

The Food and Life has published all type articles such as research articles, review articles, survey articles, research note, short communication or editorial since 2020. It covers the all scientific and technological aspects of food and life science.

<https://www.foodnlife.org>



## 대체단백식품에 대한 국내외 연구현황 분석

김동빈, 이혜원, 장호건, 박진홍, 이효진, 진상근, 이승연\*

경상국립대학교 축산과학부

## Study on research trends of alternative protein foods focused on domestic and international

Dong Bin Kim, Hye Won Lee, Ho Gun Jang, Jin Hong Park, Hyo Jin Lee, Sang Keun Jin, Seung Yun Lee\*

Division of Animal Science, Institute of Agriculture Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

### Abstract

This study investigates alternative protein trends, including research and related companies focusing on both domestic and international markets. Various studies are necessary as interest in alternative protein foods has significantly increased due to the recent rise in the vegan population and concerns about environmental pollution caused by the animal welfare and livestock industries. The alternative protein market is expanding globally, with Europe accounting for 39% of the market share, while the United States, Asia, Australia, and New Zealand are gradually developing their alternative protein markets. There are four types of alternative protein foods: i) plant-based alternatives with high protein content, ii) animal cell-derived alternatives with controlled fatty acids and iron content, iii) microbial-derived alternatives combined with high protein and additional nutrients, and iv) edible insects rich in protein and mineral substances. Although various research efforts are underway on alternative protein foods, the domestic industry is still in its early stages, necessitating significant investments in government support, further technological development, and alternative protein R&D. Therefore, this research study can provide foundational data for the development of alternative protein foods by offering insights into the current status of domestic and international research in this field.

**Keywords:** alternative protein foods, animal cell, edible insects, plant, microorganism

### 서론

대체단백식품은 동물성 단백질 원료인 육류를 대신하여 육류와 유사한 맛과 모양을 가진 식품을 의미하며 이러한 대체단백식품은 식물유래 대체단백식품, 동물세포유래 대체단백식품, 미생물유래 대체단백식품 및 식용곤충으로 나뉜다(Cho, 2023). 대체단백식품의 역사는 생각보다 훨씬 오래전부터 시작되었다. 1986년 John Harvey Kellogg가 땅콩을 이용해 Meatless meat를 개발한 것이 최초의 대체단백식품이며(Shurtleff and Aoyagi, 2014), 우리나라에서는 오랜 기간 동안 콩고기라 불리는 조직화대두단백(textured soy protein)이 대체단백식품으로 사용되어 왔다. 최근 비건 인구의 증가와 동물복지 및 축산산업으로 인한 환경오염 문제가 주목받아 대체단백식품에 대한 관심이 상당히 증가하고 있다(Lee et al., 2024a; Yun et al., 2024). 그 중에서도 최근 대체단백분야인 배양육과 미생물 발효 분야의

관심이 집중되고 있다. 실제로 국내의 대체단백식품의 생산 및 제조에 전단 세포 기술, 균사체 배양기술, 3D 프린팅 등이 이용되고 있으며, 동물 윤리적 문제를 해결하기 위한 비동물성 혈청 대체제 및 무혈청 배지 연구 또한 지속적으로 이루어지고 있다.

대체단백(alternative protein)식품은 전 세계적으로 증가하는 단백질 수요를 지속 가능하고 윤리적으로 충족하기 위한 솔루션으로서, 전통적인 동물성 식품(소고기, 돼지고기, 닭고기 등)을 대체하는 것을 목표로 하여 개인 투자 및 언론매체와 학문기관의 주목을 받고 있으며, 아직은 초기 개발 단계에 있는 동물세포유래 대체단백식품(cultured meat)과 같은 일부 대체단백식품은 시장에서 경쟁력을 확보하면 식품 시스템을 급격하게 변혁시킬 가능성이 높다는 평가를 받고 있다. 만약 대체단백식품이 세계 육류 생산의 상당한 부분을 대체한다면, 환경, 건강

\*Corresponding author : Seung Yun Lee. Division of Animal Science, Institute of Agriculture Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea. Tel: +82-55-772-3288, Fax: +82-55-772-3689, E-mail: sylee57@gnu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

및 동물 복지에 대한 혁신을 가져올 것으로 예상된다. 기존의 육류는 대체단백식품에 비해 자원 사용과 온실가스 배출량이 상대적으로 높으며, 동물의 복지 문제도 동반하는 반면에 대체단백식품은 이러한 환경적 부담을 크게 줄이고, 온실가스 배출량을 감소시키는 특성을 가지고 있다(Ulhas et al., 2023). 특히, 대체단백식품의 환경적인 측면에서의 이점은 단백질 1 kg 생성에 대한 온실가스 생성량을 기준으로 식용곤충의 경우 전통적인 동물성 제품과 비교하였을 때 60배 정도 적은 온실가스 생성량을 보이는 것으로 알려져 있다. 또한, 아시아에서 가장 큰 대체단백식품 시장을 보유한 중국에서 2016년도 공식 권고안을 통해 2030년까지 자국민의 육류 섭취량을 50%가량 줄여 온실가스 배출량을 10억 톤가량 줄일 계획을 발표하였다는 언급으로 환경적으로 적지 않은 영향을 미치고 있으며, 대체단백식품의 소비가 늘어남에 따라 전통적인 동물성 제품으로 인한 환경적 오염이 줄어들 것으로 예상된다.

식물유래 단백질은 콜레스테롤을 낮추고 단백질 섭취를 증가시키며, 식중독의 위험을 줄여주는 효과가 있고, 동물세포유래 대체단백식품은 건강에 좋은 지방산 조성 and 철분을 줄여줄 수 있으며 식용곤충은 높은 단백질과 낮은 지방 함량으로 건강에 이점을 제공한다. 그러나 이러한 장점들은 대체단백식품의 종류와 대체하는 방식에 따라 다를 수 있으며, 비용의 효율성, 확장 가능성, 및 소비자 수용 등과 관련된 과제는 대체단백식품의 상업화와 수용에 여전히 남아있는 문제이다(Asgar et al., 2010).

대체단백식품의 다양성 그 이상으로, 환경 보호, 동물 복지 및 미래 지속 가능한 생활의 기초를 구축하는 방향성에 중점을 두고 있으므로 대체단백식품 유형인 식물유래 대체단백식품, 동물세포유래 대체단백식품, 미생물유래 대체단백식품 및 식용곤충을 중심으로 연구동향을 확인할 필요성이 있다. 그러므로 본 연구는 국내 대체단백식품 분야의 연구와 개발이 그 잠재력과 가치를 더욱 효과적으로 발휘하며 성장하는 방안을 모색하는데 목적으로 자료를 제공하고자 하였다.

## 대체단백식품

### 대체단백식품의 개념, 유형 및 특징

전통적인 육류는 포유류와 조류 동물의 근육 조직으로, 그 특별한 질감과 풍미 및 풍부한 육즙으로 특징지어진다. 대체단백식품은 육류와 유사한 맛과 모양을 가진 제품이며, 이러한 대체단백식품은 주로 네 가지 소재에서 유래한 단백질로 제조되고 있다(Table 1). 1) 식물유래 대체단백질, 2) 동물세포유래 대체단백식품, 3) 미생물 발효를 이용한 대체단백질 및 4) 식용곤충유래 대체단백질을 포함한다(Cho, 2023). 미래에는 가축의 사육을 통한 육류 생산과 대체단백식품 개발이 상호 보완적으로

로 진행되며, 인간의 필수 영양 공급과 특히 단백질 공급을 위한 식량 자원으로 기대된다.

### 식물유래 대체단백식품

식물유래 대체단백식품은 비동물성 성분을 사용하여 동물성 고기와 유사한 맛과 질감을 갖도록 제작된 제품이며 주요 성분으로는 글루텐 및 대두 단백질이 주로 사용되며, 완두콩, 쌀, 버섯 등의 원료로부터 추출된 단백질도 활용된다(Sha and Xiong, 2020).

식물유래 단백질을 이용하여 식물유래 대체단백식품을 생산할 때, 지방 성분이 빠져나오는 현상이 발생할 수 있으며, 또한 식물유래 단백질을 흡수하는 과정에서 실제 고기 가공의 질감과 맛을 완벽하게 재현하기 어려운 문제점이 있다고 판단된다(Lee, 2023a). 식물유래 대체단백식품의 생산과정은 다음과 같다(Fig. 1). 첫 번째 단계에서는 고단백 작물로부터 식물유래 단백질을 추출하며, 두 번째 단계에서는 추출된 식물유래 단백질에 특수 첨가제를 혼합하여 실제 고기의 맛과 냄새를 재현하고, 세 번째 단계에서는 실제 고기의 질감을 형성하기 위해 전단 세포 기술, 균사체 배양, 또는 3D 프린팅과 같은 기술을 사용하여 제품을 재구성한다(Andreani et al., 2023; Lee, 2023a). 식물유래 대체단백식품은 가격, 환경 및 윤리적 측면에서 장점이 있지만, 실제 육류와 비교했을 때 식감과 풍미 측면에서 아직도 부족한 부분이 있어 소비자들이 선호하지 않는 경향이 있다.

식물유래 단백질을 조직화하여 고기와 유사한 질감을 가지도록 만든 제품은 “식물유래 조직 단백질” 또는 “TVP(texturized vegetable protein)”로 알려져 있으며, 이러한 TVP의 공정 기술은 식물유래 고기 생산의 핵심이다. 향을 개선하고 실제 육류와 유사한 맛을 얻기 위한 연구가 진행되고 있으며, 국내에서는 식물유래 대체단백식품의 특이한 향에 대한 거부감이 상대적으로 크기 때문에 관련 연구가 강조되어 식물유래 대체단백식품의 특이한 향을 줄이고(off-flavor, itch masking) 육류의 맛(joy-flavor)을 향상시키는 연구가 진행 중이며, 스테이크와 같이 피 맛(blood-taste)을 대표하는 육류 맛을 재현하기 위해, 피 맛의 주된 구성 성분인 헴(Heme)을 대체할 수 있는 식물유래 소재를 찾는 연구가 진행 중이다. 또한, 지방 맛을 구현하기 위한 연구도 진행 중이며, 우리나라의 삼겹살 수요를 고려한 연구도 진행되고 있다(Yoon et al., 2021).

### 동물유래 대체단백식품

동물세포유래 대체단백식품이란 가축을 사육하는 과정을 거치지 않고, 연구실에서 세포 증식을 통해 얻게 되는 식용 고기를 의미한다(Post, 2012). 동물세포유래 대체단백식품은 기존 축산보다 토지 사용량, 온실가스 배출량, 에너지 소비량을 대폭 감소시킬 수 있어 친환경적이며 사육 환경이나 도축과 관련된

**Table 1.** Concepts, types, and characteristics of alternative protein foods

	Plant-derived alternative protein foods	Animal cell-derived alternative protein foods	Microbial-derived alternative protein foods	Edible insect
Concepts and properties	· Plant-derived alternative protein foods	· An alternative protein produced using animal tissue · Sterile laboratory requires cultivation with a medium containing fetal bovine serum in an animal cell incubator	· Use the protein of mycoprotein, a fungus, and 'spirulina', a microalgae	· Processing proteins from insects certified or licensed for food
Characteristics	· Soybean separation and organization soybean-derived proteins are commercialized · Accompany with GMO problem · High consumer confidence	· Safety, affordability, environmental and ethical issues early stages of commercialization	· Low fat	· National recognition required (Korea recognizes 11 types)
Nutritional value	· High protein content (85% or higher)	· Fatty acid, iron content adjustable	· High protein content and additional nutrients (omega-3) combination possible	· Contains high protein, rubber substrate
Safety	· Verification	· Verification required	· Verification	· Proceed with verification
Similar level	· Qualitative escalation stage	· Similarity	· Similarity	· Low
Weakness	· A decrease in flavor · Caution gluten allergy	· High cost, policy regulation · Incubation time, mass production barrier · Ethical and stability issues must be addressed · Food phobia phenomenon	· Constraints of production process, conditions · Long incubation time required · In case of Spirulina, degradation in flavor and taste	· Food phobia phenomenon · A lack of processing skills

GMO, genetically modified organism.

동물복지 문제가 없을 뿐만 아니라 위생적인 배양과정을 통해 생산되므로 안전성을 확보하기 쉽고 가축 전염병 발생 위험이 없다. 동물세포유래 대체단백식품을 만들기 방법은 다음과 같다(Fig. 1). 우선 살아있는 가축으로부터 줄기세포를 채취하고 배양기에서 성숙한 조직으로 만든다. 예를 들면 가축의 골격근에서 줄기세포를 분리하여 플라스크에서 배양하고 세포들이 조직을 형성할 수 있을 정도로 바이오리액터 안에서 증식, 분화 및 성숙단계를 거쳐 조직화 후 가공을 통해 동물세포유래 대체단백식품이 완성될 수 있다(Post, 2012). 국내에서는 동물의 근육위성세포 및 중간엽 줄기세포 등을 이용한 동물세포유래 대체단백식품 연구가 진행되고 있으며, 최근 몇몇 연구팀에서 근육 및 태반에서 세포를 추출하여 증식과 분화를 유도하고, 배양에 필요한 동물유래 혈청을 대체할 무혈청 배지 개발에 대한 연구 결과가 발표되었다(Skrivergaard, 2023). 동물세포유래 대체단백식품 생산에는 세포의 성장과 발달을 촉진하는 것으

로 알려진 동물유래 혈청(fetal bovine serum)이 주로 사용되는데, 이는 생산 단가가 매우 높고 동물 윤리적 문제가 이슈화되어 비동물성 혈청 대체제 또는 무혈청 배지의 개발연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다(Cho et al., 2022). 동물세포유래 대체단백식품은 아직 기술적인 한계, 높은 생산비, 소비자 거부감 등 극복해야 할 요인들이 많아 일반화되기까지는 시간이 필요하나 장점이 많고 필요성 또한 장기적으로는 축산업을 일정 부분 대체할 잠재력을 가지고 있다(Lee, 2020).

### 미생물유래 대체단백식품

대체단백질 산업에서의 발효 과정은 식물유래 제품이나 동물세포유래 대체단백식품 제조를 위해 또는 식품 재료를 처리하기 위해 사용되는데, 이 과정에서는 미생물을 통해 단백질과 같은 주요 영양소를 높이거나, 향료나 효소, 지방과 같은 특별한 성분을 추출하기 위해 유기체를 배양한다. 대체단백질 산업

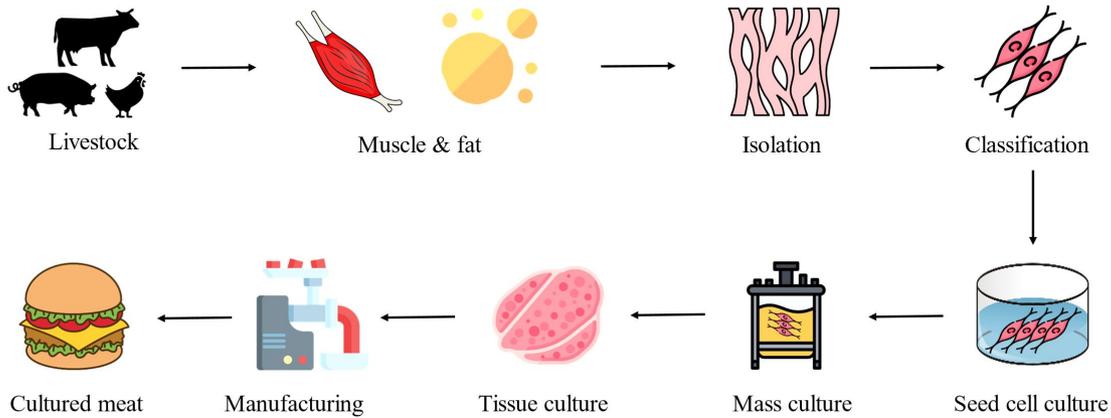


Fig. 1. The process of producing cell-cultured meat.

에서 발효는 주로 전통 발효 공정, 바이오매스 발효 공정, 정밀 발효로 나눌 수 있다(Fig. 2). 빵이나 맥주 제조에 수천 년 동안 사용해 온 전통적인 발효 방식은 식물유래 원료의 특성을 미생물의 힘으로 변화시켜 특별한 맛, 영양 성분 및 질감을 가진 제품을 만드는 데 활용되며, 대표적으로 *Rhizopus* 미생물로 대두를 변형시켜 얻은 템페(Témpé), 다양한 젖산균을 활용하여 만드는 치즈와 요거트 같은 제품들이 있다. 이러한 전통적 발효 과정은 다양한 대체단백질 원료의 미각, 기능 및 영양적 특성을 향상시키는 데 큰 도움을 준다. 바이오매스 발효 과정은 빠르게 번식하는 고단백질 미생물을 사용하여 다량의 단백질을 효과적으로 제조하는 것이 가능한데, 많은 미생물은 수 시간 동안 그 수량을 두 배로 늘리는 등 속도와 효율에서 뛰어나기 때문에 바이오매스 발효는 엄청난 단백질 생산의 핵심 방법이다. 미생물 바이오매스는 원료 그대로 또는 약간 가공된 형태의 재료로 사용될 수 있고 세포를 분해하여 소화 가능성을 증가시키거나 단백질 함량을 높이는 것은 그 예시 중 일부이며 일부 바이오매스 제품은 최종 제품에 독특한 특성을 제공하고, 특정 기능성 성분들은 최종 제품의 큰 비중을 차지한다.

대체단백질 최종 제품은 식물 기반, 배양 및 발효로 얻은 다양한 성분들을 활용하여 기능적이며, 더 나은 맛과 질감을 가진 하이브리드 제품 제작에 사용된다(Lübeck and Lübeck, 2022). 대체단백질 생산 플랫폼을 통해 만들어진 성분으로 구성된 하이브리드 제품들이 시장에서 점차 인기를 얻고 있으며, 그 예로는 임파서블 버거가 있다. 임파서블푸드(Impossible Foods)는 정밀 발효 방법을 활용하여 대두에서 추출한 레그헤모글로빈을 식물유래 버거와 결합시켜, 더욱 고기와 유사한 맛과 외관을 갖춘 제품을 만들었다. 대다수의 바이오매스 발효 기업은 대체단백질 제품의 원료연구에 중점을 두고 있고, 효모부터 필라멘트 진균 및 미세조류까지 다양한 미생물들이 바이오매스 발효에 사용되기 위해 연구되고 있으며, 특히 “중속 영양 성장”

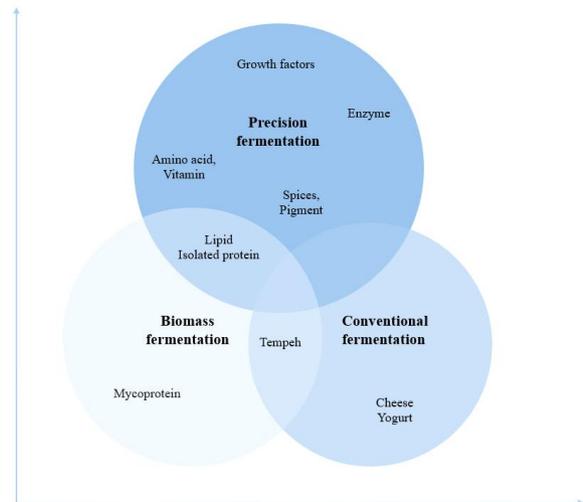


Fig. 2. Conceptual environment of fermentation origin and fermentation products. Adapted from Good Food Institute (2021) with permission of author.

으로 알려진, 햇빛 대신 설탕을 영양소로 사용하는 미세조류에 관심이 집중되고 있다. 정밀 발효는 미생물을 “세포공장”으로 활용하여 특정한 기능성 성분을 제조하는 발효 기술의 한 종류인데, 이 기술을 통해 단백질, 비타민, 효소, 천연 색소 및 지방과 같은 성분들을 생산할 수 있어 식물유래 제품이나 동물세포유래 식품의 기능적 특성을 향상시키는 부분에서 효과적이라 할 수 있다. 이 기술을 통해, 계란이나 유제품과 같은 단백질, 펩신, 헴(Heme)을 포함한 대체단백질, 지방 등 다양한 제품을 생산할 수 있다. 예를 들면, 마이오글로빈이라는 단백질은 고기의 독특한 맛과 향을 주는 성분인데, 이와 유사한 단백질을 식물유래 제품에 추가함으로써, 기업들은 고기와 유사한 풍미의 제품을 만들어낼 수 있다(GFI, 2023).

## 식용곤충

유엔식량농업기구(FAO)는 2050년경 인구가 약 90억 명에 달할 것이라 예상되고, 이에 따라 현재보다 두 배 많은 식량이 요구될 것이라고 했다. 따라서 미래의 식량부족과 환경 문제를 해결하기 위한 대안 중 하나로 식용곤충 소비의 촉진이 제시되었는데, 곤충은 가축에 비해 사육에 필요한 면적이 훨씬 작아 토지를 효율적으로 활용할 수 있고 번식능력이 높아 짧은 시간 내에 많은 양을 생산할 수 있으며, 단백질 1 kg을 생산하기 위한 사료와 물 사용량도 육류에 비해 훨씬 적게 든다(Chang et al., 2013). 식용곤충은 대부분의 가축에 비해 60배 적은 온실가스를 배출하기 때문에 환경친화적인 식품으로 볼 수 있고, 소고기와 닭고기 같은 주요 단백질을 공급받을 수 있으며, 다량의 단백질을 함유하고 있다(Guiné et al., 2021). 실제로 단백질 함유량은 돼지고기보다 더 많고, 소고기와 달걀과 유사하며 그 외에도 불포화 지방산이 전체 지방산 중 70% 이상을 차지하고, 칼슘과 철 같은 무기질도 풍부하게 들어있어 이런 영양적인 이점 때문에 여러 나라에서는 다양한 방식으로 식용곤충을 식품으로 활용하고 있다(Jeon et al., 2024; Ordoñez-Araque et al., 2022).

2022년 기준, 국내 식품 원료로 사육이 가능한 곤충은 총 11종으로 벼메뚜기, 누에 번데기, 누에 유충, 백장잠, 갈색거저리 유충(고소애·밀웻), 쌍별귀뚜라미(쌍별이), 흰점박이꽃무지 유충(꽃뱅이), 장수풍뎅이 유충(장수애), 아메리카왕거저리 유충, 수벌 번데기, 풀무치만이 식용으로 사용 가능하다(Korea Food Industry Cluster Promotion Agency, 2023). 식용곤충은 현재 축산물과는 달리 젤화, 유화, 거품 등의 가공 특성이 있다. 일반적인 축산물은 각 부위(예: 고기, 뼈, 혈액)를 구분하여 사용하기에 가공 시 용이하지만, 식용곤충은 작은 크기와 대량 가공 때문에 부위별 사용이 제한적이다. 대개 부위를 구분하지 않고 전체를 사용하기에, 기존의 축산물보다 젤화 특성이 약하게 나타난다(Kim et al., 2022). 식용곤충의 가공 특성을 강화하기 위해서는 다양한 방법이 필요한데, 일반적으로 단백질 구조 변형을 통해 향상시킬 수 있다. 물리적 방법에는 가열, 초고압 처리, 방사선 조사, 성형 압출, 플라즈마 기술 등이 있으며, 이들은 단백질에 에너지를 공급하여 구조를 변화시킨다. 화학적 방법으로는 pH 변화, 이온 강도 조절, 단백질 접합 기술 등을 활용한 단백질 구조 변형이 있고, 효소를 사용한 단백질 분해나 접합, 젤화를 통한 하이드로콜로이드 첨가가 있다. 제품의 형태와 목적에 맞게 각 기술을 적절히 활용해야 한다(Kim, 2021).

## 국외 연구동향

현재 세계적으로 채식주의자 수가 약 2억 명에 이르고, 건강, 종교, 환경 문제, 동물복지 등의 이유로 인한 인식 증가로 지속적으로 늘어나고 있으며, 중국, 인도 등 여러 국가에서는 경제

성장으로 인해 편의식품과 대체단백식품의 수요가 최근 6년 동안 약 22억 달러 증가하였다(Park, 2021). 최근까지는 유럽이 대체단백식품 시장을 주도했지만, 미국에서의 콩 생산량 증가로 미국 대체단백식품 시장이 크게 성장할 것으로 전망된다. 더불어 편의식품 수요와 인구 증가로 인해 앞으로 7년 동안 대체단백식품 시장이 점차 확대될 것으로 예측되고 있다. 대체단백식품 시장은 전 세계적으로 증가하는 추세로, 유럽이 39% 차지하고 있으며, 인도, 대만을 비롯한 아시아, 호주/뉴질랜드, 미국 등 여러 지역에서도 대체단백식품 시장이 점차 발전하고 있다(Cho et al., 2022).

## 미국

최근 몇 년 동안 건강에 대한 관심이 증가하면서 많은 소비자자들이 식물유래 식품을 선호하였으며, 이로 인해 일반 육류 소비 수요가 줄어들고 대체단백식품에 대한 수요가 늘어났다. 미국은 대체단백식품에 대한 글로벌 수요의 약 21%를 차지하였고, 2021년에는 대체단백식품 규모가 전년 동기 대비 8.4% 증가하여 17억 8,380만 달러를 기록했다. 또한, 최근 5년간(2017-2021년) 연평균 성장률은 22.4%로 나타났으며, 다가올 5년간(2022-2026년)에는 미국의 대체단백식품 시장이 연평균 성장률 8.4%를 기록할 것으로 전망된다. 이에 따라 2026년에는 시장의 예상 규모가 25억 9,050만 달러에 달할 것으로 전망되고 있다(Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, 2022). 주요 기업으로는 식물유래 원료를 활용한 대체단백식품 브랜드인 비온드 미트, 콩류를 기반으로 하는 냉동 대체단백식품 업체 모닝스타 팜스, 식물유래 대체단백식품을 기반으로 하는 가르딘 및 프리미엄 대체단백식품 기업인 필드 로스트가 있다(Gaan, 2020). 비온드 미트는 대체단백질 및 지방으로 콩, 쌀, 코코아 및 카놀라 오일을 활용하며, 비트 주스와 사과 추출물 같은 요소를 사용하여 맛, 향 및 색을 조절한다. 미국 실리콘밸리의 Impossible Foods는 콩과 다른 식물 원료에서 추출한 레그헤모글로빈을 생산하기 위해 효모인 *Pichia pastoris*를 활용하며, 이렇게 생산된 레그헤모글로빈을 사용하여 식물유래 대체단백질 제품에 첨가하여 실제 고기와 유사한 맛과 색을 재현하고 있다. Memphis Meats는 근위성 세포를 활용하여 치킨 너겟, 쇠고기 미트볼 등을 생산하는 연구를 진행 중이고, Blue Nalu는 세포 기반의 해산물을 양식하는 기술을 활용하여 미세 플라스틱, 수은, 독성물질 및 다른 오염물질이 없는 해산물을 생산하고 있으며, 이러한 기술을 통해 세포 배양을 통한 해산물 대량 생산을 상용화하고자 한다. Wild Type은 물고기 알에서 세포를 얻어 연어와 유사한 대체단백식품을 생산하며, 이를 활용하여 초밥 제품을 출시할 예정이다(Table 2).

식용곤충은 곤충 단백 농축물을 혼합한 곤충우유 특허 출원 및 단백질 함량을 높인 육제품 첨가제 활용 연구가 발표되었다

**Table 2.** Alternative protein food-related international companies

Country	Brand name	Product photo	Characteristic	References
U.S.	Beyond Meat		<ul style="list-style-type: none"> <li>U.S. company established in 2009 owns a number of representative products such as sausage and minced beef, including plant-derived burger patty 'Beyond Burger'.</li> <li>Listed on Nasdaq Stock Exchange in U.S. August 2019.</li> </ul>	<a href="https://www.beyondmeat.com/en-US/">https://www.beyondmeat.com/en-US/</a>
	Impossible Foods		<ul style="list-style-type: none"> <li>Founded in 2011, U.S. companies supply products such as soy protein-based plant-derived sausages and nuggets to restaurants and distribution channels.</li> <li>Meanwhile, it is expanding its categories such as plant-derived cheese and seafood other than meat.</li> </ul>	<a href="https://impossiblefoods.com/">https://impossiblefoods.com/</a>
	Eat Just		<ul style="list-style-type: none"> <li>U.S. company develops liquid eggs and chicken with plant-derived proteins derived from green beans and launches in 2019.</li> <li>Active entry into overseas markets such as North America and Asia.</li> </ul>	<a href="https://www.ju.st/">https://www.ju.st/</a>
	Perfect Day		<ul style="list-style-type: none"> <li>U.S. company leads the field of fermentation protein that manufactures dairy products and related products such as ice cream, cheese, bread, etc. based on fermentation oil proteins extracted from 'Perfect Day' cattle.</li> </ul>	<a href="https://perfectday.com/">https://perfectday.com/</a>
	Raised & Rooted		<ul style="list-style-type: none"> <li>U.S. company launches plant-derived food-related brand raised &amp; rooted in 2019 to enter the alternative food market.</li> </ul>	<a href="https://www.tysonfoods.com/">https://www.tysonfoods.com/</a>
	Happy Little Plants		<ul style="list-style-type: none"> <li>"Hormel Foods," an American company known for its processed ham spam.</li> <li>Through the 'Happy Little Plants' brand launched in 2014, plant-derived alternative protein foods, blended meat products, and plant-derived pizza and sandwiches are provided.</li> </ul>	<a href="https://www.hormelfoods.com/">https://www.hormelfoods.com/</a>
	Incogmeato by Morning Star Farm		<ul style="list-style-type: none"> <li>US company launches plant-derived product brand 'Incogmeato by morning star farm' in 2019.</li> <li>Product sales commenced through retail channels in the first quarter of 2020.</li> </ul>	<a href="https://www.kellanova.com/us/en/home.html">https://www.kellanova.com/us/en/home.html</a>

Table 2. Continued

Country	Brand name	Product photo	Characteristic	References
U.S.	Good & Gather		<ul style="list-style-type: none"> <li>In response to the growing demand for plant-based foods, the U.S. retailer Target launched its private brand 'Good &amp; Gather'.</li> <li>Targeting vegetarian consumers by launching processed meat and snacks such as chicken tenders.</li> </ul>	<a href="https://www.target.com/">https://www.target.com/</a>
	Gardein		<ul style="list-style-type: none"> <li>U.S. food company 'Conagra Brands' launches supply of plant-derived alternative protein foods and plant-derived seafood products for use in burgers, hot dogs, and sausages through its brand 'Gardein' in 2020.</li> </ul>	<a href="https://www.conagrabrands.com/">https://www.conagrabrands.com/</a>
Belgium	Kriket		<ul style="list-style-type: none"> <li>Belgian company rich in natural antioxidants, protein, fiber, vitamin B12, iron and zinc in 'Kriket' crickets.</li> </ul>	<a href="https://kriket.be/">https://kriket.be/</a>
	Nestle		<ul style="list-style-type: none"> <li>Belgian company launches 'Beetles Beer' first industrial beer.</li> <li>Rich protein and vitamin supply in beetles.</li> </ul>	<a href="https://www.beetlesbeer.be/">https://www.beetlesbeer.be/</a>
Sweden	Oatly		<ul style="list-style-type: none"> <li>Swedish company produces vegan drinks and milk from plant-derived raw materials such as 'Oatly' oats, almonds, and coconuts.</li> </ul>	<a href="https://www.oatly.com/">https://www.oatly.com/</a>
Switzerland	Nestle		<ul style="list-style-type: none"> <li>Large Swiss food companies have a wide portfolio of plant-derived products such as 'Nestle' plant-derived beverage 'Wunda', plant-derived seafood (tuna), 'Sensational Vuna', and plant-derived burger patty 'Garden Gourmet'.</li> </ul>	<a href="https://www.nestle.com/">https://www.nestle.com/</a>
England	Wicked Kitchen		<ul style="list-style-type: none"> <li>UK distribution company 'Tesco' announces plant-derived food PB (Private Brands) 'Wicked Kitchen' targeting Flexitarian consumers from 2018.</li> <li>Provides convenient food such as pizza, burger, pasta, etc.</li> </ul>	<a href="https://www.tescopl.com/">https://www.tescopl.com/</a>
Netherlands	Sligro		<ul style="list-style-type: none"> <li>Dutch distributors.</li> <li>To manufacture and sell edible insects by establishing an edible insect distribution company.</li> </ul>	<a href="https://www.sligro.nl/home.html">https://www.sligro.nl/home.html</a>

(Cho et al., 2022; Choi et al., 2024). 식용곤충의 생산은 전 세계적으로 주로 아시아 지역, 특히 태국, 중국, 베트남 등에서 활발하게 이루어지고 있지만, 식용곤충을 식품 산업에서 상품화하는 주된 지역은 주로 미국과 유럽 지역이다. 미국은 귀뚜라미와 갈색거저리를 기반으로 한 햄버거 패티, 햄 등의 대체단백식품을 생산하고 있으며, 미국의 선두 기업인 Chapul과 EXO는 곤충의 단백질을 분리하여 조직 곤충 단백질인 Textured Insect Protein을 제조하는 기술을 기반으로 한 에너지 바를 생산하고 있다(Moscato, 2019).

## 유럽

유럽은 높은 채식주의자 비율과 대체단백식품 부문에 대한 높은 투자율로, 2019년에는 70억 달러 규모를 기록하였으며, 2020년부터 2025년까지 예상되는 연평균 성장률은 7.3%이다(Bioin, 2023). 대체단백제품 중에서 글루텐을 사용한 식물유래 햄버거 패티와 소시지가 가장 선호되며, 대두를 기반으로 하는 육류 대용품은 알레르기 유발 성분으로 인해 시장 성장 속도가 비교적 느리다.

프랑스 생활조건연구센터(CREDOC)의 보고에 따르면, 프랑스, 독일, 영국에서 채식주의자는 전체 인구의 약 5%-7% 정도 차지하지만, 플렉시테리언이나 세미 베지테리언과 같은 유연한 식단을 선호하는 사람들은 전체 인구의 약 19%-26%를 차지하고 있다. 유럽 내에서 대체단백식품 시장 규모가 가장 큰 국가는 영국이며 독일, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드가 유럽 내에 가장 큰 대체육 시장을 형성하고 있다(Bioin, 2023). 유럽의 Proti-Farm은 현재 Phoenix Worm이라는 식용으로 알려지지 않은 곤충을 사육하는 방법과 이를 식품으로 활용될 가능성을 검토하며, 동시에 Hipromine은 곤충 단백질을 분리하고 정제하여 곤충을 활용한 사료, 단백질, 오일 등 다양한 제품을 생산하고 있다(Gałęcki et al., 2021). 2015년에는 프랑스에서 소태아혈청을 대체할 수 있는 엠브리오를 개발하였으며, 네덜란드의 2013년에 Mosa Meat는 소의 근육세포를 배양하여 햄버거 제품을 개발했다. 초기 생산 비용은 25만 유로였지만, 2021년 기준 약 9유로로 생산 비용을 대폭 줄였으며, 이로 인해 생산 시설 규모를 확대하고 규제 승인을 획득하여 동물세포유래 대체단백식품 사업을 본격화하고 있다(Choudhury et al., 2020; Moreno et al., 2015).

네덜란드에서는 Aqueous 추출법, Soxhlet 추출법 및 Folch 추출법을 사용하여 유전체 추출을 하고, 이러한 추출 방법들을 비교하여 최상의 추출 방법을 설정했다(Tzompa-Sosa et al., 2014). 이 연구를 통해, 버팔로 밀웜 단백질이 유단백질과 유사한 근육 합성 능력이 있음을 확인했다. 유럽 의회는 “채소 버거”나 “대두 소시지”와 같은 식물유래 대체단백식품에 육류와 관련된 이름을 사용하는 것을 허가하여, 이로 인해 대체단백식

품 기업들의 마케팅 규제가 완화될 것으로 예상된다.

## 아시아

아시아 태평양 지역에서 정부의 연구 및 개발 부문에 대한 투자가 증가하고 대체단백식품에 대한 수요가 늘어가고 있어, 이 지역은 2025년까지 세계 시장에서 가장 큰 연평균 성장률을 기록할 것으로 전망된다(Park et al., 2020).

중국인 아시아에서 가장 큰 대체단백식품 시장을 보유하고, 2016년에는 공식 권고안을 발표하여 2030년까지는 자국민의 육류 섭취량을 50%까지 줄여 비만과 당뇨 등 성인병을 예방하고, 온실가스 배출량을 10억 톤가량 줄이기 위한 계획을 발표했다(Cho, 2019). 중국인 1인당 단백질 섭취량이 여전히 부족한 상황에서, 중국 과학원은 식물유래 단백질과 같은 대체단백식품 제품의 개발과 보급에 중점을 두고 있으며, 중국계 대체단백식품 스타트업인 기린메이트, 쩐미트 등에 대한 투자를 높이고 있다(Bioin, 2023). 또한 중국은 이물질 및 독소를 제거한 곤충을 에탄올을 이용하여 단백질을 추출하고, 이를 활용하여 식용곤충 알부민 분말을 제조하는 기술을 확보했다(Cho et al., 2022).

2020년 12월, 싱가포르 식품청은 2년간의 검토 끝에, 전 세계에서 최초로 배양한 닭고기를 사용한 3종의 제품에 대한 생산과 판매를 공식으로 승인했다(Chodkowska et al., 2022). 2020년 싱가포르의 Shioke Meat는 갑각류 세포유래 대체단백식품을 생산하는 회사로서, 식품으로 사용할 수 있는 새우 덩sem을 승인받았다(Cho et al., 2022). 일본에서는 식품 폐기 문제, 환경, 식량 위기 등 지속 가능한 사회 실현에 대한 관심이 상승하면서, 대체단백식품을 단백질 공급원으로 채택하는 소비자들의 수가 상당히 증가하고 있고, 야노 경제연구소에 따르면, 일본의 대체단백식품 시장 규모는 2020년에 7억 2,100만 엔이었으며, 2030년까지는 302억 엔까지 확대될 것으로 전망된다(The Food & Beverage News, 2021). 태국의 Hiso는 곤충 식품 뿐만 아니라 시즈닝이 첨가된 스낵과 파스타 개발에 성공하였으며, 귀뚜라미와 누에번데기를 분말화하고 향신료로 가공하여 시장에 공급하고 있다. 주요 식용곤충 기업들은 일반적으로 식재료와 조합하여 제품을 가공하여, 소비자 범위를 확대하고 있다(Ryu, 2017). Aleph Farms는 이스라엘의 기업으로, 세계 최초로 우주에서 인공 소고기를 성공적으로 생산하였으며, 3D 바이오 프린팅 기술을 활용하여 동물세포유래 대체단백 스테이크를 개발하고 꽃등심과 같은 고기 텍스처를 성공적으로 재현했다(Cho et al., 2022).

## 국내 연구동향

건강 및 환경, 윤리적 문제로 경우에 따라 제한적 육류 섭취를 하는 간헐적 채식주의자의 수가 증가하고 있는 추세이며, 특히 젊은 층의 소비자를 중심으로 증가하고 있으며, 한국비건

협회에 의하면 우리나라의 채식주의자 수는 2008년 15만 명에서 2021년에는 250만 명으로 이에 따라 우리나라의 채식주의자가 급격히 증가하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

식품 서비스 분야에서는 2020년 기준 서울 내 8만 개 이상의 음식점 중 약 1% 이상의 비율을 차지하는 839개의 음식점에만 채식주의자 옵션이 메뉴에 포함되어 있는 것으로 드러났다. 그 중, 큰 비중은 본죽(25%) 및 롯데리아(18%)가 차지하며, 이에 따라 국내 식품 서비스 분야 내 채식 메뉴는 주로 프랜차이즈 업체가 이끌어가는 모습을 확인할 수 있다.

### 식물유래 대체단백식품

국내 식물유래 대체단백식품 부문은 현재 국내업체에 의해 주도되고 있으며, 2022년 8월을 기준으로, 최근 5년 동안 국내 기업들이 식물유래 대체단백식품 시장에서 약 95% 이상을 점유하고 있다. 한국농수산식품유통공사에 따르면 국내 식물유래 대체단백식품 시장은 2020년 기준으로 약 227억 원의 규모이며, 2025년까지 연평균 5.4%의 성장률로 약 295억 원으로 예측된다(Kim, 2022b).

식물유래 대체단백식품 관련 정부 지원 연구개발 및 스타트업 투자는 주로 대학에 의해 이루어지며 약 7억 4,700만 원이 2020년에 식물유래 대체단백식품 R&D에 투자되었고, 대부분의 비용은 대학 연구 투자에 이용되었다(Korea Food Industry Cluster Promotion Agency, 2023). 2019년, 국내 최초의 대체단백식품 브랜드인 “언리미트”는 대두 단백질과 익스트루딩 기술을 활용하여 “언리미트 슬라이스”를 선보였는데, 이 제품은 소고기와 유사한 맛과 질감으로 유명하며, 이로써 국내외에서 호평을 받았다. 최근에 “언리미트”는 폴드 바비큐와 민스 제품을 출시하여 식물유래 기반의 다양한 대체단백식품을 제공하고 있다. 롯데푸드는 국내 식품 산업에서 처음으로 대규모 식물유래 대체단백식품 생산에 성공한 기업으로, 그들의 대체단백식품 브랜드 “엔네이처 제로미트”는 현재 함박스테이크와 너겟 등 다양한 형태의 제품을 개발하기 위한 연구를 진행하고 있다. 한편, 풀무원도 대체단백식품 중에서 소불고기 스타일의 제품을 중점적으로 연구 및 개발하고 있으며, 국민들의 입맛에 부합하는 제품을 제공하고 있고 더불어 풀무원은 자체 기술과 설비를 보유하며, 미국의 식품 재료 전문 기업 IFF와 협약을 맺어 식물유래 조직 단백질(TVP) 정보를 활용하여 식물유래 대체단백식품의 품질 향상에 집중하고 있다. CJ제일제당의 식물유래 브랜드인 “플랜테이블”은 “테이스트엔 리치”라는 독특한 기술을 개발하여 콩 특유의 향을 조절하고 중화시켰다. 이 기술을 활용하여 비건 비비고 만두와 같은 제품을 시장에 선보이며, 100% 식물유래 재료를 활용하여 국제 시장 진출을 모색하고 있다. 또한, CJ제일제당은 2022년에 출시한 식물유래 대체유 브랜드 “얼티브”로 ‘비건 프로틴(Vegan Protein)’ 상표를 등록

했으며, 이를 바탕으로 식물유래 단백질 음료를 제공할 계획으로 보인다. 식물유래 대체유는 소의 젖을 사용하지 않고 곡물 등을 원료로 제작되는 제품으로, 국내에서는 콩을 사용한 두유가 보편화되어 있지만 다른 곡물을 활용한 우유가 큰 시장에서 성장하고 있는 단계이다. 신세계푸드의 대체단백식품 브랜드 “베리미트”는 2016년부터 돼지고기를 대체하는 제품의 연구에 주력하고 있고 이를 위해 식물유래 기름과 대두 단백질을 활용하여 고기의 맛을 재현하고, 해조류에서 추출한 다당류로 햄의 질감을 달성하는 기술에 대한 특허를 신청했으며, 이러한 제품은 곧 출시될 예정이다. 또한, 신세계푸드는 “제로밀크” 브랜드를 활용하여 자체 브랜드 귀리(오트) 우유와 식물유래 치즈 등을 출시할 계획이다. 매일유업은 식물유래 대체유 분야에서 주요한 업체 중 하나이다. 2015년에는 미국의 아몬드 기업 블루다이아몬드에서 개발한 음료 “아몬드 브리즈”를 국내에 도입하여 소비자에게 소개했으며, 2021년에는 귀리로 제조한 대체유 “어메이징 오트”를 직접 생산하여 시장에 공급하고 있다(Cho et al., 2022).

식물유래 대체단백식품 시장은 스타트업을 포함한 세계 주요 대형 식품 기업들도 핵심 제품군으로 선정하여 투자를 진행하고 있으며, 식물유래 대체단백식품의 원료로 활용되는 조직 식물 단백질(TVP) 생산업체도 주목받고 있다. 식물유래 대체단백식품 시장과 기술 개발 분야는 타 분야에 비해 활발한데, 원재료로 사용되는 TVP를 완전히 수입에 의존하고 있어 국내 생산을 증진시키기 위한 지원이 필요하다. 즉, 식량안보를 강화하기 위해 우리나라에 맞는 TVP 소재 개발과 생산, 이를 기반으로 한 공정 기술 개발이 필수적이다(Yoon et al., 2021).

### 동물세포유래 대체단백식품

국내 동물세포유래 대체단백식품에 대한 소비자 인식에 관한 연구에 따르면 성별에 따른 인지도 분포에서 유의미한 차이가 나타났는데, “들어본 적 없다”는 응답에서 여성의 비율이 남성보다 높아졌으며(여성 19.0%, 남성 11.6%), “들어보았지만 잘 모른다”는 응답에서는 여성의 비율이 미세하게 높게 나타났다(여성 42.9%, 남성 41.4%). 반면에 “들어보았고 잘 아는” 응답에서는 남성이 조금 더 많았고(남성 9.5%, 여성 8.4%), “들어보았고 매우 잘 아는” 응답에서는 두 성별 간 차이가 없었다(남성 4.1%, 여성 4.1%; Lee et al., 2022a). 또한, 동물세포유래 대체단백식품 인지도는 연령, 교육 수준, 직업 등의 특성에 따라 다양한 차이를 보였다. 연령대가 낮을수록, 교육 수준이 높을수록 동물세포유래 대체단백식품 인지도가 증가했으며, 학생들이 가장 높은 인지도율을 보였고 직업별로는 사무/관리직, 전문직, 생산직, 판매/서비스직 순으로 동물세포유래 대체단백식품 인지도가 높았다(Lee et al., 2022b). 동물세포유래 대체단백식품 생산과정에서는 인체에 해로운 포화지방산을 오메가3와 같은

유익한 지방산으로 대체할 수 있으며, 배지와 배양조건을 적절히 조절하여 건강에 이로운 육류를 선별하여 생산할 수 있는 이점이 있다(Lee, 2023b).

동물세포유래 대체단백식품의 연구 및 생산은 국내에서 자립적이며 미래 지속 가능한 기술을 확보하는데 핵심적인 역할을 해야 한다. 동물세포유래 대체단백식품의 주재료는 근육세포이며, 이를 위해 축종, 성별, 부위별 근육세포의 배양 특성을 정립하기 위한 성장과 분화와 관련된 유전자 분석이 필요하다. 국내에서는 동물 근육세포와 줄기세포를 이용한 동물세포유래 대체단백식품 연구가 활발히 진행되고 있으며, 동물세포유래 대체단백식품의 안전성을 확보하고 대량 생산 체계를 확립하기 위한 혈청의 대체재 개발이 필요하여 이를 위해 현재 사용 중인 소태아혈청의 철저한 분석과 대체 가능한 다양한 성분을 찾아내고 이를 세포 배양에 적용하는 작업이 필요하다. 일부 연구 그룹은 근육이나 태반으로부터 세포를 얻어와 세포 증식과 발달을 촉진하는 데 필요한 동물 혈청을 대체할 수 있는 무혈청 배지에 관한 연구 결과를 공개하고 있다(Cho et al., 2022; Skrivergaard, 2023).

### 미생물유래 대체단백식품

2020년에는 환경 친화적인 식품 재료 전문 회사인 HN노바텍이 해조류로부터 얻은 헴과 유사한 분자 및 생선 연육을 활용한 대체단백식품 제품에 대한 특허를 신청하여, 그들의 기술 능력과 세계적으로 성장 가능성을 강조하였다(Cho et al., 2022). 반추동물고기를 미생물 발효 방식을 통해 인공적으로 만들어낸 단백질인 마이크로프로틴으로 소고기 소비의 20%를 대체하면, 2050년까지 연간 삼림 벌채와 축산 관련 이산화탄소 배출을 절반으로 줄이는 효과가 예측되었다. 또한 80%까지 대체할 경우, 전 세계 농업 CH<sub>4</sub> 배출이 39%까지 감소할 것이라고 판단된다(FlorianHumpenöder et al., 2022). 곰팡이유래 미생물단백질을 활용한 소재 적용 가능성 및 신규기능성 규명을 주제로 연구를 하여 *Fusarium venenatum* 기반 미생물 단백질이 양질의 대체단백소재로 활용이 가능할 뿐만 아니라 항비만 물질로 이용 가능함을 최초로 규명하였다(Lee et al., 2024b). 미생물 단백질인 단세포 단백질(single-cell protein)은 현재 인간과 동물 모두에게 식품 원료로 사용되는 조류 바이오매스, 곰팡이 또는 세균으로 구성되어 있고 단백질의 지속 가능한 원천으로 기여하는 것 외에도 폐기물 처리와 생산비용을 줄이는데 중요하며 이는 지속 가능한 발전 목표를 달성하는데 도움이 된다. 또한, 발효 기술과 대체 육류 단백질 원천을 결합하여 새로운 제품이나 공정을 개발하려는 스타트업에 유용할 수 있다. 실제로, 선택된 미생물을 사용한 발효를 통해 대체육류식품의 감각적 특성과 영양 가치를 향상시킬 수 있다(Alves et al., 2023). 하지만 미생물 단백질을 활용하는 데는 안전성 및 대규

모 생산 관련 기술적 제한이 존재하며, 이를 극복하기 위해서는 추가 기술적인 발전이 필요하다(Korea Food Industry Cluster Promotion Agency., 2023).

### 식용곤충

Meticulous Research 조사 보고서에 따르면 2032년에는 식용곤충 시장이 약 160억 달러로 성장할 것으로 평가되고, 농림축산식품부의 정보에 따르면 국내 곤충 산업 규모는 2011년의 약 1,680억 원에서 2020년에는 약 7,000억 원으로 상당한 증가를 보였다(Kim et al., 2021; Meticulous Research, 2024). 2017년에는 식용곤충 4종(갈색거저리, 흰점박이꽃무지, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이)의 생산 농가 수가 모두 증가했으며, 특히 쌍별귀뚜라미 농가는 317.4%라는 높은 증가율을 기록하여 다른 식용곤충 농가들과 큰 차이를 보였다. 그러나 2018년에는 모든 식용곤충 4종의 농가 수는 증가하긴 했지만, 증가폭이 크게 축소되었다. 갈색거저리 농가는 -13.3%p, 흰점박이꽃무지 농가는 -37.6%p, 쌍별귀뚜라미 농가는 -313.5%p, 장수풍뎅이 농가는 -11.39%p만큼 감소했다. 식용곤충 판매액 측면에서는, 2016년 대비 2017년에는 전체 판매액이 50.0% 증가했으나, 장수풍뎅이는 판매액이 -60.7%로 감소했고, 2018년에는 전체 판매액이 -6.7%로 감소하였으며, 갈색거저리와 장수풍뎅이의 판매액은 각각 12.5%, 8.3% 증가했지만, 쌍별귀뚜라미는 -17.8%로 판매액이 감소했다. 식용곤충 판매액 증가율이 감소한 것이 아닌, 판매액 자체가 줄어든 곤충도 존재한다. 처음으로, 2016년 대비 2017년에는 식용곤충 4종 합계 판매액이 50.0% 증가했으나, 장수풍뎅이는 판매액이 -60.7%로 큰 감소를 기록했다. 2018년에는 상황이 더욱 악화되어, 4종 합계 판매액 증가율이 -6.7%로 전체 판매액이 감소했다. 각각의 곤충을 살펴보면, 갈색거저리와 장수풍뎅이는 2017년 대비 2018년에 각각 12.5%, 8.3% 증가했지만, 장수풍뎅이와 쌍별귀뚜라미의 판매액 증가율은 각각 -7.8%, -17.8%로 판매액이 감소했다(Hwang et al., 2022).

식용곤충은 더 이상 단순한 식량원이 아닌 고부가가치 상품으로 개발하여 활용성을 증대시킬 방안을 탐색 중이다. 국내 대기업들 또한 미래의 가치를 인식하고 식용곤충 시장에 진입하고 있다. 롯데웰푸드는 작년에 캐나다의 식용곤충 제조기업인 아스파이어푸드그룹에 약 100억 원을 투자하여 귀뚜라미를 활용한 단백질 분말 제조 분야에서 세계적인 경쟁력을 갖춘 기업과 기술 제휴 및 상품 개발 등 다양한 협업을 추진하고 있다. 또한 아스파이어와 함께 세계 최대 규모의 곤충 단백질 생산 시설을 건설하고 있으며, 롯데중앙연구소도 프랑스의 곤충 단백질 스타트업과 협약을 체결하고 공동 연구를 진행하고 있다. CJ제일제당은 2016년에 한국식용곤충연구소와 식용곤충을 활용한 상품 개발에 대한 공동 연구를 진행하고 있으며, 대상그

롭도 대상푸드플러스를 통해 밀웜을 이용한 특수의료용 식품을 개발하는 등 식용곤충 관련 사업을 활발히 추진하고 있다 (Song, 2021).

식용곤충의 안정성을 효과적으로 관리하는 것은 식용곤충 시장에서 중요한 고려사항 중 하나이다. 식용곤충 시장은 현재 주로 사료용 제품의 개발 및 판매가 중점이지만, 최근에는 단백질, 유지 등의 유효 성분을 활용한 새로운 소재의 제품도 시장에 소개되고 있다(Yoon et al., 2021). 국내 한국소비자원의 소비자위해감시시스템을 통한 조사 결과에 따르면, 2013년부터 2016년까지 식용곤충을 섭취함으로써 발생하는 위해사고가 약 10명 중 1명꼴로 발생했다. 위 통계를 바탕으로 알레르기 반응을 개선하는 연구도 꾸준히 이루어져야 할 것이다.

곤충에 대한 부정적인 인식은 소비자의 관심을 높이는 데 큰 걸림돌로 작용할 수 있다. 인식 개선을 위한 전략으로, 곤충을 대체식량자원으로서의 가치를 객관적인 데이터를 통해 홍보해야 한다. 예를 들어, 식용곤충의 영양가치, 위생적인 시설, 안전성 및 다른 가축에 비해 적은 환경 비용과 같은 측면을 강조한다면 소비자의 관심을 유발할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 식용곤충을 섭취해 본 경험은 곤충에 대한 인식을 개선하는 데 중요한 역할을 하므로 다양한 제품화를 통해 곤충에 대한 친숙도를 높이는 것도 식용곤충 산업의 활성화를 촉진하는 방안이 될 수 있다(Kim et al., 2022b). 만약 식용곤충에 대한 인식이 개선된다면, 2020년에 240억 원으로 산정된 식용곤충 1차 산물 판매액은 빠른 성장을 기대할 수 있을 것으로 판단된다 (Agricultural and Livestock Newspaper, 2024). 특히, 2017년에 1조 원에서 시작하여 2020년에는 약 2조 원으로 성장한 고령친화식 시장 및 2017년 597억 원에서 2020년 1,076억 원으로 성장한 환자식 시장의 가파른 성장세를 고려하면, 이러한 시장에서 식용곤충을 활용할 경우 식용곤충 시장의 확대가 더욱 가속화될 것으로 판단된다(Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, 2022; MFDS, 2021). 예를 들어, 고령화 사회에 맞춘 식용곤충을 활용한 고령 친화식 및 환자식 등 특수의료용도 식품의 개발이 이루어진다면, 의료시설에서의 급식 및 제품 판매를 통해 환자, 고령자의 삶의 질이 개선될 것으로 기대된다.

이러한 종합적인 노력을 통해 식용곤충 산업이 활성화되면, 국민건강 증진과 곤충농가 및 관련 업계의 소득 증대에 기여할 뿐만 아니라, 미래의 먹거리로서의 신성장동력을 창출하는 가능성이 크게 높아질 것으로 기대된다(Hwang et al., 2022).

### 국내 대체단백식품 관련 회사

식품에 첨단 기술이 접목된 푸드테크(food tech)의 고도화로 대체식품 개발이 가속화되고 있으며, 그 중 대체단백식품 시장은 성장 잠재력이 큰 시장으로 평가되고 있다. 전 세계적인 대체식품 열풍에 힘입어 국내 식품 제조·개발·유통에 나서고

있으며, 그에 대한 자료는 Table 3에서 확인할 수 있다.

### 결론 및 제언

대체단백식품의 주요 소재 4가지 중 가장 많이 활용된 소재는 식물유래 대체단백질이며, 많이 활용된 식품 유형은 패티, 소시지 등 육류가공품이다.

과거 대체단백식품이 소비자에게 쉽게 수용되지 못했던 이유는 맛과 향, 외관, 윤리적 문제, 안전성 문제 같은 사항 때문이다. 하지만 맛과 향을 개선하기 위한 헴(Heme) 대체 성분 모색, 외형을 개선하기 위한 3D프린터 기술, 윤리적 문제가 없는 무 혈청 배양액의 개발 등의 다양한 방면에서 대체단백식품의 연구가 진행되며 소비자의 수용도는 점차 증가하고 있다. 이외에도 일본의 경우 식품 폐기 문제, 환경, 식량 위기 등 지속 가능한 사회 실현에 대한 전국민적인 관심의 상승으로 인해, 대체단백식품의 소비자 수가 증가하여 2020년에 7억 2,100만 엔인 시장규모가 2030년까지 302억 엔까지 확대될 것으로 전망되고, 전 세계적으로 채식주의자가 증가하는 추세를 따라 건강적인 측면을 고려한 소비자 수용도의 증가도 예상되는 만큼 대체단백질 시장의 확대가 기존의 육류를 대체하는 역할이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 상황에 따라 미국, 유럽 국가들, 중국 및 싱가포르 등이 대체단백식품 산업에 대한 연구를 진행하고 있으며 선두적인 역할을 하고 있다. 주로 유럽에서 많은 투자와 연구가 이루어지고 있으며, 미국도 많은 투자를 통해 급속도로 성장하고 있다. 주요 국내의 기업들은 대체단백질을 이용한 패티, 소시지 등 다양한 제품을 생산하고 있고, 소비자들은 이러한 제품을 슈퍼마켓이나 음식점에서 구매하는 형태를 나타냈다. 국외 대체단백식품 시장 및 채식주의자의 규모가 커짐에 따라 대체단백식품 산업에 진입하는 스타트업 및 대기업의 수가 증가하고 있으며, 벤처캐피탈 투자도 확대되고 있다. 해외의 주요 국가들은 식량안보 및 지속 가능한 식품 시스템을 고려하여 단백질 전환을 중요한 이슈로 인식하여 이와 관련된 정책을 발표하고 있는 실정이므로, 새로운 대체단백식품 시장을 위한 규제 및 감독 방안을 논의도 반드시 필요하다. 국내에서는 신세계 푸드, CJ 제일제당과 같은 대기업의 Better meat (베리미트), YOU ARE WHAT YOU EAT(유어왓 유잇), PlanTable(플랜테이블) 등의 브랜드를 기점으로 대체단백 시장의 성장이 이루어졌다. 이외에도 풀무원, 롯데 웰푸드와 같은 기업에서 ZERO MEAT(제로미트), 식물성 지구식단 등의 브랜드 론칭이 다수 되고 있으며, 지난 2021년 선보인 푸드테크 스타트업 기업인 위미트는 글로벌 컴페티션 Big Idea Food Competition에서 APAC 500여 개 대체식품 업체 중 2위로 인정받으며, 국내 스타트업 기업 또한 빠른 성장 속도를 보이고 있음을 알 수 있다. 그 외의 사조대림, 정식품 등의 기업들이 상표 출원, 개발검토, 관련 실무자 채용과 같은 움직임을 보이

**Table 3.** Alternative protein food-related domestic companies

Representative company	Brand name	Product photo	Characteristics	References
CJ Cheil Jedang	Plantable		<ul style="list-style-type: none"> <li>At the end of 2021, the vegan brand 'Plantable' was launched by organizing bibigo dumplings in a vegan version.</li> <li>Active in investing in foreign companies with protein technology derived from cell culture meat, seafood, and plants.</li> </ul>	<a href="https://www.cj.co.kr/kr/index">https://www.cj.co.kr/kr/index</a>
Pulmuone	Jigusikdan		<ul style="list-style-type: none"> <li>Targeting domestic and international markets with tofu and plant-derived alternative protein foods, frozen convenience foods, etc.</li> <li>Agreements have been signed with raw material companies such as Ingredian Korea to develop alternative protein technologies.</li> </ul>	<a href="https://www.pulmuone.co.kr/pulmuone/main/Index.do">https://www.pulmuone.co.kr/pulmuone/main/Index.do</a>
Lotte Foods	Ennature zero meat		<ul style="list-style-type: none"> <li>Plant-derived alternative protein food brand 'Environment Zero Meat' launched in 2019 based on wheat protein.</li> <li>Aim to expand the range of alternative protein food products such as snacks and side dishes.</li> </ul>	<a href="https://www.lottewellfood.com">https://www.lottewellfood.com</a>
Dongwon F&B	Myplant		<ul style="list-style-type: none"> <li>It has signed an exclusive supply agreement with beyond meat of the U.S. to import and distribute related products exclusively in Korea.</li> <li>The lineup continues to expand, including 'Beyond Burger', 'Beyond Beef' and 'Beyond Sausage'.</li> </ul>	<a href="https://www.dongwonmall.com">https://www.dongwonmall.com</a>
Nongshim	Veggie Garden		<ul style="list-style-type: none"> <li>Taeyung Agricultural and Nongshim Research Institute, a group affiliate, independently developed plant-derived alternative protein food technology and applied it to product manufacturing.</li> <li>Launched the veggie garden brand in 2021.</li> <li>Expansion of businesses such as its own vegan restaurants.</li> </ul>	<a href="https://www.nongshim.com/main/index">https://www.nongshim.com/main/index</a>
Daesang	Meatzero		<ul style="list-style-type: none"> <li>In 2021, we signed a strategic partnership with Excel Cerapeutics, a venture company with domestic cultured meat technology, and SpaceF to develop alternative foods in earnest.</li> <li>Target for commercialization of cultured meat products in 2025.</li> </ul>	<a href="https://www.daesang.com/kr/">https://www.daesang.com/kr/</a>
SPC Samlip	Just Egg		<ul style="list-style-type: none"> <li>In March 2020, it signed a partnership with Eat Just of the U.S. to produce and sell exclusively in Korea, and began selling plant-derived egg products "JUST Egg" in 2021 and later expanded its lineup.</li> </ul>	<a href="https://spscamlip.co.kr/">https://spscamlip.co.kr/</a>

Table 3. Continued

Shinsegae Food	Bettermeat		<ul style="list-style-type: none"> <li>• It develops alternative protein foods with its own technology and sells related products in its own restaurant brands.</li> <li>• In July 2021, it launched an alternative protein food brand 'Better meat' and entered the alternative food market in earnest.</li> </ul>	<p><a href="https://www.shinsegaefood.com/main.sf">https://www.shinsegaefood.com/main.sf</a></p>
Hyundai Green Food	Veglife		<ul style="list-style-type: none"> <li>• In December 2021, an exclusive distribution and sales agreement was signed with Daiya, a Canadian company specializing in vegan foods.</li> <li>• Plans to sell products such as cheese, cake, and ice cream based on plant-derived raw materials online and offline.</li> </ul>	<p><a href="https://hyundaigreenfood.com/po/INDEX.hgc">https://hyundaigreenfood.com/po/INDEX.hgc</a></p>
CU	Vegetarian convenience food		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Launched the 'Vegetarian Food' series from 2019.</li> <li>• In 2021, plant-derived protein company biomixtech and plant-derived tuna will be preemptively released.</li> </ul>	<p><a href="https://pocketcu.co.kr/">https://pocketcu.co.kr/</a></p>
GS25	-		<ul style="list-style-type: none"> <li>• It has signed a business agreement with Nongshim's affiliate Taekyung Agricultural Co., Ltd. to jointly develop vegan convenience food products.</li> <li>• The two companies plan to jointly develop vegan products, strengthen marketing activities to boost sales, and continue sharing vegan trend information.</li> </ul>	<p><a href="https://gs25.gsretail.com">https://gs25.gsretail.com</a></p>
7-Eleven	Grain great		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2021 launch of private brand product 'grain series' using plant-derived meat 'soy nuggets' in Nestle, Switzerland.</li> <li>• In the same year, a vegetarian brand 'Graingrat' was launched in collaboration with Korean company organica's plant-derived brand 'Bright Valley'.</li> </ul>	<p><a href="https://www.7-eleven.co.kr/">https://www.7-eleven.co.kr/</a></p>

며 대체단백식품 시장의 경제적 잠재력이 높음을 알 수 있다. 현재 국내의 식물성 대체단백 시장의 규모는 2020년 209억 원에서 2025년에는 271억 원 규모로 성장(29.7% 증가)이 예상되고 있다. 식물유래 및 동물세포유래 대체단백질을 사용할 때는 안전성 및 대량 생산과 관련된 기술적 제약이 있으므로 이를 극복하기 위해서는 추가적인 기술력이 요구되며, 대체단백식품 산업을 새로운 식품 대안으로 육성하기 위해서는 각 분야별 핵심 원천 기술과 제품화 기술을 확보하기 위한 정부 지원 및 혁신적인 제품 개발이 필수적이다. 정부에서는 대체단백식품의 정의 및 범위를 명확하게 규정해야 하고, 대체단백식품 R&D에 많은 투자가 이루어져야 한다. 그러므로, 본 조사 연구는 국내외 대체단백식품 연구 현황과 관련된 정보를 제공함으로써 대체단백식품 개발에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

### Conflicts of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

### Acknowledgments

This work was supported by the Regional Animal Industry Center at Gyeongsang National University and by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2023-00211920).

### Ethics Approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

## Author Contributions

Conceptualization: Lee SY.

Investigation: Kim DB, Lee HW, Jang HG, Park JH, Lee HJ, Lee SY.

Writing - original draft: Kim DB, Lee HW, Jang HG, Park JH, Lee HJ, Jin SK, Lee SY.

Writing - review & editing: Kim DB, Lee HW, Jang HG, Park JH, Lee HJ, Jin SK, Lee SY.

## Author Information

Dong Bin Kim (Undergraduate, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0009-0006-9780-7821>

Hye Won Lee (Undergraduate, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0009-0009-8564-3868>

Ho Gun Jang (Undergraduate, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0009-0001-9717-0545>

Jin Hong Park (Undergraduate, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0009-0008-5605-0652>

Hyo Jin Lee (Undergraduate, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0009-0001-3387-7330>

Sang Keun Jin (Professor, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0000-0002-8983-5607>

Seung Yun Lee (Professor, Gyeongsang National University)  
<https://orcid.org/0000-0002-8861-6517>

## References

- Agricultural and Livestock Newspaper. [Issue+] Future food, current status and challenges of the insect industry. Available from: <https://zrr.kr/5ojA>. Accessed at Feb 2, 2024.
- Alves SC, Díaz-Ruiz E, Lisboa B, Sharma M, Mussatto SI, Thakur VK, Kalaskar DM, Gupta VK, Chandel AK. 2023. Microbial meat: A sustainable vegan protein source produced from agri-waste to feed the world. *Int Food Res* 166:112596.
- Andreani G, Sogari G, Marti A, Froidi F, Dagevos H, Martini D. 2023. Plant-based meat alternatives: Technological, nutritional, environmental, market, and social challenges and opportunities. *Nutrients* 15:452.
- Asgar MA, Fazilah A, Huda N, Bhat R, Karim AA. 2010. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 9:513-529.
- Bioin. 2023. Advancement of technology for producing alternative meat. Available from: <https://www.bioin.or.kr/board.do?num=320729&cmd=view&bid=report>. Accessed at Oct 5, 2023.
- Cho C, Lim H, Kim B, Jung H, Park S. 2022. Current status of research and market in alternative protein. *Food Life* 2022:9-18.
- Cho IJ. 2019. China "Reduce greenhouse gases by 50% reduction in meat consumption." Available from: <https://www.hani.co.kr/arti/international/asiapacific/749088.html>. Accessed at Oct 5, 2023.
- Cho SJ. 2023. Materials and technologies for manufacturing alternative protein foods. *Food Sci Ind* 56:175-185.
- Chodkowska KA, Wódz K, Wojciechowski J. 2022. Sustainable future protein foods: The challenges and the future of cultivated meat. *Foods* 11:4008.
- Choi N, Park S, Park Y, Park G, Oh S, Kim Y, Lim YH, Jang S, Kim Y, Ahn KS, Feng X, Choi J. 2024. Effects of edible insect powders as meat partial substitute on physicochemical properties and storage stability of pork patties. *Food Sci Anim Resour* (in press). doi: 10.5851/kosfa.2024.e17
- Choudhury D, Tseng TW, Swartz E. 2020. The business of cultured meat. *Trends Biotechnol* 38:573-577.
- Gaan K. 2020. State of the industry report—plant-based: Meat, seafood, eggs, and dairy. The Good Food Institute, Washington, DC, USA.
- Gałęcki R, Zielonka Ł, Zasepa M, Gołębiowska J, Bakula T. 2021. Potential utilization of edible insects as an alternative source of protein in animal diets in Poland. *Front Sustain Food Syst* 5:675796.
- Good Food Institute. 2021. Fermentation: meat, eggs, and dairy. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/04/COR-SOTIR-Fermentation-2021-10-01-1.pdf>. Accessed at Oct 5, 2023.
- Good Food Institute [GFI]. 2023. The state of the industry: Fermentation. Available from: <https://gfi.org/event/the-state-of-the-industry-fermentation/>. Accessed at Oct 5, 2023.
- Guiné RPF, Correia P, Coelho C, Costa CA. 2021. The role of edible insects to mitigate challenges for sustainability. *Open Agric* 6:24-36.
- Humpenöder F, Bodirsky BL, Weindl I, Lotze-Campen H, Linder T, Popp, A. 2022. Projected environmental benefits of replacing beef with microbial protein. *Nature* 605:90-96.
- Hwang D, Lim CH, Lee SH, Yun EY. 2022. Activation plan

- for the edible insect industry by improving perception. *Food Sci Ind* 55:128-139.
- Jeon JH, Jung SE, Hong YK, Lee DH, Shin TS. 2024. Influence on the physico-chemical qualities of emulsified sausages added different levels of *Tenebrio molitor* L. powder. *J Agric Life Sci* 58:51-60.
- Kim MA. 2021. Future alternative foods, various functional effects of edible insects. *Food Preserv Process Ind* 20:123-132.
- Kim SY. 2022. Growth of alternative protein food and sustainable livestock farming. *Coop Manag Rev* 56:105-120.
- Kim TK, Kim YJ, Cha JY, Shin DM, Lee JH, Kang MC, Choi YS. 2022. Current states and future prospects of edible insects in food tech industry. *Food Ind Nutr* 27:1-7.
- Kim TK, Yong HI, Lee JH, Cha JY, Kang MC, Jung S, Choi YS. 2021. Development of new technology for functional materials for edible insects as alternative food. *Livest Food Ind Nutr* 10:31-43.
- Korea Agro-fisheries & Food Trade Corporation. 2022. Export company customized survey. Naju, Korea.
- Korea Food Industry Cluster Promotion Agency. 2023. Understanding plant-based alternative food industry and manufacturing. Korea food industry cluster promotion agency HMR Industrialization team, Iksan, Korea. pp 6-20.
- Lee DJ, Kang AN, Lee J, Kwak MJ, Mun D, Lee D, Oh S, Kim Y. 2024a. Molecular characterization of *Fusarium venenatum*-based microbial protein in animal models of obesity using multi-omics analysis. *Commun Biol* 7:133.
- Lee DY. 2023a. Opportunities and challenges in meat alternative. *Glob Agric* 253:41-63.
- Lee JM. 2020. Can cultured meat replace livestock. GS & J Institute, Hanam, Korea.
- Lee JM. 2023b. Current status and future prospects of plant-based protein-cultured meat market, livestock newspaper. Korea Rural Economic Research Institute, Naju, Korea.
- Lee KB, Park G, Kwon HK. 2022a. Korean consumers' awareness of cultured meat and influencing factors by gender. *J Digit Converg* 20:239-247.
- Lee KB, Park GJ, Kwon HK. 2022b. Cultured meat awareness and influencing factors according to gender. *J Digit Converg* 20:239-247.
- Lee DY, Lee SY, Yun SH, Lee J, Mariano E Jr, Park J, Choi Y, Han D, Kim JS, Hur SJ. 2024b. Current technologies and future perspective in meat analogs made from plant, insect, and mycoprotein materials: A review. *Food Sci Anim Resour* 44:1-18.
- Lübeck M, Lübeck PS. 2022. Fungal cell factories for efficient and sustainable production of proteins and peptides. *Microorganisms* 10:753.
- Meticulous Research. 2024. Edible insects market to be worth \$17.9 billion by 2032. Available from: <https://www.meticulousresearch.com/pressrelease/184/edible-insects-market-2032>. Accessed at Oct 18, 2023.
- MFDS. 2021. Strengthening communication to provide safe and high-quality food for patients. Available from: [https://www.mfds.go.kr/brd/m\\_99/down.do?brd\\_id=ntc0021&seq=45439&data\\_tp=A&file\\_seq=1](https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/down.do?brd_id=ntc0021&seq=45439&data_tp=A&file_seq=1). Accessed at Jun 11, 2021.
- Moreno D, Neira A, Dubreil L, Liegeois L, Destrumelle S, Michaud S, Thorin C, Briand-Amirat L, Bencharif D, Tainturier D. 2015. In vitro bovine embryo production in a synthetic medium: Embryo development, cryosurvival, and establishment of pregnancy. *Theriogenology* 84:1053-1060.
- Moscato EM. 2019. Eating bugs on purpose: Challenges and opportunities in adapting insects as a sustainable protein. SAGE Publications, SAGE Business Cases Originals, Thousand Oaks, CA, USA.
- Ordoñez-Araque R, Quishpillo-Miranda N, Ramos-Guerrero L. 2022. Edible insects for humans and animals: Nutritional composition and an option for mitigating environmental damage. *Insects* 13:944.
- Park MS, Park SH, Lee YS. 2020. Current status of alternative foods and countermeasures. *Korea Rural Econ Inst Agric Pol Focus* 2020:1-17.
- Park S. 2021. Current status of technologies for producing protein alternative foods. *Livest Food Sci Ind* 10:4-15.
- Post MJ. 2012. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Sci* 92:297-301.
- Ryu JP. 2017. Global edible insect market and processing technology trends. *World Agric* 207:25-42.
- Sha L, Xiong YL. 2020. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends Food Sci Technol* 102:51-61.
- Shurtleff W, Aoyagi A. 2014. History of meat alternatives: Extensively annotated bibliography and sourcebook.

- Soyinfo Center, Lafayette, CA, USA. p 6.
- Skrivergaard S, Young JF, Sahebkhari N, Semper C, Venkatesan M, Savchenko A, Stogios PJ, Therkildsen M, Rasmussen MK. 2023. A simple and robust serum-free media for the proliferation of muscle cells. *Food Res Int* 172:113194.
- Song JH. 2021. Domestic conglomerates jump in promising industries 'eating insects'. Available from: <https://www.sedaily.com/NewsView/29OBQNFR8I>. Accessed at Oct 10, 2023.
- The Food & Beverage News. 2021. Japan recommends protein in super-aged society Available from: <https://zrr.kr/TJbw>. Accessed at Oct 10, 2023.
- Tzompa-Sosa DA, Yi L, van Valenberg HJF, van Boekel MAJS, Lakemond CMM. 2014. Insect lipid profile: Aqueous versus organic solvent-based extraction methods. *Food Res Int* 62:1087-1094.
- Ulhas RS, Ravindran R, Malaviya A, Priyadarshini A, Tiwari BK, Rajauria G. 2023. A review of alternative proteins for vegan diets: Sources, physico-chemical properties, nutritional equivalency, and consumer acceptance. *Food Res Int* 173: 113479.
- Yoon SY, Jo HJ, Lee KB. 2021. Cultured meat. KISTEP, Eumseong, Korea.
- Yun SH, Lee DY, Lee J, Mariano E Jr, Choi Y, Park J, Han D, Kim JS, Hur SJ. 2024. Current research, industrialization status, and future perspective of cultured meat. *Food Sci Anim Resour* 44:326-355.

---

© Copyright. Korean Society for Food Science of Animal Resources.

Date Received Mar. 14, 2024

Date Revised Apr. 18, 2024

Date Accepted Apr. 22, 2024