

2023-O2호

산업·기술·정책 동향보고서

# DTC(Direct-to-Consumer) 유통자 검사 기반 개인 맞춤형 식품





## Contents

요약 .....	1
1. 개요 .....	2
1-1. 개념 및 정의	
1-2. 배경	
2. 국내외 연구개발동향 .....	6
2-1. 기술 개요	
2-2. 국외 연구개발동향	
2-3. 국내 연구개발동향	
3. 국내외 산업동향 .....	18
3-1. 국외 산업동향	
3-2. 국내 산업동향	
4. 국내외 정책동향 .....	25
4-1. 국외 정책동향	
4-2. 국내 정책동향	
5. 결론 및 시사점 .....	29
6. 참고문헌 .....	31

## 요약

### ■ 배경

- 인구 고령화와 예상치 못했던 전염병 격발 등으로 개인 맞춤형 영양에 대한 관심이 증가하고 있으며 COVID-19 이후 건강기능식품 시장과 메디컬푸드, 웰니스 시장의 성장세가 두드러짐
- 유전자 분석 기술의 발전에 따라 대량의 유전정보 데이터 축적이 가능해지고, 국내 DTC(Direct-To-Consumer, 소비자 대상 직접시행)유전자 검사제도 도입으로 개인 유전정보를 기반으로 한 개인별 맞춤·정밀의료가 새로운 패러다임으로 등장

### ■ 동향

- (연구개발동향) 선진국에서는 국가 차원에서 유전자 정보를 수집하여 개인 맞춤형 식단과 운동프로그램으로 국민건강증진에 노력하고 있으며, 대규모 임상연구를 통한 검증 데이터를 기반으로 공중보건에 활용하거나, 기업 서비스화되고 있음
- (산업동향) 글로벌 유전자 검사 시장은 지속적인 성장세가 예측되며 이와 함께 국내외 맞춤형 영양 서비스 시장의 성장세도 동반되고 있음
- (정책동향) 유전자검사에 대한 규제가 세계적으로 완화되는 추세로, 국내에서도 의료기관에서 의료목적으로 가능하던 유전자검사에 대한 규제가 완화에 따라 유전정보와 관련한 서비스 다양화 및 시장 확대 기대

### ■ 결론 및 시사점

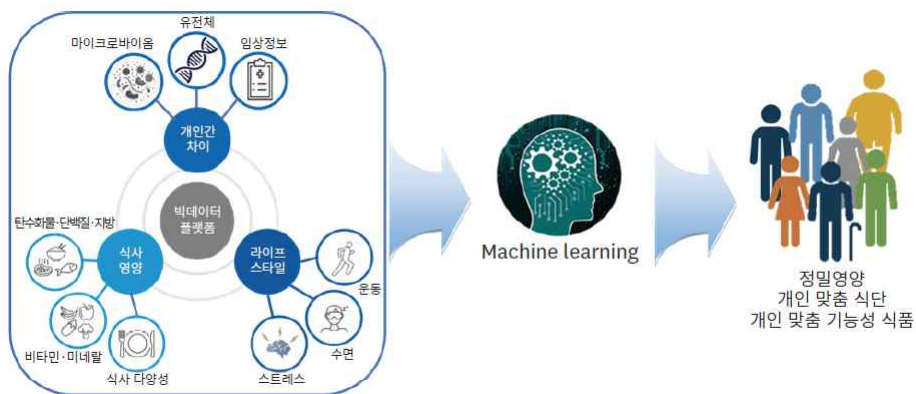
- 미국 NIH와 유럽 식품안전청에서는 유전자, 활동정보 기반의 개인 맞춤형 식단과 운동프로그램을 통하여 국가차원의 국민건강 증진사업을 진행
- 농식품부, 농진청, 과기부, 중기부 등 주요 부처는 2021년부터 데이터 기반 맞춤형 식품 산업 육성을 위한 정책수립과 지원에 집중하고 있음
- 최근 농식품부의 푸드테크산업 육성 방안에 활용도 높은 디지털 식품정보 플랫폼 구축과 데이터 기반의 개인 맞춤형 식품 관련 연구가 포함되어 있어 해당분야 성장의 모멘텀이 될 것으로 기대
- 정부의 DTC 인증제 도입을 계기로 웰니스, 웰빙 트렌드의 국내 소비자를 만족시킬 수 있는 개인 맞춤형 식품 시장의 형성이 자연스럽게 활성화될 수 있을 것으로 기대됨

# 1 개요

## 1-1. 개념 및 정의

### ■ 개인 맞춤형 식품 관련 개념 및 용어 정의

- 초기 연구단계에서부터 ‘개인 맞춤형 영양(personalized nutrition)’, ‘정밀 영양(precision nutrition)’, ‘계층화된 영양(stratified nutrition)’, ‘맞춤형 영양(tailored nutrition)’, ‘개별 맞춤형 영양(individually tailored nutrition)’ 등 여러 용어와 개념으로 정의되어 왔음
- ‘개인 맞춤형 영양(personalized nutrition)’ 또는 ‘정밀영양(precision nutrition)’ 용어는 2005년 인간 유전체프로젝트 완성 이전에도 질환별 후보 유전자에 따른 예방 식단 등의 연구에 사용되었으나 이후 임상시험 과정에 활용되면서 정착되었음<sup>1)</sup>
  - 개인 맞춤 영양(personalized nutrition) 정의: 각 개인의 유전적인 특성으로 인해 식품 섭취에 대한 건강상의 반응이 달라지는 것을 의미함
  - 정밀 영양(precision nutrition) 정의: 유전체, 마이크로바이옴, 대사 프로필, 건강 상태, 신체 활동, 식생활 패턴 및 사회경제적·심리사회적 특성을 포함한 개별 변수를 기반으로 포괄적이고 역동적인 영양 권장 사항을 개발하는 접근법을 의미함



### < 정밀 영양의 개념도<sup>2)</sup> >

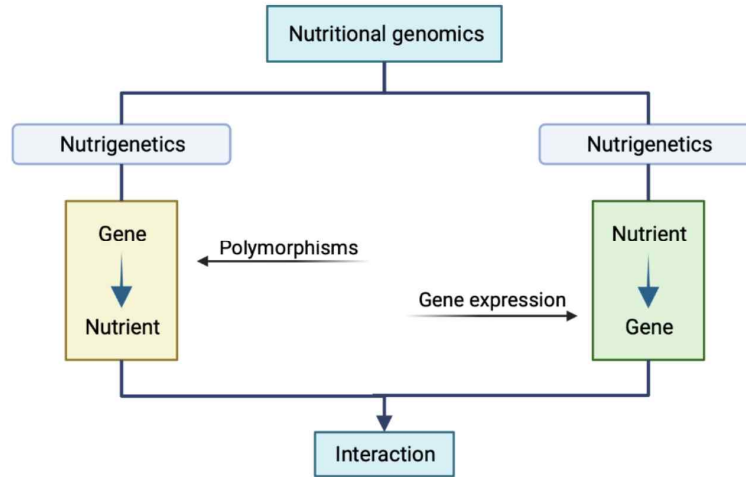
- 개인의 유전체(유전자)와 식품 상호작용에 따라 개인 유전정보가 영양 상태에 영향을 미치는 ‘영양유전학’과 특정 영양소가 개인별 다른 영향을 주는 ‘영양유전체학’으로 구분할 수 있음<sup>3)</sup>
  - [영양유전학(Nutrigenetics)] DNA 염기서열 차이로 인한 다형성(polymorphism)에 의해 나타나는 개인의 유전적 차이에 따라 영양소 또는 식이에 대한 반응을 연구하는 학문

1) Silvia Berciano et al., 2022. Precision nutrition: Maintaining scientific integrity while realizing market potential. Front Nutr.

2) 김양하. 2022. 정밀영양:개인간 대사 다양성을 이해하기 위한 접근. J. Nutr. Health

3) Adela Emilia Gómez Ayala. 2007. Nutrigenómica y nutrigenética. Offarm

- [영양유전체학(Nutrigenomics)] 주요 영양소, 비타민 등 미세영양소의 체내 흡수, 역동, 작용 등이 개인의 유전체적 특징에 따라 다르게 영향을 주고 영양소 자체가 전사인자(transcription factor)로서 역할을 하는 등 개인 유전체와 영양의 상호작용을 연구하는 학문



〈 영양 유전체학. 유전자-영양소 상호작용<sup>3)</sup>〉

- ‘개인 맞춤형 식품’은 개인의 유전정보, 건강 상태 또는 라이프스타일에 맞추어 추천하는 건강한 식단을 의미함<sup>4)</sup>
  - 개인의 유전자, 장내 미생물, 개인 건강기록(Personal Health Record, PHR)과 같은 특성에 따라 질병을 예측하고 식품과의 상관성을 통해 제안할 수 있는 정밀식품이 포함됨<sup>5)</sup>
  - 맞춤형 식품 개념의 등장과 함께 개인의 신체적·정신적·사회적 건강의 균형적인 상태와 이를 추구하는 전반적인 활동을 일컫는 ‘웰니스(Wellness)\*’라는 개념도 등장함
    - \* 웰빙(wellbeing)과 건강을 뜻하는 피트니스(fitness)의 합성어

■ ‘맞춤형 식품’의 기본 정보인 개인 유전체(유전자) 특성은 Direct-To-Consumer(DTC, 소비자 대상 직접 시행)로 이루어지는 유전자 검사에 의해 확보됨

- 특정 항목의 유전자에 대해 소비자가 의료기관을 방문하지 않고 유전자 검사 전문 기관을 통해 받을 수 있는 유전자 검사로, 유전자 검사 기관이 검체 수집, 검사, 결과 분석 및 전달 등을 수행하여 서비스 제공<sup>6)</sup>
- 소비자가 가정에서 유전자 검사키트를 배송받아 타액을 뱉거나 땀 안쪽을 면봉 등으로 긁어 상피 세포를 채취해 보내면 분석하여 결과를 받을 수 있음<sup>6)</sup>
- 확보된 본인의 유전 정보는 유전적 특성에 따른 생활습관 개선, 식습관 개선, 체중 관리 등에 활용될 수 있음

4) Nofima. <https://nofima.com/worth-knowing/what-is-personalized-food/#ib-toc-anchor-0>

5) 경향신문. 2021. <https://www.khan.co.kr/science/science-general/article/202101172038005>

6) 보건복지부. 2020. DTC 유전자검사 가이드라인(1차)

## 1-2. 배경

- **(개인 맞춤형 식품의 배경) 인구 고령화와 예상치 못했던 전염병 격발 등으로 개인 맞춤형 영양에 대한 관심이 증가하고 있으며 COVID-19 이후 건강기능식품 시장과 메디컬푸드, 웰니스 시장의 성장세가 두드러짐**
  - 기대수명이 늘어나고 비만·당뇨 등 식습관 관련 대사성 질환이 증가하면서 식생활을 통한 웰빙, 질병 예방의 중요성에 대한 관심이 고조됨
  - 이에 따라 개인의 유전체와 생활습관 등을 분석해 질병을 예방·치료하는 정밀의료, 정밀영양의 방법론으로 개인 건강을 관리하는 시대가 도래함
  - 개인별 생애주기, 취향, 관심사, 건강상태를 고려하여 나만을 위한 한끼 식사, 영양식, 건강기능성식품을 선택하는 트렌드가 확산되고 있으며 빠르게 성장하는 온라인 식품 시장과 푸드테크의 발전이 개인 맞춤형 식품 시장의 성장 배경이 되고 있음
- **유전자 분석 기술의 발전에 따라 대량의 유전정보 데이터 축적이 가능해지고, 빅데이터 분석을 통한 건강관리와 질병진단·치료의 해법을 찾는 시장이 점차 확대될 전망**
  - \* 세계 유전자 검사 시장 : ('17년) 58.2억달러 → ('24년) 117.9억달러, 연평균 10.6% 증가<sup>7)</sup>
  - 유전정보를 추출하기 위한 유전체 분석기술과 통계처리 기술 발전으로 소요비용 감소 및 처리시간 단축
    - \* 일인당 유전체 시퀀싱 비용: ('00년) 1억 달러/회 → ('22년) 200 달러/회로 감소<sup>8)</sup>,
    - \* 일인당 유전체 분석 시간 : ('08년) 6개월/건 → ('17년) 30분/건<sup>9)</sup>
- **(국내 DTC 유전자 검사제도 도입 배경) 개인 유전정보를 기반으로 한 개인별 맞춤의료, 정밀의료가 보건 산업의 새로운 패러다임으로 등장**
  - 질병 예방 및 개인별 맞춤의료의 중요성이 부각되면서 의료기관이 아닌 유전자 검사 전문기관을 통한 DTC 유전자 검사에 대한 관심이 높아짐
    - 2016년 DTC 유전자 검사가 처음으로 허용되었으나 의료계의 반발과 관련 규제에 막혀 시범사업 수준으로 시행되었음
    - 2021년도에는 유전자 검사기관 정식 인증제 도입을 골자로 하는 생명윤리법 일부 개정(안)에 대한 합의가 이루어지면서 2022년부터 웰니스 분야에 한정된 본격적인 DTC 검사가 가능해짐

7) Global information. 2021. 세계의 유전자 검사 시장

8) 메디칼 타임즈. 2022.10. <https://www.medicaltimes.com/Main/News/NewsView.html?ID=1149808>

9) 히트뉴스. 2022.02. <http://www.hitnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=38134>

- 2022년 7월 DTC 「유전자 검사 역량 인증제」\* 도입 이후 6개 기관이 인증되었고 70여개 항목의 검사가 가능해져서 개인 건강 문제를 미리 파악하여 예방할 수 있게 됨

\* 의료기관이 아닌 유전자검사기관이 소비자를 대상으로 직접 수행할 수 있는 유전자 검사항목을 확대하면서도 검사역량을 갖춘 기관에서만 유전자검사를 수행할 수 있도록 인증제를 도입 (보건복지부, 2022)

- 국내 DTC 유전자 검사제도(2016년) 도입 이후 2022년도 정부의 규제개선 정책 시행으로 소비자 대상 DTC 유전자검사 분석 시장이 활성화 될 것으로 전망
- 본 보고서에서는 개인 맞춤형 식품과 관련된 과학기술 분야에 대한 정의와 개념을 정리하고 개인 유전자검사(DTC) 기반의 맞춤형 식품(식단)에 대한 국내외 연구개발, 산업·시장, 정책 동향을 파악하여 성장세가 뚜렷한 맞춤형 식품 산업의 미래 방향성에 대한 시사점을 도출하고자 함

### 2-1 기술 개요

- 개인 맞춤형 식품은 유전자 대량 분석 기술을 이용해 식품 내 영양소와 신체 유전체, 단백질체, 대사체 간의 상호작용을 분석하여 개인 맞춤 건강 식이 처방을 통해 건강 관리와 질병을 예방하는 것을 목표로 함<sup>10)</sup>
  - 빅데이터 분석은 기기의 발달과 데이터 저장 용량의 기하급수적인 확장으로 전 분야에 다양하게 적용되고 있는데, 정밀영양을 위한 머신러닝에 수집하는 데이터에는 에너지(음식 및 음료) 섭취, 신체 계측 정보, 임상 정보, 유전체와 장내 마이크로바이옴 정보, 신체 활동, 및 수면 추적 등이 포함됨
  - 개인의 라이프로그 데이터가 수집되고 이를 바탕으로 개인의 빅데이터가 생성되어 플랫폼이 구축되고 인공지능(AI) 알고리즘이 개발되면 빅데이터의 자동분석으로 개인의 질병에 대한 예방 및 예후 관리가 가능함
  - 정밀영양에서 빅데이터 분석을 적용하여 복잡한 요인들을 통합하여 개인별 또는 계층화 수준에 대한 정확한 영양 지침을 제공할 수 있음
  - 정밀영양 빅데이터 분석을 위한 머신러닝은 명시적인 프로그래밍 없이 컴퓨터가 스스로 경험을 통해 작업을 수행하게 하는 알고리즘 연구로, 데이터로부터 패턴을 도출하는 알고리즘 개발이 중요한 분야임

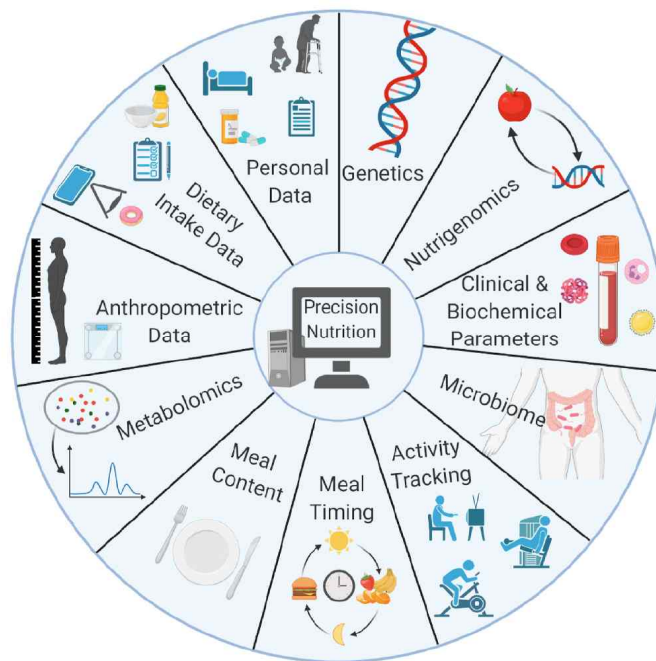
#### 〈머신러닝 알고리즘 작업 분류〉<sup>11)</sup>

- **분류(classification)** 지정된 클래스에 있는 속성을 기반으로 데이터 값을 분류. 데이터를 두 클래스 (1 또는 0, 예 또는 아니오) 중 하나로 분류할 수 있는 이진 분류가 일반적이나, 클래스 번호가 2보다 큰 다중 분류도 가능함(예. 의료 변수에서 질병의 유무 예측)
- **회귀(regression)** 입력 변수 모음을 사용하여 결과 변수로 실제 숫자 값을 예측(예. 생리학적 변수에서 혈중 콜레스테롤 값 예측)
- **군집 분류(clustering)** 유사한 특성에 따라 데이터의 일부를 그룹화하는 방법(예, 대사 표현형과 같은 공유된 특성을 바탕으로 피실험자를 함께 묶는 것)
- **권고(recommendation)** 사용자에게 제공되는 정보를 사용하여 사용자가 결과 변수에 대해 갖게 될 선호도 예측
- **차원 축소(dimensionality reduction)** 차원 축소는 일반적으로 작업을 수행하기 전에 사전 처리단계로 고차원 데이터를 저차원 데이터로 변환하는 것을 의미함
- **이상 감지(anomaly detection)** 이상 탐지는 예상할 수 있는 것과 크게 다른 결과를 찾아내는 과정을 의미함

10) 김양하. 2022. 정밀영양:개인간 대사 다양성을 이해하기 위한 접근. J. Nutr. Health

11) Precision nutrition: A systematic literature review, D. Kirk, C. Catal, B. Tekinerdogan, Computers in Biology and Medicine, Vol. 133 June 2021, 104365

- 개인 맞춤형 식품을 제안하기 위한 주요 요소로는 개인의 유전정보, 장내미생물, 신체 활동 기록 등이 있는데, 다양한 요소 정보를 통합하여 특정 음식이나 식이 패턴에 대한 개인의 반응을 예측하고 개인 맞춤형 식단을 권장하는 접근 방식으로 사용됨<sup>12)</sup>
- 영양유전체학의 발전으로 사람의 유전정보, 미생물군집, 신진대사 신호와 같은 주요 요소는 우리가 먹는 음식이 건강에 얼마나 영향을 미치는지 예측이 가능하고, 이로 인해 개인 맞춤형 식품 또는 정밀영양이 가능한 시대로 전환되고 있음

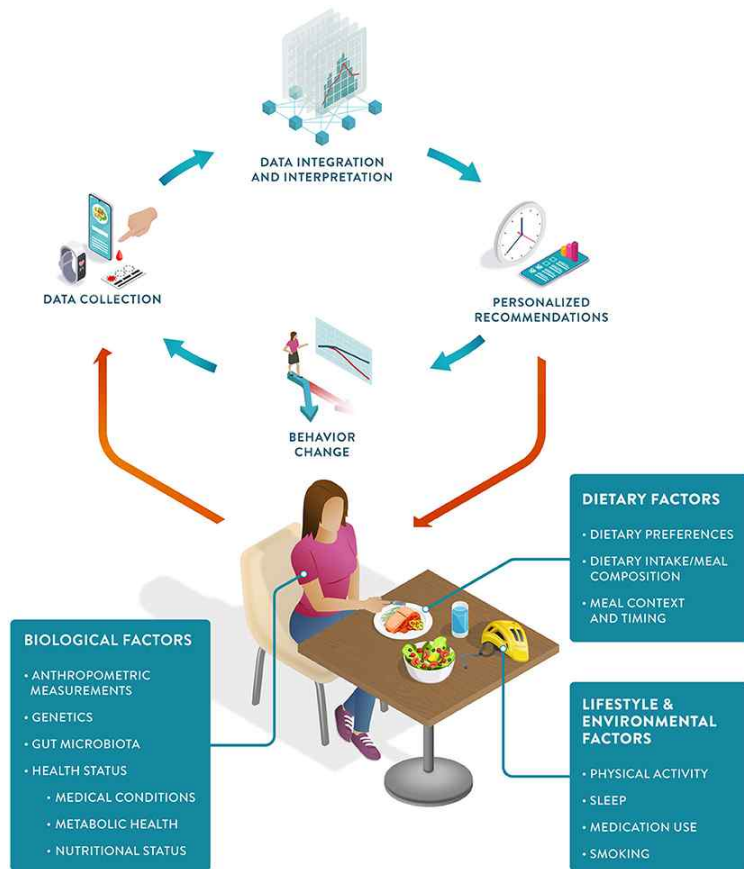


〈 개인 맞춤형 식품을 위한 주요 요소 〉

- 식이 및 라이프 스타일을 포함한 개별 데이터를 수집하고 통합 및 해석하여 개인 맞춤형 식품 및 식단 권장이 가능해짐
- 따라서 소비자의 식사형태 변화를 유도하고 궁극적으로 개인의 건강을 개선하는 행동 변화를 유도하는 피드백이 가능할 것으로 예상됨<sup>13)</sup>

12) Daniel Kirk, Cagatay Catal, Bedir Tekinerdogan. 2021. Precision nutrition: A systematic literature review. Computers in Biology and Medicine

13) Silvia Berciano et al., 2022. Precision nutrition: Maintaining scientific integrity while realizing market potential. Front Nutr.

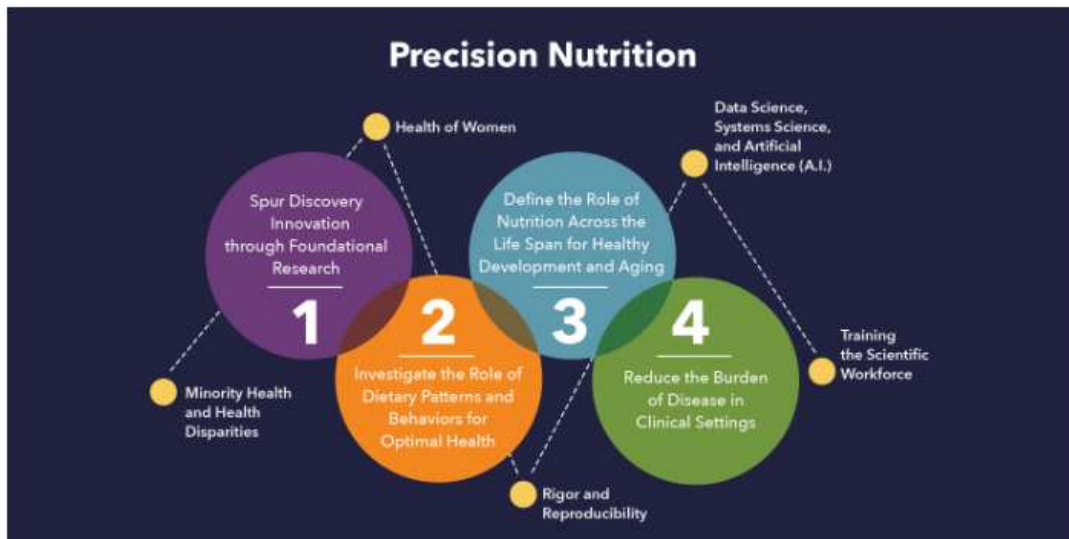


〈 개인 맞춤형 식품(정밀영양)에 필요한 주요 데이터와 피드백 루프\* (feedback loop) 〉

\* 피드백 루프(Feedback loop): 시스템 출력의 일부(또는 전체)가 향후 작업을 위한 입력으로 되돌아오는 구조

## 2-2 국외 연구개발동향

- 선진국에서는 국가 차원에서 유전자를 비롯한 생체정보, 활동 정보를 수집하여 개인 맞춤형 식단과 운동프로그램으로 국민건강증진에 노력하고 있음
  - 미국 국립보건원은 다양한 인구 집단에 적절하고 효과적인 식단을 개발하는 정밀 영양 (precision nutrition) 접근법을 강조
  - 유럽식품안전청(European Food Safety Authority, EFSA)의 추천 알고리즘을 활용한 개인별 맞춤식이 플랜을 제공함
- (미국) 2020-2030 Strategic Plan for NIH Nutrition Research: 미국 국립보건원에서 2020년부터 시작된 프로젝트로 100만 명을 기준으로 1억 5천만 달러를 투자하여 10년간 정밀영양 연구를 진행함<sup>14)</sup>
  - (전략적 계획) 기초 과학에서 실험 설계, 연구 교육에 이르기까지 광범위한 영역에 걸쳐 영양 연구를 발전시킬 수 있는 혁신적인 기회를 강조함



❖ 출처: NIH 홈페이지 (<https://dpcpsi.nih.gov/onr/strategic-plan>)

### 〈 2020-2030 Strategic Plan for NIH Nutrition Research 전략 목표 〉

- 2020년 5월에 발표된 이 전략 계획은 광범위한 외부 연구 커뮤니티와 대중의 광범위한 의견을 수렴하여 개발
- 정밀영양 연구의 4대 전략 목표와 5대 융복합 연구 영역을 포함하며, 건강을 개선하고 영양의 영향을 받는 질병 및 상태를 예방하거나 퇴치하기 위해 NIH 전반에서 진행 중인 연구 노력을 보완하고 강화함

14) NIH 홈페이지. <https://dpcpsi.nih.gov/onr/strategic-plan>

#### <4대 전략 목표>

- 기초연구를 통한 발견 및 혁신 촉진: 우리는 무엇을 먹고 그것이 우리에게 어떤 영향을 미칠 것인가?

목표 1-1. 영양 관련 유전자 및 경로의 생물 정보학적 격차 해소  
목표 1-2. 감각 영양 및 섭취 행동에 대한 이해 향상  
목표 1-3. 식이-숙주 마이크로바이옴 상호관계조사  
목표 1-4. 식품의 미생물 및 숙주 대사시 발생하는 미지의 대사산물의 영향 식별 및 결정  
목표 1-5. 마이크로바이옴 및 정밀영양 연구를 위한 새로운 도구 개발  
목표 1-6. 식이데이터를 수집하기 위한 접근 방식을 개발, 개선 및 통합

- 최적의 건강을 위한 식이패턴 및 행동의 역할조사: 무엇을 언제 먹어야 하는가?

목표 2-1. 식이패턴 분석을 위한 고급 방법  
목표 2-2. 식품기반 식이패턴에 대한 반응의 개인 간 가변성 메커니즘 결정  
목표 2-3. 시간 기반 식이패턴의 건강상의 이점 및 메커니즘 결정  
목표 2-4. 예후 만성 질환 바이오마커 발견 및 검증  
목표 2-5. 우리 모두가 무엇을 먹어야 하는지 예측하는 알고리즘 개발  
목표 2-6. 행동 및 구현 과학을 활용하여 건강한 식습관을 시작하고 유지

- 전 생애에 걸친 영양의 역할 정의: 우리가 먹는 음식이 평생 동안 건강을 어떻게 증진시키는가?

목표 3-1. 발달 및 질병 결과에서 임신 전 및 산전 영양의 역할을 조사  
목표 3-2. 모유 구성 및 그 구성 요소의 변환 역할에 대한 지식 향상  
목표 3-3. 유아 발달 및 건강 결과에 대한 식단 및 영양 상태의 영향평가  
목표 3-4. 예측 후성유전학 도구 개발  
목표 3-5. 건강한 노화를 촉진하기 위한 노인의 영양 역할 평가

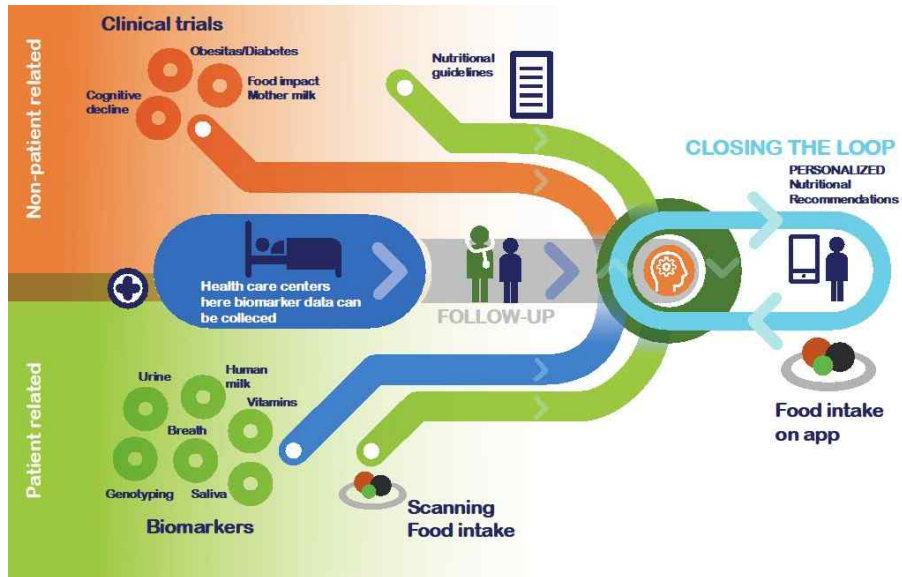
- 임상 환경에서 질병 부담 감소: 약으로 음식을 섭취하는 것을 어떻게 개선할 것인가?

목표 4-1. 약물, 질병 상태 및 영양 간의 상호 작용을 식별하여 임상 치료를 개선하고 임상 결과를 개선하기 위한 테스트 전략  
목표 4-2. 에너지, 단백질 및 미량 영양소 실조에 대한 평가를 개선하여 임상 결과 개선  
목표 4-3. 환자를 위한 의료 영양 개입을 시작하거나 중단하기 위한 임상기준 식별

#### <5대 융복합 연구>

- 소수 민족 건강 및 건강 격차, 여성 건강, 연구의 엄밀성 및 재현성, 데이터 과학·시스템 과학·인공지능, 영양 과학 인력 양성

- (유럽) Horizon 2020에서 지원받은 프로젝트인 Nutrishield는 젊은이들을 위한 맞춤형 플랫폼을 만드는 것을 목표로 영양 및 건강 장애와 관련된 광범위한 바이오마커를 분석하는 새로운 방법 및 기술로 구성되어 있음<sup>15)</sup>
- ICT 및 알고리즘을 통해 개인정보를 하나의 플랫폼에 통합하여 모니터링된 바이오마커 데이터를 기반으로 신생아부터 성인까지 맞춤형 식단 가이드라인 제시



❖ 출처: Nutrishield 홈페이지 (<https://nutrishield-project.eu/index.php/proposed%20solution>)

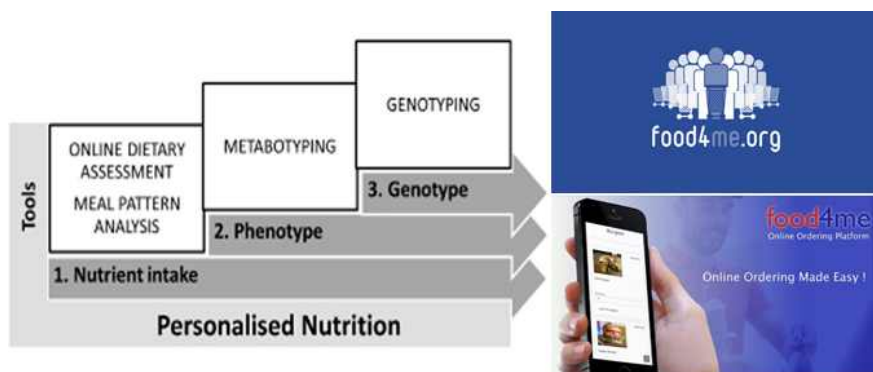
### 〈 NUTRISHIELD 솔루션의 개념도 〉

- 영양학적, 의학적, 생물학적, 사회적 분석을 통한 과학적 근거와 지식을 바탕으로 사람들이 최적의 건강과 웰빙을 달성하고, 장기적으로 건강하고 지속 가능한 식단을 채택하는데 도움이 될 맞춤형 식품 조언과 지원을 제공하는 혁신적인 솔루션임
- 소비자 혜택에 초점을 맞추고 건강 지표, 영양 요구 사항, 음식 구성, 라이프스타일, 선호도, 환경(즉, 문화 및 사회 경제적) 등과 같은 모든 관련 요소를 통합하여 제공함
- 유럽의 개인 맞춤형 식이관리 서비스는 대규모 임상연구를 통하여 검증된 데이터를 기반으로 공중보건에 활용되거나 기업 서비스화 되고 있음
  - (EU) EU의 7차 Framework Program의 지원을 받아 수행된 Food4ME는 공중보건을 위한 대규모 개인 맞춤형 식품 프로젝트로 개인 맞춤 영양섭취의 가능성과 효과를 연구함<sup>16)</sup>
    - (연구주체) 영국의 뉴캐슬 연구팀(유럽 8개국 참여)
    - (연구기간) 2011년 4월 ~ 2015년 3월

15) European Commission/CORDIS. <https://cordis.europa.eu/project/id/818110>

16) European Commission/CORDIS. <https://cordis.europa.eu/project/id/265494>

- 6개월간 7개 유럽국가의 성인 1,600명을 대상으로 한 연구에서 기존의 식사를 분석하고 그것을 기반으로 개인 맞춤형 식이를 제안하였고, 이는 건강한 라이프 스타일과 식사에 대해 동기를 부여하는 효과를 보임<sup>17)</sup>
- 개인 맞춤 영양을 적용하기 위해 적합한 비즈니스 모델을 개발하고, 응용기술을 연구하고, 개인 맞춤 영양 조언을 전달하는 방법 검증
- 유럽연합기관, 식품산업, 기타 이해 관계자와 공유하기 위해 커뮤니케이션 전략과 윤리적 경계에 관한 모범 사례를 포함하여 개인 맞춤 영양에 대한 현재의 과학적 지식과 고객 이해를 수집하여 체계적으로 정리
- 개인 맞춤형 영양의 효능을 조사하기 위한 최대 규모의 무작위 대조 임상시험



〈 EU지원 인터넷 기반 Food4Me 프로젝트<sup>18)</sup> 〉

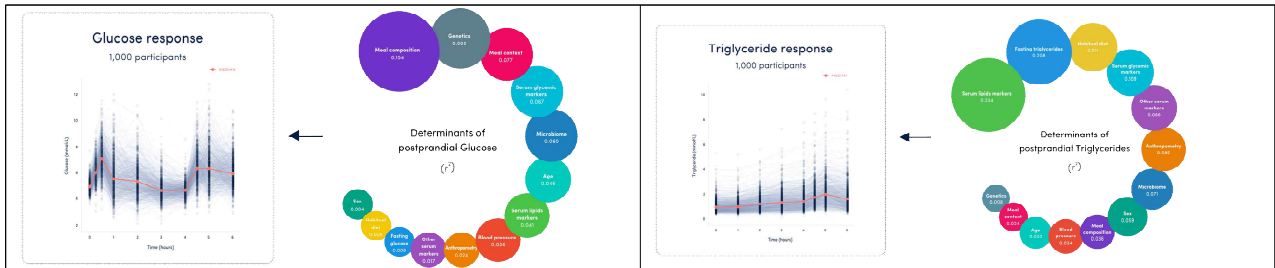
- 이 연구는 인터넷 기반 자료수집과 맞춤식사 정보를 제공하는 접근 방식에 대한 모델을 제공하였고 공중보건 측면에서 비용 효율적인 개선을 할 수 있는 기회를 보여줌
- (영국) 개인의 식후혈당 및 중성지방 반응을 기계학습으로 예측한 대규모 임상연구 PREDICT-1는 다양한 요인이 최적의 대사건강과 개인의 건강에 영향을 미치고 있음을 연구함<sup>19)</sup>
  - (연구주체) King's College London
  - (연구기간) 2018년 6월 ~ 2019년 5월
  - 영국과 미국의 쌍둥이를 포함하는 1,100명의 연구 대상자의 장내미생물, 혈당, 지방 및 인슐린 수치에서 운동 및 수면에 이르기까지 다양한 요인이 최적의 대사 건강과 개인의 건강에 영향을 미치고 있음을 확인함
  - 일란성 쌍둥이어도 식후 혈당과 중성지방 변화가 서로 다른 것으로 나타나 유전요인보다는 개인이 섭취하는 식이의 중요성을 강조하였음

17) Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CF, et al., 2017. Food4Me Study. Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. Int J Epidemiol

18) Ryan et al., 2015. New tools for personalised nutrition: The Food4Me project. Nutrition Bulletin

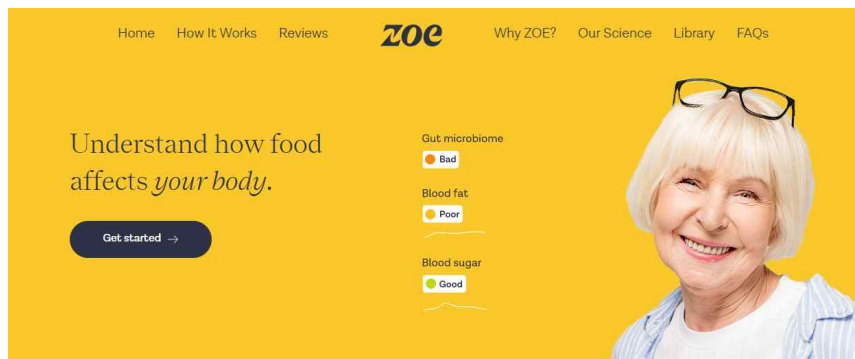
19) Asnicar et al., 2021. Microbiome connections with host metabolism and habitual diet from 1,098 deeply phenotyped individuals. Nature Medicine

- 다양한 식사에 반응하는 방식(혈당, 중성지방, 인슐린)에서 개인 간의 차이를 안정적으로 예측하여 개인 맞춤 영양을 가능하게 할 수 있다는 결과를 얻음
- 2020 Nature Medicine 저널에 「음식에 대한 인간의 식후 반응과 정밀 영양의 가능성 (Human postprandial responses to food and potential for precision nutrition)」 논문을 게재함



〈 식후 혈당과 중성지방 변화와 결정 인자 분석연구 예 〉

- 이 프로젝트에 연구비를 지원한 미국 실리콘밸리의 스타트업 기업인 조이(ZOE)는 재택 검사(at-home test)를 통해 식사 후 고유한 장내 미생물과 염증을 프로파일링하고 AI를 사용하여 개인화된 식사계획을 제공하는 서비스를 도입함

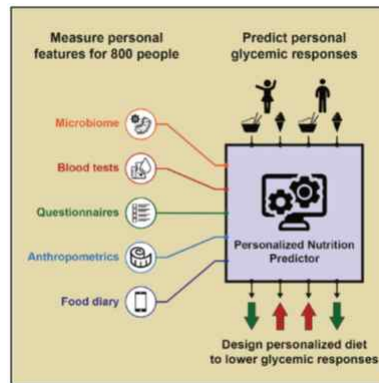


〈 스타트업 조이의 개인 맞춤 영양 제안 서비스 〉

- (이스라엘) 기계학습 알고리즘을 활용하여 최적의 혈당 조절을 위해서 보편적 식이 권장이 아닌 기계학습에 의한 개인별 맞춤형 권장 식사가 필요함을 임상시험으로 입증
  - (연구주체) 이스라엘 와이즈만 연구소의 Segal 연구팀<sup>20)</sup>
  - 당뇨 증상이 없는 800여명의 각 개인의 식사시간, 식음료의 양과 내용, 신체 활동, 키, 체중 및 수면 정보를 포함하여 혈액과 장내 미생물 균집을 분석하여 조사하고 연구 결과를 2015년 Cell 저널에 발표
    - 「혈당 반응 예측에 의한 개인 맞춤영양(Personalized nutrition by prediction of glycemic responses)」

20) Zeevi D, Korem T, Zmora N, et al. 2015. Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. Cell

- 5,107개의 표준화 된 식사 후의 혈당 측정이 이루어졌으며, 약 46,898건에 대한 식후 혈당 반응 정보를 비교한 결과, 동일한 특정 식사에 대한 개인의 반응이 다르게 반응할 수 있음을 증명함
- 측정치로는 혈액 마커, 식습관 및 장내 미생물군 특징을 통합하여 특정 식품에 대한 개별 혈당 반응을 예측함



### 〈 개인 맞춤형 영양 임상검증연구와 기계학습법의 적용 〉

- 이 모델은 미국 미네소타(n=318)와 플로리다(n=9) 지역에 거주하고 있는 당뇨병상이 없는 성인 코호트 327명을 대상으로 기계 학습에 의한 개인 맞춤 식단제공이 효율적으로 작동하였음을 검증하였으며<sup>21)</sup> 식후 혈당 예측에 대한 신뢰도를 높였음
- 식후혈당 반응 예측에 따른 개인 맞춤 영양 솔루션을 제공하는 스타트업 DayTwo (이스라엘/미국)를 통해 시장에서 서비스되고 있음<sup>22)</sup>



❖ 출처: DayTwo 홈페이지. <https://www.daytwo.com>

### 〈 스타트업 DayTwo의 식후혈당 예측을 통한 개인 맞춤 식이 제안 서비스 〉

21) Mendes-Soares H, Raveh-Sadka T, Azulay S, et al. 2019. Model of personalized postprandial glycemic response to food developed for an Israeli cohort predicts responses in Midwestern American individuals. Am J Clin Nutr.

22) DayTwo 홈페이지. <https://www.daytwo.com>

## 2-3 국내 연구개발동향

### ■ (맞춤식이 추천 플랫폼) 한국식품연구원 연구팀은 개인의 표현형 및 유전형 정보를 기반으로 맞춤형 식이관리 및 건강 정보를 제공하는 비만 인실리코\* 푸드 시스템을 개발함<sup>23)</sup>

- ◆ 연구과제명: 개인 맞춤형식품시대를 대비한 기능성식품개발을 위한 기반구축 사업 (과학기술정보통신부, 2008-2015, 총연구개발비 15,966 백만원)

- 다양한 오믹스 데이터들을 식품정보들과 연결시킴으로써, 과학적 근거를 기반으로 식품/식단 정보를 제공하고자 개발

\* 인실리코(in silico): 가상 실험에서 컴퓨터 프로그래밍을 통해 모의실험 및 예측을 의미하는 생명정보학 용어

- 개인의 유전형을 기반으로 비만 위험도를 예측하는 프로그램이 포함되어 있어 이를 통해 유전자 관련 식품을 개인 맞춤 식이/식단을 제공하는 시스템(컨텐츠 확보 및 고도화를 위해 현재 비공개)



❖ 출처: 한국식품연구원 홈페이지

#### 〈 한국식품연구원 비만 인실리코푸드 시스템 〉

### ■ (한식기반 표준 균형식단 추천 알고리즘) 성신여대 연구팀은 빅데이터 기반 한국인 생애주기별 개인 맞춤형 건강식단(균형식단) 모델링을 위한 콘텐츠와 비만 표현형 기반 맞춤형 식단 모델링 및 식품정보 프로그램 콘텐츠 개발함<sup>24)</sup>

- ◆ 연구과제명 : 빅데이터 기반 건강 식단 추천 시스템 연구 (농촌진흥청, 2020-2022, 총연구개발비 750백만원)

- 특히 ‘체중조절 개인 맞춤형 균형 식단 추천 방법 및 장치’의 등록(2022)을 완료하였으며, 기술 이전을 준비 중임

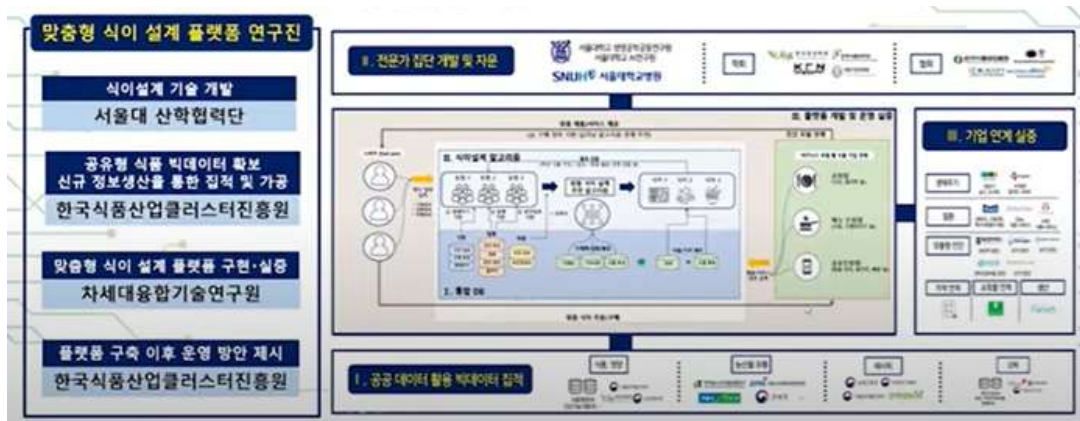
23) 한국식품연구원. 2016. 「개인맞춤형식품 시대를 대비한 기능성식품 개발을 위한 기반구축사업」 최종보고서

24) 아시아타임즈. 2022. <https://www.asiatime.co.kr/article/20221130500189>

- 지중해식 식단 대비 한식의 우수성을 알리고자 개발되었으며, 한식 기반의 생애주기별 개인 맞춤형 균형식단을 추천하는데 6대 식품군을 균형있게 섭취할 수 있도록 식단을 추천하면서 자동적으로 특정 영양소의 과잉 또는 결핍이 없도록 하는 것이 주요 내용임
  - 이 특허 기술은 헬스케어 플랫폼, 소비자의뢰 유전자검사(DTC), 유전체 기반 정밀영양, 기능성 식품 개발 등 다양한 산업체에서 활용도가 높을 것으로 기대됨
- (맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발) 서울대학교 연구팀은 데이터 기반 맞춤형 식품 산업 육성을 위한 기초정보 확충 및 질병·생애주기·유전자 등 맞춤형 식이설계 알고리즘을 개발하고 응용 플랫폼 구축을 수행중임

◆ 연구과제명 : 맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발  
(농림축산식품부, 2021-2025, 총연구개발비 6,650 백만원)

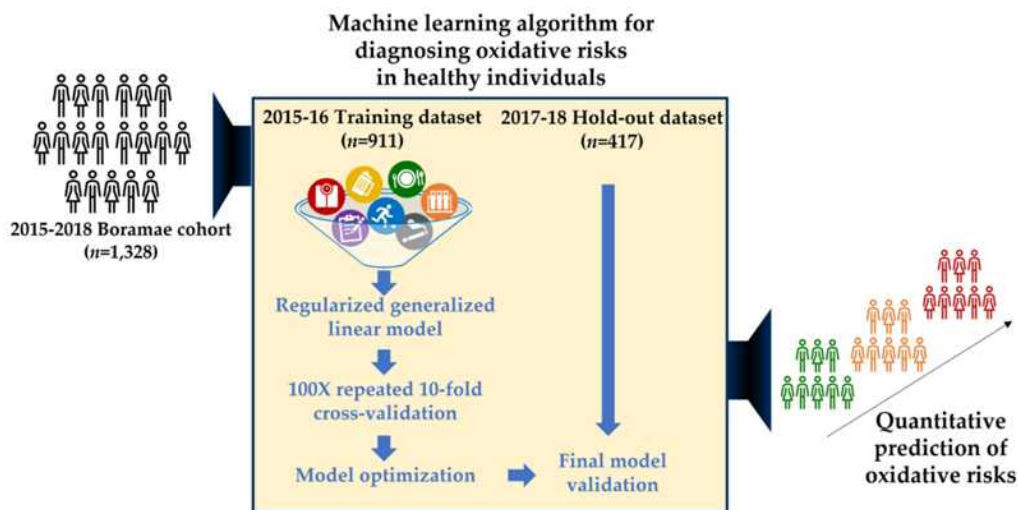
- 생애주기, 질병 등 소비자 특성에 따른 맞춤식이 추천하고 소비자가 활용할 수 있도록 관련기관, 기업을 연계하는 맞춤형 식이 설계 플랫폼 구축 계획



❖ 출처: 농촌진흥청 2021 농업기술전망대회 발표자료

〈 맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발 계획 〉

- (맞춤형 헬스케어를 위한 산화스트레스 예측 모델 개발) 이화여대 연구팀은 한국인 대상 산화스트레스 위험 예측 모델을 개발함<sup>25)</sup>
  - 이화여대와 네덜란드 응용과학연구기구(TNO) Jildau Bouwman 연구팀과 공동 수행함
  - 2015년 4월~2018년 8월 건강검진을 위해 서울시 보라매병원에 내원한 환자 1,327명의 데이터를 대상으로 한국인 16가지 변수(나이, BMI, 식사의 질, 혈액지표 등)를 종합적으로 고려해 산화스트레스 위험정도를 정량화할 수 있는 예측 기계학습 모델을 개발<sup>26)</sup>
  - 산화스트레스 위험도를 계층화, 예측하는 모델로 활용 가능하며 데이터 기반 정밀영양을 구현하기 위한 기술 상용화를 계획하고 있음
  - 식이 및 생활 습관 관련 만성 질환 예방을 위한 건강관리에 적절한 전략을 제공할 것으로 기대



〈 산화스트레스 예측모델 〉

25) Kim et al., 2021. A Machine Learning Algorithm for Quantitatively Diagnosing Oxidative Stress Risks in Healthy Adult Individuals Based on Health Space Methodology: A Proof-of-Concept Study Using Korean Cross-Sectional Cohort Data. Antioxidants

26) 워크투데이. 2021. <http://www.worktoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=18372>

### 3 국내외 산업동향

#### 3-1. 국외 산업동향

- **글로벌 유전자 검사 시장은 지속적인 성장세가 예측되며 이와 함께 맞춤형 영양 서비스 시장의 성장세도 동반되고 있음**
  - (글로벌 유전자 검사 시장) 2021년 143억 6,000만 달러(약 17조 8,580억 원) 수준에서 연 10.5% 이상 고속 성장하여 2027년 263억 9,000만 달러(약 32조 8,184억 원)로 6년 사이 약 두 배로 시장확대가 전망되고 있음(시장조사기관 Global Information, 2021)<sup>27)</sup>
    - 기술의 발전으로 DTC 유전자 검사 산업이 빠르게 성장하고 있으며 소비자가 부담하는 비용이 감소하고 있으며, 특히 암 유전자 검사가 보편화되고 있음
  - (글로벌 맞춤형 영양 서비스 시장) 전 세계 맞춤형 영양 서비스 시장은 2020년 82억 달러에서 2025년 164억 달러까지 성장할 것으로 예측됨<sup>28)</sup>
- **국외 다양한 기업에서 개인의 유전자, 영양상태, 건강 상태 등을 평가하여 식단, 건강 보조식품을 추천하는 정밀 맞춤 영양 서비스를 제공하고 있음<sup>29)</sup>**
  - (미국 23andMe) 개인 유전정보 분석(Personal Genome Service, PGS) 선도 기업으로 질병위험도 예측, 조상계통, 웰니스, 보인자\* 검사, 신체 특성과 관련된 항목들의 유전자 분석 서비스를 제공하고, 식단, 의약품 등 연관 기업과의 협력을 통한 응용서비스 제공(<https://www.23andme.com/>)
    - \* 보인자: 해당 유전자를 갖고만 있을 뿐 증상이 발현되지 않는 사람
    - DNA sample kit Saliva를 사용하여 120개 질병(주의력 결핍, ADHD, 우울증 등)의 위험 인자에 대한 유전적 특성을 제공
    - 최근 글로벌 제약회사인 글락소스미스클라인(GSK)과 협약을 체결하고 23andMe가 보유하고 있는 유전체 데이터를 공유하여 공동으로 신약을 개발하기 위한 공동연구 진행
    - 고객 맞춤형 체중관리 서비스를 제공하기 위해 인공지능 플랫폼 개발 회사 라크헬스(Lark Health) 등과 협력
  - (미국 Habit) DTC 유전자 검사와 혈액 검사를 기반으로 소비자에게 개인 맞춤 영양 계획과 관련 식사 배달 서비스를 제공함(<https://www.habit.com>)
    - 장내 미생물 유전자 정보를 분석하여 개인 맞춤형 건강정보를 제공하던 Viome이 개인 맞춤형 식단을 제공하는 Habit을 인수하여 개인 맞춤형 식단 서비스 'Habit Food Personalized' 제공

27) Global information. 2021. 세계의 유전자 검사 시장

28) Nutrigenomics Market: Current Analysis and Forecast (2021-2027)

29) 김인영, 2021. BRIC View 동향리포트, DTC 유전자를 활용한 개인 맞춤형 서비스의 최신 동향

- 영양소 흡수 개선, 세포의 에너지 생산을 향상, 높은 혈당 반응을 일으키는 음식 관리, 유익한 영양소를 생산하는 미생물 공급, 염증 원인 해결을 위한 식품과 보충제 목록을 권장해주는 서비스를 진행하고 있음



❖ 출처: Habit food personalized 홈페이지

### 〈 Habit Food Personalized의 맞춤형 레시피 〉

- (미국 Vitagene) 식품 민감성 테스트를 통해 신체의 면역 반응을 측정하여 다이어트에 적합한 음식을 찾아주는 서비스 제공(<https://vitagene.com>)
- (미국 기타) 유전자 검사 기반으로 Amway와 Balchem.Co.는 단백질과 비타민 식이보충제 제공, Herbalife는 단백질 및 미네랄을 제공하고 Care/Of 는 맞춤형 일일 비타민팩 제공(<https://wellness.amway.com>, <http://balchem.com>, <https://www.herbalife.com>, <https://takecareof.com>)
- (영국 DNAfit) 개인 유전자 데이터기반의 다양한 영양 관련 서비스를 제공하며 다른 회사(23andMe, AncestryDNA 등)에서 생산된 유전정보로도 서비스를 제공 가능 (<https://www.dnafit.com>)
- DNAfit社가 제공하는 프로그램은 ① 개인 유전정보, 입맛, 목표 체중 기반의 개인 맞춤 식단 서비스인 Diet Fit ② 유전정보 기반 운동 효과의 극대화를 도와주고 개인 신체가 스트레스에 반응하는 정보 등을 제공하는 서비스 Health fit ③ 12주간의 건강증진 개인 코칭 프로그램으로 영양 전문가, 식단 전문가의 식단 구성을 제공하는 12 Week Health Transformation ④ 유전정보 기반 50가지 이상의 맞춤 레시피를 제공하는 DNAfit Cookbook 서비스 등이 있음

## 4 simple steps to start your DNAfit journey



Step 1

Order your DNAfit kit today



Step 2

Take our easy to use saliva swab at home (or anywhere!)



Step 3

Send to our accredited laboratories in the mail



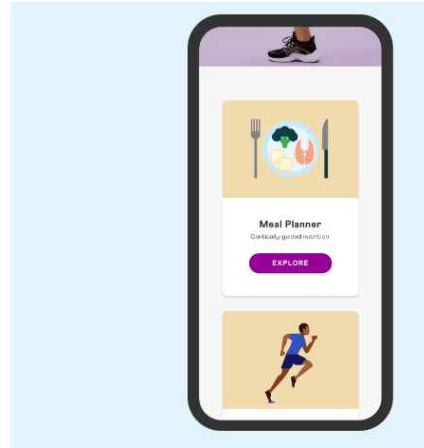
Step 4

Your results are ready within 10-15 business days

### Your personal chef, in your pocket

Effortlessly discover recipes and shopping lists built for your goals, automatically personalised to fit your nutrigenetic profile from the start.

Just tell MealPlanner what you want to achieve, your likes and dislikes and we'll do the rest. MealPlanner even integrates with your favourite retailer, so you can fill your online shopping basket with everything you need for your genetically guided recipe plan.



❖ 출처: DNAfit 홈페이지

### 〈 DNAfit의 개인 유전자 기반 맞춤 서비스 〉

- (이스라엘 DayTwo) 혈액 생화학 지표, 생활 습관 및 약물 샘플을 기반으로 식사에 대한 혈당 반응 평가 및 식단 권장 서비스 제공<sup>30)</sup>
- (캐나다 Nutrigenomix) 2019년 4월 세계 최초로 개인 유전체 기반, 식물성 맞춤 영양 설계로 채식, 비건 식단 서비스를 제공함<sup>31)</sup>
  - 건강·운동·출산·채식 4가지 분야 중 선택하여 체중 관리, 영양소 대사, 식습관, 신체 활동, 음식 과민증, 심장대사 건강 등 유전자 검사를 받을 수 있고 분야별 70개 유전자 마커로 검사를 진행함
  - 유전자 검사결과를 바탕으로 식물성 맞춤 영양 설계로 채식 또는 비건 식단 서비스 뿐 아니라 영양 대사, 체중 관리, 체성분, 식품 불내성\*, 심장 건강 관련의 다양한 유전자 마커를 활용하여 개인 맞춤 식단 서비스를 제공하고 있음
    - \* 불내성: 특정한 식이 성분을 적절히 소화할 수 없어 생기는 병
- (일본 Genesis Healthcare) 일본 유전체 분석 시장의 70%를 점유하고 있으며 DTC 검사를 통해 질병 위험도, 조상 계통, 비만, 피부 노화, 스포츠, 성격, 체질, 사회성 등 약 360가지 항목에 대한 포괄적인 서비스를 제공함<sup>32)</sup>

30) DayTwo 홈페이지. <https://daytwo.com/>

31) Nutrigenomix 홈페이지. <https://nutrigenomix.com/>

32) Genesis Healthcare 홈페이지. <https://www.geneshcs.org/>

- 네슬레와 협력하여 1년간 건강 데이터를 기반으로 인공지능 기술을 도입해 영양관리, 식단 등 맞춤형 솔루션을 제공하는 서비스 제공
- (일본 Yahoo Japan) Gene Quest사와 협력으로 300여 개 항목(건강위험 관련 110개 항목, 체질 및 조상 분석 관련 180개 항목 등)에 대한 유전자 검사 서비스를 실시 중
- (남아공 DNAlysis) 는 DNA 검사 기반으로 개인의 식단, 생활 방식, 보충해야 할 사항을 건강 개선 프로그램을 제공
  - 2008년에 설립된 DNAlysis社는 남아공 및 해외에서 맞춤형 의료 서비스를 제공 중
  - 요하네스버그와 헬싱키에 있는 ISO인증 실험실은 매월 2,000개 이상의 DNA 샘플을 처리하여 영양유전학, 약리유전학, 조상 및 위험 스크리닝에 대해 보고함
  - 유전자 검사에 대한 혁신적인 접근 방식을 제공하여, 의료 종사자와 환자에게 고유한 맞춤 치료를 제공하며 의료에 대한 보다 정확하고 예측 가능하며 예방적인 접근을 가능하게 함

### 3-2. 국내 산업동향

- 국내 맞춤형 식품 및 유전자 검사 서비스 시장은 최근까지 규제 장벽으로 시장이 제대로 형성되지 못하고 있어 규모를 측정하기 어려움
  - 주요 해외 국가에서 DTC 시장이 급속도로 확장되고 있는 반면, 국내에서는 의료 목적을 제외하고 유전자 검사가 허용되지 않았음
  - 2021년 기준 국내 DTC 유전자 검사 시장은 6억 원(업계추산) 수준으로 조사됨<sup>33)</sup>
- 국내 유전자 정보를 기반으로 개인 맞춤형 식품 및 식단 서비스를 제공하는 주요 기업으로는 마크로젠, 테라젠바이오 등이 있음
  - 영양소, 건강관리, 생활습관 등 개인 유전자 특성을 분석하는 서비스를 제공하고 있으며, 식품업계와의 협업을 통해 맞춤형 건강 솔루션 서비스 제공

유전체 업체	제휴사	상품명	검사항목	가격(만원)
테라젠바이오 ( <a href="https://www.theragenbio.com">https://www.theragenbio.com</a> )	단독	진스타일 웰니스 70 (유전적 특성 분석)	6테마 77가지 (영양소관리 21종, 건강관리16종, 피부/모발관리 13종, 운동특성 8종, 식습관/수면특성 12종, 카페인/알코올/니코틴반응 7종)	30~40
	단독	진스타일 웰니스 41	3테마 41가지 (영양소관리 21종, 건강관리 15종, 식습관/수면특성 5종)	30~40
	한국 허벌라이프	젠스타트플러스	41가지 (체질량지수, 중성지방농도, 콜레스테롤, 혈당, 혈압 등)	10~20
마크로젠 ( <a href="https://www.macrogen.com/ko/main">https://www.macrogen.com/ko/main</a> )	단독	마이지놈스토리	69가지 국내서비스가능	20~30
	동원 F&B	마이G스토리	각종 영양소 상태, 탈모, 불면증, 복부비만 등 50가지 유전적 요인 분석	10~20
	어메이징푸드 솔루션	마켓온오프	식습관, 운동, 개인특성, 피부, 모발, 건강(신진대사) 등 국내 서비스 가능 최다 항목 69종(세부 항목 73종)	30~40

❖ 출처: 업체 홍보자료 재구성 작성

33) BRIC VIEW. 2021. DTC 유전자를 활용한 개인 맞춤 서비스의 최신 동향

■ (한국허벌라이프·테라젠바이오) 효율적인 예방 차원의 건강관리를 목표로 하는 젠스타트 (Gene Start)는 가장 널리 활용되는 DTC 프로그램 중 하나임

- 유전자분석서비스 기업 테라젠바이오와 건강기능식품 기업 한국허벌라이프가 공동으로 개발한 유전자분석서비스 ‘젠스타트’는 2018년 출시되어 비만 관리, 비타민 관리, 혈관 건강, 미네랄 관리, 근골격 관리, 영양소 관리, 식습관 관리, 피부·모발 관리 등 크게 총 8개 영역 10개 유전정보 분석서비스 제공
- 2022년 ‘젠스타트플러스(Gene Start+)’<sup>34)</sup>로 리뉴얼 출시되며 세부 검사항목도 기존 10개에서 41개로 대폭 확대됨
- 유전자 검사 결과를 바탕으로 건강관리 가이드라인과 허벌라이프 제품을 추천하고 개인의 유전자 특성과 식생활습관에 따른 1:1 건강관리 상담도 진행하여 개인별 맞춤 건강 솔루션을 제공



❖ 출처: 한국허벌라이프  
 < 한국허벌라이프-테라젠바이오의 유전자에 따른 건강 관리 >

■ (동원 F&B·마크로젠) 동원 F&B의 건강기능식품 브랜드인 GNC와 유전자 분석 기업 마크로젠이 함께 개발한 유전자 분석 서비스 ‘마이G스토리’를 소비자에게 직접 판매하고 있음<sup>35)</sup>

- 50종의 유전자 대상 DTC 검사 결과를 바탕으로 비타민, 셀레늄 등 기본 영양 상태 관련된 유전자 및 불면, 비만, 근육 등의 유전적 요인을 함께 분석하여 소비자에게 적합한 개인별 맞춤 솔루션을 제공함



❖ 출처: 동원 F&B  
 < 동원 F&B 운영 유전자 검사 서비스 ‘마이G스토리’ >

34) 젠스타트 홈페이지. <https://www.genestart.co.kr/>

35) 동원F&B몰. [https://www.dongwonmall.com/product/detail.do?productId=001026769&cate\\_id=01110040](https://www.dongwonmall.com/product/detail.do?productId=001026769&cate_id=01110040)



❖ 출처: 동원 F&B

〈 ‘마이G스토리’ 검사 결과 및 맞춤 솔루션 〉

■ (어메이징푸드솔루션·마크로젠) 2019년 마크로젠과 어메이징푸드솔루션의 데이터 기반 식단 브랜드 ‘마켓온오프’가 유전자 맞춤형 식단 및 드링크를 출시함

- 식습관, 운동, 개인특성, 피부, 모발, 건강(신진대사) 등 국내 서비스 가능 최다 항목 69종(세부 항목 73종)의 검사 결과를 바탕으로 개인 유전정보와 12,000개에 달하는 식단 데이터를 매칭해 최적화된 맞춤식단을 제공하는 서비스임
- 「유전자 맞춤형 식단<sup>36)</sup>」과 「유전자 맞춤형 드링크」 서비스로 구성되었으며, 기호에 따라 다양한 방법으로 개인 맞춤형 건강식을 간편하게 즐길 수 있도록 개발되었고, 식이·영양·건강정보 데이터를 통합하여 ‘나만을 위한 스마트한 건강식’을 제공함
- 그 외 유전자 분석 기반의 대사관리식, 모발건강식, 고단백 저칼로리식, 애플비트 가스파초, 감귤연시 가스파초 등 맞춤형 식단과 건강 드링크를 추천하고 배송하는 서비스를 제공



❖ 출처: 마켓온오프

〈 마크로젠&어메이징푸드솔루션 협업 유전자 맞춤형 식단&드링크 서비스 〉

■ 최근 국내 의학계, 식품영양학계, 산업계 전문가들이 정밀영양협회(Precision Nutrition Association)를 출범<sup>37)</sup>(’22. 11)

- 정밀영양협회는 개인 유전체, 대사체, 마이크로바이옴 등 빅데이터와 디지털 헬스케어 기술을 접목하여 개인 맞춤형 건강 증진을 위한 소비자 요구를 충족시키고 산업 선진화에 이바지함을 목표로 출범

36) 마켓온오프. [http://m.marketonoff2.cafe24.com/product/detail.html?product\\_no=79&cate\\_no=1&display\\_group=4](http://m.marketonoff2.cafe24.com/product/detail.html?product_no=79&cate_no=1&display_group=4)  
 37) 팜뉴스. 2022. <https://www.pharmnews.com/news/articleView.html?idxno=214330>

## 4 국내외 정책동향

### 4-1. 국외 정책동향

- (미국) '13년에는 웰니스 항목 외 DTC 유전자 검사 서비스를 모두 금지하였으나, 네거티브 규제로 점차 허용범위를 확대하였음<sup>38)</sup>
  - '18년부터 FDA로부터 질병위험도 예측 등 유전자 검사 항목을 승인받은 기관은 추가 승인 없이 검사 가능
  - 미국 FDA의 규제변화 : ('13년) FDA 규제 시작(웰니스 항목 제외) → ('17년) 질병 위험도 유전자 허용(파킨슨 병 등 10개 질환) → ('18년) 기관단위 심사 방법 도입
- (유럽) 유럽 국가들의 DTC 서비스 규제는 유럽연합(EU)의 규정과 각 국가의 규정이 혼재되어 적용되고 있음
  - (EU규정)<sup>39)</sup> EU 전체 국가의 유전자 검사는 체외진단규정(IVDR\*)의 적용을 받고 있으며 유럽의회는 유전자 검사에 관한 추가 의정서 제7조에 의하면 '건강 목적의 유전자 검사는 개별화된 의료 감독 하에서만 수행될 수 있다'고 규정함(Council of Europe, 2008)
    - \* EU의 IVDR(In Vitro Diagnostics Regulation)<sup>40)</sup>: 시약, 시약제품, 교정장치, 제어 재료, 키트, 도구, 기기, 장비 일부, 소프트웨어 또는 시스템 등을 활용하여 인체에서 추출한 혈액 또는 조직 기증 등을 표본 검사하기 위해 사용되는 단일 또는 함께 사용될 목적의 의료기기(적용시점 2022년 5월 26일 부)
  - (영국) 유전자 검사 또는 DTC 유전자 검사 회사에 대한 법적 규제 구조는 없으나 EU 지침의 영향권에 있으며 영국 법률, 규제당국 및 자문기관\* 내에는 관련 조직이 포함되어 있음
    - \* 유럽 분자유전학 품질 관리 네트워크(EMQN, The European Molecular Genetics Quality Network): 유전자 검사의 정확성과 결과 분석력을 검증하는 유럽의 기관으로 세계 최대의 규모임. 영국의 유전자 검사를 하는 연구실 80% 이상 가입
  - (독일) 2009년 4월 독일 의회에서 DTC 유전자 검사를 금지하는 법안을 통과시킴. 이에 따라 의사와 환자 정보에 입각한 동의가 있는 경우만 검사가 가능
  - (프랑스, 오스트리아, 이탈리아, 네덜란드, 포르투갈, 스페인 등) 의사만이 유전자 검사를 수행할 수 있도록 법률적으로 규제하여 DTC 유전자 검사를 금지하고 있음

38) GBSA. 2019. DTC 유전자 검사 서비스 동향 및 시사점

39) NCBI 홈페이지. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK209642/>

40) EU IVDR 홈페이지. <https://euivdr.com/>

- (일본) 바이오 헬스 산업 규제는 지침으로 이루어져 규범의 강제력은 크지 않은 편으로 다수의 업체가 서비스를 하고 있음
  - 규제기관이 없기 때문에 유전자 검사의 품질을 업체가 자율적으로 관리하는 상황
  - 비영리활동법인인 개인유전정보취급협의회(Council for Protection of Individual Genetic Information, 이하 CPIGI)에서 CPIGI 인증 마크를 부여하는 제도를 운영 중임
    - 2015년 10월에 제정된 ‘CPIGI인정’을 기준으로 공평하고 중립적인 관점에서 심사와 인정을 실시
    - 개인정보 보호 가이드라인 및 유전체연구 분야에 대한 윤리지침을 준수하고 건강하고 적절한 사업의 발전과 육성에 노력하며 기술적, 윤리적, 법적, 사회적 측면을 모두 포함한 신뢰 바탕의 서비스를 제공하게 하기 위함

## 4-2. 국내 정책동향

- 국내에서는 의료 목적으로 의료기관에서만 유전자 검사가 가능했으나, 최근 DTC 유전자 검사에 대한 규제가 완화되고 있음
  - 기존 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」에서는 의료기관이 아닌 유전자검사기관에서는 질병의 진단과 관련한 유전자 검사를 할 수 없었음
  - 소비자 대상 직접 시행 유전자검사기관에 대한 검사 역량에 대한 인증을 받으면 서비스 제공이 가능하도록 법률 개정 시행(2021.12.30.)
- (질병분야) 산업통상자원부(이하 산업부)는 2016년부터 ‘산업융합 규제 샌드박스 사업’(실증규제특례)을 실시하여 유전자 검사를 허용하기 시작하였음
  - 목적: 암, 심뇌혈관 질환 등 질병대상 서비스 개발·검증
  - 특징: 선정기업에 한해 제한된 지역, 조건과 대상에 한하여 연구목적으로 질병 예방 유전자 검사 가능
  - 검사대상 항목: 12항목 46유전자
    - \* 12항목 : 비타민C 농도, 색소침착, 피부노화, 남성형 탈모, 원형탈모, 모발 굵기, 카페인 대사, 중성지방농도, 체질량지수, 콜레스테롤, 혈당, 혈압
  - 검사기관선정: 마크로젠, 테라젠이텍스, 디엔에이링크, 메디젠휴먼케어 등 4개 기업

■ (웰니스분야) 보건복지부(이하 복지부)는 2019년 2월 ‘DTC 유전자 검사서비스 인증 1차 시범사업’을 시행하였음

- 목적: 기업이 제공하는 서비스 품질과 운영·관리역량 인증 및 허용항목 적절성 검토
- 특징: 인증기관에 한해 허용항목만 한정
- 검사대상 항목: 웰니스 위주의 70개 항목\*  
\* 영양소 19종, 운동 8종, 피부/모발 11종, 식습관 5종, 개인특성 12종, 건강관리 14종, 혈통 1종
- 선정기관: 마크로젠, 테라젠이텍스, 디엔에이링크, 랩지노믹스, EDGC 등 13개 기업

■ (유전자검사역량인증제 시행) 2022년 7월 복지부는 ‘유전자검사역량인증제(이하 DTC 인증제)’를 도입

- 기존에 정부기관에서 유전자 검사 항목을 열거하고 제한하던 방식이었으나 인증제를 통해 서비스 기관에서 검사항목을 신청하고 인증 받으면 검사할 수 있도록 함(참고1)
- DTC 유전자 검사기관의 검사 정확도, 광고 및 검사 결과 전달, 개인정보 보호 등을 평가하여 인증하는 제도로 ‘22년 12월 6개 기관\*을 인증함41)  
\* (주)랩지노믹스, (주)마크로젠, (주)엔젠바이오, 제노플랜코리아(주), (주)클리노믹스, (주)테라젠바이오
- 검사범위: 영양, 생활습관 및 신체적 특징에 따른 질병의 예방을 위한 유전자 검사 및 유전적 혈통 찾기 위한 유전자 검사가 가능해짐
- 소비자 보호방안: 생명윤리법 제49조의2, 시행규칙 제49조의 3항에 따라 ‘검사 대상자의 개인정보보호 및 처리 계획서’를 작성하여 제출함으로써 검사대상자의 개인정보 보호방안에 대한 인증 규정을 마련함
- DTC 결과의 정확도뿐만 아니라 결과의 해석·전달, 사후관리 등 서비스 전반을 평가하고 인증함으로써 보다 안전한 유전자 검사 환경을 조성할 수 있을 것으로 기대됨

	시범사업	인증제
항목허용	허용항목 열거방식 (복지부 고시)	서비스하려는 항목 신청
검사범위	최대 70항목까지 서비스 가능 (비타민C 농도, 피부노화, 혈당 등)	신청한 DTC검사항목을 인증받아 서비스 가능  * 영양, 생활습관 및 신체적 특징에 따른 질병의 예방, 유전적 혈통 찾기 위한 검사
소비자 보호방안	명시적 규정 없음	검사대상자의 개인정보 보호방안에 대한 인증 규정  * 법 제49조의2, 시행규칙 제49조의3
대상기관	(11개항목) 신고된 검사기관 (최대 70개항목) 시범사업 통과기관	인증받은 유전자검사기관

〈웰니스분야 시범사업과 인증제 비교〉

41) 보건복지부 보도자료. 2022. 6개 소비자 대상 직접 시행(DTC) 유전자검사기관 최초인증

■ (농식품연구개발분야) 농식품부는 미래 식량·환경문제 및 새로운 방식의 건강관리 트렌드 대응을 위해 대체식품, 맞춤형 식품, 포스트바이오틱스 등 유망 식품분야 연구개발에 2021년부터 2025년까지 5년간 집중 투자할 계획<sup>42)</sup>

- 맞춤형 식품 분야 중 하나인 ‘메디푸드’의 건강 관리 식품 시장 대상의 식단형 특수 의료용 식품 유형 신설 등 급변하는 트렌드에 대응하고 핵심 소재·가공기술 개발 및 재가식(在家食) 등 최종 제품 적용을 통한 산업화를 지원함
- 맞춤형 식단 제공 서비스 등 사업화에 필요한 종합적인 정보를 제공하기 위해, 식재료·구성성분·소비량·대상별 식이관리 문헌정보 등 식품 관련 기초 데이터 확충 및 식이 설계 알고리즘 개발을 포함하는 ‘맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발’ 구축을 지원하고 있음 (2021-2025. 63억원. 서울대학교)
- ’21년도 ‘고부가가치식품기술개발’사업을 통해 약 187억 원 46개 신규과제를 선정하였으며 그 중 맞춤형 식품과 관련된 과제는 11개 과제로 30억 원이 투자되고 있음(참고2)
- 과학기술정보통신부(이하 과기부), 중소벤처기업부(이하 중기부), 농촌진흥청(이하 농진청)과 산업부에서도 맞춤형 식품과 식단 관련 연구과제에 투자 중으로, 2018년도부터 5년간 과기부 8개 과제 21억1,800만원, 중기부 11개 과제 34억3,500만원, 농진청 4개 과제 10억8,300만원이 투자되고 있음(참고2)

\* ‘맞춤형 식품’ 키워드 검색 결과

■ (농식품산업분야) 농식품부가 최근 발표한 ‘푸드테크 산업 발전방안’(2022.12월)에는 10대 핵심분야 중 하나로 ‘식품 커스터마이징 기술’이 포함되어 있음<sup>43)</sup>

- 개인 맞춤형 식품과 관련하여 식품의 특성과 건강의 상관성 등을 기초로 하는 정보의 DB화, 개인별 질환, 유전정보 등에 기반한 식이설계 알고리즘 개발, 질환별 관리식 적용을 위한 소재 발굴 등의 내용이 포함되어 있음
- 세부추진 과제분야 중 각 기관에 분산된 정보를 통합하여 제공할 수 있는 ‘디지털 식품정보 플랫폼 구축’을 제시하고 있으며 플랫폼 내 데이터로 ‘소비자 맞춤형 식단 설계 정보(한국식품연구원, 한국농업기술진흥원)’를 포함하고 있음
- 푸드테크산업의 성장 기반 마련을 목표로 10대 핵심기술에 대한 연구개발 지원 강화가 2023년부터 계획되어 있음

42) 농식품부 보도자료. 2021. 농식품부, 대체식품·맞춤형식품 등 유망 식품, 식품가공·포장 분야 연구개발(R&D) 지원 확대

43) 관계부처 합동. 2022. 농식품산업의 혁신성장을 위한 푸드테크 산업 발전방안

## 5 결론 및 시사점

- **국외에서는 개인 맞춤형 식품의 효능조사를 위해 기계학습 알고리즘을 활용한 임상 시험이 실시되었으며, 국내에서도 임상 연구의 지원 진행중**
  - 영국 뉴캐슬대 연구팀은 개인 맞춤형 식품 효능조사를 위한 임상시험(Food4Me 프로젝트, 2011~2015년) 결과, 인터넷 기반 자료수집과 맞춤 식사 정보를 제공하는 접근방식에 대한 모델을 제공하였고, 공중보건에서 활용되고 있음
  - 영국 King's College London의 대규모 임상 PREDICT-1(2018년 6월~2019년 5월)에서는 유전적 요인뿐 아니라 혈당, 지방, 인슐린 수치에서 운동, 수면 등 다양한 요인이 최적의 대사 건강과 개인의 건강에 영향을 미침을 확인하였음
  - 이스라엘 와이즈만 연구소(2015년)는 같은 음식에 대하여 개인마다 혈당반응이 다르게 반응함을 증명하였고, 최적의 혈당조절을 위해 개인별 맞춤형 권장식사가 필요함을 대규모 임상시험으로 입증하였음
  - 국내 개인 맞춤 식품 관련 임상연구로 이화여자대학교 연구팀에서 한국인 대상 나이, 식사의 질, 혈액지표 등 16가지 변수를 종합적으로 고려해 산화스트레스 위험정도를 정량화할 수 있는 예측 기계학습 모델을 개발하여 정밀영양에 적용할 수 있는 가능성을 보여주었음(2021)
- **미국 NIH와 유럽 식품안전청에서는 유전자, 활동정보 기반의 개인 맞춤형 식단과 운동프로그램을 통하여 국가차원의 국민건강 증진사업을 진행**
- **농식품부, 농진청, 과기부, 중기부 등 주요 부처는 2021년부터 데이터 기반 맞춤형 식품 산업 육성을 위한 정책수립과 지원에 집중하고 있음**
  - 농식품부는 개인 맞춤형 식이설계 연구에 2021년부터 5년간 연 30억 규모로 지원하고 있으며, 관계부처가 적극적으로 개인 맞춤형 식품 연관 산업 육성을 위해 노력 중
- **개인 맞춤형 식품의 기반이 되는 유전자 검사 시장은 전 세계적으로 연 10.5% 이상 꾸준한 성장세를 보이고 있는 반면, 국내 시장은 다중 규제로 인한 장벽으로 뒤늦게 시장이 형성 중**
  - 관계부처인 복지부와 산업부는 이러한 산업 성장의 걸림돌을 제거하고자 의료계의 끈질긴 반대에도 불구하고 2022년 '유전자검사역량인증제'를 시행하게 되었으며 최초로 인증기관 6기업을 선정하였음
  - 이에 따라 국내 규제의 장벽은 일부 낮아졌으나 아직은 소비자의 관심도가 높지 않고 여전히 높은 검사가격도 시장 성장의 장애물임

- 미국, 일본, 중국은 규제가 상대적으로 낮거나 부재하여 다양한 유전자 검사가 가능하나 국내에서는 여전히 규제로 인한 제약이 상존하는 상황임
  - 국내 시장 뿐 아니라 세계 시장 기업들과의 경쟁력 확보를 위해서는 인종별 특성을 반영한 기술개발에 대한 연구 필요성도 있음
  - 국내 DTC 유전자 검사 시장의 활성화는 유전자 정보를 기반으로 하는 개인 맞춤형 식품, 식단, 식이 프로그램 개발, 나아가 개인의 건강증진 프로그램으로 연계되는 가장 충족되어야하는 전제조건임
  
- 최근 농식품부의 푸드테크산업 육성 방안에 활용도 높은 디지털 식품정보 플랫폼 구축과 데이터 기반의 개인 맞춤형 식품 관련 연구가 포함되어 있어 해당분야 성장의 모멘텀이 될 것으로 기대
  - 농식품부를 비롯한 정부 연구과제로 지원 중인 맞춤형 식이설계 연구결과가 실제 활용되기 위해서는 개인 유전자 정보, 생활패턴, 마이크로바이옴 등 다양한 개인 관련 데이터들이 축적, 활용, 분석되어야만 함
  
- 정부의 DTC 인증제 도입을 계기로 웰니스, 웰빙 트렌드의 국내 소비자를 만족시킬 수 있는 개인 맞춤형 식품 시장의 형성이 자연스럽게 활성화 될 수 있을 것으로 기대됨

### ■ 논문

- Adela Emilia Gómez Ayala. 2007. Nutrigenómica y nutrigenética. Offarm
- Ryan et al., 2015. New tools for personalised nutrition: The Food4Me project. Nutrition Bulletin
- Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CF, et al., 2017. Food4Me Study. Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. Int J Epidemiol
- Zeevi D, Korem T, Zmora N, et al. 2015. Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. Cell
- Mendes-Soares H, Raveh-Sadka T, Azulay S, et al. 2019. Model of personalized postprandial glycemic response to food developed for an Israeli cohort predicts responses in Midwestern American individuals. Am J Clin Nutr.
- Asnicar et al., 2021. Microbiome connections with host metabolism and habitual diet from 1,098 deeply phenotyped individuals. Nature Medicine
- Daniel Kirk, Cagatay Catal, Bedir Tekinerdogan. 2021. Precision nutrition: A systematic literature review. Computers in Biology and Medicine
- Kim et al., 2021. A Machine Learning Algorithm for Quantitatively Diagnosing Oxidative Stress Risks in Healthy Adult Individuals Based on Health Space Methodology: A Proof-of-Concept Study Using Korean Cross-Sectional Cohort Data. Antioxidants
- Silvia Berciano et al., 2022. Precision nutrition: Maintaining scientific integrity while realizing market potential. Front Nutr.
- 김양하. 2022. 정밀영양:개인간 대사 다양성을 이해하기 위한 접근. J. Nutr. Health

### ■ 연구 및 동향 단행본

- 한국식품연구원. 2016. 「개인맞춤형식품시대를 대비한 기능성 식품개발을 위한 기반구축사업」 최종보고서
- 한국연구재단. 2017. 미래유망기술 프로그램, 웰니스(개인 맞춤형) 관리
- GBSA. 2019. DTC 유전자 검사 서비스 동향 및 시사점
- 보건복지부. 2020. DTC 유전자검사 가이드라인(1차)
- BRIC VIEW. 2021. DTC 유전자를 활용한 개인 맞춤 서비스의 최신 동향
- 김인영. 2021. BRIC View 동향리포트. DTC 유전자를 활용한 개인 맞춤형 서비스의 최신 동향
- 농식품부. 2021. 대체식품·맞춤형 식품 등 유망 식품, 식품가공·포장 분야 연구개발(R&D) 지원 확대
- 관계부처 합동. 2022. 농식품산업의 혁신성장을 위한 푸드테크 산업 발전방안
- 보건복지부. 2022. 6개 소비자 대상 직접 시행(DTC) 유전자검사기관 최초 인증

## ■ 웹사이트

- 경향신문. 2021. <https://www.khan.co.kr/science/science-general/article/202101172038005>
- 워크투데이. 2021. <http://www.worktoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=18372>
- Global information. 2021. 세계의 유전자 검사 시장
- 히트뉴스. 2022.02. <http://www.hitnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=38134>
- 메디칼 타임즈. 2022.10. <https://www.medicaltimes.com/Main/News/NewsView.html?ID=1149808>
- 아시아타임즈. 2022. <https://www.asiatime.co.kr/article/20221130500189>
- 팜뉴스. 2022. <https://www.pharmnews.com/news/articleView.html?idxno=214330>
- 동원F&B몰. [https://www.dongwonmall.com/product/detail.do?productId=001026769&cate\\_id=01110040](https://www.dongwonmall.com/product/detail.do?productId=001026769&cate_id=01110040)
- 마켓온오프. [http://m.marketonoff2.cafe24.com/product/detail.html?product\\_no=79&cate\\_no=1&display\\_group=4](http://m.marketonoff2.cafe24.com/product/detail.html?product_no=79&cate_no=1&display_group=4)
- DayTwo 홈페이지. <https://www.daytwo.com>
- DNAfit 홈페이지 (<https://www.dnafit.com>)
- European Commission/CORDIS.<https://cordis.europa.eu/project/id/265494>
- European Commission/CORDIS.<https://cordis.europa.eu/project/id/818110>
- EU IVDR 홈페이지. <https://euivdr.com/>
- Genesis Healthcare 홈페이지. <https://www.geneshics.org/>
- Genestart 홈페이지. <https://www.genestart.co.kr/>
- Habit food personalized 홈페이지. <http://www.habit.com>
- NCBI 홈페이지. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK209642/>
- Nofima. <https://nofima.com/worth-knowing/what-is-personalized-food/#ib-toc-anchor-0>
- Nutrigenomics Market: Current Analysis and Forecast (2021-2027)
- Nutrigenomix 홈페이지. <https://nutrigenomix.com/>
- Nutrishield 홈페이지 <https://nutrishield-project.eu/index.php/proposed%20solution>

연번	기관명	허용항목	
		개수	항목명
1	(주)랩지노믹스	39	골질량, 근력운동적합성, 근육발달능력, 기미/주근깨, 남성형탈모, 단거리질주능력, 단맛민감도, 루테인&지아잔틴 농도, 마그네슘농도, 발목부상위험도, 복부비만(엉덩이허리비율), 비만, 비타민 A 농도, 비타민 B6 농도, 비타민C농도, 비타민D농도, 셀레늄 농도, 식욕, 쓴맛민감도, 아연농도, 악력, 알코올대사, 알코올의존성, 여드름발생, 요산치, 원형탈모, 유산소운동적합성, 중성지방농도, 지구력운동적합성, 지방산농도, 체지방율, 체질량지수, 콜레스테롤, 타이로신 농도, 퇴행성관절염증감수성, 포만감, 피부노화, 혈당, 혈압
2	(주)마크로젠	69	골질량, 근력운동적합성, 근육발달능력, 기미/주근깨, 남성형탈모, 니코틴대사, 니코틴의존성, 단거리질주능력, 단맛민감도, 루테인&지아잔틴 농도, 마그네슘농도, 멀미, 모발굵기, 발목부상위험도, 베타인 농도, 복부비만(엉덩이허리비율), 불면증, 비만, 비타민 A 농도, 비타민 B12 농도, 비타민 B6 농도, 비타민 E 농도, 비타민 K 농도, 비타민C농도, 비타민D농도, 새치, 색소침착, 셀레늄 농도, 수면습관/시간, 식욕, 쓴맛민감도, 아르기닌농도, 아연농도, 아침형, 저녁형인간, 악력, 알코올대사, 알코올의존성, 알코올흥조, 여드름발생, 와인선호도, 요산치, 운동에 의한 체중감량효과, 운동후 회복능력, 원형탈모, 유산소운동적합성, 중성지방농도, 지구력운동적합성, 지방산농도, 짠맛민감도, 철저장및농도, 체중감량 후 체중회복가능성(요요가능성), 체지방율, 체질량지수, 카페인대사, 카페인의존성, 칼륨농도, 칼슘농도, 코엔자임Q10농도, 콜레스테롤, 타이로신 농도, 태양노출 후 태닝반응, 통증민감성, 퇴행성관절염증감수성, 탄살/각질, 포만감, 피부노화, 피부염증, 혈당, 조상찾기
3	(주)엔젠바이오	70	골질량, 근력운동적합성, 근육발달능력, 기미/주근깨, 남성형탈모, 니코틴대사, 니코틴의존성, 단거리질주능력, 단맛민감도, 루테인&지아잔틴 농도, 마그네슘농도, 멀미, 모발굵기, 발목부상위험도, 베타인 농도, 복부비만(엉덩이허리비율), 불면증, 비만, 비타민 A 농도, 비타민 B12 농도, 비타민 B6 농도, 비타민 E 농도, 비타민 K 농도, 비타민C농도, 비타민D농도, 새치, 색소침착, 셀레늄 농도, 수면습관/시간, 식욕, 쓴맛민감도, 아르기닌농도, 아연농도, 아침형,저녁형인간, 악력, 알코올대사, 알코올의존성, 알코올흥조, 여드름발생, 와인선호도, 요산치, 운동에 의한 체중감량효과, 운동후회복능력, 원형탈모, 유산소운동적합성, 중성지방농도, 지구력운동적합성, 지방산농도, 짠맛민감도, 철저장및농도, 체중감량 후 체중회복가능성(요요가능성), 체지방율, 체질량지수, 카페인대사, 카페인의존성, 칼륨농도, 칼슘농도, 코엔자임Q10농도, 콜레스테롤, 타이로신 농도, 태양노출후태닝반응, 통증민감성, 퇴행성관절염증감수성, 탄살/각질, 포만감, 피부노화, 피부염증, 혈당, 혈압, 조상찾기

연번	기관명	허용항목	
		개수	항목명
4	제노플랜코리아(주)	65	골질량, 근력운동적합성, 근육발달능력, 기미/주근깨, 남성형탈모, 니코틴대사, 니코틴의존성, 단거리질주능력, 루테인&시아잔틴 농도, 마그네슘농도, 멀미, 모발굵기, 발목부상위험도, 복부비만(영덩이허리비율), 불면증, 비만, 비타민 A 농도, 비타민 B12 농도, 비타민 B6 농도, 비타민 E 농도, 비타민 K 농도, 비타민C농도, 비타민D농도, 새치, 색소침착, 셀레늄 농도, 수면습관/시간, 식욕, 쓴맛민감도, 아르기닌농도, 아연농도, 아침형,저녁형인간, 악력, 알코올대사, 알코올의존성, 알코올홍조, 여드름발생, 와인선호도, 요산치, 운동에 의한 체중감량효과, 운동후회복능력, 원형탈모, 유산소운동적합성, 중성지방농도, 지구력운동적합성, 지방산농도, 철저장및농도, 체중감량 후 체중회복가능성(요요가능성), 체지방율, 체질량지수, 카페인대사, 카페인의존성, 칼륨농도, 칼슘농도, 콜레스테롤, 타이로신 농도, 태양노출후태닝반응, 퇴행성관절염증감수성, 탄살/각질, 포만감, 피부노화, 피부염증, 혈당, 혈압, 조상찾기
5	(주)클리노믹스	43	근력운동적합성, 근육발달능력, 기미/주근깨, 남성형탈모, 니코틴의존성, 단거리질주능력, 단맛민감도, 루테인&시아잔틴 농도, 발목부상위험도, 비만, 비타민 A 농도, 비타민 E 농도, 비타민C농도, 비타민D농도, 색소침착, 수면습관/시간, 식욕, 아연농도, 아침형,저녁형인간, 알코올대사, 알코올의존성, 여드름발생, 와인선호도, 요산치, 운동에 의한 체중감량효과, 운동후회복능력, 원형탈모, 유산소운동적합성, 중성지방농도, 지구력운동적합성, 지방산농도, 짠맛민감도, 철저장및농도, 체중감량 후 체중회복가능성(요요가능성), 체질량지수, 카페인의존성, 콜레스테롤, 태양노출후태닝반응, 통증민감성, 퇴행성관절염증감수성, 포만감, 혈당, 혈압
6	(주)테라젠바이오	67	골질량, 근력운동적합성, 근육발달능력, 기미/주근깨, 남성형탈모, 니코틴대사, 니코틴의존성, 단거리질주능력, 루테인&시아잔틴 농도, 마그네슘농도, 멀미, 모발굵기, 발목부상위험도, 베타인 농도, 복부비만(영덩이허리비율), 불면증, 비만, 비타민 A 농도, 비타민 B12 농도, 비타민 B6 농도, 비타민 E 농도, 비타민 K 농도, 비타민C농도, 비타민D농도, 새치, 색소침착, 셀레늄 농도, 수면습관/시간, 식욕, 쓴맛민감도, 아르기닌농도, 아연농도, 아침형,저녁형인간, 알코올대사, 알코올의존성, 알코올홍조, 여드름발생, 와인선호도, 요산치, 운동에 의한 체중감량효과, 운동후회복능력, 원형탈모, 유산소운동적합성, 중성지방농도, 지구력운동적합성, 지방산농도, 짠맛민감도, 철저장및농도, 체중감량 후 체중회복가능성(요요가능성), 체지방율, 체질량지수, 카페인대사, 카페인의존성, 칼륨농도, 칼슘농도, 코엔자임Q10농도, 콜레스테롤, 타이로신 농도, 통증민감성, 퇴행성관절염증감수성, 탄살/각질, 포만감, 피부노화, 피부염증, 혈당, 혈압, 조상찾기

❖ 출처: 보건복지부 보도자료. 2022. 6개 소비자 대상 직접 시행(DTC) 유전자검사기관 최초인증

## 참고2

## 맞춤형 식품 관련 연구과제 목록

부처	사업명	내역사업	연구과제명	정부출연금(백만원)	연구기간	
					시작년도	종료년도
과학기술 정보통신부 (8)	ICT기반영양관리서비스실증(R&D)	영양관리 서비스실증	ICT기반 영양관리서비스 실증	654	2018	2018
	과학기술혁신 인재양성	지역거점혁신형의사과학자 공동연구	알레르기 질환의 영양관리를 위한 인공지능 기반 모바일 헬스케어 서비스 개발	230	2019	2022
	개인기초연구(과기정통부)(R&D)	기본연구	개인화된 상황 발굴에 기반한 개인맞춤형 음식점 추천 기술	50	2019	2022
	연구개발특구육성(R&D)	기업 창업·성장지원	임산부를 위한 비대면 개인 맞춤형 영양관리 서비스(맘플레이)의 제품 시험 생산 및 베타서비스 시행	28	2020	2021
	개인기초연구(과기정통부)(R&D)	우수신진연구	지속 사용성을 고려한 일상생활동작의 복합생체신호 기반 통합 맞춤형 건강관리 알고리즘 기술에 관한 연구	300	2020	2023
	비대면비즈니스디지털혁신기술개발(R&D)	비대면고도화 바우처	소아 아토피질환의 장내세균총 맞춤 비대면 정밀식이 AI 서비스시스템 개발	438	2020	2021
	개인기초연구(과기정통부)(R&D)	기본연구	인공지능 기반 식재료 페어링 및 정밀 영양을 고려한 개인화 헬스케어 시스템 연구	43	2020	2025
	민관협력기반 CT스타트업육성	민관협력기반 ICT스타트업육성	개인 맞춤형 음성기반의 AI 식자재 매니저 기술개발 및 보이스 커머스 서비스 사업화	375	2021	2023
중소벤처 기업부 (11)	지역특화산업육성(R&D)	지역주력산업육성	유전자, 미네랄 검사를 통한 개인 맞춤형 건강기능식품 제공 플랫폼	325	2018	2019
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	최적의 단체급식 식단 구성을 위한 DB 구축과 인공지능 기반의 메뉴 추천 및 식수 예측 알고리즘 개발	664	2019	2021
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	유전자 정보를 활용한 맞춤형 헬스케어 알고리즘 개발 및 사업화	475	2019	2021
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	인공지능을 이용한 온라인 기반 홈트레이닝과 퍼스널 트레이닝을 통합한 피트니스 트레이너 플랫폼 개발	175	2020	2021
	소상공인자영업자를위한생활혁신형 기술개발(R&D)	생활혁신형 기술개발사업 생활혁신개발과제 2단계 기술개발	빅데이터를 이용한 고객 맞춤형 식재료 및 밀키트 제공 플랫폼 개발	33	2020	2021
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	개인맞춤형 환자식단관리 솔루션	478	2021	2022
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	AI 기반 맞춤형 건강식단 시스템을 기반으로 한 구독형 신선식품 서비스 플랫폼 개발	333	2022	2024
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	AI 기술과 식단·운동·신체 Data를 활용한 체형 변화 예측 3D 시뮬레이터 및 피드백 알고리즘 개발	333	2022	2024
	창업성장기술개발	팁스(TIPS) 창업기업 지원계획 통합공고	영유아 섭취기록 빅데이터를 활용한 식습관 분석 및 식단 예측 기반 영양관리 자동화 플랫폼 개발	333	2022	2024
	스마트서비스 ICT 솔루션 개발(R&D)	스마트서비스 ICT솔루션 개발(R&D)	급식소 운영 생산성 증가를 위한 ICT 통합관리 플랫폼 개발(디지털전환)	230	2022	2024
산학협력(예비연구)	산학 Collabo R&D사업(예비연구)	개인화 추천 알고리즘	55	2022	2022	

부처	사업명	내역사업	연구과제명	정부출연금 (백만원)	연구기간	
					시작년도	종료년도
농림축산 식품부 (11)	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발	6,333	2021	2025
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	식이관리 수요 기반 대상별 맞춤형 식사 관리 솔루션 및 재가식 연구 개발	2,799	2021	2025
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	영양 및 연하개선 고령친화식품 적용을 위한 포화중기 및 블렌딩 기반 물성 제어 기술 개발	807	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발	807	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	녹용 유래 기능성 지표성분 표준화 및 제 품 적용 기술 개발	550	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	기능성 원료의 일반 식품 적용확대를 위한 연구1	550	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	기능성 원료의 일반 식품 적용확대를 위한 연구2	550	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	특수의료용도식품 등 적용을 위한 식품 원료 소재 국산화 기술 개발	807	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	질환·대상별 맞춤형 기능성 소재 발굴 및 대량생산 기술 개발 1	550	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	질환·대상별 맞춤형 기능성 소재 발굴 및 대량생산 기술 개발 2	550	2021	2023
	고부가가치식품 기술개발사업	미래대응식품 기술개발	질환·대상별 맞춤형 가공 및 제형화 기술 개발	550	2021	2023
농촌 진흥청 (4)	농축산물수확후응복 합실용화기술개발	빅데이터 기반의 농식품성분 DB 구축	빅데이터 기반 건강 식단 추천 시스템 연구	750	2020	2022
	농축산물수확후응복 합실용화기술개발	빅데이터 기반의 농식품성분 DB 구축	식품영양 DB의 표준화 및 식단 DB의 활용성 연구	120	2020	2022
	농업실용화기술 R&D지원	농업기술사업 화 지원	팬이버섯 조성물을 이용한 개인 맞춤형 헬스케어 도시락 제공 및 식단관리 플랫폼 구축	93	2021	2021
	K-농식품지원기능 성성분활용기반고 도화	국가표준식품 성분표고도화	생애주기별 맞춤형 식단의 질 평가 방법 개발	120	2022	2023

\* NTIS에 등록된 과제('18년도~'23년 1월 기준)중 '맞춤형 식품, 식이, 식단'으로 키워드 검색, 정부출연금은 누적금액