

글로벌 푸드테크 기술동향

2024.08.



2024년 7월 28일자 매매기준율(하나은행) 적용
1 USD(달러) = 1,385.50원

[목 차]

I. 푸드테크 개요	5
1. 푸드테크 정의 및 개념	5
2. 푸드테크 산업 현황	7
II. 푸드테크 기술 동향	9
1. 자율주행기술	9
2. 인공지능(AI)	13
3. 푸드테크 로봇	16
4. 바이오 기술	19
III. 푸드테크 적용 사례	22
1. 자율주행기술	22
2. 인공지능(AI)	24
3. 푸드테크 로봇	26
4. 바이오 기술	29
IV. 결론 및 시사점	31

글로벌 푸드테크 기술동향

1. 푸드테크 개요

- ‘푸드테크’란 식품산업에 혁신기술이 접목된 신^新산업으로, 식품의 생산부터 최종 소비까지 가치사슬 전 단계에 적용
- * 푸드테크에 적용되는 주요 기술은 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 3D 프린팅, 로봇, 바이오 기술 등이 있음

2. 푸드테크 기술동향

- **(자율주행기술)** 주행 환경을 기계가 자체적으로 인식하여 운전자(인간) 없이 스스로 운전하는 기술을 의미
 - * 감지 시스템, 중앙제어장치, 구동기(액추에이터) 등을 통해 구현되며, 로봇 및 컴퓨터공학, GPS, 정밀센서, 전자제어 등 첨단 기술을 필요로 함
 - * 국내에서는 2023년 11월 지능형로봇법 개정안이 시행됨에 따라 자율주행 로봇으로 배달이 가능해짐
- **(인공지능)** 인간의 지능을 모방하여 문제를 해결하거나 결정을 내리는 컴퓨터 시스템을 의미
 - * **(생산)** 인공지능 기반의 예측분석 및 머신러닝을 통해 생산성 증대, 효율성 및 안전성 제고, 소비자 취향에 맞는 제품 개발 및 생산 가능
 - * **(유통)** 유통 과정에서 발생하는 물류와 정보의 흐름을 인공지능으로 분석해 효율을 높이고 수요를 예측하는 데 활용
 - * **(판매·마케팅)** 신선한 즐거움에 재미를 느끼는 젊은 소비자의 요구에 부합하기 위해 인공지능을 활용한 마케팅 추진
 - * **(고객관리)** 고객 경험 데이터를 체계적으로 분석해 서비스를 개선하기도 하며, 고객관리 응대 신속성을 더하는 등의 형태로 구현하여 소비자 만족도 제고
- **(푸드테크 로봇)** 로보틱스(Robotics)는 식음료 산업 전반에 관여 가능한 기술로, 크게 △생산 △제조 △물류(배달 포함) △서비스 부문에 적용

- (바이오) 생체 혹은 생물학적 시스템을 활용해 다양한 물질을 만드는 기술을 의미하며, 농식품 산업에는 그린바이오 기술 적용

3. 푸드테크 적용 사례

- (자율주행기술) 농식품 산업에 있어 자율주행기술의 도입은 크게 식음료 배달 서비스 부문에 중점
 - * 대부분 자율주행기술을 탑재한 로봇이 단거리의 식음료를 배달하는 형태이며, 미국에서는 자율주행 자동차를 통한 식료품 배달/판매 서비스를 제공
- (인공지능) 농작물의 생산 및 재배관리에서 제품 및 원료 개발, 제조 공정 효율화 및 개선, 유통 및 판매·마케팅에 이르는 전 과정에 적용
 - * 인공지능은 그 자체 기술로써 활용되기도 하나, 로봇과 같은 하드웨어와 결합한 형태로 구현되기도 함
- (푸드테크 로봇) 농식품의 생산에서부터 제조, 물류, 판매에 이르는 모든 과정에 관여하며, 로봇 기술 도입을 통해 생산성, 안전성, 시장 요구 사항 충족, 지속가능성 등을 도모
- (그린바이오 기술) 농업과 그 전후방 산업에 모두 적용되며 최근에는 식품 원료(첨가물, 기능성 소재, 대체 단백질 등) 개발 및 생산을 적극적으로 추진

4. 결론 및 시사점

- 푸드테크의 도입으로 전 세계적 식품산업의 패러다임이 변화하고 있으며, 푸드테크는 현재 식품산업이 직면한 위기를 극복할 수 있는 대안으로 인식
- 국내 푸드테크 산업은 향후 성장이 기대되는 수준으로, 산업 경쟁력 제고를 위해 기술 개발에 대한 지원 및 투자 확대, 전문인력 양성 등이 필요

1. 푸드테크 개요

1. 푸드테크 정의 및 개념

- ‘푸드테크’란 음식을 의미하는 ‘푸드(Food)’와 ‘기술(Technology)’의 합성어로, 식품산업에 혁신기술이 접목된 신(新)산업을 의미
 - 푸드테크는 식품의 생산부터 조리·가공·유통·판매에 이르는 식품산업 가치사슬 전 단계에 걸쳐 적용
 - 스마트팜을 통한 농작물 생산, 조리 자동화 시스템, 서빙 로봇, 식당 내 키오스크 주문 및 모바일 애플리케이션을 통한 음식 배달 주문, 대체 단백질을 사용한 신식품(대체식품) 등이 모두 푸드테크의 대표적인 사례
 - 푸드테크에 적용되는 기술은 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 3D 프린팅, 로봇, 바이오 기술 등이 있음
 - (인공지능) 인간의 학습능력, 추론능력, 지각능력을 인공적으로 구현하는 기술로, 빅데이터를 통해 추출된 알고리즘을 바탕으로 시스템이 지능적인 결론을 도출하는 기술을 의미
 - (사물인터넷) 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하여 사물 간 시스템과 데이터를 전송 및 수신할 수 있도록 하는 기술
 - (3D 프린팅) 3차원 인쇄방식이라고도 하며, 연속적인 계층의 물질을 뿌리는 형태로 3차원의 물체를 만들어내는 제조 기술
 - (로봇) 인간과 유사한 형태를 가지고 어떤 작업이나 조작을 자동으로 하는 기계장치를 의미하며, 자동화 기술을 인간과 닮은 형태로 구현해 수행하도록 하는 기술
 - (바이오 기술) 생체 혹은 생물학적 시스템을 활용해 각종 다양한 물질을 만드는 기술을 총칭하는 용어로 생명공학기술 또는 바이오테크놀로지(Biotechnology)로 일컬어지기도 함

□ △4차산업 기술 상용화 △가치소비 확산 △노동시장의 변화
△식량안보 등으로 식품산업 내 푸드테크의 역할과 중요성이
지속적으로 증가하는 추세

- (기술 상용화) 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 로봇, 3D 프린팅 등 다양한 첨단 기술 상용화로 푸드테크가 식품산업 전반에 적용되며 효율화
- (가치소비) 지속가능성을 추구하는 소비패턴이 확립되며 식품의 생산과 소비가 환경에 미치는 영향을 줄이기 위한 푸드테크 도입이 활성화
- (노동시장의 변화) 최저임금의 지속적인 상승과 노동력 부족 문제를 해결하기 위해 제조설비의 자동화·서빙 로봇 활용·무인화 시스템 도입 등 푸드테크 활용 증가
- (식량안보) 기후변화 및 인구증가로 인한 식량안보 문제를 해결하기 위한 방법으로 푸드테크가 부상
- 이 외에도 코로나19 팬데믹으로 비대면 서비스의 수요가 급증하며 배달 애플리케이션, O2O¹⁾ 서비스 등 비대면 거래 및 소비 부문에서의 푸드테크의 적용 확대

1) Online to Offline의 약자로 온라인으로 제품 구매 후 오프라인에서 상품을 받는 방식의 거래형태를 의미

2. 푸드테크 산업 현황

- 다수의 글로벌 조사기관에서는 전 세계 푸드테크 산업 규모를 2,000억 달러(한화 약 277조 원)를 상회하는 수준으로 집계²⁾
 - 향후 글로벌 푸드테크 시장은 연평균 6~8%의 성장률로 2030년에 최대 4,000억 달러(한화 약 554조 원)를 넘는 수준으로 성장할 전망

<표 1-1> 세계 주요 조사기관별 글로벌 푸드테크 산업 규모 및 전망치

(단위: 억 달러, %)

조사기관	현황		전망		연평균성장률	
	기준연도	산업규모	기준연도	전망치	기준연도	성장률
Statista	2022	2,600.7	2028	3,601.9	2022/2028	5.6
Emergen Research	2021	2,560.0	2030	4,347.0	2021/2030	6.0
Growth Markets Reports	2021	2,336.0	2030	3,857.0	2021/2030	5.8
닛케이BP종합연구소	2017	2,100.0	2025	3,600.0	2017/2025	7.0

*출처: 각 조사기관별 사이트를 참고하여 작성(검색일: 2024.07.25.)

- 푸드테크의 도입이 활성화됨에 따라 식품의 생산부터 최종 소비까지 전 과정에 푸드테크가 활용되고 있음
 - (생산·개발) 식자재 생산 과정에서는 스마트팜, 식물농장, 농수산업 로봇 등을 포함하는 △스마트농업(Ag-Tech)과 식물성 육류 및 식용곤충 등을 포함하는 △대체식품 산업 △건강 기능식품의 원료개발 등 부문에 푸드테크 활용
 - (유통·관리) 식자재 유통 및 관리 과정에서는 △전자상거래(E-commerce) 배송 △식자재 물류·유통 로봇 ·스마트 식품 안전 및 품질관리 △스마트 콜드체인 △식품 재고관리시스템 등에 푸드테크가 접목

2) 각 조사기관별 조사 시점 및 산출 방법에 따라 산업 규모에 차이가 존재

- (조리·가공) △3D 푸드 프린팅 △스마트키친 △공유주방 △음식료 조리·식재료 가공 로봇 등으로 푸드테크 시장 형성
- (마케팅·판매·배달) △식품 배달 애플리케이션 △서빙·배달 로봇 △무인 키오스크 △식당 예약/대기 애플리케이션 등이 푸드테크로 가능해짐
- (소비·후처리) △식품 영양 데이터 분석을 통한 맞춤형 식단 제공 △음식물 쓰레기 저감장치 등이 대표적인 푸드테크 접목 사례로 꼽힘

<표 1-2> 식품 가치사슬별 푸드테크 적용 사례

생산·개발	유통·관리	조리·가공	마케팅·판매·배달	소비·후처리
스마트농업 농수산업 로봇 대체식품·단백질 건강기능식품	신선식품 배송 물류·유통 로봇 식품안전·품질관리· 스마트 콜드체인 재고관리	조리로봇 식재료 가공로봇 3D 푸드 프린팅 스마트키친 공유주방	배달 애플리케이션 서빙·배달로봇 무인 키오스크 맛집 추천· 예약 애플리케이션 모바일대기시스템	식품영양 데이터 분석 음식물 쓰레기 저감

*출처: 푸드테크의 시대가 온다(삼일PwC경영연구원) 자료 재가공(검색일: 2024.07.12.)

II. 푸드테크 기술동향

1. 자율주행기술

- ‘자율주행기술(Self-Driving Car, Autonomous Vehicle)’은 운전자가 직접 조작하지 않아도 위험 및 주행 환경을 자체적으로 인식하고 최적의 주행 경로를 계획해 스스로 운전하는 기술을 의미
 - 자율주행기술은 감지 시스템, 중앙제어장치, 액추에이터³⁾ 등을 통해 구현 가능하며, 로봇 및 컴퓨터공학, GPS, 정밀 센서, 전자제어 등 첨단 기술을 필요로 함
 - 자율주행을 위한 필수 기술에는 ‘운전자보조시스템(Advanced Driver Assistant System, ADAS)’이 있음
 - 운전자보조시스템은 △인지(사람의 눈에 해당) △판단(사람의 뇌에 해당) △제어(사람의 혈관·근육·신경계에 해당) 부문으로 구성
 - 일반 차량(자동차 등)의 자율주행기술에도 적용되는 기술로, △전방 충돌 방지 보조(Forward Collision-Avoidance Assist, FCA)⁴⁾ △차로 이탈 방지 보조(Lane Keeping Assist, LKA)⁵⁾ △지능형 속도 제한 보조(Intelligent Speed Limit Assist, ISLA)⁶⁾ 등의 역할을 수행
 - 자율주행기술 수준에 따라 총 5단계로 구분되며, 현재 식음료 배달 등에 사용되는 자율주행기술은 2~3단계 수준
 - 기존 배달 로봇은 주변 상황을 인식하며 단거리를 주행하는 수준이므로 자율주행 성능 레벨을 따로 측정하지 않으나, 대부분 배송용 자율주행 기술은 방향 전환 및 감·가속이 가능하고(2단계), 돌발 상황과 주변 사물을 인식하고 대응(3단계)하는 수준
 - 2022년 11월, 미국의 식음료 배송 로봇 기업인 카트켄은 운전자의 개입이 필요 없는 4단계 수준의 자율주행 로봇을 개발했다고 발표

3) 액추에이터(actuator): 에너지(전기, 공기, 유압)를 기계적 동력으로 변환하여 이동성을 달성하는 데 도움이 되는 기계의 일부

4) 카메라, 전측방 레이더로 앞의 사물을 감지하고 충돌이 예상되면 제동하는 기능

5) 주행 중 차량이 차로를 벗어나지 않도록 도와주는 기능

6) 주행 시 도로의 제한속도를 초과하지 않도록 도와주는 기능

- 해당 배송 로봇은 6대의 카메라와 각종 센서를 비롯해 지도와 검색을 지원하는 시스템, 이동 거리를 측정하는 주행 기록계 등의 장비를 갖추
- 또한 AI 알고리즘이 센서와 카메라를 통해 수집한 데이터를 실시간으로 처리하도록 해 운전자 없이 안전요원의 감시만으로도 자율주행이 가능한 수준의 로봇을 개발

<표 II-1> 자율주행 기술 5단계

단계	구분	내용
Level 1	운전자 지원	- 방향 전환 또는 감·가속 기능 지원
Level 2	부분 자율주행	- 방향 전환과 감·가속 기능을 모두 지원
Level 3	조건부 자율주행	- 다양한 돌발 상황 및 주변 사물들을 모두 인식하고 대응 가능 - 돌발 상황 시에는 운전자가 개입 필요(수동전환)
Level 4	고도 자율주행	- 모든 자율주행 기능을 지원해 어떠한 상황에서도 운전자의 개입이 필요 없으나, 악천후와 같은 특정 조건에서는 운전자 개입 가능(수동전환)
Level 5	완전 자동화	- 모든 상황에서 자율주행(무인 주행)

*출처: 미국자동차기술학회(SAE)(검색일: 2024.07.08.)

□ 국내에서는 2023년 11월 지능형로봇법 개정안이 시행됨에 따라 자율주행 로봇으로 배달이 가능해짐

- 자율주행 로봇은 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」에 따라 ‘실외이동로봇’으로 분류
 - 실외이동로봇은 배송 등을 위하여 자율주행(원격제어 포함)으로 운행할 수 있는 지능형 로봇을 의미하며, 로봇의 하드웨어와 관제장치 조합의 일체로 구성된 형태를 의미
 - 실외이동로봇은 최대 속도 15km/h 이하, 최대 질량 500kg 이하여야 함
- 실외이동로봇은 ‘운행안전인증’을 획득하여 보행자와 동일한 자격을 득한 후 통행이 가능함⁷⁾
 - 자율주행 로봇이 보행자 지위를 얻기 위해서는 산업통상자원부의 운행안전인증에 따라 질량 및 폭 제한, 운행 속도, 걸모양 등 총 16가지의 기준을 통과해야 함

7) 법안 시행 이전에 로봇이 실외에서 자율주행을 하기 위해서는 규제 샌드박스(새로운 제품이나 서비스가 출시될 때 일정 기간 규제를 면제·유예해주는 제도) 지역 내에서만 이동이 가능하였음

<표 II-2> 실외이동로봇(배달로봇) 운행안전인증 기준

연번	기준	연번	기준	연번	기준	연번	기준
1	질량 및 폭 제한	5	비상정지	9	알림음	13	횡단보도 통행
2	운행 속도	6	운행구역 준수	10	등화장치	14	관제장치
3	겉모양	7	속도 제어	11	방수 성능	15	통신장애 대응
4	동적 안정성	8	장애물 감지	12	물리적 보안	16	원격조작

*출처: 한국로봇산업진흥원(검색일: 2024.07.25.)

○ 2024년 10월 기준 총 10개의 실외인증로봇이 운행안전인증 획득⁸⁾

<표 II-3> 국내 운행안전인증을 취득한 실외이동로봇 규격

연번	인증일 (최초/변경)	회사명	인증제품 주요 사양					운행특이사항
			폭 (mm)	최대 질량 (kg)	최대 적재량 (kg)	최대 속도 (km/h)	최대 등판각 (도)	
1	2024.05.13 (변경 인증)	(주)로보티즈	551	97	30	7.2	10.2	1) 경사로 상향 시 최대 속도 6km/h 주행 2) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행
2	2024.09.30 (변경 인증)	주식회사 뉴빌리티	617	81.5	20	5.76	15	1) 신호등이 있는 횡단보도 통행 시 관제 원격 조작 2) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행
3	2024.04.09 (최초 인증)	에이알247(주)	610	71	20	7	9	1) 경사로 등판 시 최대 속도 5km/h 주행
4	2024.05.13 (최초 인증)	주식회사 도구공간	775	142	20	7.2	10	1) 경사로 상향 시 최대 속도 6km/h 주행 2) 신호등이 있는 횡단보도 통행 시 관제 원격 조작 3) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행
5	2024.06.17 (최초 인증)	에이브이라이드 코리아유한회사	700	102.25	20	7.2	10	1) 신호등이 있는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행
6	2024.09.30 (변경 인증)	주식회사 뉴빌리티	640	70	6	5.76	15	1) 신호등이 있는 횡단보도 통행 시 관제 원격 조작 2) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행
7	2024.07.26 (최초 인증)	주식회사 우아한형제들	500	128	20	3.6	11	1) 신호등이 있는 횡단보도 통행 시 관제 원격 조작 2) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행 3) 투명 장애물 감지 불가
8	2024.07.26 (최초 인증)	(주)로보티즈	552	94.5	30	7.2	13.5	1) 경사로 상향 시 최대 속도 6km/h 주행 2) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행 3) 적재물 형태 및 적재 방법에 대한 일부 제한 있음
9	2024.09.30 (최초 인증)	주식회사 뉴빌리티	616	82	20	5.76	15	1) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행
10	2024.09.30 (최초 인증)	주식회사 뉴빌리티	616	70	6	5.76	15	1) 신호등이 없는 횡단보도 통행 시 관제 원격 승인 후 자율주행

*출처: 한국로봇산업진흥원(검색일: 2024.10.16.)

8) 한국로봇산업진흥원

<표 II-4> 국내 운행안전인증을 취득한 실외이동로봇 제품 이미지

이미지				
회사명	(주)로보티즈	주식회사뉴빌리티	에이알247(주)	
로봇 (제품/모델명)	자율주행 실외이동로봇 개미(GAEMI)	뉴비(NEUBIE)	실외배송로봇 배로미	
이미지				
회사명	주식회사도구공간	에이브이라이드코리아유한회사	주식회사뉴빌리티	
로봇 (제품/모델명)	패트로버(Patrover)	R 3.5	뉴비패트롤(NEUBIEPATROL)	
이미지				
회사명	주식회사 우아한형제들	(주)로보티즈	주식회사뉴빌리티	주식회사뉴빌리티
로봇 (제품/모델명)	실내·외 자율주행 배달 로봇 dilly X2	자율주행 실외 이동로봇 개미 (GAEMI)	뉴비 (NEUBIE)	뉴비패트롤 (NEUBIEPATROL)

*출처: 한국로봇산업진흥원(검색일: 2024.10.16.)

2. 인공지능(AI)

- 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이란 인간의 지능을 모방하여 문제를 해결하거나 결정을 내리는 컴퓨터 시스템을 의미
 - ‘인공지능(AI)’이라는 용어는 1956년 미국에서 개최된 **다트머스 회의(Dartmouth Conference)**⁹⁾에서 처음 사용
 - 당시 인공지능 연구의 핵심은 추론과 탐색으로, 인간처럼 사고하고 문제를 해결하는 능력을 구현하려는 연구는 1970년대까지 활발히 진행
 - 1990년대 후반 인터넷의 도입으로 검색엔진 등을 통해 방대한 데이터를 수집할 수 있게 되면서 인공지능은 시스템이 스스로 학습하는 머신러닝(Machine Learning) 형태로 진화
 - 데이터양 증가, 고급 알고리즘, 컴퓨팅 능력 및 스토리지의 향상 등으로 최근 인공지능은 더욱 대중화되며 다양한 분야에서 활용

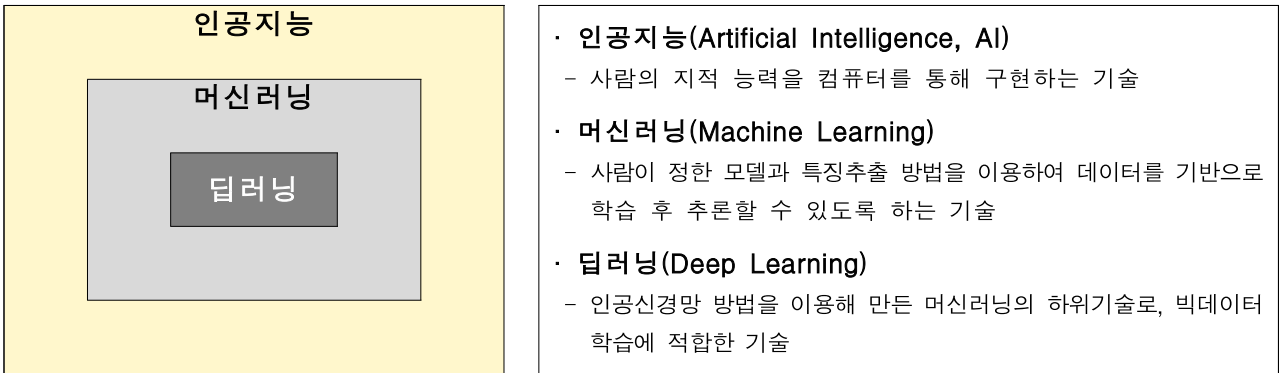
<표 II-5> 인공지능(AI)의 발전과정

1950~1970년대	1980~2010년대	2011년~2020년대	현재
인공 신경망 (Artificial Neural Network, ANN)	머신러닝 (Machine Learning, ML)	딥러닝 (Deep Learning)	생성형 AI (Generative AI)
인간의 두뇌에서 영감을 얻은 방식으로 데이터를 처리하도록 컴퓨터를 가르치는 인공지능	많은 양의 데이터를 컴퓨터가 스스로 학습하고 경험을 통해 개선하도록 하는 알고리즘	신경망 알고리즘을 활용하여 데이터를 처리하고 학습하는 기술로 머신러닝의 하위개념	독창적인 콘텐츠를 생성할 수 있는 컴퓨터 모델을 중심으로 하는 인공지능으로, 대규모 언어모델, 신경망 및 머신러닝을 활용

*출처: SAS KOREA, IBM, Amazon Web Services, Google Cloud, elastic 등을 참고하여 작성(검색일: 2024.07.25.)

9) 인공지능이라는 분야를 확립한 학술회의로, 당시 다트머스 대학(Dartmouth College)에 소속된 존 매카시(John McCarthy) 박사가 개최. 존 매카시 박사는 미국의 인지심리학자이자 컴퓨터과학자로, 인공지능에 대한 연구 업적을 인정받아 1971년 컴퓨터과학계의 노벨상으로 일컫는 튜링상(Turing Award)을 수상

<표 II-6> 인공지능·머신러닝·딥러닝의 포함 관계



*출처: CODE STATES INSIGHT(검색일: 2024.07.25.)

□ **농식품 산업에서 인공지능(AI)은 식자재 생산에서부터 판매 및 서비스에 이르는 전 과정에 걸쳐 적용**

- **(생산) 인공지능 기반의 예측분석 및 머신러닝을 통해 생산성 증대, 효율성 및 안전성 제고, 소비자 취향에 맞는 제품 개발 및 생산 가능**
 - 농업 부문에 있어서 인공지능의 도입은 기후 패턴 분석을 통한 예측, 질병 및 해충 피해의 징조 감지, 토양 및 양분 수준 모니터링 등으로 구현되어 효율성을 크게 높임
 - 식품 제조에서는 인공지능 기반 자동 검사시스템을 통해 식품 관리공정의 효율성과 안전성을 높일 수 있으며, 가장 높은 수준의 상품만 소비자에게 제공할 수 있도록 선별하는 등의 형태로 구현
 - 또한 특정 식품군(예- 식물성 대체식품)의 맛, 식감, 영양성분을 최적화하기 위해 인공지능을 적용하기도 하며, 소비자의 요구에 부합하는 제품 개발을 위해 인공지능을 도입
- **(유통) 유통 과정에서 발생하는 물류와 정보의 흐름을 인공지능으로 분석해 효율을 높이고 수요를 예측하는 데 활용**
 - 식품 유통 부문에 인공지능을 도입함으로써 상품 주문 예측, 배송 효율성 극대화, 상품 폐기율 저감 등의 효과 창출 가능

- **(판매·마케팅)** 신선한 즐거움에 재미를 느끼는 젊은 소비자의 요구에 부합하기 위해 인공지능을 활용한 마케팅 추진
 - 코카콜라는 ‘코카콜라 제로 한류(K-Wave)’ 제품 출시와 함께 K팝 팬들이 자신이 가장 좋아하는 아티스트와 함께 뮤직비디오에 출연하는 것과 같은 경험을 즐길 수 있도록 하는 AI 기반의 디지털 체험 프로그램 마케팅을 진행하며 큰 인기를 끌
 - 오뚜기는 어도비코리아와 협업해 어도비 일러스트레이터 생성형 AI 신기능을 활용해 소비자가 자사 대표 제품으로 굿즈¹⁰⁾를 직접 디자인할 수 있는 마케팅을 추진

<그림 II-1> 국내 식음료기업의 AI 기반 마케팅 사례



*출처: 식품·외식 AI 등 신기술로 Z세대와 소통, 식품음료신문(2024.04.02.)(검색일: 2024.07.25.)





- **(고객관리)** 고객 경험 데이터를 인공지능을 통해 체계적으로 분석하고 시사점을 도출해 서비스를 개선하기도 하며, 인공지능 기반 고객용 챗봇을 개발해 고객관리 응대 신속성을 더하는 등의 형태로 구현하여 소비자 만족도 제고

10) 특정 브랜드나 연예인 등이 출시하는 기획 상품을 의미

3. 푸드테크 로봇

- 식품산업에 적용되는 로봇 기술은 다양한 로봇 플랫폼과 자율주행기술, 인공지능, 센서 기술 등이 적용
 - (로봇 플랫폼) 다관절 로봇, 병렬 로봇, 스카라 로봇, 협동로봇 등이 △음식 조리·보조 △설거지·정리 등의 역할 수행

<표 II-7> 식품산업에 적용되는 산업용 로봇 플랫폼 예시

다관절 로봇	· 사람의 어깨, 팔, 손목의 관절을 본떠서 만든 로봇으로 3개 이상의 회전 운동기구를 결합해 만든 로봇	
병렬 로봇	· 여러 팔이 여러 각도로 붙어 있는 로봇으로, 물건을 집어 작업을 수행 · 정밀한 작업에 유리하고 가속 및 감속 성능이 좋아 작업 속도를 높일 수 있음	
스카라 로봇	· 수평 다관절 로봇을 부르는 말로, 평행인 두 면이 만나 축을 이루고 그 축을 바탕으로 회전 운동을 하는 로봇 · 수직 다관절 로봇 대비 관절 수가 적어 저렴하고 구조가 단순하며, 신속 정확한 작업이 가능	
협동 로봇	· 인간과 같은 공간에서 협동으로 작업을 수행하는 로봇으로, 사람과 물리적 상호작용이 가능 · 인간과 유사한 속도, 강도, 정밀도로 작업하도록 설계되며 함께 일하는 인간의 존재와 움직임을 감지하는 센서 기술을 탑재	

*출처: 푸드테크의 시대가 온다(삼일PwC경영연구원) 자료 재가공(검색일: 2024.07.12.)

- (자율주행기술) 서빙 로봇이나 라스트마일 배달 로봇, 식료품 물류창고 로봇 등에 적용
- (인공지능) 로봇이 센서를 추출한 정보를 토대로 최적화된 행동을 선택하고 학습해 작업을 수행하는 로봇
 - 인공지능은 자율주행기술의 토대가 되기도 하며, 식당接客 로봇, 휴머노이드로봇¹¹⁾ 등의 형태로 활용
- (센서기술) 로봇은 주변 환경 및 작업 대상을 인식하고 파악해 동작을 수행하는 센서 기술을 필요로 함

11) 인간의 형태를 한 로봇

- 로봇틱스(Robotics)¹²⁾는 식음료 산업 전반에 관여가 가능한 기술로, 크게 △생산 △제조 △물류(배달 포함) △서비스 부문에 적용
 - (생산) 농축수산업의 생산 및 재배에 있어 작업환경을 인식하고 현황을 판단해 자율적인 동작을 통해 지능화된 작업 및 서비스를 제공하는 로봇이 활용
 - (제조) 음식료 전처리, 선별, 가공, 포장 등 생산공정 자동화 및 협업 로봇이 이에 해당하며, 외식업계에서 요리사를 보조하여 조리하는 조리 로봇¹³⁾도 포함
 - (물류) 물류창고 내에서 식료품을 자동으로 분류·운반하는 로봇이나, 소비자에게 식음료를 배송하는 로봇¹⁴⁾ 등이 있음
 - (서비스) 외식업계에서 조리된 음식을 소비자에게 운반하여 전달하는 서빙 로봇¹⁵⁾이나 예약·좌석 안내·주문 및 결제가 가능한接客 로봇¹⁶⁾, 퇴식구로 운반된 그릇을 세척하고 정리하는 로봇¹⁷⁾ 등이 활용

12) 로봇공학을 의미하는 것으로 로봇의 설계, 조립, 작동, 사용 및 로봇의 제어, 센서, 피드백, 정보 처리를 위한 컴퓨터 시스템을 포함

13) 다관절로봇 플랫폼을 기반으로 음식을 조리하는 로봇

14) 자율주행, 사물인터넷(IoT) 기술 등을 활용해 식음료를 옥내 또는 옥외에서 최종 소비자에게 배송하는 로봇

15) 자율주행 기술과 LiDAR(Light Detection And Ranging) 센서를 활용해 외식업계에서 조리된 음식을 소비자에게 운반 및 전달

16) 사물인터넷(IoT) 등을 활용해 스마트폰, 태블릿PC로 예약·좌석 안내·주문·결제가 가능한 로봇

17) 다관절 로봇의 팔을 사용하거나 전용 식기 및 전용 자동화 기구를 결합해 퇴식구로 운반된 그릇을 세척 및 정리하는 로봇

<표 II-8> 푸드테크 로봇 예시 - 농식품산업 적용

농업용 로봇			
	(미국) Iron Ox 로봇 농장용 로봇	(미국) EarthSense 농지 환경·농작물 상태 확인 로봇	(스페인) Agrobot 딸기수확 로봇
가공 제조 로봇			
	(스위스) ABB Robotics 팬케이크 제조 공장 로봇	(일본) 신세멧쿠·덴소 감자칩 제거 로봇	(일본) 가와사키중공업 도시락 포장 로봇
물류 로봇			
	(미국) Alert Innovation 로봇 자동화 물류 플랫폼	(이스라엘) Fabric 로봇 자동화 물류배송 센터	(영국) Ocado 로봇 자동화 물류센터

*출처: 푸드테크의 시대가 온다(삼일PwC경영연구원) 자료 재가공(검색일: 2024.07.12.)

<표 II-9> 푸드테크 로봇 예시 - 외식업계 적용

조리 로봇				
	(미국) Miso Robotics 감자튀김 조리 로봇	(프랑스) PIZZI 피자 제조 로봇	(싱가포르) Orange Clove 쌀국수 조리 로봇	(한국) 삼성전자 요리 보조 로봇
서빙 로봇				
	(중국) Pudu Technologies	(미국) Bear Robotics	(일본) Smile Robotics	(한국) LG전자
접객 정리 로봇				
	(일본) Softback Robotics	(이스라엘) Temi	(일본) FUJIMAK·TechMagic 식기 회수·정리 로봇	(미국) Dishcraft 전용 식기 대량 세척 로봇

*출처: 푸드테크의 시대가 온다(삼일PwC경영연구원) 자료 재가공(검색일: 2024.07.12.)

4. 바이오 기술

□ 바이오 기술¹⁸⁾이란, 생체 혹은 생물학적 시스템을 활용해 각종 다양한 물질을 만드는 기술을 총칭하는 용어

- 바이오산업은 크게 △레드바이오 △그린바이오 △화이트 바이오 △플랫폼바이오로 구분
- 농식품 산업에 적용되는 그린바이오 기술은 생명공학을 농업에 응용한 것으로, 생물체가 가진 기능과 정보를 활용해 각종 유용한 물질을 생산하는 △바이오식품과 △생물농업 등을 의미
 - 그린바이오 기술은 GMO로 알려진 개량 종자 및 유전자 변형 동식물을 포함하며 최근 대체 단백질을 통해 생산되는 배양육 등이 해당
 - 2023년 한국생명공학연구원은 각 부문별 바이오 미래 유망기술 10가지를 발표하였고, 이 중 그린바이오 부문에서는 △배양육과 대체육의 고도화 및 △토양 마이크로바이옴¹⁹⁾을 미래 유망기술로 선정

<표 II-10> 2023년 10대 바이오 미래 유망기술

분야	기술명	적용산업
레드바이오 (Red Bio)	① 개인맞춤형 암 백신(Personalized Cancer Vaccines) ② 임상 적용 가능 유전자편집기술(Clinical grade gene editing) ③ 비침습적 신경조율기술(Non-invasive neuromodulation)	의료·제약
그린바이오 (Green Bio)	④ 배양육/대체육 고도화(Advanced cultured meat/alternative meat) ⑤ 토양 마이크로바이옴(Biocrusts microbiome)	농업·식품
화이트바이오 (White Bio)	⑥ 합성생물학 적용 미생물공장(Synthetic microbial factory) ⑦ 미세플라스틱의 건강 및 생체영향 평가(Microplastics biomonitoring)	산업
플랫폼바이오 (Platform Bio)	⑧ 생체 내 면역세포 실시간 분석(In situ immune cell live imaging/sequencing) ⑨ 인공지능(AI) 기반 인공 단백질 설계(AI-based artificial protein design) ⑩ 세포 역노화(Cell rejuvenation)	전 산업 ¹⁾

*주1: 플랫폼바이오는 각 바이오의 기반이 되는 원천기술을 의미하는 것으로 레드·그린·화이트 바이오가 적용되는 전 산업(의료·제약, 농업·식품, 산업)에 걸쳐 적용

*출처: 한국생명공학연구원 바이오정보 포털사이트 바이오인(검색일: 2024.07.25)

18) 생명공학기술 또는 바이오테크놀로지(Biotechnology)로 일컬어지기도 함

19) 마이크로바이옴은 미생물 군집 총과 그 유전체를 아우르는 말로 특정 환경에 존재하는 모든 미생물의 총합을 일컫는 것으로, 토양 마이크로바이옴은 작물 성장을 촉진하고 작물의 면역력을 높여 병해충 피해를 줄여주는 등 작물 성장에 중요한 역할을 함

□ 그린바이오 기술(Green Biotechnology)은 농작물을 개량하거나 산업적 목적으로 식물과 기타 광합성 유기체를 적용하여 제품을 생성하는 것을 의미

- 그린바이오 기술은 기능유전체학(functional genomics)²⁰⁾ 및 단백질체학(proteomics)²¹⁾, 식물육종(plant breeding)²²⁾, 양적 유전학(quantitative genetics)²³⁾, 유전자변형식물(genetically modified plants)²⁴⁾, 식물환경정화(phytoremediation)²⁵⁾ 및 생물활성화합물(bio-active compounds)²⁶⁾의 활용을 기반으로 함
- 국내에서 그린바이오는 농업생명자원에 생명공학기술 등을 적용해 지속가능하고 환경친화적인 먹거리를 공급하고 농업 및 전후방 산업에 부가가치를 창출하는 분야로 정의
 - 2024년 1월 2일 정부는 농업생명자원 등에 생명공학기술의 적용을 촉진하여 농업의 부가가치를 높이고, 그린바이오산업의 발전 및 지속가능한 농업의 구현에 기여하여 국민의 삶의 질 향상과 국가 경제 발전에 이바지하기 위해 「그린바이오산업 육성에 관한 법률」을 제정, 2025년 1월 3일부로 시행 예정
 - 그린바이오산업 육성에 관한 법률에 따르면 ‘그린바이오’란 「농업생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 농업생명자원 등에 「생명공학육성법」 제2조제1호의 생명공학과 관련된 기술을 적용하는 것을 의미
 - 그린바이오를 활용하여 농업 및 농업 관련 전·후방 산업에 부가가치를 창출하는 산업으로서, 다음 각 목과 관련된 재화 또는 서비스를 개발·생산·판매·유통하는 산업을 ‘그린바이오 산업’으로 정의

20) DNA 서열을 이용하여 유전자나 단백질의 기능을 해석하는 연구 분야로, 단백질에 대해서는 DNA에서 단백질을 발현시키거나 생체에서 발현하고 있는 단백질의 상호작용에 대한 해석이 진행되고 있음

21) 세포 또는 개체에서 발현되는 전체 단백질을 총체적으로 연구하는 학문

22) 원하는 특성을 생산하기 위해 식물의 특성을 변화시키는 과학기술

23) 여러 메커니즘이 있는 유전자나 환경이 양적인 형질에 미치는 영향을 연구하는 분야

24) 유전공학 방법을 사용해 DNA를 변형한 식물

25) 식물을 이용하여 오염된 토양, 대기, 수질을 정화하는 기술

26) 생리 활성을 갖는 물질로 먹었을 때 면역 조절, 아편 유사 활성, 항고혈압 활성 또는 혈청 지방질 저하 작용 등을 나타내는 물질

□ 농식품 산업에서 그린바이오 기술은 주로 농축산업에 적용

- (유전자변형작물^{GMO}) 특정 작물 품종의 DNA 서열에 다른 유기체의 유전자를 삽입하여 만들어내는 것
 - 제초제·질병·곤충 등에 내성이 있는 작물을 개발하여 작물 수확량을 높이고 생산 효율성 증가 및 비용 절감이 가능함
- (식물생장 개선) 식물육종을 통해 작물의 크기나 풍미(맛)를 개선하고 해충 저항성이나 빠른 성장 등이 가능하도록 함
- (종자 품질 개선) DNA 기술을 통해 가뭄이나 홍수와 같은 기후환경에 저항성이 가진 종자나 영양성분을 높인 종자 등을 개발하는 것을 의미
- (바이오 농약·비료·사료첨가제) 미생물 발효를 통한 농약·비료·사료첨가제 생산으로 생육 촉진 및 약취 저감 등을 도모
 - 또한 미생물을 활용한 친환경 농약 개발로 잔류농약의 안전성 문제를 사전에 해결하고 화학농약의 감축도 가능하다는 이점 보유
- (동물용의약품) 담배, 딸기 등 식물에서 추출한 항원단백질로 제조한 백신으로 신속성·경제성·안전성 측면의 효과 창출

□ 식품소재 부문에 있어 그린바이오 기술은 △식품첨가물 △기능성식품 △대체식품(배양육 포함) 등에 적용

- (식품첨가물) 미생물을 배양하여 천연 감미료 및 식품첨가물을 개발 및 제조하는 것
 - 기존 식품첨가물은 주로 화학적 합성을 통해 제조되었으나, 바이오 기술의 발전으로 미생물 배양을 통한 효소제, 아미노산 등 다양한 식품첨가물이 개발
- (기능성식품) 종자, 미생물, 천연물 소재 등을 기능성 원료로 활용해 기능성식품 제조
- (대체식품) 전통적 육류 단백질을 대체하는 식품으로, 식물성 원료에서 단백질 성분을 추출한 대체식품(식물성 육류 및 유제품)이나 세포배양을 통해 생산된 배양육이 대표적

III. 푸드테크 적용 사례

1. 자율주행기술

- 농식품 산업에 있어 자율주행기술의 도입은 크게 식음료 배달 서비스 부문에 중점
 - 대부분 자율주행기술을 탑재한 로봇 형태로 단거리의 식음료를 배달하는 서비스 형태로 제공되나, 미국에서는 자율주행 자동차를 통한 식료품 배달/판매 서비스를 제공
 - 자율주행기술 발전과 더불어 코로나19로 비대면 배달산업이 급격히 성장함에 따라 자율주행기술 기반 배달시장 역시 큰 성장세를 보임
 - 글로벌 조사기관 Statista에 따르면 2023년 전 세계 자율주행 라스트마일(Last Mile)²⁷⁾ 배달 시장규모는 172억 2,000만 달러(한화 약 23조 8,583억 원)로 추산
 - 이는 2020년 87억 8,000만 달러(한화 약 12조 1,647억 원)에서 약 두 배 가량 증가한 수준
 - 2023년 이후 시장은 연평균 24.4%의 성장률로 513억 8,000만 달러(한화 약 71조 1,870억 원)에 달할 전망

<표 III-1> 글로벌 자율주행 배달 시장규모 및 전망치



(단위: 십억 달러, %)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	연평균성장률 ('23/'28)
17.22	21.43	26.66	33.18	41.29	51.38	24.4

*출처: Statista(검색일: 2024.07.25)

27) 상품을 개별 소비자에게 직접 전달하기 위한 배송의 마지막 구간을 의미하는 것으로, 보통 5~10km 내외의 단거리에서 포장된 음식이나 상품을 최종 소비자가 위치한 곳으로 운반해주는 것을 의미

<표 III-2> 푸드테크 기술별 적용 사례 - 자율주행기술

	<ul style="list-style-type: none"> · Robomart는 미국의 자율주행 식료품 배달 기업으로, 2022년 Unilever와 협력해 무인 이동식 아이스크림 판매 서비스를 론칭, Ben & Jerry's, Breyers, Magnum 등 아이스크림을 판매 · 소비자는 Robomart의 애플리케이션을 사용해 현재 자신이 위치한 곳으로 이동식 아이스크림 무인 판매 차량을 호출할 수 있음
<p>(미국) Robomart</p>	<ul style="list-style-type: none"> · AutoX는 미국의 자율주행 기술기업으로 2018년 캘리포니아에서 자율주행 식료품 배달 서비스를 시작 · 자율주행차를 이용한 식료품 배달 프로그램으로 고객이 주문한 물건을 가져다주는 배달 시스템과 고객에게 직접 찾아가는 바퀴 달린 상점 두 가지 방식으로 운영
	
<p>(미국) AutoX</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 핀란드의 대표적인 식료품 소매업체인 S-Group은 Starship Technologies Europe의 자율주행 로봇을 이용한 배달 서비스를 2023년 시범운영, 총 15만 건 이상의 주문을 배달 · S-Group은 2024년 말까지 전국 100개 이상의 매장으로 혁신적인 로봇 배달 서비스를 확대할 예정
	
<p>(핀란드) AutoX</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 일본 배달 앱 시장 1위인 우버이츠는 24년 3월부터 자율주행 로봇을 활용한 음식 배달을 시작 · 미국 로봇회사인 카트켄과 일본 기업 미쓰비시전기와 협력해 도쿄 일부 지역에서 우버이츠 주문을 배달하는 자율주행 로봇을 운행
	
<p>(일본) 우버이츠</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 중국 전자상거래 기업 알리바바그룹 라스트마일社의 무인 배송 로봇인 '샤오만뤼'가 중국 22개 성의 20만 명을 대상으로 배송 서비스를 제공 · '샤오만뤼(小蛮驢)'는 배달을 위해 개발한 자율주행 무인 배송 로봇으로 택배, 음식배달, 신선식품 배달 등에 쓰임
	
<p>(중국) 라스트마일</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 캐나다 로봇 제조사 'Geoffrey'가 개발한 배달 로봇으로, 음식 배달 업체 Foodora(DeliveryHero의 자회사)의 서비스에 사용 · 토론토 식당 반경 약 1.62km 거리에 있는 고객들에게 시속 6km로 이동해 15분 안에 음식 배달
	
<p>(캐나다) Geoffrey</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 자율주행 배달 로봇 딜리드라이브를 활용해 식당에서 아파트 세대 현관 앞까지 음식을 배달하는 서비스 시작 · 아파트 세대별로 QR코드를 부여해 배달 접수 후 세대 위치를 인식, 사전 입력된 경로에 따라 이동 · 공동현관문이나 엘리베이터 연동 문제는 홈 IoT 기술을 적용해 1층 공동현관 통행이 가능하도록 해결
	
<p>(한국) 우아한형제들 (배달의민족)</p>	

2. 인공지능(AI)

- 인공지능(AI)은 농작물의 생산 및 재배관리에서 제품 및 원료 개발, 제조 공정 효율화 및 개선, 유통 및 판매·마케팅에 이르는 전 과정에 걸쳐 적용
 - 방대한 데이터를 기반으로 의사결정을 위한 패턴을 기계가 스스로 학습하는 머신러닝(Machine Learning)을 통해 사람이 해야 할 일을 기계가 대신해주는 모든 자동화 작업이 인공지능의 영역에 포함
 - 인공지능은 그 자체 기술로써 활용되기도 하나, 로봇과 같은 하드웨어와 결합한 형태로 구현되기도 함
 - 인공지능 기술을 접목한 로봇이 데이터를 기반으로 최적화된 행동을 선택 및 수행하도록 하는 것으로, 식당接客 로봇이나 인공지능 기반 로봇을 통한 물류 자동화 시스템 등의 사례가 이에 해당

- 글로벌 조사기관 Precedence Research에 따르면, 인공지능(AI)이 도입된 전 세계 식음료 시장규모는 2023년 80억 달러(한화 약 11조 840억 원)로 집계
 - 인공지능은 개인화된 영양, 생산 및 유통 등 식품 가치사슬의 효율성, 데이터 중심의 의사결정 개선 등으로 식품산업 발전에 일조할 것으로 기대
 - 2024년 이후 인공지능이 도입된 식음료 시장규모는 연평균 39%의 큰 성장률로 2033년 2,146억 2,000만 달러(한화 약 297조 3,560억 원)에 달할 전망








<표 III-3> 푸드테크 기술별 적용 사례 - 인공지능(AI)

	<ul style="list-style-type: none"> · AI 기반 농약 살포 기계인 See & Spray를 출시 · 수십 개의 카메라가 장착된 장치로 제초제 분무기에 부착되어 초당 약 2,200제곱피트를 스캔한 후 잡초만 식별해 필요한 영역에만 농약 살포 가능
<p>(미국) John Deere</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 자연에 존재하는 생리 활성 물질과 그 건강상의 이점을 식별하는 AI 기반 계산 플랫폼인 Forager를 사용해 새로운 화합물을 생산 · 잠재적으로 건강상 이점이 있는 식물 영양소를 찾아내고, 생물학적 데이터를 분석해 새로운 화합물과 인체 건강 사이의 상관관계를 파악해 기능성식품 및 보충제 개발에 활용
<p>(미국) Brightseed</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 애플리케이션을 통해 작물 건강을 진단하고 생산성을 개선하도록 돕는 농업 기술 플랫폼 개발 · 작물의 사진을 찍어 애플리케이션에 올리면 이미지 인식 및 머신러닝을 통해 질병 감염 여부, 해충, 영양소 결핍 등을 진단
<p>(독일) Plantix</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 식재료 속 성분을 학습하고 조합을 구성해 새로운 음식 레시피를 창조하는 인공지능(AI) 플랫폼 개발 · Foodpairing 알고리즘은 소비자 요구 사항과 일치하는 수백만 가지의 풍미 조합을 만든 뒤 디지털 트윈 기술을 사용하여 새로운 맛에 대한 선호도를 테스트하여 검증
<p>(벨기에) Foodpairing AI</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Pepsico, Kellogg's, Nestle, Unilever 등 글로벌 식품기업에서 도입
	<ul style="list-style-type: none"> · SPC社의 아이스크림 브랜드 배스킨라빈스는 축적된 상품개발 노하우와 고객 구매 데이터에 기반한 핵심 키워드를 통해 인공지능으로 아이디어를 얻어 신제품을 출시하는 상품개발 과정인 AI NPD(New Product Development)를 통해 개발한 오렌지 얼그레이 맛 아이스크림 출시
<p>(한국) SPC</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 1만 개 이상의 참치 꼬리 절단면 이미지와 등급 기준 등을 사전 학습한 '참치 품질 등급 선별 AI 모델'을 개발, 냉동 참치 어체의 색상, 무늬 등에 따라 등급을 자동 분류하는 시스템 도입 · 또한 육안으로 확인하기 어려운 통조림 속 뼈, 이물 등을 검출하는 과정에 20만 장 이상의 참치 뼈 이미지를 학습한 AI 기술을 적용해 검출 성능을 6배 이상으로 크게 개선
<p>(한국) 동원F&B</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 비비고 포장김치의 배추 선별 과정에서 배춧잎 수천 장을 학습한 AI가 배추의 등급을 자동으로 분류하는 AI 시스템 도입 · 배추 등급 분류 정확도는 88.3%를 넘는 수준으로 나타남
<p>(한국) CJ제일제당</p>	

3. 푸드테크 로봇

- 로봇은 다양한 센서와 구동기(모터, 감속기, 관절모듈), 모션제어기 등이 결합된 하드웨어로, 자율주행기술·인공지능·로봇의 구동과 제어를 담당하는 기술과 결합해 활용
 - 농식품의 생산에서부터 제조, 물류, 판매에 이르는 모든 과정에 관여하며, 로봇 기술 도입을 통해 생산성, 안전성, 시장 요구 사항 충족, 지속가능성 등을 도모할 수 있음
 - (생산성 측면) 로봇의 도입은 생산성을 높이고, 생산비용을 감축할 수 있어 효율성과 품질에 있어 업계의 요구를 충족
 - 로봇 기술 도입을 통해 식품시장 가치사슬 전 단계에서 요구되는 작업을 일관성 있고 효율적으로 수행할 수 있으며, 대량 생산 및 처리가 가능
 - (안전성 측면) 로봇 도입을 통해 인간의 접촉을 최소화하고 오염의 위험을 줄여 소비자 안전과 제품 품질 보장을 위한 엄격한 기준을 준수할 수 있음
 - 센서 등을 장착한 로봇은 식품 내 이물질과 이상 징후를 감지하여 품질 기준 충족 여부를 빠르고 효율적으로 판단 가능
 - (소비자 요구 측면) 개인맞춤형 식품에 대한 소비자 요구가 증가함에 따라 식품 로봇 솔루션이 도입되는 추세로, 개인의 선호도와 식단의 요구 사항에 맞는 요리 및 식품을 만들도록 프로그래밍한 로봇이 활용
 - (지속가능성 측면) 식품 생산공정 최적화를 통해 식품 폐기물 및 에너지 소비를 줄일 수 있음
 - 로봇을 통한 정확한 분량 측정이 가능하여 과잉생산을 최소화함으로써 식품산업의 지속가능성에 기여
 - 전 세계적인 노동력 부족 및 고임금에 대응하여 외식 서비스 로봇이 도입되는 추세로, 글로벌 푸드 로봇 시장규모는 2020년 18억 6,100만 달러(한화 약 2조 5,784억 원)로 집계
 - 이후 전 세계 푸드 로봇 시장은 연평균 13.1%의 성장률로 2026년 38억 7,600만 달러(한화 약 5조 3,702억 원)에 달할 전망

<표 III-4> 푸드테크 기술별 적용 사례 - 푸드테크 로봇

	<ul style="list-style-type: none"> · 미국의 농업용 로봇 스타트업 Iron Ox가 개발한 로봇 농장용 로봇 · 자동차 크기의 이동형 로봇 Angus가 생육 중인 농작물이 담긴 트레이를 싣고 이동하면, 유니버설 로봇의 로봇 팔이 작물 종류·생육 정도에 따라 옮겨 심는 작업 수행 · 수경재배 방식으로 재배되며, The Brain이라는 AI S/W를 통해 작물 영양상태를 분석
<p>(미국) Iron Ox</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 Fendt의 로봇 Xaver는 모종·씨앗 심는 작업, 비료 주기, 잡초 제거, 작업 감독이 가능 · 클라우드 컨트롤, 인공위성 기반의 탐색 기술이 가능한 정밀농업을 위한 로봇
	<p>(미국) Fendt</p>
	<ul style="list-style-type: none"> · 덴마크의 로봇 기업 Universal Robot에서 개발한 식품공장용 협동로봇 솔루션으로, 계란 포장 및 운반 로봇, 설탕 무게 측정, 바닐라크림 포장·운반, 크림치즈 생산라인 등에 적용
<p>(덴마크) Universal Robots</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 일본 스타트업 RT코퍼레이션의 도시락 제조 공장용 휴머노이드 협동로봇 · 도시락 공장 컨베이어벨트로 이동한 용기에 반찬을 담는 작업 수행 · 로봇의 머리 부분에 탑재된 3D 카메라로 식재료·반찬을 시로 식별하고, 로봇팔에 달린 집게로 식재료를 잡아 용기에 담는 방식
	<p>(일본) RT Corporation</p>
	<ul style="list-style-type: none"> · 영국 최대 온라인 식료품기업 Ocado는 신선식품을 물류창고에서 로봇이 피킹해 배송하는 완전 자동화 물류센터 구축 · AI 기반 물류센터 내 수백~수천 대의 로봇이 설치되어 주문된 식료품을 자동으로 피킹
<p>(영국) Ocado</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 유통 자동화 시스템업체 Takeoff Technologies는 미국 식료품업체 Sedano's Supermakets와 제휴해 로봇 슈퍼마켓 설립, 고객이 온라인으로 식료품 주문 시 AI 로봇이 몇 분 안에 최대 60개 품목의 주문 처리 · 미국 슈퍼마켓 Wakefern Food도 Takeoff Technologies와 제휴하여 Micro Fulfillment Center(상품 보관, 적재, 재고 관리, 포장, 출하, 배송 일괄 처리 시스템) 구축 예정
	<p>(미국) Takeoff Technologies</p>
	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 식료품 물류 자동화 시스템 기업 Alert Innovation은 유통업체 Walmart와 제휴해 로봇 자동화 물류 플랫폼을 구축 · 미국 뉴햄프셔주 살렘에 구축된 Walmart의 알파봇 플랫폼에는 30대의 피킹로봇이 설치되어 식료품을 운반하는데, 사람의 작업속도보다 10배 빠름
<p>(미국) Alert Innovation</p>	




	<ul style="list-style-type: none"> · 서빙로봇 CLOi 서브봇과 조리로봇 CLOi 셰프봇, 튀김로봇 튀봇, 바리스타봇 등 푸드테크 로봇 모델을 각각 출시 · CLOi 서브봇은 3D 카메라 및 라이다 센서, ToF 센서가 내장되어 공간 인식 및 장애물 회피 가능 · CLOi 셰프봇은 외식 프랜차이즈 매장에 도입하여 쌀국수 제조 · 튀김용 로봇인 튀봇은 조리시간 및 과정을 자동화하여 품질 유지 및 조리 효율화 가능 · 로봇팔로 커피를 제조하는 바리스타봇은 원두 종류·분쇄 정도·물 온도와 양·추출시간 등 정보가 탑재되어 자동으로 커피 제조
<p>(한국) LG전자</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 서빙로봇인 딜리플레이트 렌탈 서비스를 개시하였으며 2020년 10월 기준 전국 외식 매장에 240대 이상의 로봇 도입 · 신규 도입 모델인 딜리플레이트S는 10.1인치 터치스크린에 영상이나 사진, 음성을 적용할 수 있으며, 지정된 테이블에 순차적으로 음식을 서빙하고 정해진 동선에 따라 반찬이나 냅킨 제공 가능
<p>(한국) 우아한형제들</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · AI 튀김 조리 로봇(Rober-E), 전자동 치킨 조리 로봇(Robot-Assemble), 바텐더 로봇(Robotender) 등 출시 · AI 튀김 조리 로봇은 클라우드 기반 운영 시스템을 탑재하였으며, 시간당 50개 바스켓 조리 가능 · 바텐더 로봇은 주문에서부터 제조, 서빙까지 전 과정을 자동화하여 시간당 60잔을 제공할 수 있으며, 50여 가지 칵테일 및 믹솔로지 주류 제조 가능
<p>(한국) 로보아르테</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · 구내식당 등 단체급식에서 국이나 탕, 찌개류를 자동 조리하고 배식하는 전문 코너인 웰리봇 출시 · 고객이 식당 입구에 설치된 주문 패드로 메뉴를 선택하면 로봇이 바로 가열 및 조리를 시작하여 배식대로 제공하는 방식으로 운영 · 약 100여 개의 메뉴 레시피가 입력되어, 당일 메뉴에 따라 육수 투입량과 가열 시간, 온도 등을 자동으로 조절 가능
<p>(한국) 삼성웰스토리</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> · F&B 전용 협동로봇인 E시리즈는 치킨, 커피, 면류, 아이스크림, 맥주 제조에 활용할 수 있으며, 국내 치킨 및 커피 프랜차이즈에 솔루션 공급 · 세척이 용이하고 쉽게 오염되지 않는 도료를 사용하고 협동로봇 모든 연결 축 간의 틈새를 밀봉한 것이 특징으로, 미국 위생안전기관 NSF(National Sanitation Foundation)의 식품위생안전 인증 획득
<p>(한국) 두산로보틱스</p>	

4. 바이오 기술

- 바이오 기술 중에서도 농식품 산업에 적용되는 그린바이오 기술은 농업과 그 전후방 산업에 모두 적용
 - 최근에는 그린바이오 기술을 통한 식품 원료(첨가물, 기능성 소재, 대체 단백질 등) 개발 및 생산이 적극적으로 추진되고 있음
 - 이 외에도 미생물을 활용한 농약·비료·사료 개발, 생산 효율성 및 품질 측면에서 경쟁력 있는 식물육종, 안전하고 경제적인 동물용 의약품 개발 등에 그린바이오 기술이 활용
 - 그린바이오 기술을 포함한 바이오산업은 전 세계적 인구·자원·환경 문제를 해결하기 위한 대안으로 인식
 - 바이오 기술을 바탕으로 인구증가, 식량 위기, 기후변화, 감염병, 에너지 고갈 등에 대응할 수 있을 것으로 기대되며, 특히 그린 바이오 기술은 농업 생태계에 미치는 영향을 고려하여 지속가능성을 추구한다는 점에서 의미가 있음

- 글로벌 조사기관 Precedence Research에 따르면, 2023년 전 세계 그린바이오 산업 규모는 1,160억 달러(한화 약 160조 7,180억 원) 규모로 집계
 - 2024년 이후 전 세계 그린바이오 산업 규모는 연평균 8.8%의 성장률로 2034년 2,933억 5,000만 달러(한화 약 406조 4,364억 원)에 달할 전망
 - 2020년 기준 국내 그린바이오 산업 규모는 약 5조 4,000억 원 규모로 전 세계 시장의 0.3% 수준으로 나타남

<표 III-5> 푸드테크 기술별 적용 사례 - 그린바이오 기술

 Partner with the microbial world for human benefit® (미국) AgBiome	<ul style="list-style-type: none"> · 미생물을 활용한 곰팡이균 예방 및 방제용 농약 제품 출시 · 살균 효과가 기존 생물학적 제품보다 최고 20배 이상 높아 방제 효과 측면에서 화학농약을 완전히 대체 가능
 (미국) Marrone Bio Innovations	<ul style="list-style-type: none"> · 식물에 기생하는 선충류, 토양해충 및 토양매개 질병을 예방하고 방제할 수 있는 미생물 기반 농약 출시 · 선충류 및 해충의 성장을 죽이거나 억제할 수 있고 뿌리썩음병, 마름병 및 녹색병과 같은 특정 식물의 질병 방제가능 · 토양처리 외에도 새로운 미생물 농약은 잔디, 임업 묘목, 수확 후 및 종자처리제로도 광범위하게 사용
 (한국) CJ제일제당	<ul style="list-style-type: none"> · 축적된 미생물 개량 및 발효 기술을 기반으로 자연식품에 존재하는 성분과 동일한 형태의 조미소재를 개발하는 식품첨가제 부문과 사료용 아미노산, 효소 등을 생산하는 사료첨가제 부문으로 구분 · 미생물이 당이 풍부한 식물성 원료를 먹고 생산해내는 산출물을 토대로 8대 사료용 아미노산인 라이신, 쓰레오닌, 트립토판, 발린, 메치오닌, 알지닌, 히스타딘, 이소루신을 대량으로 생산 가능한 기술력 확보
 (미국) Upside Food	<ul style="list-style-type: none"> · 업사이드푸드는 현존 배양육 업체 중에서는 가장 먼저 설립된 기업으로, 유전자 조작 기술을 사용(유전자 조작 세포주 활용)해 배양육 개발 · 2023년 6월, 해당 기업에서 개발한 세포배양 닭고기가 美농무부(USDA)의 생산 및 판매 승인 취득
 (미국) Impossible food	<ul style="list-style-type: none"> · 콩 뿌리에서 추출한 레그헤모글로빈 유전자를 활용해 생산한 헴(heme) 성분으로 대체식품(대체육)을 제조하는 기업 · 식물성 원료에서 대체육을 구성할 단백질, 지방질, 미네랄 등 주요 성분을 추출한 뒤 발효 및 배양 과정을 거쳐 실제 고기의 분자 구성을 모방하는 기술 적용
 (한국) 티센바이오팜	<ul style="list-style-type: none"> · 소의 줄기세포를 추출해 만든 배양육 개발 기업으로, 미세식용섬유로 고기 형태를 제작하고 고깃결과 마블링을 구현 · 덩어리육(whole-cut meat) 형태의 배양육 제작 기술을 보유하고 있으며, 버섯·채소 등을 녹여 만드는 식용 바이오잉크 및 이를 활용한 미세 식용섬유 제작 기술 보유
 (한국) 심플플래닛	<ul style="list-style-type: none"> · 세포주 개발 특화 플랫폼 기술과 식용 배양 배지 기술을 통해 다양한 식품 원료를 연구 개발하는 기업 · 근육세포 상태에서 바로 파우더화 해 단백질 함유율을 높이고 일반 육류, 기존 식물성/유청 단백질 대비 최대 6배가 높은 아미노산 함량을 갖춘 기능성식품 원료인 고단백 세포배양 파우더 개발

IV. 결론 및 시사점

□ 푸드테크의 도입으로 식품산업의 패러다임이 변화하는 추세

- 식품과 기술의 융복합을 통해 산업 전 분야의 가치사슬이 재편되고 있으며, 특히 △효율성 △안전성 △지속가능성 측면에서 효용 발생
 - (효율성) 생산·물류·판매·서비스 등 가치사슬 전 단계에 기술을 접목하여 개선된 프로세스를 통해 효율성 및 생산성 향상
 - (안전성) 식품 가공 및 패키징 등에 있어 로봇의 활용이나 위생 관련 기술의 상용화 등으로 식품의 안전성 제고
 - (지속가능성) 농작물 재배부터 음식물 폐기까지 식품 각 과정에 푸드테크가 도입되며 환경친화적인 작업 수행 및 불필요한 낭비를 줄임으로써 지속가능성 확대에 기여
- 푸드테크는 현재 식품산업이 직면한 위기를 극복할 수 있는 대안으로 인식
 - 인구 증가로 인한 식량안보, 기후변화 및 자원 고갈에 대한 지속가능성 추구, 안전하고 건강한 식품에 대한 소비자 요구 증가, 노동력 부족 및 고임금으로 인한 인력난 등의 문제를 해결할 수 있는 농식품 산업의 미래 성장을 이끌 방안으로 주목

□ 국내 푸드테크 산업의 기술 수준과 기업 규모는 선도국 대비 상대적으로 낮으나 향후 성장이 기대되는 수준으로 평가

- 현재 전 세계 푸드테크 시장을 선도하는 국가는 미국으로 나타나며, 이 외 영국, 중국 등도 경쟁력을 보유
- 한국의 푸드테크 스타트업 규모는 상대적으로 작은 편이며, 온라인 주문 및 배달 분야에 가장 높은 경쟁력을 보유
 - 반면 고도화된 IT 기술력을 바탕으로 푸드테크 산업 발전 가능성은 높은 것으로 평가되며, 다양한 분야로의 투자 및 지원, 정책적 기반 마련 및 규제 완화 등을 통해 시장은 더욱 발전할 수 있을 것으로 기대

<표 IV-1> 주요국별 푸드테크 산업 경쟁력 비교

구분	미국	중국	영국	한국
대체식품	높음	중간	비교적 높음	낮음
식단 개인화 (맞춤형 식단)	비교적 높음	중간	중간	낮음
친환경 패키징	중간	낮음	중간	낮음
온라인 주문·배달	높음	높음	비교적 높음	높음
생물학적 보존법	중간	낮음	중간	낮음
자동화·로봇	높음	비교적 높음	낮음	중간

*출처: 삼일PwC경영연구원(검색일: 2024.07.25)

□ 국내 푸드테크 산업의 경쟁력 제고를 위해 기술 개발에 대한 지원 및 투자 확대, 전문인력 양성 등이 필요

- 푸드테크는 농식품 산업 전 과정에서 부가가치를 창출하는 중요한 요소로, 산업 육성을 위한 정부 차원의 정책적 지원이 적극적으로 추진 중
- 다만 푸드테크 산업의 지속적인 성장을 위해서는 인력, 시설 및 장비, 제도 등에 대한 개선이 필요한 것으로 나타남
 - (인력) 식품과 기술이 융복합된 전문인력에 대한 교육과정 및 전문가 정보가 불충분한 상황으로, 전문인력 양성이 요구됨
 - (시설·장비) 고가의 푸드테크 관련 시설 및 장비에 대한 개별기업의 자체적인 접근성은 매우 낮은 실정이므로 이에 대한 방안 마련 필요
 - (제도) 최근 자율주행로봇 및 그린바이오 육성과 같은 정부 차원의 법 제도 마련이 이뤄지고 있으나, 식물성 대체식품 등 타 부문의 푸드테크 관련 기준이나 규격은 명확히 정비되어 있지 않은 상황으로 향후 푸드테크 시장 확대에 중점을 둔 기준 및 제도 마련이 필요

※ 참고문헌 및 참고사이트

1	한국로봇산업진흥원(https://www.kiria.org/)
2	Amazon Web Services(https://aws.amazon.com/)
3	Google Cloud(https://cloud.google.com/)
4	IBM(https://www.ibm.com/)
5	SAS 인사이트(https://www.sas.com/)
6	Statista(https://www.statista.com/)
7	그린바이오 산업 육성전략, 농림축산식품부(2023.06)
8	농식품산업의 혁신성장을 위한 푸드테크 산업 발전방안, 관계부처 합동(2022.12)
9	대체단백질식품 생산 기술동향, 박성권(세종대학교 식품생명공학부)
10	식의약 R&D 이슈보고서 - 푸드테크, 식품의약품안전처(2022.06)
11	푸드테크 혁신 트렌드와 미래 전망, 한국농촌경제연구원
12	푸드테크의 시대가 온다- 1부. Robots in Food Tech, 삼일PwC경영연구원(2022.10)
13	푸드테크의 시대가 온다- 2부. 대체식품, 삼일PwC경영연구원(2023.07)
14	RobotIP 협동로봇 특집편, 특허청(2021.05)
15	"AI로 참치 잡고 등급 매기고"...'참치회사'가 AI에 진심인 이유, 이데일리(2023.04.10.)
16	"잘 익었네요!"...김치도 AI로 똑똑하게 관리한다, AI타임스(2022.07.14.)
17	'그린바이오 新산업' 중 기능성 분야 발전 방안 모색, FOOD ICON(2023.02.24.)
18	'레벨'을 모르면 '자율주행'을 아는 게 아니다?, THE DAILYPOST(2022.09.14.)
19	'직원 대신 로봇이 척척' 80만 사장님 돕는 기술에 수천억 몰린다, 조선일보(2024.01.30.)
20	"신제품 개발부터 광고까지" 식품업계도 AI 입는다, 이투데이(2024.05.12.)
21	"실험실서 만들어도 실제 같은 쇠고기... 맛 보강하고 값은 낮출 것", 동아일보(2023.07.09.)
22	"푸드테크 발전이 인구위기 해법 기여할 것", 에너지경제(2024.05.24.)
23	2024 CES 휩쓴 AI...격변기 맞는 식품업계, 준비태세 돌입, 뉴스원(2024.01.18.)
24	2024 푸드테크, 지속가능성·건강·순환경제·자동화가 발전 이끌어, 식품음료신문(2024.06.07.)
25	3색 바이오 기술로 그리는 우리의 지속가능한 내일, 한화저널(2022.09.20.)
26	SPC 배스킨라빈스, 시기술 기반 신제품 '오렌지 얼그레이' 출시, 배스킨라빈스(2024.03.18.)
27	국가별 푸드테크 산업 경쟁력 비교...'한국 위치와 기회', DX Times(2023.04.22.)
28	그린 바이오 (Green Biotech) 산업의 전망, 시티뉴스(2023.06.16.)
29	그린바이오 : 대체 단백질이 주목받는 배경, IRS Global(2022.04.08.)
30	그린바이오 산업 주요사례, 더바이어(2023.05.02.)
31	늘지않는 기술부터 배양육...10대 바이오 유망기술?, HelloDD.com(2023.03.07.)
32	대기업도 사료·식품첨가제 개발... "그린바이오는 미래 개척지", 서울신문(2023.11.03.)
33	로봇이 조리하고 배달...외식업계 '무인화'에 쏠린 눈, 민주신문(2023.10.10.)
34	맛의 비법 알려주는 AI 나왔다, 동아사이언스(2021.04.29.)
35	메가 FTA시대, '그린바이오·푸드테크'로 여는 농식품산업의 미래, 농수축산신문(2023.06.30.)

36	물류위기라더니...日 '우버 로봇배달' 첫번째 글로벌시장 된다, 한국경제(2024.02.21.)
37	미국은 세계 최대 생물농약 시장...1401개 제품 등록, 영농자재신문(2020.10.12.)
38	미래 먹거리 대안으로 떠오른 '그린바이오', CJ Newsroom(2023.03.16.)
39	바이오 기술, 대중화 시대 열리고 있다, LG경영연구원(2016.01.19.)
40	배추 선별도, 돼지 사료도...CJ제일제당, 'AI'로 제품 혁신, 포쓰저널(2023.09.11.)
41	소 도살 없이 '맛있는 고기' 먹는다...입맛 돋우는 'K배양육 기술', 머니투데이(2024.03.09.)
42	식품·외식 AI 등 신기술로 Z세대와 소통, 식품음료신문(2024.04.02.)
43	식품·외식업계, 매장 관리부터 제품 개발까지 AI 활용 속도, 식품외식경제(2024.06.12.)
44	식품산업의 미래, '푸드테크'가 대세다 ㊦ 기술 및 발전 양상 4가지, 중소기업투데이(2023.06.04.)
45	식품업계도 AI무장 ... 흠집 배추 골라내고, 참치 작은뼈까지 탐지, 매일경제(2023.02.01.)
46	식품첨가물 제조에 사용할 안전성 확보된 미생물 종류 확대, 식약일보(2023.06.20.)
47	신제품 출시도, 고객 관리도... 식품·외식업계 스며든 푸드테크, 뉴데일리경제(2024.05.10.)
48	애플 자율주행 출신 스타트업, 라이다 없는 자율주행 배송 로봇 출시, AI타임스(2024.07.24.)
49	올해부터 길거리에 배달용 자율주행 로봇이 달린다, 동아사이언스(2024.02.10.)
50	인공지능(AI)은 어떻게 발달해왔는가, 인공지능의 역사, NVIDIA Korea(2016.03.13.)
51	인생은 고기서 고기...'임파서블 푸드', Byline Network(2022.01.17.)
52	자율주행을 위한 필수 기술, ADAS 기술과 원리는?, 현대자동차그룹(2022.03.17.)
53	참치 탐색부터 뼈 속아내기까지...동원그룹 AI 전방위 활용, 포쓰저널(2023.09.15.)
54	찾아라, 미래 보물 '토양 마이크로바이옴', 농업인신문(2023.05.26.)
55	카트켄, 배달 로봇에 레벨4 수준 자율주행 기능 탑재, Bemax Technology(2022.11.08.)
56	푸드테크산업 어디까지 왔나, 선진국과 기술 격차는?, 이코리아(2023.06.07.)
57	Robotics in Foodtech: A Look at the Innovations Changing the Food Industry, EATABLE ADVENTURES(2023.08.23.)
58	5 Examples of Biotechnology in Agriculture, Fruitgrowers(2021.12.25.)
59	Agricultural Biotechnology Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034, Precedence Research(2024.07)
60	AI in Food and Beverages Market Size, Share, and Trends 2024 to 2033, Precedence Research(2024.02)
61	An under-the-radar self-driving car startup is launching California's first autonomous grocery delivery, BUSINESS INSIDER(2018.08.28.)
62	Biotechnology Market Size to Reach USD 5.68 Trillion by 2033, BioSpace(2024.04.03.)
63	Finnish grocery chain expands robotic delivery to over 100 stores by year-end, HELSINKI TIMES(2024.05.15.)
64	Food delivery robot crashes into car, flees scene of accident yle(2024.01.30.)
65	Food Robotics Market, Global Market Insights(2023.10)
66	Food Robotics Market, Markets and Markets(2020.12)
67	FoodPairing shares how AI can speed up product development, FoodNavigator(2023.10.20.)
68	Green Biotechnology, Stockholm University(2024)
69	Robomart and Unilever launch hailing service for driverless ice cream vans, ROBOTICS&AUTOMATION(2022.08.05.)