필요가 있다.



## 지정토론 2



조 상 우

(주)폴무원/폴무원기술원 P&amp;P개발2실 부사장

최근 세계적으로 푸드테크에 대한 논의가 뜨겁게 달아오르고 있다. 특히 4차산업혁명과 더불어 이전에 인류가 접근하던 방식과는 완전히 다른 혁신적인 기술과 제품이 등장하고 있다. 그중에서도 대체단백질과 배양육은 지구온난화와 지속가능성이라는 측면에서 그 중요성이 매우 높아 글로벌 대기업 식품회사뿐 아니라 스타터 업들의 참여가 성황을 이루고 있다.

영국 옥스퍼드 대학 연구진의 발표에 따르면 전 세계 온실가스 배출량의 25% 정도가 식량 생산활동으로 발생하고, 이 중 60%가량이 소고기 및 돼지고기 등과 같은 동물성 단백질 생산에서 기인한다고 한다. 그러나 콩이나 완두와 같은 식물성 단백질은 온실가스 배출량이 동물성 단백질에 비해 현저히 낮으므로, 식물성 단백질을 이용하여 소시지나 햄버거 패티와 같은 대체육을 만들어 섭취한다면 온실가스 배출량을 획기적으로 줄일 수 있어 지구환경 보호로 이어지게 된다. 그런데도 **식물성 단백질을 이용한 대체육 가공제품에 'OOO돈가스', 'OOO우유'와 같이 동물성 제품으로 표현하거나 광고할 수 있느냐는 법적인 문제가 발생하고 있다. 이는 소비자 오인혼동을 줄 수 있다는 의견이 있기 때문이다.** 많은 외국의 경우를 살펴보면 제품에 '식물성 단백질' 혹은 '대두'와 같이 명확히 해당 제품의 원재료를 표현함과 동시에 '본 제품은 식물성 단백질 제품입니다.'와 같이 명확한 설명을 한다면 소비자가 이를 오인혼돈 할 우려가 없다고 하여 승인하고 있는 추세다. 우리나라에서는 축산업계에서 대체육이 축육시장을 위협할 것으로 우려하여 '가짜 고기'와 같은 표현으로 이에 대한 반대를 주장하고 있다고 한다. 그러므로 정부는 이러한 사회적 갈등을 막고 신기술의 발전을 도입하여



지구환경에 이바지하는 ESG 경영을 구현할 수 있도록 대체단백질에 대한 정의를 명확히 해주기를 희망한다.

세포배양육의 경우, 인류가 이제까지 경험하지 못했던 새로운 방식의 식재료이므로 이에 대한 안전성과 이를 관리할 법적 기준·규격의 설정이 매우 중요한 문제라 할 수 있다. 세포배양육은 기존의 축산과는 달리 별도의 사료 생산을 위한 에너지와 토지, 그리고 물 등의 자원이 투입될 필요가 없으므로 이산화탄소 발생량을 줄여 지구온난화를 완화할 수 있는 또 하나의 혁신기술이다. 이에 국내외 많은 스타트업 기업들이 기술력을 바탕으로 세포배양육의 상업화를 위하여 경쟁에 뛰어들고 있다. 2021년 싱가포르 정부는 세계 최초로 부분적이기는 하지만 세포배양육을 이용한 식품을 승인했다. 그 이후 해외 70여 개 세포배양육 기업들이 기술력의 인정과 상업적 성공을 위하여 싱가포르 정부에 기술자료를 제출하여 승인받고자 노력하고 있다. 지난해에는 미국 FDA에서도 세포배양육의 생산에 안전성 이슈는 없다는 의견을 공식적으로 표명했다. 이에 따라 많은 기업이 새로운 식품소재로 세포배양육을 허가받기 위하여 기술자료를 각국 정부에 제공하고 있다. 우리나라도 2023년 초에 세포배양육 승인 가이드라인을 발표하여 제도적 기준을 갖추고 있다. 그러나 세포배양육이라는 큰 기술 내에는 배양하고자 하는 세포에 따라 적용되는 기술과 사용하는 원료가 다르기 때문에 일괄적인 기준을 적용할 것이 아니라 맞춤형 기준·규격의 적용이 있어야 할 것이다. 새로운 것에 대한 과도한 규제보다는 안정성을 확보할 수 있는 범위 내에서 유연하게 대처함으로써 첨단 식소재의 개발에 있어서 국제경쟁력을 갖추어 세계시장을 선도해 나갈 수 있도록 지원해주기를 희망한다.

**ESG 경영은 이제 선택이 아닌 필수**가 되었다. 이는 지구환경뿐 아니라 이해관계자의 가치 실현과 지배구조의 투명성을 통하여 지속가능한 발전을 위한 경영이기 때문이다. 이미 유럽에서는 ESG 경영을 실천하지 않는 기업의 제품은 수입을 금지하는 법적 장치를 만들고 있다. 우리나라도 머지않아 ESG 경영이 법제화될 날이 올 것이다. 식품산업에서도 식물성 대체육과 세포배양육 기술을 적용하여 동물성 단백질을 대체한다면 지구온난화를 완화시킨다는 측면에서 ESG 경영에 이바지하게 된다. 산업 경제적 측면에서의 효용뿐 아니라 미래 지속가능성에 기여하는 국가적 미래전략으로서 가치가 있다고 할 것이다. 그러므로 정부에서는 안전성을 담보하면서도 인허가를 활성화할 수 있는 제도적 기반을 마련하여 기술발전과 국가 경쟁력을 가질 수 있도록 지원하고, 기업과 학계, 그리고 연구소에서는 안전하고 경제적으로 대량생산 할 수 있는 기술의 개발에 함께 노력해 나가야 한다.

## 지정토론 3



강 윤 숙

식품의약품안전처 식품기준기획관

환경, 건강, 지속가능성, 가치소비 등의 트렌드가 세계적으로 확산되고 있고, 미래 먹거리에 대한 우려와 관심이 더해져 대체식품 등 새로운 식품 시장은 급성장하고 있다. 이러한 ‘신(新)식품 산업’은 사회·환경 변화나 소비자 니즈에 맞춘 식물성 대체식품과 같은 신성장 분야 뿐 아니라, 새로운 제조기술을 적용하여 기존의 전통적인 식품들과는 전혀 다른 개념의 식품을 개발하는 신기술 분야까지 그 범위가 넓고 다양해져 가고 있다. 더불어, 이러한 새로운 식품들의 안전성에 대한 검증과 전략적인 규제를 통한 지원이 필요한 상황이다.

식품의약품안전처는 동물성원료 대신 식물, 미생물, 곤충 및 세포배양물 등의 원료로 제조한 ‘**대체식품으로 표시하여 판매하는 식품**’을 별도로 관리할 수 있는 관리기준을 신설할 예정이며, 국내외 연구개발 및 산업 동향을 지속적으로 모니터링 하여 전통적인 식품 제조·가공기술 이외에 새로운 기술을 이용한 제품에 대한 **안전성 평가 방법을 마련**하고 있다. 세포배양이나 정밀 발효 등 새로운 기술을 적용하여 제조한 원료는 「식품등의 한시적 기준·규격 인정 기준」에 따라 인정을 받아야 하며, 신기술 식품원료 인정에 적합한 세부기준도 마련 중에 있다.

아울러, 식품 업계, 학계, 소비자단체의 전문가 및 관련 정부기관 등이 참여하는 협의체를 운영하여 대체식품의 합리적 안전관리를 위해 협조하고 있으며, 국제 연합 식량 농업기구(FAO, Food and Agriculture Organization)의 전문가 그룹(Working group expert) 활동, 우리나라 주도의 아시아·태평양 식품 규제기관장 협의체(APFRAS, Asia-Pacific Food Regulatory

Authority Summit)를 통한 신소재식품 분야 협력 등 국제 규제 조화에도 노력하고 있다.

앞으로도 식약처는 급변하는 새로운 식품환경 속에서 소비자는 안전한 식품을 안심하고 섭취할 수 있고 생산자는 새로운 기술을 적용한 제품을 다양하게 생산할 수 있도록 과학적이고 합리적인 규정 마련을 위해 노력할 것이다.



## 지정토론 4



김 연 화

(사)소비자공익네트워크 회장

- 코로나 팬데믹 이후 사회 패러다임, 가치 변화와 함께 기후위기와 식량안보, 에너지 등 식품의 패러다임에도 큰 물결이 일고 있다.  
MZ 세대의 트렌드로 Meaning out 즉 가치소비가 2030 세대에서 돈보다 가치에 열광하는 “착한소비” 활동에 공감하고 참여하는 소비자층이 증가하는 추세이다.
- 아울러 2022년 국민 1인당 육류 소비량이 58.4kg으로 경제 발전과 개인소득 증가와 함께 축산물 소비는 건강 증진을 위한 소비 욕구가 커지고 있다.
- 최근 가치소비와 함께 “Vegan” 키워드가 마케팅에서도 소비자를 유혹하여 비건 제품이 곧 “친환경”을 의미하는 것 같이 오인되고 있다.
- 고기대체식품에 대한 소비자 인식조사(소비자공익네트워크, 2021) 결과, 대체식품 중 식물성 대체식품에 대해 ‘환경에 좋을 것 같다(3.85점, 5점 만점)’가 가장 높고, 다음으로 ‘건강에 좋을 것 같다(3.77점)’, ‘다이어트에 좋을 것 같다(3.67점)’, ‘식량 부족문제 해결에 도움이 될 것 같다(3.67점)’ 순으로 나타났다.
- 소비자들은 비건 제품이 동물성 재료를 사용하지 않는 점에 관심을 가지며, 그 제조 과정에서 어떤 재료들이 사용되고, 그 결과물들이 어떤 부작용을 초래하는지에 대해 깊이 생각하지 않고 또한 정보도 매우 부족하다.

- 결국 비건 푸드도 역시 동물성 재료를 사용하지 않았을 뿐 이런 식품이 곧 환경과 건강에 무조건 이롭다고 단정하기는 어렵다.  
국내 비건 시장은 초기 단계이지만 향후 급성장할 것이라는 예측도 내다보고 있다.
- 2020년 전 세계 채식주의자 조사에서도 Z 세대 채식주의 비율이 50%를 넘는 것에 대해 주목받았다. 이들의 비건 식품 소비 이유가 곧 “환경”에 도움이 될 것이라는 데에 가장 큰 의미를 두었다.
- 미국 FDA는 2020년 싱가포르에 이어 2022년 배양육 닭고기 승인을 통해 배양육의 안전성을 인정하고 통과시킨 두 번째 나라가 되었다. 미국에 대한 신뢰도가 높은 우리나라 국민들은 배양육의 안전성과 신뢰도가 높아지게 되었다.
- 그러나 유럽은 사전예방 원칙을 중시하는 철학을 바탕으로 배양육의 과학적인 안전성 확보 및 불확실성이 확인되기 전까진 보수적 경향을 갖는 것으로 볼 수 있다.
- 배양육은 소비자가 직접 섭취하는 식품이기 때문에 국민의 안전과 건강이 최우선으로 보장되어야 한다. **배양육의 안전성 문제에 대해 과학적으로 증명할 수 있는 명확한 연구 결과가 뒷받침되어야 한다.** 또한 소비자의 안전 확보를 위한 충분한 정보 공유와 정책적 노력이 필요하다.

## 한림원탁토론회는...



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

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

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

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



■ 한림원탁토론회 개최실적 (2021년 ~ 2023년) ■

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

| 회차  | 일 자           | 주 제                                  | 발제자                   |
|-----|---------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 197 | 2022. 4. 29.  | 과학기술 주도 성장: 무엇을 해야 할 것인가?            | 송재용, 김원준              |
| 198 | 2022. 6. 2.   | 더 이상 자연재난은 없다: 자연-기술 복합재난에 대한 이해와 대비 | 홍성욱, 이호영,<br>이강근, 고상백 |
| 199 | 2022. 6. 17.  | K-푸드의 가치와 비전                         | 권대영, 채수완              |
| 200 | 2022. 6. 29.  | 벤자민 버튼의 시간, 노화의 비밀을 넘어 역노화에 도전       | 이승재, 강찬희              |
| 201 | 2022. 9. 26.  | 신약개발의 새로운 패러다임                       | 김성훈, 최 선,<br>김규원      |
| 202 | 2022. 9. 29.  | 우리는 왜, 어떻게 우주로 가야 하는가?               | 문홍규, 이창진              |
| 203 | 2022. 10. 12. | 공학과 헬스케어의 만남 - AI가 여는 100세 건강        | 황 희, 백점기              |
| 204 | 2022. 10. 21. | 과학기술과 사회 정의                          | 박범순, 정상조,<br>류석영, 김승섭 |
| 205 | 2022. 11. 18. | 지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할          | 박태성, 백민경,<br>황형주      |
| 206 | 2022. 12. 1.  | 에너지와 기후변화 위기 극복을 위한 기초과학의 역할         | 유석재, 하경자,<br>윤의준      |
| 207 | 2023. 3. 15.  | 한국 여성과학자의 노벨상 수상은 요원한가?              | 김소영, 김정선              |
| 208 | 2023. 3. 22.  | 기정학(技政學) 시대의 새로운 과학기술혁신정책 방향         | 이승주, 이 근,<br>권석준      |
| 209 | 2023. 4. 13.  | 우리 식량 무엇이 문제인가?                      | 곽상수, 이상열              |







제210회 한림원탁토론회

## 대체 단백질 식품과 배양육의 현재와 미래

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

행사문의

한국과학기술한림원(KAST) 경기도 성남시 분당구 돌마로 42(구미동) (우)13630  
전화 (031)726-7900 팩스 (031)726-7909 이메일 [kast@kast.or.kr](mailto:kast@kast.or.kr)