

발 간 등 록 번 호

11-1543000-004272-01

GS&J 연구보고서 | 2022

미래 유망식품산업 육성 연구

연구자

최 지 현 (GS&J 시니어이코노미스트)

민 병 국 (GS&J 농식품 가치창조 연구소장)

우 가 영 (GS&J 인스티튜트 기획지원실장)

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 '미래 유망식품산업 육성 연구' 최종보고서로 제출합니다.

2022년 12월

연구책임자 : GS&J 시니어이코노미스트 최지현

차 례

제 1장 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구내용 및 방법	3
제 2장 푸드테크의 개요	7
1. 개념과 영역	7
2. 중요성과 의의	12
3. 산업 발전 배경과 전망	14
제 3장 대체식품	21
1. 식물기반 대체식품	21
2. 배양육	41
제 4장 맞춤형 특수식품	59
1. 메디푸드	59
2. 고령친화식품	70
3. 마이크로바이옴	87
제 5장 푸드테크기술(식품제조 및 서비스)	99
1. 3D 식품 프린팅	99
2. 푸드테크 로봇	117
제 6장 요약 및 결론	135
1. 국내외 푸드테크 시장규모 추정	135

2. 분야별 진단 및 주요 정책 수요	137
3. 분야별 당면과제와 정책과제	140

참고 문헌145

<별첨 1> 초국가적 단백질 증산 전략(Supranational Protein Strategy)	147
<별첨 2> 네덜란드의 푸드테크기반 식품산업발전 사례	149
<별첨 3> 미네소타 대학교 (U of Minnesota) 식물단백질혁신센터 (PPIC, the Plant Protein Innovation Center)	153
<별첨 4> Eat Just 사례	157
<별첨 5> 성장융합연구(GCR:Growing Convergence Research)	161
<별첨 6> 미국 마이크로바이옴 발전계획(National Microbiome Initiative)	163
<별첨 7> 뉴질랜드 푸드보울 식품 혁신센터 (New Zealand Food Innovation Network)	165
<별첨 8> 스마트 푸드 파리(Smart Food Paris)	169

표 차례

제 2장 푸드테크의 개요

표 2-1. 푸드테크 범위와 영역	8
표 2-2. 광의 및 협의의 푸드테크 범위	9
표 2-3. 푸드테크기반 제조 식품의 분류	10
표 2-4. 표 온라인 농식품 시장 규모	11
표 2-5. 식물기반 대체식품의 시장규모 전망	18

제 3장 대체식품

표 3-1. 식물기반 단백질의 종류와 특성	21
표 3-2. 세계 대체식품 제품유형별 시장규모(2017~2025)	22
표 3-3. 세계 식물기반 대체식품의 시장규모 및 전망	23
표 3-4. 대륙별 식물성 대체육 시장규모 분포(202-2025)	23
표 3-5. 세계 대체식품 제품유형별 시장규모(2017~2025)	24
표 3-6. 국내 식물성 대체식품 제조업체	25
표 3-7. 국내 식물성 식품 주요 생산기업 및 특징	25
표 3-8. 대체육 국내 정부 R&D 투자 규모	27
표 3-9. 식물성대체식품 연구수행주체별 R&D 연구 수행 비중	27
표 3-10. 식물성대체식품 연구단계별 R&D 연구 수행 비중	27
표 3-11. 식물성대체식품 정부사업별 R&D 예산	28
표 3-12. 세포배양육 제조에 사용되는 원료세포 종류	42
표 3-13. 세계 배양육 시장 전망(2021년)	43
표 3-14. 세계 배양육식품 시장규모(2019~2032)	43
표 3-15. 외국의 배양육 주요회사 및 투자 유치 현황	44
표 3-16. 국내 배양육 관련 기업의 연구개발 과정	45
표 3-17. 배양육의 연구수행주체별 R&D 연구 수행 비중	47
표 3-18. 식물성대체식품 연구단계별 R&D 연구 수행 비중	48
표 3-19. 배양육 정부사업별 R&D 예산	48

제 4장 맞춤형 특수식품

표 4-1. 특수의료용도제품의 분류	59
표 4-2. 세계 메디푸드 시장규모	60
표 4-3. 메디푸드 시장의 대륙별 분포	61
표 4-4. 한국 메디푸드 시장규모 및 예측1)	61
표 4-5. 미국의 환자 식사 관리를 위한 제품의 규제 역사	65
표 4-6. 고령자용 영양조제식품 분류체계	70
표 4-7. 고령친화식품의 범위	71
표 4-8. 일본 고령친화식품시장 규모 및 전망	72
표 4-9. 고령친화식품시장 규모 산출 방법(한국보건산업진흥원)	72
표 4-10. 고령친화식품시장 규모 추정 - 한국보건산업진흥원	73
표 4-11. 2012년~2020년 고령친화식품시장 규모 전망(한국보건산업진흥원)	73
표 4-12. 시장 규모 산출 방법 (한국농수산물유통공사)	74
표 4-13. 고령친화식품시장 규모 추정 - 한국농수산물유통공사	74
표 4-14. 고령친화식품시장 규모 추정치	75
표 4-15. 고령친화식품 개발을 위한 R&D 여부	78
표 4-16. 고령친화식품 개발을 위한 식품기업의 관련 기술 보유 현황	79
표 4-17. 고령 소비자 특징별 제품개발 필요 정도	79
표 4-18. 프로바이오틱스 제품의 매출액과 비중	89
표 4-19. 정부기관별 마이크로바이옴 관련 R&D 투자 현황(2018~2020)	91
표 4-20. 마이크로바이옴 관련 농생명 기술정책 추진 중장기 계획	93

제 5장 푸드테크기술(식품제조 및 서비스)

표 5-1. 식품소재를 활용한 3D 프린팅 적용제품 사례	101
표 5-2. 세계 산업용 3D 프린팅 관련 산업별 시장 전망	102
표 5-3. 세계 지역별 3D 식품 프린팅 시장규모	103
표 5-4. 3D 식품 프린팅 관련 정부 연구개발 과제수와 예산	105
표 5-5. 국가별 3D 식품 프린팅의 기술 수준(7점 척도)	110
표 5-6. 로봇산업 특수분류 중 '푸드테크 서비스 로봇' 연관 분류	118
표 5-7. 푸드테크 로봇의 분류와 유형(외식산업 서비스 로봇 중심)	119
표 5-8. 세계 로봇시장 매출액 규모	121

표 5-9. 국내 로봇산업 출하현황	122
표 5-10. 로봇산업의 특수분류와 식품산업관련 로봇 영역	122
표 5-11. 식품산업과 관련된 로봇시장의 규모	123
표 5-12. 로봇 서비스 출하현황	124
표 5-13. 로봇 서비스 출하현황	130
표 5-14. 농식품부 푸드 로봇 분야의 타부처 협력사업 검토	131

제 6장 요약 및 결론

표 6-1. 국내 푸드테크 산업의 시장 규모 추정, 2020	135
표 6-2. 세계 푸드테크 산업의 시장 규모 추정, 2020	136
표 6-3. 푸드테크 분야별 진단 및 정책 수요	139
표 6-4. 미래성장(푸드테크)식품산업의 정책 추진방향	142

그림 차례

제 2장 푸드테크의 개요

그림 2-1. 광의의 푸드테크 영역	7
그림 2-2. 세계 푸드테크 시장 규모 전망(2017~2025)	16
그림 2-3. 세계 개인 맞춤형 영양식품시장 규모 전망	17

제 4장 맞춤형 특수식품

그림 4-1. 메디푸드 관련연구 과제 수행 현황	63
그림 4-2. 정부기관별 메디푸드 관련연구과제 투자 규모	64
그림 4-3. 고령친화식품시장 규모 추정 - 한국농촌경제연구원	75
그림 4-4. 고령친화식품 R&D에 있어 애로사항	78
그림 4-5. 한국의 고령친화우수식품 표시 도형	80
그림 4-6. 일본의 스마일케어 푸드(고령친화식품) 마크	82
그림 4-7. 세계 인간 마이크로바이옴 시장 규모(2019-2024)	88
그림 4-8. 세계 마이크로바이옴 제품별 시장 전망(2025~2028)	88

제 5장 푸드테크기술(식품제조 및 서비스)

그림 5-1. 식품 3D 프린팅 공정	100
그림 5-2. 세계 3D 푸드 프린팅 시장 규모	102
그림 5-3. 로봇의 분류 (제조로봇과 서비스로봇)	119

제 6장 요약 및 결론

그림 6-1. 푸드테크산업 발전을 위한 추진 방향과 과제	143
---------------------------------------	-----

제 1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

□ 글로벌 식품산업 여건 변화 대응 필요

- 식품산업은 국내 인구증가의 둔화, 외국식품의 수입확대 및 식생활의 서구화 등 영향으로 국내식품시장의 수요창출에 한계가 있어 해외 진출이 불가피한 상황임.
- 식생활의 고급화, 간편화 및 건강지향 등의 소비트렌드 변화에 따라 대체육, 가정간편식(HMR), 고령친화식품, 기능성식품 등 미래 유망 식품산업군에 대한 선제적 육성 필요성이 증대되고 있음.
- 미래의 식품산업이 글로벌 경쟁력을 갖추기 위해서는 기술융합에 의한 부가가치를 높일 수 있는 품질차별화, 새로운 제품개발, 그리고 원가 절감을 통한 경제성을 제고하는 노력이 절실히 요구됨.

□ 4차산업 혁명시대 미래식품산업 발전 가능성

- 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇, 3D 프린터, 나노, 바이오 기술 등을 활용한 새롭고 다양한 형태의 제품과 서비스가 전 세계 각 산업 분야에서 등장하고 있음. 해외 주요국에서는 푸드테크 식품 기업에 대한 투자가 활발하게 이루어지면서 제4차 산업혁명 시대를 맞이하여 지속가능성을 지닌 미래 먹거리 및 관련 산업에 대한 준비를 하고 있음.
 - 국내 식품 산업계와 전문가들도 향후 5년 내 식품산업에 가장 큰 영향을 미칠 이슈로 '4차 산업 혁명과 푸드테크'를 전망
 - 영세한 구조를 지닌 국내 식품기업은 푸드테크를 이용한 제품 개발, 비용절감 등을 통해 경쟁력 제고 필요

□ 차세대 기술개발, 규제 합리화 등을 통해 식품·외식분야의 4차산업혁명 대응 역량 강화

- 식품가공 분야와 첨단과학기술과의 융합은 미래에 획기적 변화를 예고하고 있음. 즉 식품과학 기술은 가공용 원료의 처리, 가공, 포장 그리고 유통의 과정을 거치면서 첨단 과학 기술과 연계하여 기존과는 다른 기술이 개발되어 제조 현장에 적용되고 있음.
- 식품제조업 분야 스마트팩토리 도입을 촉진하고, 배달앱 뿐 아니라 식품·외식산업 전반의 푸드테크 스타트업 활성화가 필요함.

□ 미래식품산업 육성을 위한 체계적인 지원체계 마련 필요

- 농식품부는 2018년 「제3차 식품산업진흥 기본계획(2019~2022)」을 발표하면서 건강기능성식품, HMR(가정간편식), 고령친화식품 등을 미래유망식품산업으로 규정하고 선제적 육성의 필요성을 강조하였음.
 - 농식품부는 2025년까지 5년간 유망식품 분야에 R&D 예산 집중 투자 계획
 - * 2023년 고부가가치식품기술개발사업(R&D) 투자 규모 338억(2021년 대비 약 8% 증액)
 - * 신규과제 31개(지정공모과제 24, 자유응모과제 7) 선정, 향후 5년간 총 450억 원 투입
- 2019년 범부처 합동으로 발표한 「식품산업 활력제고 대책」에서는 맞춤형·특수식품, 기능성식품, 간편식품, 친환경식품 및 수출식품을 5대 유망식품 시장으로 제시하고, 이들 시장육성을 위한 법·제도 등의 개선방안을 제시한 바 있음.
 - 그러나 지속적인 정책과제 발굴과 정책수단 제시는 미흡한 실정
- 따라서 향후 유망한 미래식품시장 육성 및 관련 기술의 발전을 위해서 정부의 지속적인 핵심적인 전략과제 발굴과 체계적인 지원체계 마련이 필요함.

□ 미래식품산업의 지속적인 발전을 위한 주요 정책과제 발굴과 육성방안 제시

- 따라서 본 연구는 식품산업의 여건 변화를 반영하고 새정부 출범에 따라 푸드테크 기반한 미래 유망식품산업과 기술분야를 체계적으로 분류하고, 해당 분야를 육성하기 위한 핵심 전략과제 발굴과 정책 지원방안을 수립하는데 목적이 있음.
 - 세부 연구 목적은 첫째, 미래 유망식품과 푸드테크 관련기술을 체계적으로 분류하고, 국내외 실태와 사례를 분석하고, 둘째, 분석결과를 통해 관련 핵심 전략과제를 발굴하고, 셋째, 육성방안을 제시

2. 연구내용 및 방법

2.1. 연구내용

- 서론
- 푸드테크의 개요
 - － 개념과 영역
 - － 필요성과 의의
 - － 산업발전 배경과 전망
- 대체식품
 - － 식물기반 대체식품
 - － 배양육
- 맞춤형 특수식품
 - － 메디푸드
 - － 고령친화식품
 - － 마이크로바이옴
- 푸드테크기술
 - － 식품 3D 프린팅
 - － 푸드테크 로봇
- 요약 및 결론
 - － 시장규모 추정
 - － 당면과제와 추진방향

2.2. 연구방법

□ 분야별 전문가 풀(pool) 구성으로 T/F 팀 운영

○ 미래식품분야별 기술 및 정책 전문가, 업계 등으로 T/F 분과 구성

<분과별 전문가 T/F 구성>

구 분		성 명	소 속	
1분과 (대체식품)	정책·제도	최지현	GS&J	
	기술	엄병현	KIST	
		김관수	서울대학교	
	업 계	배양육	김 산	BRD
		식물성 대체육	윤효정	CJ
			전진영	대상(주)
			주범진	신세계푸드
			박성용	동원F&B
		연구&협회	박미성	KREI
박경아	식품산업협회			
2분과 (맞춤형식품)	정책·제도	최지현	GS&J	
	기술	김정선	보건사회연구원	
		윤복근	광운대학교	
	업 계	메디푸드	이준희	대상라이프사이언스
		고령친화식품	권훈태	풀무원
		마이크로바이옴	정이형	전북바이오융합산업진흥원
		연구&협회	김서영	융기원
	박경아		한국식품산업협회	
3분과 (3D식품 프린팅)	정책·제도	최지현	GS&J	
	기술	이진규	이화여대	
		김범근	한식연	
	업계(3D프린팅)	김현우	BIPPECO	
		이산홍	(주)엘에스비	
	연구&협회	박현진	고려대학교	
		이인환	충북대학교	
박경아		한국식품산업협회		

4분과 (자동화 및 로봇기술)	정책·제도	최지현	GS&J
	기술	이중호	전주대학교
	업계(자동화 및 로봇기술)	안규학	두산로보틱스
		이용복	DRB 오토메이션(주)
		김성빈	엑스와이지
		이주영	경기도주식회사
		우 일	로보아르떼
		안병익	식신
		한순구	바로고
	연구&협회	권기현	한식연
박경아		한국식품산업협회	

□ 분야별 전문가 간담회 추진

- 분야별 전문가 간담회를 수시로 실시하고 토의 결과를 정리
 - 이슈와 정책과제 도출

회의명	일시	장소	회의방식
식물성 대체식품 영상회의	22.08.10, 14:00		ZOOM
식품제조 외식 영상회의	22.09.22, 15:00	-	ZOOM
자동화 로봇 영상회의	22.09.29, 16:00	-	ZOOM
대체식품 간담회	22.10.18, 13:00	한국식품산업협회	1차 대면회의
자동화로봇 간담회	22.10.21, 14:00		2차 대면회의
맞춤특수식품 간담회	22.10.24, 14:00		3차 대면회의
식품제조 외식 간담회	22.10.26, 10:00	aT센터	4차 대면회의
전체 분과 합동 간담회	22.11.07, 14:00		5차 대면회의

□ 분야별 보고서 작성

- 분야별로 책임집필자를 선정하여 해당분야 보고서 작성
- 식품산업정책포럼에서 연구결과 발표와 논의를 통해 보고서 작성
 - 연구중간보고 발표(9.15)

< 분야별 보고서 목차 >

- 정의 및 범위
- 국내외 시장동향
 - － 해외시장
 - － 국내시장
- 연구개발 동향
 - － 해외 연구개발동향
 - － 국내 연구개발 동향
 - － 업체동향 등
- 주요국의 정책 동향
 - － 외국의 정책동향
 - － 한국의 정책동향
- 정책여건 진단
 - － 당면이슈와 쟁점
- 정책추진방안
 - － R&D
 - － 제도 및 규제 개선
 - － 시설장비 등 인프라
 - － 인력 양성 및 창업 지원
 - － 민간 및 정부 역할/ 부처 협력

제 2장 푸드테크의 개요

1. 개념과 영역

1.1. 개념

- 푸드테크란 음식(Food)과 기술(Technology)의 합성어로, 식품산업과 관련산업에 인공지능(AI), 사물인터넷(IOT), 3D프린팅, 로봇기술, 빅데이터, 정보통신기술(ICT) 등 4차산업기술을 적용하여 발전된 형태의 산업과 부가가치를 창출하는 기술로서 식품의 생산, 보관, 유통, 판매 등 전 과정에 적용 가능함. 푸드테크는 광의의 개념과 협의의 개념으로 구분해서 정의할 수 있음.
- (협의의 푸드테크)는 식품 제조(생산)·외식·유통·소비분야에 적용 가능한 빅데이터와 생명공학, 식품공학, AI, 로봇, 블록체인등의 ICT 기술 등 대표적인 제 4차산업의 핵심기술을 의미함.
- (광의 푸드테크)는 식품 제조·외식·유통·소비 부문에 적용한 제 4차 산업기술 뿐 만 아니라 ICT기반 농업생산 기술과 농식품관련 HW 및 SW, 식품포장·안전 및 품질관리 관련 기술을 포함한 일종의 농업-푸드테크(Agri-Food Tec)로 정의함.

그림 2-1. 광의의 푸드테크 영역

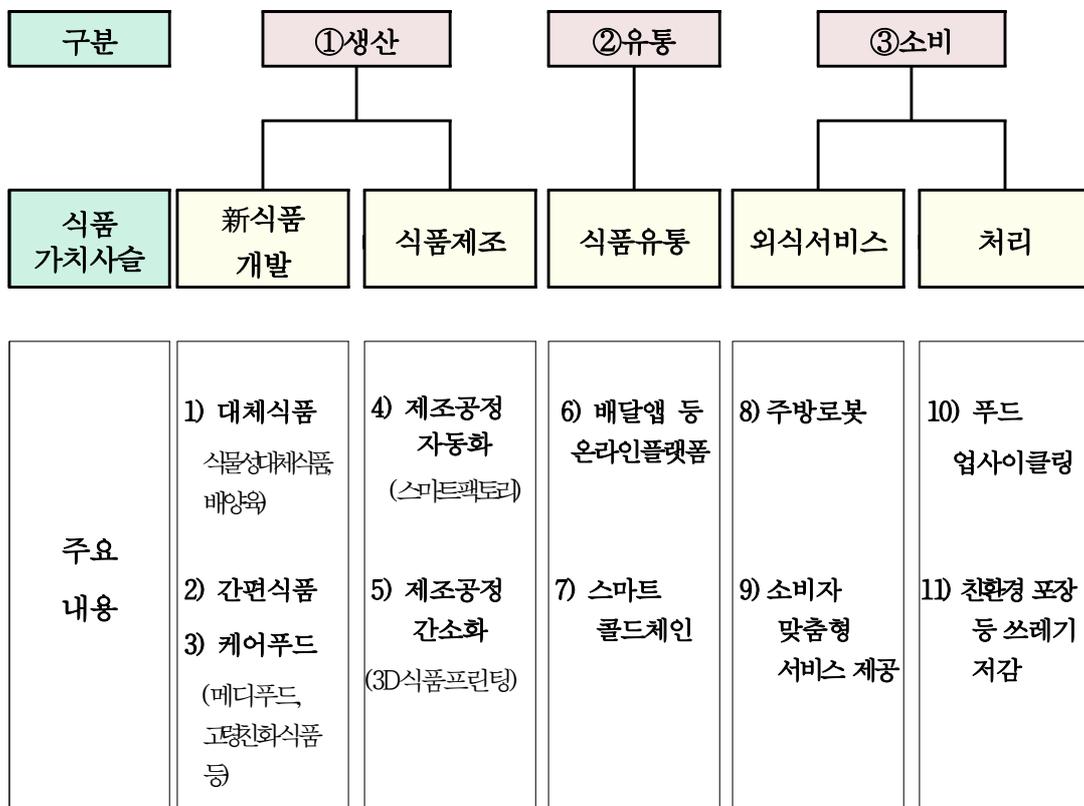
			
농업기술 (AgriTech)	소비자 앱 및 서비스 (Consumer Apps&Services)	식품 배달 (Food Delivery)	식품 가공 (Food Processing)
✓ IoT(센서), 드론, 농장 관리 소프트웨어 등 농업 효율성을 높이고 폐기물을 줄이는 서비스 및 기술	✓ 식당 및 음식(식자재)에 대한 정보 및 속성에 대한 접근을 용이하게 하는 앱 서비스 및 식당 코칭	✓ 네트워크를 통해 소비자가 직접 주문하는 음식 배달 서비스 및 물류유통 혁신기술	✓ 혁신적인 기술(장비)을 활용하여 원재료의 맛과 기능을 개선한 제품 또는 식품가공기술
			
식품 안전 및 이력관리 (Food Safety & Traceability)	스마트 주방 및 식당 (Kitchen&Restaurant Tech)	차세대 식품 (Next-Gen Food&Drinks)	식품 폐기물 관리 (Surplus&Waste Management)
✓ 기계 및 기타 식품 가공 장비를 살균하고 제품의 신선도를 평가하며 유통 기한을 연장하는 기술 기반 솔루션 및 포장기술	✓ 센서(IoT)가 내장된 장비가 지속적으로 정보를 교환하여 하나의 데이터 네트워크로서 블록화 하는 스마트 장비 또는 기술	✓ 과학기술을 활용하여 새로운 유형의 식음료를 만드는 바이오기술과 제조 프로세스	✓ 음식물 쓰레기를 줄이는데 도움이 되는 제품 및 솔루션

자료:What is Food Tech? | The taxonomy behind the FoodTech Data Navigator (forwardfooding.com), 식약처, 식의약 R&D 이슈보고서, 2022.6 재인용

1.2. 범위(영역)

- 식품 가치사슬에서 협의의 푸드테크 범위는 '新식품 개발, 식품 제조 효율화, 유통, 외식서비스, 처리' 5개 분야로 구분이 가능함. 따라서 대체식품, 간편식품, 식품프린팅, 스마트팩토리, 배달앱 및 무인주문기, 배달·서빙·조리 로봇 등이 광범위하게 포함됨.

표 2-1. 푸드테크 범위와 영역



자료: 농식품부, 푸드테크산업 발전 대책, 2022.12

표 2-2. 광의 및 협의의 푸드테크 범위

구분		분야	주요 영역		
광의의 푸드테크 (Agri-Food tech)	협의의 푸드테크	식품생산	新식품	대체식품	식물성·미생물 대체식품, 배양육 등
				간편식	밀키트, HMR 등
				케어푸드	메디푸드, 고령친화식품, 기능성식품 등
			제조기술	생산공정 자동화, 식품프린팅, 스마트팩토리, 로봇 적용 등	
		식품유통	식품유통 무역	주문배달앱, 농식품 온라인 플랫폼 등	
		식품소비	외식 서비스	주방서빙 자동화	서빙로봇, 주방로봇 등
				식당주문/배달	배달앱, 무인주문기 등
				맞춤형 정보제공	음식·식당 추천, 영양 검색기술 등
			처리기술	푸드업사이클링, 친환경포장기술 등	
		연관 산업	농수축산	에그테크	디지털육종, 스마트팜, 스마트축산 스마트 육종, 정밀농업 등
푸드테크 개발	관련 하드웨어 및 소프트웨어 개발 산업 등				

자료: 농식품부, 푸드테크산업 발전 대책, 2022.12

1.2.1. 푸드테크 기반 신식품개발

- 푸드테크 기반 식품은 크게 대체식품, 간편식품 및 케어식품(맞춤형 특수식품)으로 크게 구분할 수 있음. 대체식품은 기존의 육류식품을 대체하기 위한 식물기반의 대체식품과 배양육으로 구분할 수 있음. 간편식품은 HMR, 밀키트 등이며, 케어(맞춤형특수)식품은 환자나 영양부족 취약계층, 질병 예방 소비계층 등을 대상으로 개발한 식품으로 메디푸드, 고령친화식품, 기능성식품, 마이크로바이옴으로 구분할 수 있음.

표 2-3. 푸드테크기반 제조 식품의 분류

구분	해당식품의 종류
대체식품	식물성대체식품, 배양육
간편식품	HMR, 밀키트 등
케어(맞춤형 특수)식품	메디푸드, 고령친화식품, 마이크로바이옴, (기능성식품)

주: 간편식품과 기능성식품은 확장된 푸드테크기반 식품으로 분류

- (식물기반 대체식품)은 주로 콩이나 밀 등으로부터 단백질을 분리하여 물성이나 식감이 육류에 가깝도록 개발하여 채식주의자 등을 위해 육류 대체식품으로 개발하고 있음.
- (배양육) 또 다른 육류대체식품이라 할 수 있는 배양육은 크게 세포, 배지, 지지체 및 배양기 관련 기술이 접목하여 제조하는 식품임. 일반적으로 배양육은 식물성 대체식품보다 영양과 맛의 유사성이 높다고 할 수 있음.
- (메디푸드) 메디푸드는 '정상적으로 섭취, 소화, 흡수 또는 대사할 수 있는 능력이 제한되거나 손상된 환자 또는 질병이나 임상적 상태로 인해 특별히 다른 영양요구량을 가진 사람을 위해 제조·가공된 맞춤형 식품임.
- (고령친화식품)은 섭취능력(삼킴, 씹기, 소화)이 저하된 고령자가 쉽게 섭취할 수 있도록 특별히 제조, 가공, 조리된 식품 및 식사 또는 고령자에게 부족하기 쉬운 영양소를 함유하도록 특별히 제조, 가공, 조리된 식품 및 식사로 규정함.1).
- (기능성식품)은 인체에 유용한 기능성을 가진 원료나 성분을 사용하여 제조·가공한 식품으로 정의함.2)

1) 김상효외, 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안(2017)

2) 건강기능식품에 관한 법률 제 3조

- (마이크로 바이옴)은 인체뿐만 아니라 동·식물, 토양, 해양 등 모든 환경에 존재하는 미생물군 및 관련 유전정보의 총체로서 이들 정보를 활용해 맞춤형 식품으로 제조할 수 있음.

1.2.2 식품제조: 3D 식품 프린팅과 스마트 팩토리

- (3D 식품 프린팅 기술)은 CAD 나 3D 스캐너를 통해 만들어진 3차원 디지털 디자인을 바탕으로 식품원료를 한층 씩 적층하여 3차원으로 재구성하는 식품 제조 기술임. 최근 과학적인 접근을 통해 새로운 형태의 요리를 만드는 분자 요리학이 재조명되고 있으며 '3D 푸드 프린터' 등을 통해 다양하고 새로운 요리를 제공하려는 시도가 진행되고 있음.
- (스마트팩토리) 4차산업 혁명에 따라 제조업은 AI, 로봇기술을 포함한 디지털트윈의 방향으로 발전하고 있음. 식품분야도 이와 같은 기술을 적용하기 위해 자동화 및 로봇기술, AI를 포함한 제조혁신을 통해 새로운 식품 공정, 로봇생산기술, AI를 활용한 다양한 활용기술 등이 개발되고 있음.

1.2.3 외식, 유통 및 소비분야

- (주문 및 배달) 소비자의 맛집 탐방 욕구에 따라 위치 기반과 리뷰 등을 통한 음식·음식점 추천 및 검색 앱이 크게 발달하고 있으며, 편리함을 추구하는 소비자의 다양한 요구와 성향에 맞춰 O2O 주문 및 배달서비스를 중심으로 급속히 발전하고 있음.
- 2021년 온라인 식품, 농축산물 및 음식배달서비스 시장규모는 코로나19 여파로 2019년 이후 급격히 증가해 57종 897억원에 달하는 것으로 조사됨.

표 2-4. 표 온라인 농식품 시장 규모

단위: 억원

구분	2017	2018	2019	2020	2021
음식료품	79,970	104,944	134,467	195,042	242,950
농축산물	24,246	29,405	37,231	57,926	71,164
음식서비스	27,326	52,628	97,354	173,342	256,783
계	131,542	186,977	269,052	426,310	570,897

자료: 통계청, 온라인쇼핑몰 판매매체별/상품군별거래액 (kosis.kr)

- (조리 및 서빙 로봇) '서빙 로봇'은 최근 '코로나 19' 사태에 따른 무접촉·비대면(uncontact) 문화의 확산은 이를 더욱 가속화 시킬 것으로 전망됨. '조리

및 보조 로봇'도 속속 개발되어 햄버거, 피자 등 패스트푸드 음식을 중심으로 상용화 진행 중임.

- 주방이나 홀서비스에 로봇이 등장하여 인력을 대체하여 원가를 절감시키고, 생산성을 높이고 있음. AI를 활용한 다양한 활용기술과 외식산업을 포함한 새로운 서비스를 창출하기 위해 전 세계에서 관련 기술이 활발하게 개발되고 있음.
- (식당 무인주문기)식당의 무인기 메뉴 주문은 코로나19의 영향뿐만 아니라 비용절감을 위해 빠른 속도로 확대되고 있음.
- (농식품유통 플랫폼)최근 농식품 무역거래의 증대 및 거래 등 무역업무를 대행하는 플랫폼 구축사업도 활발히 진행중임.
- (식품정보 제공) 소비자들에게 맛집 등 식당 검색과 식품 영양 정보 검색 등을 제공하는 검색 앱을 개발하여 제공함으로써 효율성이 증가하고 시간 절약 및 정보 정확성 등이 향상되면서 사업자 및 소비자 모두 만족도가 증가하고 있음.

1.2.4 푸드테크 관련산업

- (스마트 패키징) 스마트 패키징은 식품오염을 방지하고 선도를 유지해 안전성을 확보하는 기능성 패키징과 화학, 전자, IT 기술을 접목해 포장 본연의 기능외 정보 제공기능 등을 추가한 지능형 패키징으로 나뉨.
- (안전성 및 품질관리) 안전도 검사를 위한 기기 개발, 이력추적기술 도입을 통한 품질 및 안전성관리 등 식품의 개발 이후 품질이나 안전에 관한 관리도 블록체인, 빅데이터, ICT 등 다양한 기술을 접목하고 있음.

2. 중요성과 의의

2.1. 중요성

□ 식품산업의 글로벌 경쟁력 강화

- 식품산업이 정체된 국내 식품시장에서 탈피하여 글로벌시장으로 진출할 수 있는 교두보 마련 필요

- 새로운 제품 개발과 원가 절감으로 글로벌 경쟁력 제고
- **중소식품기업의 지속적 성장여건 조성**
 - 식품개발 인프라 구축, 관련 기술개발 및 전문인력 강화
 - 청년 일자리 창출과 취업기회 제공
 - 타 산업과의 융복합 기술발전 토대 마련
- **농업의 과학화 및 첨단농업 실현**
 - 스마트 농업, 스마트 축산 및 노지 정밀농업 발전 시대적 요구 부응

2.2. 의의

- **식품기업**
 - 대체식품 등 고부가가치의 새로운 상품개발과 자동화·로봇화를 통한 원가 절감으로 글로벌 경쟁력 제고
 - 스마트기기를 통한 주문 및 결제, 자동 주문서 발급, 정확한 배달 등으로 원가 절감, 시간 절약 등 효율성 재고와 경영혁신 실현
- **푸드테크 산업**
 - 4차산업기술의 지속적 발전에 따라 새로운 미래식품 관련 성장산업으로서 자리 매김
 - 식품 융복합 등 새로운 학문적 영역 개척으로 청년층의 취업 및 창업 기회 제공
- **소비자**
 - 대체식품·메디푸드·고령친화식품 등 개인 맞춤형 식품 섭취를 통해 질병 예방 및 치료로 건강 증진
 - 온라인 주문·결제와 원하는 시간 배달 등으로 식품구매의 편의성과 효율성 증가

- ICT 및 블록체인 기술 등 과학 기반 식품안전 관리로 소비자의 식품안전·안심 욕구 충족
- 식품 주문·배달·검색·추천 관련 앱 등의 개발로 소비자의 다양한 식품 소비 구매 욕구 충족

□ 농업계

- 가축 사육두수 감소로 가축 배설물 등 환경오염에 대한 부담 완화
- 스마트농업, 스마트 축산 및 정밀농업 등 과학영농 적용으로 생산성 향상과 생산비 절감을 통해 농가소득 증대
- 부족한 농촌노동력 문제 해결로 지속적 농업 발전 여건 조성
- 대체식품 원료의 재배(배양) 및 공급 확대로 새로운 농가 소득원 창출

□ 국가차원

- 대체식품의 개발 및 공급으로 식량 부족 문제 해결과 식량안보 강화
- 식물기반 대체육 및 배양육 등 대체식품의 공급으로 친환경 생태계 조성
- 가축사육 두수 감소 및 음식물 쓰레기의 과학적 처리 등을 통해 저탄소 및 탄소 중립 국가 발전전략에 기여
- 푸드테크 관련 식품산업 육성을 통해 미래 식품산업의 지속적 성장 견인

3. 산업 발전 배경과 전망

3.1. 발전 배경

3.1.1 식량안보

- 소득증대와 인구 증가로 인한 세계 식량이나 육류 수요는 증가추세임. 반면 지구온난화에 따른 기후변화로 홍수, 가뭄, 한파, 폭설 등 기상이변이 빈번하게 발생하면서 곡물 수급 및 가격은 더욱 불안정해 식량안보에도 큰 영향을 미치게 될 것임.

- 전문가들은 식물기반 대체식품 및 세포배양육 등의 대체단백질로 육류 소비를 일부 대체하고, 스마트팜이나 스마트 식물재배기를 활용한다면 식량난과 식량안보를 어느 정도 해결할 수 있을 것으로 기대함.

3.1.2. 4차산업 기술의 발전

- 인공지능(AI), 사물인터넷(IOT), 정보통신기술(ICT) 뿐만 아니라 블록체인, 5G, 모바일 다바이스의 확산 가속화 등으로 식품의 제조(가공), 판매, 유통 각각의 분야에 새로운 기술 적용이 가능하게 됨.
- 다양한 산업용·서비스용 로봇이 식품 제조 공장, 식료품 유통업체, 외식업소 등에 도입되면서, 단순 반복 업무가 아닌 고부가가치 영역에 인력을 집중하는 등 고효율 추구가 가능해졌다. AI와 IoT 기술이 적용된 스마트팜에서 농산물을 재배하고, 조리된 음식은 자율주행 로봇이 서빙하며, 빅데이터 기술을 바탕으로 식품 제조, 음식 조리, 유통 및 배송 등 전 영역을 데이터화해 개별 소비자 맞춤형으로 제공할 수도 있게 됨(삼일회계법인, 2022).

3.1.3. 코로나19 장기화로 비대면 중심의 푸드테크 확산

- 코로나19 팬데믹이 장기화되면서 농식품 온라인 거래가 급증함. 이 과정에서 배달 애플리케이션이나 O2O(Online to Offline·온라인 구매 후 오프라인에서 상품을 받는 방식) 서비스 등의 역할이 중요하게 대두됨. 외식업체에서도 비대면 소비 트렌드와 함께 원가절감을 위해 식품제조·서빙·배달 등에 로봇이 활용되고 있음.

3.1.4. ESG, MZ세대 가치소비 Veganism : 친환경 대체식품에 대한 관심 증대

- 지속가능한 발전에서 시작된 'ESG(Environmental·Social·Governance, 환경·사회·지배구조)' 경영이 글로벌 트렌드가 되면서, 푸드테크는 친환경적인 지속 가능 먹거리를 제공한다는 점에서 주목받고 있음. 실제로 매년 전세계에서 2억톤 이상의 육류가 생산 및 소비되는데, 사육과정에서 대량의 온실가스가 배출되며 환경오염이 발생함(삼일회계법인, 2022).
- 대체육, 배양육, 식물성 유제품 등 다양한 대체식품들은 농축산업의 탄소 배출을 줄이고 식량위기, 식품안정성 등 사회적 문제를 해결할 대안이 될 것으

로 기대되며, 상기 이유로 다수의 기업들이 ESG 투자 대상으로 푸드테크를 선택하고 있음.

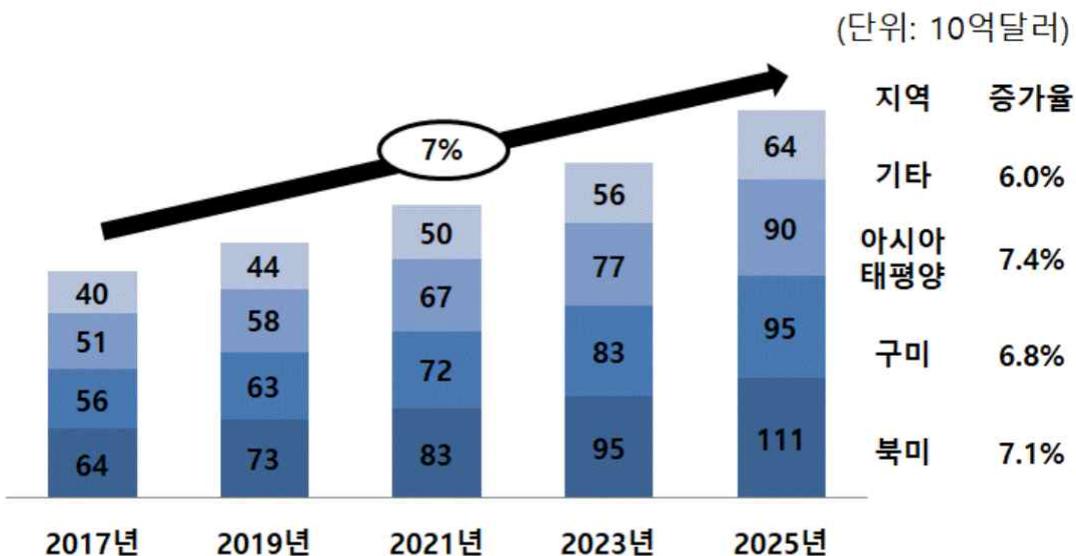
3.1.5. 소비자의 영양 및 건강의 높은 관여

- 현대인의 면역력 증강을 위한 발효기술, 프리·포스트 바이오틱스 등 건강기능식품시장의 급성장이 전망되며, 고령층의 영양균형을 위해 3D 식품프린팅을 활용하는 방안도 고려됨.
- 고령층, 취약계층, 환자층에 대한 맞춤형 특수 식품(케어푸드)수요가 증가하고 있어 메디푸드, 고령친화식품, 기능성 식품시장이 빠르게 성장하고 있음.

3.2. 시장 전망

- **(빠른 속도의 시장 성장)** 세계 푸드테크 시장규모는 2017년 2,110억 달러 규모에서 연평균 7% 성장률을 보이며 2025년에는 3,600억 달러 규모까지 성장할 것으로 전망됨. 대륙별로 보면 북미가 전체 시장 대비 31%의 가장 높은 비중을 차지할 것으로 전망되었으며, 유럽(26.3%), 아시아·태평양(25%), 기타(17.7%) 순으로 나타남.

그림 2-2. 세계 푸드테크 시장 규모 전망(2017~2025)

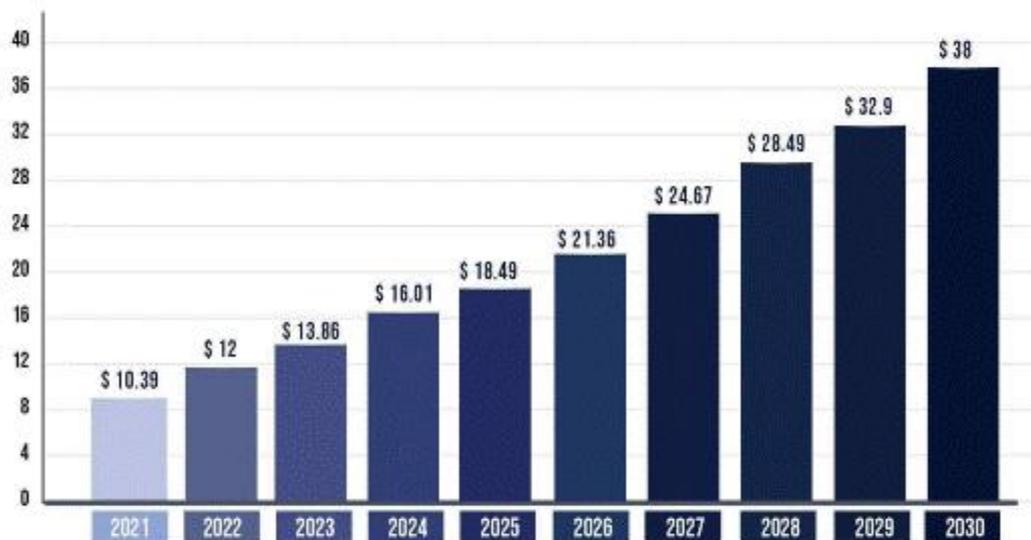


자료: 일경BP총연(2018: 19), 푸드테크의 미래 2019-2015 /한국농촌경제연구원, 식품산업의 푸드테크 적용 실태와 과제(2019) 재인용

- **(개인맞춤형식품 시장 발전)** COVID-19의 여파로 외부활동이 축소되고, 개인별 취향과 건강에 적합한 제품을 소비하는 나를 위한, 나에 의한, 나만의 소비트렌드, '미코노미(MEconomy)' 트렌드가 급부상하고 있음.
- 고령화의 급진전으로 고령친화식품(케어푸드)과 치료용 메디푸드와 같은 특수 용도식품의 수요는 증가하게 될 것임. 세계 개인 맞춤형 영양식품의 시장 규모는 2021년 104억 달러에서 2030년 380억 달러 규모로 3.8배로 확대될 전망이다.

그림 2-3. 세계 개인 맞춤형 영양식품시장 규모 전망

단위: 10억 달러



자료: Personalized Nutrition Market Size, Share, Report 2022-2030 (precedenceresearch.com)

- **(대체식품시장의 성장)** 선진국에서는 축산식품을 대체하려는 사회적 관심을 바탕으로 대체식품 시장이 빠르게 성장하는 추세임. 먹거리 안전성과 건강, 가축분뇨 축소 등의 자원·환경의 지속가능성, 생명윤리 등에 대한 소비자의 관심이 확대됨.
- 호기심, 편의성, 개인 영양·맞춤식품에 대한 소비자 요구와 더불어 동물복지 및 윤리성 문제, 건강과 지속가능성(자원·환경)에 대한 관심 증가는 세계 대체식품 시장의 성장 요인으로 작용함. 세계 식물기반 대체식품 2025년 기준 시장전망치는 추정기관에 따라 12~21조원의 차이를 보임.

표 2-5. 식물기반 대체식품의 시장규모 전망

구분	추정기관	추정연도	시장규모	연평균증가율 (%)
전망1	블룸버그	2022	2020: 294억 달러(39조원) 2030: 1,620억달러(214조)	18.6
전망2	Global Data	2022	2020: 60.7억 달러(7조원) 2025: 101.3억달러(12조원)	10.8
전망3	Meticulous Research	2019	2017: 89.9억 달러(11조원) 2025: 178.6억 달러(21조원)	9.0

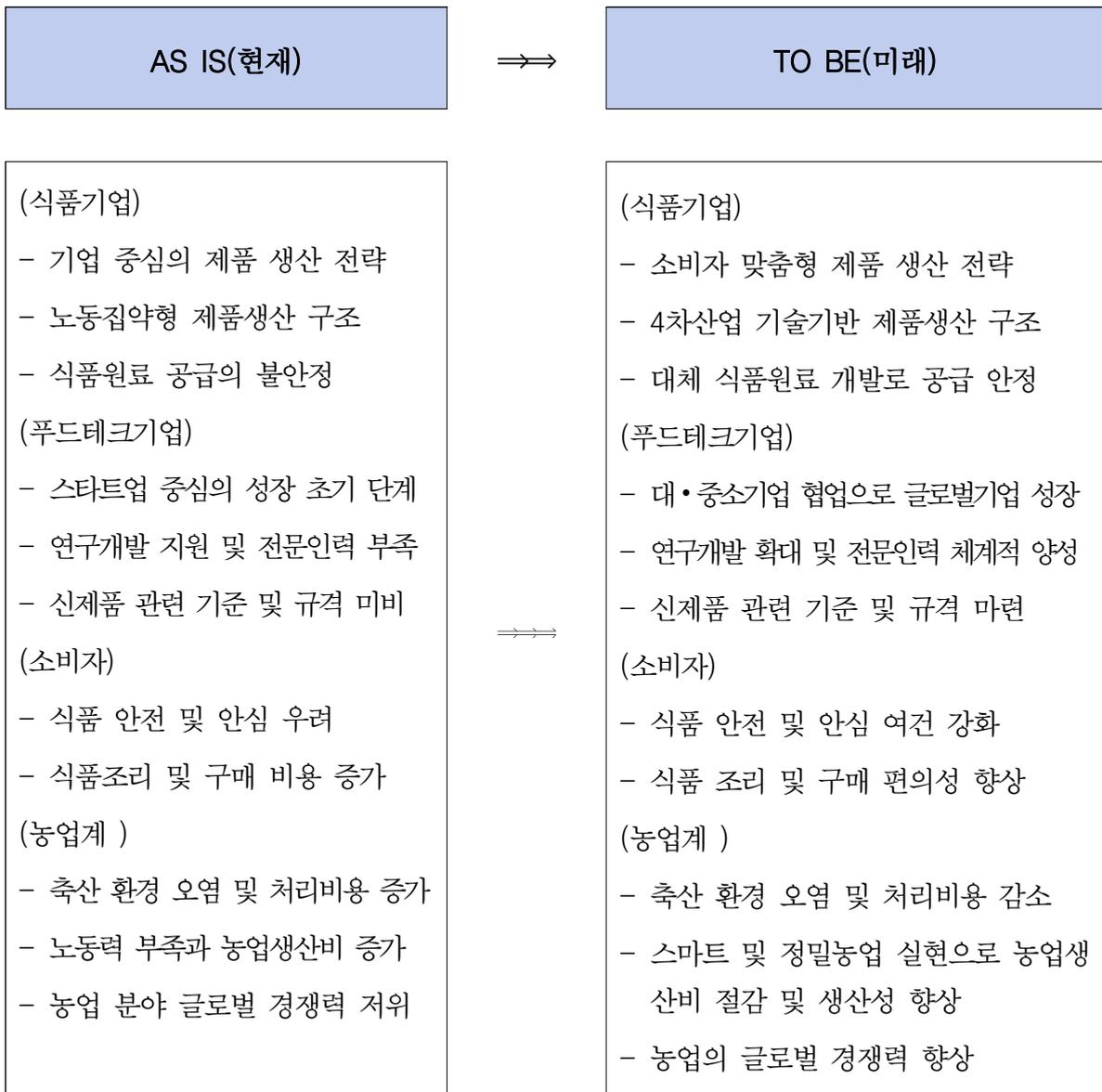
자료: Blumbug(2021) Global Data(2022),Meticulous Research(2019)

- **(온라인 플랫폼의 빠른 성장)** 비대면 중심의 라이프스타일 변화로 온라인 식품 구매 비중이 계속 증가할 전망이다, KREI의 2021년 식품소비행태조사결과에 의하면 온라인 식품구매 빈도가 전년대비 51% 증가했으며, 배달편리성(29%)과 가격이 저렴(24%)해서 온라인 구매가 증가하는 것으로 조사됨.
- 2017~2021년 동안 온라인 식품시장은 연평균 44.3%의 급속한 성장을 보였음. 코로나19 상황이 회복국면에 접어들면서 일상생활로 회복하는 추세이지만, 비대면 식생활과 식자재 구매의 편리성을 추구하는 경향이 지속될 전망으로 온라인 식품시장은 지속적인 성장이 전망됨.
- **(로봇공학과 AI 융복합 성장)** 식품기업은 최신 로봇 공학과 인공지능(AI)을 통해 상품과 소비자의 수요를 추적하고, 데이터 분석에 근거하여 생산을 평균화시켜나가고 있음. 또한, 로보틱스와 AI에 의한 솔루션은 식품 생산자와 제조업자가 대중에게 큰 영향을 미치기 전에, 오염된 식품을 찾아내고 공급체인에서 제외할 필요가 있는지 없는지 판단하는 데도 도움이 됨. 향후 인간은 로봇에게 다양한 대상물의 처리 방법을 훈련시킬 수 있게 되고, AI는 식품 업계의 생산성과 효율성을 향상시키는데 기여하게 될 것임.
- 식품 및 음료업계에서 로봇 설치는 2013년 이후 2018년에는 거의 배로 확대되어 연평균 성장률은 15%를 이룩했으나 전체 설치 대수의 3% 미만임. 향후 식당이나 제조업체에 관련 위생표준이 설정되면 더 많은 식품 로봇이 제조업체와 외식업계에서 이용될 것임.
- **(3D 식품 프린팅시장 성장)** 3D 푸드 프린터는 식품의 개발이라는 관점에서 큰 가능성을 갖고 있으나 식재료의 토출(discharge) 기술 제한 등으로 아직 발전 초기 분야에 머물러 있음. 향후 우주 식품의 3D 프린트 및 기존의 식량

정보를 고려한 곤충식 및 인공 배양육을 재료로 하는 식품 프린터 개발 등 다양한 시장수요가 존재하기 때문에 발전 가능성이 높음.

- 세계 3D 푸드 프린팅 시장은 2018년 7,880만 달러로 추산되며 2019년부터 2023년까지 연평균 46.1% 성장하여 5억 2,560만 달러에 이를 것으로 전망되고 있음. 그중 북미 시장은 3D 프린팅 식품 수용을 위한 식품안전 규정 개정, 제과점 및 레스토랑의 맞춤형 식품에 대한 수요 확대로 최대의 3D 푸드 프린팅 시장으로 부상하고 있음.

3.3. 푸드테크 발전에 따른 농식품산업의 미래 모습



제 3장 대체식품

1. 식물기반 대체식품

1.1 정의 및 범위

- 대체식품 유형은 식물단백질 기반 제품, 곤충단백질 기반 제품, 해조류 단백질 기반 제품, 미생물 단백질 기반 제품, 배양육 총 5개 유형으로 구분됨.
- 식물성 대체식품은 식물에서 추출한 단백질을 이용하여 고기, 계란 등 축산 식품과 비슷한 형태와 맛이 나도록 제조한 식품(또는 소재)으로 식물성 고기, 식물성 계란, 식물성 유제품 및 음료 등이 있음(KREI,2020)
- 식물, 해조류, 미생물(균류) 등에서 추출한 식물성 단백질 성분을 이용하여 축산식품과 비슷한 형태의 맛이 나도록 제조한 식품(aT, 2021)
- 대체식품에 주로 사용되는 식물기반 단백질은 대두 단백질(대두분리 단백질과 조직화대두단백), 밀 글루텐, 완두 단백질, 그리고 곰팡이 단백질인 퀴(Quorn) 등임. 대두 단백질, 곰팡이 단백질 등은 단백질 소화 능력을 고려한 아미노산 점수가 소고기 등 육류에 비해 낮지 않아 대체식품의 소재로 많이 활용됨.

표 3-1. 식물기반 단백질의 종류와 특성

제품명	주원료	특성	용도
대두분리 단백질	대두	단백질 함량 85% 이상으로 아이소플라본이 함유된 고단백질공급원	소시지, 치킨 가슴살 및 너겟, 식물성 슬라이스 햄 등
조직화 대두단백	대두	탈지대두를 사용하여 압출기로 다양한 모양으로 성형	베지버거, 미트, 소시지, 치킨 너겟 햄볼 등
밀 글루텐	밀	생글루텐(활성글루텐),분말글루텐. 결합력이 강하여 식감이 쫄깃	밀고기,베지버거, 미트 등에 섞어서 사용
완두 단백질	완두콩	단백질20%	대중화되어 있지 않음
퀴(Quorn)	버섯(균류)	Mycoprotein, 영국에서 제조	버거류, 소시지, 그릴 등

자료: 한국바이오협회

1.2. 국내외 시장동향

1.2.1. 해외시장

- 세계 대체식품 시장규모는 2017년 89.9억 달러, 2018년 96.2억 달러이며, 2019년부터 연평균 9.5%씩 성장하여 2025년에는 178억 5,860만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 세계 대체식품(단백질) 제품유형별 시장규모는 식물기반 제품(식물성 고기, 식물성 계란, 식물성 우유 및 음료 등), 곤충 제품, 해조류 제품 순으로 크며, 특히 식물기반 대체식품시장은 전체 시장규모의 87.2%로 압도적인 비중을 차지함.

표 3-2. 세계 대체식품 제품유형별 시장규모(2017~2025)

단위: 백만 달러, %

구분	2017	2018	2019	2025	연평균증감률 (2019~2025)
식물단백질기반 식품	7,890.8	8,395.8	8,962.5	14,319.8	8.1
곤충단백질기반 식품	514.8	607.5	722.9	2,470.1	22.7
해조류단백질기반 식품	485.1	517.6	553.8	894.0	8.3
미생물단백질기반 식품	98.2	102.2	106.5	143.1	5.0
배양육	-	-	-	31.6	19.5
계	8,988.9	9,623.1	10,345.7	17,858.6	9.5

자료: Meticulous Research(2019:131). Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geographt 박미성외, 대체식품 현황과 대응과제, KREI농정포커스190호(2020.7)재인용

- 세계 식물기반 대체식품의 시장규모는 대체식품의 정의에 따라 발표기관마다 차이가 큰 것으로 나타남. Global Market data(2022)에 의하면 2020년 약 60억 달러로 2017년 이후 2020년까지 연평균 10.1% 성장했고, 2025년까지는 11.7%의 높은 성장을 기록할 것으로 전망됨. 두 기관의 발표자료를 종합해 볼 때 2025년 시장규모는 110~143억 달러에 이를 것으로 전망됨.

표 3-3. 세계 식물기반 대체식품의 시장규모 및 전망

단위: 백만 달러

구분		2017	2018	2019	2020	2025 (추정치)	연평균증가율(%)	
							17'/20'	17'/25'
식물성 대체식품	대체육1)	4,547.8	5,013.3	5,369.2	6,071.8	11,033.1	10.1	11.7
	대체식품2)	7,890.8	8,395.8	8,962.5	-	14,319.8	-	7.7

1) Global Data, 2022. Global Market Data, 2)Meticulous Research, 2019

- 2020년 대륙별 식물성 대체식품의 시장점유율은 유럽 37.4%, 북미 27.3%, 아시아-태평양 22.7%, 기타 12.6% 순으로 선진국의 시장점유율이 높게 나타남. 2025년 기준 북미 37.8%, 유럽 33.9%, 아시아·태평양 18.5% 북미시장의 성장세가 클 것으로 전망됨(aT, 2022).

표 3-4. 대륙별 식물성 대체육 시장규모 분포(202-2025)

단위: 백만달러, %

구분	2020		2025(추정치)	
	시장규모	비중	시장규모	비중
북미	1,658.3	27.3	4,169.6	37.8
유럽	2,268.5	37.4	3,740.3	33.9
아시아-태평양	1,378.7	22.7	2,041.4	18.5
기타	765.4	12.6	1,081.8	9.8
합계	6,071.7	100.0	11,033.1	100.0

자료: Global Data, 2022. Global Market Data,(aT, 2021보고서 재인용)

- 식물성원료 유형별 시장규모는 2020년 기준 콩류 55.6%로 가장 크며, 곡물류 19.1%, 채소·식물성 15.6% 순으로 나타남. 콩류에는 두부, 채소·식물성 단백질류는 콩과류 단백질과 완두콩, 곡물류는 밀 단백질의 비중이 높음.
- 2020년 대체식품 투자액은 31억 달러이며, 2019년 10억 달러 대비 3배 증가함. 대체식품 투자액 중 식물성 단백질이 21억 4,600만 달러로 71.5%를 차지

하였고, 임파서블 푸드(Impossible Foods Inc)가 5억달러 투자를 유치하였음.

- 최근 글로벌 식품기업들은 유망 대체식품 스타트업에 대한 투자 및 인수합병을 진행하거나 대체 단백질 제품을 출시하고 있음.
- 미국 최대 육류 유통기업인 타이슨푸드(Tyson Food)는 대체 단백질 관련 스타트업에 대한 지분투자를 진행 중이며, 최근 완두콩으로 만든 ‘레이즈드 앤드 루티드(Raised & Rooted)’를 출시한 바 있음. 네슬레는 대체 단백질 제품으로 식물성 고기외에 우유, 달걀, 새우 대체식품을 출시하였음.

1.2.2. 국내시장

- (시장규모) 국내 식물단백질 기반 대체식품 시장규모는 2016년 169억원에서 2021년 221억원, 2025년 271억원으로 추정되어 연평균 5.4% 씩 증가할 것으로 전망됨.
- 국내 식물단백질 기반 제품의 유형별 시장규모는 미트볼이 32%로 가장 많고, 버거패티(21.5%), 너겟류(17.8%), 소시지(12.0%) 등의 순서³⁾

표 3-5. 세계 대체식품 제품유형별 시장규모(2017~2025)

단위: 백만 달러, %

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025 (추정치)	연평균증감률 (2016~2025)
169	185	203	204	209	221	271	5.4

자료: 푸드테크, aT 식품시장뉴스레터. 2022.8. Global data(2022) 인용

- (사용원료 유형) 국내 식물성원료 유형별 시장규모는 2020년 기준 콩류 62.0%로 가장 크며, 채소·식물성 단백질류 29.3%, 곡물류 8.7% 순으로 나타남. 콩류에는 두부 및 유부, 채소·식물성 단백질류는 완두콩류 및 고구마류, 곡물류는 밀 단백질 등을 말함.
- (비건 인증) 2018~2021년까지 비건 인증을 받은 식품 제품수는 612개(누적)로 2019년 114개품목에서 151% 증가함. 비건품목은 장류, 제과, 라면, 주류 등 다양함.

3) 박미성의, 대체식품 현황과 대응과제, KREI농정포커스190호(2020.7)

- (기업동향) 식물성 대체식품 제조기업 66개 대상 설문조사결과 중소기업과 스타트업이 전체의 75.8%를 차지하여 푸드테크기술을 기반으로 한 중소기업이 주를 이루고 있는 시장임.
- aT발표(aT,2022)에 의하면 응답업체 중 63%만 매출을 실현했고, 나머지 36.8%는 제품개발 및 출시단계로 국내 식물성 대체식품 시장은 초기단계로 보여 짐.

표 3-6. 국내 식물성 대체식품 제조업체

단위: 개, %

구분	기업수	비중
대기업	7	10.6
중견기업	3	4.5
중소기업	37	56.1
스타트업	13	19.7
기타	3	4.5
무응답	3	4.5
계	66	100.0

자료: aT, 농식품부, 2021 가공식품 세분시장 현황: 비건식품, 2021

- 최근 대기업들의 식물성대체식품시장에 관한 관심이 높아져 식물성 대체식품 브랜드를 개발하고 제품 생산라인을 확대하는 등 시장개척을 위해 노력하고 있음. 식물성 대체식품을 제조 및 유통하는 대기업군은 롯데푸드, 태경농산, CJ, 제일제당, 풀무원, 동원F&B, 사조대림 등이며, 중소기업은 지구인컴퍼니, 디보션푸드, 바이오믹스테크, 쏘이마루 등이 있음.

표 3-7. 국내 식물성 식품 주요 생산기업 및 특징

회사명	특징
롯데	<ul style="list-style-type: none"> • 롯데푸드는 식물성 고기를 활용한 '제로 미트' 라인(콩류) 제품 출시 • 롯데리아는 대두·밀을 이용한 '미라클 버거'를 출시
지구인컴퍼니	<ul style="list-style-type: none"> • 대두·완두를 이용한 식물성 고기 제품 개발 및 출시
디보션푸드	<ul style="list-style-type: none"> • 압출성형공정법·응고점 유지 기술 등 자체 기술을 이용한 제품 개발
CJ제일제당	<ul style="list-style-type: none"> • 2021년 제품 출시. 원천기술 개발추진

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

1.3. 연구개발 동향⁴⁾

1.3.1. 해외연구개발 동향

- (기술 동향) 식물성 대체육을 섭취하는 주요 목적은 동물성 식품인 육류의 대체에 있으나 그 맛과 조직감이 기존의 육류에 비해 부족하여, 이를 비슷하게 하는 대체육 조직화 연구가 지속적으로 진행되고 있음.
- 지금까지 식물성 대체육의 조직화를 위한 방법으로 ① 방사법(spinning process), ② 압출성형공정(thermoplastic), ③ 증기법(steam texturization) 등이 적용되었으며, 대표적인 것은 압출성형공정 기술임. 추출한 식물성 단백질을 물과 혼합 후 압출기 내에서 가열하며 높은 압력으로 압출하면 압력, 열 및 기계적 전단력 등의 복합적인 작용에 의해서 가소성과 신축성을 갖게 되고 단백질의 분자들은 방향성을 가지면서 응고되어 식육과 비슷한 조직감을 만들 수 있음.
- (해외 동향) 해외 식물성 대체육은 실제 육류와 유사한 조직감·맛·풍미 구현을 목적으로 한 소재 발굴 및 가공기술 개발에 집중하여 다양한 제품을 출시 중임. 임파서블 푸드 등의 기업에서 기존 육류와 비슷한 맛을 내기 위해 두류식물 뿌리에서 '레그 헤모글로빈'을 추출하였으며, 식품에 활용 시 그 안전성에 대한 미국 식품의약국의 승인을 받음. 또한, 지방을 대신해 코코넛 오일을 첨가하는 등 식육 고유의 풍미를 식물성 대체육으로 재현하기 위한 연구들을 지속적으로 추진 중임.

1.3.2. 국내연구개발 동향

- 식물기반 대체식품에 대한 정부 R&D 투자는 2017년 319백만원에서 2020년 747백만원으로 2배 이상 증가하였으나, 규모면에서는 배양육이나 식물곤충과 같은 다른 대체육의 투자규모에 미치지 못함.

4) KISTEP기술동향브리프: 대체육, 2021

표 3-8. 대체육 국내 정부 R&D 투자 규모

분야	정부연구비(백만원)				
	2016	2017	2018	2019	2020
배양육	-	-	282	570	1,532
식물성식품	-	319	450	774	747
식용곤충	1,280	3,049	3,636	3,542	2,292
과제수(개)	19	39	45	53	39

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

- 식물성대체식품의 연구수행주체별 수행비중을 보면 대학이 66%로 가장 높고, 중소기업 20%, 중견기업 23% 순으로 높은 비중을 차지함.

표 3-9. 식물성대체식품 연구수행주체별 R&D 연구 수행 비중

단위: 백만원, %

구분	2017	2018	2019	2020	합계	
					예산	비중
대학	208	360	478	538	1,584	66
중견기업	52	90	90	120	352	14
중소기업	59	120	206	89	474	20
소계	319	570	774	747	2,410	100

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

- 식물성대체식품의 연구단계별 수행 비중을 보면 개발연구가 74%로 가장 많고, 응용연구(22%), 기초연구(4%) 순임.

표 3-10. 식물성대체식품 연구단계별 R&D 연구 수행 비중

단위: 백만원, %

구분	2017	2018	2019	2020	합계	
					예산	비중
기초연구	-	-	-	100	100	4
응용연구	78	130	221	70	499	22
개발연구	241	320	553	577	1,691	74
소계	319	450	774	747	2,290	100

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

- 식물성대체식품은 농식품부의 R&D 투자비중이 94%이며, 특히 고부가가치 식품기술개발 사업 연구비가 65%로 가장 높은 비중을 차지함.

표 3-11. 식물성대체식품 정부사업별 R&D 예산

단위: 백만원, %

구분	사업명	2017	2018	2019	2020	합계	
						예산	비중
농식품부	고부가가치식품기술개발	450	260	390	380	1,480	65
농식품부	미래혁신형식품기술개발	-	-	384	-	384	17
농식품부	맞춤형혁신식품 및 천연안심소재기술개발	-	-	-	267	267	12
과기부	개인기초연구	-	-	-	100	100	4
농진청	농업실용화기술R&D지원	-	59	-	-	59	2
계		450	319	774	747	2,290	100

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

1.4. 주요국 정책동향

1.4.1. 외국의 정책동향

- (EU) EU는 2018년에 ‘Supranational Protein Strategy’를 발표하였으며, 2020년 ‘Farm to Fork Strategy’를 통해 식물성 단백질 및 육류 대체물을 포함한 대체 단백질의 가용성과 공급원을 확대하는데 중점을 두고 추진함.⁵⁾
- 식물성 단백질의 수입 의존도를 줄이고 식물성 단백질 생산을 통해 통한 지속가능한 생산시스템구축을 골자로 하는 “Supranational Protein Strategy”를 발표함
- Horizon2020(‘14~’20) 자금 지원 프로그램을 통해 사용 가능한 자금을 두 배로 늘려 식물성 단백질의 경쟁력 있고 지속 가능한 생산을 유도하고 있음
 - Protein2Food 프로젝트를 통해 개인 맞춤영양, 대체단백질, 건강을 위한 가공기술, 식물 영양증진 등 4개 과제 지원

5) EU의 초국가적 단백질 증산전략(SPS) 상세 내용은 <별첨1> 참조

- Horizon Europe('21~'27) R&I 지원 프로그램에 사용할 수 있는 농식품 예산을 두 배 이상(38.5억 유로→100억 유로) 늘리고 EIP-AGRI 프로그램을 통해 경쟁력을 확보
- EU는 2020년 "Farm to Fork Strategy"를 통해 지속 가능한 식량 시스템을 위한 방안을 제시하면서, 식물성 단백질 및 육류 대체물을 포함한 대체 단백질의 가용성과 공급원을 확대하는데 초점을 둠
 - 식물, 조류, 곤충 등의 대체 단백질 분야의 연구개발을 지원
- (일본) 일본은 '차기 식료·농업·농촌 정책 기본계획'('20~'24, 20년 3월 수립)을 통해 식품 분야 신시장창출 및 경쟁력 강화를 위한 기술 분야를 선정하고 연구개발을 추진함.
 - 신규 가치 창출을 위해 식물 단백질을 이용하는 대체육 연구개발 등 푸드테크 기술개발을 산·학·관 협력을 통해 추진
 - (네덜란드) 국제 식품기업, 연구 기관, Wageningen 대학 및 연구센터를 집적한 Food Valley를 통해서 2030년까지 2020년 대비 식물성 단백질 소비 30% 증가를 목표로 제시함.
 - Protein Shift 프로그램을 통해 전 세계의 식물 단백질 스타트업과 기업을 연결하는 단백질클러스터를 운영함(Food Valley Business Network로 플랫폼 역할을 수행).⁶⁾
- (중국) 중국은 지구 온난화 등 환경 문제를 해결하기 위해 2030년까지 육류 소비량을 50%로 줄이는 것을 목표로 하는 '규정식 권고안(2016)'을 발표하였고, 부족한 단백질 섭취량 증대를 위해 식물성 고기 중심의 대체육 개발을 지원함.
 - 중국과학원을 통해 식물성 고기 중심의 대체육 개발 및 보급 확산을 지원

1.4.2. 한국의 정책동향

- (농식품부) 농식품부의 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024) (안)에서 농업 혁신성장·삶의 질 연구개발 강화를 위해 수요 트렌드에 맞는 고품질 농식품 개발·유통을 포함한 5대 중점 연구분야를 선정함

6) 네덜란드의 푸드테크기반 식품산업발전 사례는 <별첨2> 참조

- 건강증진 식품 신소재, 메디푸드, 고령친화식품, 3D 식품 프린팅, 식물성 대체단백질 및 마이크로바이옴 기반 포스트 바이오틱스 등 차세대 식품을 선정함. 중점 연구개발 분야 중 배양육, 식물성 고기, 식용곤충의 핵심기술을 선정하여 기술개발을 지원함.
- (관계부처합동) 제3차 혁신성장전략회의 안건인 '그린바이오 융합형 신산업 육성방안(관계부처 합동, 2020)'에서 5대 그린바이오 산업 지원 핵심기술 및 유망제품 중 하나로 대체식품을 선정함.
- 대체식품 제조를 위한 최적원료 발굴 및 함량 증진, 육류 모사 가공 기술, 세포 배양 기술 등 R&D 중점 투자함.
 - － 「고부가가치식품기술개발사업」(‘21-’25, 농식품부), 「대체간편식품소재개발」(‘22-’30, 농진청), 「미래유망특수식품개발」(사업기획중, ‘22-’26, 해수부)
 - － 대체식품 안전관리 기준 및 식품첨가물 사용기준 마련(‘20-’25, 식약처)

1.5. 정책여건 진단

1.5.1. 당면이슈와 쟁점

□ 당면이슈(과제)와 쟁점

- 글로벌 시장에서의 식물기반 식품 성장은 높은 반면, 국내시장은 아직 성장 속도가 늦은 상황임.
 - － 국내 식물기반 식품의 메뉴 다양성, 제품 품질, 시장에서의 판매 가능성 등이 해외 대비 매우 낮음
 - － 식물기반 식품 제조업체는 국내시장보다 해외시장 겨냥한 제품개발 및 수출 노력 필요
- 축산물 함유 가공식품의 K-Food 수출 제한 요인 존재
 - － 가축 전염병 발생 등으로 인한 축산가공품 수출 제한
 - － 축산물 함유 가공식품에 대한 수출 국가별 검역 기준 존재하며 대부분 까다로운 편임
 - － 할랄, 코셔 인증 등 해당 국가의 사전 인증 필요

- 동물성 원료를 식물성 원료로 대체한 식물기반 식품의 수출 가능성 높음.
 - 동물성 원료 대비 식물성 원료가 할랄, 코셔 등 인증 획득이 용이함
 - No-meat 소재 및 대체원료 적용 제품 개발을 통한 수출 추진 필요
- 수출 국가별 식물기반 식품에 대한 법적 기준 및 검역 기준의 차이 존재
 - 수출 국가별 제품별 요구사항(vegan, meat free, plant-based 등)에 대한 이해 필요
 - 생산라인 품질수준 검사(audit 기준) 등 파악 필요, 중소기업 지원 필요
- 국가별 첨가물 등 사용 규제가 다름에 따라 식물기반 대체식품 수출 제한 요인 존재
 - 대체식품에 사용되는 성분 등의 이슈(원재료의 하부원료 포함)
 - 모든 첨가물을 식물성 원료로 대체 필요, 전담 생산라인 필요하나 절대적으로 부족한 상황
- 수출 시 이미 시장 형성된 해외에서의 가격 및 품질 경쟁력 확보 필요

□ 문제점 (당면과제 해결위한 기본방향)

- 식물기반 식품산업은 협소한 국내시장에 반해, 해외시장의 성장세가 빠르고 시장규모가 크기 때문에 해외시장을 겨냥한 제품개발 및 수출 촉진을 위한 정책 필요
- 국내 제조업체는 식물기반 식품의 원천 소재나 기술 모두 대부분 외국에 의존하고 있으며, 저렴한 원가나 빠른 제품 출시를 위해 수입한 핵심원료를 이용하여 단순한 제품 배합 위주의 상품 개발 중임. 식물기반 식품 제조를 위한 핵심원료의 국내 생산·공급 능력 확보 필요

1.5.2. 업계 건의사항

- 식물기반 식품의 수출 촉진을 위해 규제, 수출홍보, 법/제도, R&D 분야에 대한 주요 이슈 및 정책 제안(개선사항)을 조사함.

관련 분야	세부 분야	주요 이슈	정책 제안(개선사항)
식물성 대체식품 수출 촉진	규제	○ 국가별 규제 내용 상이	○ 수출대상국과 규제 조건/현황 등에 대한 communication 라인 구축하여 제품 개발자가 현지 정보가 필요할 때마다 실시간 파악 가능하도록 지원
		○ 식품 및 첨가물 등 사용 규제가 달라 수출국에 따라 대응 어려움 : 성분 이슈에 따라 수출 불가 사례 발생	○ 주요 수출국에 대한 대체식품 관련 소재의 식품 규제 정보 수집 및 관련 업체 정보 제공 ○ 대체식품 수출관련 컨설팅 등 전문기관 자문 지원
		○ 미사용 원료에 대한 표현 불가 - (예) 우유 미사용 제품에 lactose free 표현 불가	○ 식물성 원료를 사용할 경우 다양한 건강적인 이점을 표현하고 소비자가 선택할 수 있도록 규제 완화
	수출홍보	○ 국가별 식물성 대체식품 시장 상황 및 타겟 소비자 특성/니즈 등에 대한 분석 필요. 특히 서구와 싱가포르, 대만 등에서는 식물성 대체식품의 품질이 좋고 선택 폭이 많아 진입장벽이 높음	○ 수출 대상국 식물성 대체식품 시장 현황에 대한 분석과 소비자 조사 등을 수행해줄 수 있는 기능 필요. 현지의 white space와 타겟 제품 제형/ flavor 등에 대한 제안을 지원할 수 있는 기능 필요.
	법/제도	○ 수출시 원료 사용 관련 동등성 인증이 어려움	○ 동등성 인정을 위한 통상 노력으로 해결 (예: 유기 가공식품 인증 사례)
		○ 국가별 비건인증 방법, 절차가 상이하야 대응 부분에 어려움	○ 주요 식물성제품 수출국 비건 제도 세미나 개최등 지원
		○ Vegan 인증 라인 등 audit 필요	○ 국내 식물성 대체식품 생산 가능한 라인 설치 장려하고 해당 국가에서 audit 요구 시 지원 - Audit조건/첨가물 가용성 등에 대해 전문적 지원
		○ 비건 인증제도 개선	○ 비건 Global 인증 기준 마련 - 비건 인증에 대한 지원제도 마련 (예) 국가식품클러스터 인증 등
	R&D	○ 원료개발 비용 부담 과중	○ 원료개발 연구비 지원 - 농기평 기획과제 선정 등
		○ 해외에 비해 활용 가능한 원물 제한적	○ 다양한 원물 활용 부가가치 높은 신소재 확보 지원 - 농가에 부가가치 높은 원물 경작 지원
○ 식물성 뿐 아닌 발효 단백질 확보 필요		○ 발효단백 소재 개발 및 인정 지원	
기타	-	-	

자료: CJ제일제당, 신세계푸드, 태경농산, 풀무원 등 기업체 조사를 활용하여 정리함.

- 식물기반 식품 핵심원료의 국내 생산/공급능력 확보를 위해 기업지원, 규제, 수출홍보(시장개척), 법/제도, R&D 분야에 대한 주요 이슈 및 정책 제안(개선사항)을 조사함.

관련 분야	세부 분야	주요 이슈	정책 제언(개선사항)
핵심원료의 국내 생산/공급 능력 확보	기업 지원	○ 국내 식물기반식품 핵심 원료에 대한 정보 부족	○ 현재 국내 자원으로 활용 가능한 대체식품 원료에 대한 정보 수집 및 DB화를 통한 정보 제공
		○ 국내 단백질 분리 시설 부재 - 개별업체의 단백질 분리시설 구축이 필요하나, 경제성 낮음	○ 단백질 분리시설 공동 이용 및 중소기업과의 협업 정보 공유
		○ 국내 생산 단백질 소재 선택 제한적 (기능 제한적이고 가격 경쟁력 낮음) - 원물 생산량 적어 글로벌 대비 소재 가격경쟁력 낮음	○ 다양한 구조 및 기능성 단백질 소재의 원물 재배 지원 ○ 단기적으로 필요시 수입 원물로 소재 생산 지원 (관세 혜택 등), 장기적으로 국내 생산 지원
		○ 부산물 활용 사례 제한적	○ Recycling 원료로 대체식품소재 생산시 혜택 지원 ○ 기업 간 생산 부산물과 단백질 소재 활용 연결 지원
		○ 영양 가치 향상이 매우 필요 - 해외 제품들은 이미 영양 가치를 반영하고자 연구 진행하고 있으므로 추후 수출시 경쟁력이 낮아질 수 있음	○ 단백질 품질 (PDCAAS 등) 개념 포함하도록 지원 ○ 미세영양소 관련 ‘강화’ 기술지원
	규제	○ 발효 단백질 관련 균주 및 소재 미인정	○ 발효 단백질 관련 균주 승인 및 소재 인정을 위한 가이드라인(direction) 지원
	수출홍보 (시장개척)	○ 한국 기술 기반으로 생산된 소재나 제품에 대한 인식 부족 ○ 스타트업, 중소기업 등은 정보 부족 ○ 스타트업, 중소기업 등 연결 지원 필요	○ Singapore A-star 벤치마킹 필요 - 국내 기술 및 제품을 해외와 연결시켜주는 역할(KOTRA와 협업) - 수출 및 투자 유치 지원
	법/제도	○ 기업의 식물성 대체 소재개발을 위한 인센티브 결여	○ 식물성 대체 소재 개발로 탄소 발자국 저감하는 경우 기업 세제 혜택
	R&D	○ 기능성 단백질 소재 선택의 폭이 적음 (기능 제한적이고 가격 경쟁력 낮음)	○ 단백질 함량 높이도록 해당 식물 종자 개량 ○ 다양한 첨가물/소재 추출을 위한 원물 screening 및 공정 개발 지원 (library 구축)
		○ 발효단백 활성화 필요	○ 발효단백 소재 개발 지원 - 상용화 가능한 품질 확보 필요
		○ 단백질 분리 시설 및 기술 부재 - Global 기업과의 경쟁력 확보 어려움	○ 단백질 분리 및 분리 단백질의 기능성 연구 필요
		○ 대체육 핵심 원료 조직화 단백질의 대부분 수입 의존(TVP, FTVP 등)도가 높으며, 선도국가(대만 등) 대비 기술력 뒤처짐	○ 핵심기술 및 생산능력 개발을 위한 과제 형태 또는 기술 및 연구비 지원
	○ 핵심소재(TVP, HMMA 등) 제조를 위한 핵심장비 해외의존도 높음 (예) 고수분 조직화 단백질 : 익스트루더, 쿨링 시스템 등	○ 가공에 필요한 장비 및 가공성 향상을 위한 제조기술 및 연구비 지원	

관련 분야	세부 분야	주요 이슈	정책 제언(개선사항)
	기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식물성 단백질 원료 수급 불안정 <ul style="list-style-type: none"> - 식물성 대체식품 주원료인 대두 원료 수급 안정성 및 가격 경쟁력을 갖추는 것이 중요함 - 그러나 대두는 대부분 수입국가의 수입량에 크게 좌우돼 자급이 어려우며, GMO 이슈로 인해 대체단백 원료 필요성에 대한 니즈도 높아지고 있음 - 이러한 이유로 제조업체는 대두뿐 아니라 다른 단백질원에 대한 안정적인 확보 전략을 통해 국제 경쟁력을 확보할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단백질 원료 국내 수급 안정화 <ul style="list-style-type: none"> - 식물성 대체식품 주원료인 대두, 밀, 완두 단백질 뿐 아니라 국내 공급이 원활한 원료 기반으로 수급 방안이 마련되어야 함 - 또한 쌀단백처럼 국내 공급이 원활하지만 부산물 이슈는 피할 수 없기에, 이에 대한 고민도 함께 되어 국내산 원료 경쟁력이 확보될 수 있게 마련되어야 할 것으로 보임
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 원료 수급 및 가격 이슈 <ul style="list-style-type: none"> - 대두단백, 완두단백 등 대체육 조직화 주요 원료에 대한 국산화 어려움 - 물량, 가격 등 해외소재 대비 경쟁력 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국산 원료 활용 고품질의 소재 개발 및 활성화 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 국산소재 활용성을 높여 국산 원료의 재배 및 사용 확대
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 발효 단백질 개발 및 관심 부족 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콩 등은 발효 단백질로 대체 ○ 국내 발효단백 (진균류 (곰팡이, 버섯)) 개발 및 제조 지원
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내-해외 트렌드와 기술 정보를 집약하고 ‘대체식품’ 분야 중 단백질 소재 관련한 공공 지원 기능 필요 (공공의 이익 추구) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 대체단백 혁신 센터 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 원료 확보 및 소재 개발에 이르는 전체적인 프로세스가 가능한 센터 (예) 미네소타 주립대 (U of Minnesota) PPIC (the Plant Protein Innovation Center)

자료: CJ제일제당, 신세계푸드, 태경농산, 풀무원 등 기업체 조사를 활용하여 정리함.

1.6. 정책추진 방안

1.6.1. R&D

□ 식물기반 식품의 원료개발 연구비 지원

- 국내 식물기반 식품 원료의 수입의존도가 매우 높은 가운데, 수입 원료의 국산 원료로의 대체를 위해서는 원료개발이 필요한 실정임.
 - 대체육 핵심 원료 조직화 단백질의 대부분 수입 의존(TVP, FTVP 등)도가 높으며, 선도국가(대만 등) 대비 기술력이 낮은 실정임.

- 기업의 원료개발 비용 부담을 다소 낮추기 위해 원료 및 소재 개발에 대한 연구비 지원 필요
- 핵심기술 및 생산능력 개발을 위한 과제 형태 또는 기술 및 연구비 지원
- 단백질 분리 및 분리 단백질의 기능성 연구 지원
- **신소재 확보 및 발효단백 소재 개발 지원**
 - 해외에 비해 활용 가능한 원물이 제한적임. 다양한 원물을 활용하여 부가가치 높은 신소재 확보 필요
 - 부가가치 높은 신소재 확보 지원
 - 국산 원료 활용 고품질의 신소재 개발 지원
 - 국내 발효단백(진균류 (곰팡이, 버섯)) 개발 및 제조 지원
- **영양 가치를 반영한 소재 및 제품 개발을 위한 기술지원**
 - 해외 식물기반 제품들은 이미 영양 가치를 반영하고자 하는 방향으로 연구가 진행되고 있어 추후 수출 시 경쟁력이 낮아질 가능성 존재
 - 단백질 품질 (PDCAAS 등) 개념 포함하도록 지원
 - 미세영양소 관련 '강화' 기술지원
- **핵심소재 제조를 위한 핵심장비 제조기술 및 연구비 지원**
 - 식물기반 식품의 핵심소재(TVP, HMMA 등) 제조를 위한 핵심장비는 해외의 의존도 높음. 가공에 필요한 장비를 위한 제조기술 및 연구비 지원
 - (예) 고수분 조직화 단백질 : 익스트루더, 쿨링시스템 등

1.6.2. 제도 개선

- **대체식품 표시제도 개선**
 - 식물성 원료를 사용한 대체식품 포장표시에 미사용 원료에 대한 표현 불가 (예: 우유 미사용 제품에 lactose free 표현 불가)

- 식물성 원료를 사용할 경우 다양한 건강적인 이점을 표현하고 소비자가 선택할 수 있도록 규제 완화

□ 수출 시 원료 사용 관련 동등성 인정

- 수출 시 원료 사용 관련 동등성 인증에 어려움이 있음. 유기가공식품 인증 사례와 같이 대체식품 원료 사용에 대한 동등성 인정을 위한 통상 노력 필요

□ 글로벌 비건 인증 지원제도 마련 및 인증 기준 마련

- 식물기반 식품의 수출활성화를 위해서는 글로벌 비건 인증이 필요하므로 비건 인증에 대한 지원제도 마련
- 글로벌 비건 인증 기준에 준하는 국내 비건 인증제도를 마련 및 정비

□ 부산물 활용 및 리사이클링 원료 활용 시 세제 혜택 지원

- 대체식품 소재 생산 시 리사이클링 원료를 활용하는 경우 세제 혜택 지원
- 기업 간 생산 부산물과 단백질 소재 활용 연결 지원

□ 발효단백 관련 균주 승인 및 소재 인정을 위한 가이드라인 지원

- 생명공학기술의 발전으로 환경적 제약이 없는 미생물을 활용하여 단백질을 직접 합성할 수 있는 혁신적인 기술이 개발되고 있음. 미국의 경우 미생물로 우유 단백질 성분을 합성할 수 있는 기술을 개발하여 아이스크림과 영양과자 등의 원료로 사용하고 있음.

– 해외에서 사용 및 수출하고 있는 원료로 천연 성분과 동일하고 과학적으로 안전성을 입증했음에도 불구하고, 국내에서는 새로운 물질로 심사와 등록을 하여야 하는 실정임.

- 발효단백 관련 균주 및 소재의 심사와 등록 절차를 위한 가이드라인(direction) 지원
- 미생물 유래 대체단백질의 심사와 등록 간소화 필요

□ 식물성 대체 소재개발을 위한 인센티브 제공

- 식물성 대체 소재 개발로 탄소 발자국 저감하는 경우 기업 세제 혜택

□ 단백질 원료 생산을 위한 농가 경작지원 및 인센티브 제공

- 식물성 대체식품 주원료인 대두 원료 수급 안정성 및 가격 경쟁력을 갖추는 것이 중요함. 식용 대두는 대부분 수입국가의 수입량에 크게 좌우돼 자급이 어려워지며, GMO 이슈로 인해 대체 단백질 원료 필요성에 대한 니즈도 높아지고 있음.
- 식물성 대체식품 주원료인 대두, 밀, 완두단백 뿐 아니라 국내 공급이 원활한 원료 기반으로 수급 방안이 마련되어야 함.
- 국산 원료 활용 고품질의 소재 개발 및 활성화 지원
- 농가에 부가가치 높은 원물 경작 지원

1.6.3. 인력양성

□ 융합적인 신진 전문인력 육성 및 교육

- 국내 푸드테크 적용기술 개발은 아직 도입기이므로 기술개발과 유지보수에 관련된 전문인력이 절대적으로 부족한 실정임. 지속적인 교육과 홍보를 통해 식품 관련 지식뿐만 아니라 IT 기술과 노하우가 중요함.
- 또한 식품가공기술이론 뿐만 아니라 맛·향 등 식미이론, 하드웨어 구성 및 작동원리, 소프트웨어 제어에 대한 융합형 기초교육이 필요함.
- 스마트벤처창업 캠퍼스와 연계한 인력 육성 및 교육

□ 미래식품 계약학과 개설·운영

- 전문인력 부족 등 현장 애로 해소를 위해 미래식품 계약학과 개설·운영
 - 서울대 사례: 푸드테크를 포함한 미래유망 식품산업 육성을 위해 푸드테크 학과를 신설하여 전문인력 양성

□ 식품분야 일자리박람회(전시회)와 플랫폼의 활용도 제고

- 농식품의 중요성에 대한 사회적 인식 전환이 우선적으로 필요하고 인력 수급 문제 해결을 위해 공공구인 박람회 개최 및 다수의 기업이 이용할 수 있는 구인 플랫폼의 활용도를 제고해야 할 것임. 농림축산식품부와 농림수산식품

교육문화정보원에서 운영하는 농식품일자리포털(<http://www.agrijob.kr>)이 있는데, 활용도를 제고시킬 필요가 있음.

- 식품산업에서 미래 성장 가능성이 높은 분야의 혁신인력 양성과 교육을 체계화하고, 식품기업 재직자의 온·오프라인 교육 기회를 확대하며, 미래세대인 청소년에게 식품산업에 대한 비전을 제시하고 관심을 유도할 필요가 있음.
- 식물기반 식품업체의 IT, 기계공학 등 전문연구요원 채용을 위한 “푸드테크 병역특례” 허용
 - 푸드테크는 최종 생산물인 식품제조과정에 바이오기술, IT, 기계공학 등 비식품분야의 기술이 접목되어 부가가치를 창출하는 것임.
 - 푸드테크업체에서 비식품분야 전문연구요원(석박사)이 중요한 역할을 하고 있으나, 전문연구인력의 안정적 확보가 어려움.
 - － 예) 정전분리기술(단백질+식이섬유 분리기술)은 신소재공학, 기계공학 전공인력 필요
 - 병무청에서는 식품업체에서의 비식품분야(바이오, IT, 기계공학, 신소재공학 등) 전문인력의 병역특례를 허용하고 있지 않는데, “푸드테크병역특례” 허용을 통해 비식품분야 전문인력 확보 가능

1.6.4. 벤처 창업 지원

□ 스타트업과 벤처창업을 키울 모태펀드 조성 확대

- 식물기반 식품기업체의 벤처창업 활성화를 위해 자금지원이 필요함. 스타트업과 벤처창업을 키울 모태펀드 조성하고, 혁신기술을 가진 푸드테크 기업은 엔젤투자자와 크라우드 펀딩을 적극 활용
- 민간 투자 활성화를 위해서는 투자자에게 장래에 지분을 취득할 수 있는 권리를 부여하는 증권 형태 투자방식인 실리콘밸리식 투자방식 검토 필요
 - － 투자자의 장래 지분취득으로 투자금에 대한 수익을 기대할 수 있어 투자가 더욱 활성화되고, 기업의 성장과정을 기다리는 원동력이 될 것임.

□ A-startup을 통한 벤처창업지원 확대

- 농림축산식품부의 주관 아래에 다양한 지원사업을 통해 농산업 및 푸드테크

분야의 기술창업 생태계 조성과 확산을 돕는 농식품창업정보망인 A-startup을 통한 벤처창업지원 확대

- 기술기반 (예비)창업기업을 대상으로 창업사업화 자금 지원
- 창업사업화 지원금은 시제품제작, 홍보, 컨설팅, 교육, 임대료 등의 비용으로 사용 가능하며, 벤처창업기업 판로유통 지원, 기술창업 액셀러레이터 육성지원을 통한 창업기업 투자유치 및 지원, 와디스 및 농업정책보험금융원과의 크라우드펀딩 지원, 창업교육 및 네트워킹 지원, 농식품 창업교육 프로그램 운영, 창업기업 기술평가 및 융자지원 등이 가능함.

□ 푸드테크 기업의 청년창업 지원 및 컨설팅 확대

- 국가식품클러스터에 위치한 한국식품산업클러스터진흥원에 다양한 기업지원 시설이 있음. 다양한 기업지원시설들을 활용하여 제품생산까지 연계 가능한 푸드테크기업의 청년 창업 및 성장 지원
- 창업기업의 성장단계별 지원 가능. 시제품제작, 식품분야 전문가 멘토링, 시장검증 및 온라인 홍보, 액셀러레이팅(창업기업 집중육성), 식품진흥원 내 청년식품창업Lab 시제품제작소 이용 가능

1.6.5. 시설장비 등 인프라 지원

□ 국내 단백질분리시설 공동 이용 및 협업 정보 공유

- 개별업체의 단백질 분리시설 구축이 필요하나, 경제성 낮음. 단백질분리시설 공동 이용 및 중소기업과의 협업 정보 공유 필요

□ 단백질 소재 원물 재배 및 생산 지원

- 국내에서 생산된 단백질 소재는 기능이 제한적이고 가격 경쟁력이 낮은 편이어서 선택권이 매우 제한적임.
 - 국내의 원물 생산량 적어 글로벌 대비 소재의 가격경쟁력 낮은 수준

□ 주요 수출국에 대한 대체식품 관련 정보 수집 및 분산

- 식품 및 첨가물 등 사용 규제가 달라 수출국에 따라 대응 어려움. 주요 수출국에 대한 대체식품 관련 소재의 식품 규제 정보 수집 및 관련업체 정보 제공

- 국내 식물기반식품 핵심 원료에 대한 정보 부족. 현재 국내 자원으로 활용 가능한 대체식품 원료에 대한 정보 수집 및 DB화를 통한 정보 제공

□ 대체식품 수출관련 컨설팅 및 수요분석을 위한 전문기관 자문 지원

- 수출대상국과 규제 조건/현황 등에 대한 communication 라인 구축하여 제품 개발자가 현지 정보가 필요할 때마다 실시간 파악 가능하도록 지원
- 국내 식물성 대체식품의 생산라인 설치 장려하고 해당 국가에서 audit 요구 시 지원
 - 생산라인 품질수준 검사(audit 기준) 조건 및 첨가물 이용성 등에 대해 전문적 지원
- 수출대상국 식물성 대체식품 시장 현황에 대한 분석과 소비자 조사 등을 수행해줄 수 있는 기능 필요
- 현지의 white space와 타겟 제품 제형 및 flavor 등에 대한 제안을 지원할 수 있는 기능 필요
- 국가별 비건인증 방법, 절차가 상이하여 대응 부분에 어려움이 있음. 주요 식물 기반 제품의 수출국 비건제도 등에 대한 세미나 개최 지원

□ 국내 대체단백 혁신 센터(가칭) 구축

- 원물 확보 및 소재 개발에 이르는 전체적인 프로세스가 가능한 센터
 - 사례: 미네소타주립대(U of Minnesota) PPIC(the Plant Protein Innovation Center)⁷⁾

□ 한국 기술기반 식물성 소재 및 제품 인식 개선위한 홍보

- 한국 기술 기반으로 생산된 식물성 소재나 제품에 대한 인식 부족
- 스타트업, 중소기업 등은 식물성 소재나 제품에 대한 정보 부족 극복을 위한 홍보 및 인식 개선 필요
 - 스타트업, 중소기업 등 연결 지원

7) 미국 미네소타대학의 식물단백질혁신센터(PPIC) 세부내용은 <별첨3> 참조

2. 배양육

2.1 정의 및 범위

- 배양육은 동물의 세포를 몸 밖에서 키워 맛과 영양성분이 고기와 유사한 형태로 만들어 낸 것으로 정의함.
- 세포배양육 개발 초기 lab-grown meat, in vitro meat 등으로 불리다가 환경 운동가들을 중심으로 clean meat으로 명명되었고, 이후 기존 축산업계와의 의견조율을 거치며 cultured meat, cultivated meat 등의 이름이 제시되었음.
- 현재 식물성 대체육은 plant-based meat, 세포배양육은 cell-based meat, 기존 육류는 animal-based meat으로 구분하는 것이 일반적임.
- 보통의 세포는 몸 밖에서 무한정 분열할 수 없지만 종종 몸 밖에서 동일한 성질을 유지하면서(self-renewal) 지속적으로 분열할 수 있는 세포가 선별되는 경우가 있고 이를 세포주 (cell line, 정확하게는 continuous cell line)라고 칭함.
- 세포주는 단일세포가 동일한 성질을 유지하면서 분열하기 때문에 세포배양육 대량생산 시 균일품질의 세포배양육을 대량으로 얻을 수 있다는 장점이 있음.
- 세포주 형성은 크게 나누어 줄기세포 (stem cell)가 체외 환경에 적응한 경우 또는 변이에 의해 세포가 변한 경우에 발생함.
- 줄기세포가 체외 환경에 적응한 경우는 배아줄기세포주 (embryonic stem cell)를 예로 들 수 있고, 인위적인 세포변이로 세포주를 만든 것은 유도만능 줄기세포주 (induced pluripotent stemcell), 인위적이지 않은 세포변이로 세포주를 만든 것은 자연적 불멸화 세포주 (naturally immortalized cell)를 예로 들 수 있음.
- 반면 세포주를 사용하지 않고 매번 동물에서 세포를 채취하는 방식 (primary culture)로 세포배양육을 만드는 업체도 있음.

표 3-12. 세포배양육 제조에 사용되는 원료세포 종류

구분	배아줄기세포주	유도만능줄기세포주	자연적 불멸화 세포주	근육줄기세포
정의	수정란의 줄기세포를체외 환경에 적응시킨 것	일반적인 체세포를 배아줄기세포와 유사하게 조작한 것(GMO)	(주요)중간엽 줄기세포를 장기간 배양하는 중 변이가 자연적으로 발생하여 불멸화된 것	근육조직 내의 줄기세포를 분리하여 체외 환경에 적응시킨 것
제품균일성	+++	+++	+++	+
저비용 배양 가능성	+	+	+++	+++
안전성 (종양 형성 못하면 안전성)	+	+	+++	+++
근육 분화 능력	++	++	+	+++
대표적 장점	균일성	균일성	저비용	인위적 조작 최소
대표적 단점	고비용	고비용, GMO	근육분화 능력 낮음	개체간 편차
비고	인간의 경우 이론과 달리 배양 기간이 길어지면 변이가 축적. 가축의 경우는 아직 알 수 없음	배아줄기세포주보다 확보하기에 용이하면서 유사한 특징. GMO 이슈로부터 자유롭지 않음	저품질 세포배양육의 대량배양에 유리. 장기간 배양 시 변이가 축적될지 연구 필요	편차 문제만 줄일 수 있다면 고품질 세포 배양육 생산에 유리

자료: 농림식품기술기획평가원, 배양육 분야 동향보고서, 식품R&D 이슈3, 2021

2.2. 국내외 시장규모

2.2.1. 해외시장

- 배양육 시장규모는 추정기관마다 수치가 상이함. Meticulous Research(2019: 181)는 배양육이 본격 출시될 것으로 예상되는 2021년의 배양육 시장규모는 15.5백만 달러로 추정했으며, 미트볼 430만 달러, 버거 370만 달러, 소시지

330만 달러 수준으로 각각 전체 배양육 시장의 27.7%, 23.9%, 21.3%를 차지할 전망이다. 8)

표 3-13. 세계 배양육 시장 전망(2021년)

단위: 백만 달러, %

구분	미트볼	버거	소시지	핫도그	너겟	계
시장규모	4.3	3.7	3.3	2.6	1.6	15.5
비중	27.7	23.9	21.3	16.8	10.3	100.0

자료: Meticulous Research(2019: 181). Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geography, 박미성외(2019) 재인용

- Statistics(2019)의 전망치는 2019년 23.9백만 달러에서 2026년 39백만 달러로 추정한 반면 Marketand Market(2019)는 2025년 214백만 달러에서 2032년 593백만 달러까지 큰 차이가 있음.
- 종합해 볼 때 단기적으로 2022~25년 배양육의 세계 시장규모는 20~40백만 달러에 이르는 것으로 추정하는 것이 보다 현실적인 것으로 판단됨.

표 3-14. 세계 배양육식품 시장규모(2019~2032)

구분	2019	2025	2026	2032	연평균증가율(%)
추정11)	23.9	-	39.0	-	7.2 (2019~2026)
추정22)	-	214	-	593.0	15.7 (2025~2032)

1) Statistics Market Research Consulting, 2019,
2) MarketsandMarkets(Cultured Meat Market, 2019)

- 배양육 시장을 선점하기 위해 매년 더 많은 배양육 회사가 출현하고 있으며, 벤처캐피탈(VC)도 배양육 산업에 대한 투자를 확대하고 있음
 - 엔젤투자자, seed 투자, 크라우드펀딩, 벤처캐피탈, 엑셀러레이터, 사모펀드, 전환사채, 기업벤처 등
- 2019년 기준 총 54개의 회사가 설립되어 있으며, 미국에 31.5%(17개), 영국·이스라엘·독일에 각 9.3%(5개), 네덜란드·중국·캐나다에 각 5.6%(3개) 분포⁹⁾

8) 배양육은 2020년 12월 16일 싱가포르 레스토랑에서 상업적으로 판매 시작
9) KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

- 2019년에 19개(18.5%)가 신규 설립
- 배양육 생산 이외에 배지, 지지체, 생물반응기 연구·개발을 전문적으로 하는 회사도 존재
- VC 투자는 2016년부터 2019년까지 166만 달러(58건)가 이루어졌으며, 2019년에만 77.1만 달러(21건) 투자가 이루어짐
- 2019년 투자 금액은 전체 금액의 47%를 차지하며, 2018년보다 63% 증가함.

표 3-15. 외국의 배양육 주요회사 및 투자 유치 현황

구분	회사명	설립연도	R&D 중점분야	투자유치금액 (백만 달러)
미국 ¹⁰⁾	Eat Just	2011	배양육 생산(닭)	372.53
	Memphis Meats	2015	배양육 생산(소, 닭, 오리)	22
	BlueNalu	2017	배양육 생산(생선)	24.5
이스라엘	SuperMeat	2015	배양육 생산(닭)	4.22
	Aleph Farms	2016	배양육 생산(소)	14.4
네덜란드	Mosa Meats	2015	배양육 생산(소)	9.09
일본	Integriculture	2015	배양육 생산(닭, 푸아그라), 배지, 배양시스템)	2.73
싱가포르	Shiok Meats	2018	배양육 생산(갑각류)	5.11

자료: KISTEP 기술동향브리프, 대체육, 2021

2.2.2. 국내시장

- 국내 배양육 시장은 아직 초기 단계로 관련 기업이 많지 않고, 초기 단계 투자를 유치하고 있음.
- 2017년 창업한 다나그린社를 필두로 셀미트社, 씨워드社 등 스타트업 중심으로 연구개발이 이루어짐 (최근 투자유치 성과 : ▲다나그린社: 80억원, ▲씨워드社: 55억원, ▲셀미트社: 50억원)
- 배양육 대체식품 제조기업 대상 조사결과 중소기업과 스타트업이 전체의 100%를 차지하여 푸드테크를 기반으로 한 중소기업이 주를 이루고 있는 시장임.

10) 미국의 Eat Just에 대한 상세내용은 <별첨 4> 참조

○ aT발표(aT,2022)에 의하면 응답업체 중 대부분 기업들이 제품개발 단계로 국내 배양육대체식품 시장은 초기단계로 보여 짐.

표 3-16. 국내 배양육 관련 기업의 연구개발 과정

기업	연구개발 진행단계	
셀미트	2019	중소벤처기업부 민간투자주도형 기술창업지원 프로그램(TIPS) 선정
	2020	미국계 벤처캐피탈(VC) 스트롱벤처스 투자 유치
	2021	50억원 규모의 프리 시리즈 A 투자 유치
	특징	- 국내 스타트업으로부터 투자를 받아 살아있는 소, 돼지 줄기세포를 이용하여 배양육 생산기술 개발
다나그린	2017	중소벤처기업부 민간투자주도형 기술창업지원 프로그램(TIPS) 선정
	2020	산업부 ‘산업기술 알키미스트 프로젝트’ 신규과제 선정
		16억원 규모의 프리 시리즈 A 투자 유치
	2022	80억원 규모의 시리즈 A 투자 유치
특징	- 3차원 세포배양 지지체 ProtinetTM1 개발 - 1,000L로 scale up 개발 진행 - 2023년 시제품 출시 목표, 25년 닭고기 1kg을 15달러 수준으로 공급 계획	
씨워드	2020	중소벤처기업부 민간투자주도형 기술창업지원 프로그램(TIPS) 선정
		산업부 지원 ‘산업기술 알키미스트 프로젝트’ 수행
	2021	55억원 규모의 시리즈 A 투자 유치
	특징	- 해조류를 이용하여 자체 배양액과 3차원 지지체 생산 - 배양육 ‘C MEAT’ 생산 원천기술 개발 및 상용화 진행 - 2022년 말 시범운영 식당을 통하여 소비자에게 선보일 예정
스페이스 에프	2020	서울대학교 동물번식학, 동물성식품학 연구실 및 세종대학교 기능성식품 연구실과 공동연구를 위한 업무협약 체결
		산업부 지원 ‘산업기술 알키미스트 프로젝트’ 수행
	2021	돼지 줄기세포를 이용한 배양육 시제품 공개
노아 바이오텍	특징	- 3D 프린터 기술을 활용한 배양육 생산 기술을 중점적으로 연구 - 이원다이애그노믹스(주)와 함께 공동연구

출처 : 축산식품과학과 산업, '배양육 기술 개발 현황 및 안전에 대한 문제', 2021.5, 생명공학정책연구센터 재가공

2.3. 국내외 연구개발 동향

2.3.1. 해외연구개발 동향

- (기술 동향) 배양육 생산에 활용할 동물 소재 발굴이 이루어지고 있으며, 생산 과정에 필요한 요소별로 연구가 진행되고 있음.
 - 세포, 배지, 생물반응기, 지지체, 3D 바이오프린팅
- 많은 회사들이 소·닭 등 일반적으로 소비량이 많은 동물을 대상으로 배양육 연구를 진행하고 있으며, 일부 회사들은 돼지, 푸아그라, 생선, 갑각류, 캥거루 등을 이용한 배양육 생산을 연구하고 있음.
 - 대상 동물이 확장됨에 따라 다품종 배양육 생산을 위한 cell library 구축을 추진하는 회사가 등장
 - VOW Food(호주)는 cell library 구축을 통해 사자, 야크, 거북이 등 일반적으로 소비되지 않는 육류를 활용할 계획
- 배양육 생산의 필수 요소인 세포와 관련해서는 근위성세포*(Myosatellite cell)를 일반적으로 사용하고 있으며, 배아줄기세포(Embryonic stem cell), 유도만능줄기세포(Induced pluripotent stem cell) 등을 이용한 배양육 생산 방법에 대한 연구도 진행하고 있음.
 - 근육위성세포, 근육줄기세포 등으로도 불림
- (연구동향)배지의 주요 성분 중 하나인 소 태아 혈청(FBS, fetal bovine serum)은 보편적으로 사용되는 필수 성분이나, 높은 단가로 인해 이를 대체하기 위한 연구를 수행하고 있음.
- 무혈청 배지 개발을 위해 많은 회사가 연구를 진행하고 있으며, 성장 인자를 첨가하지 않고 주변에 다른 세포를 배양하여 필요한 성장 인자를 공급하는 방법을 연구하는 회사가 등장
 - Heuros(호주)는 유전자 조작 없이 재조합 단백질을 합성하여 항생제, 호르몬 및 혈청이 함유되지 않은 배지를 연구하고 있으며, Mosa Meat·Super Fields 등의 회사도 무혈청 배지 개발에 착수
 - Integriculture(일본)은 범용 대규모 세포 배양 기술인 CulNet System 개발

- 지지체는 세포의 증식과 분화를 위해 필요한 요소로 마이크로캐리어(미세담체)와 스케폴드유형이 존재하며, 배양육 형태를 비롯해 질감, 풍미 등에 영향을 미침.
 - 마이크로캐리어는 다진 고기 형태, 스케폴드는 덩어리 형태의 배양육 생산에 주로 사용
 - 식용이 가능한 biomaterials(콜라겐 등)을 이용한 3차원 지지체 개발이 진행 중이며, 지지체 개발에 3D 바이오프린팅 기술을 활용하기 시작
- 우리나라는 현재 실험실 단계에서 소·닭의 근위성 세포를 이용하여 배양육을 만들 수 있는 기술 수준을 보유하고 있지만, 상업화를 위한 단가절감 및 대량생산을 위한 기술은 선도업체 대비 미약한 수준으로 2023년~2025년쯤 시제품 출시가 예상됨.

2.3.2. 국내연구개발 동향

- 대체육 중 배양육에 대한 투자액 연평균 증가율(2018-20)이 75.9%로 식물성 대체식품 23.7%, 식용곤충 12.4%보다 월등히 높아 다른 대체육 보다 투자가 급격히 증가하는 추세임.
- 배양육의 연구수행 주체별 수행비중을 보면 대학이 66%로 가장 높고, 중소기업 34%를 차지하였고, 대기업과 출연(연)의 참여는 전무한 실정임.

표 3-17. 배양육의 연구수행주체별 R&D 연구 수행 비중

단위: 백만원, %

구분	2017	2018	2019	2020	합계	
					예산	비중
대학	-	187	347	1,032	1,565	66
중소기업	-	95	223	500	818	34
소계	-	282	570	1,532	2,383	100

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

- 배양육의 연구단계별 수행 비중을 보면 개발연구가 49%, 기초연구가 44%로 배양육이 초기 연구단계로서 기초연구의 비중이 높음.

표 3-18. 식물성대체식품 연구단계별 R&D 연구 수행 비중

단위: 백만원, %

구분	2017	2018	2019	2020	합계	
					예산	비중
기초연구	-	-	80	972	1,052	44
응용연구	-	67	67	-	133	5
개발연구	-	215	383	560	1,158	49
기타	-	-	40	-	40	2
소계	-	282	570	1,532	2,383	100

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

- 배양육관련 투자규모 상위 3개 사업은 이공학학술연구기반 구축, 고부가가치 식품기술개발, 창업 성장 기술개발사업이며, 교육부(35%, 8억원)의 투자 비중이 가장 높음.

표 3-19. 배양육 정부사업별 R&D 예산

단위: 백만원, %

구분	사업명	2018	2019	2020	합계	
					예산	비중
교육부	이공학학술연구기반 구축	-	67	762	829	35
농식품부	고부가가치식품기술개발	215	260	260	735	31
중기부	창업성장기술개발	-	40	300	340	14
해수부	해양바이오전략소재개발 및 상용화 지원	-	123	100	223	9
과기부	개인 기초연구	-	80	110	190	8
농식품부	농업실용화기술R&D 지원	67	-	-	67	3
계		282	570	1,532	2,383	100

자료: KISTEP 기술동향브리프: 대체육, 2021

2.4. 주요국 정책동향

2.4.1. 외국의 정책동향¹¹⁾

- (미국) 미국은 정부 주도의 여러 프로그램을 통해 농식품의 주요 혁신을 위한 기초 및 응용 연구를 진행하고 있으며, 2019년 배양육에 대한 제도 마련을 합의함.
- 국립과학재단(National Science Foundation, NSF), 농무부(U.S. Department of Agriculture, USDA)에서 지원하는 다양한 프로그램을 통해 대체육 관련 연구를 수행할 수 있음
 - 가장 큰 규모의 지원은 GCR 프로그램(Growing Convergence Research)을 통해 이루어지고 있으며, Laying the Scientific and Engineering Foundation for Sustainable Cultivated Meat Production 과제에 2020년부터 5년간 총 350만 달러를 지원함¹²⁾
 - * GFI에 따르면 미국 정부가 회사가 아닌 대학에 지급한 최초의 배양육 보조금이며 가장 큰 투자
 - 이외에 전 분야를 대상으로 하는 그랜트 형태의 23개의 프로그램을 통해 지원 가능함
- 미국 농무부(USDA)와 식품의약국(FDA)는 2019년 배양육에 대한 공동 규제 및 감독에 관련한 제도 마련을 합의함
 - FDA는 세포의 채취과정, 세포주 및 배양액 성분 등의 안전성 검토, 세포주 은행 및 배양시설 요건, 생산 기술을 감시하는 방법 마련을 논의하고 있음
 - USDA는 세포 채취과정 이후 식품으로 생산 및 유통 과정을 담당하기로 하였으며, 연방육류검사법(FMIA), 가공제품검사법(PPIA)에 따라 배양육을 감독할 예정
- (일본) 농림수산성(MAFF)은 20년 4월 100여 개 이상의 식품기업으로 구성된 식품 기술 연구그룹을 구성하여 향후 정책 마련에 도움이 될 수 있도록, 기업의 최신 발전 상황과 기업이 직면하고 있는 구조적 과제 등을 논의함.

11) KISTEP 기술동향브리프(2021-01호) 참조

12) 미국의 성장융합연구(GCR)프로그램에 대한 상세한 내용은 <별첨5> 참조

- 논의사항: ① 대체육 제품에 대한 규제 논의, ② 식품 안전, 품질 및 국제 수출용 표준 개발 ③ 라벨링 및 제품 인증에 대한 지침을 제안하고, 정부와 협력하여 규정 및 표준(예 : 대체 육류에 대한 일본 농업 표준(JAS))을 설정
- (싱가포르)싱가포르는 식량안보 및 미래식품 강화를 위해 2030년까지 현지에서 생산된 식품으로 국가 영양 요구의 30%를 충족한다는 목표를 가지고 '30X30 전략'을 발표하였으며, 세계 최초의 배양육 판매를 승인함.
- 2020년 11월 싱가포르 규제 당국은 Eat Just의 배양육을 이용한 치킨 너겟의 판매를 허가함.
 - 식품 독성학, 생물 정보학, 영양학, 역학, 공중보건 정책, 식품과학 및 식품기술 분야의 7명의 전문가 패널을 구성하여 최종 제품뿐 아니라 제품 생산의 모든 단계의 안전성을 평가
- (인도) 인도는 증가하고 있는 인구와 식량안보를 해결하기 위해 배양육 연구를 국가적으로 지원하고 있으며, 전문적으로 배양육을 연구할 세포 농업 우수센터(Center of Excellence in Cellular Agriculture) 설립 계획을 발표함.
- 2019년 세포분자생물학센터(CCMB)와 육류에 관한 국립연구센터(NRCMeat)에 64만 달러의 보조금을 지급함. 2년간 양고기의 조직 샘플에서 줄기세포를 배양하는 최적의 방법을 연구·개발 수행함.
- 세포 농업 우수센터 건설에 50억 달러 상당의 자금을 투자할 예정이며, 배양육 식품 규제 및 라벨링을 위한 식품 안전 및 표준에 대한 당국의 논의를 시작함.

2.4.2. 한국의 정책동향

- (농식품부) 농식품부의 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024) (안)에서 농업 혁신성장·삶의 질 연구개발 강화를 위해 수요 트렌드에 맞는 고품질 농식품 개발·유통을 포함한 5대 중점 연구분야를 선정함.
 - 중점연구개발분야 중 배양육을 핵심기술로 선정해 기술개발을 지원함.
- (관계부처 합동) 대체식품 제조를 위한 최적원료 발굴 및 함량 증진, 육류 모사 가공기술, 세포 배양 기술 등 R&D 중점 투자함.
 - 「고부가가치식품기술개발사업」('21-'25, 농식품부), 「대체간편식품소재개발」('22-'30, 농진청), 「미래유망특수식품개발」(사업기획중, '22-'26, 해수부)

- (식약처) 식약처는 제 2차 식품 기준 및 규격관리 기본계획 (2020-2024)에 따라 배양육 등 대체식품류의 안전관리 기준을 마련할 계획임.
 - 식약처는 배양육의 안전성 평가지침 초안을 2022년 연말까지 확정 계획
 - 식약처는 배양육 안전성 평가지침 확정을 위해 그간 지속적으로 배양육 전문가 그룹과 교류해왔으며, 지침 작성을 위한 정책연구를 지속적으로 수행
- 2021년말 국회입법조사처는 배양육 및 대체식품 산업 육성이 필요하다는 취지의 보고서를 발간함. 첫 번째 정책연구는 서울대 조철훈 교수팀이 2020년 시행하였으며 배양육 산업에 대한 전반적인 요약과 안전성 평가지침의 작성 방향을 제시함.
- 두 번째 정책연구는 동국대 박유현/협성대 한지유 교수팀이 2021년 시행하였으며 전년도 연구를 더욱 구체화하고, 배양수산물에까지 연구범위를 확장함. 세 번째 정책연구는 2022년 8월 현재 을지대 신재호 교수팀이 시행하고 있음.

2.5 정책여건 진단

2.5.1. 당면이슈와 쟁점

□ R&D 관련 컨소시엄형 대형 연구개발사업의 한계 노출

- 개발성고가 배양육 완제품으로 한정되어 배양육의 소재·부품·장비 산업화 연구가 다양하게 이루어지지 못함.
 - 배양육 생산기술의 다양성 도모 어려움
 - 연구진 다양성 확보의 어려움

□ 세포주 사용을 둘러싼 쟁점

- 세포주는 세포를 배양하는 과정에서 유전적 변이가 발생하여 성장이 빨라지거나 맛이 좋아지는 등의 변이가 발생, 그 성질이 장기간 (오랜 세포 분열 기간 동안) 유지되는 것을 의미함. 배양육 업계는 세포주 사용은 농업에서도 그간 사용된 품종 개량 방식이고, 유전자 조작과는 무관한 행위라고 주장
 - 세포주를 사용하면 배양육 생산의 경제성은 높아지나, 해당 변이로 인해 어떤 영향이 있을지 모른다는 우려 존재

- 싱가포르 SFA는 세포주 사용을 허가함. 단 세포주의 안전성을 입증하기 위한 논의를 그간 산학연 연합으로 진행해 토론을 통해 장점은 취하고 단점을 보완하려고 노력함.
- 대부분의 배양육 업체가 세포주를 이용한 배양육 생산을 준비하고 있으나, 국내 연구진 및 식약처의 주요 의견은 세포주 사용을 원천 봉쇄하자는 방향

□ 비 식품소재 배지의 사용문제

- 배지는 세포를 배양하는 과정에 사용되고 최종 배양육 산물에는 미량 남게 되는 부재료로 많은 양을 사용하기 때문에 배양육 생산의 경제성과 직결되는 소재임.
- 배양육 업체는 주재료가 아닌 부재료이므로 농업 행위에서의 농약 또는 항생제 사용과 유사하게 잔류량 기준으로 취급해 달라는 입장임.
- 배지를 식품소재로만 제조하면 안전성의 논란이 전혀 없겠지만, 이는 현실적으로 불가능하거나 경제성이 부족한 경우가 많음.
- 싱가포르 SFA는 배지에 자유롭게 비식품 소재 사용을 허가함. 단 사용된 비식품 소재의 독성을 개별 평가하자는 입장임.
- 다만 싱가포르에서 식품 허가를 받은 잇저스트(Eat Just)의 경우 비식품 소재를 사용하지 않고 소태아혈청을 사용한 배지를 사용하여 식품 허가를 받았기에 싱가포르에서도 아직 비식품 소재를 사용한 배지의 허가 사례는 없음.
- 참고로 싱가포르에서는 소태아혈청이 식용으로 허가되지만 국내에서는 불법. 소의 전혈 (whole blood)는 선진국의 재료로 식품 허가되어 있지만 피의 성분인 혈청은 식품공전에 등재되어 있지 않고, 등재되지 않은 물질은 모두 식품으로 사용 시 식품위생법 위반임.

2.5.2. 업계의견(문제 해결의 기본방향)

□ 싱가포르 사례의 벤치마킹: 안전성과 효율성의 조화

- 세포주의 사용을 허가하고 대신 이에 대한 안전성 평가방법을 제시
- 배양육 원료세포의 최초 유전체 서열과 최종 유전체 서열이 달라지면 안된다
가 아니라, 달라진 경우 달라진 서열에 의한 위해성이 있는지를 평가

- 배양육 배지에 비식품 소재의 사용을 허가하고 이에 대한 안전성 평가방법을 제시
- 최종 완제품에서의 비식품소재 잔류량을 제시하고 사용된 비식품소재에 대한 독성평가 자료를 제시하도록 함
- 국가의 역할은 경기장을 크게 지어주는 것 (기본기술이 발전할 수 있도록) 운동능력을 키우는 것은 기업의 몫 (기본기술이 국제 경쟁력을 갖출 수 있도록). 싱가포르에서는 각각의 역할이 잘 수행되고 있다고 판단됨

2.6. 정책추진방안

2.6.1. R&D

□ 컨소시엄형 대규모 연구개발 보안 필요

- (현황) 배양육 관련 진행중인 연구개발사업 현황 대부분이 컨소시엄형 과제 임(예: 농식품부 고부가가치식품 개발사업, 산자부 알키미스트 프로젝트, 과기부 원천기술개발사업). 컨소시엄형 연구의 단점은 대규모 연구비가 투입되며 연구과제 수행이 단독 컨소시엄에 의해 진행되는 경우가 많아 실패에 대한 두려움이 크고 연구를 보수적으로 수행하는 경향이 있음.
- 컨소시엄형 연구개발사업의 목표는 배양육 완제품 개발이기 때문에 연구개발 과정에서 산물로 나오는 기술 (세포, 배지, 지지체, 배양기 등)이 경쟁력이 있더라도 이를 독립적으로 산업화하는 것이 어려움.
- 반면, 소규모 단독 연구는 동일 연구예산 투입을 가정했을 때 연구수행자가 많고 개별 연구비 금액이 작아 실패에 대한 부담이 적음. 또한 완제품 형태의 배양육이 아닌 배양육 소재기술(세포, 배지, 지지체, 배양기 등)의 형태로 연구결과물이 산출되어 산업화에 유리함.
- 소규모 단독연구는 자유연구를 기본틀로 하면서 다양한 분야의 연구자(줄기세포학, 의약학, 의공학, 기계공학 등)가 배양육 연구에 참여할 수 있는 기회를 제공하여 다양한 분야의 배양육 연구가 활성화될 수 있음.

□ 한국연구재단의 신진-중견-창의연구 모델을 배양육 연구개발 사업에 도입

- 연차가 낮은 연구자가 신진급 연구를 통해 배양육 연구에 진입하고, 중견급 연구를 통해 이를 이어가며, 최종적으로 실력이 뛰어나며 해당 분야를 오래

연구한 연구자가 연구비 규모가 큰 창의급 연구과제를 수행할 수 있도록 장려 (연구의 연속성)

- 신진 단계에서는 RFP 없이 자유주제로 다양한 배양육 생산기술의 도입을 장려하고, 성실 실패에 대한 페널티를 감하여 모험적 연구를 장려 (연구 주제의 다양성)
- 신진 단계에서는 평가단계를 서면만으로 대체하는 등 축소하고 다양한 분야의 연구진이 유입될 수 있도록 블라인드 평가를 실시(연구진의 다양성)
- 국내에는 배양육 연구에 참여할만한 학계 연구진의 수가 적으므로 산학연구 분 없이 참여시켜 전체적인 경쟁을 유도 (효율성 중시)
- 신진-중견-창의로 가는 동안 탈락되는 연구자는 과제 평가자 pool로 편입될 수 있도록 유도 (과제 평가자의 다양성도 확보)

□ 연구의 다양성 확보 필요 : 현재 한국 배양육 연구는 다양성이 부족한 상태

- 컨소시엄형 연구과제가 3-4개 진행되고 있지만 상호 차별성이 부족함. 연구도 일차배양, 근육유래, 성장인자, 부착배양, non-GM의 틀을 벗어나지 못함
- 다양한 분야를 평가할 수 있는 평가자가 부족해 악순환이 계속됨. 다양한 분야를 이해하는 인력이 양성되지 않아 투자사도 인력확충의 어려움을 겪음
- 외국의 업체와 학계는 다양한 기술을 도입하며 경쟁하는 중이며 그 덕분에 다양한 배양육 기술을 이해하는 인재가 양성되고 있음. 큰 틀에서 정부는 아래와 같은 배양육 생산 기술을 모두 육성하되, 이들이 시장 진입 단계에 가까워지면서 민간에서 경쟁하여 상위 기술이 살아남도록 두는 것이 적절함.
- 향후 다음과 같은 분야의 연구가 필요함.
 - 검증을 통한 원료세포 확보 vs 도체에서의 확보
 - 일차배양세포 vs 자연적 불멸화 세포주
 - 근육유래세포 vs 섬유아세포 vs 배아줄기세포 vs 유도만능줄기세포
 - 성장인자를 이용한 배지 대체 vs 생물소재를 이용한 배지 대체 (또는 둘의 혼합)
 - 식품소재 100% 배지 vs 비식품소재를 활용한 배지
 - 부유배양법 vs 부착배양법

- 무지지체 배양 vs 지지체를 사용한 배양
- 마이크로캐리어형 지지체 vs 스캐폴드형 지지체
- 교반형 배양기 vs 웨이브형 배양기 vs 팩트베드형 배양기 vs 에어리프트형 배양기
- 최종 단계에서 식물성 소재와 혼합 vs 동물성 소재 100%의 배양육
- GM 기술 사용 vs 미사용 배양육

2.6.2. 제도 개선

□ 배지에 사용하는 비식품 소재의 원천 사용금지 조치 완화

- (현황) 식약처는 현재 배양육을 식품원료로 인정하기 위한 가이드라인 제정을 준비하면서, 세포배양과정에서 배지에 첨가되어 사용되는 물질로서 '비식품소재'의 사용을 원천 금지하는 방향으로 검토하되, 업체 요청 시 개별 물질 별로 검토하여 허용 방침
- 세포배양과정에 반드시 필요한 물질이 현행 규정 상 '비식품소재'인 경우가 많아 연구개발 및 상용화 추진에 애로
- (개선내용) 배지에 사용되는 물질의 '식용가능' 여부가 아닌, 배양 종료 후 최종 제품에 잔류하는지 여부 및 잔류량을 기준으로 안전관리 원칙 마련 요청
- 현재 식품 안전관리 체계를 감안하면 세포배양과정을 '식품 제조·가공' 활동으로 정의할 것인지, '농업' 활동으로 정의할 것인지에 따라서 안전관리 원칙이 상이하므로, 이에 대한 정부의 공통된 입장을 결정하여야 산업계의 의사결정이 가능
- (참고) TSP (textured soy protein) 생산에 비식품소재인 헥세인(hexane)이 사용되며 잔류량으로 관리되고 있음. 이는 추출 공정상 필수적이기 때문이며 낮은 잔류량으로는 인체에 무해하기 때문임
- 문제는 TSP에 비해 배양육에 사용될 비식품소재의 가짓수가 훨씬 많다는 것으로, 헥세인과 동일한 방법으로 개별 물질마다 독성평가를 통해 허가받는 것이 현실적으로 어려움.

- 따라서 식품첨가물 공전의 범위를 확장하여 배양육용 식품첨가물 공전 (첨가물 공전 플러스)를 제작하고 이 리스트를 주기적으로 업데이트하는 방법도 고려할 수 있음.
- 특히 성장인자 등은 원래 동물의 근육조직에 존재하는 물질로 안전성 우려가 상대적으로 적으므로 이를 우선적으로 첨가물 공전 플러스에 포함시키는 것이 바람직함.

2.6.3. 인력양성

- 연구개발사업의 목표를 배양육 연구의 다양성을 중시하는 방향으로 설정하여 다양한 인력양성 필요(R&D 항목 연관)
 - (현황) 해외에서 널리 연구되거나 시장진입이 임박한 기술이라도 국내에서 연구되지 않는 경우가 있어 국내 연구진의 갈라파고스화가 염려됨
 - 자연적 불멸화 세포주의 사용
 - 싱가포르 식품허가 기업인 잇저스트가 사용하고 있는 기술
 - 이 외에도 시장진입이 임박한 다수의 배양육 회사가 사용하고 있음. 오히려 일차배양세포를 이용하는 해외 배양육업체가 희귀함
 - 국내는 일차배양세포의 연구를 장려하는 분위기
 - 부유 배양법을 이용한 배양육 대량 생산
 - 싱가포르 식품허가 기업인 잇저스트가 사용하고 있는 기술
 - 이 외에도 시장진입이 임박한 다수의 배양육 회사가 사용하고 있음. 오히려 부착 배양법을 사용하는 해외 배양육업체가 희귀함
 - 국내는 부착 배양법 연구를 장려
 - 배아줄기세포를 이용한 배양육 생산 연구
 - 이스라엘 유력 배양육 업체인 알레프팜스가 사용하고 있는 기술
 - 미국 정부는 소 배아줄기세포주를 확보한 UC Davis에 대규모 연구비를 지원
 - 국내는 배아줄기세포의 사용이 터부시되는 분위기

- (제안) 해외에서 이들 기술이 활용되고 있는데, 국내에는 이를 이해할 수 없는 연구자가 부족한 상황임. 연구자가 부족하기에 해외 투자 또는 해외 기업의 식약처 접촉 시 이해도가 떨어지는 상태로 진행되는 경우가 대다수. 연구의 다양성을 확보하는 것이 시급함

2.6.4. 벤처 창업 지원

□ 구산업 (기존 축산업)의 축적된 자본이 신산업 (배양육 산업)으로 투자되는 선순환 고리의 형성이 필요

- (현황) 배양육 산업은 기존 축산업과 경쟁하며 구산업의 축소를 불러올 가능성이 큼. 구산업과 신산업의 충돌을 막고 순탄한 산업 개편을 도모하기 위한 정책 필요
- 배양육은 아직 연구개발 단계에 있는 산업으로 자본의 대규모 투입이 필요한 분야임. 현재 배양육 산업에 투자되는 자본은 출처가 매우 다양함. 축산업 또는 식음료업과 관련이 없는 산업에서의 자본 투자도 활발함
- (개선내용) 기존 축산업의 축적된 자본이 신사업인 배양육 산업에 투자금의 형태로 유입되도록 정책 방향을 정하고 세제 혜택 등의 유인책을 시행
- 배양육 산업이 활성화되었을 때 유통, 소비, 마케팅에 걸친 전 영역의 시장을 가장 잘 이해하는 것은 아이러니하게도 기존 축산업임.
- 기존 축산업 자본의 배양육 산업 투자를 통해 자본 이득 외에도 기존 축산업의 노하우를 배양육 산업에 이식하여 신산업의 경쟁력 강화도 도모 가능
- 기존 축산분야에서 배양육 산업에 투자하는 사례는 타이슨푸드, 카길 등의 사례를 통해 확인할 수 있음

2.6.5. 시설장비 등 인프라 지원

□ 배양육 원료세포 확보를 위한 공동 도축장 필요

- (현황) 배양육 연구개발에 필요한 시료를 확보하기 위해서는 도축장 협조가 필요하나, 시료확보 절차나 방식 등이 정해지지 않아 원활한 협조가 이루어지지 않음

- 도축장에서 당일 도축된 육류를 구할 수 없음(한우 우둔 및 앞다리살 외 불가). 그러나 배양육 연구를 위해서는 도축 후 수 시간 내의 조직 확보 필요
- (개선내용) 도축장에 세제혜택 등 인센티브를 제공하고, 연구개발 목적의 시료 확보를 위한 제도적 장치를 마련하여 배양육 연구개발에 필요한 시료 공급 지원
- 농식품부 주도로 도축장 2~3개소를 지정하고, 이곳을 통해 당일 도축된 도체(소, 돼지의 성체 및 태아)를 얻을 수 있도록 하는 시범사업을 제안
- 연구기관 (대학, 출연연 등) 및 기업 (대기업, 스타트업 등)이 시장 가격 (도체가격+적정이윤)으로 구입하도록 하여 지정된 도축장에 이익 보전
- 배양육 연구개발에 필요한 시료는 실험동물을 이용하거나 도축장을 통해 확보하여야 함
- 실험동물을 이용할 경우 일부 시료를 위해 가축 개체 전체를 희생/폐기해야 하고, 연구개발자 및 동물 공급자도 동물보호법과 실험동물법에 따른 의무사항을 충족하여야 하는 비효율 발생
- 도체만 제공하는 1단계를 거쳐 도체에서 추출한 세포를 공급하는 2단계에 도달하면 그간 업계/학계에서 요청해온 세포은행 구축사업과도 연결 가능
- 특히 도체에서 세포를 추출하는 과정을 자격증 인력으로 육성하고 (예: 배양육 원료세포 처리기사) 기존 축산업 종사자의 참여를 유도하는 방안 고려 필요
- 공동 도축장 시범사업을 통해 얻을 수 있는 이점
- 배양육 생산에 주요 축종 도체가 꾸준히 필요하다는 것을 축산업계에 인지시키며, 추후 배양육 시장형성 시 예상되는 도체 공급량 및 공급방식을 예측하고, 축산업계가 글로벌 배양육 시장에 한우·한돈 세포 공급자로 참여하여 이윤을 낼 수 있는지 파악

제 4장 맞춤형 특수식품

1. 메디푸드

1.1. 정의와 범위

- **(정의)** 메디푸드는 ‘특수의료용도식품’과 혼용되어 사용되고 있으나, 동일한 의미로 파악하였을 때, 그 정의는 ‘정상적으로 섭취, 소화, 흡수 또는 대사할 수 있는 능력이 제한되거나 손상된 환자 또는 질병이나 임상적 상태로 인해 일반인과 생리적으로 특별히 다른 영양요구량을 가진 사람의 식사의 일부 또는 전부를 대신할 목적으로 이들에게 경구 또는 경관급식을 통해 공급할 수 있도록 제조·가공된 식품’을 말함.
- 국외는 국내의 특수의료용도식품에 해당하는 용어로 Medical Foods(미국), Foods for Special Medical Purposes(코텍스, 유럽연합, 호주&뉴질랜드, 중국), 특수의료용도식품(일본) 등을 사용하고 있음.
- **(국내 범위)** 식품의약품안전처고시 제 2020-114호 개정고시를 통하여 개편된 분류체계는 환자를 대상으로 하는 식품 시장 확대에 대응하여 중분류인 특수의료용도식품을 대분류로 확대하고 하위에 표준형 영양조제식품, 맞춤형 영양조제식품, 식단형 식사관리식품 등 3개의 중분류와 11개의 식품유형으로 세분화하였음.

표 4-1. 특수의료용도제품의 분류

구분	표준형 영양조제식품	맞춤형 영양조제식품	식단형 식사관리식품
형태	액상, 페이스트, 분말 (바로 마시거나, 물에 타서 마시는 형태)		가정간편식형태 제품 (도시락, 밀키트)
대상	식품유형으로 지정된 4개 질환 및 균형영양, 열량공급	특정 영양요구가 있는 모든 질환 대상 제조 가능	식품유형으로 지정된 질환 (당뇨, 신장질환)
영양기준	식약처가 정한 표준기준	제조사 자율 설정(실증)	식약처가 정한 표준 기준

자료: 식품의약품안전처, 특수의료용도식품 분류개편 관련 Q&A

- (해외범위) Medical Foods(미국)와 Foods for Special Medical Purposes(코텍스, 유럽연합, 호주&뉴질랜드, 중국)는 일반 식사의 변형으로 식사 관리를 달성할 수 없는 환자의 식사 관리를 위한 식품을 의미하며, 식단형 제품을 포함하고 있지 않아 우리나라의 특수의료용도식품보다 좁은 범위를 규정하고 있는 반면 일본의 특수의료용도식품은 환자의 식사 관리를 편리하게 지속할 수 있는 제품을 의미하여 우리나라와 유사한 개념으로 사용되고 있음.

1.2. 국내외 시장규모

1.2.1. 해외시장규모

- 세계보건기구에 따르면 만성질환 유병률은 2020년까지 57% 증가하였음. 특히 개발도상국에서 인구 증가가 가장 클 것으로 예상되기 때문에, 인구증가와 더불어 만성질환 유병률의 증가가 될 것이며, 특히 만성질환은 의료시스템 이용율의 증가와 함께 경제적인 부담을 예측하게 됨.
- 세계 메디푸드 시장규모는 2021년 184.3억 달러로 2017년 이후 연평균 6.9%의 빠른 성장을 보이고 있음.

표 4-2. 세계 메디푸드 시장규모

단위: 백만 달러

2017	2018	2019	2020	2021	연평균증가율(%) (‘17~’21)
14,118.7	15,092.9	16,134.3	17,247.6	18,437.7	6.9

자료: Granddview research(2017) 글로벌 의료용 식품시장규모

- 대륙별 시장분포를 보면 북미가 37.6%로 가장 크고, 유럽(25.8%), 아시아(24.5%), 남미(7.5%)의 순으로 높은 시장점유율을 보임.
- 메디푸드의 시장점유율은 매출 상위 9개사가 전체시장의 35~45%를 차지하고 있음.

표 4-3. 메디푸드 시장의 대륙별 분포

단위: %

북미	유럽	아시아-태평양	중미	중동 및 아프리카	계
37.6	25.8	24.5	7.5	4.6	100.0

자료: Astute Analytica., Global Medical Food Market Size, By Value, 2017-2030

1.2.2. 국내시장규모

- 메디푸드(특수의료용도식품) 시장규모는 2010년 300억에서 2017년에 600억으로 200% 성장률을 보였으며, 2021년에는 1,000억, 2022년은 코로나로 인한 증가효과에 힘입어 대폭 증가할 것으로 예상됨. 2016년 이후 연평균 증가율 21.1%를 적용하여 2025년 시장규모를 추정한 결과 2,799억원에 이를 것으로 전망됨.

표 4-4. 한국 메디푸드 시장규모 및 예측¹⁾

단위: 백만 원

2016	2017	2018	2019	2020	2025
50,069	59,754	77,001	78,611	107,603	279,990

1) 환자용식품 기준으로 산출 : 환자용식품(멸균, 살균, 비살균), 환자용 균형영양식, 당뇨환자용 식품, 신장질 환자용식품, 장질환자용 가수분해 식품, 열량 및 영양공급용 의료용도식품, 선천성 대사질환자용 식품, 연하곤란환자용 점도증진식품

2) 2016~2020기간 연평균 증가율 적용한 추정치임

자료: 식약처, 식품 및 식품첨가물 생산실적 자료기준 작성

- 한국은 2000년 국내 고령인구가 7%를 넘어선 이후 2017년 고령사회(14% 이상)로의 진입에 이어 2060년에는 40%대에 이를 것으로 추정됨. 고령인구의 증가로 인한 고혈압, 당뇨, 심장병을 비롯해 치매와 파킨슨병, 뇌혈관질환 등 만성질환의 유병율도 증가할 것으로 예상됨.
- 환자의 질병 치료 및 회복을 위해 환자의 영양불균형 상태를 개선할 수 있는 전문적인 영양지원이 필요해 메디푸드의 수요는 계속 증가할 전망이다.

1.3. 국내외 연구개발 동향

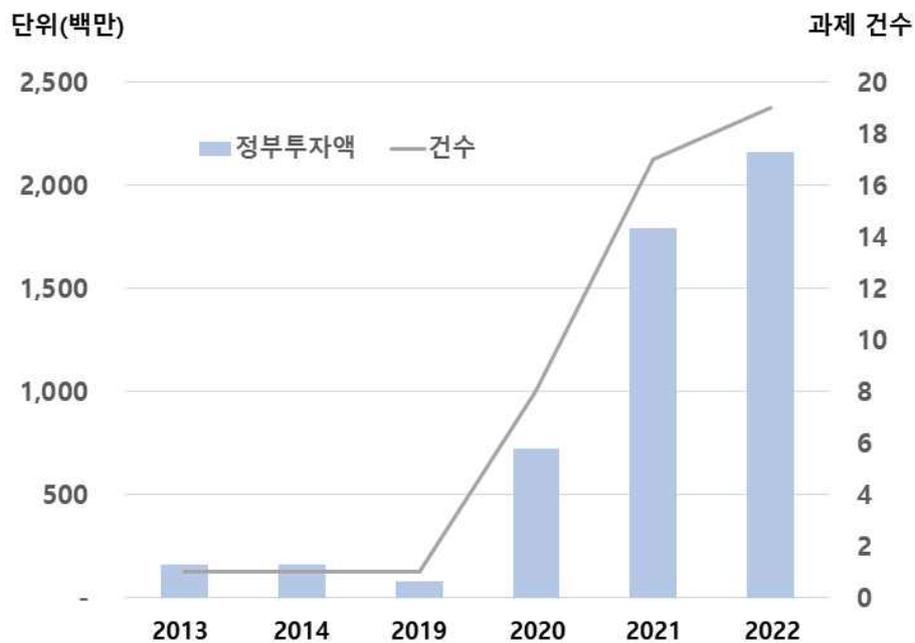
1.3.1. 해외 연구개발 동향

- 해외 연구개발 동향 파악을 위하여 임상시험 database인 clinicaltrials.gov에서 관련 키워드로 조사를 수행함. Condition or disease에 관련 키워드로 oral nutritional supplements(ONS), enteral nutrition(EN), tube feeding(TF)을 검색하였음. 관련 키워드로 검색 후, 중복데이터 삭제 및 임상시험의 세부 사항 검토하여 적합한 임상시험을 선별한 결과 미국 총 137건, 중국 총 65건, 영국 총 36건의 임상시험이 등록되었음.
- 미국은 oral nutritional supplements(ONS) 관련 임상시험이 27건, enteral nutrition(EN)과 tube feeding(TF) 관련 임상시험이 110건 등록되었음. ONS 관련 임상시험은 주로 영양불량인 소아, 노인, 암환자, 투석환자 등에게 공급하였을 때의 영양 증진 효과가 주가 되었지만, 최근에는 단백질 급원의 종류에 따른 환자 섭취 순응도 연구, 환자의 ONS 선호도와 제품 접근성에 관한 연구도 이루어지고 있었음. EN와 TF 관련 임상시험은 정맥영양 대비 경장영양(EN)의 장점, 다양한 질환에서의 EN을 통한 영양중재 효과뿐만 아니라 투여 경로(비위관, 비공장, PEG 등), 투여 방법(블루스 주입, 중력을 이용한 주입, feeding pump 사용 등)에 따른 환자의 만족도, 부작용 유발 등에 관한 임상시험도 활발하게 이루어지고 있었음.
- 중국은 oral nutritional supplements(ONS) 관련 임상시험이 9건, enteral nutrition(EN)과 tube feeding(TF) 관련 임상시험이 56건 등록되었음. 중국의 경우 등록된 대부분의 임상시험이 암환자, COPD 환자 등 특정 질환 환자의 영양 증진 효과에 대한 연구로 이는 중국이 2015년 특정 질환을 대상으로 하는 FSMP 제품의 출시에 임상시험 결과를 반드시 제출하도록 관련 제도를 정비하였기 때문으로 판단됨.
- 영국은 oral nutritional supplements(ONS) 관련 임상시험이 14건, enteral nutrition(EN)과 tube feeding(TF) 관련 임상시험이 22건 등록되었음. 영국의 ONS 관련 등록된 임상시험은 주로 환자의 소용량·고농도의 제품을 이용한 순응도와 관련된 연구가 많았음. 고열량, 고단백질 등 고농도의 제품은 적은 양으로 효율적으로 열량과 단백질 등 영양성분을 공급할 수 있지만 삼투압의 증가 등으로 순응도가 떨어질 수 있는데 이를 식품 원료, 제품에 대한 기술 개발 연구를 통하여 순응도를 높이려는 연구에 초점을 맞추고 있었음.

1.3.2. 국내 연구개발 동향

- 국가연구개발 투자현황은 NTIS DB 등록된 과제 중 ‘메디푸드’ 관련 과제를 검색한 결과 최근 10년 동안 총 109개 과제가 검색됨.
- 연구과제명 검토 후 메디푸드에 적합한 과제 선별한 결과 BK 사업단 2건, 기능성식품 관련 실험이나 효능관련 동물실험 연구 등을 제외하고 메디푸드라는 명칭이 포함된 과제는 총 46과제, 계속과제를 1개의 과제로 간주했을 때는 총 25과제로 추려졌으며 총 12,314,108,000 원의 정부자금이 투입되었음.
- 2013년 이후 메디푸드 관련 국가 과제 건수와 정부 투자액은 크게 증가하였으며, 2021년에는 2020년 대비 112%와 146% 각각 증가함.

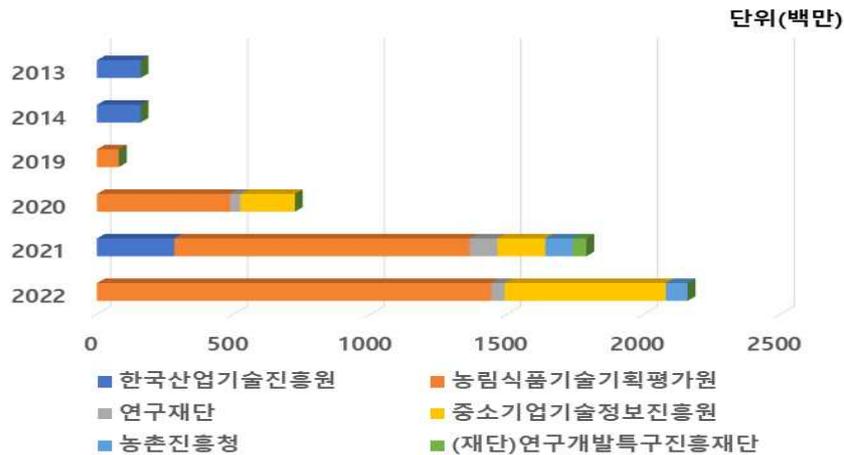
그림 4-1. 메디푸드 관련연구 과제 수행 현황



자료: NTIS D/B

- 2013년과 2014년을 제외하고는 농림식품기술평가원의 연구비 지원액수가 가장 많았으며(2020-2022까지 60%), 중소기업기술정보진흥원 순임.

그림 4-2. 정부기관별 메디푸드 관련연구과제 투자 규모



단위: 백만원, %

년도	2013	2014	2019	2020	2021	2022
한국산업기술진흥원	160 (100%)	160 (100%)	-	-	282.9 (15.8%)	-
농림식품기술기획평가원	-	-	80 (100%)	488 (67.3%)	1,080 (60.3%)	1,442 (66.7%)
연구재단	-	-	-	37.5 (5.2%)	102.5 (5.7%)	50 (2.3%)
중소기업기술정보진흥원	-	-	-	199 (27.5%)	175 (9.8%)	589 (27.3%)
농촌진흥청	-	-	-	-	100 (5.6%)	80 (3.7%)
연구개발특구진흥재단	-	-	-	-	50 (2.8%)	-

자료: NTIS D/B

1.4. 국내외 정책동향

1.4.1. 해외정책동향

- 메디푸드는 특수의료용도식품(우리나라), medical foods(미국), 특정의료용도 식품(FSMFs, 유럽), 특수용도식품(일본) 등 서로 다른 용어를 사용하고 있음. 국가별로도 식품과 의약품으로써의 구분과 이에 따른 관리·감독 부서가 상이
- (미국) 미국은 환자를 위한 식품(메디푸드) 중 일부인 ① 치료 또는 만성적인 의학적 필요성 때문에 일반 식품이나 특정 영양성분을 섭취, 소화, 흡수 또는 대사 능력이 제한 또는 손상되었거나 ② 의학적으로 결정된 구별되는 영양 요구 사항을 가진 환자의 일반적인 식단의 변형만으로는 도달할 수 없는 식

사 관리를 위한 식품을 Medical Foods로 관리하고 있음.

- Medical Foods는 Orphan Drug Act(희귀의약품법)의 section 5(b)(3)에 정의를 규정하고 있으며 추가 기준을 21 CFR 101.9(j)(8)에 규정하고 있음.
- Medical Foods가 식품임에도 식품 관련법이 아닌 Orphan Drug Act(희귀의약품법)에 용어와 정의가 규정되어 있는데 이는 최초의 Medical Foods가 의약품으로 개발된 역사를 반영한 것으로 보임.
- 1972년 FDA가 환자의 식사 관리를 위한 제품을 의약품에서 Medical Foods로 재평가하였음. 이는 당시 해당 제품의 영양 조성 근거가 의학적으로 잘 정립되어 있었으며 높은 품질 관리 기준이 갖춰진 것으로 평판이 좋은 제조사들만이 제품을 생산하고 있었으나 개발 및 유통되는 제품 수가 한정적이었기 때문에 FDA는 합리적인 가격에 다양한 제품들의 유통이 필요하다고 판단하였기 때문임.
- Medical Foods를 포함한 모든 식품 제조 시설은 FDA에 등록하여야 하고 Medical Foods에 대해 판매 전 검토나 등록 절차는 없는 대신 FDA 산하 Center for Food Safety and Applied Nutrition(CFSAN)에서 실시하는 사후관리프로그램(Compliance Program Guidance Manual: Medical Foods Program-Import and Domestic)을 통해 일반식품과는 다르게 관리하고 있음.

표 4-5. 미국의 환자 식사 관리를 위한 제품의 규제 역사

연도	내용
1958	- PKU 환자의 식사 관리를 위한 제품 최초 개발 - 최초로 개발된 제품으로 당시에는 의약품으로 개발 및 관리됨
1972	- FDA 환자 식사 관리를 위한 제품의 관리 유형에 대한 재평가 필요성 인식 - Foods for Special Dietary Uses(FSDU)로 관리
1988	- Orphan Drug Act(희귀의약품법)에 Medical Food 용어와 법적 정의 제정하여 환자 식사 관리를 위한 제품을 Medical Food로 관리 시작
1990~ 1993	- 1990년 개정된 Nutrition Labeling and Education Act에서 Medical Foods의 정의를 포함하고 Medical Foods에 health claim과 nutrient content claim 요구사항을 면제 - 1993년 CFR title 21 Food and Drugs에 Medical Foods로 nutrient content claims와 health claims 요구 사항을 면제받기 위한 추가 기준(criteria) 제정
2006~ 2016	- 2006년 FDA에서 Medical Food 산업체를 위한 지침 초안(Guidance for Industry: Frequently Asked Questions About Medical Foods Draft Guidance) 발간 - 2016년 산업체를 위한 지침(Frequently Asked Questions About Medical Foods; Second Edition Guidance for Industry) 최종 발간

자료: 농림식품기술기획평가원, 메디푸드 및 고령친화식품분야 동향보고서, 2022

- (EU) 유럽연합 역시 미국과 동일하게 환자를 위한 식품 중 일부인 ① 일상적인 식사나 일상적인 식사에 포함된 특정 영양성분을 섭취, 소화, 흡수, 대사 또는 배설하는 능력이 제한 혹은 손상되거나 장애가 있는 환자 ② 의학적 이유로 결정된 다른 영양 요구사항을 가진 환자의 일반적인 식단의 변형만으로는 도달할 수 없는 식사 관리를 위한 식품을 Foods for Special Medical Purposes(FSMP)로 관리함.
- 유럽연합은 FSMP를 식품으로 관리하고 있으며 기본적으로 식품에 적용되는 법률과 규정이 모두 적용됨. 현재 FSMP는 특정 집단을 위한 식품(FSG, foods for specific groups)에 속하며 특정 집단을 위한 식품을 관리하기 위한 법률인 Regulation (EU) No 609/2013과 본 법률에 의거하여 위임된 권한으로 위원회가 제정한 위임 규정인 Delegated Regulation (EU) 2016/128을 통하여 관리되고 있으며 Delegated Regulation (EU) 2016/128은 FSMP만을 관리하는 위임 규정임.
- FSMP 범주에 대한 판단이 국가마다 상이하여 유사한 제품이 회원국마다 서로 다른 식품 유형으로 유통되고 있어 유럽연합의 시장 기능을 저해하고 있어 이를 관리하기 위하여 새롭게 강화된 규정의 필요성이 대두됨. 이를 반영하여 2013년 발표되어 2016년 시행된 새로운 FSG에 대한 규정인 Regulation (EU) No 609/2013은 회원국의 사정에 따라 수정하여 적용할 수 있는 Directive에서 수정 없이 적용하는 Regulation으로 강화되었음.

1.4.2. 국내정책동향

- (식약처)식약처는 식품의약품안전처고시 제 2020-114호 개정고시를 통하여 특수의료용도제품의 분류체계를 환자를 대상으로 하는 식품시장 확대에 대응하여 중분류인 특수의료용도식품을 대분류로 확대하고, 하위에 표준형 영양조제식품, 맞춤형 영양조제식품, 식단형 식사관리식품 등 3개의 중분류와 11개의 식품유형으로 세분화함.
- 영양성분 함량에 민감한 만성질환자가 신경 쓰지 않고 식사할 수 있도록 ‘식단형 식사관리 식품’ 유형을 신설하고, 환자용 식품의 유형을 질환별(당뇨·신장질환·장질환 등)로 세분화하는 내용 등으로 「식품의 기준 및 규격」을 개정·시행

- 암 환자용 식품유형 신설을 위해 표준 제조기준 및 영양규격 신설에 대한 연구사업을 진행 중이며, 고혈압 환자에 대한 식품유형 신설도 추진중
- 2022년 12월 1일부터는 특수용도식품을 제조하는 모든 식품 제조·가공업체와 수입·판매업체에 식품이력추적관리 제도를 적용하여 품질 및 안전관리를 강화할 예정이다.
- 다양한 식단형 식사관리식품은 임상 영양학적 근거하에 제조된 가정간편식 형태의 환자식으로써 간편한 식사관리가 가능해지며, 고령자의 건강 특성을 반영한 고령친화식품의 제도 개선으로 환자 및 고령자의 영양 및 건강 증진에 기여할 것으로 기대됨.
- 다양한 식단형 식사관리식품은 임상 영양학적 근거하에 제조된 가정간편식 형태의 환자식으로써 간편한 식사관리가 가능해지며, 고령자의 건강 특성을 반영한 고령친화식품의 제도 개선으로 환자 및 고령자의 영양 및 건강 증진에 기여할 것으로 기대됨.
- 식단형 식사관리 식품 제조 기준 고시 (2020.11.26.)
 - 특수의료용도식품(메디푸드)을 독립된 식품군으로 분류
 - 밀키트 형태의 식단형 식사관리식품 허용- 고령친화식품 중 액상제품에 점도 규격 신설
 - 특수의료용도식품을 독립된 식품군으로 분리하고 표준형, 맞춤형, 식단형 제품으로 재분류하였으며, 종전의 환자용식품은 당뇨·신장질환·장질환 등 질환별로 세분화하여, 시장 변화에 대한 신속한 대응과 질환별 맞춤형 제품관리가 용이하도록 함
 - 식품을 가려서 섭취해야 하는 등 영양관리가 중요한 만성질환자가 영양성분 섭취량에 대한 걱정 없이 가정에서 간편하게 준비하여 식사할 수 있도록 하는 당뇨환자와 신장질환자를 위한 식품 기준을 신설
- **(농식품부)** 농식품부는 2020년 맞춤형·특수식품을 포함하여 간편식품 등 5대 식품분야 집중 육성을 목표로 하는 식품산업 활력제고 대책 발표하고, 제도 정비 및 규제 개선, 연구개발 지원 등을 포함한 분야별 대책과 함께, 전문인력 양성, 민간투자 확대 등 산업 육성을 위한 인프라 구축 방안을 제시함.

1.5. 정책여건 진단

1.5.1. 당면이슈와 쟁점

- 식품공전 상 특수의료용도식품에 해당되는 식품과 식품원료로서 기능성 혹은 효능을 지닌 식품들을 통틀어 메디푸드라고 표기하여 용어가 혼용이 되고 있음. 이에 메디푸드로 국가과제 검색을 할 때에도 절반 이상이 기능성 원료로써의 유용성이 있는 식품에 대한 연구 등이 포함되어 메디푸드에 해당되지 않음에도 불구하고 키워드로 메디푸드를 사용하고 있어 연구자와 소비자의 혼란을 야기할 수 있음.
- 특수의료용도식품 중 해외 제품 (하모닐란, 엔카버)만 의약품으로 분류되어 환자에게 처방되어 사용되고 있어 사용의 증가 (2016년 287억 원 대비 2020년 약 34.4%의 성장세)는 국내 시장에는 도움이 되지 않음. 특히 국내 좋은 영양제들이 출시되고 있음에도 불구하고 의사처방 및 보험적용이 되지 않아 위 두 가지 제품만을 사용하여 환자의 권리를 오히려 침해하고 있음.
- 원내에서는 특수의료용도식품이 식대로 보험적용이 될 수 있으나 퇴원 후에는 보험적용이 되지 않기 때문에 시장이 위축되며, 현재까지는 인지도가 높지 않음.
- 기능성원료나 소재 등을 특수의료용도식품에 추가하여 제품을 제조하여 판매할 수도 있으나, 약물과의 상호작용 영양소와의 상호작용 등에 대한 검증이 되지 않은 환자의 건강을 위협할 수 있는 제품이 출시될 수도 있음.
- 현재 식품공전 상 특수의료용도식품은 품목보고만 하는 것으로 품목관리가 진행되고 있어 기준규격에 적합하지 않는 제품들이 유통될 수도 있음.

1.5.2. 업계 건의사항

- 특수의료용도식품이 식품으로 분류되고 있음에도 의약품 수준으로 인정되어야 환자 수가적용이 가능함. 그러나 특수의료용도식품에 대한 인정규격·기준 등 조건이 의약품 수준으로 까다로워 시장 확장에 한계가 있어 개선이 필요함.
- 코로나 이후 다양한 간편식이 등장함에 따라 식단형 특수의료용도식품의 시장이 성장하고 있음. 그러나 현재는 식단형 제품에는 당뇨환자용과 신장질환자용 및 암환자용 식단으로 제한되어 있어 더 다양한 질환 제품으로 확대가 필요함.

1.6. 정책추진 방안

1.6.1. 제도 개선

- 특수의료용도식품시장 확장성을 반영하여 특수의료용도식품을 독립된 식품군으로 분류조정, 해당 식품산업 활성화를 위한 의료용식품법 별도법 추진
- 2022년 7월 20일 ‘의료용식품에 관한 법률안(이하 의료용식품법)’과 ‘국민건강보험법(이하 건보법)’ 일부개정안이 발의되었음
- 의료용식품법은 ▲의료용식품 정책 관련 사항 등을 조사·심의할 의료용식품 심의위원회의 설치 등에 관한 사항 ▲의료용식품 제조업 등록 및 의료용식품 판매업의 신고, 운영에 관한 사항 ▲의료용식품의 기준, 규격, 검사 및 위반 사항에 대한 제재 등이 포함되어 있음.

1.6.2. 인력 양성

- 비식품 종사자에게도 “미래혁신식품 계약학과” 선발 자격 부여
- 농림축산식품부에서 운영하는 4개의 ‘미래혁신식품 계약학과’ 중 2021년 선정된 경희대학교는 고령친화식품과 메디푸드관련 전문의 ‘미래식품학과’로 운영되고 있음. 본 학과에서는 관련 식품업체 종사자의 20명의 직무능력 향상 및 식품기업의 역량 강화를 위해 재교육형·석사과정으로 진행되고 있음.
- 그러나 현재 운영되고 있는 학생선발 기준은 식품관련 업체 종사자에 한하고 있어 향후 비식품기업 재직자(타 산업계(변호사, 변리사, 투자자 등)에게도 선발요건을 확대해 유연하게 운영할 필요가 있음.

<미래혁신식품 계약학과 운영지침>

제15조(학생 및 기업 선발) ③ 주관대학의 장은 다음 각 호의 요건을 갖춘 자와 그 소속기업을 참여학생과 참여기업으로 선발하여야 한다.

1. 학위과정의 교육내용과 소속기업의 업종 또는 수행하고 있는 직무가 상호 관련성이 있는 자

2. 참여기업에서 학기 개시일 기준으로 10개월 이상 재직 중인 자로 원칙적으로 기간의 정함이 없는 근로자이어야 하며, (이하 생략)

2. 고령친화식품

2.1 정의와 범위

- 고령친화식품이란, 고령자의 식품 섭취나 소화 등을 돕기 위해 식품의 물성을 조절하거나, 소화에 용이한 성분이나 형태가 되도록 처리하거나 영양성분을 조정하여 제조·가공한 식품을 말함¹³⁾
- 고령화 시대를 맞아 고령층의 섭취가 용이하도록 섭취, 소화에 도움이 되거나 영양성분이 개선된 식품인 ‘고령친화식품’에 대한 정의 신설을 통해 다양한 고령자용 식품의 제조/유통에 대한 기반이 마련되어 식품산업 활성화 및 소비자 선택의 폭을 넓힘.
- 고령친화식품은 그 정의와 유형에 관한 명확한 정의가 내려진 것이 비교적 최근이기 때문에 연구자에 따라 서로 상이하게 정의와 범위를 제시함.
- 식품공전에 고령친화식품과 관련된 기준 및 규격은 “고령자를 섭취대상으로 표시하여 판매하는 식품”과 특수의료용도식품 내의 “고령자용 영양조제식품”이 있음.
- “고령자용 영양조제식품”은 “65세 이상 고령자의 영양 불량을 개선하기 위하여 영양성분을 조제하여 식사 보충식 형태로 활용되는 조제식품”으로 규정되며, 2021년 11월에 신설 행정 예고됨. 조제유류, 영아용 조제식 등이 정의된 특수영양식품 내에 신설됨.

표 4-6. 고령자용 영양조제식품 분류체계

현행	개정안
제5. 식품별 기준 및 규격	제5. 식품별 기준 및 규격
10. 특수영양식품	10. 특수영양식품
10-1 조제유류	10-1 조제유류
10-2 영아용 조제식	10-2 영아용 조제식
10-3 성장기용 조제식	10-3 성장기용 조제식
10-4 영 유아용 이유식	10-4 영유아용 이유식
10-5 체중조절용 조제식품	10-5 체중조절용 조제식품
10-6 임신 수유부용 식품	10-6 임신수유부용 식품
<신 설>	10-7 고령자용 영양조제식품

자료: 식품의약품안전처.

13) 식품의약품안전처(2020.10.01.). 식품공전 제1. 총칙, 3. 용어의 풀이

- “고령자용 영양조제식품”은 “65세 이상 고령자의 영양 불량을 개선하기 위하여 영양성분을 조제하여 식사 보충식 형태로 활용되는 조제식품”으로 규정되며, 2021년 11월에 신설 행정 예고됨. 조제유류, 영아용 조제식 등이 정의된 특수영양식품 내에 신설됨.

표 4-7. 고령친화식품의 범위

구분	현행		확대
식품유형	공통제조·가공 기준		고령자용 영양조제식품
제조방법	경도조절식품	점도조절식품	영양보충식품
특징	씹기 편하도록 무르게 제조	삼키기 편하도록 흐름성을 조절 (사례방지)	고령자의 균형 영양 섭취에 도움을 주도록 영양성분을 조제
기준	경도 500,000N/m ² 이하	점도 1,500mpas 이상	단백질 등 영양성분 19종을 고령자의 영양요구량 기준으로 설정
제품 예시	요리, 반찬, 과자류	죽, 기호성음료	고령지 전용 분유, 영양음료

자료: 농기평, 메디푸드 및 고령친화식품 분야 동향보고서, 2022년 식품R&D이슈2

2.2. 국내외 시장규모

2.2.1. 해외시장(일본)

- 고령친화식품시장에 대한 국가별 정의가 다르기 때문에 세계적으로 통일된 개념으로 시장규모를 추정한 자료가 없음. 따라서 세계에서 고령화 추세가 심각한 국가 중의 하나이면서, 고령친화식품이 발달한 일본의 사례를 중심으로 파악하고자 함.
- 일본의 고령친화식품시장의 2015년 규모는 14조 6,241억 원 수준이며, 2020년까지 약 15조 9천억 원 수준까지 성장할 것으로 전망됨. 이 중에서 치료식이 41.2%, 개호식이 40.9%, 일반 고령자용 식품이 17.9%의 비중을 차지함.
- 2011~15년 기간 동안 고령자용 식품이 29.1%로 개호식(10.9%), 치료식(2.6%)보다 크게 증가하였고, 2011~202년 기간 동안 고령자용 식품은 56.2% 증가한 것으로 추정되어 일본 내에서 ‘성장 시장’으로 분류하고 있음.

표 4-8. 일본 고령친화식품시장 규모 및 전망

단위: 억원

구분	개호식	고령자용식품	치료식	계	
2011	53,928	20,260	58,726	132,915	
2015	59,804	26,158	60,279	146,241	
2020(1)	66,105	31,651	61,266	159,022	
변화율 (%)	2011/2015	10.9	29.1	2.6	10.0
	2011/2020	22.6	56.2	4.3	19.6

1) 추정치임.

자료: 김상효외(2017).p.183에서 재인용

2.2.2. 국내시장

- 현재 별도의 분류체계가 없는 조건하에서 연구기관마다 개별적인 방식으로 고령친화식품산업의 시장 규모를 산정하고 있음.
 - 한국보건산업진흥원(2014), 한국농수산식품유통공사(2017), 한국농촌경제연구원(2017)에서 고령친화식품산업의 시장 규모를 추정한 사례가 있음.
- 한국보건산업진흥원(2014)의 연구에서는 식품산업의 시장 규모 현황을 살펴 보기 위하여, 식품 및 식품첨가물 생산실적(식품의약품안전처)의 자료를 이용함. 고령친화 식품산업의 범주에는 일반 식품산업 중 일부와 건강기능식품산업 전체를 포함함.
- 일반식품 중에 정상적으로 섭취, 소화, 흡수 또는 대사할 수 있는 능력이 제한되거나 손상된 노인들을 위하여 특별히 제조·가공된 특수의료 용도식품산업은 영유아 및 임신·수유부용 식품을 제외한 부분을 포함하였으며, 이를 제외한 일반식품산업의 경우 65세 이상 노인인구 비율을 고려하였으며, 건강기능식품산업은 전체를 포함하여 시장 규모를 추정함.

표 4-9. 고령친화식품시장 규모 산출 방법(한국보건산업진흥원)

$$y_i = (\text{일반식품산업}_i) \times (\text{인구비율}_i) + (\text{특수용도식품}_i) + (\text{건강기능식품}_i)$$

- y_i : i 연도의 고령친화 식품산업 시장 규모
- 일반식품산업 $_i$: i 연도의 일반식품산업 시장 규모
- 특수용도식품 $_i$: 일반식품산업 중 i 연도의 특수용도식품 시장 규모
- 건강기능식품 $_i$: i 연도의 건강기능식품 시장 규모

자료: 한국보건산업진흥원(2014).

표 4-10. 고령친화식품시장 규모 추정 - 한국보건산업진흥원

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	전년대비 증가율	연평균 증가율 (2007~2012)
일반식품(A)	3,442,027	3,832,707	4,485,096	4,960,418	10.60	13.09
건강기능식품(B)	918,383	1,021,128	1,312,558	1,350,708	2.91	14.42
특수용도식품(C)	54,113	71,061	90,504	90,519	0.02	25.37
고령친화 식품산업 (A+B+C)	4,414,523	4,924,895	5,888,157	6,401,645	8.72	13.49
비중	13.3	13.75	14.4	14.7	-	-
식품산업	33,181,636	35,824,108	40,877,240	43,556,101	6.55	9.40

자료: 한국보건산업진흥원(2012).

- 또한, 고령친화 식품산업 시장 규모의 2007~2012년 연평균 성장률을 이용하여 2020년까지의 시장 규모를 아래와 같이 추정함.

표 4-11. 2012년~2020년 고령친화식품시장 규모 전망(한국보건산업진흥원)

구분	2012년	2015년	2018년	2020년	연평균 증가율 (2012~2020)
고령친화 식품산업	6,401,645	9,360,870	13,688,026	17,634,260	13.50
비중	14.7	16.39	18.27	19.64	-
모태산업	43,556,101	57,126,725	74,925,500	89,775,232	9.46

자료: 한국보건산업진흥원(2014).

- 한국농수산식품유통공사(2017)의 연구에서는 고령친화식품 주요 연관 품목¹⁴⁾의 출하액에 주민등록인구 상 65세 이상 인구의 비율을 적용하여 시장 규모를 추정함.

14) 고령친화식품 주요 연관 품목 선정 방법: 한국보건산업진흥원의 고령친화식 전략품목인 건강기능식품, 특수용도식품(영유아 및 임신·수유부용 식품 제외), 두부류 및 묵류, 전통·발효식품(장류, 김치류, 젓갈류, 절임식품)을 참고하고, 자체 소비자 인식조사 결과를 반영해 인삼·홍삼류 건강기능식품 외에 고령자들의 소비가 많은 인삼·홍삼제품(음료, 차, 당절임)을 추가, 특수용도식품에서 고령친화식품과 관련이 적은 체중조절용 조제식품은 제외.

표 4-12. 시장 규모 산출 방법 (한국농수산물유통공사)

품목군주	고령친화식품 주요 연관 품목	시장 규모 산출 방법
건강기능식품	건강기능식품	해당 품목별 출하규모 × 65세 이상 인구비율
특수용도식품	특수용도식품(영유아 및 임신·수유부용 식품, 체중조절용 조제식품 제외)	
두부류 및 묵류	두부류, 묵류	
전통·발효식품	장류, 김치류, 젓갈류, 절임식품	
인삼·홍삼제품	인삼/홍삼음료, 인삼/홍삼차, 인삼/홍삼 당절임	

자료: 가공식품 세분시장 현황.

- 고령친화식품의 국내 시장 규모는 2015년 출하액 기준 7,903억 원으로 산정됨. 국내 식품시장의 2015년 출하액은 52조 63억 원으로 집계되었으며, 이 중 고령친화식품이 차지하는 비중은 약 1.5%로 추정됨.

표 4-13. 고령친화식품시장 규모 추정 - 한국농수산물유통공사

구분	고령친화식품 범위 품목군					품목군 소계	고령친화 식품 시장 규모4)
	건강기능 식품	특수용도 식품1)	전통·발효 식품2)	두부류 또는 묵류	인삼/홍삼 제품3)		
2011	1,312,600	29,305	2,304,134	603,900	307,503	4,557,442	510,434
2012	1,350,700	33,724	2,621,611	617,297	348,002	4,971,333	581,646
2013	1,406,600	39,240	2,725,557	615,583	282,898	5,069,878	618,525
2014	1,564,000	44,135	2,724,664	575,202	230,534	5,138,535	652,594
2015	1,732,600	47,693	3,014,012	696,424	541,967	6,032,696	790,283

자료: 가공식품 세분시장 현황.

- 주 1) 특수용도식품 출하액 중 영유아 및 임신·수유부용 식품, 체중조절용 조제식품은 제외함.
 2) 전통·발효식품은 젓갈류, 절임식품, 김치류, 장류 출하액의 합계값임.
 3) 인삼/홍삼제품은 인삼/홍삼음료, 인삼/홍삼차, 인삼/홍삼 당절임 출하액의 합계값임.
 4) 고령친화식품 시장 규모는 품목군 소계값에 65세 이상 노인인구 비중을 곱한 값임.

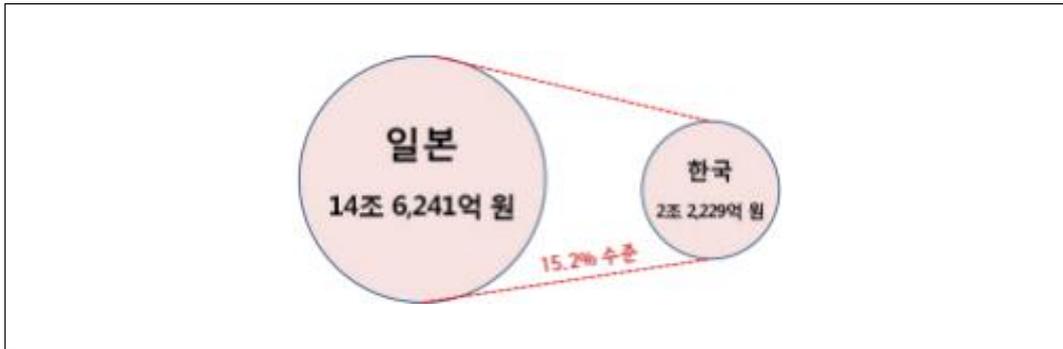
- 한국농촌경제연구원(김상호 외 2017)¹⁵⁾에 따르면 2015년 고령친화식품산업의 시장 규모는 약 2조 2,229억 원 수준¹⁶⁾에 달할 것으로 전망함.

15) 김상호, 이용선, 허성윤(2017). 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안.

16) 치료식을 제외 할 경우 1조 3,066억 원 규모.

- 고령인구 총수요를 '65세 이상 고령자 수×1인당 GDP'로 정의하였으며, 2015년 기준 우리나라 고령인구 총수요와 일본 고령인구의 총수요의 비율을 산정함(15.2%). 그리고 일본의 2015년도 시장 규모인 14조 6,241억 원에 해당 비율을 곱하여 시장 규모 산출

그림 4-3. 고령친화식품시장 규모 추정 - 한국농촌경제연구원



자료: 김상호,이용선,허성운(2017). 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안.

- 고령친화식품산업에 대한 통일된 분류가 존재하지 않아 각 연구기관마다 산정 방식에 차이가 있음. 이로 인해 충분한 정보와 일관성 없이 시장 규모 측정이 이루어지고 있으며, 각 기관별 시장 규모 추정치 간에 현격한 차이가 존재함. 이러한 차이는 추정치에 대한 신뢰성을 하락시킬 뿐만 아니라 시장 구성원들의 의사결정에 오히려 악영향을 미칠 가능성이 존재하므로 개선이 필요함.
- 본 연구에서는 한국보건산업진흥원(2014)의 2012년 추정치 64,016억원을 기준으로 고령인구 연평균 증감율 4.3%를 적용하여 고령친화식품 시장규모를 추정함. 추정결과, 2020년 고령친화 식품산업 시장 규모는 약 8조 9,653억 원으로 추정됨.

표 4-14. 고령친화식품시장 규모 추정치

2012	2015	2017	2018	2019	2020
64,016	7,263	79,015	82,413	85,956	89,653

자료: 한국보건산업진흥원(2014)의 2012년 추정치 기준으로 추정

- 고령화가 급격히 진행되고 있는 한국은 고령친화식품 시장이 계속해서 확대될 것으로 전망됨에 따라 식품기업들의 해당 시장 진출이 점차 증가하는 추

세임. 풀무원 푸드머스의 풀스케어는 2015년 만들어진 시니어 전문 브랜드로 고령층의 저작 능력을 4단계로 분류한 단계별 맞춤 상품 등 고령자 전용 식사부터 디저트, 건강 보조제까지 다양한 제품군을 구성하여 고령자들이 영양 섭취뿐만 아니라 먹는 기쁨까지 제공하여 고령자의 삶의 질 향상에 도움을 주고자 함.

- 국내 식품기업들이 출시하는 제품은 주로 저작기능에 문제가 있거나 식도근육이 약해진 고령 소비자를 위한 연하식/연화식 등으로, 자체적 개발 또는 고령식 전문 기업/요양 전문 기업 등과 합작하여 출시하는 행태를 보이고 있음. 현대그린푸드 건강식 브랜드 '그리팅'과 신세계푸드의 고령친화식품 전문 브랜드 '이지벨런스'는 음식물을 씹는 것이 어려운 소비자를 상대로 각종 반찬류를 연하식으로 제조하여 병원·요양원 등에 납품하고 있음.
- 아워홈은 2017년 고령식 전문업체 (주)사랑과선행과 MOU를 체결하였으며, B2B로만 출시되던 연화간편식을 2020년 1월부터는 B2C로 사업영역을 확대하였고, CJ프레시웨이와 시니어 요양 전문기업 비지팅엔젤스코리아가 합작한 브랜드 '헬씨누리'는 노년층을 위한 연화식·저염식·고단백 식품을 개발한 바 있음.

2.3. 연구개발 동향

2.3.1. 해외연구개발 동향

- (디지털기술 활용)고령친화식품은 단순한 식품이 아니라 인간에게 필요한 서비스를 제공해주는 것으로 여겨지기 때문에 디지털 기술은 현재 고령친화식품의 전망을 고도화하는 데에 있어 중요한 요소임.¹⁷⁾
- 고령화 사회에 진입하면서 실버푸드 시장이 크게 성장할 것으로 전망됨에 따라 빅데이터, 인공지능(AI)등 디지털 기술을 활용한 고령 세대의 소비 행태와 구매 행태 분석 및 이를 제품과 서비스에 적용하는 방법도 빠르게 발전할 것으로 전망됨.
- 시니어 개개인의 식성, 건강상태, 선호도 등을 고려한 개인화한 제품과 서비스에 대한 니즈가 지속적으로 증가함에 따라 디지털 기술을 이용하여 고령친

17) aT, 2020 가공식품 세분시장 현황: 고령친화식품

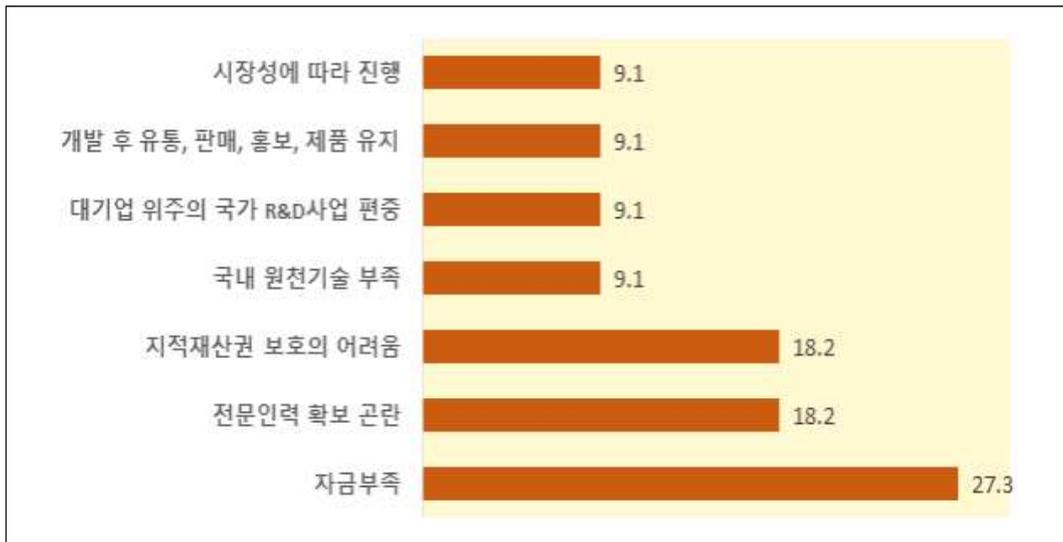
화식품 이용 고객들의 데이터를 기반으로 알고리즘으로 분석하여 고객을 더 집중적으로 이해할 수 있다는 장점이 고려되고 있음.

- 유럽에서는 다국적 기업들이 함께 디지털 기술을 적용한 고령친화식품 개발을 시작하였으며, 고령자, 특히 씹거나 삼키는 것이 어려워 건강이 취약한 계층을 대상으로 개인 맞춤의 영양식을 개발하는 것을 목적으로 첨단 기술을 접목시키려는 노력이 시도됨. 기업들은 고객 데이터를 취합함으로써 관리 및 분석하고 이를 토대로 자동화된 공정을 통해 개인 맞춤형 제품을 생산하여 무인으로 배달, 공급할 수 있는 식품 공급 체인을 개발 중에 있음.
- 미국 플로리다주의 Natural Machine에서 개발한 Foodini는 3D 프린터로 스마트 폰을 사용하여 소비자가 원하는 레시피를 검색하고, 이를 기계에 프로그래밍하여 프린터의 식품 캡슐에 신선한 재료를 채우면 음식을 자동적으로 인쇄(적출)해서 섭취가 가능함.
- 3D 식품은 특히 음식 섭취가 불가능하거나 어려운 사람들에게 의료 분야의 치료 식품으로 사용될 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있음. 음식 섭취가 어려운 사람들에게 음식을 섭취하는 것은 스트레스를 받게 하거나 위험할 수 있지만 3D 음식은 적절한 질감을 만들어 더 쉽고 안전함을 강조함.
- 또한 기존의 푸레 식품보다 더 많은 영양을 유지할 수 있으며 비타민 및 미네랄과 같은 추가 영양소를 얻을 수 있음. 이를 통해 식욕이 부족한 사람들이나 영양실조 환자들에게는 3D 식품은 더 많은 영양 섭취로 회복과 웰빙을 지원할 수 있게 함.

2.3.2. 국내 연구개발 동향

- 고령친화식품 개발을 위한 R&D를 진행 중이라는 응답은 50.0%로 나타남<표 18>. R&D에 있어 가장 큰 애로사항으로 자금부족(27.3%) 응답 비중이 가장 높았으며, 전문인력 확보 곤란(18.2%), 지적재산권 보호의 어려움(18.2%) 순으로 나타남.
- 고령친화식품 사업 추진 애로사항으로 기술개발이 두 번째로 높은 비중(20.0%)을 차지하는 것으로 나타남. 기업들의 R&D 투자에 있어 자금부족과 전문인력 확보에 대한 애로사항이 많으므로 시장을 활성화하기 위해 이러한 애로사항을 해결할 수 있는 지원책이 필요함.

그림 4-4. 고령친화식품 R&D에 있어 애로사항



자료: 고령친화식품 생산업체 현황 및 정책수요 조사. 김상효 외(2022) 재인용.

표 4-15. 고령친화식품 개발을 위한 R&D 여부

구분		예	아니오
전체		50.0	50.0
사업추진 여부	현재 추진 중(계획 중)	50.0	50.0
매출액	1천 5백억 원 미만	50.0	50.0
	1천 5백억~3천억 원 미만	33.3	66.7
	3천억 원~1조 원 미만	0.0	100.0
	1조 원 이상	100.0	0.0

자료: 고령친화식품 생산업체 현황 및 정책수요 조사. 김상효 외(2022) 재인용.

- 고령친화식품 개발을 위해 필요한 기술 보유 및 확보현황을 5점 척도로 평가해보면 평균 3.4로 나타남. 영양을 강화하거나 영양소 파괴를 최소화하는 기술은 3.6점으로 상대적으로 보유 및 확보 정도가 높았으며, 둔화된 미각에 맞춘 관능기술(재성형 등) 기술은 2.97점으로 보유 및 확보 정도가 낮았음.

표 4-16. 고령친화식품 개발을 위한 식품기업의 관련 기술 보유 현황

구분		섭취 편이를 (씹힘성/삼킴성) 위해 제조/ 가공하는 기술	영양을 강화하거나 영양소 파괴를 최소화 하는 기술		둔화된 미각에 맞춘 관능 기술(제성형 등)		노화로 인해 떨어진 신체 기능을 유지할 수 있는 원료 개발 기술(근손실, 혈당, 소화, 흡수 개선 등)		
			보유(%)	5점 척 도 평균	보유(%)	5점 척 도 평균	보유(%)	5점 척 도 평균	보유(%)
전체		53.3	3.40	66.7	3.67	36.7	2.97	53.3	3.40
사업 추진 여부	없음	16.7	2.67	33.3	3.00	16.7	3.00	33.3	3.00
	과거 있으나 현재 없음	33.3	3.33	66.7	3.67	66.7	3.33	66.7	3.33
	현재 추진 중(계획 중)	66.7	3.62	76.2	3.86	38.1	2.90	57.1	3.52
매출 액	1천 5백억 원 미만	52.4	3.38	61.9	3.62	38.1	3.00	61.9	3.71
	1천 5백억 ~ 3천억 원 미만	66.7	3.00	100.0	4.00	0.0	2.00	33.3	2.67
	1조 원 이상	50.0	3.67	66.7	3.67	50.0	3.33	33.3	2.67

자료: 고령친화식품 생산업체 현황 및 정책수요 조사. 김상효 외(2022) 재인용.

- 특정 고령 소비자에게 특화된 제품개발 필요 정도 설문 결과, 저작·연하 등 섭식장애를 가지고 있는 고령 소비자(4.28점), 만성질환/암 등 질병 개선 또는 치료 등으로 영양개입이 필요한 고령자(4.22점) 순으로 특화된 제품개발의 필요성이 있는 것으로 나타남.

표 4-17. 고령 소비자 특징별 제품개발 필요 정도

구분		건강상 문제가 없는 고령 소비자 (액티브 시니어)	저작·연하 등 섭식장애를 가지고 있는 고령 소비자	만성질환/암등 질병개선 또는 치료 등으로 영양개 입이 필요한 고령자
전체		3.84	4.28	4.22
사업추진 여부	없음	3.33	4.17	3.83
	과거 있으나 현재 없음	4.00	4.25	4.25
	현재 추진 중(계획 중)	3.95	4.32	4.32
매출액	1천 5백억 원 미만	3.86	4.32	4.09
	1천 5백억~3천억 원 미 만	4.00	3.67	4.67
	3천억 원~1조 원 미만	4.00	4.00	4.00
	1조 원 이상	3.67	4.50	4.50

자료: 고령친화식품 생산업체 현황 및 정책수요 조사. 김상효 외(2022) 재인용.

2.4. 국내외 정책동향

2.4.1. 국내 정책동향

- (고령친화우수식품지정제도) 2021년 이전에는 고령친화산업 진흥법」 상 고령친화제품의 범위가 노인을 위한 의료용품, 주거설비용품, 일상생활용품, 건강기능식품으로만 한정되어, 일상에서 섭취하는 식품분야에서 고령자의 어려움을 적극 해소하는 정책을 개발하는데 한계가 있었음.
- 이에 농식품부와 복지부의 협업으로 고령자를 위한 식품 개발과 시장 활성화 등을 위해 「고령친화산업 진흥법 시행령」을 개정(21.3.9.)하여 고령친화제품의 범위에 식품을 추가하고, 고령친화우수제품 지정대상 식품 품목 고시 마련(5.31.시행) 및 ‘고령친화산업지원센터(이하 지원센터)’ 지정(3.15.) 등 고령친화우수식품 지정제도 운영을 준비해 왔음.
- 정부는 2021년부터 고령친화우수식품 지정제도를 고시 (2021.10.22.)하고 운영함. 「고령친화산업 진흥법」 제12조제1항 및 같은 법 시행령 제2조제3호, 제7조제1항에 따라 「고령친화우수제품 지정대상 식품 품목」의 고시를 근거로 고령자의 섭취, 영양보충, 소화·흡수 등을 돕기 위해 물성, 형태, 성분 등을 조정하여 제조·가공하고 고령자의 사용성을 높인 제품을 우수식품으로 지정함.
 - 제도 시행이후 2021년 6월부터 9개월간 10개 기업, 35개 제품을 지정신청 했으며, 이들 제품을 심사하여 물성(경도·점도), 영양성분 및 사용성평가 등 요건을 충족한 8개 기업의 27개 제품을 처음으로 고령친화우수식품으로 지정
 - 2022년 상반기 1차 12개 제품, 2차 26개 제품 지정
 - 우수식품으로 지정받은 제품은 관련 법령에 따라 우수제품 표시도형과 규격 단계 표시 가능

그림 4-5. 한국의 고령친화우수식품 표시 도형



자료: 농식품부

- 이 지정제도는 농림축산식품부와 해양수산부가 함께 담당하는 제도로 고령친화우수식품의 세분화된 규정을 제공하여 고령자들의 식생활의 문제 완화, 삶의 질 향상 등을 추구하기 위한 배경에서 시작함.
- (고령친화산업지원센터 운영) 농식품 산하 한국식품산업클러스터진흥원 고령친화산업지원센터에서 지정업무를 수행하며, 기본요건(실물과 제품 사진 등의 일치 여부, 고령자 요구 반영 여부, 고령친화식품 KS 표준 상 품질기준 충족 여부), 품질·안전 측면의 고령자 배려(고령자 배려를 위한 제조공정 유무 및 적용 결과의 적절성 여부, 섭취 안전성), 편의성 및 조작성 측면의 고령자 배려(섭취 전 취급방법, 포장 형태, 제품 표시사항에 대한 사용성 수준) 세 가지 항목 평가를 통해 지정함.
- 지정품목으로는 「식품위생법」과 「건강기능식품에 관한 법률」에 따라 각각 기준 및 규격이 고시된 식품에 해당되는 것만 가능하고, ① 주류, ② 영·유아 및 임산·수유부 등 특정 연령 대상 식품, ③ 원재료로만 사용되는 식품은 제외함.
- 사전요건으로는 「식품위생법」에 따른 “식품안전관리 인증기준(HACCP) 적용업소로 인증”을 받은 영업자가 생산하는 제품(인증 대상 유형)과 「건강기능식품에 관한 법률」에 따라 품목제조신고가 완료된 제품으로 정함.
- 기본요건으로는 2020년 1월부터 시행된 고령친화식품 한국산업표준(Korean Industrial Standards, KS) 인증제를 이용하며, 고령친화식품 KS 표준은 고령자의 식품 섭취·소화·흡수·대사 등을 돕기 위해 식품의 물성 및 영양성분 등이 일정 수준을 충족하도록 제조·가공한 고령친화식품에 대하여 규정하는 것을 원칙으로 함.

2.4.2. 외국의 정책동향

- (일본)일본은 인구의 고령화가 빠르게 진전됨에 따라 개호(간병) 대상자가 빠르게 늘어나 사회적 문제로 대두되었음. 일본 농림수산성은 2010년대 이후로 일본의 고령친화식품 관련정책을 실시하고 있음. 일본에서 고령친화식품은 주로 요개호자를 위한 ‘개호식품’(또는 ‘개호식’)으로 지칭되었음.
- 개호식품은 본래 병원, 요양시설 등에서 제공하는 급식 및 간식, 조리식품 등을 지칭하는 말이었으나, 농림수산성에서는 개호식품의 종류로 저작·연하곤란자용 부드러운 식품(통상의 식사를 부드럽게 가공한 식품), 점도조절식품, 종합영양식품(농후유동식), 수분보급젤리, 음료 등을 제시하였음.

- 일본내 개호식은 ‘일본개호식협회’에서 기준 및 규격을 정하고, 협회에 가입한 식품회사들이 제조한 식품에 UDF(유니버설 디자인 푸드) 로고를 표시할 수 있도록 함. 일본개호식협회의 규격에 따라 1~4단계의 기준을 정하여 개발된 제품에 각각 표시를 하고 있음.
- 일본은 2014년 신개호식품 제도인 ‘스마일케어식’ 제도를 도입해 일반 고령자를 위한 개호예방식품이나 균형식품도 포함할 수 있도록 표시 기준을 제정하였으며, 개호식에 연하식, 저작곤란자식, 부드러운 음식(유동식)을 포함하고 ‘고령자식’으로 액티브시니어를 대상으로 한 예방적 식품 등을 포함하였음.
- 일본 농림수산성은 일본 농림 규격 등에 관한 법률 (JAS법)에 근거한 일본농림규격(Japanese Agricultural Standards, JAS) 제도를 운영하고 있음. 일본농림규격은 식품·농림 수산품이나 이의 취급 등의 방법에 대한 규격을 국가가 재정하고 이를 충족했다는 것을 증명하는 마크를 식품·농림 수산품이나 사업자의 광고 등에 표시할 수 있는 제도로 우리나라의 고령친화식품에 해당하는 “스마일 케어 푸드”가 일본농림규격에 포함됨.

그림 4-6. 일본의 스마일케어 푸드(고령친화식품) 마크



- (독일) 독일은 이미 1980년대부터 고령친화식품이 구매 가능한 형태로 판매되기 시작했으며, 식품산업을 통해 냉동식품 형태의 완전조리급식이나 전처리 및 반조리된 식재료가 보급되고, 이들을 이용하여 지역사회 중심으로 장기요양시설 급식이나 재가노인 이동급식의 문제를 적극적으로 해결해 오고 있음.
- 독일의 고령친화식품 관련 정책은 국가 주도형 표준화 정책을 중점 추진하면서, 급식서비스(VSSE)와 식사 배달서비스(EAR)의 두가지 유형으로 발전하였음. 독일영양학회(DGE)는 독일정부 지원하에 단체급식 또는 이동급식 관련한 급식 표준화 기준을 마련하고, 이에 대한 인증제도를 실시하고 있음.

- 독일의 급식표준화(DGE-VSSE) 구축은 2008년 독일연방정부 부처인 영양·농축산 식품부(BMEL)와 보건복지부(BMG)가 독일영양학회(Deutschen Gesellschaft fuer Ernaehrung: DGE)에 영유아부터 노인까지 각 생애주기별 식생활과 관련된 급식 표준화 과제 추진을 일임하면서 2009년에 시작되었음.

2.5. 정책여건 진단

2.5.1. 당면이슈와 문제점

- 빠른 고령화 및 고령화로 인한 사회적 의료비용 증대 가능성으로 국가의 고령친화식품시장 활성화 필요성이 대두되고 있음.
- 우리나라는 높은 노인빈곤율(OECD 1위)과 고령자의 낮은 소비 여력으로 인해, 특수가공된 고령친화식품에 대해 추가지불의향(WTP)이 낮아 소비 확대가 쉽지 않은 여건임.

2.5.2. 연계건의사항

- 고령친화식품 우수식품 인증으로 인한 경제적 유인이 제도적으로 마련될 필요가 있음. 또한 고령자의 낮은 고령친화식품에 대한 추가지불의향(WTP)이 낮기 때문에 복지제도와 연계한 지원정책이 필요함.
- 고령자들의 고령친화식품에 대한 낮은 인지도, 필요성 인식을 개선하기 위한 범국민 차원의 홍보 및 캠페인을 전개해 고령친화식품에 대한 투자를 유도하고 투자기업의 시장진입 불확실성을 해소시킬 필요가 있음.
- 지역 기반 다품종 소량생산 및 다양한 고령자 니즈/수요에 맞춘 제품 생산을 위해 중소기업에게 주요 고령친화 가공기술에 대한 접근성을 높이기 위해 시설자금 지원, 기술컨설팅 제공 등의 여건 마련이 필요함.

2.6. 정책추진방안 및 향후 계획

2.6.1. R&D

- 4차산업 및 푸드테크 관련 혁신 식품 R&D에 집중투자하고 있으나, 고령친화 식품에 특화된 R&D는 여전히 부족하며, 특히 시장 참여가 특별히 요구되는 중소식품기업 대상 R&D는 상대적으로 부족

- 고령친화식품 관련 R&D는 2015년 7건, 2017년 15건, 2020년 32건으로 확대되는 추세이기는 하지만, 규모적으로는 여전히 부족하며, 대부분 물성 조절 식품개발에 집중
- 유럽연합의 “INCluSilver”에서는 혁신적인 아이디어를 가진 중소기업들을 대상으로 3개년 프로젝트를 추진 중인데, 이 사업에서는 고령자 영양개선을 위한 다양한 연구비를 지원¹⁸⁾
- 고령자의 3대 섭식장애 극복에 도움이 되는 고령친화식품을 제조하기 위한 국내외 관련 기술로는 초고압 기술, 감압 효소처리 기술, Sous vide, 3D 프린팅, PEF 기술 등의 첨단 기술들이 포함
- 중소기업의 경우 자체적으로 R&D를 수행할 자금, 인력이 부족하기 때문에 신기술 기반 고령친화식품 산업 활성화를 위해서는 정부의 적극적인 R&D 지원 필요
- 한국보건산업진흥원(2019)에 따르면 약 10%의 고령친화식품 구매자가 고령친화식품의 맛을 이유로 지속적으로 섭취하기 어렵다고 응답함. 고령자 대상 고령친화식품의 맛과 색깔·모양·식감 등 관련 리빙랩(living lab) 수행, R&D 지원 등을 통해 고령친화식품 개발 지원 필요

2.6.2. 제도 개선

□ 시장수요 촉진을 통한 산업 초기 활성화 전략 필요

- 고령자의 고령친화식품 인지도는 32.6% 수준으로 낮으며, 고령친화식품이라는 단어에 대한 부정적 인식이 높으므로, 인지도 및 필요성에 대한 범국가 차원의 캠페인 및 홍보 필요(필요성, 우수성을 강조하고, 친밀성을 강화하기 위한 다양한 홍보 전략 필요)
 - － 필요성 강조: 교육자료 고도화, 소비자 단체 연계, 고령친화식품체험관 도입, 고령자 주 선호 문화컨텐츠 연계
 - － 우수성 강조: 고령친화식품의 건강 영향 실증연구 확대 및 정보전달, 우수식품 브랜드화 지원, 소비자단체와 협력을 통한 신뢰도 강화

18) <https://www.inclusilver.eu/faq/>

- 친밀성 강화: 고령친화식품 네이밍 공모전, 다양한 교육시설과 연계, 숯폼 영상 제작
- 공공수요 연계를 통한 수요 촉진
 - 노인복지제도 연계 강화: 장기요양등급 판정 기준에 식이능력 등급 추가 또는 식사지원등급 추가, 장기요양시설 평가 기준에 고령친화식품 사용 여부 추가, 지역사회 통합돌봄 사업과 연계, 농식품 지원제도와 연계(농식품바우처 등)
 - 노인요양시설 평가시 급식관련 항목으로 수급자 기능에 따른 식사 제공 여부가 있으나, 급식 질(質)을 관리할 수 있는 평가항목 부재. 복지부와 지속적으로 협의하여 급식의 질을 평가할 수 있는 평가지표 개선 및 보완(장기요양기관 평가방법 등에 관한 고시, '20.12.17.)
- 기타재가급여 제도 개선
 - 「노인장기요양보호법」에서 정하는 기타재가급여는 수급자에게 용구를 제공하거나 재활에 관한 지원 등으로 한정되어 있어 고령친화우수식품으로 지정이 되어도 식품은 기타재가급여 품목에 해당하지 않아 정부지원을 받지 못함.
 - 「노인장기요양보호법 및 시행령」에서 정하는 기타재가급여 대상에서 '용구'를 '제품'으로 개정하여 추진 필요
- 고령친화식품 식재료비 급여화 추진
 - 「노인장기요양보호법」 「노인장기요양보호법」 장기요양급여 범위에 급식서비스를 위한 인건비 및 조리비용만 포함, 식사재료비는 비급여 대상으로 제외되어 있음.
 - 복지부와의 지속적인 협의로 「노인장기요양보험법 시행규칙」 개정을 추진하여 비급여 대상인 식사재료비의 제외사항(단, 고령친화식품 제외) 추가

2.6.3. 인력 양성

□ 고령친화식품 생산 관련 전문인력 부족

- 고령친화식품 전문인력 양성을 위한 R&D 및 교육 투자 절실
 - 고령친화식품 제조업체의 대부분은 중소기업 형태이므로, 이러한 인력 수급 부족을 해결하기 위해 우수 인재양성 및 공급 필요

- 맞춤형 교과과정이 필요(식품개발연구인력을 대상으로 한 '고령맞춤식품개발 우수인력', 영양사를 대상으로 한 '고령맞춤식단개발 우수인력' 등의 교과과정)

2.6.4. 벤처창업 지원

□ 자금 문제 해결을 통한 창업 활성화

- 고령친화식품 시설 및 운영자금 부족 문제가 창업에 가장 큰 걸림돌이므로 크라우드 펀딩 활성화 지원, 농식품벤처창업지원특화센터와 중기부 창조경제 혁신센터가 제공하는 서비스 적극 활용 및 연계
- 투자자에게 주기적이고 적극적으로 회사 정보를 알리기 위한 한 전략으로 IR¹⁹⁾을 활용할 수 있도록 안내하고 지원할 필요도 있음.
- 중소기업 입장에서 투자를 잘 유치하기 위한 전문적이고 창의적인 IR을 준비할 필요가 있는데, 전술한 정부 지원사업과의 연계를 통해 컨설팅을 받는다면 많은 도움 예상

2.6.5. 시설장비 인프라 지원

□ 판매 인프라 구축

- 고령 소비자에게 편의성을 제공하고, 판매자에게는 저렴한 수수료로 종합적으로 제품을 판매할 수 있는 종합 온라인 거래 플랫폼 구축 필요(고령 소비자 친화적인 UI/UX 설계 필요)
- 우체국 쇼핑 등 공공 온라인 유통채널에서의 판로제공 및 TV 홈쇼핑 연계, 라이브 커머스 지원 등

□ 소프트웨어 인프라로서 다양한 협력체계가 구축되어야 함

- 고령친화식품산업협회 설립 및 운영 지원
- 한국식품산업협회 등과 협조하여 정기적 설명회 개최 필요
- 식품 및 산업 분류체계 명확화 필요
- 관련 통계구축 및 종합플랫폼을 통한 정보 공유 활성화 지원

19) IR(Investor Relations)은 투자자를 대상으로 기업의 비전과 현황 등을 설명하는 행사를 의미함.

3. 마이크로바이옴

3.1 정의

- 마이크로바이옴(Microbiome)은 미생물(microbe)과 생태계(biome)의 합성어로 인간, 식물, 식품, 토양 등에 공존하는 미생물 군집과 유전체 전체를 의미함.
- 마이크로바이옴은 질병의 예방·치료, 농축산물·식품 생산, 환경·에너지 문제 해결 등 다양한 분야에 활용되고 있어 미래 바이오 유망기술로 이목을 끌면서 국가 차원의 대형 프로젝트를 통한 연구와 산업화가 활발하게 진행되고 있음.
- 생체 마이크로바이옴은 건강향상에 중요한 요소로서 질환 발생 및 건강유지와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고됨. 생체 마이크로바이옴분야의 시장은 치료제 시장, 진단제품 및 서비스시장으로 구분할 수 있으며, 프로바이오틱스를 포함하는 기능성제품 시장이 현재 마이크로바이옴 시장의 대부분을 차지함.²⁰⁾
 - (마이크로바이옴 활용 생체 건강조절 기술) 생체 마이크로바이옴의 식품분야 활용기술은 생체유래 미생물을 이용하여 건강을 증진하고 질환을 개선시킬 수 있는 식의약품을 개발
 - (마이크로바이옴 정보기반 질환진단 및 건강케어기술) 생체마이크로바이옴과 건강 및 질환과의 상관관계분석을 통해 질환을 진단하고 각 개인의 상태에 적합한 식의약 정보를 제공하는 기술
- 식품 마이크로바이옴에서는 프로바이오틱스, 프리바이오틱스, 신바이오틱스, 포스트바이오틱스 등을 활용하고 있음. 지금은 프로바이오틱스와 프리바이오틱스를 적용한 식품, 건강기능식품이 주된 시장을 이루고 있으나 마이크로바이옴 생균 및 대사체에 대한 질병 연관성이 밝혀지면서 화장품 및 의약품 분야에서도 시장이 급성장하는 추세임.

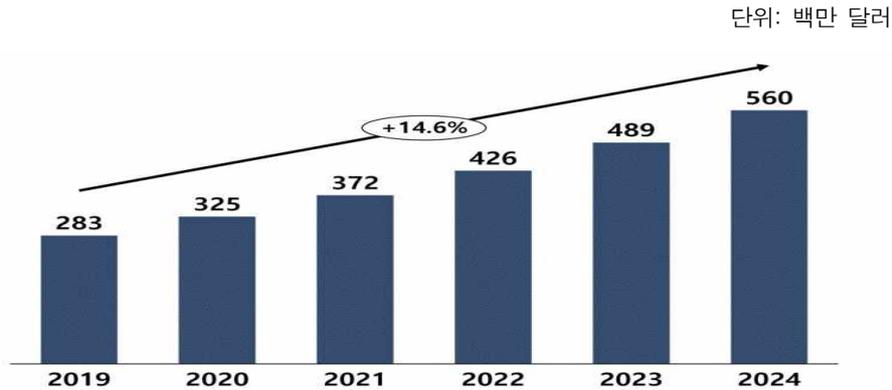
3.2. 국내외시장동향

3.2.1. 세계시장

- 세계 생체 마이크로바이옴 시장은 2019년 2억 8,345만 달러로 추정되며, 2024년에는 연평균 14.6%씩 증가하여 약 2배인 5억 6,038만 달러로 증가할 것으로 전망됨.

20) 농림식품기술기획평가원, 인체 마이크로바이옴의 식품분야 활용기술, 2022

그림 4-7. 세계 인간 마이크로바이옴 시장 규모(2019-2024)

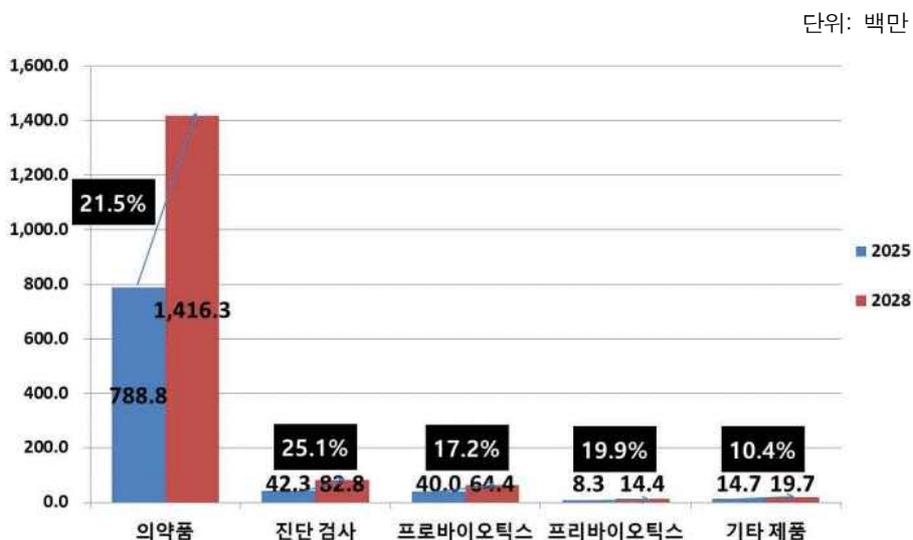


자료: Technavio, Global Human Microbiome, Theapeutics Market, 2020, 농기평 식품 R&D 심층분석보고서: 인체 마이크로바이옴의 식품분야 활용 기술(2022) 재인용

○ (제품별 전망) 세계 인간 마이크로바이옴 시장의 2025~2028년 기간 제품별 성장률을 추정한 결과 진단검사 25.1%, 의약품 21.5%, 프리바이오틱스 19.9%, 프로바이오틱스 17.2% 순으로 나타남.

- 프로바이오틱스: 2025년 4,000만 달러에서 2028년 6,440만 달러(연평균17.2% 성장)
- 프리바이오틱스: 2025년 830만 달러에서 2028년 1,440만 달러(연평균 20.2% 성장)

그림 4-8. 세계 마이크로바이옴 제품별 시장 전망(2025~2028)



자료: Markets and Markets, Human Microbiome Market, 2020

- 세계 인간 마이크로바이옴 시장의 대륙별 분포는 2019년을 기준으로 북아메리카 지역이 67.0%로 가장 높은 점유율을 보였고, 2005~2028년 동안 연평균 성장률은 22.4%로 빠른 성장이 예상된다. 같은 기간 동안 유럽 20.9%, 아시아-태평양지역 17.9%의 연평균 증가가 각각 전망됨.

3.2.2. 국내시장

- 우리나라는 아직 마이크로바이옴 산업 발전전략 수립에 있어서 체계적이고 학문적인 접근 방법에 따라 객관적이고 실증적인 연구결과와 정책대안 제시가 부족한 실정이고, 마이크로바이옴 연구결과를 산업으로 연결시킨 기업들이 적어 아직은 마이크로바이옴 산업의 태동기임.
- 국내는 미생물시장이 본격적으로 형성되지는 않았으나 프로바이오틱스로 대표되는 질환 개선이나 건강 증진을 위한 건강기능식품 등이 출시되고 있음.
- 국내 건강기능식품 매출액은 2017년 2조, 2,374억 원에서 2021년 4조 321억 원으로 연평균 15.9%의 빠른 증가율을 보임 2021년 프로바이오틱스제품 매출액은 7,677억원으로 건강기능식품에서 차지하는 비중은 19.0%로 2017년 이후 계속 증가하고 있음.
- 최근 고시형 프로바이오틱스 보다는 질환개선에 도움이 되는 개별 인정형 항목의 프로바이오틱스 제품이 증가하는 추세임.

표 4-18. 프로바이오틱스 제품의 매출액과 비중

단위: 억원, %

구분	2017	2018	2019	2020	2021
매출액	2,174	2,994	4,594	5,256	7,677
건강기능식품에서의 비중	9.7	11.9	15.6	15.8	19.0

자료: 식약처, 2021년 식품 및 식품첨가물 생산실적

- CJ제일제당은 2021년 바이오기업인 천랩을 인수하여 마이크로바이옴분야 사업에 진출함. 천랩은 BT/IT 바이오인포매틱스(Bioinformatics) 기술을 기반으로 마이크로바이옴 분석역량 및 자체 플랫폼을 활용해 마이크로바이옴 분석 서비스와 마이크로바이옴 진단 및 치료제를 개발하고 있음.

- 롯데칠성음료는 2021년 마이크로바이옴 전문기업인 비피도의 지분을 인수해 인체유래 유산균 연구 및 제조기술 역량을 높여 헬스케어 기능성 균주 발굴을 추진하고 있음.
- 한국야쿠르트도 한국형 유산균 연구개발 경험을 바탕으로 마이크로바이옴 기반 기능성연구 개발 시스템 구축을 추진중임.

3.3. 국내외 연구동향

3.3.1. 해외 연구동향²¹⁾

- 미국, 유럽 등 글로벌 과학기술 강국들은 휴먼 마이크로바이옴의 중요성을 인지하고, 막대한 자금과 인력을 투입하여 대규모 프로젝트를 진행, 그 결과로 휴먼 마이크로바이옴과 인간 질병 및 건강 간의 상관관계가 속속 밝혀지고 있음.
- (미국) 미국은 2008년 10월 국제 휴먼마이크로바이옴 컨소시엄(International Human Microbiome Consortium :IHMC)을 구축하여 국가간 협력과 연구자간 연구성과를 공유·활성화하고, 2018년까지 총 10회의 정기총회를 개최함.
 - 한국은 2011년 5월에 8번째 회원국으로 가입
- (프랑스) 프랑스는 2013년부터 메타제노폴리스(MetaGenoPolis : MGPS) 프로젝트를 통해 장내마이크로바이옴이 인체의 건강과 감염성 질환에 미치는 영향을 규명 인체 마이크로바이옴의 기준이 되는 미생물 유전체를 분석하였으며, 생물정보학적 분석프로그램을 개발하고 연구성과 데이터베이스를 구축함.
- (벨기에-네덜란드) 2016년 벨기에인과 네덜란드인을 대상으로 장내 마이크로바이옴의 구성과 참여자들의 생활특성을 연구함.
 - 벨기에 장내 미생물 프로젝트(Flemish Gut Flora Project) 코호트 1,106개와 네덜란드의 라이프라인-딥 스터디(Lifelines-Deep Study : LLDeep) 리플리케이션(replication)1,135개의 광범위한 표현형 코호트를 활용함.
- 장내 마이크로바이옴은 질병예방·진단을 위한 바이오마커로서 주목을 받아, 마이크로바이옴을 활용한 사전진단 및 건강관리 등 헬스케어 기술개발 연구가 활발히 진행됨.

21) KISTEP 기술동향브리프: 휴먼 마이크로바이옴, 2018 참조해서 정리

- 장내 마이크로바이옴 정보와 개인의 임상/식생활습관/유전정보를 포함하는 빅데이터를 종합적으로 분석하여 건강관리 서비스 개발

3.3.2. 국내 연구동향

- 정부는 최근 3년('18~'20)간 마이크로바이옴 연구분야에 239과제, 연구비 345 억원을 지원한 것으로 분석됨.
 - '18년 69억원(61건), '19년 118억원(70건), '20년 158억원(108건)
- 농식품부는 소화·대사질환 개선 기능성 소재, 축사 환경개선 및 가축·반려동물 건강증진 기술, 생물 기반 성장조절제·방제제 등에 143억원, 101과제를 지원해 총 정부 R&D의 41.6%를 차지함. 농진청은 작물 내병성·생산성 향상 기술, 반려동물 생애 관리 DB 구축 및 가축 생산성 향상 기술 등에 52억원, 48과제를 지원해 15.1%를 차지함.
- 과기부는 질병 맞춤형 식의약 소재 및 식품 위해 미생물군 해독, 산업동물 마이크로바이옴 بانک 구축 등에 104억원, 48과제를 지원함.

표 4-19. 정부기관별 마이크로바이옴 관련 R&D 투자 현황(2018~2020)

단위: 백만원, %

구분	식품	식물	동물	기타	계
농식품부	7,015	2,400	3,246	1,587	14,338 (41.6)
농진청	208	3,469	1,437	90	5,204 (15.1)
과기부	6,171	1,374	2,809	-	10,354 (30.0)
기타	3,147	410	1,013	-	4,570 (13.3)
계	16,541	7,743	8,505	1,677	34,466 (100.0)

자료: 농기평, 농식품 R&D 브리프 17호(21.7.9)

- 식물·동물 분야는 과제 단위의 연구가 산발적으로 지원되어 기능·기전 정보 확보에 한계가 있으며, 사업화 성과창출이 용이한 식품·헬스케어 분야 등에 연구역량이 편중되어 있음.

- 미국·EU 등 주요 선진국은 식품·헬스케어 분야 외에도 마이크로바이옴을 활용한 농·축산 및 환경 보존기술 분야 등 다양한 분야로 연구개발 확대 추세임. 따라서 분야별 기능·기전 정보를 고도화할 수 있도록 기초연구 지원 확대 및 해당 성과를 사업화로 연결할 수 있는 연구지원 기반 조성이 필요함.

3.4. 국내외정책동향

3.4.1 해외정책동향

- (미국) 미국은 세계에서 가장 큰 규모의 투자금액을 투입한 휴먼마이크로바이옴 프로젝트(HMP)를 추진중임.
 - 미국국립보건원(NIH)은 2007년부터 10년간 대규모 연구사업 지원
- 2016년 5월 미 백악관 과학기술정책실(OSTP)는 연방정부기관과 전문가그룹과의 공동작업을 통해서 국가 마이크로바이옴 육성 계획(NMI: National Microbiome Initiative)를 발표함.²²⁾
 - 2016~2017년 국가 마이크로바이옴 이니셔티브(NMI) 발표하여 2년간 추진
 - 2018년 국가과학기술위원회(NSTC) 산하 마이크로바이옴 범부처 실무그룹에서 '2018-2022 마이크로바이옴 통합전략계획'을 발표
- (유럽) 마이크로바이옴분야의 대형프로젝트인 인간게놈 프로젝트(Meta HIT)를 진행하고, 국제 휴먼 마이크로바이옴 컨소시엄(IHMC)을 통해 대규모 마이크로바이옴 연구를 수행함.
- (캐나다) 국립보건원(CIHR)은 2008년 마이크로바이옴분야에 12개 프로젝트를 지원, 2009년에는 캐나다 마이크로바이옴 이니셔티브(CMI)를 발족시켜 2010~2012기간 동안 1,330만 달러 의 예산을 투입함.
- (프랑스) 2013~2017년 동안 프랑스 국립농업연구소와 미래투자 이니셔티브가 공동 편당한 1,990만 유로의 연구비를 투입해 마이크로바이옴 치료제 개발 연구를 추진함.
- (영국) 2018년 마이크로바이옴 연구소(QI)를 설립하고 장내미생물 연구 수행

22) 국가 마이크로바이옴 육성계획(NMI) 상세 내용은 <별첨6> 자료 참조

3.4.2. 국내정책동향

- 2017년 과기부의 제3차 생명공학육성기본계획(바이오경제 혁신전략2025)에서 마이크로바이옴을 미래 유망기술분야로 선정함.
- 식약처는 2022년까지 마이크로바이옴 유래 의약품 정의 및 인허가 제도 등을 포함한 마이크로바이옴 품질 및 안전성 평가 가이드라인을 마련할 계획임.
- 제3차 국가생명연구자원 관리·활용 기본계획(2020~2025)은 바이오 데이터의 가치 제고, 장내미생물 소재 공급·활용 강화, 감염병 연구 데이터 수집·제공과 인프라 보강 등을 포함함.
- 농림식품과학기술육성종합계획은 농식품부, 국가생명연구자원 관리·활용계획, 농업과학기술 중장기연구개발 및 농업생명공학 육성 관련한 중장기 계획은 농진청이 각각 주관하여 시행중임.
- 제3차 농림식품과학기술육성종합계획(2020~2024)은 향후 5년간 중점연구분야로 마이크로바이옴 기반 차세대 식품개발을 설정하고 미생물 유전체 연구 데이터 공유시스템 확장 등을 추진내용에 포함함.
- '제3차 국가생명연구자원관리·활용 기본계획(2020~2025).은 장내미생물소재공급 및 활용강화, '제3차 농림식품과학기술육성종합계획'은 마이크로바이옴 기반 차세대 식품개발을 중점 연구분야로 설정한 바 있음.
- 제4차 농업생명공학육성기본계획(2018~2027)은 유전체 편집기술 관련 법·제도 개선과 마이크로바이옴·식물바이옴, 농업생명공학에의 유전체 정보 활용성 제고 등을 포함함.

표 4-20. 마이크로바이옴 관련 농생명 기술정책 추진 중장기 계획

계획명	시행기간	관련부처(주관, 참여 등)
국가생명연구자원 관리·활용 기본계획	제3차(2020~2025)	농진청 주관, 산업부, 농식품부, 식약처 등 참여
농림식품과학기술 육성 종합 계획	제3차(2020~2024)	농식품부 주관, 농진청, 산림청 참여
농림과학기술 중장기연구개발 계획	제6차(2013~2022)	농진청
농업생명공학육성기본 계획	제4차(2018~2027)	농진청

자료: 농식품부 및 농진청

3.5. 정책여건 및 진단

3.5.1 당면이슈(과제)와 쟁점

- **(중소기업의 생산기반 열악)** 마이크로바이옴은 치료제, 건강기능식품, 화장품 소재, 펫푸드 등 다양한 산업에서 활용되고 있으나 대기업을 제외한 스타트업, 벤처기업 등의 경우, 배양, 발효, 농축, 정제 과정을 통하여 소재화하는 생산시설기반이 열악하고 이를 기능성소재(의약, 식품, 화장품 등)로 인정받는 절차 및 사업화에 과도한 비용이 투자되어 산업화에 어려움이 있음.
- **(마이크로바이옴기반 식품 출시 증가)** 식품분야에서는 프리바이오틱스와 프로바이오틱스 성분을 오래전부터 사용해 왔으며, 최근에는 마이크로바이옴기반 식음료 제품을 활용하여 특정 소비자의 건강에 과학적으로 기여하는 것을 주목하고 있으며, 프로바이오틱스의 경우 뇌 건강과 장 건강의 상관성에 주목하고 있음.
- **(연구에 필요한 표준 프로토콜 조기 구축)** 생체마이크로바이옴 관련 기초 원천기술 및 연구는 정부주도하에 진행되고는 있으나 대부분 개별연구자 중심으로 이뤄지고 있는 사례가 많음. 또한 한국인 특이의 마이크로바이옴 정보 확보와 마이크로바이옴 동정 분석 질환 연관성 규명 등 연구에 필요한 표준 프로토콜 구축에 대한 규모 있고 체계적인 정부 지원 방안이 추진되고 있지만, 단기간 확보대책 마련이 요구됨.

3.5.2 문제점

- **(안전성과 효능 입증 시간 소요)** 식품소재의 경우 식품위생법에 따라 식품으로 사용 가능한 미생물의 경우에는 사용범위 및 용도에 한계가 있으며 사용 불가능한 미생물의 경우에는 별도 안전성 평가 및 효능에 대한 입증이 필요하고 마이크로바이옴 자체를 소재 또는 식품으로 사용하기 위해서도 안전성과 효능에 대한 입증이 수반되어야 하나 이에 따른 막대한 시간과 예산이 소요됨.
- **(생리기작연구 정보화·체계화 미흡)** 마이크로바이옴이 체내에서 어떠한 기관에 의해 작용하고 효능을 발휘하는지에 관해 생리기작 연구와 이를 정보화하고 체계화하여 연구자에게 가이드라인을 제공할 수 있는 매뉴얼이 필요

- **(전문지식 미흡)** 마이크로바이옴 의약, 의학 학문분야에 대해 체계적인 학습을 할 수 있는 전문커리큘럼이 요구되며 양성된 전문인력이 꾸준한 연구개발을 진행할 수 있도록 하는 지원사업과 교육기관의 확장이 요구됨
- **(업체의견)** 스타트업, 벤처기업 등이 개발한 마이크로바이옴에 대해 제어되는 시설에서 소재를 제조할 수 있도록 국가적인 파운드리(위탁생산전문) 시설구축이 요구되며, 이를 이용하여 세포, 동물시험, 임상 등을 진행할 수 있도록 중장기 연구에 필요한 예산의 체계적인 지원이 필요함.

3.6. 정책추진방안

3.6.1. R&D

- **(마이크로바이옴 은행의 인프라 확대)**마이크로바이옴 자원을 체계적으로 자원화하고 이를 보존하며 신 치료제 및 소재를 연구하고자 하는 연구기관 및 연구자들에게 제공될 수 있도록 안정적인 운영이 가능한 인간, 농축산, 식품 마이크로바이옴 은행의 인프라 확대와 운영지원이 요구됨.
- **(개인맞춤식 예방식품개발)** 생체마이크로바이옴의 상용화를 위한 개인 맞춤형 예방식품 개발이 필요함.
 - 각 미생물의 특성과 생성되는 대사산물의 종류, 생체 내 상호작용에 관한 과학적 규명 원천기술 개발
 - 질환별 맞춤형 건강기능성 식품 및 제품 개발
 - 품질 규격 평가, 우수성, 안전성 평가
 - 기능성 임상시험

3.6.2. 제도개선

- **(평가인증시스템 구축)**마이크로바이옴에 대한 의약, 식품, 화장품소재 등 분야별 인증기준을 마련하되 선진국과 경쟁할 수 있도록 제도의 복잡성을 배제하고 신속한 진행이 가능한 평가인증시스템의 마련이 요구됨.
 - (미국) : 전 세계적으로 가장 큰 투자금액을 투입한 휴먼 마이크로바이옴 프

로젝트를 추진하는 등 약 15년 전부터 막대한 예산과 인력을 투자한 주요 국가사업을 진행

- (유럽) : 2008년부터 2012년까지 2,100만 유로의 예산을 투자하고 유럽을 중심으로 8개국 14개 정부 및 연구소가 참여한 MetaHIT 프로젝트를 진행하여 장내미생물을 중심으로 염증성 장질환과 비만에 마이크로바이옴이 미치는 영향을 연구하고 이후에는 12개국으로 확대하여 국제 휴먼 마이크로바이옴 표준 프로젝트(IHMS) 추진
- (중국) : 2009년 만가지 미생물 계통 프로젝트를 가동하고, 중국질병통제예방센터에서는 중국인의 인체 마이크로바이옴 프로젝트를 추진하였으며, 메타거트 프로젝트(Meta-GUT project)를 시작하여 시행중에 있음
- (아일랜드) : 2013년부터 총 7천만 유로의 예산으로 소화관계 만성질환 치료제 개발을 중점으로 연구하고 있으며, 정부 자금을 지원받아 노인의 식이, 장내 마이크로바이옴과 건강상태의 상관관계를 연구하는 ELDERMET 프로젝트를 추진
- **(균종의 제한 규제 완화)** 현재 식품의약품안전처 식품내 허용가능한 프로바이오틱스 소재로는 19종이 허가되어 사용되고 있으나, 균종의 제한 규제의 완화를 통한 다양성 확보가 필요함.
- 해외에서는 다양한 원천소재로부터 분리한 미생물을 대상으로 프리바이오틱스 소재로서의 활용성을 확대하고 있는 추세로 국내에서도 균종 제한에 대한 완화를 통한 소재 다양성을 향상시킬 필요성이 있음.
- **(마이크로바이옴 기반 식품 상용화 연구를 지원하기 위한 규제 확립)** 마이크로바이옴 기반 제품 개발은 개인에 따라 달라질 수 있어 개인의 정보보호 및 권리관계 등의 사항 고려와 균주에 대한 특허 확보방안이나 권리에 관한 규제 확립이 필요함.
- 현재 마이크로바이옴 상용화 관련 연구 인프라로는 산업통상자원부 플랫폼으로 PMC(프로바이오틱스 마이크로바이옴 융합연구센터)가 운영중임. 해당 센터는 식품, 의약품, 화장품 산업을 위한 One stop-All set 기업지원 플랫폼을 구축하고 있으나 품질규격 시험검사 및 특허 인증 지원, 상용화 발효장비 지원을 중심으로 운영중임.
- 따라서 한국인에 맞는 맞춤형 소재 개발 및 발굴과 연구 기반 소재 확보 등의 상용화 기반연구를 지원할 수 있는 규제 인프라 확대가 필요함.

3.6.3. 인력양성

- (유전자분석전문인력 양성) 현재 비배양 방식인 유전자분석방법은 상당한 기술적 진보를 보이고 있으나 배양 방식의 경우 호기적, 혐기적 배양 보존 방식을 적용함에 있어 배양기술과 산업화 기술이 중요한 관건으로 체계적인 기술개발과 전문인력양성이 요구됨.
 - － 유전체 분석 이론 및 실습데이터 분석교육
 - － 상용화를 위한 실증 랩 교육

3.6.4. 시설장비 : 인프라 지원

- 마이크로바이옴이 연구개발, 소재화, 산업화를 위한 원스탑 연구를 지원하는 기관을 설립하여 체계적인 지원과 국내 마이크로바이옴산업의 연구자, 연구기관을 지원하고 함께 산업을 키워갈 수 있도록 컨트론타워 및 썬크탱크가 요구됨.
- 마이크로바이옴 실증 랩 구축
 - － GMP급 시설 구축
 - － 무균 동물실 등 실증 랩 관련 시설 및 장비 구축

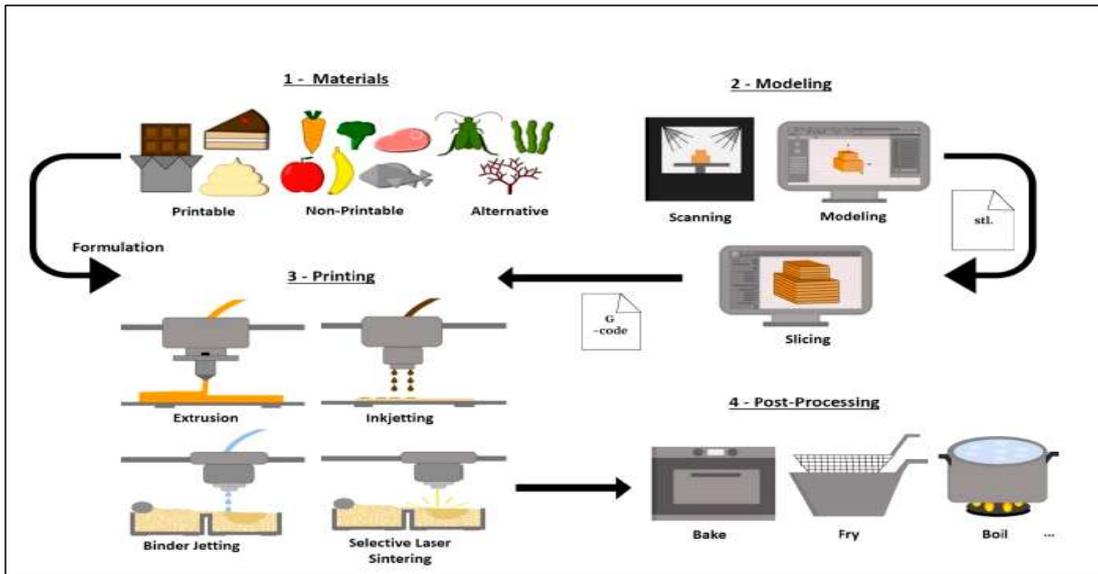
제 5장 푸드테크기술(식품제조 및 서비스)

1. 3D 식품 프린팅

1.1. 정의

- 3D 식품 프린팅 기술은 CAD 나 3D 스캐너를 통해 만들어낸 3차원 디지털 디자인을 바탕으로 식품원료를 한층 씩 적층하여 3차원으로 재구성하는 식품 제조 기술임.
- 3D 식품 프린팅 기술은 크게 절삭형과 적층형으로 나눌 수 있는데, 절삭형은 간단히 말해 원재료 덩어리를 칼날로 조각하는 방식이고, 적층형은 재료를 층층이 쌓는 방식임.
- 절삭형의 경우 재료를 깎아 내는 방식이기에 재료의 손실이 큰 반면, 적층형의 경우는 재료 손실이 적은 장점이 있어, 3D 프린터는 대부분 적층형 방식을 택하고 있고, 식품 3D 프린팅 기술 또한 적층형 방식이 많음.
- 식품 3D 프린팅의 기초공정은 모델링, 3D 프린팅, 후가공의 3단계로 구성됨.
- 모델링 공정에서는 원하는 디자인을 CAD 소프트웨어 또는 3D 스캐너를 통해 3차원 디지털 도면을 제작하고 완성된 도면은 3D 프린터가 적층할 수 있도록 층별로 분리한 후 코드로 변환하는 슬라이싱(slicing) 작업을 거친 후 3D 프린터로 전송됨.
- 3D 프린팅 공정에서는 식품소재를 소결, 용융하여 프린팅이 용이한 형태로 만들어 한 층씩 쌓아 입체적으로 재구성함. 각 층별로 원하는 재료의 종류와 양을 조절하여 영양소와 향미를 제어하는 것이 가능함. 압출조건에 따라 속도가 크게 좌우되며, 특히 노즐 크기가 정교할수록, 요구되는 배열 층이 많아질수록 압출 속도가 지연됨.

그림 5-1. 식품 3D 프린팅 공정



- 3D 프린팅 된 식품은 굳히거나 섭취할 수 있는 상태로 조리하는 후가공 공정을 거치게 됨. 식품 자체 무게에 변형되지 않을 수준의 강도를 확보하기 위한 건조, 냉각, 절화 등의 추가공정이 요구됨.
- 곡류, 육류 등이 포함되는 식품소재는 모양이 만들어진 후 삶거나 굽는 등의 가열조리를 통해 비로소 섭취 가능한 3D 프린팅 식품이 됨.

1.2 식품소재 활용 3D 프린팅 적용제품 범위

- 3D 식품 프린터를 식품산업에 적용한 제조제품은 가공식품 제조, 원료 생산, 특수용도 식품 등의 유형으로 구분됨. 3D 식품 프린터를 이용하여 생산하는 가공식품은 초콜릿, 쿠키, 피자, 파스타 등이 있음.
- 3D 식품 프린터를 이용하여 생산한 우주식품은 우주 공간에서 식사를 제공하는 데 유용하게 사용될 수 있음. 텍사스주 오스틴에 위치한 시스템즈 앤 매테리얼 리서치 코퍼레이션(SMRC)은 미국 항공우주국(NASA)의 지원을 받아 우주식품용 3D 식품 프린터를 개발함.
- 독일의 식품회사 바이오존(Biozoon)은 EU에서 연구비(300만 유로)를 지원받아 고령자가 쉽게 씹을 수 있으면서 시각적으로도 아름다운 고령친화식품을 개발하였음.

- 3D 식품 프린팅을 이용한 다른 제품은 식용곤충 및 구조화된 배양육을 이용한 제품유형임. 곤충은 매우 귀중한 단백질원으로서 활용되고 있으나 아무리 영양가가 높고 안전하게 가공되었다 하더라도 곤충의 모습 그대로 섭취식품으로 수용하기는 쉽지 않음. 따라서 식용으로 사육된 곤충을 3D 프린터 재료로 가공하여 식용에 적합한 디자인으로 재가공하는 방법에 관심이 집중됨.

표 5-1. 식품소재를 활용한 3D 프린팅 적용제품 사례

구분		주요내용
식품 산업	가공식품제조	초콜릿, 쿠키, 피자, 파스타, 햄버거 등 가공식품 제조
	원료생산	배양육, 미세조류 등 3D 프린팅 기술 식품 원료 생산
	특수용도	우주식품, 전투식량, 연하곤란 환자를 위한 보건의약품 등 특수 용도의 식품 제조
	기타	기존 음식 디자인의 변화 및 제과에 활용되는 데코레이션
타산업	의료산업활용	미역 추출 세포를 소재로 활용하여 인공뼈, 임시치아 등 제조(피부, 심장, 태반 등 인공조직을 만드는 3D 바이오프린터)

자료: IRS Global(2018: 338)

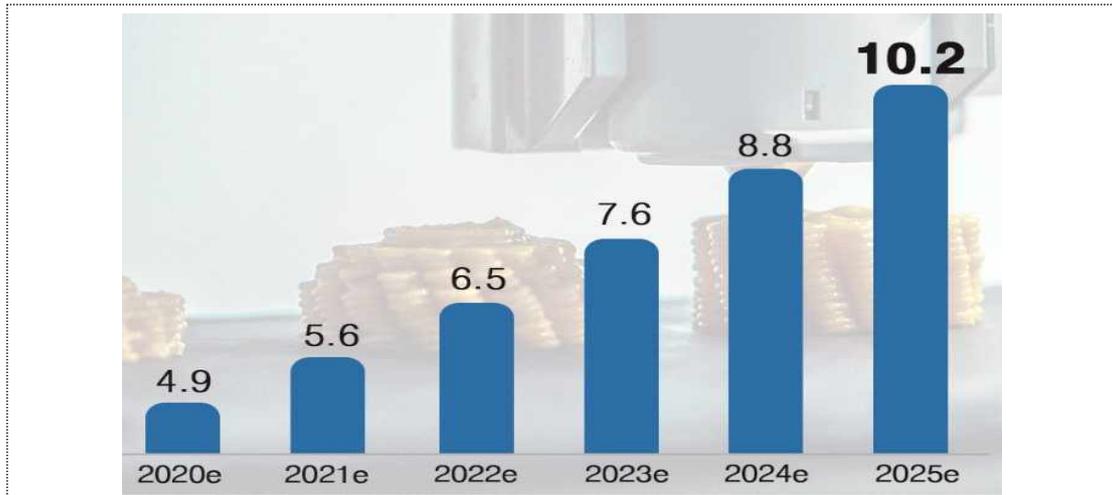
1.3. 국내외 시장규모

1.3.1. 세계시장

- ResearchAndMarkets에 의하면, 세계 3D 푸드 프린팅 시장 규모는 2020년 이후 연평균 16.1% 성장해 2025년에는 약 1조 원 규모에 이를 것으로 전망
- 또한 제과 제품 시장은 2020년 1억 6,620만 달러에서 2025년에는 3억 5,280만 달러로, 베이커리 제품 시장도 2020년 1억 5,820만 달러에서 2025년에는 3억 3,400만 달러로 성장할 전망이며, 기간 중 CAGR은 모두 16.2%로 예측됨.
- 이와 함께 맞춤형 식품 수요 증가, 운송 용이성, 유통 수명 연장, 전 세계 정부 및 식품 제조업의 대규모 투자 등과 같은 요인들이 미래 성장을 촉진할 것으로 전망됨.
- 기술별 시장점유율을 살펴보았을 때, 압출 적층 제조 기술(64.3%)이 가장 높고, 선택적 소결(15.0%), 잉크젯 프린팅(13.6%), 파우더 분사기술(5.1%) 순으로 나타났음.

그림 5-2. 세계 3D 푸드 프린팅 시장 규모

단위: 억 달러



자료: ResearchandMarket

- 세계 식품 및 요리분야의 3D프린팅 시장규모는 2017년 28백만 달러에서 2026년 91백만 달러로 연평균 17.3%의 높은 증가율을 보일 것으로 전망함.

표 5-2. 세계 산업용 3D 프린팅 관련 산업별 시장 전망

단위: 백만 달러,

구분	2017	2018	2019	2020	CAGR(%)	2021E	2023E	2026E	CAGR(%)
자동차	260	339	445	386	14.1	420	539	1,085	20.9
항공우주/방위	299	393	520	455	15.0	499	649	1,333	21.7
식품/요리	28	36	46	39	11.3	41	50	91	17.3
인쇄 전자	190	249	321	275	13.1	295	370	723	19.6
주조/단조	166	211	269	227	10.9	241	295	553	18
헬스케어	139	177	240	215	15.8	241	326	709	24.1
보석	75	94	118	97	8.9	101	118	206	15.2
석유/가스	60	78	97	80	10.1	84	97	168	15
소비재	80	106	133	111	11.5	116	137	243	16
기타	46	56	73	59	9.3	62	70	116	13.5
합계	1,343	1,739	2,262	1,944	13.1	2,100	2,651	5,227	20.0

자료: 'Industrial 3D printing market with COVID-19 impact analysis', MarketsandMarkets, 2021

- 세계 지역별 3D 식품 프린팅 시장규모는 북미(35.7%), 유럽(31.4%) > 아·태 (21.5%) > 기타(11.3%) 지역 순으로 크며, 선진국이 대부분을 차지

- 북미 시장은 3D 프린팅 식품 수용을 위한 식품 안전 규정 개정, 제과점 및 레스토랑의 맞춤형 식품에 대한 수요 확대로 최대의 3D 푸드프린팅 시장임.
- 기술개발, 식품 기술 연구기관의 참여 증대, 정부 재정지원 확대로 지난 몇 년간 시장이 빠르게 성장하고 있으며, 운동선수, 우주 비행사 및 환자 등에게 맞춤형 영양공급에 활용되고 있음.
- 아시아·태평양 지역은 상업용 식품산업의 급속한 성장, 생활 수준의 향상, 지속 가능한 3D 프린팅 기술에 대한 인식 확대, 그리고 3D 식품 프린팅 시장 성장을 위한 지원 때문에 3D 식품 프린팅 시장이 향후 가장 빠르게 성장할 것으로 예상되고 있음.

표 5-3. 세계 지역별 3D 식품 프린팅 시장규모

단위: 백만 달러, %

구분	2017	2018 (비중)	2019*	2020*	2021*	2022*	2023*	연평균 증가율 (2018-23)
북미	18.6	28.2 (35.7%)	43.0	64.3	94.1	134.9	190.8	46.6
유럽	16.7	24.8 (31.4%)	37.1	54.4	78.1	109.9	152.4	43.8
아시아 태평양	11.0	17.0 (21.5%)	26.3	40.0	59.5	86.7	124.6	49.0
중동, 아프리카, 남미	5.9	8.9 (11.3%)	13.4	19.9	28.9	41.2	57.8	45.5
합계	52.2	78.9 (100.0%)	119.8	178.6	260.7	372.8	525.6	46.1

자료: BIS Research, Global 3D Food Printing Market: Focus on Technology, 2018)

□ 제품 유형별 시장점유율 조사결과 과자류 및 반죽류가 가장 높은 비중 차지

- 세계 식품 프린팅 시장의 제품 유형별 시장점유율은 과자류 (사탕 초콜릿 케이크 및 페이스트리와 반죽류 (피자, 파스타)를 합하여 61.4%로 높은 편임. 이는 비교적 다양한 모양으로 쉽게 제조가 가능하기 때문임.
- 시장점유율이 높은 세부 품목은 2018년 기준 과자류(39.0%), 반죽류(22.4%), 유제품(16.5%), 과일 및 채소류(10.5%), 육류(7.1%), 기타(4.4%) 순임.
- 2018에서 2023년까지 제품 유형별 시장의 연평균 증감률은 육류(49.5%), 과자류(48.1%), 반죽류(46.1%), 유제품(43.0%) 과일 및 채소류(42.5%), 기타(40.8%) 순으로 나타남.

1.3.2. 국내시장

- 국내 3D 식품 프린터 기술개발 수준은 기술개발 및 활용의 초기 단계로서 연구 및 시제품으로 활용하는 수준임. 식품 프린터가 시제품으로 개발되기는 했지만 식품위생법상 식품생산/판매에 허가를 받기 매우 어려운 환경이기 때문에 상업적으로 출시 및 활용되는 사례가 거의 없어 아직 시장이 형성되지 못한 상황임.

1.4. 국내외 연구개발 동향

1.4.1. 해외 연구개발동향

- 2006년 미국 코넬대학교 호드립슨 교수 연구실에서 초콜릿, 쿠키, 치즈를 원료로 하여 제작된 Fab@Home 모델이 세계 최초의 식품 3D 프린터임. 이때 시린지에 식품을 넣고 출력하는 압출기반의 3D 프린터로 현재까지 출시된 제품들의 모태라 할 수 있음.
- Fab@Home에서 세계 최초로 식품소재를 이용한 식품 3D 프린터가 개발된 이후로 식품 3D 프린팅 기술과 식품원료는 지속적으로 연구 및 개발이 이루어지고 있음. 현재까지 많은 회사가 식품 3D프린팅 기술개발에 참여하고 있으며 3D 프린터를 통해 다양한 식품들이 생산되고 있음.
- 식품을 활용한 3D 프린팅의 가능성에 영감을 얻은 각국의 3D프린터 선도기업과 연구그룹들이 원천기술 확보와 기술개량을 위해 다양한 시도를 하고 있으며, 개발 기술에 특화된 소재개발 역시 활발히 진행 중에 있음.
- (스페인) 바르셀로나의 스타트업 회사인 네추럴머신스(Natural Machines)는 단순 압출 방식의 3D 식품 프린터인 푸디니(Foodini)를 개발하였음. 개발된 푸디니(foodini)라는 식품 3D 프린터의 경우 스테인리스스틸 캡슐에 재료를 넣어 압출하여 적층하는 방식으로 파스타, 쿠키, 햄버거 피자 등 다양한 종류의 식품 출력이 가능함.
- (미국) 3D 프린터 선도국인 미국에서도 다양한 형태의 3D 식품 프린터가 개발되고 있음. 그 중 가장 인기 있는 제품은 3D 시스템즈사(3D Systems)에서 출시한 셰프젯(Chefjet)으로 리퀴드 바인딩 방식의 3D 식품 프린터임. 셰프젯은 원래 슈가랩(Sugar Lab)으로 불리는 웨딩소품용 설탕장식 제조업체에서

개발되었음. 이를 3D 시스템즈에서 매수하고 레스토랑과 전문 요리사를 위한 조리장비로 다시 브랜드화 하였음.

- ChefJet Pro는 설탕 가루와 식재료를 수화하여 사탕이나 빵, 초콜릿을 만들고 있으며 4개의 printhead를 갖고 있어 다양한 색을 첨가할 수 있고, 시간당 100개의 사탕을 만들 수 있는 성능을 가지고 있음.
- **(네덜란드)** 네덜란드의 응용과학기술연구소(TNO)는 3D 프린팅 기술에 대한 전문지식과 식품과학을 결합하여 전혀 새로운 식품생산을 위한 초현대 기술 개발을 목표로 스파이스 화이트 프로젝트를 추진한 바 있음.
- 기존의 액상 및 페이스트상 원료 기반으로 활용되었던 장비와는 달리, 파우더베드 플랫폼은 다양한 액체 및 분말 클래스를 연구하고 인쇄하도록 제작되었으며, 레이저 소결 기능도 사용할 수 있음. TNO에서는 레이저 소결방식을 이용해 밀가루, 설탕 및 유지를 기본으로 카레, 계피, 파프리카 등 향신료를 첨가하여 다양한 맛과 모양의 식품으로 재탄생시켰음.
- TNO는 30년 이상 적층 제조 전문 기술을 개발해 왔으며, 식품 및 의약품 개발 및 지원이 가능함. TNO는 상업적으로 이용 가능한 한계를 초과하는 고하중 및 고속 압출 인쇄를 위한 설정을 개발한 바 있으며, 당사의 다중 노즐 프린트 헤드 플랫폼을 사용하면 여러 재료를 동시에 인쇄할 수 있음.

1.4.2. 국내 연구개발동향

- 식품 3D 프린팅 관련 국가연구개발 과제 수는 2014년 1건에서 2018년 17건, 2020년 16건으로 계속 증가하는 추세임. 이에 따라 식품 3D 프린팅 관련 정부 연구개발 과제 예산은 같은 기간 111백만원에서 2,194백만원으로 20배 가까이 증가하였음.

표 5-4. 3D 식품 프린팅 관련 정부 연구개발 과제수와 예산

단위: 건, 백만원

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
과제수	1	2	12	14	17	16	16
예산	11	1,750	3,313	2,420	1,743	1,710	2,194

자료: 농림식품기술기획평가원, 대체식품과 3D 푸드 프린팅 기술, 식품R&D심층분석보고서

- 부처별 식품 프린팅 관련 과제는 해수부가 28건으로 가장 많고, 농식품부 16건(20.5%), 중기부 14건(17.9%), 과기부 12건(15.4%) 등으로 나타남.
- 부처별 식품 프린팅 관련 연구개발 투자 예산은 과기부가 6,820백만원으로 가장 많은 것으로 조사됨. 그 외 중기부 2,466백만원 (18.6%), 해수부 2,391백만원 (18.1%), 농식품부 1,182(8.9%)백만원, 교육부 227백만원, 농진청 100백만원 그리고 산자부 55백만원 (0.4%) 순으로 나타남.

1.5. 국내외 정책 동향

1.5.1. 해외 정책동향

- (미국) 미국은 미국내 제조업 부활과 연계시켜 3D 프린팅 기술개발 및 인프라 조성에 집중적인 투자 수행: “American Makes”를 중심으로 국방, 항공·우주산업 등 3D 프린팅 기술 융합 확대
- 2012년 미국 정부는 자국 제조업 부활을 위한 지원 산업 중 하나로 3D 프린터 산업을 선정하고 대규모 투자 계획을 발표
- 2016년 ‘국가제조업 혁신 연례 보고서 및 전략 계획’을 수립하여, 3D 프린터 활용 등 첨단제조업 육성을 위한 새로운 기술개발 촉진 및 기술기반 인프라 조성을 지원: 제조업 원가절감, 에너지 및 소재 절감에 초점을 맞추고 있음 (이용 외 2018)
- AT Kearney 보고서에 따르면 2017년부터 줄어든 정부 지원으로 인해 국가 전략이 불확실하여 향후 미국 시장의 상업용 3D 프린터 주도권이 줄어들 가능성이 있는 것으로 알려짐. 최근 바이든 정부가 미국 주요 산업의 공급망을 정밀 검토하는 행정명령을 발표함에 따라 제조업계가 안정된 공급망 확보를 위해 부품 수입 대신 현지에서 3D 프린터로 제작된 부품 구매를 확대할 가능성이 있음(KOTRA, 2021)
- (유럽) Horizon 2020 중심으로 3D 프린팅 산업이 육성되어 왔으며 최근 후속사업인 Horizon 2027을 통해 산업 경쟁력 강화를 위한 정책지원이 확대되고 있음.
 - Horizon 2027에서 제조기술, 핵심 디지털기술을 포함한 디지털/산업 육성에

150억 유로를 투자할 계획이며, EU 산업 2030 위원회에서는 유럽 산업의 기술변화를 이끌 기술로 3D 프린팅 기술을 언급

- 3D 프린터를 이용한 불법 화기제작 등과 관련하여 관련도면 유통 및 인쇄 금지 등의 규제조치 시작
- **(일본)** 일본정부는 3D 프린터 관련 사업을 차세대 유망분야 중 하나로 보고 정부 주도의 산업 성장을 도모하고 있으며, 2013년 최초로 3D 프린터 산업 육성 정책을 발표함. 2014년 발족한 기술연구조합 '차세대 3D 적층조형 기술 종합 개발기구(TRAFAM)'를 통해 세계 최고 수준의 적층조형장치 개발 및 산업화를 목표로 프로젝트 추진
 - 소재부분 기술개발에 5년간(2014~18년) 총 30억 엔을 집중 투자
 - 2015년에는 '3D 프린팅 산업 경쟁력 강화 방안'을 발표하여 3D 프린팅 창업, 인력양성, 융합기술 개발 등을 통한 제조공정 혁신을 추진
- 일본 내각부 산하 종합과학기술이노베이션회의(CSTI)에서 수립하는 과학기술 이노베이션 종합전략을 통해 3D 프린팅, AI로봇 연계를 통한 첨단 생산제조 시스템 구축
- **(중국)** 중국은 국가 차원의 3D 프린팅 산업 육성정책을 전개하며 전폭적인 투자를 지원하고 있으며 산업표준 제정, R&D 투자 확대를 통한 기술 확보에 주력함. '중국제조 2025' 내 스마트공장 구축을 위한 핵심기술로 3D 프린팅 기술을 강조함. 특히, 부족한 기술력을 보완하기 위한 장비, 소재 등의 R&D 투자를 강화하며 국가차원으로 3D 프린팅 산업을 육성 중
- 국가 증대기술 장비목록에 3D 프린터를 포함시키며 관련 기업에 보조금 지급, 산업용 3D 프린팅 장비와 수입된 핵심 부품 및 원자재에 대한 관세/부가가치세를 면세하고 있으며 산·학협력 가속화 및 산업표준 제정을 위한 3D 프린팅 산업연맹 설립

1.5.2. 국내 정책동향

- 3D 프린팅 한국형 성공 사례를 발굴하고 산업 현장 활용을 촉진하기 위한 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획을 추진하고 있음.
- 3D 프린팅산업진흥법(2016년 시행)에 의거하여 과학기술정보통신부, 산업통

상자원부 등 관계부처 합동으로 3D 프린팅산업진흥 기본계획을 마련하고 연차별 시행계획 수립

- '2021년 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획'에 따르면 3D 프린팅 기술 투자 성과가 민간 투자 확대와 기술 확산 촉진을 유발할 수 있도록 한국형 성공 사례를 발굴하고 산업 현장 활용 가속화 추진
 - 산업용 부품 현장 실증 기반을 통한 실증지원, 건축물 대상 3D 프린팅 기술 개발 및 테스트베드 구축, 의료기기 상용화를 위한 기술개발 임상 실증지원
 - 제조혁신 공정 개발 지원을 위한 '3D 프린팅 융합기술센터'를 구축
 - 핵심소재·장비·소프트웨어 기술 자립화와 기술력 확보: 초경량·기능성 차세대 소재개발, 핵심 소프트웨어 국산화를 위한 요소 기술 및 플랫폼 기술 개발 지원
 - 전문인재 양성, 제조혁신과 기업성장을 위한 인프라 및 기술표준·평가체계 고도화 등 법제도 정비와 안전성 강화, 3D 프린팅 기반 융합형 전문인재를 위한 대학 학위과정 운영 및 신소재 분야 석박사급 인력 양성 추진
- 그러나 3D 프린팅기술 육성정책은 주요국 사례와 마찬가지로 국내 역시 제조업, 건설업 등 주력산업 분야에 집중되고 있으며 식품산업은 3D 프린팅 중점 분야에 포함되고 있지 않음.

1.6. 정책여건 진단

1.6.1. 당면이슈

□ 국내 기술개발 부족 및 지식재산권 문제

- 3D 식품 프린터에 이용하는 핵심기술은 해외 선도기업이 개발한 기술이 많으며, 그 중 등록이 완료된 기술도 있지만, 그렇지 않은 기술도 있어 지식재산권 분쟁 소지도 있음.

□ 3D 식품 프린팅 전문인력 부족

- 산업통상자원부에서는 첨단신소재기반 3D 프린팅 전문인력양성사업에 150억을 투자하고 있으나 식품 분야는 포함되어 있지 않음. 현재 식품 관련 인력

구조를 보면 기능이나 영양에만 관심을 가지고 있는데, 식품가공분야 전문인력이 많지 않고 3D 프린팅 기술을 가지고 있는 인력은 매우 부족함. 식품의 고유 물성을 이해하는 3D 식품 프린팅 전문인력 양성이 필요함.

□ 자금조달 부족

- 3D 식품 프린터 개발업체에서 제품을 양산하는 상용화단계에 이르려면 시간이 소요되는데, 인건비 및 기술개발비를 충당할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있음.

□ 3D 식품 프린팅 관련 제도 미비

- 3D 프린팅 식품 및 3D 프린터 관련 위생/안전성 기준·규격이 미비함. 식품 안전성 관련 규정이 명확하지 않아 3D 프린팅 출력 식품을 판매하거나 서비스하기 어려움. 이러한 제약은 3D 식품 개발이 성공할지라도 판매 및 산업화가 어렵기 때문에 기술개발과 투자를 기피하는 실정임.

□ 산학연 공동연구 추진 및 비즈니스모델 부족

- 3D 식품 프린팅 기술개발 시 산학연 공동연구 추진과 비즈니스모델 개발이 부족함.

□ 불확실한 시장성과 식품제조 및 외식 분야 적용 준비 부족

- 해외 주요국에서는 이에 대응하기 위해 식품제조 및 외식 분야에 3D 프린팅 기술을 적용하기 위한 노력을 투입하고 있음. 일부에서는 3D 식품 프린터가 전자레인지 수준으로 상용화될 것이라는 전망도 있지만, 아직 가격이 높은 수준이어서 가정용 3D 식품 프린터보다는 대형 음식점 또는 요리사들의 차별화 아이템으로 활용될 가능성이 높음.
- 전 세계 3D 식품 프린터 이용처별 시장규모는 상업용 비중이 2018년 기준 43.5%로 가장 높음. 외식업계 자영업자들의 3D 식품 프린터 구매 시 렌탈 또는 리스와 관련된 금융 수요도 커질 것으로 예상됨. 해외 주요국과는 달리 현재 국내는 시장형성 초기단계로 시장이 불확실하고, 식품제조 및 외식 분야에 적용할 정도의 수준도 안되는 실정임.
- 식품 분야에서 3D 프린팅 기술이 적용되어야 하는 이유는 ① 식품제조 및 외식 분야의 인력 부족과 ② 개인맞춤형 식품 제공으로 요약할 수 있음.

□ 식품 분야 정부 정책 및 지원 부족

- 국내 3D 식품 프린팅 산업은 외국 및 국내 타산업 분야 대비 식품 분야 정책 및 지원이 부족한 실정임. 국내 3D 식품 프린팅 산업은 초기단계로 기술 수준도 걸음마 수준임.
- 국내 타산업 분야의 3D 프린팅 지원정책 내용은 '3D 프린팅 산업진흥 기본 계획(2017~2019)'에 포함되어 있으나, 농식품 분야로 특정된 내용은 거의 포함되지 않은 실정임. 정부지원 연구과제로 기술개발을 추진하는 경우 대부분 비즈니스모델 및 상용화에 어려움을 겪고 있으며, 기술개발에 따른 성과를 짧은 연구기간 내에 요구하기 때문에 기술개발 참여에 적극성을 갖기가 어려운 여건임.

1.6.2. 문제점 및 건의사항

□ 3D 식품 프린팅 기술개발 수준은 초기 단계

- 국내 3D 식품 프린터 기술개발 수준은 기술개발 및 활용의 초기 단계로서 연구 및 시제품으로 활용하는 수준임. 식품 프린터가 시제품으로 개발되기는 했지만 식품위생법상 식품생산/판매 허가를 얻기가 매우 어려운 환경이기 때문에 상업적으로 출시 및 활용되는 사례는 거의 없는 실정임.
- 국내 3D 식품 프린팅 분야 업체/전문가들도 국내 3D 식품 프린팅의 기술수준을 유럽, 미국, 중국에 비해 낮은 것으로 평가하고 있음.

표 5-5. 국가별 3D 식품 프린팅의 기술 수준(7점 척도)

단위: 점

구분	장비 개발	소재 개발	SW 개발
미국	5.0	4.6	5.0
유럽	5.3	5.2	4.8
중국	4.3	3.2	3.0
한국	3.4	2.8	2.6

자료: 3D 식품 프린터 관련 업체 및 전문가 대상 설문조사 및 면접조사(2019. 9.).

- 3D 식품 프린팅은 재료 물성의 균질성(homogeneity)이 필수적인데 농산물 및 식품은 균질성이 낮아 제품화 및 제품의 다양화가 어려운 편임. 따라서

현재 기술 수준으로 다양한 재료를 동시에 사용하기 어려우며, 우리가 현재 먹는 음식들의 식감과 형상을 시현 하는 것은 매우 어려운 실정임. 현재 기술수준은 단순히 한 가지 소재·재료만을 이용하여 단순한 형상·제품을 만드는 수준임.

□ 3D 식품 프린팅 정책 및 관련 제도 미비

- 3D 식품 프린팅 정책 및 관련 제도와 관련된 애로사항은 3D 식품 프린팅 기술표준화, 기준·규격설정을 통한 기술개발 가이드라인 부재, 관련 법규 및 제도가 미비하여 식품제조업 및 음식점 등에서 상용화가 어렵다는 것임.
- 3D 식품 프린팅으로 식품을 제조·판매할 경우 장비 및 설비가 식품 위생 및 안전요건을 충족해야 하기 때문임. 미국과 유럽의 경우 식품위생 및 안전요건을 충족하기 위해 3D 식품 프린터를 출력하는 부분과 음식 접촉부분 부품에 대한 관리기준 및 재질 규격이 마련되었음.
- 최근 3D 프린팅을 활용한 식품 제조 장비 및 공정을 개발 중이긴 하였으나 시장진출을 위한 명확한 법적 근거 등이 부족한 실정이었음
 - － 식품위생법 개정을 통해 식품 3D 프린팅 관련 제조기준 및 규격 조항을 신설하고 식품 판매기준 마련을 검토할 필요 있음
- 식품 3D 프린팅 기술개발 지원을 통해 세계 식품 소비 환경 변화에 대응하여 식품 3D 프린팅 제품개발과 산업 성장 가능성에 대비한 기술개발에 지원이 필요할 것으로 판단됨
 - － 국내 식품산업의 신성장동력 가능성에 대비하여 세계 기술개발 및 산업 동향에 부응하며 기술개발과 활성화를 위한 식품분야 지원을 검토할 필요가 있음

1.7. 정책 추진방향 및 향후 추진계획

1.7.1 R&D

□ 3D 프린팅용 소재 발굴

- 식품 3D 프린팅에서 3D 프린팅이 가능한 식품원료의 선정 및 원료특성 정보는 매우 중요한 요소임.

- 소재가 한정적일 경우 그 활용범위에도 제한적인 요소로 작용할 수 있으므로 소재 발굴은 지속적으로 연구가 진행되어야 함.
- 일반적으로 3D 식품 프린팅의 토출/적층 안정성 극대화를 위해 검류 등의 고분자들이 많이 활용되나, 영양을 고려한 대체원료 발굴 연구가 필요함.
- 예를 들어 곤충의 경우 미네랄, 단백질 함량이 식육이나 식물에 비해 높으며, 특히 소화기능도 식육 단백질에 비해 우수하기 때문에 동물 단백질을 곤충 단백질로 대체하려는 연구가 있음.
- 이처럼 곤충과 함께 3D 식품 프린팅 원료로 활용될 수 있는 광범위한 원료 발굴 및 가공적성 최적화 연구가 필요함.

□ 수요자 중심의 개인 맞춤형 식품 설계

- 식품 3D 프린팅 기술은 식품산업에 많은 변화를 몰고 올 것으로 전망됨
- 특히 요즘과 같이 대량생산으로 똑같은 식품을 쏟아내는 시대에서 3D 식품 프린팅은 개인 맞춤형 식품산업을 활성화시킬 수 있을 것으로 예상됨
- 단순히 식품의 맛과 외형뿐만 아니라, 물성, 영양학적 요구와 신체 능력에 부흥하는 궁극적인 의미의 맞춤형 식품을 디자인할 수 있는 연구개발 필요
- 일반적으로 양산되고 있는 보충제나 기능성 식품들이 가지고 있는 제한적인 요소들을 개선함으로써 수요자 개개인의 요구를 충족시킬 수 있는 방향으로 연구 진행 필요
- 더 나아가 식품을 완전히 분쇄하여 재구성하는 3D 식품 프린팅은 기능성 성분을 강화하는 것 뿐만 아니라 특정 위해 물질을 제거하는 것도 가능
- 이를 통해 음식을 씹거나 삼키기 어려운 섭식장애 환자나 영유아 및 고령층을 위한 영양식품을 개발하는 등 다양한 산업 분야에 활용

□ 3D 식품 프린팅 기술개발은 기초 R&D와 상용화 단계 분리

- 국내 3D 식품 프린팅 기술수준이 해외에 비해 매우 낮아 기초 R&D와 상용화 단계를 분리하여 중장기적 기술개발 접근방식이 바람직함. 3D 프린팅 식품 분야는 정부 지원에서 제외되어 있는데, 향후 맞춤형식품 제공과 식품제조 및 외식분야의 인력 부족 차원에서 정부는 3D 식품 프린팅 기술개발에도 관심을 가질 필요가 있음.

- 3D 식품 프린팅 기술개발을 완료하고 상용화하는 시기는 품목별로 다르기 때문에 개발기술의 수요와 활용 가능성을 고려하여 기술개발 로드맵을 수립할 필요가 있음.
- 국내 전문가들이 제시하는 주요 기술개발 추진내용은 ① 영양적으로 완전한 식품 및 부드러운 식감의 식품 제조기술, ② 온도를 조절해서 물성을 바꾸는 등의 방향으로 새로운 식품 시장 형성을 위한 기술, ③ 적층안정성, 토출안정성, 성형기술 개발, ④ 스마트팩토리 구성 차원에서 3D 프린터 연결 및 제품화 시도 연구, ⑤ 느린 출력속도 개선과 소재 다양화를 위한 기술 등임.

□ 전투식량 연구

- 위에서 언급한 수요자 중심의 맞춤형 설계를 통해 군인들의 전투식량 보급에도 3D 프린팅 기술을 활용
- 단순 식품 3D 프린팅 기술 뿐 아니라 병사들의 전투복에 생리학적 또는 영양적 상태를 측정할 수 있는 장치를 부착한 후 데이터를 베이스캠프로 전송하여 이를 기반으로 식품을 출력하는 등 일련의 공정 개선 관련 연구 필요
- 보급로 차단 시의 원활한 대응과 식량 운송비 절감, 각 병사의 취향별 식품 선택권 부여, 음식쓰레기 발생량 저하, 전투식량의 유통기한 연장 등의 효과 기대 가능
- 전투식량의 경우 군 내 보안 유지 등으로 인해 연구개발에 다소 애로사항이 있을 것으로 판단되나, 국방부, 농식품부 등 범부처적인 협력체계 구축이 선행되어야 할 필요가 있음.

□ 우주식품 연구

- 현재까지 우주에서의 3D 프린팅 기술이라고 하면 발사체, 현지 부품 등을 연상케 하였으나, 우주에서 장기간 체류하는 것을 고려한다면 식량 생산에 대한 필요성도 매우 크다고 볼 수 있음.
- 이에 대한 수요를 반영하여 미국 시스템즈 앤 메테리얼 리서치 코퍼레이션(SMRC)은 미국 항공우주국(NASA)의 지원을 받아 우주식품용 3D 프린터를 개발한 바 있음.
- 가까운 시기에 상용화가 되기 쉽지는 않을 수 있으나 오랜기간 동안 저장성 향상을 위한 분말 소재 개발 및 하드웨어 구축 등은 장기간 운행되는 우주선 내에서도 활용될 수 있음.

- 또한 3D 프린팅의 장점은 음식물 찌꺼기가 남지 않는다는 점인데 이는 정밀한 장비로 가득한 우주선 내에 필수적 요소가 될 수 있음.

□ 대체식품(배양육) 연구

- 대체식품은 기존 육류 생산에 비해 지속가능하고 환경오염 등의 문제가 적다는 점에서 앞으로 더욱 더 주목받을 것으로 예상되며 이에 대한 연구도 활발히 되어왔음.
- 그 결과 국내에서도 신규 단백질 원료 발굴 및 다양한 가공기술을 이용하여 상당한 품질개선이 이루어지고 있으나 실제 식육과의 식감/풍미 차이를 극복하기 위한 연구개발이 지속적으로 이루어져야 함.
- 실제 고기와 유사한 구조를 구현하기 위해 인공 지방, 인공 혈액, 인공 단백질의 3가지 성분을 3D 프린팅에 활용한 배양육 생산 연구도 필요함.

□ 농업과의 연계성을 고려한 3D 식품 프린팅 소재 기술개발

- 현재 3D 식품 프린팅 소재로 사용되고 있는 농축산물은 국내/해외에서 비슷한 경향을 보임.
 - 곡물류는 쌀, 콩, 밀 등이, 채소·과일류는 감자, 단호박 등이며, 육류는 계란, 소고기, 가공식품은 치즈, 초콜릿, 앙금 등이 사용됨. 곤충류에서는 식용곤충과 귀뚜라미 등이 프린팅 소재로 사용되고 있음.
- 3D 식품 프린팅 소재로 개발될 가능성이 있는 농축산물도 현재 사용되고 품목들과 유사함. 대체로 채소류나 과일류는 결착 요소가 부족하므로 단맛과 결착에 용이한 곡물이나 육류, 가공식품이 소재로 개발될 가능성이 높음.
 - 곡물류에서 쌀, 콩, 밀, 감자, 고구마 품목이, 채소·과일류에서는 샐러리, 시금치, 사과 등임. 육류에서는 소고기, 돼지고기, 닭고기 등이고, 곤충류 중에서는 메뚜기, 굼벵이, 번데기(누에) 등 식용곤충임.

□ 산학연이 연계된 대규모 연구개발 프로젝트 지원

- 3D 식품 프린팅 생산제품에 대한 수요 및 시장성 예측이 매우 중요함. 3D 식품 프린팅 생산제품의 시장성이 높을 것으로 예상되는 제품을 전략 품목으로 선택하고 장비-소재-SW 개발 분야 간 전문가들의 컨소시엄을 구성하여 기술개발 수행이 필요함.

- 3D 프린팅 식품 개발 시 우선 개발 분야 수요조사 결과, 식품제조기업은 병원/환자용 식품, 소비자는 건강기능식품, 3D 제조업체는 고령친화식품을 1순위로 꼽고 있음.
- 유럽은 3D 식품 프린팅 분야에 산학연 연계 대형 프로젝트 지원 사례
- 3D 프린팅 식품의 글로벌 경쟁력 강화와 국내시장 형성을 위해 3D 식품 프린팅 특구를 지정하여 국가 주도하의 산학연 공동 프로젝트 추진/지원이 필요함.

1.7.2 제도개선

□ 3D 식품 프린팅 관련 제도 마련

- 3D 식품 프린팅 기술표준화, 기준·규격설정을 통한 기술개발 가이드라인, 관련 법규 및 제도를 마련하여 식품제조업 및 음식점 등에서 상용화를 위한 기반 마련이 필요함.
- 3D 식품 프린팅으로 식품을 제조/판매할 경우 장비 및 설비가 식품 위생 및 안전 요건을 충족해야 하기 때문임.

□ 3D 식품 프린팅 관련 규격 및 기준 정비

- 3D 식품 프린팅 선도국가들인 미국, 유럽 등에서는 3D 프린터 재료에 대한 식품 안전규정(FDA 규정 CFR 21, EU 지침 10/2011)을 규정하여 3D 식품 프린팅 산업 활성화를 꾀하고 있음.
- 국내에서는 3D 식품 프린팅 기술들이 개발되고 있으나 아직 식품위생법 등 관련 법령에 기준 및 규격이 없어 3D 프린팅 식품을 판매하거나 서비스하기 어려운 실정임. 따라서 식품위생법을 개정하여 3D 식품 프린터 관련 기준 및 규격 조항을 신설하고, 프린팅된 식품 판매기준을 마련하는 것을 검토해야 함.

□ 산업활성화를 위한 인증제도 정착

- 식품공전이 아닌 농식품부 인증제도(KS 등) 내 법령 제정
- 범부처적 인증기준 마련을 통한 산업 활성화에 기여 가능

1.7.3 인력양성

□ 융합적인 신진인력 육성 및 교육

- 3D 식품 프린팅 분야는 대학 연구실에서 대부분 연구 정도의 교육이 진행되고 있는 수준이며, 정부의 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획(2017~2019)에 따른 전문인력 양성에서도 식품 분야는 제외되어 있어 3D 식품 프린팅 전문인력 양성이 매우 미진한 상태임. 이러한 실정은 기업체 내에서 수요 전문인력 양성/확충으로 이어지지 못하고 있음.
- 정부 차원에서 전문인력 양성과 관련된 예산과 전문인력 양성 프로그램 지원이 필요함. 정부의 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획을 기반으로 3D 프린팅 전문인력 및 신규 인력 양성과정을 식품 관련 3D 프린팅 장비, 소재, SW 분야로 확대시킬 필요가 있음.

1.7.4 시설장비 등 인프라 지원

□ 시설장비 및 기술개발용 연구장비 정보 제공

- 장비 및 설비를 이용 가능 장소에 대한 정보 제공, 공동 이용 및 대여를 위한 인프라(플랫폼)를 갖추거나 공동플랜트를 갖추어둔다면 산업활성화에 기여할 것임.
 - 공공기관을 통하거나 중개 스타트업 육성을 통해 식품 기계·설비 등 거래·정보 플랫폼의 구축·운영을 도모할 수 있을 것임. 정보 플랫폼이 식품 기계·설비의 거래에 한정되지 않고 공동 이용을 위해서도 확장되거나 별도로 구축한다면, 중소 식품업체의 생산 활동이나 기술개발 연구에 활용될 수 있음.
 - 기술개발용 연구장비의 공동이용을 위한 플랫폼은 과학기술정보통신부의 기업공감원스톱지원센터, 한국산업기술평가관리원의 e-Tube, 전라남도 공공연구장비쉐어링서비스 등에서 구축·활용되고 있으므로 연계 서비스를 제공할 수도 있을 것임(이용선·박미성·한정훈 2018: 128).

□ 관련 정보 수집 및 국내외 정보 모니터링 강화

- 산재되어있는 관련 정보를 수집하고 국내외 산업 동향을 파악할 수 있도록 모니터링 강화가 필요함.

- 스타트업 등 다양한 배경의 업체 간 교류-협업 확대를 위한 플랫폼 조성이 필요함. 다양한 상품 출시로 고유의 독립된 상품 카테고리를 형성하고, 업체 간 공통의 문제해결 및 대외 홍보를 위해 이러한 플랫폼이 활용될 수 있음.

□ 분야별 정보교류 단일 인터페이스 및 플랫폼 구축

- 식품공학 연구자들이 겪는 가장 큰 어려움은 복잡한 3D 프린터 자체를 이해하고 익숙해지는 것임. 기계에 익숙해지고 신규기술에 대한 친화력을 높이기 위해서는 정보 교류의 장을 마련할 필요가 있음.
- 식품 관련 지식과 식품가공기술 이론뿐만 아니라 하드웨어 구성 및 작동원리, 소프트웨어에 대한 정보를 습득 및 교류하면서 최근 신규 기술에 대한 친화력을 높이는 방안도 필요함.
 - 유럽 내에는 3D 프린터(푸드니)와 관련하여 기술개발자 및 이용자들이 자신들의 경험담과 조리법, 3D 프린팅 소프트웨어를 공유하는 웹사이트를 만들어 운영 중인 점을 참고할 필요가 있음.

2. 푸드테크 로봇

2.1. 정의

- '푸드테크 로봇은 식품제조 공정로봇과 외식산업에서의 서비스 로봇으로 분류할 수 있으나 아직까지 미, 중, 일 등을 중심으로 실용화 시도 또는 시장진입 단계로 개념이나 정의, 분류 등이 명확하게 정립되어 있지 않음.
- 식품제조공정에서는 산업용로봇과 협동로봇이 사용되고 있으나 명확히 구분되어 있지 않아 이에 대한 제도상으로 소재와 사용범위, 안전성 등에 대한 규정마련이 필요함.
- 세계 산업용 로봇 시장 규모(소프트웨어, 시스템 엔지니어링, 주변기기 등 제외)는 2018년 기준 165억 달러(한화 19.5조원), 서비스 로봇 시장은 129억 달러(한화 15.3조원)를 기록하도 있음. 산업용 로봇 설치 대수는 42만 2,000대를 기록. 2020~22년 연평균 설치 증가율은 12%로 전망됨.
- 산업용 로봇 시장에서 푸드 로봇의 비중(설치 대수 기준)이 아직 작지만 타 산업군 대비 높은 성장세를 나타냄. 최근 미국, 유럽의 외식시장에서는 무인

주문 및 결제(키오스크 주문) 보편화에 이어 서빙 로봇과 주방 로봇 및 조리 자동화 설비 상용화 단계에 돌입하고 있음.

- 국제로봇연맹(IFR) 자료에 따르면, 산업용 로봇의 가장 큰 수요처는 자동차, 전기전자, 금속, 플라스틱 및 화학제품, 식음료 분야 등의 순서로 나타났으며, 식음료 분야가 산업용 로봇의 5대 수요처 가운데 하나로 중요한 역할을 하고 있음.
- 식품·외식산업에서 로봇도입 필요성은 높으나 실용성 있는 로봇을 찾기가 어려웠고, 식품·외식산업 제조공정에 맞춘 로봇 활용 표준모델을 개발하는 것이 중요함으로 한국로봇산업진흥원(KIRIA)을 중심으로 지원사업이 확대되고 있음. 우리나라 프랜차이즈산업에서 외식산업은 70% 이상의 비중을 차지하고 있으며, 로봇산업의 가능성이 그만큼 크다고 볼 수 있음.
- 우리나라에서 로봇산업 분류를 위해 사용하는 '로봇산업특수분류'(통계청 승인)에서는 '전문서비스 로봇'의 소분류로 '접객 로봇'을, '로봇서비스'의 소분류로 '로봇 음식점 운영'을 포함하고 있으나, 현재 개발되고 있거나 상용화된 로봇 등을 전반적으로 포함하는 분류로 보기는 어려움.(KIRIA ISSUE REPORT,2020-3)

표 5-6. 로봇산업 특수분류 중 '푸드테크 서비스 로봇' 연관 분류

전문 서비스 로봇	사업시설 관리용 로봇 제조	◦ 사업시설물 청소, 안내 및 정보서비스, 기계장치 및 기기류 관리기능 등을 수행하는 로봇 제조
	사업시설 안내용 로봇 제조	◦ 사업시설물 안내 및 정보서비스, 주문 접수, 접객 등 기능을 수행하는 로봇 제조
로봇 서비스	로봇 이용 음식점 및 관련 정보서비스	◦ 로봇이용 음식점·음료점 운영, 로봇관련 전문 간행물 출판 및 포털서비스, 로봇시스템 구축 및 운영 서비스 제공
	로봇 이용 음식점 및 음료점	◦ 로봇을 이용한 서비스를 제공하는 음식점 및 음료점

자료 : KIRIA, 로봇산업특수분류 3차 개정(안)

- 국제로봇연맹(IFR)은 '푸드테크 로봇'이 포함되는 명시적인 분류는 없으며, '기타 전문서비스 로봇' 정도로 분류함. '푸드테크 로봇'에 위의 개념을 그대로 원용하면, 식품제조용 로봇, 농업용 로봇, 식품공장 로봇 자동화, 물류 로봇 등을 포함해야 함.

그림 5-3. 로봇의 분류 (제조로봇과 서비스로봇)



자료: 화낙, 저스트잇, 미래컴퍼니, 아마존, 소니, 삼성전자, LG전자, 구글, DJI, segway, ITP, IBK투자증권 리서치본부

2.2. 푸드테크 로봇의 분류와 유형

- 이와 구분하기 위하여, ‘푸드테크 로봇(FoodTech Robot)’은 “외식업(식품접객업)에서의接客·주문·결제, 조리(제조) 및 보조, 서빙·퇴식, 설거지·정리 및 음식 배달 등에 활용하는 로봇과 식품제조 공정에서 식품 원자재를 대상으로 다양한 제조공정에서 적용하기 위한 식품제조용 로봇으로 개념화할 필요성이 있으며, 이를 위해서는 로봇의 소재와 식품산업에 부합하는 환경에 적당한 기준 등 제도 등이 보완 되어져야 할 필요성이 있음.

표 5-7. 푸드테크 로봇의 분류와 유형(외식산업 서비스 로봇 중심)

분류	용도 및 유형	제품(예시)
接客·주문·결제 로봇	◦ 예약정보 등을 확인하여 좌석으로 안내하거나 메뉴의 주문과 결제를 담당하는 로봇	   페퍼 필러(소뱅) 클로이홈(LG) 식당보조(테미)
조리 및 보조 로봇 (셰프 로봇)	◦ 실제 요리사처럼 움직일 수 있도록 SW를 구현한 모션기술과 다양한 형태의 그릇과 조리기구 등을 사용할 수 있는 체인저 기술을 활용하여 음식을 조리하거나, 요리사를 보조하는 로봇	   햄버거 제조 보조 (미소 로보틱스) 피자 로봇(에킴) 국수 조리 (LG, CJ푸드빌)
		   스시 로봇(오테) 편의점 조리로봇 (커넥티드로보틱스) 치킨봇(엡눅FTS)

서빙·퇴식 로봇	◦ 조리가 끝난 음식을 고객의 테이블로 운반하거나, 식사 후 그릇 등을 수거하여 퇴식구로 운반하는 로봇				
설거지·정리 로봇	◦ 퇴식구로 운반된 그릇을 세척하고, 세척이 끝난 그릇을 정리하는 로봇				
카페 로봇	커피 제조 로봇	◦ 로봇 팔 등을 이용하여 커피제조장치 등을 조작하여 커피를 조제하는 로봇으로, 매장형과 키오스크형으로 구분			
	기타 음료 로봇	◦ 로봇HW/SW 기술과 다양한 장치 등을 활용하여 칵테일 및 다양한 음료를 조제하는 로봇			
	스낵 (디저트) 로봇	◦ 스무디, 쿠키, 아이스크림 등의 스낵 또는 디저트를 조제하는 로봇			
음식 배달 로봇	◦ 조리된 음식을 실내 및 실외 고객에게 배송하는 로봇				
			스낵봇(헵시콜라)	음식배달로봇 (메이탄)	캠퍼스 배달 로봇 (배달의민족)

2.3. 식품제조 자동화·로봇 기술의 특성

- 푸드테크 로봇'은 ㉠ 국내 영세 외식업의 문제점을 해결함과 동시에 ㉡ 로봇·AI·빅데이터·IoT 기술과 식품(음식)산업의 결합된 '푸드테크(Foodtech)'의 등장, ㉢ 최근 '코로나 19' 사태가 촉발하는 무접촉·비대면(uncontact) 문화의 확산 등에 효과적으로 대응하면서, 외식산업을 한 단계 발전시킬 수 있는 핵심 솔루션 중의 하나임
- '푸드테크 로봇'이 처음 개발·도입된 과거에는 AI·로봇기술이 얼마나 많은 사람을 대체할 것인가? 라는 관점, 즉 인건비 절감이 목표였다면, 현재는 로

봇이 전체 푸드 사업에서 얼마나 효율적인 역할, 즉 기존 사업의 문제를 어떻게 해결하느냐?, 고객들에게 어떤 새로운 경험을 제공 하느냐?의 관점에서 '로봇 자동화' 기술을 도입하고 있다고 분석됨.

- 국내 '푸드테크 로봇'의 저해(위협) 요인을 제거하고, '푸드테크 로봇' 활성화를 위한 시사점은 아래와 같음
- 첫째, 협동로봇(산업용 로봇)·자율주행기술 등의 보유 로봇기업(SI 포함)과 외식업 프랜차이즈(체인) 등의 '푸드테크 로봇'에 대한 관심 제고와 상호간 협력·제휴를 통한 '푸드테크 로봇'의 저변 확대가 필요함
- 지금까지 '푸드테크 로봇' 개발·상용화가 이루어지는 경로(유형)를 보면, 대체적으로 ㉠ 외식업(체인)이 직접 개발한 경우, ㉡ 외식업(체인)과 로봇기업이 공동 개발한 경우, ㉢ 푸드테크 전문 로봇기업이 직접 개발 경우, ㉣ 로봇기업 간 제휴로 개발 등으로 크게 나누어짐

2.4. 국내외 시장규모

2.4.1. 세계시장

- 2020년 세계 로봇시장 규모는 약 3243억 달러로 2015년 이후 연평균 9.3%의 증가율을 기록함. 2020년 로봇시장 중 제조용 로봇이 132억 달러로 54.3%를 차지하였고, 서비스용 로봇이 45.7%를 차지하였으며, 서비스용 로봇의 성장성도가 10.2%로 제조용 로봇보다 높아 전체 로봇시장 성장을 견인하고 있음

표 5-8. 세계 로봇시장 매출액 규모

단위: 백만 달러

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	연평균 증가율(%)
제조용 로봇	8,758	10,598	13,918	13,854	13,763	13,168	8.5
서비스용 로봇	6,826	6,351	10,168	13,164	9,806	11,089	10.2
계	15,584	16,949	24,086	27,018	23,569	24,257	9.3

자료: World Robotics 2021, 2021.10

2.4.2. 국내시장

- 국내 로봇시장에 대한 통계는 로봇산업실태조사를 통해서 파악이 가능함. 2020년 로봇산업 시장규모는 5조 4,736억원이며, 이중 제조용 로봇이 2조 8,658억원으로 52.4%, 서비스용 로봇이 8,577억원으로 15.6%, 나머지 부품 및 소프트웨어산업이 32%를 차지함.

표 5-9. 국내 로봇산업 출하현황

단위: 억원

구분	2018	2019	2020
제조업용로봇	34,202	29,443	28,658(52.4)
전문서비스용 로봇	2,953	3,199	4,611(8.4)
개인서비스용 로봇	3,697	3,159	3,966(7.2)
로봇부품 및 소프트웨어	17,167	17,550	17,501(32.0)
계	58,019	53,351	54,736

자료: 산업통상자원부의, 2020년 로봇산업실태조사 결과보고서, 2021

- 국내 식품제조업과 외식업에서 사용하는 로봇산업에 대한 통계는 별도로 조사하지 않기 때문에 정확한 수치 파악이 불가능함. 로봇산업의 특수분류기준에 의하면 식품제조업에서 사용하는 로봇은 기타제조업용 협동로봇의 범주에 속하며, 제조업이나 음식점 주방에서 사용하는 조리용 로봇이나 식당 배달, 홀 서비스 등 서빙용 로봇은 기타전문서비스용 로봇에 속함.
 - 제조용 로봇통계는 중분류까지만 발표

표 5-10. 로봇산업의 특수분류와 식품산업관련 로봇 영역

대분류	중분류	세분류	비고
제조업용 로봇제조업(100)	기타 제조업용 로봇 (190)	협동로봇제조(191):	식품제조공장에서 협동 운용 가능한 로봇
전문서비스용 로봇제조업(200)	기타 전문서비스용 로봇(290)	배달, 물품취급 및 서빙용 로봇 제조(291)	음식점 서빙, 배달 등 서비스제공
		전문요리용 로봇 제조 (292)	조리과정을 자동화하여 음식 을 만들거나 요리를 보조 하는 로봇
로봇 관련 서비스업(900)	로봇이용 음식점 및 관련정보서비스(920)	로봇이용 음식점 및 음료점(921), 로봇시스템 구축 및 운영서비스(923), 로봇운영관련 정보서비스(924)	서비스 매출규모로 파악

자료: 2020년 로봇산업실태조사 특수분류체계를 참고하여 재작성

- 식품제조용 로봇과 외식서비스 관련 로봇시장에 해당하는 기타제조업 로봇제조 시장과 기타전문서비스용 로봇시장은 각각 2,506억원, 1,543억원으로 해당 로봇시장의 9.2%, 34.3%를 각각 차지함. 특히 식당 서빙이나 배달 등을 포함한 기타전문서비스 로봇시장은 전문서비스용 로봇시장의 1/3을 차지할 정도로 비중이 큰 것으로 나타남.

표 5-11. 식품산업과 관련된 로봇시장의 규모

구 분		시장규모(출하기준, 억원)	비중(%)
제조용	제조업용 로봇	27,296	100.0
	기타제조업용 로봇	2,506	9.2
서비스용	전문서비스용 로봇	4,504	100.0
	기타전문서비스용 로봇	1,543	34.3

자료: 산업통상자원부의, 로봇산업협회2020년 로봇산업실태조사 결과보고서, 2021

- 로봇산업통계에서 로봇을 이용하는 관련서비스산업의 관점에서 시장규모를 파악할 수 있음. 로봇관련서비스 시장은 로봇도소매, 로봇이용 음식점 및 관련정보서비스, 로봇임대서비스, 연구개발 및 기술서비스 및 시설관리 및 기술서비스 등으로 구성됨.
- 이들 중분류 중 식품산업과 관련된 시장은 로봇이용 음식점 및 관련 정보서비스(920)임. 세분류는 로봇 이용 음식점과 음료판매점(921), 로봇시스템구축 및 운영서비스(923), 로봇운영관련정보서비스(924) 등이 있으나 로봇제조업과 마찬가지로 중분류까지만 통계가 제공되기 때문에 로봇 이용 음식점과 음료판매점의 매출을 파악하기 어려움.
- 국내 2020년 로봇 관련서비스업 출하기준은 1조 8,063억원으로 조사되었음. 이중 로봇의 도·소매업의 출하(1조 4,108억 원) 비중이 78.1%로 가장 높고, 로봇이용 음식점 및 관련 정보 서비스업의 시장규모는 1,308억 원으로 7.2%를 차지함.
- 이처럼 식품 제조와 서비스용 로봇의 제조시장과 해당 로봇의 제품서비스 시장규모를 합한 식품관련 로봇시장규모는 5,356억원으로 추정됨.

표 5-12. 로봇 서비스 출하현황

구분	금액(백만원)	비중(%)
로봇도소매	1,410,789	78.1
로봇이용 음식점 및 관련정보서비스 ¹⁾	130,752	7.2
로봇임대서비스	17,329	1.0
연구개발 및 기술서비스	55,528	3.1
시설관리 및 사업지원서비스	123,723	6.8
기타	68,178	3.8
계	1,806,299	100.0

1) 로봇을 이용한 서비스를 제공하는 음식점 및 음료점의 매출과 관련정보 서비스산업의 매출
자료: 2020년 로봇산업 실태조사 결과 보고서, 2021

2.5 국내외 연구개발 동향

2.5.1. 해외기술(연구)동향

- (미국) 식품 안전에 대해 전 세계적으로 규제가 강화되고 있고, 이에 따라 식품 산업에서 자동화 솔루션에 대한 수요가 커지고 있음. 이와 더불어 미국의 식품 로봇 시장도 동반 성장 중임. 특히 2014년에 비해 2025년의 시장은 3배로 커질 것으로 예상됨. 골드만삭스는 식음료 산업 분야가 1천명의 피고용인당 로봇 도입 비율에 있어서 타산업 대비 노동집약적임을 보여주고 있음.
- (일본) 식품을 재빠르게 선별하는 기계를 개발한 '오므론(オムロン)'
 - '오므론'이 개발한 협동로봇은 컨베이어벨트 위에서 흘러가는 대량의 고로케 중 상품가치가 있다고 판단된 것을 잡아 다른 라인으로 옮기는 작업을 1분에 60개나 해냄.모양이 망가지기 쉬운 고로케를 빠르게 온전히 옮길 수 있는 것이 장점
 - '오므론'은 2015년 미국의 산업로봇회사 'Adept Technology'를 인수했고 현재는 로봇을 활용한 식품용 컨베이어의 피킹시스템 사업에 주력하고 있는바, 지금까지 연구해 온 화상 센서나 모터 제어 등 원천기술을 결집시킬 수 있었기 때문에 높은 성능의 협동로봇 제조 가능

- 신형로봇은 튀김,만두 등 대부분의 가공품을 선별해 옮길 수 있기 때문에 많은 식품 공장에서 사용될 전망이다.'오므론'은 신선식품이나 크기가 제각각 다른 가공된 야채 등 다루기 어려운 식품까지 취급대상을 확대해 인력 부족이 심각한 신선식품 가공공장에서 실용화할 전망이다(하세가와요시유키, 2017)
- 유럽연합은 집행위원회(European Commission)와 euRobotics AISBL이 주축이 된, 로봇 산업 및 연구 단체들과의 민관합작 공동 파트너십 (PPP, Public Private Partnership) 로봇 프로그램인 SPARC를 통해 로봇 산업에 관한 투자 및 연구를 진행하고 있음.
- SPARC는 2014년에 수립된, 세계에서 가장 큰 규모의 민관합작 로봇 산업 연구 및 혁신 프로그램임.
- 연합유럽 집행위원회는 SPARC에 대해 2014년부터 2020년까지 7년에 걸쳐 Horizon 2020을 통한 7억 유로의 재정적 투자를 할 계획이며, SPARC에 대한 투자는 이와 함께 약 28억 유로에 달할 것으로 기대됨.

2.5.2. 국내기술(연구)동향

- LG전자는 CES2020에서 셰프봇을 선보임. 실제 요리사의 움직임을 바탕으로 모션제어기술과 스마트 툴 체인저 기술을 탑재해 완성도를 높임. LG전자는 레스토랑의 접객, 주문, 조리, 서빙, 설거지 등 다양한 서비스를 제공하는 로봇 사업을 확대할 전망이다. 2019년 11월 빙스는 등촌점에 LG클로이 셰프봇을 도입함. 고객이 그릇에 재료를 담으면 셰프봇이 국수를 삶고 육수를 부어 요리를 완성함. 국수 한 그릇당 약 1분 소요됨.
- 삼성전자는 CES2020에서 사람의 팔 모양을 연상시키는 삼성봇 셰프를 선보였는데 상용화 단계에 이르진 않았지만 삼성봇 셰프는 출시 이후 레시피 다운로드, 식재료 준비, 양념 추가 등 요리사를 보조하는 역할을 수행할 것으로 전망됨

2.6 국내외 정책 동향

2.6.1. 해외 정책동향

국가	프로그램	내용
중국	중국제조 2025	<ul style="list-style-type: none"> - 목표: 제조강국 중국 건설 전략 - ‘고급 수치제어공작기계와 로봇’ 을 10대 중점 분야 중 1개 항목으로 지목 - 차세대 정보기술 산업, 고급 디지털 선반 및 기계 로봇, 에너지 절약 및 신에너지 자동차, 신소재 등이 육성대상 산업
	로봇산업발전규획	<ul style="list-style-type: none"> - '16년 3월 21일 중국 정부가 발표한 로봇산업 육성 로드맵 - 로봇 산업체계 구축 및 경쟁력 강화를 골자로 하는 향후 5년간의 로봇산업 활성화 정책 - 2020년까지 제조업용 로봇 판매량을 15만 대로 제고하되 그중 50%를 중국산으로 충당하며 3개 이상의 선두업체 육성을 목표로 제시 - 서비스용 로봇산업의 연간 매출액 300억 위안 이상으로 확대 목표
일본	Japan Revitalization Strategy 2016	<ul style="list-style-type: none"> - ‘주요 목표: 아베노믹스 2단계 목표인 GDP 600조 엔을 달성 - 새로운 유망 성장시장을 개척하는 ‘민관 전략 프로젝트10’에 착수 - 그 중 제4차 산업혁명의 실현이 성패의 열쇠가 될 것으로 예상
	5개년 로봇신전략	<ul style="list-style-type: none"> - 경제산업성이 제창한 ‘로봇에 의한 새로운 산업 혁명’ 의 실현을 목표로 하는 국가 전략 - ‘15년 1월에 정리되어 ‘16년 2월 일본 경제 재생본부에서 결정 - 2020년까지 산업용 로봇 시장과 서비스 등 비 제조 분야 로봇 시장을 각각 1.2조 엔 규모로 달성하는 방안 제시
	IVI (Industrial Value-Chain Initiative)	<ul style="list-style-type: none"> - 일본판 산업 4.0을 추진하는 민간 전략 - 생산 기술의 인터페이스 표준화 진행을 통한 타 기업의 설비의 원활한 접속, 국제 규격화를 통한 개발도상국 생산 설비 수출을 촉진이 주요 목표

	<p>미래투자전략 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> - '17년 6월 결정된 아베 정권의 다섯 번째 성장전략 - '제4차 산업 혁명'의 본격 추진에 중점 - IoT와 AI를 활용한 정책으로 '건강 수명의 연장', '이동 혁명의 실현' 등 5분야를 결정 - 민간이 생각하는 방향대로의 시장 창출 도모를 위한 '샌드박스' 제도 시행
<p>미국</p>	<p>Advanced Manufacturing Partnership, AMP</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 제조업 발전 국가협의체 - 오바마 대통령이 '11년 6월 발표한 제조업 부흥 계획으로, 3D 프린팅 등 첨단 제조기술 혁신 및 산업용 로봇의 적극 활용을 추진하는 내용
	<p>SMLC (Smart Manufacturing Leadership Coalition)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - NSF(미국 국립과학재단), NIST(미국 국립 표준기술연구소) 등 정부기관과 연구소, GE, GM 등과 같은 대기업 및 중소기업, 대학들로 구성된 '12년 7월 설립된 비영리기관 - 스마트 제조 관련 통일된 플랫폼 개발을 위해 설립되었으며, 민간 공동으로 산업 표준 개발 추진 - 스마트 제조 플랫폼 개발의 테스트베드 운영과 정책 연구 프로젝트 수행
	<p>IIC (Industrial Internet Consortium)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 인텔, IBM, AT&T, 시스코 및 GE가 '14년 3월에 출범한 산업인터넷 컨소시엄 - 정부기관인 MITRE(SW 정보보안 평가 기관), NIST 등이 직접적인 지원
	<p>Advanced Robotics for Manufacturing(ARM) Institute</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 미국 제조업 활성화를 위해 관련 학계, 산업, 정부, 비영리 전문가들 협력으로 '17년 1월 출범 - 항공우주, 자동차, 전자, 섬유, 로지스틱 등 로봇 활용이 가능한 제조 분야에 집중 - 2억 5,300만 달러 규모의 정부 및 민간 투자를 받음. 이 중 8,000만 달러는 미국 국방부가 5년에 걸쳐 투자하기로 함
<p>독일</p>	<p>Industrie 4.0</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 경쟁 심화에 따른 제조업 분야 기술격차 확보, 선두지위 유지 전략 - 목표: 제조업과 IT를 접목한 스마트공장 실현
	<p>'IKT 2020 - 혁신을 위한 연구' 프로그램</p>	<ul style="list-style-type: none"> - '02년부터 시행해 온 'IT Research 2006'('02~' 06년)의 후속 프로그램으로, 독일 정부의 하이테크 전략(High-Tech Strategie)의 구체적 실행 프로그램 중 하나 - 산학 연관의 응용지향적 전략적 협력 강화라는 하이테크 전략의 핵심기조를 IT 기술 분야에 적용

<p>대만</p>	<p>‘스마트기계산업추진방안 (智慧機械產業推動方案)’</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ‘16년을 기준으로 ’ 23년까지 8년 간 추진되는 프로젝트로, 스마트 팩토리의 해외 수출이 목표 - 기계산업에 로봇IoT·빅데이터·3D 프린팅·센서 등 신기술을 융합, 스마트 기계 발전 생태계를 구축한다는 구상 - 산업 클러스터 조성, 인재양성, 대외교류 협력확대 병행이 주요 추진계획
<p>프랑스</p>	<p>‘프랑스 로봇 이니셔티브 (France Robot Initiative)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 프랑스 경쟁력 향상을 위한 산업 육성정책의 34개 분야 중 하나 - 2020년까지 세계 5대 개인 및 전문 서비스용 로봇 산업국 육성 목표 - 로봇 산업 5개 집중 육성 ①운송 및 물류, ②방위 및 안전, ③환경, ④스마트 기계, ⑤개인 서비스

2.6.2. 국내 정책동향

- 정부는 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」의 제정과 ‘지능형 로봇 기본계획’의 수립하고, 2008년 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」을 제정하는 등 로봇산업을 국가 핵심산업으로 발전시키고, 로봇의 개발과 보급을 촉진하여 로봇산업의 지속적 발전을 위한 정책을 추진하고 있음.
- 전후방 연관산업이 광범위한 로봇 분야의 특수성에 따라, 각 부처에서도 로봇산업 육성 및 고도화를 위한 정책사업을 추진하고 있음. 한편 '21년 로봇 관련 R&D, 보급실증, 인력양성 등의 예산은 전년대비 29% 증가한 약 1,950억 원으로, 로봇산업에 대한 국가적 투자가 지속적으로 확대중임.
- 전 산업 디지털 전환 가속화를 위한 표준공정모델 개발 확대을 확대하고 로봇 활용 기술확산을 위한 DB 통합관리시스템 구축함(2022 지능형로봇 실행계획, 관계부처합동).
- 로봇산업은 고성장이 예상되는 핵심 신산업으로, 2020년 10월 기술발전과 상용화 단계를 예측하고 로봇활용 비즈니스모델에 대응하는 ‘로봇산업 선제적 규제혁신 로드맵’을 구축함.
- 1단계(‘20~’22) 실증기반 구축단계에서는 분야별 실증및 보조금 지원 방안을 구축하고, 2단계(‘23~25) 로봇확산 체계 마련에서는 상용화 단계별 보급 및 인프라 연계를 지원하며, 3단계(‘26~) 상용화 대응단계에서는 민간 자율 확산

및 분야 확대 보급을 추진함. 본 사업에는 푸드테크의 핵심기술로 식품산업 로봇표준 실증도 포함하고 있음(한국식품연구원 참여).

- 상기 사업은 3대 제조업(뿌리, 섬유, 식음료) 중심으로 시작하여 26개 및 선박·항공 등 신규업종 표준공정모델 9개 개발 완료
- 표준공정모델 : ('19년) 14개 ⇨ ('20년) 23개 ⇨ ('21년) 35개



< 제조로봇 혁신지원단 운영체계도 >

- 산업통산자원부와 한국로봇산업진흥원(KIRIA)은 유망 로봇기업의 투자 유치 활성화를 위해 국·내외 IR피칭은 및 투자자와의 네트워킹을 통해 기업·제품 소개 및 정보를 공유하는 2021 KOREA ROBOT DEMODAY를 개최하는 등 한국 로봇기업의 해외진출 및 국제협력을 지원하고 있음.
- 러시아에서 원천기술을 이전받아 한국에서 웨어러블 로봇을 생산하고 있는 엑소아틀레트아시아가 최근 한국 정부와 지자체의 직·간접적 지원을 계기로 글로벌 본사를 경기도로 이전하는 등 로봇 외투기업의 한국투자도 증가하고 있음.
- 부처별 로봇산업 지원사업을 보면 산자부가 지원사업을 주도하고, 농식품부는 자율주행 무인 트랙터, 농업용 드론, 농업용 로봇 등 농업생산분야에 중점적으로 사업을 추진하고, 식품분야는 지원사업이 없음.

표 5-13. 로봇 서비스 출하현황

부처	사업명	주요내용
산업부	협업지능기반 로봇플러스 경쟁력지원사업	- 협업지능기술을 일반 기계·로봇에 적용하여 중소기업의 생산성 향상을 지원하기 위한 실증 인프라 구축 및 맞춤형 상 용화 운용기술 지원('20- '24)
국토부	디지털 물류실증 단지 조성 지원사업	- 물류서비스 실증지원('21년 선정: 김천시· 경북도, 부산시, 진안군, 제주도) - 물류시범도시 조성지원('21년 선정: 화성시, 부산시)
중기부	규제자유특구	규제자유특구
농림부	첨단 무인자동화 농업생산 시범단지 조성	- 자율주행 무인 트랙터, 농업용 드론, 농업용 로봇 등 첨단 농기계를 이용한 농업생산 시스 템 시범단지 조성('20- '23)

2.7 정책지원 방안

2.7.1. R&D

□ 식품제조용 로봇 실증 연구 지원

- 농식품부의 로봇관련 연구개발 지원은 스마트팜이나 노지농업기술의 자동화
와 제조로봇 중심의 지원계획이 수립되어 진행중이나, 푸드테크의 핵심기술
인 로봇 도입, 자동화 및 푸드프린터의 표준공정별 기술개발지원과 실증관련
지원 정책이 기본계획에 수립되도록 하여 창업과 인력양성 등과 연계하여
푸드테크 산업의 종합적인 지원을 위한 핵심 연구개발과 실증지원이 추진되
어야 함.
- 로봇기술의 특성상 단기 실증으로 기술과 시장성을 동시에 검증하기는 쉽지
않기 때문에 농식품부 산하의 출연연구소 등을 통해 표준제조공정과 현장실
증을 위한 연구수행이 필요함.

2.7.2. 법·제도 개선

□ 국제표준화 대응 지원

- 로봇 산업 표준화는 제조용 로봇을 시작으로 서비스 로봇으로 영역 확장되는

추세이며 국제표준은 시장형성을 위한 로봇의 안전, 성능평가 중심으로 추진되고 있음. 한국로봇산업진흥원(KIRIA)에서는 로봇산업협회와 2005년부터 지능형로봇표준포럼(KOROS)을 개최하여 140여종 이상의 단체표준을 제정하고 이를 기반으로 국가표준 개발과 국제표준화에 대응하고 있는 점에 착안하여, 푸드테크 로봇산업과 기술도 기업이 주도적으로 국제표준화에 참여할 수 있도록 체계적인 지원과 산학연의 유기적인 협력체계 구축이 필요함.

□ 범부처차원의 유기적 협력체계 구축의 제도화

- 로봇 산업은 주무 부처인 산업통상자원부가 로봇 연구개발과 보급 확산을 주도하고 있으나 산업별 특성에 맞게 범정부 차원의 규제혁신 노력이 필요함.
- 농식품부의 푸드 로봇 분야의 산자부, 식약처, 중소벤처기업부 등 타처와 협력이 필요한 사업은 AI·로봇 기반 K FOOD 확산 프로젝트, 푸드테크 산업의 AI·로봇 디지털 플랫폼 제조혁신 구축 및 푸드로봇 기술 국가표준 구축·실증 사업 등을 들 수 있음.

표 5-14. 농식품부 푸드 로봇 분야의 타부처 협력사업 검토

협력사업(과제)	협력부처
1. 산업대전환 초격차 프로젝트 ○ “AI·로봇 기반 K FOOD 확산 프로젝트” ○ 푸드테크 산업의 AI·로봇 디지털 플랫폼 제조혁신 구축 - 11개 중점분야중 AI·로봇 분야를 통해, 푸드테크 기술의 특성을 반영과 K-Food의 확산을 위한 맞춤형 지능형 푸드제조 플랫폼으로 발전시키는 방안 - AI는 K-Food의 다양한 레시피와 지능형공정 학습을 통해 전세계 규격화된 식품(푸드) 생산이 가능해지고, AI적용과 CPS를 통한 클라우드 학습데이터를 통한 지속적인 성장 모멘텀을 확보 - 국내 로봇기업의 다양한 신규산업 진출을 돕고 식품업계와 농산업체의 세계적인 선도 아이템으로 발전 가능	산자부 식약처 중소벤처기업부
2. 푸드로봇 기술 국가표준 구축 및 실증 사업	산자부 식약처 중소벤처기업부
3. 푸드테크(로봇, 푸드프린터) 원료식품 생산 스마트 생산시스템 구축 ○ 자능형 환경관리, 대체식품과 푸드테크 적용 식품소재와 원료의 안정적인 규격화와 원료의 품질균일화를 위한 기반기술	산자부 중소벤처기업부

- 일본의 경우 총리 주재로 내각부에 '로봇혁명 실현회의'를 구성해서 범부처 차원의 로봇 산업 육성정책 수립과 로봇 규제 개선을 추진했고, 미국은 대통령 주도로 범부처 사업인 '국가 로보틱스 이니셔티브'를 발표하고 행정명령을 2011년부터 시행하고 있음.
- 우리 정부도 복잡한 로봇 분야 규제 개선을 위해 산자부, 식약처, 중소벤처기업부 등 협업체계 구축이 필요함. 특히 푸드테크에 로봇을 실제 적용하기 위해서는 주무부서인 농림축산식품부와 푸드테크추진협의회, 한국식품연구원, 농촌진흥청 등과 한국로봇산업진흥원이 유기적인 협조체계 구축과 식품산업에 필요한 충분한 실증을 거칠 수 있는 전용 공간의 마련과 연구 및 실증 비용 지원이 필요할 것으로 사료됨.

2.7.3. 인력양성

□ 타 산업 융합 로봇협업 중심 교육과정 개설

- 정부는 현재 로봇기반 양성인력의 취업 연계 활동 지원 및 취업경쟁력 강화를 통한 전문인력 수급격차 해소를 위한 인력양성 프로그램 운영중이지만, 맞춤형 혁신인력 양성을 위해 타 산업 융합 및 인간-로봇협업 중심의 전문 교육과정 운영이 필요함.
 - 로봇기반 혁신선도 전문인력양성('19~'23, '22년 19.5억원, 108명)
 - (인간-로봇협업) 산업 수요기술 중심의 인공지능 응용활용이 가능한 고부가 지능형 로봇 기반 SI 2.0 전문인력 양성을 위한 학위과정 운영

2.7.4. 벤처 창업 지원

□ 푸드테크 로봇 활용 외식업 창업지원

- '푸드테크 로봇'의 활용·저변 확대, 소자본 외식업 창업의 성공을 확산하기 위해서 로봇활용 소자본·스마트 식당 창업 지원 프로그램 또는 레시피 개발 소프트웨어 개발 등을 통해 창업은 물론 기술개발, 인력양성 등을 연계하는 방안 마련이 필요함.
- 상용화된 '푸드테크 로봇'의 종류가 많지는 않으나 확산이 예상되는바 창업 프로그램은 '청년창업' 또는 '명예퇴직자(중년) 창업'의 좋은 아이템이 될 수

있으므로 정책적으로 추진이 필요함. 로봇 활용 표준 식당 공정 모델(가칭) 개발은 '스마트 식당 창업 지원 프로그램(가칭)'을 통해 저변을 확대할수도 있음.

2.7.5. R&D분야의 부처간(과기부,산자부,중기부,농식품부)협력

- 과학기술 및 산업의 융합, 사회문제의 복잡화·다양화에 따라 부처 간 협력에 기반한 국가 연구개발의 필요성이 증가함.
- 기술과 산업이 융합되고 사회가 다양해지면서 과학기술 연구개발을 통해 해결해야 할 문제가 복잡해졌으며, 단일 부처의 단독 연구개발로는 연구 성과 창출에 한계가 발생함.
- 목표 달성하기 위해 다수의 부처가 시계열적 또는 동시다발적으로 긴밀하게 협력하고 유기적으로 연계할 필요가 있음.
- 푸드테크 로봇기술의 적용의 경우, 기초연구-응용 및 실증연구-사업화-법제도 적 마련을 위해 과기부, 중기부, 농림축산식품부, 산자부 등이 시계열적으로 협력하여 식품산업 푸드테크 발전을 위한 협력이 필요하며, 아울러 인력양성과 창업지원 등 전방위적 협력체계 구축이 필요함.

제 6장 요약 및 결론

1. 국내외 푸드테크 시장규모 추정

1.1. 국내시장

- 앞의 분야별 국내 시장규모 추정결과를 종합하면 협의의 푸드테크관련산업의 시장규모(1안, 2020년 기준)는 52조 7,860억원으로 추정됨. 여기에 간편식품과 기능성식품 시장까지 포함한 확장된 개념의 국내 푸드테크 시장규모(2안)는 60조 7,103억원으로 추정됨.

표 6-1. 국내 푸드테크 산업의 시장 규모 추정, 2020

단위: 억원

세부영역	식품(산업)	1안 (협의 개념)	2안(확장 개념)
대체식품(A)	식물성대체식품	209	209
	배양육	-	-
	소 계	209	209
간편식품(B)	즉석식품류	-	44,097 ¹⁾
맞춤형 특수식품 (C)	메디푸드	1,076	1,076
	고령친화식품	89,653	89,653
	기능성식품	-	33,254
	마이크로바이옴	5,256 ²⁾	-
	소계	95,985	123,983
제조기술 (D)	3D식품 프린팅	-	3,927 ³⁾
	로봇·자동화	5,356 ⁴⁾	8,577 ⁵⁾
	소계	5,356	12,504
A+B+C+D		101,550	180,793
온라인 플랫폼(E)	온라인 식품시장	426,310	426,310
계(A+B+C+D+E)		527,860	607,103

- 1) 즉석섭취식품, 즉석조리식품, 신선편의식품, 간편조리세트 및 만두류 국내 판매액(식약처)
- 2) 프로바이오틱스 판매액(식약처)
- 3) 국내 3D프린팅 매출액
- 4) 식품 관련 로봇이 포함된 기타제조용, 기타서비스로봇제조, 식당 및 음료수판매점 매출 합계(한국로봇산업 실태조사)
- 5) 서비스용 로봇 매출액(한국로봇산업실태조사, 2021.12)

1.2. 세계시장

- 2020년 세계 푸드테크관련산업의 시장규모는 5,542억 4,800만 달러로 추정되며, 한화로 약 665조 원으로 추정됨.

표 6-2. 세계 푸드테크 산업의 시장 규모 추정, 2020

단위: 백만달러

세부영역	식품(산업)	2017	2020	출처
대체식품(A)	식물성대체식품	4,547.8	29,400	20년 블룸버그 자료
	배양육	-	-	
	소 계	4,547.8	29,400	
간편식품(B)	즉석식품류	7,396	130,400	GlobalData(2022), Global Market Data
맞춤형 특수식품 (C)	메디푸드	14,118.7	17,247.6	Granddview research(2017) 글로벌 의료용 식품시장규모
	고령친화식품	na.	na.	
	기능성식품	135,750	167,600	2022 국내외 유망식품 및 건강기능식품 시장실태와 전망
	마이크로바이옴	na.	na.	
	소계	149,868.7	184,847.6	
제조기술 (D)	3D식품 프린팅	8.0	11.4	
	로봇·자동화	10,168	11,089	World Robotics 2021(서비스용 로봇만)
	소계	10,176	11,100.4	
A+B+C+D				
온라인 플랫폼(E)	온라인 식품시장	na.	198,500	aT, 글로벌 식품유통 온라인 플랫폼 현황(2021)
계(A+B+C+D +E)	백만달러	171,988.5	554,248	
	십억원 ¹⁾	206,386	665,098	

1) 환율 1달러 = 1,200원 적용

2. 분야별 진단 및 주요 정책 수요

2.1. 식물성 대체식품

- 식물기반 대체식품은 해외시장의 경우 연평균 8% 성장세를 유지하고 있는 반면 국내시장은 이 보다 낮은 5.4%의 성장이 예상된다.
- 외국에서는 식물성 대체식품의 조직감, 맛, 풍미 구현을 위한 압출성형기술이 발전하고 있고, 국내는 최적 원료 발굴 및 함량 증진, 육류모사 가공기술에 역점을 두고 있음.
- 주요정책 수요는 국내산 단백질 원료 D/B 구축 및 소재개발을 위한 R&D 지원, 단백질 분리시설의 공동 이용 플랫폼 구축과 대체단백질 혁신센터 설립을 들 수 있음.

2.2. 배양육

- 세계 배양육시장은 연평균 7% 성장이 전망되나, 국내는 R&D 확대를 위한 벤처투자 확대 등 시장형성단계임.
- 해외는 세포, 배지, 지지체 등의 연구가 활발히 진행중이나, 국내는 실험단계의 근위세포 이용 배양육 제조수준임.
- 주요 정책 수요는 다양한 분야의 R&D 지원, 비식품 배지 소재 사용, 공동도축장 지원 등임.

2.3 맞춤형식품(메디푸드, 고령친화식품)

- 메디푸드는 세계적으로 연평균 17%, 국내도 21%의 빠른 성장을 보임. 고령친화식품도 일본은 연평균 29%, 국내도 14%의 높은 성장을 보임.
- 메디푸드는 해외에서 임상시험을 거친 제품 출시가 증가하고 있고, 국내는 환자용 식품제조 기술개발에 집중함, 고령친화식품은 해외에서 3D식품프린팅

기술을 이용한 제품 개발이 증가하고, 국내는 저작·연하 등 고령자의 섭취장애를 최소화하기 위한 제품개발이 계속 진행되고 있음.

- 정책수요는 메디푸드나 고령친화식품 모두 의료보험 확대 적용, 요양시설에 해당 식품 지원 등 실수요자와 매칭이 되는 사업 추진 요구가 큼.

2.4 마이크로바이옴

- 세계 마이크로바이옴 시장은 연평균 15%의 빠른 속도로 증가하고 있으며, 국내는 프로바이오틱스시장에 국한되며 건강기능식품의 19%를 차지함. .
- 해외에서는 개인질병 관계를 규명하기위해 유전체 DB구축에 집중하고 있으며, 국내는 질병 맞춤형 식의약 소재 발굴 등 연구초기단계에 있음. 연구수요는 마이크로바이옴 기반 식품상용화 연구지원, 평가인증시스템 구축과 실증랩(Lab.) 지원 등임.

2.5 푸드테크 로봇

- 해외로봇 시장에서 서비스 로봇이 46%를 차지하며, 국내는 16%를 차지함. 해외에서는 협동로봇기술 개발에 집중투자하고 있으며, 국내는 서빙로봇 중심의 기술개발에 집중하고 있음.
- 정책수요는 푸드로봇의 국제표준화 지원, 범부처차원의 유기적인 협력체계 구축, 식품제조용 로봇의 실증연구 지원 등임.

2.6 3D 식품프린팅

- 해외 식품프린팅 시장은 연평균 16%씩 성장하고 있고, 국내는 시장형성기에 불과함, 해외기술은 적층 조형장치 개발에 집중하고 있고, 국내는 아직도 도입 초기단계임.
- 주요정책 수요는 기술표준화, 기준규격 설정, 인증제도 정착지원, 시설장비 및 기술개발용 연구장비 이용 플랫폼 구축 등임.

표 6-3. 푸드테크 분야별 진단 및 정책 수요

구분	산업진단	기술진단	주요 정책수요
식물성 대체식품	(해외) 2025년 143억달러, 연평균 8% 성장	(해외) 조식감, 맛, 풍미 구현 압출성형기술 발전	<ul style="list-style-type: none"> - 국내원료개발 및 정보구축 - 소재개발 R&D지원 - 대체단백혁신센터 설치 - 단백질 분리시설 공동이용 플랫폼 구축
	(국내) 2021년 221억시장, 연평균 5.4%증가 전망	(국내)최적원료 발굴 및 함량 증진, 육류 모사 가공 기술 집중	
배양육	(해외) 2025년 40백만달러, 연평균 7%증가	(해외) 세포 배지, 생물반응기 지지체 연구 진행	<ul style="list-style-type: none"> - 연구의 다양성 확보 - 배지 비식품 소재 사용 - 축산업과 선순환 정책 - 공동 도축장 운용 지원
	(국내) 시장형성 초기 단계, 벤처투자 증가	(국내) 실험실단계 근위세포 이용 배양육 제조 수준	
맞춤형 특수식품 [메디]	(해외) 2028년 124.5억원, 연평균 17% 성장	(해외) 임상시험을 통한 제품 출시 증가	<ul style="list-style-type: none"> - 특수의료용도식품 의료보험 적용 확대 - 의료용식품법 별도 추진 - 비식품종사자 미래식품계 약학과 입학 허용
	(국내) 2025년 2,799억원, 연평균 21%성장	(국내) 환자용 식품제조 기술 집중	
맞춤형 특수식품 [고령]	(해외) 2020년 일본 15조 9천억원, 연평균29% 성장	(해외) 디지털기술 활용한 제품개발	<ul style="list-style-type: none"> - 리빙 랩 개발 및 R&D 지원 - 노인복지제도 등 공공 수요 연계 추진 - 인지도 향상 및 종합온라인 플랫폼 구축
	(국내) 2020년 8조9천억원, 연평균14% 성장	(국내) 제품개발 진행단계 및 기술 부족	
맞춤형 특수식품 [마이크로바이옴]	(해외) 2024년 5억 6천만 달러, 연평균15% 성장	(해외) 개인질병관계규명, 유전체 데이터베이스 구축 집중	<ul style="list-style-type: none"> - 마이크로바이옴 은행인프라 확대 - 평가인증시스템 구축 - 실증랩 지원 - 마이크로바이옴 기반 식품 상용화 연구지원
	(국내) 태동기로서 프로바이오틱스시장 7,677억원, 건식 식 19% 차지	(국내) 질병 맞춤형 식의약 소재 발굴 등 연구 초기단계	
푸드테크 로봇	(해외) 2020년 3,243억달러, 서비스로봇46%	(해외) 협동 로봇기술 개발 집중	<ul style="list-style-type: none"> - 로봇산업 국제표준화 대응지원 - 푸드테크로봇 활용 외식업 창업 지원 - 범부처 차원의 유기적 협력 체계 구축 - 식품제조용 로봇 실증연구 지원
	(국내)2020년 5조4천억원, 서비스로봇16%	(국내) 서빙로봇 중심 기술 개발 집중	
식품 프린팅	(해외) 2025년 1조원, 연평균 16% 성장	(해외) 적층 조형장치 개발 집중	<ul style="list-style-type: none"> - 기술표준화, 기준규격설정, 관련 법규 및 제도 마련 - 인증제도 정착 지원 - 시설장비 및 기술개발용 연구장비 이용플랫폼구축
	(국내) 시장 형성기	(국내) 식품분야 프린팅기술 개발 초기단계	

3. 분야별 당면과제와 정책과제

3.1. R&D

- 원천기술 개발과 국산 소재개발 관련 연구지원이 필요함
- 메디푸드, 고령친화식품, 마이크로바이옴 등 소비자 맞춤형 식품은 개인별 질환, 유전체 등 관련 DB 구축이 필요함.
- 푸드테크 로봇이나 3D식품프린팅관련 기술은 표준제조 공정의 개발 및 실증 관련 연구지원 요구됨.
- 푸드테크관련기술은 농업, 식품안전, 기계(로봇)규격, 산업특성 등 다양한 분야의 정책이슈가 관련되기 때문에 관련 정부 R&D사업은 부처별로 독립적으로 추진되고 있음. 따라서 부처협력 협의체를 구성하여 사전에 과제를 조율하고 통합하는 등 효율적인 관리체계 구축이 필요함.
- 식품분야 로봇·프린팅 등 부처간 협업이 필요한 과제는 '(가칭) K-푸드테크 이니셔티브' 연구개발 사업으로 추진
 - 식품제조 공정 자동화를 위한 AI·로봇 협동 기술개발, 식품 원료의 프린팅 적성 데이터 연구, 공정관리 디지털화를 위한 센서 개발 등

3.2. 법·제도

- 푸드테크 산업의 정의, 기본계획 수립, 기업인증, 사업지원 근거 등의 마련을 위해 '(가칭)푸드테크 산업 육성에 관한 법률' 제정이 필요함.
- 푸드테크 관련 법과 제도는 공통적으로 제품에 대한 규격 및 안전·위생에 대한 기준제정과 정비가 필요한 것으로 나타남.

3.3. 인프라(기기장비 등)도

- 대체식품 원료의 경우 단백질 추출시설, 검사 및 표준화 장비 등은 고가이기 때문에 정부차원에서 공동장비를 구입해서 업체들이 공동 이용할 수 있도록 이용체계를 구축함. 뉴질랜드에서는 '푸드보울 식품혁신센터(New Zealand

Food Innovation Center Network)라는 농식품 관련시설의 공동이용 네트워크를 운영하고 있어 이를 벤치마킹 할 필요가 있음.²³⁾

- 푸드테크 분야별 산업분류가 없어 통계 구축이 어려운 실정임. 푸드테크분야별 새로운 산업분류 코드를 부여하고 업체와 시장에 대한 통계를 구축할 필요가 있음.

3.4. 창업 및 인력 양성

- 신생 기업의 인큐베이팅을 전문가조직이나 관련 대기업이 플랫폼을 구축하여 체계적으로 육성할 필요가 있음. 프랑스의 경우 ‘스마트 푸드 파리’라는 식품혁신플랫폼을 구축하여 신생기업을 인큐베이팅하고 혁신적인 솔루션을 위한 실험을 수행하는 등 창업을 지원함.²⁴⁾
- 인력양성은 다학제 참여 융합형 교육과정을 운영하여 필요한 인력을 공급할 수 있도록 체계를 갖출 필요가 있음.
- 글로벌 인재양성프로그램은 네덜란드 푸드밸리의 ‘푸드밸리 앰배서더 프로그램’을 벤치마킹할 필요가 있음(별첨2 참조).

3.5. 권역별 푸드테크 인큐베이션 플랫폼 구축

- **(배경)** 지역의 특화된 농업과 푸드테크 기반을 연계하여 권역별로 산·학·연·관의 협력체계 구축을 위한 인큐베이션 플랫폼 필요
- **(사업내용)** 권역(도)별 농축수산물·한약재·천연물 등을 기초로 맞춤형 푸드테크 인큐베이션 사업 실시
- **(추진방안)** 권역(도)별로 푸드테크 인큐베이션 플랫폼 구축
 - 예시) 서울경기↔메디푸드, 전남↔고령친화식품, 경북↔식품로봇, 전북↔마이크로바이옴, 충북↔3D식품프린팅, 충남 및 제주 ↔식물성대체식품, 부산·경남↔주방로봇 등
- **(거버넌스)** 클러스터진흥원, 한국식품연구원, 시도 테크노파크, 생물(바이오)산업진흥원, 특성화대학 및 식품업체가 협력하여 플랫폼 구축

23) 푸드보울 식품혁신센터의 상세한 내용은 <별첨7> 참조

24) ‘스마트 푸드 파리’에 대한 상세 내용은 <별첨 8> 참조

표 6-4. 미래성장(푸드테크)식품산업의 정책 추진방향

분야	분야별 당면과제			
	R&D	법·제도	인프라 (기기장비 등)	창업 및 인력양성
대체식품	<ul style="list-style-type: none"> • 핵심원천기술 개발 지원 미흡 • 국산 소재개발 미흡 	제품 규격 및 안전·위생 기준 제정·정비 미흡	<ul style="list-style-type: none"> • 소재 생산·가공 시설 접근성 낮음 • 산업분류 및 통계 미비 	<ul style="list-style-type: none"> • 홍보부족 및 투자유치 미흡 • 전문인력 부족
맞춤형 특수식품	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 데이터구축 미흡 • 질환치료 체계적 연구 미흡 		<ul style="list-style-type: none"> • 투자유치 미흡 • 전문인력 부족 	
제조 및 외식 로봇 3D식품 프린팅	<ul style="list-style-type: none"> • 표준공정별 기술개발 지원 미흡 • 부처 협력 R&D 한계 		<ul style="list-style-type: none"> • 산업분류·통계 미비 	<ul style="list-style-type: none"> • 타 산업 협업 전문교육과정 부족
공통사업	□ K-푸드테크 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 지역거점별 농업 및 산업특성을 연계한 푸드테크 특구 지정 • 산학연 맞춤형 푸드테크 플랫폼 운영 • 범부처사업으로 추진(클러스터진흥원-테크노파크-생물산업진흥원 등) 			
기본방향	<ul style="list-style-type: none"> • 원천기술개발연구 지원 • 국산 소재 개발 지원 • DB통합관리시스템구축 • 부처협력 R&D시스템 강화 • 표준 제조공정개발 및 실증연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 제품규격 및 안전·위생기준 설정 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 공동장비 이용 체계 구축 • 분야별 산업분류 체계 및 통계구축 	다학제 참여 융합형 인력양성시스템 구축 필요

○ 지금까지 논의된 내용을 요약해서 그림으로 나타내면 다음과 같음.

그림 6-1. 푸드테크산업 발전을 위한 추진 방향과 과제



참고 문헌

1. KB금융지주경영연구소, “푸드테크의 진화와 발전”, KB 지식 비타민 (p.2. 2016.8)
2. 김상효외, 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안 (2017)
3. 건강기능식품에 관한 법률 제 3조
4. 통계청, 온라인쇼핑몰 판매매체별/상품군별거래액 (kosis.kr)
5. 한국농촌경제연구원, 식품산업의 푸드테크 적용 실태와 과제 (2019)
6. Perrsonalized Nutrition Market Size, Share, Report 2022-2030 (precedenceresearch.com)
7. Blumbug (2021) Global Data (2022), Meticulous Research (2019)
8. 한국바이오협회, 식품기반 단백질의 종류와 특성
9. Meticulous Research(2019:131). Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geographt 박미성외,대체식품 현황과 대응과제, KREI 농정포커스 190호 (2020.7)
10. Glibal Data, 2022. Global Market Data, 2) Meticulous Research, (2019)
11. Glibal Data, 2022. Global Market Data, (aT, 2021보고서)
12. Statistics Market Research Consulting, 2019 박미성외,대체식품 현황과 대응과제, KREI 농정포커스 190호 (2020.7)
13. aT, 농식품부, 2021 가공식품 세분시장 현황: 비건식품 (2021)
14. KISTEP, 기술동향 브리프: 대체육, (2021)
15. Meticulous Research(2019:181),Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geography, 박미성외 (2019)
16. Statistics Market Research Consulting (2019)
17. MarketsandMarkets(Cultured Meat Market, 2019)
18. 축산식품과학과 산업, ‘배양육 기술개발 현황 및 안전에 대한 문제’, 2021.5, 생명공학정책연구센터
19. 식품의약품안전처, 특수 의료 용도식품 분류개편 관련 Q&A 자료
20. Astute Analytica,, Global Medical Food Market Size, By Value, 2017-2030
21. 환자용 식품 기준으로 산출 :2016~2020 식약처,식품 및 식품첨가물 생산실적 자료기준
22. 메디푸드관련 연구 통계 NTIS D/B
23. 농림식품기술기획평가원, 메디푸드 및 고령친화식품분야 동향보고서 (2022)

24. 식품의약품안전처(2020.10.01.). 식품공전 제1. 총칙, 3. 용어의 풀이
25. 농기평, 메디푸드 및 고령친화식품 분야 동향보고서, 2022년 식품 R&D 이슈 2
26. 한국보건산업진흥원, 고령친화산업 실태조사 및 산업분석 (2014)
27. 한국농수산식품유통공사, 가공식품 세분 시장현황 자료
28. 김상효,이용선,허성윤, 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안 (2017)
29. 고령친화식품 생산업체 현황 및 정책수요 조사. 김상효 외 (2022)
30. <https://www.inclusilver.eu/faq/>
31. Technavio, Global Human Microbiome, Theapeutics Market (2020)
32. 농기평 식품 R&D 심층분석보고서: 인체 마이크로바이옴의 식품분야 활용 기술 (2022)
33. Markets and Markets, Human Microbiome Market (2020)
34. 식약처, 2021년 식품 및 식품첨가물 생산실적
35. KISTEP 기술동향 브리프 : 휴먼 마이크로바이옴
36. 농기평, 농식품 R&D 브리프 17호 (21.7.9)
37. 농식품부 및 농진청, 마이크로바이옴 관련 농생명 기술정책 추진 중장기 계획
38. 3D 프린팅 적용제품,IRS Global (2018: 338)
39. 세계 3D 프린팅 시장 규모, Researchand Market
40. 세계산업용 3D 프린팅 관련 산업별 시장 전망, 'Industrial 3D printing market with COVID-19 impact analysis',MarketsandMarkets, (2021)
41. BIS Research, Global 3D Food Printing Market: Focus on Technology (2018)
42. 농림식품기술기획평가원, 대체식품과 3D 푸드 프린팅 기술, 식품R&D 심층분석 보고서
43. KIRIA, 로봇산업특수분류 3차 개정(안)
44. 화낙,저스트잇,미래컴퍼니,아마존,소니,삼성전자,LG전자,구글,DJI, segway,IITP,IBK 투자증권 리서치 본부자료
45. World Robotics 2021
46. 산업통상자원부의, 2020년 로봇산업실태조사 결과보고서 (2021)

<별첨 1> 초국가적 단백질 증산 전략(Supranational Protein Strategy)

- EU는 오랫동안 지속 가능한 단백질 생산 확대를 위해 노력
- EU14개 회원국은 2017년 유럽 대두(Soya)선언(European Soya Declarration)을 통해 대두 수입을 줄이기위한 대두 생산증대를 위한 선언문 채택
- 해당위원회는2018년 12월 연구혁신, 실증농법, 환경혜택, 공급체인과 시장수요 등 4개분야에 대한 워크샵 구성하고 전략 수립
- 시책시행 이후 대두 생산은 2013/14 이래 180만ha, 500만톤 생산으로 역대 최고치 경신. 연평균 5% 생산 증가율
- 2016년 EU 유기농 생산비율 7%, 유기농 생산기반단백질 생산은 유기농 축산 수요에 비해 부족한 수준

□ 수립배경

- EU의 식물 단백질 개발 계획은 2018년에 발표되었음.
- EU회원국의 부족한 단백질을 식물기반 단백질 개발로 대체하고자 지원
- 식물성 단백질을 생산하고, 생산위주의 농업환경부담 감소시켜, 농업의 성장과 상대적 경쟁력을 지원

□ 목표

- EU의 단백질 작물의 성장 지원과 경쟁력 강화
- 전체적인 공급망 개발 및 통합 관-산-학 협력과 통합
- 보다 지속 가능한 식품 선택을 위해 소비자 행동과 실증사례 검토
- 보다 지속 가능한 생산시스템 및 농업 생태 실증으로의 전환을 통한 경제적, 환경적, 사회적 혜택 부여

□ 사업목적과 정책수단

- 식물단백질 생산농가 직접 지원

- 다양한 형태의 식물단백질 개발 지원
- 지속가능한 생산에 대한 지원
- 지속 가능한 생산을 향한 인센티브 전환
- 지속가능한 단백질시장 분석
- 식물기반 단백질의 영양, 건강 및 기후환경 등의 혜택 증진

<별첨 2> 네덜란드의 푸드테크기반 식품산업발전 사례

□ 푸드밸리 추진 배경

- 네덜란드는 작은 나라이지만, 세계 제2위의 농식품 수출국으로 푸드테크를 기반으로 한 농식품산업을 전략적으로 육성하고 있음.
 - 농식품분야에서 세계적 경쟁력을 갖춘 배경에는 와게닝엔대학이 수십 년 동안 축적해 온 연구기술이 핵심임. 특히 와게닝엔지역에 푸드밸리를 구축하여 우수한 연구성과를 식품기업과 연계하는데 중점을 두고 있음.
 - * 네덜란드에는 2022년 8월말 현재 177개의 푸드테크 스타트업이 운용되고 있음.
- 푸드밸리 조성의 주요목적은 신사업의 창출, 연구능력의 개발, 기존기업의 성장 자극이며, 추가적으로 일자리 창출, 지역 마케팅, 벤처캐피탈 유치 등을 들 수 있음.
 - 푸드밸리 내에는 상당히 많은 창업보육센터(인큐베이터) 빌딩이 있으며, 창업 기업들은 건물이나 기계시설을 공동으로 사용하고, 푸드밸리 지역에서 생활하거나 근무하는 외국인이 다닐 수 있도록 초등부와 중등부의 외국인 학교를 설립하여 운영하고 있음.

□ 푸드밸리의 핵심사업

- 지식과 연계된 농식품 비즈니스 제공
 - 네덜란드는 식품분야 연구에서 세계 톱클래스의 지식기반을 확립함. 푸드밸리는 대학과 연구기관 및 업체들 간의 네트워크 형성과 다양한 요구를 조정 및 해결해주는 코디네이터의 역할을 담당하는 기구로 식품에 관한 지식과 비즈니스에 대한 전망 등에 관한 정보를 수요자 맞춤형으로 제공함.
- 인적자원의 공급
 - 네덜란드는 능력이 출중하고 사고가 유연하면서 다국 언어 구사 능력을 겸비한 인재 육성에 집중하고 있으며, 이 들은 와게닝엔대학이나 그 외의 고등교육기관에서 식품분야에 대한 다양한 프로그램을 수립하여 교육 받고 있음.
- 혁신의 지원
 - 급변하는 오늘날의 식품시장 환경을 고려할 때 혁신은 필요불가결함. 창의적

발상은 성공에 대한 열의, 지식의 생산 및 공급사슬(supply chain), 협력체제 세 가지의 요소에서 생겨남. 푸드밸리는 주제별로 클러스터를 조직하여 비즈니스커뮤니티의 과제에 대해 실리적인 접근방법을 제시함.

○ 국제적인 파트너십 구축

- FINE(Food Innovation Network Europe)는 국가간 정보교류 및 협력을 위한 네트워크이다. 유럽을 세계적인 식품산업 중심지로 만들기 위해 유럽 내 주요 식품중심의 지역이 협력하는 프로그램임. FINE은 유럽 식품산업의 경쟁력을 제고하기 위해 EU회원국과 각 지역정책에서 식품산업에 보다 많은 투자를 하도록 장려하는 역할을 수행하고 있음.

○ 글로벌 인재양성을 위한 「푸드밸리 앰배서더 프로그램」

- 재학 중에 국제적인 캐리어를 형성할 수 있도록 기획된 푸드밸리 앰버서더 프로그램(Food Valley Ambassador Program)은 푸드케크 분야에 국제적인 캐리어를 형성하기 위해 열의가 있는 학생을 세계 각국에서 지원받고 있음. 이 프로그램은 푸드밸리재단, 와게닝엔대학, 리쿠르트 에이전트 Nutri-akt. 및 네덜란드에 거점을 둔 외국기업의 협력 아래 운영되고 있으며, 발전 가능성이 높은 학생은 푸드밸리 관련 기업에서 1년간 인턴으로 근무할 수 있음.
- 푸드밸리 앰버서더 프로그램은 식품 관련기업의 니즈에 맞춰 숙련된 인재를 공급하는 「인재뱅크」이며, 우수한 타국 출신의 학생(석사 또는 학사)을 기업의 연구개발 분야에 종사할 수 있도록 연결하는 프로그램임.
- 기업 측의 장점은 졸업 후 채용을 염두에 두고 학생을 1년간 관찰할 수 있으며, 또한 학생의 출신 국가에서 사업을 추진하거나 학생의 출신 국가에서 인맥을 구축할 때, 자국의 문화나 언어를 잘 아는 학생이 기업의 「대사」가 되어 해당 국가와 관계구축에 도움을 줄 수 있음.
- 푸드밸리 앰버서더 프로그램이 학생의 모집과 선택, 네덜란드에서 거주지 추천 등을 대행하기 때문에, 기업 측은 번거롭지 않게 유망한 인재를 발굴할 수 있음.

□ 네덜란드 식품산업의 성공요인

- 네덜란드는 세계 제 2위의 농산물 수출국으로 네덜란드의 국민총생산(GNP)의 약 10%는 농식품 산업이 차지하고 있으며, 특히 푸드밸리는 농식품 및 생명과학분야에서 국제경쟁력이 있는 이노베이션의 원동력이 되고 있음.

- 네덜란드의 식품부문은 체질화된 R&D를 기초로 정부-기업-연구계의 황금삼각형(golden triangle) 협력체제 구축의 연장선상에서 이해할 필요가 있으며, 급변하는 시장환경에 대응하기 위해서는 공공-민간 협력 강화가 필수적이라는 점임. 또한 혁신은 대부분 중소기업을 통해 이루어지며, 공공-민간 파트너십은 혁신을 촉진하는 매개체로 작용함.

<별첨 3> 미네소타 대학교 (U of Minnesota) 식물단백질혁신센터 (PPIC, the Plant Protein Innovation Center)

□ 개요

- 식물단백질혁신센터는 식물과 다른 대체단백질을 연구하는 미국 최초의 학제간 연구센터임.
- PPIC는 학제간 연구자들과 산업파트너들을 회원제로 운영하여 영양성분이 풍부하고 기능성을 지닌 식물 단백질 성분과 제품을 생산하고 연구하며, 소재 생산, 가공, 조제, 마케팅에 이르기까지 모든 과정을 함께 하고 있음.
- PPIC는 다양한 분야의 과학자, 업계 파트너 및 이해관계자들이 아이디어를 교환하고, 새로운 공동작업 개발과 새로운 연구 프로그램을 시작할 수 있는 플랫폼을 제공함.
- 밸류체인에 관련된 업체 중 12개 업체가 창립 회원으로 참여함.



□ 설립 목표

- 식물단백질 연구 강화를 위한 플랫폼 구축
- 주요 업계 관계자들과의 네트워크 및 대학 내외부 과학자 연계
- 업계에서 특정한 과제와 기회에 대응하는 연구 프로그램 개발
- 식물단백질 개발을 위한 풍부한 학제간 지식과 기술 개발 및 보급
- 파트너십, 과학 교류 및 학제간 상호작용 촉진
- 차세대 연구자 등 미래 전문인력 양성
- 영양가 있고 건강한 음식에 대한 소비자 욕구 충족

- 지구환경에 긍정적인 영향 및 농가 소득 증대 기여
- 세계 인구 증가에 대응한 추가적인 단백질 공급원 제공

□ 센터 운영형태

- 기술위원회(업계대표자, 대학 연구자, 기타 이해관계자)와 집행위원회(PPIC책임자에 의해 선정)로 구성됨.
- 업계와 소비자의 요구에 대응하는 기초과학에 초점을 맞추며, 산업기여금 및 주정부/연방정부 및 민간투자자(정부, 재단, 민간투자자들)로부터 자금을 조달하여 형성함
- 업계에서는 미래 채용 가능한 연구인력을 사전에 접근할 수 있는 기회를 제공하고, 연구참여 과학자 및 대학원생들은 취업 기회로 연계되는 이점이 있음.
- 새로운 파트너십, 연구 발견, 과학교류, 경력기회, 비즈니스 성공 및 잠재적으로 소비자 교육으로 이어지는 학제간 협업과 네트워킹을 촉진한다는 이점이 있음.

□ 센터의 단백질 연구 관심사

- 단백질은 체중 관리, 보조 에너지, 노화 합병증과 만성질환의 위험 감소 등 그것과 관련된 여러 가지 생리적인 이점을 가진 영양소임. 업계의 관점에서 보면, 생산자는 비용 절감과 매력적인 환경 및 건강상의 이점 외에도 청정 라벨 운동의 일환으로 수정된 성분을 대체할 수 있는 기능성, 비알레르기성 단백질 성분을 찾고 있음. 기존 대안과 비교하여 새로운 식물 단백질의 동등하거나 우수한/새로운 기능성을 입증하는 것은 식품 산업과 소비자 모두에게 필수적임.
- 그러나 콩 이외의 식물성 단백질에 대한 소비자 및 생산자 지식은 한정되어 있음. 식품 생산자들은 식물 단백질의 영양, 생리적, 맛, 기능적 특성에 대한 정보를 찾고 있음. 이러한 새로운 단백질이 어떻게 다양한 식품에서 전통적인 단백질 성분을 부분적으로 또는 전체적으로 대체하여 최적의 수용성, 영양성, 기능성을 제공할 수 있는지 이해할 필요가 있음.
- 기타 관심사로는 현재의 처리 스트림을 활용하여 부산물을 밸런싱하고, 효율 향상을 통한 비용 절감, 고유 가공을 통한 기능성 강화, 시장에서의 고유하고 경쟁력 있는 장소 물색, 낮은 성분을 기능성 단백질로 대체(클린 라벨), 고유 용도 식별 등이 있음.

□ 센터 멤버십 운영 및 혜택

- 웹사이트 및 네트워킹 기회 가시화
- 다른 기업과의 협업 촉진
- 프로세싱, 제품개발 과정을 해결하기 위한 전문가의 조언 및 지원
- 8,000달러 상당의 패기지 가입자는 연구 요구에 맞게 설계된 무료 프로젝트 제공하고, 연구 목표 달성을 위한 후속 프로젝트 20% 할인
- 다양한 분석 기술에 대한 맞춤형 실습 교육
- 단백질 연구를 위한 새로운 R&D 연구실 설치 지원

구분	PPIC 멤버십 운영 및 혜택
어필리에이트 (준회원)	-연매출 200만달러 미만 기업의 경우 연회비 3,000달러가 소요 -PPIC의 제휴사원으로서 혜택에는 연구 아이디어에 대한 기여, 비독점 연구 결과 접근, 워크숍 및 교육 과정 접근, 다양한 PPIC 이벤트에서 각 회사의 부스 개최 기회, 가시성 및 네트워킹 기회, 다양한 분야의 과학자와의 상호작용 등을 제공 -PPIC는 PPIC 서포터즈와 제휴해 창업기업에 최대 3년간 회비를 50% 감면해 주고, 스폰서는 자격이 확인되면 선착순으로 수여
어소시에이트 (정회원)	-연매출 200만~500만달러의 기업 및 센터 입사를 희망하는 조직에게 연간 회비는 6,000달러가 소요 -PPIC의 정회원으로서 혜택에는 무료 분석 서비스 제공, 연구 아이디어에 대한 기여, 비독점 연구 결과 이용, 연구 프로젝트 참여, 워크숍 및 트레이닝 코스 이용, 다양한 PPIC 이벤트에서 각 회사의 부스 개최 기회, 가시성 및 네트워킹 기회, 다양한 분야의 과학자와의 상호작용을 제공
파트너	-연매출 500~1억달러의 기업에서는 연간 20,000달러, 연매출 1억달러 이상의 기업에서는 40,000달러의 기부금이 필요함. -PPIC의 파트너로서 혜택에는 기술 위원회의 R&D 과학자와 상담, 센터의 기여와 발전, PPIC 자금지원 프로젝트의 분기별 업데이트 내용 제공, 연구제안 자금지원을 위한 의사결정에 참여, 연구사업과 연관된 워크숍 참여, 다양한 PPIC 행사에서 각 회사의 부스를 주최할 기회, 가시성과 네트워킹 기회, 다양한 분야의 과학자와의 상호작용 등을 제공 -연간 500만달러 이상의 수익을 올리는 기업은 1년간의 평가기간 동안 어소시에이트 레벨에서 가입할 수 있으며, 1회 회비 10,000달러에 갱신할 수 없음. PPIC의 회원으로 남으려면 다음 해에 파트너 레벨에 가입해야 하며 새로운 계약에 서명해야 함.

자료: PPIC 홈페이지 <<https://ppic.cfans.umn.edu/>>

<별첨 4> Eat Just 사례

□ 개요

- 2011년 미국 샌프란시스코에서 채식주의자인 Josh Tetrick와 Josh Balk 가 공동 설립
 - 창업 당시 이름은 Hampton Creek, 이후 JUST Inc.를 거쳐 현재의 사명으로 변경
- 2022년 기업가치 26조8천억 달러이며, series-F 단계의 투자규모 2억 달러 유치
- 누적투자액은 4억6,500 만달러이며, 43개 투자자를 유치함. 2022년 10월 현재 총 12회의 투자 라운드가 진행중임.

□ 사업 활동

- 첫째 2년동안 R&D에만 집중
 - 2013년 Whole Foods에 식물성 계란 납품 시작
 - 2014년 Costco, Safeway에 식물성 계란 납품
- 2016년에 이미 식물성 대체육 판매만으로 스타트업 유니콘기업으로 성장(자산가치 1조원 이상)
 - 미국 식물성 계란 시장의 99% 점유
- 2016년 종업원 142명, 로봇과 자동화공정 활용
- 2016년에는 이미 식물성 대체육 판매만으로 스타트업 유니콘이 된 상태였음 (자산가치 1조원 이상)
- 2019년 최초로 생산제조시설 갖추
- 2020년 프로테라(Proterra)투자사와 공동 제휴
 - 1억달러 투자 유치, 2020년 싱가포르 제조공장 건축
- 배양육 제조하는 굿 미트(Good Meat)라는 자회사를 보유하고 있으며, 굿 미트 치킨너겟 제품은 2020년 싱가포르에서 세계 최초 시판 승인

- 2017년말 치킨너겟 생산(70% 배양육, 30% 식물성)
- 치킨 너겟외에 닭가슴살, 와규 배양육 생산 추진
- 202년 12월 싱가포르 정부 배양육 승인
- 굿 미트(Good Meat)는 배양육을 생산할 수 있는 세계 최대 규모의 세포배양 시설(bioreactor) 설치 계획
- 연간 1만3000톤 이상의 닭고기와 쇠고기를 배양 가능
- 세포배양설비는 4층 건물 높이로 25만 리터용량의 10개의 세포배양기 제작. 공장은 미국, 2024년 말 가동 예정
- 2026년 연 1만1,800톤, 2030년 1만3,700톤 생산 예정
- 배양육은 아직 미국 식품의약국(FDA)로부터 판매 허가를 받지 못한 상태
- 잇 저스트는 2021년 8월 SPC와 전략적 파트너십을 통해 한국 시장에 진출했으며, 저스트 에그와 같은 대체 단백질 제품을 국내에 판매하고 있음. CB Insights에 따르면 잇 저스트는 대체 단백질과 직간접적으로 관련된 특허를 30개 출원했으며, 그 중 12개가 승인 됐음.

□ 성공요인

- 많은 투자자 유치로 연구개발 자금 확보
- 43기관(개인) 투자자, 4억6,500만 달러 유치
- 많은 특허 출원으로 제품 시장 선점
- 특허 30개 출원하며, 그 중 12개 승인
- 사업여건이 양호한 싱가포르 진출로 사업화 성공
- 싱가포르에 제조공장 설치, 2020년 배양육(치킨너겟) 시판 허가 취득

□ 시사점

국내기업의 대체식품 시장 진출 확대 필요

- 글로벌 식품기업들은 식물성 식품 관련 업체에 투자·M&A를 추진하며 시장 선점에 집중하고 있음

- 네슬레는 2017년 스위트어스(Sweet Earth)를 인수하며 식물성 대체육 사업을 확장했고, 미국 대규모 축산물 유통기업인 타이슨푸드는 2019년 레이즈드&루티드(Raised & Rooted)라는 대체육 브랜드를 론칭하고, 100% 식물성 고기 제품과 더불어 동물성과 식물성 성분을 혼합한 '블렌딩(Blending) 고기' 등을 내세워 시장을 공략하고 있음
- 세계적인 곡물유통업체인 카길은 수십 년간 축적한 곡물 거래 및 원료 구매 등에 대한 자사 노하우를 살려 완두콩과 콩을 기반으로 한 햄버거 패티, 타코 및 스파게티 소스용 분쇄육 형태의 식물성 고기를 개발 중임
- 반면, 국내기업들은 아직 제품개발 초기단계에 불과해 보다 적극적인 연구개발 및 투자유치가 필요함.

정부차원의 연구개발 투자 확대 필요

- 국내 대체육 시장은 초기 시작 단계로서 새로운 원천 기술개발이 필요한 분야라 할 수 있음
- 탄소중립시대를 맞이하여, 농축산업 분야의 주요 탄소 배출원인 전통적 가축 사육방식에 집중되어 있는 축산업의 방향성 제고를 위한 방안의 하나로 대체육 관련 기술개발이 필요함
- 대체육은 맛과 조직감 등 관능적 품질 수준이 기존 식육보다 크게 부족해 이를 개선하기 위한 연구들이 반드시 필요한 상황임
- 정부 차원에서도 대체육 산업 육성을 위한 연구개발 투자 규모를 확대할 필요가 있음.

대체식품관련 투자 펀드 유치 확대 필요

- 대체식품 관련 스타트업의 연구인력 확보와 배양기 등 시설투자를 위해 필요한 비용 확보를 위해서 농금원 등을 통해서 대체식품시장의 성장 가능성을 홍보하고, 펀드 유치를 위해 적극 노력할 필요가 있음.

<별첨 5> 성장융합연구(GCR:Growing Convergence Research)

- 2016년 미국 국립과학재단(NSF)은 과학 및 공학의 최첨단 미래투자 영역을 규명하기 위한 10대 연구프로그램으로서 성장융합연구(GCR:Growing Convergence Research)을 선정함.
- 성장융합연구(GCR) 프로그램은 전통적인 학문의 결합에서 과학적 발견과 혁신을 촉진하기 위해 융합 패러다임이 필요한 복잡한 문제를 해결하는 것을 목표로 함.
- 융합 연구의 동기부여는 사회적 또는 과학적 도전에 근거하며, 연구 전략은 여러 분야에 걸친 통합적이고 심층적인 연구수행임.
- GCR은 다양한 전공분야의 연구를 대상으로 하며, 여러 분야에 걸쳐 긴밀한 통합을 달성하고 영향력이 큰 잠재력을 가진 혁신적인 연구를 수행하고, 연구수행기간은 5년이 보장되어 이에 맞게 연구를 설계함.
- 융합연구의 두 가지 주요 특징은 다음과 같음.
 - 구체적이고 설득력 있는 문제에 의해 주도되는 연구. 융합 연구는 일반적으로 심층적인 과학적 질문이나 긴급한 사회적 요구에서 발생하는 특정 과제 또는 기회를 해결해야 함
 - 분야 간 긴밀한 통합. 다양한 분야의 전문가들이 공통의 연구 과제를 추구함에 따라 그들의 지식, 이론, 방법, 데이터, 연구 커뮤니티 및 언어가 점점 더 융합되고 통합되며, 새로운 프레임워크, 패러다임 또는 학문은 여러 커뮤니티에서 지속적인 상호 작용을 통해 나타날 수 있음
- 융합 패러다임은 처음부터 다양한 우수 연구자와 이해 관계자를 의도적으로 연구 질문을 구성하고, 학문 분야와 부문 전반에 걸쳐 효과적인 의사 소통 방법을 개발하고, 솔루션을 위한 공통 프레임 워크를 채택하고, 적절한 경우 새로운 과학 언어를 개발함.
- 과제 제안자는 수행 할 연구가 기존 NSF 프로그램 및 다 분야 이니셔티브에 의해 지원 될 수 없다는 설득력 있는 사례를 제시해야 함. 기존 프로그램 및 권유에서 이미 다루는 영역의 융합과 관련된 제안서는 탈락됨.
- 신청자격은 교육 또는 연구 활동과 관련된 미국의 2년제 및 4년제 대학, 독

립 박물관, 천문대, 연구소, 전문 학회 및 이와 유사한 비영리 단체가 포함됨.

- 제안서의 적합성(다른 NSF 프로그램과 비교)을 보장하기 위해 연구원은 제출 마감일 최소 30일 전에 피드백을 gcrelig@nsf.gov 하기 위해 제안서의 1페이지 분량의 제안서 요약본을 제출함.
- 제안신청서는 2023년 2월 6일까지 제출해야 함. 향후 신청서는 매년 2월 첫 번째 월요일에 제출함.
- 연간 연구비 예산은 약 \$12,000,000를 사용하여 10개의 과제를 선정함. 프로젝트 기간은 5년이며, 1 년차와 2 학년의 총 예산은 \$ 1, 200,000를 초과해서는 안되며 나머지 3 년 동안의 총액은 \$ 2,400,000를 초과해서는 안됨.

<별첨 6> 미국 마이크로바이옴 발전계획(National Microbiome Initiative)

- 2016년 5월 미 백악관 과학기술정책실(OSTP)는 연방정부기관과 전문가그룹과의 공동작업을 통해서 국가단위의 마이크로바이옴 육성 계획(NMI: National Microbiome Initiative)를 발표함
- NMI는 건강 관리, 식품 생산 및 환경 복원과 같은 분야에서 유용한 응용 프로그램 개발을 돕기 위해 마이크로바이옴에 대한 이해를 높이는 것을 목표로 함.
- 마이크로바이옴은 사람, 식물, 토양, 바다, 호수, 암석 및 대기에 서식하는 미생물 군집으로서 최근의 발견은 식물과 동물이 실제로 하나 이상의 미생물종을 포함하는 메타 유기체임을 인식하는 생물학적 세계에 대한 새로운 관점 도출
- 이러한 미생물 군집은 살아있는 숙주나 무생물 숙주의 건강과 무결성을 정의하는 데 도움이 됨. 마이크로바이옴은 인간의 건강, 기후 변화, 식량 안보 및 기타 요인에 영향을 주어 다양한 생태계의 행동에 영향을 미치게 됨. 불균형한 마이크로바이옴은 비만, 당뇨병, 천식과 같은 인간의 만성 질환과 관련성이 있음.
- NMI는 모든 마이크로바이옴을 형성하는 조직 원리를 찾기 위해 서로 다른 생태계 전반에 걸친 마이크로바이옴의 비교 연구에 초점을 맞춤. 이러한 원칙을 이해하는 것은 개인, 커뮤니티 및 사회에 이익이 되도록 마이크로바이옴을 안정적으로 변경하는 접근 방식을 개발하는 데 필요함.
- 구체적으로 NMI는 연방 기관, 비정부 과학자 및 광범위한 시민 커뮤니티를 포함하는 1년 동안의 사실 조사 프로세스를 통해 개발된 세 가지 목표를 갖게 됨.
 - 다양한 생태계의 마이크로바이옴에 대한 근본적인 질문에 답하기 위한 학제간 연구를 지원
 - 통찰력을 생성하고 다양한 생태계에서 마이크로바이옴에 대한 지식을 공유하고 마이크로바이옴 데이터에 대한 액세스를 향상시키는 데 도움이 되는 플랫폼 기술을 개발
 - 시민 과학 및 교육 기회를 통해 마이크로바이옴 전문 인력 양성

- 이 계획에 따라 2017-2018년 2년 동안 예산 1억 2,100만 달러를 투입해서 여러 종류의 미생물에 대한 자료를 수집, 분류 및 조사가 수행되었음.
- 개인 투자자들은 빌게이츠와 부인 Melinda Gates 등도 포함되어 있는데 추가로 4억 달러를 추가로 기여할 것임.
 - 빌게이츠는 개도국 영양 및 병충해 방제분야에 4년 동안 1억달러 기지원
- 토양 미생물이 농작물과 동물에 미치는 영향에 관심이 있는 미국 농무부(USDA)는 2016년 국회에 연구비 2400만불을 요청했고, 국립보건연구소(National Institutes of Health)는 수억 달러에 2천만 달러를 추가 요청함.
- 미생물이 전염병과 비만 및 정신 건강에 어떤 영향을 미치는지에 관한 연구가 활발히 진행중임. 국립과학재단(National Science Foundation)은 다양한 마이크로바이옴 연구에 약 1,600만 달러를 지원한 바 있음

<별첨 7> 뉴질랜드 푸드보울 식품 혁신센터 (New Zealand Food Innovation Network)

- **(개요)** 뉴질랜드는 최근 식품 원자재로 혁신적인 농식품을 만드는 데 관심이 높아지고 있는데, 푸드보울 농식품 혁신센터는 이런 흐름에 중심 역할을 하고 있음. 센터는 농식품 관련 시설을 공동으로 이용하고 효율적으로 운영하면서, 가공과정을 거쳐 부가가치를 높일 수 있게 하려고 2011년 설립됐음.
- **(개념)** 뉴질랜드 식품 혁신 네트워크(New Zealand Food Innovation Network)는 기업이 신제품을 확장하고 상업화할 수 있도록 하는 개방형 식품 생산 시설의 전국 네트워크임.
 - 연구 개발에서 제조에 이르기까지 정부 지원 네트워크는 전문 지식과 다양한 제조 장비 제품군에 대한 접근을 제공함.
- **(역할)** 식품혁신센터는 농민, 농업 관련 기업의 아이디어를 산업화하고, 수출 기업으로 성장하는 것을 돕기 위해 중앙과 지방정부가 협력해 공동의 실험실과 공장을 건립한 것임. 농민과 농기업의 경제적 부담과 위험성을 줄이는 역할을 하고 있음²⁵⁾.
 - 센터를 이용한 사업들에는 핫소스, 시리얼, 피넛버터, 건강식품, 수산식품, 씹지 못하는 사람을 위한 음식 등을 만드는 다양한 아이디어들 포함
- **(기능)** 식품가공과 관련한 혁신적인 아이디어를 가진 농업인이나 기업이 센터의 시설을 이용함으로써, 시설투자나 생산과정에서의 시행착오로 인한 경제적 부담과 위험성을 줄일 수 있음.
 - 수출 대기업들은 센터의 시설을 주로 테스트용으로 활용함. 뉴질랜드에서 가장 큰 수산식품회사, 육가공회사 등이 이 센터를 이용해서 공정 효율화를 이루었음.
 - 수출 대기업은 물론 농업인이 운영하는 10인 이하의 소기업도 적극적으로 센터이용에 참여하고 있으며, 뉴질랜드산 원자재를 사용하면 외국인도 센터 시설을 사용할 수 있음.

25) 한겨레경제연구소 이현숙 소장의 웹진 대산농촌문화, 해외농업기행을 참고하여 정리함.
<https://www.dsa.or.kr/now.html?Table=ins_bbs8&mode=view&uid=854, 검색일: 2022.11.3.>

- **(운영현황)** 뉴질랜드 식품 혁신 네트워크는 뉴질랜드 전역의 식음료 회사가 이용할 수 있는 다양한 시설을 갖추고 있으며, 푸드보울, 푸드파일럿, 푸드사우스, 푸드와이카토, NZFIN-혹스베이, 푸드사우스오타고 6개 운영

<p>푸드보울</p>	<ul style="list-style-type: none"> -오클랜드 남부의 공항 근처에 위치한 정부 지원 파일럿 규모의 식품 가공시설 -식품기업이 신제품을 혁신, 확장 및 상업화하여 국제적 규모성장 지원 -7개 독립적 식품 가공 제품군 가능, 300개 이상 장비 -수출용 제조 및 해외시장 테스트 가능 -맞춤형 식품 관리계획 및 주류, 대마 및 유기농 라이선스를 통해 음료, 유제품, 육류 및 해산물, 영양, 천연제품, 재료 및 기타가공식품 작업 가능 -제공하는 식품가공기술: 압출성형, 저온 살균 및 UHT, 레토르트, 보틀링, 패키징, 뜨겁고 차가운 충전, 분리 미 농축, 건조, 분말 및 액체 혼합, 발효, 고압 가공, 아이스크림 생산, 추출, 크기 축소 -포괄적인 워크샵 프로그램, 식품 인큐베이터 및 액셀러레이터 제공 -처리능력: 고압가공, 일반처리, 포장, 액체/음료, 동결건조, 건식 가공, 다른 장비 등 -인증: 바이오그로 유기농인증, 산업용 대마 라이선스, 위험관리프로그램 (RMP) 및 식품관리계획(FCP) 인증 -전문 지식: 공정 최적화, 상업생산, 수출, 자금
<p>푸드파일럿</p>	<ul style="list-style-type: none"> -식품제조의 모든 측면에서 연결 -더 큰 연구개발을 시작하고 지원하기 위한 레드라인 식품 파일럿 플랜트 -연구 개발 규모, 모든 식품군에 적합 -매시대학교 파머스턴노스, 뉴질랜드 기업에 대한 공개 액세스 -현장의 운영자 및 지원 전문 지식 -처리능력: 음료, 증발 및 건조, 자르기 및 다지기, 요리 및 공정 관리, 압출&퍼핑 -인증: 산업용 대마 면허(일반) -전문 지식: 공정 최적화, 신제품 개발

<p>푸드사우스</p>	<ul style="list-style-type: none"> -남섬에 위치하며, 식음료회사의 비즈니스 개발에 중점을 두고 있음. -새로운 특수 목적 제품 개발시설은 3개의 독립적인 식품 안전 가공공간, 모바일 제품 개발 주방으로 구성됨. -시장검증을 위한 제품 프로토타입 개발, 새로운 장비 시험, 스케일업 시운전 및 소규모 제조(20~200l), 프로세스 개발 및 개선 수행, 품질시스템 검증 -다양한 표준 식품 제조 단위 공정을 포괄하며 광범위한 식음료 제품 처리 가능 -응용분야: 베이커리 제품, 스택 식품, 소스, 분말, 음료 및 육류 제품 등 -처리능력: 컨설팅 서비스, 압출성형, 엔로빙, 제품개발 주방, 일반처리, UHT 액체처리 -인증: 산업용 대마 라이선스, 맞춤형식품관리계획(CFCP) -전문 지식: 공정 최적화, 사업 개발, 신제품 개발
<p>푸드와이카토</p>	<ul style="list-style-type: none"> -유제품의 혁신을 지원하기 위해 특수 분무 건조 기능 제공 -모든 규모의 식음료 회사에 비즈니스 지원, 정부 보조금을 받는 서비스 제공 -해밀턴 시의회와 캘러한 이노베이션이 소유한 시설 -분무 건조기는 양, 염소 및 젖소 우유를 분유로 제조하고 분유를 유아용 조제 분유를 포함한 영양 조제 분유를 현지에서 사용하거나 국제적으로 배송하는 데 사용할 수 있는 베이스로 변환 -전문 지식: 상업 생산, 수출, 사업 개발
<p>NZFIN-혹스베이</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Hawkes Bay Business Hub에 기반을 둔 새틀라이트 사무실을 운영 -사업 개발 관리자는 기즈번에서 웰링턴까지 북섬 동부 해안의 사업체를 돌보고 필요에 따라 다른 시설 또는 적절한 기능 제공 업체와 연결 -전문 지식: 사업 개발, 신제품 개발
<p>푸드사우스 오타고</p>	<ul style="list-style-type: none"> -파일럿 규모의 식품 등급 제품 개발 시설인 오타고 대학에 위치 -기존 및 새로운 가공 기술을 사용하여 공정 및 제품을 시험 및 개발할 수 있는 다학문 연구 전문 지식과 역량을 제공 -처리능력: 비열처리, 건조, 액체/음료, 감각패널, 열처리 -전문 지식: 공정 최적화, 신제품 개발

자료: 뉴질랜드 식품 혁신 네트워크 홈페이지<<https://foodinnovationnetwork.co.nz>, 검색일: 2022.11.3.>

<별첨 8> 스마트 푸드 파리(Smart Food Paris)²⁶⁾

□ 개념

- 파리의 경제개발 및 혁신기관인 Paris&Co의 식품 혁신 플랫폼, 식품 관련 문제 중심의 혁신 플랫폼

: Paris&Co가 운영하는 11개 혁신 허브 중 식품기술 분야 인큐베이션 네트워크임.

- Paris&Co의 8개의 창립 파트너가 혁신이라는 공통의 도전을 중심으로 신생 기업, 대기업, 조직, 전문가, 지역 등을 모으기 위해 만든 혁신 플랫폼
- 신생기업 인큐베이터(파리 20구에 위치)의 형태를 취하며, 각 파트너가 개방형 혁신 프로세스의 일부가 되어 공유하고 실험하고 가속화하도록 권장.

※ Paris&Co는 파리 대도시권의 혁신 및 경제개발 기관임²⁷⁾.

- 이 기관은 매년 500개 이상의 프랑스 및 외국 스타트업을 인큐베이팅하고, 혁신적인 솔루션을 위한 실험을 수행하고, 국내 및 국제 기술행사를 조직하여 혁신을 지원함.
- 100개 이상의 주요 기업 및 기관과 긴밀히 협력하여 개방형 혁신 접근방식을 기반으로 함.
- 11개 혁신 허브(스포츠, 건강, 식품 기술, 지속 가능한 도시, 관광, 이벤트, 디지털 출산, 창조 산업, e스포츠, fintech&insurtech, HR Tech)를 갖춘 유럽 최초의 인큐베이션 네트워크임.
- 파리 시 이사회(시장 및 부시장으로 구성), 기관 이사회, 기업 및 민간부문 이사회 등으로 구성됨.
- 목표: 프랑스 및 국제 스타트업의 발전 가속화, 도시 실험 촉진(도시 혁신 플랫폼 Urban Lab), 혁신 촉진 및 확산(기업 성장 가속화, 연구와의 연계, 지역 이니셔티브 강화)

□ 추진배경

- 새로운 사회 및 환경적 도전, 우리 사회의 도시개발 및 디지털 기술의 이용

26) <https://smartfood.parisandco.com/about-us/manifesto>

27) <https://www.parisandco.com/about-us/presentation>

증가는 식품소비패턴을 크게 변화시키고, 생산자, 유통업체 및 외식업계 등은 사회변화의 영향을 받음. 혁신을 지렛대로 사용하여 이러한 변화를 기회로 바꾸는 것이 신생 비즈니스 인큐베이터의 핵심임.

□ 기능과 역할

- 스마트 푸드 파리는 회사 성장을 위한 전용공간으로 다른 신생기업, 비즈니스 부문의 주요 파트너 및 혁신 생태계 주체들과의 네트워크 기회 제공

생태계	주요 식품산업 주체들(대기업, 기관 파트너, 전문가 및 스타트업 등)을 연결
스타트업 커뮤니티	동일한 문제에 직면한 스타트업은 커뮤니티에서 인큐베이션 됨. 2016년 이후 40개 스타트업 기업을 인큐베이팅 했고, 2017년 Paris&Co가 인큐베이팅한 스타트업은 300개 이상임.
맞춤형지원	공적 자금(BPI)을 기반으로 하는 맞춤형 지원 조치
파트너쉽	창립 멤버들과 특권적인 관계를 즐기고 비즈니스 파트너십을 개발
스마트푸드랩	스마트 푸드 파리에 있는 요리실험실, 시음실과 연결되어 있어 스타트업이 현장에서 혁신적인 레시피를 실험할 수 있음.

□ 운영현황

- Paris&Co는 현재 300개 이상의 스타트업을 지원하고 매년 약 330개 이벤트를 조직하며 창립 이후 200개 이상의 실험을 수행했음.
 - 113개 스타트업 인큐베이션 결과, 생존률 82%
- 인큐베이션 비즈니스 프로그램 유형

아모르사주 (12개월)	-창업을 시작하거나 만드는 과정, 첫 고객을 찾으려고 할 때 -비즈니스 모델 검증, 첫 번째 고객 및 첫 번째 투자자 확보, 사업계획(법령, 법률 및 재정적 측면, 초기 채용, 공공지원 등) 검토 지원 -프로그램 비용: 연간 12,000유로(부가가치세 및 인터넷·전화·전기 비용 제외)
	-신생 기업간의 일상적인 만남, 식품부문의 주요 파트너와의 특별 연계 -스마트 푸드 파리팀의 맞춤형 지원 제공: 시장 1차 진입, 자금 검색, 기금 모금, 네트워킹 -워크숍, 근무시간 전문가, 기능가속프로그램 -Paris&Co 및 파트너 네트워크를 통한 미디어 담당자 지원 -스타트업을 위한 독점 제공(아마존 웹 서비스, 메일젯, 잡티저)

<p>대 콜라쥬 (24개월)</p>	<p>-신생기업으로 성장을 가속화하고 새로운 시장을 정복하고자 할 때 -매출증대/신규 고객 확보, 투자자(기존 또는 산업)와 함께 두 번째 파이낸싱, 스타트업 가시성 및 국제무대 확장 -프로그램 비용: 연간 5,000유로(부가가치세 및 인터넷·전화·전기 비용 제외)</p>
-------------------------	--

2 OFFERS TO INTEGRATE SMART FOOD PARIS

	 Amorçage 1 year	 Décollage 1 à 2 years
Office	Shared offices 355€ HT/ m ² /year, 15m ² min	Closed offices 355 € HT/ m ² /year, 30m ² min
Connecting with partners		
Group support		
Individual support	  	
Visibility		
Price <small>Excluding accomodation costs</small>	 12000 € HT/year	 5000 € HT/year

PARIS&CO

미래 유망식품 산업 육성 연구

인 쇄 2022. 12

발 행 2022. 12

발행처 CS&J 인스티튜트

12925 경기도 하남시 미사대로 550 현대지식산업센터 한강미사 A 9층 005호

전화 02-3463-7624 www.gsnj.re.kr

ISBN
