

미래예측

# 배양육의 미래

KISTEP 기술예측센터 조아라 · 임현 · 정의진



**KISTEP**



## 요약

### ◆ 연구 배경

- 인구 증가로 인해 육류 단백질 수요는 계속 증가할 것으로 예상되나, 수요에 비해 생산량 확보가 어려워 식량주권 및 식량안보 문제 이슈화
- 전통적인 축산업의 한계점이 ‘지속가능성’, ‘환경친화성’, ‘안정성’ 등의 측면에서 지적되고 있음
- 이에, 대체단백질이 주목받고 있으며, 특히 배양육은 가축 사육 없이 실제 동물성 단백질 제조가 가능하고 자원 사용량과 온실가스 배출량을 감소시킬 가능성이 있다는 측면에서 주목받고 있음
- 배양육은 축산업계와의 갈등, 판매 허가와 관련된 제도, 소비자의 선호 여부 등이 복잡하게 얽혀 있기 때문에 미래 불확실성이 높음
- 본 연구에서는 10년 후 국내 배양육의 다양한 미래를 전망하고, 관련 대응 방안을 마련하고자 함

### ◆ 추진 절차 및 방법

- ‘시나리오 플래닝’ 방법론을 활용하여 배양육의 미래 시나리오를 작성하고, 이에 대한 대응 방안을 도출
  - 문헌조사, 온·오프라인 전문가 회의, 전문가 워크숍, 전문가 설문조사, chatGPT 활용 등 각 단계별로 적합한 방법론을 유연하게 활용
- (1단계) 예측하고자 하는 용어\*, 시점 및 지역적 범위를 한정하고 배양육의 최신 동향 및 이슈를 파악
  - \* 배양육, 일반육 등

- (2단계) 배양육 관련 동인 및 핵심 요인 선정을 통해 시나리오 논리구조를 설계하고, 4개의 각기 다른 미래 시나리오를 작성
  - chatGPT를 이용하여 시나리오 초안 작성 후 전문가 검토를 통하여 수정 및 보완
- (3단계) 시나리오별 정책적 시사점 및 대응 방안을 도출

## ◆ 주요 결과 및 시사점

- 배양육은 기술개발이 현재 진행중이며 시장이 아직 형성되지 않았다는 점에서 다른 대체육보다 불확실성이 큼
  - 이러한 불확실성에 전략적으로 대응하기 위해서는 본 연구와 같이 있을법한 다수의 미래상을 구체적으로 그려보는 것이 필요
- 본 연구에서는 ‘배양육 판매 관련 국내 제도’와 ‘배양육에 대한 한국 소비자의 호감도’를 두 축으로 4개의 미래 시나리오를 구성하고 시사점을 도출
  - (시나리오A) 배양육 판매 관련 제도가 산업에 호의적이고, 소비자도 배양육에 호의적인 상황을 가정한 시나리오로서, 이 경우 국내 배양육 산업은 성장 가도에 진입하게 됨
  - (시나리오B) 소비자는 배양육에 호의적인 반면에 관련 제도가 산업에 비호의적인 상황을 가정한 시나리오로서, 이 경우 국내 배양육 업체는 국내 규제를 피해 해외로 빠져나가게 됨
  - (시나리오C) 배양육 판매 관련 국내 제도가 산업에 호의적인 반면에 소비자의 거부로 시장이 형성되지 못하는 상황을 가정한 시나리오로서, 이 경우 배양육은 캐즘(Chasm)\*에 빠지게 됨
    - \* 초기시장과 주류시장 사이에 나타나는 수요의 하락이나 정체 현상
  - (시나리오D) 배양육 관련 규제와 소비자의 호감도가 둘 다 비호감인 상황을 가정한 시나리오로서, 이 경우 한국은 배양육 관련 산업에서 고립됨
- 본 연구에서 제시된 4개의 시나리오 중 국내 배양육 산업이 어느 쪽에 가깝게 진행되는지 지속적으로 모니터링 함으로써 미래 배양육 산업의 글로벌 추이에 기민하게 대응하는 것이 필요

- 아울러, 배양육 산업계와 축산업계와의 갈등을 방지 및 해소하고 공존체계를 구축하는 것도 필요



# 목 차

1. 개요 .....	1
2. 연구 범위 설정 및 용어 정의 .....	9
3. 배양육 관련 국내·외 동향 및 이슈 .....	13
4. 배양육의 미래 .....	27
5. 정책적 대응 방안 .....	43
6. 결론 및 향후 과제 .....	49
• 참고문헌 .....	53
• 첨부 1. 참여 전문가 명단 .....	54
• 저자 .....	55



Part

# 제 1 장

---

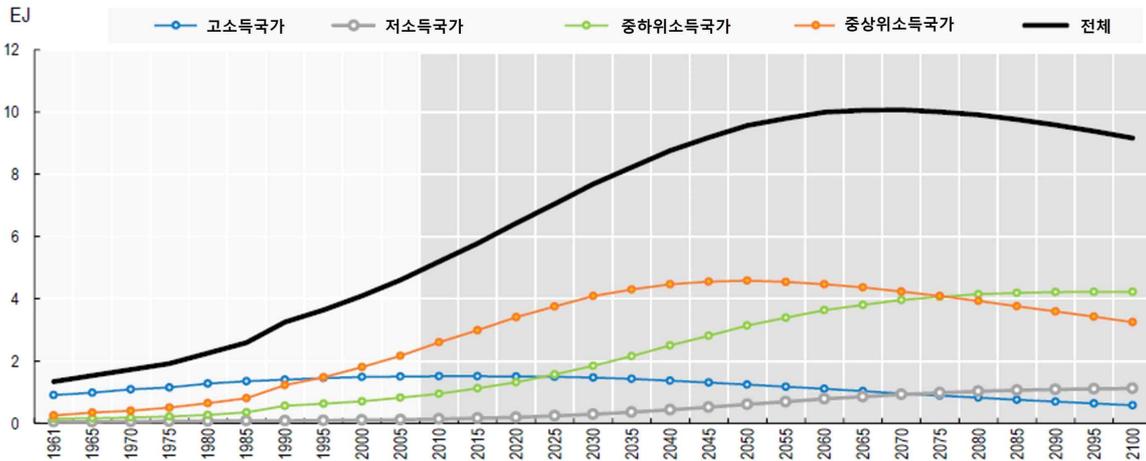
## 개요



# 1 개요

## 연구 배경 및 필요성

- 인구 증가로 인해 육류 단백질 수요는 계속 증가할 것으로 예상되나, 수요에 비해 생산량 확보가 어려워 식량주권(Food Sovereignty) 및 식량안보(Food Security) 문제 이슈화
  - OECD-FAO 농업전망 2023-2032에 따르면, 2075년까지 육류 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예측



[그림 1] 동물성 식품 에너지 총 수요 에너지 예측<sup>1)</sup>

- 세계는 기후 위기의 심각성을 인식하고 탄소중립 및 지속가능성의 필요성에 대해 국제적으로 합의한 상태
  - 2050년 탄소중립 달성을 목표로 하는 국제동맹인 ‘기후목표상향동맹(Climatic Ambition Alliance)’에 전 세계 121개국이 참여

1) 출처 : OECD/FAO(2023), "OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032" (원출처 : Global Food Demand Scenarios for the 21st Century, PLoS ONE)

- 이러한 맥락에서 전통적인 축산업의 한계점이 ‘지속가능성’, ‘환경친화성’, ‘안정성’ 등의 측면에서 지적되고 있음
  - (지속가능성) 증가하는 육류 단백질 수요를 기존의 축산업으로 충족시키는 데에는 투입 자원의 효율성 측면에서 한계가 있음
  - (환경친화성) 2020년도 우리나라 축산분야에서 발생한 온실가스 배출량은 970만톤 Co2eq로 1990년 대비 67.7% 증가한 수치<sup>2)</sup>
  - (안정성) COVID-19 대유행, 가축 전염병, 인수공통감염병 등은 육류 공급 불안정, 가격 상승 및 소비 불안감을 야기
- 이에, 대체 단백질\*이 주목받고 있으며, 대체 단백질의 세계시장 규모가 성장하고 있음
  - \* 식물성 단백질, 배양육, 미생물 유래 단백질, 식용 곤충 등
  - 대체 단백질의 세계 시장규모는 2018년 96.2억 달러에서 2025년 178.6억 달러 규모에 도달할 것으로 예상되며, 2035년에는 대체 단백질 비중이 약11%까지 확대할 것으로 전망<sup>3)</sup>
- 특히 배양육은 가축 사육 없이 실제 동물성 단백질 제조가 가능하며, 자원 사용량과 온실가스 배출량을 감소시킬 가능성이 있다는 측면에서 주목받고 있음

---

2) 출처 : 환경부(2023), "2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서"

3) 출처 : 삼일PW경영연구원(2023), "푸드테크의 시대가 온다 2부.대체식품"

〈표 1〉 기존 육류와 대체 단백질 비교 및 특징

구분	기존 육류	배양육	식물성 고기	식용곤충
생산방법	가축 사육, 도축 후 식용	조직의 줄기세포 배양을 통한 식육 생산	식물성 단백질 또는 곰팡이를 이용하여 제조 및 가공	식용이 가능한 모든 곤충
자원 사용량	높음	매우 적음	매우 적음	적음
온실가스 배출량	높음	잠재적 감소	감소	감소
동물복지 문제	상존	일부 있음	없음	없음
안전성	-	검증 필요	검증	검증 진행 중 (알레르기 우려)
소비자 기호도	수요 증가	두려움과 과학기술 공포증	낮은 식미 문제	모양 혐오감
기존 육류 유사도	-	유사함	다소 낮음	낮음

※ 출처 : 배양육 기술 개발 현황 및 안전에 대한 문제(2021), 오혜민 외, 표 일부 발췌

- 배양육은 축산업계와의 갈등, 판매 허가와 관련된 제도, 소비자의 선호 여부 등이 복잡하게 얽혀 있기 때문에 미래 불확실성이 높음
  - 배양육이 식육시장에 미치는 파괴력이 클 것으로 예상됨에 따라 축산업계는 배양육의 도입 및 판매에 대하여 부정적
  - 최근 해외(싱가포르, 미국)에서 배양육 시판이 승인되기 시작하는 반면, 국내에서는 아직 배양육과 관련된 제도적 기반이 미비한 상태임
  - 아직 배양육이 대중적으로 판매되지 않으므로 국내는 물론 해외 소비자들의 반응도 알 수 없다는 점도 불확실성을 확대
- 따라서 배양육의 다양한 미래상을 제시하고 이러한 불확실성에 선제적으로 대응하는 것이 필요
- 본 연구에서는 10년 후 국내 배양육의 다양한 미래를 전망하고, 관련 대응방안을 마련하고자 함

◆ 추진 절차 및 방법

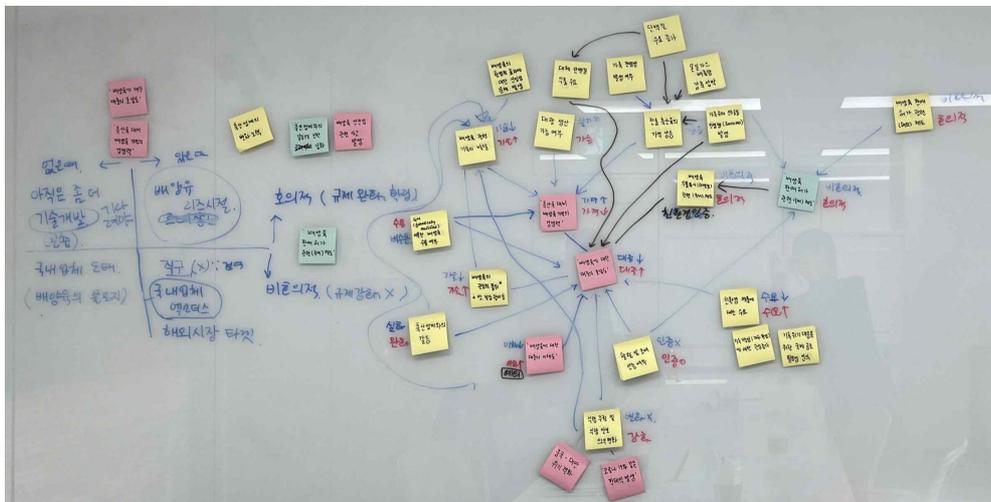
- ‘시나리오 플래닝’ 방법론을 활용하여 배양육의 미래 시나리오를 작성하고, 이에 대한 대응 방안을 도출
  - 문헌조사, 온·오프라인 전문가 회의, 전문가 워크숍, 전문가 설문조사, chatGPT 활용 등 각 단계별로 적합한 방법론을 유연하게 활용
  
- (1단계) 연구 범위 명확화 및 최신 동향 파악
  - 예측하고자 하는 시점 및 지역적 범위를 한정하고 관련 용어\*를 정의
    - \* 배양육, 일반육 등
  - 문헌 조사 및 전문가를 이용한 동향 조사를 통하여 배양육의 최신 기술·산업 동향, 관련 이슈 등을 파악

〈표 2〉 연구 추진 절차 및 방법

추진 절차		추진 방법
	연구 범위 명확화 및 최신 동향 파악	문헌조사, 전문가 동향 조사
	↓	↓
시나리오 플래닝	관련 이슈 탐색	문헌조사, 전문가 회의(온오프라인)
	↓	↓
	관련 동인 도출 및 평가	전문가 회의, 전문가 설문조사
	↓	↓
	핵심요인 선정 및 요인간 논리 구조 설계	전문가 워크숍
	↓	↓
	시나리오 초안 작성	chatGPT
	↓	↓
	초안 검토 및 최종 시나리오 작성	전문가 워크숍
	↓	↓
	시사점(대응 방안) 도출	전문가 워크숍

○ (2단계) 시나리오 플래닝 수행

- 배양육 관련 전문가가 참석하여 관련 이슈 및 동인을 발굴
- 전문가 설문조사를 통하여 도출된 각 동인의 영향력 및 불확실성을 5점 척도로 평가하고, 시나리오 작성에 필요한 요인의 미래상을 수집
- 전문가 워크숍을 진행하여 시나리오 구분의 기준이 되는 핵심 요인을 선정하고 시나리오 논리 구조를 설계
- 핵심-공통 요인 및 논리 구조에 기반한 요인의 양상을 chatGPT에 입력하여 시나리오 초안을 작성
- 전문가 검토를 통하여 시나리오 수정 및 보완



[그림 2] 워크숍 진행을 통한 핵심 요인 선정 및 시나리오 논리 구조 선정

○ (3단계) 시사점 도출

- 시나리오별 정책적 시사점 및 대응 방안 도출



Part

## 제2장

---

### 연구 범위 설정 및 용어 정의



## 2 연구 범위 설정 및 용어 정의

### 📦 연구 범위 설정

- 연구 대상의 범위 설정 : 세포배양에 기반한 식품으로 한정
  - 대체 단백질의 종류는 식물성 원료, 세포 배양, 미생물 발효, 식용곤충 기반 등 다양함
  - 각 대체 단백질은 기술 실현 시점, 시장 형성 현황, 소비자의 인식 등 여러 측면에서 다양한 양상을 보임
  - 따라서 본 연구에서는 세포배양에 기반을 둔 ‘배양육’ 및 ‘배양 해산물’로 한정하고 배양 유제품은 제외
  - \* 식물성 원료 기반, 미생물 발효 기반, 식용곤충 기반의 단백질도 제외

〈표〉 대체 단백질의 분류

원료	분류	설명
식물성 원료 추출	식물성 고기	콩단백질 또는 밀가루 글루텐 등 식물성 재료로 만들어진 대부분의 대체육
	식물성 해산물	식물성 원료로 연어, 참치 등 해산물의 맛과 질감을 모사한 제품
	식물성 유제품	곡물을 갈아 만든 ‘대체 우유’와 식물성 원료로 만든 ‘비건치즈’ 등 대체 유제품
세포 배양	배양육	동물 세포를 외부에서 배양하여 맛과 영양성분이 고기와 유사한 형태로 만들어 낸 제품
	배양 해산물	어류, 갑각류 등의 근육 줄기세포 등을 채취 및 배양하여 해산물의 맛과 식감을 재현한 식품
	배양 유제품	줄기세포 추출 및 증식을 통해 젖을 분비하는 유선세포 생성 후 만들어 낸 ‘배양유’ 등 대체유제품
미생물 발효	발효 단백질 및 지방	박테리아, 곰팡이, 효모 등 미생물 발효를 통해 고기나 유지방의 풍미를 재현
식용곤충 기반	곤충 단백질	식용곤충에서 추출한 단백질로 제조한 식품으로, 주로 분말화하여 식품으로 재가공

출처 : 삼일PW경영연구원(2023), "푸드테크의 시대가 온다 2부.대체식품"

## ●○○ 배양육의 미래

- 예측 범위의 설정 : 10년 후(2033년), 국내로 한정
  - 해외는 관련 제도, 투자 규모 등의 측면에서 국내와 다른 양상을 보임
  - 따라서 예측의 범위를 국내로 한정하고 관련 대응 방안을 도출

## ◆ 용어의 정의

- 사육한 가축에서 얻어진 살코기가 아닌 육류대체식품에 고기를 의미하는 육(肉)자를 사용하는 것에 대해 논란이 있으나, 본고에서는 편의상 ‘배양육’, ‘대체육’, ‘일반육’으로 구분하여 사용함
- ‘배양육’은 ‘동물 세포를 외부 배양하여 맛과 영양성분이 고기와 유사한 형태로 만들어 낸 제품’으로 정의
  - 이전에는 실험실에서 자란 고기(lab-grown meat), 시험관 고기(in vitro meat), 청정고기(clean meat) 등으로 불렸으며, 이후 cultured meat, cultivated meat 등의 이름이 제시
- ‘대체육’은 배양육의 상위 개념으로 식물성 원료 기반, 미생물 발효 기반, 식용곤충 기반의 대체 단백질을 모두 포함
- 축산업을 통해 얻어지는 식육은 대체육 및 배양육과 구분하기 위하여 ‘일반육’이라 명명

Part

# 제3장

---

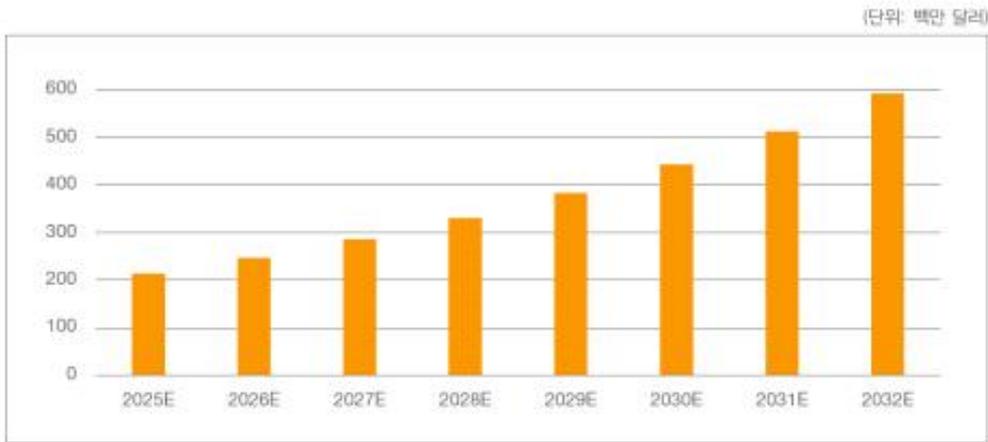
## 배양육 관련 국내·외 동향 및 이슈



### 3 배양육 관련 국내·외 동향 및 이슈

#### 배양육 관련 국내·외 동향

- 환경, 안전, 윤리, 지속가능성 문제를 해결할 수 있는 미래 식량으로 대체 단백질 시장이 떠오르고 있음
  - 글로벌 컨설팅 업체 AT커니(AT Kearney)는 2040년 전 세계에서 소비되는 육류의 60%가 대체육일 것이라고 전망
- MarketsandMarkets의 Cultured Meat Market(2019)에 따르면 배양육 세계시장 규모 전망은 2032년 593백만 달러에 이를 것으로 전망
  - 2040년에는 배양육 비중이 35%까지도 확대될 것이라는 공격적인 전망도 존재
  - ※ 현재 전체 육류 시장에서 배양육이 차지하는 비중은 1% 미만



[그림 3] 배양육 세계 시장 규모 전망<sup>4)</sup>

- 해외는 미국, 네덜란드, 이스라엘을 중심으로 배양육 기업이 성장하고 있음
  - 미국의 업사이드푸드(Upside Food)는 '16년 세계 최초로 소고기 배양육 미트볼을 제조하였으며, '22년 최초로 미국 FDA로부터 식품안전성 승인을 받음

4) 출처 : 삼일PW경영연구원(2023), "푸드테크의 시대가 온다 2부.대체식품"(원출처 : 윤성용 외(2021), "대체육(代替肉)")

- 네덜란드의 모사미트(Mosa Meat)는 배양육의 아버지로 불리는 마크포스트 교수가 설립하였으며, 소태아혈청 없이 대체육 생산하는 방법에 대해 공개하는 등 활발한 연구개발 진행 중
- 미국의 잇저스트(Eat Just)는 최초로 배양육 제품을 상용화하였으며, ‘20년 싱가포르 식품청으로부터 세계 최초 판매 승인 획득
- 이스라엘도 배양육 연구개발이 활성화 된 국가이며, 알레프팜즈(Aleph Farms), 벨리버미트(Believer Meats), 스테이크홀더푸드(Steakholder Foods) 등이 있음



[그림 4] 해외 배양육 제품 (출처: 해당 기업 홈페이지)

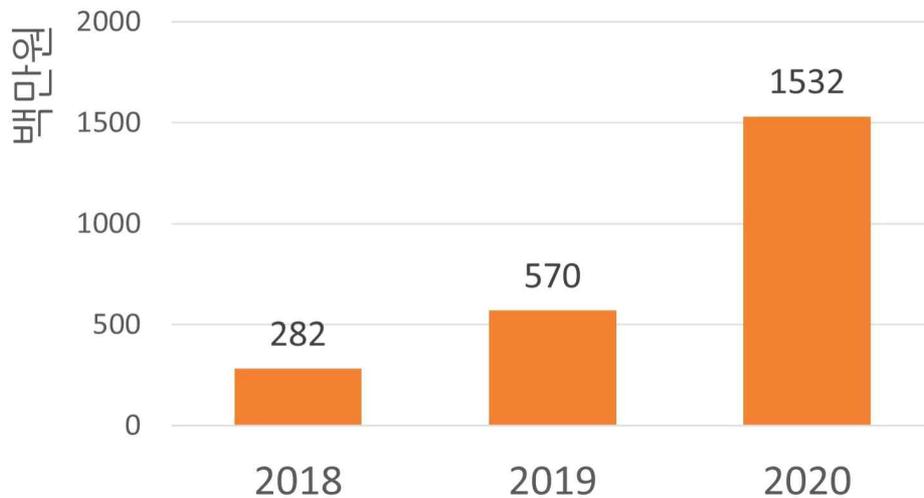
- 국내에도 배양육 스타트업들이 제품 상용화를 목표로 연구개발 진행 중
  - 셀미트(CellMEAT)는 독도새우 시제품 개발에 성공하였으며, 싱가포르에서 국내 기업 최초로 배양육 시식회를 진행
  - 스페이스에프(Space F)는 산업통상자원부가 추진하는 ‘알키미스트 프로젝트’에 최종 선정되어 향후 5년간 200억 원의 연구비 지원 확보
  - 이 밖에도 세포지지체 관련 원천 기술을 보유한 다나그린(DaNAgreen), 인공장기 제작에 사용되는 Bio Fabrication 기술을 이용하여 식감과 마블링을 조절하는 티센바이오팜(TissenBioFarm), 해조류를 이용하여 배양육을 제조하는 씨위드(SEAWITH) 등이 있음



[그림 5] 국내 배양육 회사 제품 (출처: 해당 기업 홈페이지)

- 현재 배양육을 식품으로 인정하고 판매를 승인한 국가는 미국과 싱가포르 두 나라 뿐이며, 이탈리아는 배양육을 가장 강하게 금지하는 국가임
  - 싱가포르는 세계 최초로 2020년 미국 기업 잇저스트(Eat Just)의 배양 닭고기를 판매 승인
  - 미국은 두 번째로 업사이드푸즈(Upside Foods)와 굿미트(Good Meat)에서 생산한 배양육 판매를 승인하였으며 이에 앞서 FDA 안전성 검사도 통과
  - 이탈리아에서는 배양육의 제조, 유통, 판매를 전면적으로 금지하는 법안이 '23.11. 하원에서 최종 통과되어 곧 시행을 예고
- 우리나라는 2022년 12월 「푸드테크 산업 발전방안」을 발표하고 「푸드테크 산업 발전협의회」 발족함으로써 푸드테크 산업 육성 본격화
  - 푸드테크는 식품(Food)과 기술(Technology)의 합성어로 식품의 생산·유통·소비 전반에 IT·BT·AI 등 첨단기술 등이 결합된 신산업
  - ‘세포배양식품 생산기술’이 푸드테크 10대 핵심기술에 선정
- 식약처는 세포·미생물 배양 등 새로운 기술을 이용하여 얻은 식품 원료를 식품의 한시적 기준·규격의 인정을 받을 수 있는 대상에 추가하여, 배양육을 식품 원료로 인정
  - 세포배양 식품 등 신기술 적용 식품에 대한 신속한 시장 진입을 위함
- 배양육 기술력 제고를 위한 정책 수립이 이루어지고 있으나, 세포배양식품의 표준화 및 기술의 가이드라인 등은 아직 정립되어 있지 않은 상황

- 2020년 기준 배양육에 대한 정부 R&D 규모는 1,532백만원으로 2018년 이후 꾸준히 증가함



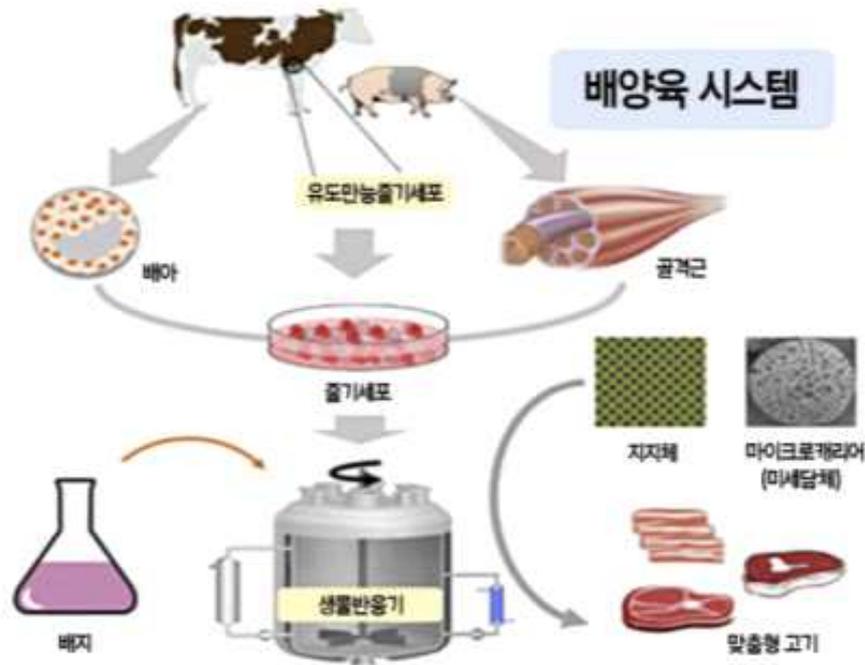
[그림 6] 배양육 국내 정부 R&D 투자규모<sup>5)</sup>

### 배양육 관련 기술 동향

- 배양육(Cultured Meat)은 ‘동물 세포를 외부 배양하여 맛과 영양성분이 고기와 유사한 형태로 만들어 낸 제품’으로 정의
  - 사육과정 없이 동물성 단백질을 제조
  - 식물성 대체육과 달리 동물성 단백질을 함유한 세포를 대량으로 분열시켜 식품소재로 사용
  - 식물성 대체육 대비 맛과 식감 측면에서 전통 축산품과 유사도가 높음
- 배양육 산업은 세포농업에 비유되는데, ①동물성 세포는 종자, ②배양액은 비료, ③배양기 및 ④지지체는 토지에 비유될 수 있음

5) 윤성용 외(2021), "대체육(代替肉)"

- 현재 배양육은 위에 언급된 ① 동물성 세포, ② 배양액, ③ 배양기, ④ 지지체 측면의 기술적 이슈가 있음



[그림 7] 배양육 구성 요소 및 생산방법<sup>6)</sup>

① 동물성 세포 관련 기술 이슈: 배양육에 사용되는 세포는 불멸화 여부 및 세포 유래에 따라 여러 종류이며, 각각의 장, 단점이 있음 - 불멸화 여부에 따른 분류

<표 3> 배양육에 사용되는 세포의 불멸화 여부에 의한 분류

<b>초대배양 세포</b>	<b>설명</b>	• 조직 (예: 근육)에서 꺼내어 체외에서 일정 기간 분열하도록 배양 조건을 확보한 세포
	<b>장점</b>	• 유전자의 돌연변이가 축적될 시간이 없으므로 비교적 안전
	<b>단점</b>	• 수명이 한정되어 있음 • 미생물에 오염되기 쉬움
	<b>기타</b>	• 2013년 최초의 배양육 시식회 당시 사용됨 • 일정한 성질을 유지하지 못하기 때문에 현재는 잘 사용하지 않음

6) 출처 : 윤성용 외(2021), "대체육(代替肉)"

세포주 (cell line) 상태로 존재	인위적 불멸화 세포	설명	• 인위적으로 유전자를 조작(GM, Genetically modified)하여 초대배양 세포의 수명을 늘린 것
		장점	• 수명이 김
		단점	• GM 이슈 때문에 배양육 산업에서는 거의 쓰이지 않음
	자연적 불멸화 세포	설명	• 인위적인 조작없이 오랜 기간(통상 1년) 지속적으로 분열할 수 있는 세포
		장점	• 수명이 길어 배양육 생산기간 동안 일정한 성질을 유지 • 미생물 오염에서 자유로움
		단점	• 장기간 배양 시 유전적 돌연변이 발생 가능
	노화지연 세포	설명	• 엄밀히 말해서 불멸화 된 세포는 아니지만 배양육 생산 기간 동안은 정상적으로 분열할 수 있는 세포
		장점	• 자연적 불멸화 세포의 장점을 유지하면서 암세포화 등 안전성 이슈에서 다소 자유로움
		기타	• 23년 미국 식품허가를 취득한 Upside Foods가 FDA에 제출한 자료에서 자연적 불멸화 세포 (spontaneously immortalized cell)을 대체하는 용어로 사용

- 세포 유래에 따른 분류

〈표 4〉 배양육에 사용되는 세포의 세포유래에 의한 분류

근육줄기세포 (muscle stem cell)	설명	• 근육 조직을 만들 수 있는 세포(예: 근위성세포)
	장점	• 일반육과 비슷한 성질(맛과 질감)
	단점	• 현재 근육줄기세포의 세포주는 보고된 바가 없음
	기타	• 2013년 최초의 배양육 시식회 당시 사용됨
섬유아세포 (fibroblast)	설명	• 각 조직을 지탱하는 결합조직(connective tissue)을 형성하는 세포
	장점	• 분리하기 쉽고, 분열 속도가 빠르며 세포주화 하기 용이 • 산업화에 유리
	단점	• 근육조직과 다른 성질(맛과 질감)
	기타	• 현재 배양육 산업에 가장 널리 사용됨
배아줄기세포 (embryonic stem cell)	설명	• 체내 모든 세포로 분화할 수 있는 배아 유래의 만능 줄기세포
	장점	• 근육조직을 위시한 어떤 조직이나 구현 가능
	단점	• 미분화 상태로 유지하는데 고비용 • 근육조직만으로 분화시키는 기술이 고난도
유도만능줄기세포 (induced pluripotent stem cell)	설명	• 배아줄기세포와 유사한 기능을 하는 세포를 인위적으로 제조한 것
	장점	• 배아줄기세포에 비해 비교적 쉬운 공급원(예: 피부세포) 확보 가능
	기타	• 유전자 조작 논란으로부터 자유롭지 않음

② 배양액 관련 기술 이슈: 세포를 배양하기 위해서는 배양액이 지속적으로 공급되어야 하며, 현재 소태아 혈청\*을 대체할 수 있는 다양한 배양액이 시도되고 있음.

- \* 소태아혈청(FBS, fetal bovine serum) : 성장인자를 비롯하여 배양에 필요한 여러 성분을 포함
- 소태아혈청은 소 자궁 내 태아의 혈액을 채집하여 만들기 때문에 동물윤리 문제가 있으며 생산량이 한정되어 고가임
  - 이는 배양육이 쉽게 상용화되지 못하는 가장 큰 이유이며, 소태아혈청 대체를 위해 다양한 방법이 개발되고 있음

〈표 5〉 소태아혈청(FBS)을 대체하기 위한 방법

방법	특징
미생물 추출물 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 효모, 유산균 등 식품제조에 사용될 수 있는 미생물 이용</li> <li>• 미생물 자체의 배양에도 자원이 들며, 온실가스가 발생한다는 문제점 있음</li> </ul>
성장인자를 별도로 생산하여 첨가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소태아혈청 내 성장인자 중 필요한 성장인자만 생산하여 후첨하는 방법</li> <li>• 성장인자는 주로 미생물을 유전적으로 조작하여 생산</li> <li>• 성장인자의 합성에는 유전자 조작 기술이 사용되지만, 최종 산물(배양육)에는 조작된 DNA가 포함되지 않기 때문에 거부감이 덜 할 것으로 기대</li> </ul>
다른 세포와 함께 키우는 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서로 다른 종류의 세포를 함께 키워 세포 성장에 필요한 성분들이 자체 공급되도록 하는 방식</li> <li>• 실제 구현하기 까다롭고, 설비 구축도 어려움</li> </ul>

③ 배양기 관련 이슈: 세포를 대량으로 배양하기 위해서는 온도, 산소농도 등의 다양한 요소를 제어할 수 있고, 세포의 손상을 최소화하며 교반이 가능한 대용량의 배양기 개발이 필요

- 배양 방식에 따라 적합한 배양기 개발 필요

〈표 6〉 배양 방식의 분류

배양 방식	특징	
부유배양 방식 suspension culture	설명	• 세포를 배지 내를 떠다니는 상태로 배양
	장점	• 대량화가 용이
	단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부유 배양이 가능한 세포 필요</li> <li>※ 대부분의 세포는 부착한 상태로 생존하나 세포주화 하는 과정에서 부유배양이 가능한 세포주가 만들어 질 수 있음</li> </ul>
부착배양 방식 adhesion culture	설명	• 세포를 지지체 등에 부착한 상태로 배양
	장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근육세포 등 원래 조직 내부 세포의 형태와 유사</li> <li>• ※ 근육 고유의 특성을 더 잘 구현할 수 있을 것으로 기대</li> </ul>
	단점	• 아직 대규모 부착배양에 대한 연구가 상대적으로 부족

④ 지지체 관련 이슈 : 부착배양 방식의 경우 세포가 부착되어 자랄 수 있는 지지체가 필요

- 좋은 지지체는 세포가 잘 붙을 수 있고, 배양액이 잘 통과해야 하며 장시간 배양을 버틸 수 있어야 함
- 특히 추후 배양육과 지지체의 분리가 어렵기 때문에 식용이 가능하며 식감이 좋은 형태로 만드는 것이 유리

### 배양육 관련 이슈 탐색

○ STEEP 분석을 통하여 배양육 관련 분야별 주요 이슈 도출

- 사회(Social) 분야에서는 세계인구 증가, 식량안보 문제 이슈화, 채식 인구 증가, 소비자 요구 변화 등의 이슈가 있음

〈표 7〉 배양육의 사회 분야 이슈

분야	이슈 (관련 트렌드)
사회 (Social)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계 인구 증가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단백질 수요가 증가</li> <li>- 전통적 축산으로 증가된 단백질 수요 충족하는데 한계</li> </ul> </li> <li>• 식량안보(Food security) 문제 이슈화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 육류 단백질 수요 증가에 비해 생산량 확보 어려움</li> </ul> </li> <li>• 단백질 모방 대체 식품 주목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물성 단백질, 배양육, 식용곤충 등</li> </ul> </li> <li>• 동물복지에 대한 인식 제고                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동물 복지를 고려한 사육 및 도축 수요 증가</li> </ul> </li> <li>• 채식 인구 증가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 채식 인구 꾸준히 증가</li> </ul> </li> <li>• 소비자 요구 변화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 친환경적인 식품에 대한 수요가 증가(대체 육류에 대한 수요가 증가)</li> <li>- 동물 복지에 대한 관심 증가</li> </ul> </li> </ul>

- 기술(Technological) 분야에서는 이용하고자 하는 세포, 배양액, 배양기, 지지체 관련 이슈 등이 있음

〈표 8〉 배양육의 기술 분야 이슈

분야	이슈 (관련 트렌드)
기술 (Technological)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어떠한 세포를 사용할 것인지에 관한 기술 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 근육줄기세포, 섬유아세포, 배아줄기세포, 유도만능줄기세포 중 어느 것을 사용할 것인지에 관한 이슈</li> <li>- 초대배양세포, 인위적 불멸화세포, 자연적 불멸화세포, 노화자연세포 중 어느 것을 사용할 것인지에 관한 이슈</li> </ul> </li> <li>• 배양액과 관련된 기술 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소 자궁 내 태아의 혈액을 채집하여 만드는 FBS(소태아혈청) 배양액은 원가 및 동물복지 이슈가 있으므로 반드시 대체제가 필요</li> <li>- 안전성에 관한 이슈 : 최종 산물인 배양육 제품 내에 소량의 배양액이 남게 되므로 안전성 문제에 민감함</li> </ul> </li> <li>• 지지체의 유무와 관련된 기술 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부착배양 방식과 부유배양 방식 중 어느 배양 방식을 사용할 것인지에 관한 이슈</li> <li>- 대부분의 동물세포들은 부유 상태로 배양하면 세포의 증식과 분화 효율이 감소</li> <li>- 지지체의 안전성 및 관능적 품위 이슈 : 최종 배양육 제품 생산 후 지지체를 분리하는 것이 어렵기 때문에 지지체는 최종 산물에서 제거하지 않는 경우가 많음</li> </ul> </li> <li>• 배양육에 적합한 배양기 개발에 관한 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포치료제 등의 의약품 생산을 위해 널리 사용되고 있는 기술이지만 배양육 생산을 위해서는 경제성 있는 대용량 배양기가 필요</li> </ul> </li> </ul>

- 경제(Economic) 분야에서는 대체 단백질 시장 부상, 할랄 시장 부상 이슈 등이 있음

〈표 9〉 배양육의 경제 분야 이슈

분야	이슈 (관련 트렌드)
경제 (Economic)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대체 단백질 시장 부상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대체 단백질의 세계 시장규모 연평균 10% 상승이 예측</li> </ul> </li> <li>• 식물 단백질 기반 제품 소비 증가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비건 간식, 비건 간편식, 비건 건강기능식품 시장 증가</li> <li>- 비건 식료품의 한국 판매율은 최근 2년 사이 동기 대비 89.9배의 성장률</li> </ul> </li> <li>• 대체육 생산 비용 경쟁력 증가 추세                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산 비용 감소를 위한 연구가 진행 중</li> </ul> </li> <li>• 할랄 시장 부상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년 무슬림 세계인구의 24.9% 차지, 2019년 할랄식품 세계시장의 21.2% 점유</li> </ul> </li> </ul>

- 환경(Environmental)분야에서는 환경 관련 국제적 공조 필요성 인식, 전통적 축산업의 환경친화성 및 전염병 발생 이슈 등이 있음

〈표 10〉 배양육의 환경 분야 이슈

분야	이슈 (관련 트렌드)
환경 (Environmental)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후위기 대응을 위한 국제적 공조 필요성 인식                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2050년 탄소중립 달성을 목표로 하는 국제동맹인 '기후목표상향동맹(Climatic Ambition Alliance)'에 전 세계 121개국이 참여</li> </ul> </li> <li>• 전통적 축산의 온실가스 배출량 관련 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년 우리나라 축산분야에서 발생한 온실가스 배출량은 970만톤 CO2eq로, 농업분야 발생량의 46%에 해당</li> <li>- 특히 축산 부문은 육류소비 증가에 따른 가축사육두수의 증가로 장내 발효 및 가축분뇨처리 부문의 온실가스 배출량이 1990년 대비 증가함</li> </ul> </li> <li>• 전통적 축산의 환경 오염 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분뇨 및 폐수로 인한 환경오염</li> </ul> </li> <li>• 가축 전염병 발생                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역, 돼지열병 등</li> </ul> </li> <li>• 가축유래 인수공통 전염병(zoonoses) 발생                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저병원성 조류인플루엔자, 돼지인플루엔자 등</li> </ul> </li> <li>• 지속가능성(자원·환경)에 대한 관심 증가</li> </ul>

- 정치/정책(Political) 분야에서는 환경 관련 국제적 공조 필요성 인식, 전통적 축산업의 환경오염 및 전염병 발생 이슈 등이 있음

〈표 11〉 배양육의 정치/정책 분야 이슈

분야	이슈 (관련 트렌드)
정치/정책 (Political)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배양육이 식품 원료로서 인정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배양육이 식품원료로 한시적 기준·규격 인정 대상에 포함(식품위생법 시행규칙 일부개정령)                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 식품에 관한 기준 및 규격이 고시되지 않은 식품은 기준과 규격이 고시될 때까지 한시적으로 제조·가공 등에 관한 기준과 성분에 관한 규격을 인정받아야 하는 바, 한시적 기준 및 규격의 인정 대상에 세포·미생물 배양 등 새로운 기술을 이용하여 얻은 것으로서 식품으로 사용하려는 원료를 추가</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• 동물보호법 관련 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 살아있는 개체로부터 동물세포를 채취하는 과정에서 「동물보호법」상 학대행위 금지 규정에 저촉될 수 있음</li> </ul> </li> <li>• GMO 관련 규제 이슈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유도만능줄기세포주를 사용할 경우 또는 재조합 단백질 혹은 화학물질을 사용하여 성장 인자를 대신하는 경우 GM 문제에서 자유롭지 못함</li> </ul> </li> <li>• 배양액 안전성 관련 이슈</li> </ul>

분야	이슈 (관련 트렌드)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무혈청배양액 : 식품으로 인정되지 않았던 성분이 첨가될 수 있어 성분의 안전성과 함께 잔류 배양액과 관련된 규제가 적용</li> <li>- 배양액 첨가물과 관련된 식품안전 이슈가 발생할 수 있음</li> <li>• 라벨링 관련 이슈               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 「식품의 기준 및 규격」상 식품 유형 등의 불명확성으로 이미 상용화되고 있는 식물성 대체식품의 경우에도 ‘두류가공품’이나 ‘곡류가공품’ 등으로 판매하고 있음</li> </ul> </li> <li>• 배양육의 할랄 인증 관련 이슈               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배양육은 도축/도계 과정 자체가 없음 (육류의 할랄 요건에는 ‘이슬람 방식에 따른 도축/도계’가 필수)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 긍정적인 부류 :도축/도계 과정이 없으므로 별도의 절차 위반이 없으며 과학적인 관점에서 기존의 육류와 동일하게 구성된 물질이므로, 기타 할랄요건을 준수하는 한 이슬람에서 허용</li> <li>&gt; 부정적인 부류 : 생명의 탄생을 전제로 하는 자연법칙에 어긋난 결과물이므로 이슬람 세계에서 허용될 수 없음</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• 배양육의 코셔 인증               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 이스라엘에서 배양육에 대한 ‘코셔푸드’ 인정을 받았음</li> </ul> </li> </ul>



Part

# 제4장

---

## 배양육의 미래



## 4 배양육의 미래

### ◆ 관련 요인 평가

- 대외환경 측면, 전통 축산업 관련, 소비자 측면, 생산 측면, 제도 측면, 위험요인 측면으로 나누어 관련 동인 도출

〈표 12〉 배양육 관련 요인(동인)

구분	요인
대외 환경 측면	• 세계 인구 증가에 따른 단백질 수요
	• 식량 주권 및 식량 안보 의식 변화
	• 중국-대만 위기 격화 (예 : 양안 전쟁 발생)
	• 코로나19와 같은 판데믹 발생
	• 기후위기 대응을 위한 국제적 공조 필요성 인식
	• 지속가능성(자원·환경)에 대한 관심 증가
	• 온실가스 배출량 감축 압박
전통 축산업 관련	• 가축유래 인수공통 전염병(zoonoses)* 발생 * 조류인플루엔자, 돼지인플루엔자 등 인간도 감염되는 전염병
	• 가축 전염병* 발생 여부 * 구제역, 돼지열병 등 가축이 감염되는 전염병
	• 축산업계의 변화 노력 - 예 : 동물복지를 중시, 온실가스 저감하는 방향(예: 바이오차biochar) 등 * 바이오차(bio-char) : 350℃ 이상의 온도와 산소가 없는 조건에서 바이오매스(목재, 가축분뇨 등 유기성물질)를 열분해하여 만들어진 소재로서 농업 분야 유일의 탄소활용저장(CCUS) 기술. 기후 변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, 2019)에서 인정
	• 전통 축산육의 가격 상승
	• 축산업계와의 갈등
소비자 측면	• 친환경 제품에 대한 수요
	• 대체 단백질* 식품 수요 * 식물성 단백질, 배양육, 식용곤충 등
	• 채식 인구 수
	• 배양육에 대한 대중의 이해도
	• 배양육에 대한 대중의 호감도
	• GM(genetically modified) 이용한 배양육 수용 여부
• 배양육 소비 집단의 범위	

구분	요인
생산 측면	• 축산육 대비 배양육 가격 경쟁력
	• 배양육의 관능적 품위
	• 대량생산 가능 여부 (배양기 포함하는 대량생산 설비 구축 가능 여부)
	• 배양육 관련 기술의 발달
	배양액 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물복지 이슈에서 자유로운 무혈청 배양액 대량생산 여부</li> <li>• GM 이슈에서 자유로운 무혈청 배양액 대량생산 여부</li> <li>• 잔류 시 인간에게 무해한 무혈청 배양액 대량 생산 여부</li> </ul>
	세포주 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 배양육에 적합한 불멸화 세포주 (또는 노화지연 세포) 개발</li> <li>• 근육 조직의 성공적 구현</li> </ul>
	• 주된 배양법
	• 배양육의 주된 타겟 소비자 설정
	• 프리미엄 배양육의 생산 여부
	• 배양육의 주요 생산 주체
제도 측면	• 배양육 판매 허가 관련 (해외)
	• 배양육 판매 허가 관련 (국내)
	• 라벨링 관련 이슈 (국내)
	• 배양육 할랄 인증 여부
	• 코셔 인증 여부
배양육 관련 위험요인	• 배양육의 환경적 효과에 대한 신빙성 문제 발생
	• 배양육 안전성 관련 사고 발생 - 예 : 잔류 배양액 첨가물 관련 이슈, GMO 문제 발생, 식품으로 인정되지 않은 첨가물 관련 식품 안전 이슈
	• 축산업계와의 갈등으로 인한 국내 규제 강화

○ 도출된 동인의 영향력 및 불확실성을 5점 척도로 평가

- 영향력과 불확실성이 둘 다 높은 동인은 ‘배양육 판매 관련 국내 제도’, ‘국내 규제 강화’, ‘코로나19와 같은 팬데믹 발생’, ‘일반육 대비 배양육 가격 경쟁력’ 등이 있음
- ‘채식 인구 수’는 영향력과 불확실성이 둘 다 낮았음

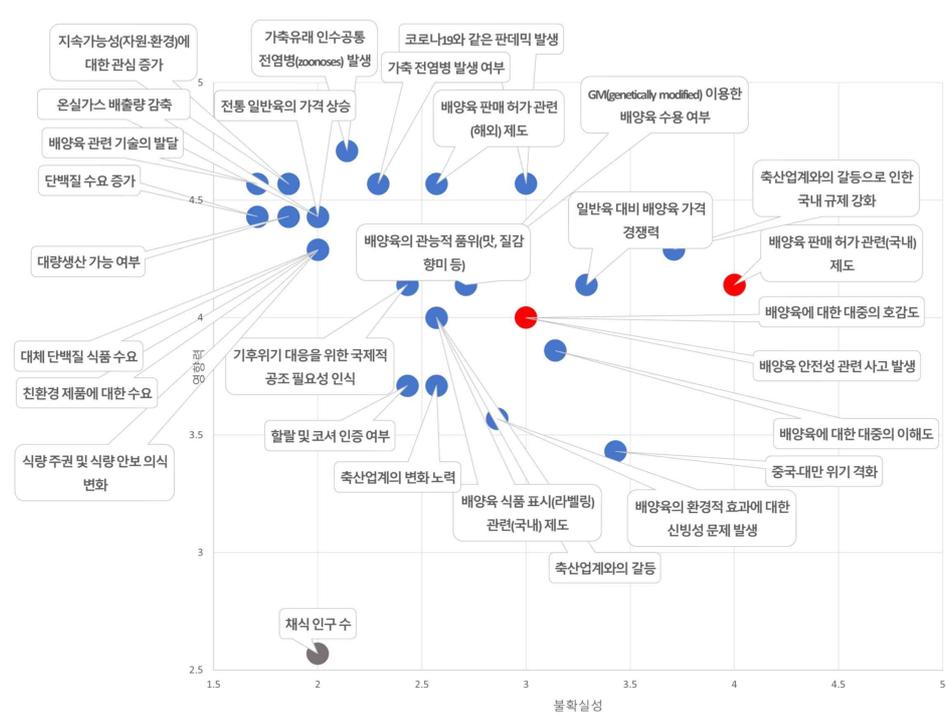
〈표 13〉 배양육 관련 변화동인의 영향력 및 불확실성

요인	영향력	불확실성
배양육 판매 관련 국내 제도*	4.14	4
축산업계와의 갈등으로 인한 국내 규제 강화	4.29	3.71
코로나19와 같은 판데믹 발생	4.57	3
일반육 대비 배양육 가격 경쟁력	4.14	3.29
GM(genetically modified) 이용한 배양육 수용 여부	4.29	2.86
배양육 판매 관련 해외 제도	4.57	2.57
배양육에 대한 한국 소비자의 이해도	3.86	3.14
배양육에 대한 한국 소비자의 호감도*	4	3
배양육 안전성 관련 사고 발생	4	3
중국-대만 위기 격화	3.43	3.43
가축 전염병 발생 여부	4.57	2.29
가축유래 인수공통전염병(zoonoses) 발생	4.71	2.14
배양육의 관능적 품위(맛, 질감, 향미 등)	4.14	2.71
기후위기 대응을 위한 국제적 공조 필요성 인식	4.14	2.43
축산업계와의 갈등	4	2.57
배양육 식품표시(라벨링) 관련(국내) 제도	4	2.57
지속가능성(자원·환경)에 대한 관심 증가	4.57	1.86
온실가스 배출량 감축 압박	4.43	2
일반육의 가격	4.43	2
배양육의 환경적 효과에 대한 신빙성 문제 발생	3.57	2.86
식량 주권 및 식량 안보 의식 변화	4.29	2
친환경 제품에 대한 수요	4.29	2
대체 단백질 식품 수요	4.29	2
대량생산 가능여부	4.43	1.86
배양육 관련 기술의 발달	4.57	1.71
축산업계의 변화 노력	3.71	2.57
할랄 및 코셔 인증 여부	3.71	2.43
단백질 수요	4.43	1.71
채식 인구 수	2.57	2

※ 영향력과 불확실성의 평균값으로 정렬함

\* 시나리오를 구분하는 축으로 선정된 요인

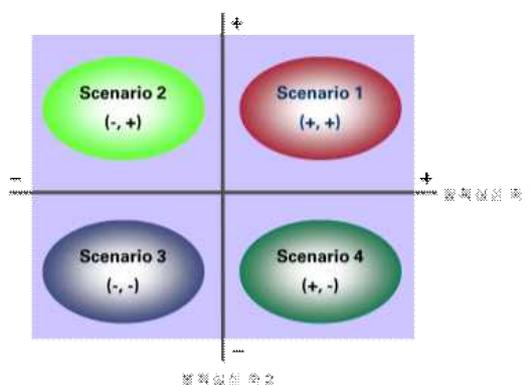
●○○ 배양육의 미래



[그림 8] 배양육 관련 변화동인의 영향력 및 불확실성

시나리오의 구분

○ 변화동인 중 영향력과 불확실성이 둘 다 큰 2개의 핵심 동인을 선정 후 4가지 시나리오를 구성하는 최소 접근법(Minimal Approach) 방식 적용



[그림 9] 최소 접근법을 이용한 시나리오의 구분

7) 출처 : 임현(2009), "미래예측을 위한 시나리오 분석 및 시스템 구축방안"

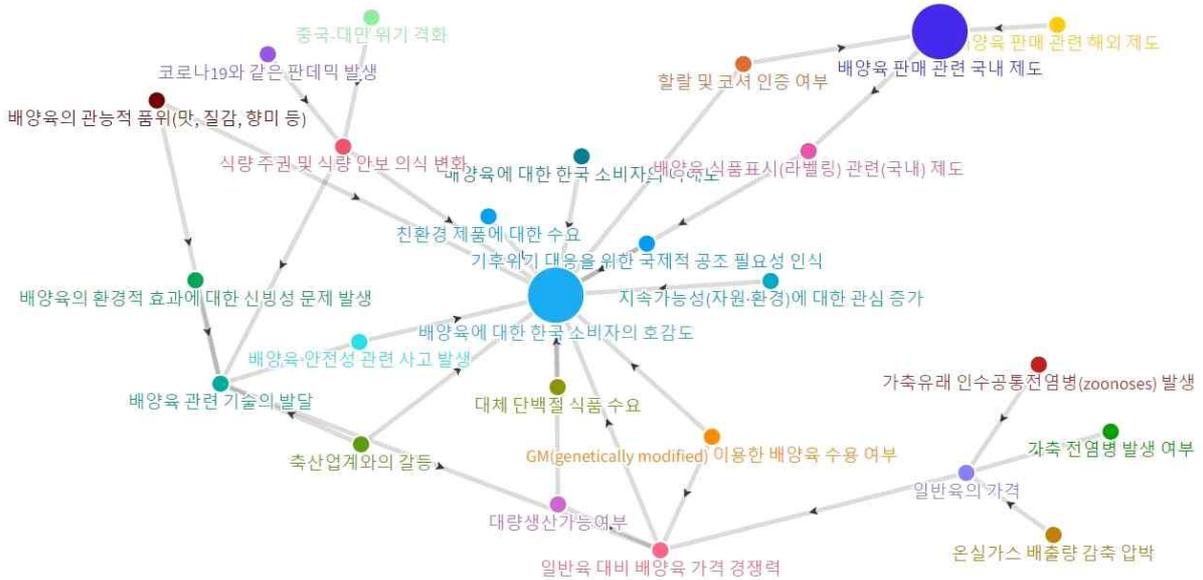
- 본 연구에서는 영향력과 불확실성이 큰 변화동인 중 비교적 서로 독립적인 ‘배양육 판매 관련 국내 제도’와 ‘배양육에 대한 한국 소비자의 호감도’를 두 축으로 4가지 시나리오를 도출함
  - ‘배양육 판매 관련 국내 제도’는 한국의 배양육 판매 제도 측면에서 ‘산업에 호의적’과 ‘산업에 비호의적’ 두 극점 고려
    - ※ 관련 규제가 완화되며 세부적 규제가 명료하게 정립된 상황을 ‘호의적’으로, 관련 규제가 강화되며 세부적 규제가 정립되지 않아 산업의 불확실성이 커진 상황을 ‘비호의적’인 상황으로 판단
  - ‘배양육에 대한 한국 소비자의 호감도’는 운영 측면에서 ‘호의적’과 ‘비호의적’ 두 가지 극점 고려

**〈표 14〉 ‘배양육 판매 관련 국내 제도’와 ‘배양육에 대한 한국 소비자의 호감도’의 두 가지 불확실성 축을 중심으로 도출된 4가지 시나리오**

배양육에 대한 한국 소비자의 호감도			
비호의적	호의적		
<b>배양육의 딜레마: 호의적 정책, 비호의적 시장</b> (시나리오 C)	<b>배양육 산업, 성장 가도 진입</b> (시나리오 A)	산업에 호의적 (규제 완화, 관련 규제 정립)	배양육 판매 관련 국내 제도
<b>배양육의 불모지, 대한민국</b> (시나리오 D)	<b>배양육 업체의 국내 대탈출</b> (시나리오 B)	산업에 비호의적 (규제 강화, 관련 규제 미비)	

### ◆ 논리 구조 도출

○ 전문가 워크숍에서 변화동인 간의 인관관계를 고려하여 논리구조 도출



[그림 10] 시나리오 작성을 위한 변화동인 간 논리 구조

### ◆ 시나리오

○ 각 시나리오는 모든 시나리오에 적용되는 ‘미래 공통 배경\*’과 ‘각 시나리오별 차별화된 미래상’으로 구성

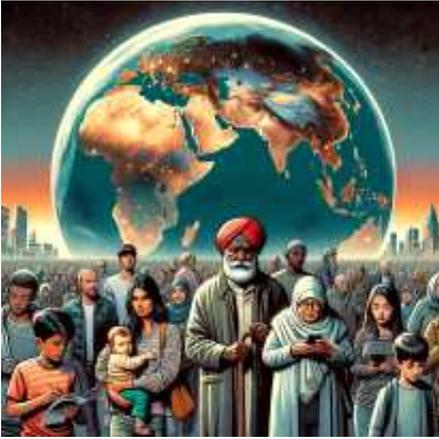
※ 미래 공통 배경은 동인평가 결과를 및 전문가 워크숍을 바탕으로 작성

<표 15> 배양육 시나리오 구성

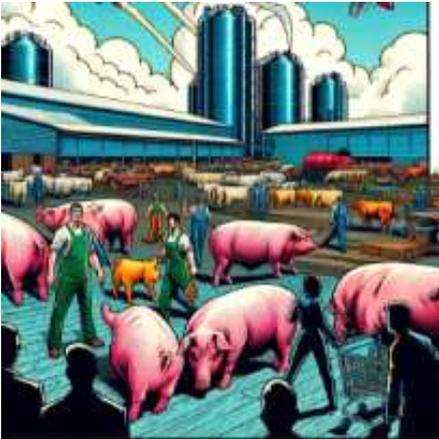
미래 공통 배경	+	시나리오 A에만 해당되는 미래상	=	시나리오 A
		시나리오 B에만 해당되는 미래상	=	시나리오 B
		시나리오 C에만 해당되는 미래상	=	시나리오 C
		시나리오 D에만 해당되는 미래상	=	시나리오 D

○ 미래 공통 배경

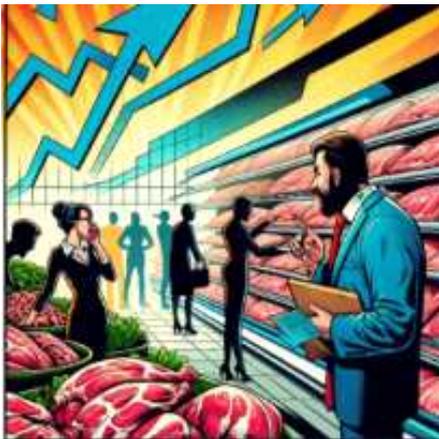
※ 시나리오 내 그림은 ChatGPT의 DALL·E를 이용하여 그림



2033년 현재, 세계 인구는 급속한 증가 추세를 보이고 있으며 이에 따라 단백질에 대한 수요도 대폭 상승하고 있다. 이러한 배경 속에서, 식량의 '지속 가능성'과 '안전성' 문제가 전 세계적으로 중요한 이슈로 대두되고 있다.



특히, 전통적인 축산업에 기반한 단백질 공급이 지속 가능하지 않다고 여겨지고 있다. 전통 축산업은 가축 전염병 및 인수공통감염병 위험에 노출되어 있을 뿐만 아니라, 온실가스 배출을 줄이라는 글로벌 압박에서도 자유롭지 못하기 때문이다.



결국 전통 축산업에서 생산되는 '일반육'은 탄소세 부담, 물 사용량 제한 등으로 인하여 생산 비용이 증가하였고, 이는 가격경쟁력 하락으로 이어졌다.



전 세계적으로 '식량주권'과 '식량 안보에 대한 인식도 강해졌다. COVID-19와 같은 팬데믹의 발생 주기가 짧아졌기 때문이다. 이제 세계는 지속 가능하고 안정적이며, 자급이 가능한 식량 공급원을 찾고 있다. '자국'에서 '충분한 양의 단백질을 '지속적으로' 생산하는 것이 각 나라의 과제가 된 것이다.



그리고 이러한 니즈는 '배양육'에 대한 투자로 이어졌다.



이제 많은 나라들이 배양육 산업에 호의적이다. 기술이 충분히 개발되고 적합한 인프라를 갖춘다면 지속적으로 생산이 가능할 뿐만 아니라 동물 복지나 전염병과 관련된 이슈에서도 비교적 자유롭기 때문이다.



이미 배양육은 코셔 인증을 받았으며, 할랄 인증도 진지하게 논의되고 있다.

〈표 16〉 ‘시나리오 A’의 기본 틀 및 스토리

시나리오 A	배양육 산업, 성장 가도 진입
시나리오 기본 틀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배양육 판매 관련 국내 제도가 산업에 호의적 (규제 완화, 관련 규제 정립)</li> <li>• 한국의 소비자는 배양육에 대하여 호의적</li> </ul>

한국 정부도 예외는 아니다. 한국 정부는 배양육 판매와 관련된 제도를 산업에 호의적인 방향으로 발 빠르게 정비하였다. 배양육 판매 허가 기준을 미국 수준으로 완화해 준 것은 물론이고, 이례적으로 배양육을 ‘고기’로 라벨링 할 수 있도록 허가해 주었다. 이제 소비자는 마트의 ‘육류’ 코너에서 배양육을 구매할 수 있다. 소비자 인식을 개선하고 시장 접근성을 높이기 위하여 ‘친환경 인증’, ‘품질 인증’ 등 각종 인증 제도도 마련하였다.



이에 배양육 관련 산업계도 발전하였다. 신생 스타트업은 물론이고, 대기업들도 배양육 시장에 뛰어들고 있다. 중소기업에서는 기반 기술 개발을 담당하고, 대기업은 주로 유통과 양산을 담당하고 있다. 배양육 위탁생산 업체도 제법 생겨났다.

자연스럽게 배양육 관련 기술도 발달하였다. 이제 배양육에 적합한 배양액을 대량생산 할 수 있다. 최근 사용되는 배양액은 대부분 GM(Genetically Modified) 이슈나 동물복지 이슈에서 자유롭고, 배양육에 남아 있더라도 인체에 해가 없다. 맛이나 향미도 일반육과 비등한 수준까지 발전시켜서 예전처럼 과하게

---

식품첨가물 넣지 않아도 된다. 특히 근육 조직과 지방조직을 성공적으로 구현하여 이제는 배양육의 식감도 준수해졌다.

우리나라 소비자들도 배양육의 등장을 반기는 분위기이다. 이러한 분위기가 조성된 데에는 몇 가지 원인이 있다. 먼저 배양육에 대한 LCA(전과정평가) 결과 배양육이 일반육 대비 친환경적이라는 점이 객관적으로 입증되었다는 점과, 각종 인증제도로 인하여 배양육에 대한 막연한 두려움이 감소하였다는 점을 들 수 있다. 초기에는 안전성이나 친환경성이 입증되지 않아서 거부했던 소비자들도 배양육에 대한 이해도가 높아지면서 자연스럽게 배양육을 받아들이게 되었다.

축산업계와의 갈등이 어느 정도 해소되었다는 점도 플러스 요인이 되었다. 이제 축산업계는 배양육에 적합한 불멸화 세포주 개발에 참여하는 등 배양육 산업과 공존 관계를 형성하고 있다. 전 세계적으로도 배양육이 할랄 및 코셔 인증을 받았다는 점도 배양육에 대한 긍정적인 인식을 심어 주었다.

무엇보다도 배양육이 일반육 대비 가격경쟁력을 갖추게 된 점이 일반 소비자들에게 크게 어필하였다. 배양육은 대량생산을 통해 가격이 낮아진 반면 일반육의 가격은 빠르게 상승했다. 이제 저가 라인의 배양육은 일반육만큼 저렴하다. 이에 가성비를 중요시하는 사람들이나, 환경이나 종교 등을 이유로 일반육을 섭취하지 못하는 사람들을 중심으로 배양육 시장이 확장되고 있다. 특히 식물성 대체육을 섭취했던 사람들도 배양육을 소비하게 되면서 배양육은 콩고기 같은 식물성 대체육 시장과 경쟁 구도를 형성하고 있다.

고가 프리미엄 라인의 배양육도 인기다. 비타민 등 유효 성분을 첨가하여 '건강기능식품 측면을 강조한 배양육'뿐만 아니라 개개인의 취향에 맞게 맛이나 영양을 커스터마이징 한 '개인 맞춤형 배양육', 저작기능이 약화된 고령 세대나 환자식을 위한 배양육 또한 점차 소비층을 늘려가고 있다. 일부에서는 푸아그라 같은 희귀 배양육 개발도 이루어지고 있다.

이제 많은 소비자들이 배양육을 소비하고 있다. 아직 일반육의 10%에도 채 미치지 못하기는 하지만, 축산수요 증가분에서 배양육의 소비가 특히 두드러진다는 점을 감안하면 고무적인 발전이다.

배양육이 '비용 효율성'과 '지속 가능성'이라는 두 가지 주요 이점을 제공하는 한, 배양육은 단순한 대체 식품을 넘어 미래 식량으로서 역할을 확립하게 될 것이다. 한국은 이러한 변화를 통해 세계 식품 산업의 혁신을 이끄는 중요한 역할을 하고 있으며, 이는 국내외 소비자들에게 새로운 식문화와 지속 가능한 미래를 제시하고 있다.

---

〈표 17〉 ‘시나리오 B’의 기본 틀 및 스토리

시나리오 B	배양육 업체의 국내 대탈출
<b>시나리오 기본 틀</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배양육 판매 관련 국내 제도가 산업에 비호의적 (규제 강화, 관련 규제 미비)</li> <li>• 한국의 소비자는 배양육에 대하여 호의적</li> </ul>

그러나 한국의 상황은 다르다. 한국 정부는 배양육에 관하여 매우 보수적인 입장을 고수하고 있다. 국민들의 건강과 직결되는 문제인 만큼 엄격할 필요가 판단한 까닭이다. 따라서 한국에서 배양육을 판매하기 위해서는 많은 난관을 거쳐야 한다. 판매 자체도 쉽지 않으며, 세부적인 규제 플랫폼 또한 아직 미비한 상태이다. 결국 많은 국내 업체들이 비교적 규제에서 자유로운 해외로 발길을 돌렸다.



그렇다고 한국에 배양육 관련 업체가 없는 것은 아니다. 국내 배양육 관련 스타트업들은 여전히 배양육 관련 기술 개발을 지속하고 있다. 현재는 해외 시장을 겨냥하고 있으며 생산보다는 기반 기술 개발에 집중하고 있다. 언젠가 국내 규제가 완화될 것을 기대하고 있다. 대기업도 마찬가지이다. 현재는 국내 시장에 직접 뛰어들고 있지는 못하지만, 해외의 유망한 배양육 기업에 투자하며 기회를 엿보고 있다. 배양육 관련 기업들은 해외 추세에 맞게 규제를 완화해 달라며 지속적인 목소리를 내고 있다.

이러한 정부의 기조와는 반대로 한국 소비자들은 배양육에 호의적이고 관심도 많으며, 구매에도 적극적이다. 특히 해외에서 배양육을 경험한 소비자들 중 일부는 국내에서도 배양육을 구매하기 위해 해외 인터넷 쇼핑몰을 통하여 배양육을 직접 구매-일명 직구-하려는 시도를 했다. 이러한 소비자의 니즈에 맞춰 몇몇 업체들은 해외의 배양육을 수입하려는 움직임을 보이기도 하였다. 그러나 외국산 배양육은 국내 규제 기준에 못 미치기 때문에 이러한 시도는 불법이며, 해외에서 배양육을 수입하려는 시도는 모두 실패로 돌아갔다.

환경이나 종교 등의 이유로 일반육을 소비할 수 없는 일부 소비자와 관련 산업계는 비호의적인 정책이 기술 발전과 시장 경쟁력에 부정적인 영향을 끼치고 있다고 주장하고 있다. 또한 배양육이 전 세계적으로 식품 혁신의 일부로 자리 잡고 있다며 대한민국이 이 변화의 파도에 동참해야 한다고 주장하고 있다.

〈표 18〉 ‘시나리오 C’의 기본 틀 및 스토리

시나리오 C	배양육의 딜레마 : 호의적 정책, 비호의적 시장
시나리오 기본 틀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배양육 판매 관련 국내 제도가 산업에 호의적 (규제 완화, 관련 규제 정립)</li> <li>• 한국의 소비자는 배양육에 대하여 비호의적</li> </ul>

한국 정부도 한국 정부 역시 이러한 움직임에 동참하고 있다. 한국 정부는 배양육 판매와 관련된 제도를 산업에 호의적인 방향으로 발 빠르게 정비하였다. 주변국인 중국-대만 관계가 악화되면서 식량 주권 및 식량 안보에 대한 중요성이 대두된 것도 이러한 움직임을 가속화하였다.

그러나 한국 소비자들의 반응은 부정적이다. 배양육이 실험실 환경에서 생산되며, 자연스럽지 않다는 점에서 심리적인 거부감이 드는 것이다. 또한 낮은 식품 자체에 대한 거부, 즉 푸드 네오포비아(Food neophobia)를 보이는 소비자도 적지 않다. 이러한 분위기 때문인지 배양육에 대한 막연한 공포를 조장하는 가짜뉴스도 횡횡하고 있으며, 따라서 한국 소비자들은 배양육에 대한 이해도가 낮은 편이다.



이를 해결하기 위해 정부는 배양육 판매 허가 정책을 완화하였으며, 이례적으로 배양육을 ‘고기’로 라벨링 할 수 있도록 허가해 주었다. 이제 배양육은 각종 정육점이나 마트의 ‘육류’ 코너에서 구매가 가능하다. 그뿐만이 아니다. 배양육에 대한 소비자의 호감도를 높이기 위하여 ‘친환경 인증’, ‘품질 인증’ 등 각종 인증 제도도 다양하게 마련하였다.

이러한 정부의 노력에도 불구하고 소비자들은 여전히 배양육을 외면하고 있다.

가장 큰 이유는 가격이다. 대량생산이 가능해졌음에도 불구하고 배양육에 대한 수요가 너무 적은 나머지 가격이 일반육 수준으로 하락하지 않고 있다. 그렇다고 품질이 좋은 것도 아니다. 아직은 일반육에 비해 맛도 식감도 부족하여 첨가물에 의존하고 있는 실정이다. 풍미도 가격도 일반육에 비해 뒤떨어지니 소비자의 외면은 피할 수 없는 상황이다.

그렇다고 친환경성이 입증된 것도 아니다. 탄소절감 등 전통적인 축산업의 환경적인 문제점을 해결해 줄 수 있을 것이라는 초반의 기대와 달리 배양육의 환경적 이점이 생각보다 크지 않다는 의심이 커지고 있다. 배양육 생산 과정에서 발생하는 에너지 소비와 온실가스 배출량에 대한 정확한 데이터가 부족하며, 그로 인해 배양육의 환경적 지속 가능성에 대해서도 끊임없이 의문지 제기되고 있다.

상황이 이렇다 보니 배양육 관련 산업도 크게 발달하지 못하고 있다. 주로 환자식, 특수식, 우주식 등 특정 소비자를 겨냥한 배양육 업체들이 소규모로 존재하는 정도이다. 혁신을 추구하는 몇몇 얼리어답터들 위주로 소비가 이루어지고 있기는 하지만 대중적으로 소비되지는 않고 있는 단계이다.

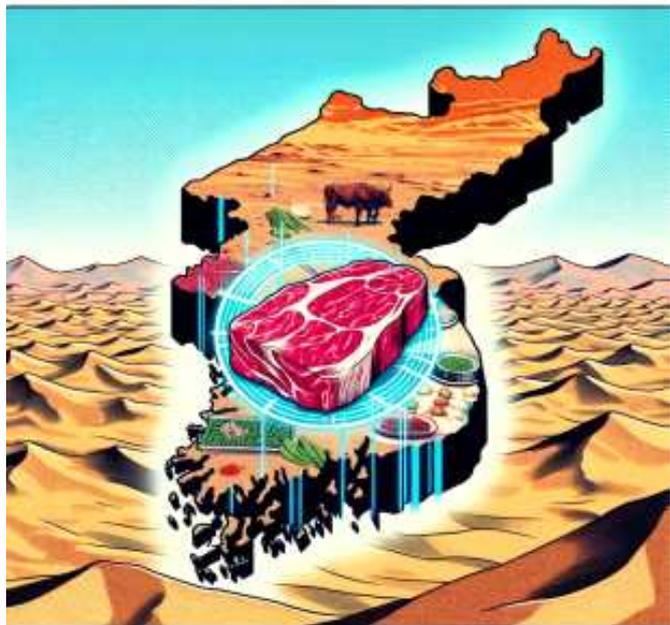
몇몇 전문가들은 이러한 현상을 캐즘(Chasm)으로 설명하기도 한다. 혁신성을 중시하는 소비자가 중심이 되는 초기시장과 실용성을 중시하는 소비자가 중심이 되는 주류시장 사이에 일시적으로 수요가 정체하거나 후퇴하고 있다고 보는 것이다.

한국의 배양육 시장이 이러한 캐즘을 극복하고 주류시장으로 나아갈 수 있을지는 좀 더 지켜봐야 할 것이다.

〈표 19〉 ‘시나리오 D’의 기본 틀 및 스토리

시나리오 D	배양육 산업의 불모지, 대한민국
시나리오 기본 틀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배양육 판매 관련 국내 제도가 산업에 비호의적 (규제 강화, 관련 규제 미비)</li> <li>• 한국의 소비자는 배양육에 대하여 비호의적</li> </ul>

그러나 한국의 상황은 다르다. 한국에서는 아직 '배양육'이라는 것 자체가 생소하다. 슈퍼마켓에서 쉽게 배양육을 접할 수 있는 다른 나라와 달리 한국에서는 배양육을 접하기 어렵다. 배양육과 관련된 한국의 강력한 규제와 소비자들의 부정적인 인식에서 그 이유를 찾아볼 수 있다.



한국 정부는 여전히 배양육에 관하여 매우 보수적인 입장을 견지하고 있다. 국민의 건강과 직결되는 문제인 만큼 최대한 엄격해야 한다는 판단이었다. 따라서 한국에서 배양육을 판매하기 위해서는 많은 난관을 거쳐야 한다. 유전자 변형(GM)을 이용한 성분이 포함된 배양육은 물론이거니와 관할 기관이 정한 기준에 조금이라도 기준에 못 미치는 경우 판매 허가를

받을 수 없다. 안전성이 완벽하게 검증되지 않은 성분도 마찬가지이다. 상황이 이렇다 보니 사실상 판매할 수 있는 배양육이 거의 없다시피 하다. 세부적인 규제 플랫폼 또한 아직 미비한 상태이다.

한국 소비자 대다수는 배양육에 관심이 없으며 이해도도 낮다. 오히려 실험실에서 생산되었다는 사실과 지금까지 경험하지 못한 형태의 식품이라는 점에서 부정적으로 인식하고 있을 뿐이다. 가끔 횡횡하는 가짜뉴스도 배양육에 대한 혐오감과 불안감만 부추길 뿐이다.

---

엮힌 데 덮친 격으로 환경적 효과에 대한 의심도 제기되고 있다. 초기에는 배양육이 전통적인 축산으로 생산된 일반육에 비해 환경적 이점이 많다는 주장이 있었으나, 이제는 이러한 주장에 의구심을 갖는 사람들이 많아졌다. 특히 한국에서는 배양육의 환경적 이점에 대하여 회의적인 시각이 강하며, 이는 환경에 관심이 많은 특정 소비자층조차도 배양육에 등을 돌리는 결과를 낳았다.

상황이 이렇다 보니 한국에는 배양육 관련 업체 자체가 드물다. 대기업은 물론이고 스타트업 자체도 극소수만 존재한다. 대량생산을 하는 업체도 없기 때문에 어렵게 배양육을 구한다고 하더라도 매우 고가다. 규제가 엄격하다 보니 외국에서 수입하기도 어렵다. 사실 한국에는 배양육을 소비할 만한 시장 자체가 부재한 상황이니 수입할 이유도 없다.

가끔 혁신을 추구하는 얼리어답터 위주로 이벤트성 소비가 일어나고 있기는 하지만 1회성에 그치는 경우가 대부분이다. 품질을 높이기 위한 기술개발이 진행되지 않는 상황에서 인위적인 첨가물에 의존하기 때문에 맛이나 식감도 별로 좋지 않다.

처음에는 견제하였던 축산업계도 이제는 배양육에 관심이 없다. 일각에서는 자연재해나 전염병 발생 등으로 인한 식량 위기가 발생했을 때, 대한민국의 대응 능력이 매우 취약할 것이라는 우려를 하기도 한다.

그러나 현재, 한국은 배양육 산업에 관해서는 불모지이다.

---

Part

# 제5장

---

## 정책적 대응 방안



## 5 정책적 대응 방안

### ◆ 정책적 대응방안

- 시나리오가 발생했다고 가정하였을 때 시나리오별로 대응방안을 제시
  - 대응방안은 제도 개선 측면, 연구 및 기술 개발 지원 측면, 배양육 인식개선 측면, 산업에 대한 투자 측면, 활용처 확장 측면, 축산업계와 공존체계 구축 측면으로 나누어 제시
    - ※ 본고에서는 대응방안을 기준으로, 해당하는 시나리오를 연계하는 방식으로 제시
  - 제도 개선 측면에서는 다양한 인증 및 라벨링 규정을 보완할 필요가 있으며, 식약처를 포함한 다부처 통합적 산업 프레임 구축해야 함

〈표 20〉 제도 개선 측면의 대응 방안

대응방안		시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C	시나리오 D
제도 개선 측면	한국의 배양육 관련 제도	호의	비호의	호의	비호의
	한국 소비자의 호감도	호의	호의	비호의	비호의
	다양한 인증제도 개발, 개선, 운용		✓		✓
	라벨링 관련 규정 확립		✓		✓
	안전성 관련 제도 정비 - 예1) 식품이력추적관리 - 예2) 첨가제 등 배양육 원료의 식품 신소재 등록 및 안전 관리(독성 및 알려지 시험 등 심사)		✓		✓
	식약처 외 부처간 연계 및 협력을 통한 다부처 통합적 산업 프레임 구축 - 과기부, 산업부, 농림축산부 등	✓	✓	✓	✓
	배양육 관련 규제 샌드박스 (선제적 완화) 도입		✓		✓
	배양육 산업을 신축산업으로 볼 수 있는지에 대한 논의 필요 - 축산 보조금 지급 기준 명확히 정립	✓		✓	

- 연구 및 기술개발 지원을 통해 배양육의 가격 및 품질경쟁력을 제고해야 하며, 배양육의 안전성 및 친환경성 입증을 위한 연구개발도 병행해야 함

〈표 21〉 기술 개발 측면의 대응 방안

대응방안		시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C	시나리오 D
	한국의 배양육 관련 제도	호의	비호의	호의	비호의
	한국 소비자의 호감도	호의	호의	비호의	비호의
연구 및 기술 개발 지원 측면	연구 인력 및 연구비 확보를 통한 연구개발 지속	✓	✓	✓	✓
	배양육 안전성 관련 기술개발 주력	✓	✓	✓	✓
	친환경 공정 개발	✓	✓	✓	✓
	생산 효율 증대	✓	✓	✓	✓

- 배양육 인식 개선 측면에서는 배양육 관련 홍보를 강화함으로써 소비자의 배양육에 대한 이해도를 제고하는 동시에, 배양육을 이용한 제품이나 레시피를 개발함으로써 소비자에게 배양육을 긍정적으로 어필하는 것이 병행되어야 함

〈표 22〉 배양육 인식 개선 측면의 대응 방안

대응방안		시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C	시나리오 D
	한국의 배양육 관련 제도	호의	비호의	호의	비호의
	한국 소비자의 호감도	호의	호의	비호의	비호의
배양육 인식개선 측면	관련 홍보 강화를 통한 정보의 비대칭 문제 해결			✓	✓
	배양육을 이용한 제품 개발			✓	✓
	다양한 조리 레시피 개발 - 예: 부대찌개를 통해 스펀지의 수요를 창출하는 것과 같은 원리			✓	✓

- 산업적 투자 측면에서는 소재·부품·장비의 국산화, 수출 지원 등 국내 배양육 산업을 장려함으로써 국내 시장뿐만 아니라 해외 시장을 선점하는 것이 필요

〈표 23〉 산업에 대한 투자 측면의 대응 방안

대응방안		시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C	시나리오 D
	한국의 배양육 관련 제도	호의	비호의	호의	비호의
	한국 소비자의 호감도	호의	호의	비호의	비호의
산업에 대한 투자 측면	배양육 산업에 대한 투자 지속	✓	✓	✓	✓
	생산량 증가를 통한 시장 선점	✓		✓	
	국내산 배양육 수출 지원	✓	✓	✓	
	국내 시장 보호를 위한 수입량 제한 - 쿼터제, 관세 등	✓		✓	
	배양육 기술 개발 지원	✓	✓	✓	✓
	대량생산 체계 구축 지원을 통한 생산비용 감소	✓		✓	
	배양육 관련 소재·부품·장비 국산화 지원 - 예: 배양기, 배양액 등	✓	✓	✓	
	민간 기업으로의 배양육 관련 기술이전 지원	✓		✓	

- 배양육에 대한 소비자의 호감도가 낮을 경우에는 공공수요를 창출하거나, 식용 외 다른 활용처를 모색하는 등 배양육의 활용처를 확장하는 것을 병행해야 함

〈표 24〉 활용처 확장 측면의 대응 방안

대응방안		시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C	시나리오 D
	한국의 배양육 관련 제도	호의	비호의	호의	비호의
	한국 소비자의 호감도	호의	호의	비호의	비호의
활용처 확장 관련	안전성 문제가 해결되었을 경우 공공수요 창출			✓	✓
	배양육 기술의 타 활용처 모색 - 동물 사료, 의학, 세포치료 등			✓	✓

- 축산업계와의 갈등을 방지 및 해결하기 위하여 축산업계 의견수렴절차 확립이 선행되어야 하며 이를 통한 합리적 지원 체계를 다양하게 마련해야 함

〈표 25〉 축산업계와 공존 체계 구축 관련 개발 측면의 대응 방안

대응방안		시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C	시나리오 D
	한국의 배양육 관련 제도	호의	비호의	호의	비호의
	한국 소비자의 호감도	호의	호의	비호의	비호의
축산업계와 공존체계 구축 관련	축산업계 의견수렴절차 확립	✓		✓	
	축산업계 및 축산농가에 대한 보상 체계 마련	✓		✓	
	축산육의 시장차별화(고급화)전략 지원	✓		✓	
	고령축산업자 폐업지원	✓		✓	
	동물복지인증 확대를 통한 관행축산 이미지 회복 지원	✓		✓	
	축산업과 배양육 산업과 협업에 대한 어드벤처지 체계 구축 - 예 : 기타·희귀축종 사육농가 발굴 및 지원	✓		✓	
	축산업과의 공존을 위한 점진적 지원 확대	✓		✓	

Part

# 제 6 장

---

## 결론 및 향후 과제



## 6 결론 및 향후 과제

- ◆ 단백질 수요가 증가하는 추세를 감안하면, 배양육을 포함한 대체육 산업에 전략적으로 대응하는 것이 식량안보 및 식량주권에 중요
  - 전 세계적으로 탄소중립에 대한 압박이 있는 상황에서 전통적인 축산업이 생산할 수 있는 단백질의 총량에는 한계가 있기 때문
- ◆ 배양육은 기술개발이 현재 진행중이며 시장이 아직 형성되지 않았다는 점에서 다른 대체육보다 불확실성이 큼
  - 현재의 기술 수준으로는 일반육 대비 경제성을 아직 확보하지 못한 상태
- ◆ 이러한 불확실성에 전략적으로 대응하기 위해서는 본 연구와 같이 있을법한 다수의 미래상을 구체적으로 그려보는 것이 필요
  - 배양육 판매를 허가한 나라가 아직 2개국(싱가포르, 미국)밖에 없으며, 이탈리아와 같이 배양육에 비호의적인 국가도 존재하는 상황에서 우리의 대응전략을 모색해야 함
- ◆ 본 연구에서는 ‘배양육 판매 관련 국내 제도’와 ‘배양육에 대한 한국 소비자의 호감도’를 두 축으로 4개의 미래 시나리오를 구성함
  - 한국의 배양육 산업이 성장가도에 진입하게 되는 [시나리오 1]에서는 산업에 대한 지속적인 투자 및 연구개발을 지원함으로써 세계시장에 성공적으로 진출하는 것이 필요함
  - 국내 제도가 비호의적인 [시나리오 2]에서는 판매, 라벨링, 인증 등 관련 제도를 명확하게 함으로써 산업의 불확실성을 감소시키고, 세계적 흐름에 맞게 제도를 정비하는 방안을 검토해야 함

- 국내 소비자가 비호의적인 [시나리오 3]에서는 배양육에 대한 소비자 인식개선을 위한 노력이 제도, 제품개발 등 여러 측면에서 이루어져야 함
- 제도와 소비자가 둘 다 비호의적인 [시나리오 4]에서는 제도 개선, 기술개발 지원, 소비자 인식개선 등 전반적인 노력뿐만 아니라 활용처 확장에 대한 노력도 병행해야 함

◆ 축산업계와의 갈등을 해소하고 공존체계를 구축하는 것도 필요

- 기존산업과 신산업의 이해관계가 충돌하여 발생한 갈등이 해소되지 않는 경우 신산업의 발전이 저해될 수 있음
  - ※ 예: 택시업계(기존산업)과 승차공유 플랫폼(신산업)과의 갈등
- 따라서 축산업계의 의견을 수렴하고, 적절한 보상체계를 마련하여 상생방안을 모색해야 함

◆ 결론적으로 본 연구에서 제시된 4개의 시나리오 중 국내 배양육 산업이 어느 쪽에 가깝게 진행되는지 지속적으로 모니터링 함으로써 미래 배양육 산업의 글로벌 추이에 기민하게 대응하는 것이 필요

## 참 고 문 헌

- 관계부처합동(2022), "농식품산업의 혁신성장을 위한 푸드테크 산업 발전방안"
- 농민신문(2023), "세포배양육, 식품 인정에 대체로 '신중'...미국·싱가포르만 판매 승인"
- 매경헬스(2022), "국내 채식 인구 급증...건기식도 '비건' 찾아 나선다"
- 방극열(2023), "배양육 산업의 어제와 오늘"
- 사단법인 할랄협회, "<https://www.kohas.or.kr/>"
- 삼일PW경영연구원(2023), "푸드테크의 시대가 온다 2부.대체식품"
- 식품의약품안전처(2022), "식약처, '식의약 규제혁신 100대 과제' 발표"
- 식품저널(2023), "세포미생물 배양 기술 이용 식품원료, 한시적 기준·규격 인정 대상에 추가"
- 오혜민 외(2021), "배양육 기술 개발 현황 및 안전에 대한 문제"
- 윤성용 외(2021), "대체육(代替肉)"
- 이구용 외(2021), "주요국 탄소중립 기술정책 동향"
- 이정민(2020), "배양육이 축산을 대체할 수 있을까"
- 임현(2009), "미래예측을 위한 시나리오 분석 및 시스템 구축방안"
- 전남인터넷신문(2023), "배양육의 이름"
- 한국농촌경제연구원(2021), "OECD-FAO 농업전망 2021-2030: 육류"
- 한국할랄인증원, "<http://www.koreahalal.kr/>"
- 환경부(2023), "2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서"
- OECD/FAO(2023), "OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032"

## 첨부 1. 참여 전문가 명단

### 전문가

소속	직책	성명
셀미트	기술책임이사	김희정
LG 경제연구원	연구위원	나준호
한국농수산대학교	교수	이소영
한국농촌경제연구원	부연구위원	이정민
씨워드	대표이사	이희재
다나그린	기술이사	지현근
Wingstabilo	연구소장	최승훈
식품연구원	책임연구원	최윤상
티센바이오팜	대표	한원일
경희대학교	교수	황조혜

## 저 자

조아라, acho@kistep.re.kr 043-750-2511(Tel) 한국과학기술기획평가원 부연구위원

임현, hyim@kistep.re.kr, 043-750-2380(Tel) 한국과학기술기획평가원 선임연구위원

정의진, ejin@kistep.re.kr, 043-750-2443(Tel) 한국과학기술기획평가원 연구위원

## [ KISTEP 브리프 발간 현황 ]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
57 (23.01.06.)	MZ세대를 위한 미래 기술	지수영·안지현 (KISTEP)	미래예측
- (23.01.20.)	KISTEP Think 2023, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	강현규·최대승 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제341호)
58 (23.02.02.)	세계경제포럼(WEF) Global Risks 2023 주요내용 및 시사점	김다운·김유신 (KISTEP)	혁신정책
59 (23.02.07.)	미국의 「오픈사이언스의 해」 선포와 정책적 시사점	이민정 (KISTEP)	혁신정책
- (23.02.21.)	‘데이터 보안’ 시대의 10대 미래유망기술	박창현·임현 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제342호)
60 (23.03.06.)	연구자산 보호 관련 주요국 정책 동향 및 시사점	유지은·김보경 (KISTEP)	혁신정책
61 (23.03.20.)	美 「과학적 진실성 정책 및 실행을 위한 프레임워크」의 주요 내용 및 시사점	정동덕 (KISTEP)	혁신정책
- (23.03.29.)	우리나라 바이오헬스 산업의 주력산업화를 위한 정부 역할 및 자원방안	홍미영·김주원 안지현·김종란 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제343호)
62 (23.03.30.)	2021년 한국의 과학기술논문 발표 및 피인용 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
63 (23.03.30.)	2021년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	강유진·김종란 (KISTEP)	통계분석
- (23.04.03.)	국방연구개발 예산 체계 진단과 제언	임승혁·안광수 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제344호)
64 (23.04.06.)	2023년 중국 양화의 주요 내용 및 과학기술외교 시사점	강진원·장지원 (KISTEP)	혁신정책
65 (23.04.10.)	2023 인공지능 반도체	채명식·이호윤 (KISTEP)	기술동향
66 (23.04.13.)	생성형 AI 관련 주요 이슈 및 정책적 시사점	고윤미·심정민 (KISTEP)	혁신정책

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
- (23.04.17.)	STI 인텔리전스 기능 강화 방안 -12대 과학기술혁신 정책 이슈를 중심으로-	변순천 외 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제345호)
67 (23.04.17.)	「OECD Science, Technology, Innovation Outlook 2023」의 주요 내용 및 시사점	홍세호·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.04.19.)	임무지향형 사회문제해결 R&D 프로세스 설계 및 제언	박노언·기지훈·김현오 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제346호)
68 (23.05.02.)	전기차 배터리 핵심망물	이승필·여준석·조유진 (KISTEP)	기술동향
- (23.05.03.)	기업 혁신활동 제고를 위한 R&D 조세 지원 정책 연구 : 국가전략기술 연구개발 기업을 중심으로	구본진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제347호)
69 (23.05.04.)	허위·조작정보 대응을 위한 OECD 원칙 및 과학기술 시사점	배용국·정미나 (KISTEP)	혁신정책
70 (23.06.08.)	OECD MSTI 2023-March의 주요 결과	정유진 (KISTEP)	통계분석
71 (23.06.09.)	2022년 지역 과학기술혁신 역량평가	한혁·안지혜 (KISTEP)	통계분석
72 (23.06.23.)	일본, 『사이언스 맵 2020』의 주요내용 및 정책적 시사점	이미화·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.06.27.)	국가연구개발 성과정보 관리체계 개선 제언	김행미 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제348호)
- (23.06.28.)	신입과학기술인 직무역량에 대한 직장상사·신입간 인식 비교 분석	박수빈 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제349호)
73 (23.06.30.)	2021년도 국가연구개발사업 내 여성과학기술인력 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
74 (23.07.03.)	2022년 국가 과학기술혁신역량 분석	김선경·한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.07.05.)	기술패권경쟁시대 한국 과학기술외교 대응 방향	강진원·김진하 (KISTEP), 이정태(KIST)	이슈페이퍼 (제350호)
- (23.07.06.)	학문분야별 기초연구 지원체계에 대한 중장기 정책제언 (국내외 지원현황의 심층분석을 기반으로)	안지현·윤성용·함선영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제351호)
75 (23.07.14.)	美 2023 국방과학기술전략서(NDSTS)의 주요 내용 및 시사점	유나리·최충현·임승혁· 한민규(KISTEP)	혁신정책

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
76 (23.07.27.)	2023년 IMD 세계경쟁력 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
77 (23.07.27.)	2021년 미국 박사학위 취득자 현황 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
78 (23.07.26.)	제 5차 과학기술기본계획과 과학기술분야 중장기 계획 간 연계현황 및 시사점	홍정석·심정민 (KISTEP)	혁신정책
79 (23.08.01.)	일본 『통합혁신전략 2023』의 주요 내용 및 시사점	양은진·심정민 (KISTEP)	혁신정책
80 (23.08.21.)	일본 『2023 우주기본계획』의 주요 내용 및 시사점	최충현·문태석·이재민· 강현규(KISTEP)	혁신정책
81 (23.08.29.)	미국의 R&D와 혁신 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
82 (23.08.30.)	2023년 유럽혁신지수 분석과 시사점	한용용 (KISTEP)	통계분석
83 (23.09.01.)	희토류 회수 및 재활용 기술	박정원·문윤실·이현경 (KISTEP)	기술동향
84 (23.09.20.)	화합물 전력반도체	유형정·김기봉 (KISTEP)	기술주권
85 (23.09.21.)	『OECD Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research』의 주요 내용 및 시사점	정하선·심정민 (KISTEP)	혁신정책
86 (23.09.22.)	우주쓰레기 제거 기술	문성록·최충현·한민규 (KISTEP)	기술동향
87 (23.10.04.)	2023년 The Global AI Index 결과 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.10.17.)	중소기업 경쟁력 강화를 위한 고경력 과학기술인 활용 조사 및 시사점	김인자·김가민·이원홍 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제352호)
88 (23.10.24.)	스마트양식	이선명 (KISTEP)	기술동향
89 (23.10.25.)	지구관측위성	최충현 (KISTEP)	기술동향
90 (23.10.31.)	2023년 세계혁신지수(GII) 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
91 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 집행 현황	김한울·한혁 (KISTEP)	통계분석
92 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 협력 현황	한혁·김한울 (KISTEP)	통계분석
93 (23.11.10.)	최근 전쟁 양상 분석을 통한 국방 R&D 시사점 제언	김상준·한민규 (KISTEP)	혁신정책
94 (23.11.16.)	국내 과학기술 전공 학생 현황 분석	김가민·박수빈 (KISTEP)	통계분석
- (23.11.20.)	대학의 기술사업화 전담 조직 현황진단과 개선방안	이길우·방형욱(KISTEP) 정영룡(전남대학교) 김성근(부산대학교) 이지훈(서울과학기술대학교) 김태현(과학기술사업화진흥원)	이슈페이퍼 (제353호)
95 (23.11.21.)	일본 지역 과학기술혁신정책의 발전 및 시사점 - 『과학기술혁신백서 2023』을 중심으로 -	김다희·심정민 (KISTEP)	혁신정책
96 (23.11.22.)	차세대 이차전지	김선교 (KISTEP)	기술주권
97 (23.11.24.)	주요국 양자정보과학기술 인력양성정책 동향 및 시사점	권재영·임승혁 (KISTEP)	혁신정책
98 (23.11.27.)	2021년도 세계 R&D 투자 상위 기업 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
99 (23.11.28.)	2021년도 우리나라 민간기업의 연구개발활동 현황 분석	김한울·이새롬·한혁 (KISTEP)	통계분석
100 (23.11.30.)	폐플라스틱 화학적 재활용 기술	이연진·여준석 (KISTEP)	기술동향
- (23.12.04.)	플라스틱 국제협약 대응을 위한 과학기술의 역할	유새미·고진원·박노연 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제354호)
101 (23.12.07.)	청정 암모니아 생산·활용	이소희·정두엽 (KISTEP)	기술동향
102 (23.12.13.)	지진재난 대응 기술	유현지(KISTEP), 윤혜진(KICT)	기술동향
103 (23.12.15.)	탄소중립 녹색기술의 환경적 영향	임현·정의진·조아라·이성훈 (KISTEP), 조가숙·하동윤·최성만·김다솔· 심혜인(KEITI)	미래예측

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
104 (23.12.18.)	자율주행시스템	박종록 (KISTEP)	기술주권
105 (23.12.21.)	배양육의 미래	조아라·임현·정의진 (KISTEP)	미래예측