

2023 산업 현황 보고서 요약본 대체단백질

배양육 및 배양해산물

(Cultivated meat and seafood)



gfi / Good Food
Institute.

발효산업 (Fermentation)

육류, 해산물, 달걀, 유제품



gfi / Good Food
Institute.

식물성육류 (Plant-based)

육류, 해산물, 달걀, 유제품



gfi / Good Food
Institute.

gfi / Good Food
Institute.

목차 (클릭하여 해당 섹션으로 바로 이동)

목차.....	2
GFI 산업 현황 보고서 소개 / GFI란?	3
배양육 및 배양해산물	5
산업계 현황.....	6
투자 현황.....	9
소비자 인식.....	10
기술 현황.....	12
정책 및 규제 현황.....	16
미래 전망.....	18
발효산업: 육류, 해산물, 달걀, 유제품.....	20
들어가며.....	21
산업계 현황.....	22
투자 현황.....	25
소비자 인식.....	27
기술 현황.....	30
정책 및 규제 현황.....	35
미래 전망.....	38
식물성 육류, 해산물, 달걀, 유제품.....	40
산업계 현황.....	41
매출 현황.....	46
투자 현황.....	49
소비자 인식.....	52
기술 현황.....	54
정책 및 규제 현황.....	57
미래 전망.....	60

GFI 산업 현황 보고서 소개

GFI의 산업 현황 보고서는 매년 대체단백질 분야를 심층 분석하는 역할을 합니다. 전 세계 대체단백질 분야 전체를 대상으로 산업계 동향, 주요 기술의 발전상, 관련 정책의 업데이트 등을 정리하여 보고하고 있습니다. 이 보고서는 다음 세 개의 분야를 다루는 상세한 보고서들을 요약한 자료입니다.

- 배양육 및 배양해산물 - 배양육을 만드는 과정에 대한 상세한 자료는 GFI의 배양육 과학 페이지를 참조하세요.
- 발효산업: 육류, 해산물, 달걀, 유제품 - 미생물 발효를 활용하여 차세대 대체단백질을 만드는 과정에 대한 상세한 자료는 GFI의 발효과학 심층 분석을 참조하세요.
- 식물성 육류: 육류, 해산물, 달걀, 유제품 - 식물성 대체단백질의 최신 과학기술 개발에 대한 자세한 내용은 GFI의 식물성 대체육 과학 심층 분석을 참조하세요.

굿푸드인스티튜트란?

굿푸드인스티튜트 (Good Food institute, 이하 GFI)는 기부금으로 운영되는 비영리 싱크탱크이자 국제적인 조직입니다. 과학자, 기업, 정부와 협력하여 기존 육류만큼 맛있고 저렴하며 접근성이 좋은 대체단백질을 만들기 위해 노력하고 있으며 아시아 태평양 지역, 브라질, 유럽, 인도, 이스라엘, 미국에 지부가 있습니다. GFI는 기후 문제 해결, 생물 다양성 확보, 식량 자급률 향상, 세계 보건 증진 등의 목적을 가지고 시장 질서 개편, 신기술 소개 등의 전략으로 국제 사회의 참여를 이끌어 내고 있습니다.

GFI는 세 가지 우선 순위를 두고 있습니다:

과학적 생태계의 조성

GFI의 과학 기술팀은 맛과 가격 측면에서 대체단백질이 한계를 가지는 분야를 파악하고 있습니다. GFI는 모두에게 접근 가능한 분석과 리소스를 제공하고, 다음 세대 과학자와 창업가를 교육하고 연결하며, 연구비를 통해 대체단백질 개발에 도움이 되는 분야를 지원하고 있습니다.

정책 영향력 행사 및 공공 부문의 투자 장려

GFI의 정책팀은 기후변화 완화 및 세계 보건에 관한 정책이 논의되는 곳에서 대체단백질이 논의의 한 부분이 될 수 있도록 일하고 있습니다. GFI가 진출한 모든 국가에서 대체단백질에 대한 정부의 투자를 지지하고, 규제 기관에는 배양육 등 새로운 단백질 분야에 대한 교육을 지원하고 있습니다.

대체단백질 발전을 위한 산업계 지원

GFI의 산업계팀은 기존 시장의 변화 과정을 분석하고 전 세계 기업 및 투자자들과 협력하여 시장 논리에 의한 투자 진행, 기술 혁신, 공급망 확장이 가속화되도록 노력하고 있습니다.

Stay connected

- 뉴스레터 구독 | GFI의 뉴스레터를 통해 전문 분야의 최신뉴스, 전문지식 및 협력기회를 얻을 수 있습니다. gfi.org/newsletters에서 관심 분야의 뉴스레터를 찾아보세요.
- 월간 세미나 | GFI는 매월 전 세계 주요 전문가들이 참여하는 온라인 세미나를 개최하고 있습니다: 대체단백질 사업 (*Business of Alt Protein*) 세미나는 좋은 취지의 식품 사업을 창업 또는 확장하는 방안에 대한 주제로 초점을 산업계에 맞추었습니다. 대체단백질 과학 (*Science of Alt Protein*) 세미나는 과학 기술에 초점을 맞추고 대체단백질의 기술 혁신을 가능하게 하는 최첨단 연구에 대해 다루고 있습니다.

본 산업 현황 보고서를 포함한 GFI의 모든 오픈 액세스 자료 및 데이터는 기부금을 기반으로 제작됩니다. GFI에 기부하기 위한 방법에 대해 자세히 알아보려면 [여기](#)를 방문하시거나 philanthropy@gfi.org 으로 문의하시기 바랍니다.

배양육 및 배양해산물

(Cultivated meat and seafood)



2023년, 미국의 한 레스토랑에 처음으로 배양육 메뉴가 등장했습니다. 이를 비롯하여 2023년에는 다양한 분야에서 배양육 분야의 발전이 있었습니다. 관련된 과학기술이 발전했고, 혁신이 일어났습니다. 또한 훈련된 인력이 배출되었으며, 공공 및 민간의 지원이 이어졌습니다. 아직 초기 단계인 배양육 산업은 왜곡된 언론 보도 등의 장애물을 만나기도 했습니다. 그럼에도 불구하고, 배양육은 인류가 단백질을 생산하는 방법을 바꿀 수 있는 잠재성을 가지고 있습니다.

현재 170개 이상의 배양육 기업이 존재합니다. 또한 배양육 관련 연구자의 수가 빠르게 증가하고 있습니다. 이들은 소비자가 도축없이도 기존 육류와 유사한 소비를 이어갈 수 있도록 배양육 기술을 혁신하고 최적화해나가고 있습니다. 미국에서는 사상 처음으로 두 명의 글로벌 스타 셰프가 배양닭고기 요리를 선보이기도 했습니다. 소비자 인식도 및 시장 분석을 시행해보면 배양육에 대한 국제적인 관심이 증가하고 있음을 알 수 있습니다. 이에 더하여 국내외 협력 및 제휴를 통해 배양육의 기술 발전과 규모 확대를 위한 파트너십이 형성되고 있습니다. 어려운 민간 자금 조달 환경 속에서도 배양육 및 배양해산물 기업들은 2023년에 2억 2,590만 달러를 투자받았습니다. 그리고 2024년 1월, 이스라엘에서 배양소고기 제품이 승인되면서 업계는 의미 있는 도약을 하게 되었습니다.

2023년 산업 현황 보고서의 배양육 및 배양해산물 파트에서는 지난 한 해 동안 배양육 분야에서 일어난 일을 전반적으로 살펴보고자 합니다.

산업계 현황

주요 시장 출시 소식

- 미국에서는 **UPSIDE Foods**와 **GOOD Meat**의 배양닭고기가 레스토랑에서 첫 선을 보였습니다.
- 뉴욕타임즈, 내셔널 퍼블릭 라디오, 타임, CBS 선데이모닝 등 주요 언론 매체는 지난 6월, 미국 내 배양육 판매 승인 뉴스를 앞다투어 보고하였습니다.
- 싱가포르의 **Huber's Butchery**는 매장 내 식당에서 **GOOD Meat**의 배양닭고기 요리를 판매하면서 세계 최초로 배양육을 판매한 정육점이 되었습니다.
- 2024년 1월, 이스라엘은 배양육 전체로는 세계에서 세 번째로, 배양소고기로는 세계에서 최초로 승인한 나라가 되었습니다(**Aleph Farms**의 배양소고기 제품).

기업 현황 요약

- 2023년도 전 세계 배양육 기업의 수는 총 **174**개 로, 2022년 **166**개에서 더욱 증가하였습니다 (배양육의 재료 혹은 완제품 생산자로 한정).
- 배양육 완제품 생산뿐 아니라 배양육의 부가적인 산업을 다루는 기업 또한 더 많아지고 있습니다. 최소 50개 이상의 기업이 배양육 관련 바이오 프로세스 설계, 세포주 개발, 세포배양액을 주된 사업으로 다루고 있다고 알려져 있습니다.

식품 관련 대기업의 참여

- **ADM**은 배양육 생산 공정을 개선하고 확장하기 위해 **Believer Meats**와 제휴하였습니다.
- 대기업이 배양육에 깊숙하게 관여하기 시작했습니다. **Danone**과 **Central Bottling Co** (Coca-Cola Israel을 소유)가 배양우유에 투자했습니다.

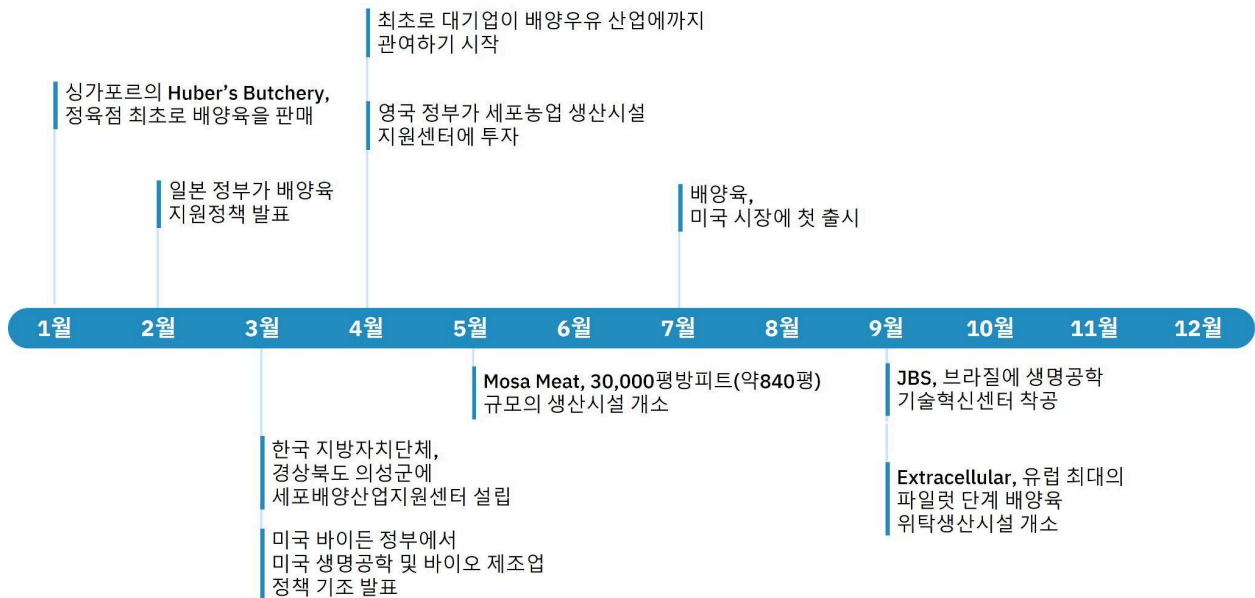
파트너십

- **JBS**는 **Federal University of Santa Clara**와 제휴하여 배양육 관련 연구 개발을 진행하고 있습니다.
- **Aleph Farms** 사는 유명 요리사인 **Marcus Samuelsson**과 파트너십을 맺고 자사의 **Aleph Cuts** 스테이크가 승인을 받으면 미국에서 판매할 계획입니다. **UPSIDE Foods, GOOD Meat** 등 다른 배양육 회사에서도 유명 요리사와 제휴하여 미국 시장에 배양육 제품을 출시한 바 있습니다.

인프라의 구축

- 2023년에는 아시아, 호주, 유럽, 북미, 중동에서 총 10개의 새로운 배양육 생산 시설이 구축되었습니다. 2023년도에는 네덜란드에 위치한 30,000평방피트(약 840평) 규모 **Mosa Meat**의 공장과 상하이에 위치한 **CellX** 공장 등 두 곳의 대규모 생산시설이 가동되기 시작했습니다.
- 그 외에도 최소 7 군데 이상의 배양육 생산 시설에 대한 보고가 2023년 한 해 동안 발생했습니다(건립계획, 착공, 완공 소식 모두 포함).

그림 1: 2023년도 배양육 관련 주요 업데이트 (타임라인별로 배치)



생산시설 현황

배양육 생산시설의 규모는 실험실 수준, 파일럿 수준, 시험생산 수준, 상업생산 수준 등 총 네 단계로 나뉩니다. 파일럿 규모는 개념을 증명하는 중요한 단계로 해당 시설을 활용하여 기업과 투자자가 제품 평가에 사용하거나 생산 비용 및 생산 효율을 가능할 수 있습니다.

시험생산 규모의 시설에서는 매년 수백 또는 수천 킬로그램의 배양육을 생산합니다. 이 정도 규모의

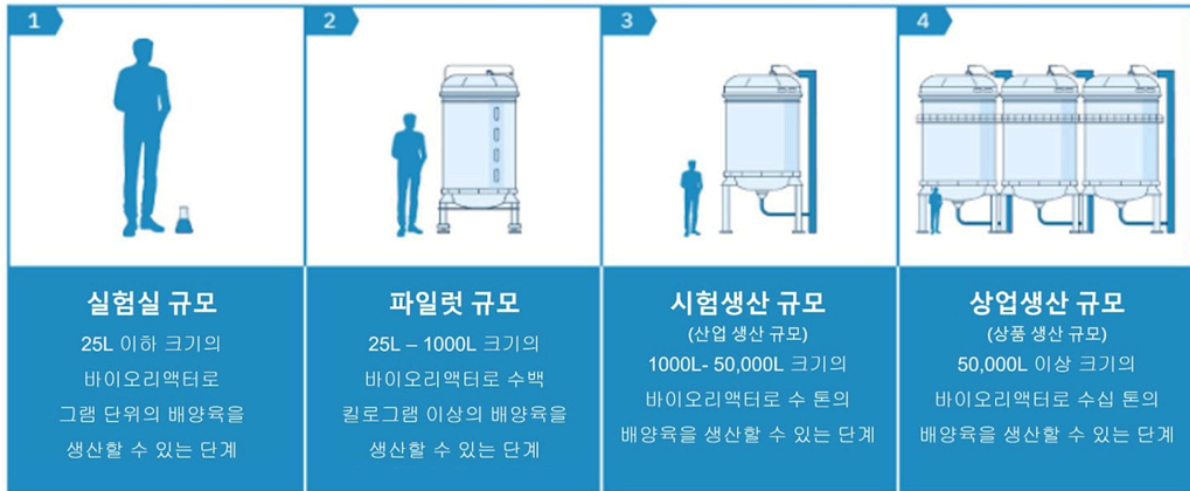
시설을 갖춘 기업에서는 배양육을 시장에 상품화할 수 있는 합법적인 절차가 마련되면 1~3년 내에 소수의 레스토랑에 배양육을 공급하는 동시에 규제 기관과 주요 협력사에 제공할 샘플 배양육을 생산할 수 있습니다.

2023년에는 전세계적 배양육 공급망이 확대되었습니다. 세계 여러 지역에서 배양육 생산시설이 개소하거나, 착공 계획이 발표, 또는 착공되었습니다. 새로 세워진 배양육 시설들의 규모가 네 단계에 모두 걸쳐 있다는 것은 주목할

만합니다. 업계에서는 더 큰 규모의 시설을 건설할 뿐만 아니라 실험실 규모와 파일럿 규모의 시설도

계속 추가하고 있습니다. 이는 배양육 분야가 양적, 질적 발전을 하고 있음을 의미합니다.

그림 2: 배양육 생산시설 규모의 단계



2023년에 개소한 생산시설

- 한국의 지방자치단체들은 700만 달러를 투자해 한국 최초의 세포농업 허브를 출범하였습니다. 지난 3월 개소한 경상북도 세포배양산업지원센터에는 실험실, 분석실, 품질관리실, 연구센터 및 5개 기업이 입주해 있습니다.
- 배양돼지고기 회사인 **Fork and Good** 은 기존 돼지고기와 경쟁 가능한 가격을 목표로, 뉴저지주의 저지시티(Jersey City)에 13,000평방피트(약 365평) 규모의 파일럿 시설을 개소하였습니다.
- 이스라엘의 배양육 회사인 Aleph Farms는 VBL Therapeutics의 자산과 기술을 인수하고 싱가포르의 **ESCO Aster**와 위탁생산 계약을 체결했습니다.
- 네덜란드 배양육 회사인 **Mosa Meat**는 마스트리흐트(Maastricht)에 30,000평방피트(약 840평) 규모의 생산시설을 개소했습니다. 이 공장은

1,000리터 규모의 바이옱어액터에서 매년 수만 개의 배양육 버거를 생산할 수 있는 능력을 갖추고 있습니다.

- 상하이 **CellX**는 세계 최초의 대규모 배양육 공장인 퓨처 푸드 팩토리 엑스(**Future Food Factory X**)를 건설했습니다. 수천 리터 규모의 바이옱어액터 여러 대를 가동할 예정입니다.
- 영국의 배양지방 관련 스타트업인 **Hoxton Farms**는 런던에 14,000평방피트(약 390평) 규모의 파일럿 생산시설을 개소하였습니다. 이 공장은 연간 최대 10톤의 배양지방을 생산할 수 있습니다.
- 영국 배양육 회사 **Extracellular**는 브리스톨(Bristol)에 파일럿 규모 위탁생산시설을 개소하였습니다. 이 곳은 배양육 및 배양해산물의 위탁생산 관련 유럽에서 가장 큰 시설로, 위탁개발, 스케일업, 위탁생산 서비스를 제공할 예정입니다.
- 네덜란드 배양육 회사인 **Meatable**은 배양돼지고기 생산을 확대하기 위해 파일럿

생산시설을 개소하였습니다. 200리터 크기의 바이옰리액터가 설치되었는데, 최대 500리터까지 확장 가능한 장비입니다.

- 호주의 배양육 회사인 **Magic Valley**는 **Co-Labs** 창업지원센터에 파일럿 시설을 갖추었습니다. 3,000리터 용량의 바이옰리액터가 설치되었으며 연간 15만 킬로그램의 배양육 제품을 생산할 수 있습니다.
- **SCiFi Foods**는 배양소고기를 생산하기 위해 미국 샌프란시스코 인근에 파일럿 생산시설을 건설하였습니다. 배양소고기 생산에는 CRISPR 기술을 적용한 세포가 사용됩니다.

규모의 배양육 생산 시설을 착공했습니다. **Believer Meats**의 발표에 따르면 이는 현재 세계 최대 규모의 시설이며 연간 최소 10,000톤의 배양육을 생산할 수 있을 것으로 예측됩니다.

- **JBS**의 자회사인 **BioTech Foods**는 스페인에서 상업 생산 규모의 배양육 생산시설을 착공했으며, 연간 1,000톤 이상의 배양소고기 생산이 가능하도록 설계되었습니다. 2024년 중반 완공 예정입니다.

이 외에도 2023년에 최소 7개의 배양육 생산시설에 대한 추가 보고가 존재합니다(건립계획, 착공, 완공 소식 모두 포함).

2023년에 착공한 생산시설

- **Believer Meats**는 노스캐롤라이나주 월슨(Wilson)에 20만평방피트(약 5620평)

투자 현황

2023년 배양육 및 배양해산물 기업들은 전 세계적으로 2억 2,590만 달러를 투자 받아, 2013년 이후 총 투자액은 31억 달러를 달성하였습니다. 재생 에너지 등 기후변화 문제를 완화할 수 있는 다른 분야에 비하면 현저히 적은 금액입니다. 2022년의 총 투자액 9억 2,230만 달러에 비하면 2023년 투자액은 상당히 감소하였지만, 이는 전반적으로 미지근해진 민간 투자 시장의 영향 때문으로 생각됩니다. 2023년도는 기업과 투자자 모두에게 높은 인플레이션, 금리 상승, 불투명한 경제 전망이 있는 한 해였습니다. 그 결과, 2023년 전 세계의 벤처 투자는 전년 대비 42% 감소하여 2017년 이후 최저치를 기록했습니다(푸드테크 스타트업에 대한 투자도 전년 대비 61% 감소). 2023년의 가장 큰 투자 건은 **Meatable**이 시리즈 B에서 유치한 3,500만 달러였습니다. 배양육과 배양해산물의 2023년도 순투자자 수 또한 총 111명으로 2022년의 204명에 비해 감소했습니다.

그림 3: 배양육 산업 투자유치 현황

분류	2023	2022	총 합계 (2013년 이후)	2023년도 주요 사항
총 투자금	\$2억2,600만	\$9억2,200만	\$31억	배양육 관련 총 투자액의 83%가 최근 3년동안 투자됨.
투자 거래건수	53	72	416	2023년도의 최대 투자액은 3,500만 달러임. (Meatable)
투자자 수	111	204	590	총 투자자수는 13% 증가함.
시리즈B 이상의 투자 거래 건수	2	2	13	해당 투자는 Meatable과 BlueNalu임.

출처: Net Zero Insights platform에서 추출한 데이터를 GFI에서 분석

소비자 인식

배양육에 관심있는 소비자들에게 2023년은 중요한 한 해였습니다. 단 두 지역이긴 하지만 배양육 메뉴가 미국 레스토랑에 등장하였습니다. 싱가포르 사람들은 배양육이 현지 정육점이라는 새로운 시장으로 확장되면서 배양육을 계속 접할 수 있었습니다.

그러나 아직 배양육을 시식하거나 구입한 경험을 보유한 소비자 수는 여전히 적고, 배양육에 대한 대중의 인식과 이해도도 여전히 낮습니다. 이는 다르게 해석하면 배양육 제품 출시에 대한 기대감이 존재하며, 소비자들의 관심이 클 것으로 예상되고, 글로벌 시장에서 배양육에 대한 인식을 지금부터 형성해 나갈 수 있다는 잠재력을 의미하기도 합니다.

GFI가 발간한 [2022년 배양육 및 배양해산물 산업 현황 보고서](#)의 소비자 인식 부분은 배양육에 대한 소비자의 정서와 관념을 이미 폭넓게 충분히 반영하고 있습니다. 하지만 2023년에 발표된 새로운 연구를 통해 본 산업이 직면할 기회와 장애물을 더 깊이 이해해 보고자 합니다.

전세계 소비자 조사 결과 및 인구별 인식 수준 분석

동기부여 요인

배양육의 필요성과 그 의미가 소비자들에게 얼마나 큰 반향을 불러일으킬지 판단하기는 아직 이르다고 말할 수 있습니다. 그러나 이번 연구에서 배양육에 대해 건강, 호기심, 환경 보호 이점 및 동물의 희생 없는 즐거움 등의 이유를 통해 소비자들의 관심을 유도할 수 있음을 알 수 있습니다.

- 미국 비영리단체 IFIC(International Food Information Council)의 2023년도 설문조사에 의하면, 배양육에 관심 있는 소비자들이 배양육 제품을 선택하는 큰 이유는 호기심(32%), 환경 보호 이점(28%), 동물 도축 불필요(28%), 건강(26%) 순이었습니다 (최대 2항목 중복선택 가능).
- GFI와 Embold Research는 2022년 배양육의 호감도를 올리는 요인에 대한 조사를 시행했습니다. 응답자의 55%가 건강에 좋다는 점을 호감의 원인으로 선택했습니다. 기후변화 완화 및 환경 보호 이점은 모두 47%의 지지를 얻었습니다. 맛, 질감, 신선함 등의 요인도 47%를 기록했습니다. 가장 높은 지지를 얻은 건강상의 이유를 좀 더 살펴보면, 공공 보건 측면에서 배양육 섭취로 식품 매개 질병 및 팬데믹과 같은 전염성 질병의 위험을 줄일 수 있다는 점이 소비자를 설득한 것으로 보입니다. 또한 배양육에 호르몬, 항생제 및 스테로이드가 들어 있지 않다는 개인 건강의 이유도 고려되었습니다. 이는 소비자들이 배양육을 통해 다양한 개인 건강 및 공중 보건 상의 이득을 얻고 싶어함을 의미합니다.
- 2022년에 발표된 GFI 아시아태평양 지부의 연구에서 일본, 싱가포르, 한국, 태국 소비자들은 배양해산물에 수은 및 중금속 오염이 없다는 것이 가장 큰 관심사인 것으로 보고되었습니다. 반면, 이 4개국 소비자들 모두에서 배양해산물에 대한 가장 큰 우려는 맛이었습니다. 즉 신선함이 떨어지거나, 자연 상태와의 이질감이 존재할 수 있다는 걱정을 하고 있었습니다.

인구별 분석

- GFI의 의뢰로 Morning Consult가 실시한 소비자 조사에 따르면 미국에서는 남성, Z세대 및 밀레니엄 세대, 자유주의자 등의 소비자들이 배양육에 대해 더 호의적으로 느끼고 있습니다.
- 싱가포르의 배양육 얼리 어답터의 대부분이 비채식주의자(omnivore)와 간헐적 채식주의자(flexitarian)였습니다. 이는 배양육이 (채식주의자보다는) 현재 기존 육류를 섭취하고 있는 사람들에게 더 어필할 수 있는 가능성을 보여 줍니다.
- 몇몇 사례에 따르면 소비자는 최근 USDA/FDA의 배양육 승인과 다른 사람들이 배양육을 먹는 것을 보는 등의 요인에 의해서도 배양육에 호감을 가지게 될 수 있습니다. IFIC의 2023년 설문조사(2023년 6월 USDA/FDA의 배양육 승인 전에 실시됨)에 따르면, 소비자의 63%는 배양육이 USDA/FDA의 승인을 받으면 안전하리라 생각한다고 하였습니다.

기술 현황

배양육과 관련된 새로운 연구들 덕분에 산업계의 역량이 강화되었습니다. 연구개발을 통해 생산 비용이 절감되고, 생산 규모가 증가하며, 제품의 품질이 개선됩니다. 전 세계 대학에서도 배양육 연구 생태계가 지속적으로 확장되어 배양육 분야의 경쟁력을 강화하였습니다.

세포주

2023년도 연구 하이라이트

배양육 연구자들은 연구 목적, 상업화 목적을 위한 양질의 세포주 개발에 지속적으로 매진하고 있습니다. 배양육 업계가 필요로 하는 세포주의 형태를 파악하기 위해 GFI 아시아태평양 지부는 업계 전반을 대상으로 설문조사를 실시, 우선순위가 높은 종과 세포 유형, 현재 사용되는 세포주 개발 방법, 세포 특성 및 성장, 관련 규제 현황에 대한 보고서를 발간하였습니다.

GFI의 연구비 지원으로 무쿤다 고스وام이 박사와 레자 오비시푸르 박사 연구팀은 민물 잉어 *Labeo rohita*에서 분리한 새로운 근육 세포주를 보고하였습니다. 한국 부경대학교 연구진에 의해 넙치에서 분리한 또 다른 근육 세포주도 보고되었습니다. 스테이크나 닭가슴살과 같은 전체 육류의 한 조각을 생산하기 위해서는 근육 세포 외에도 지방 세포와 같이 다양한 세포 유형이 필요하며, 세포의 성장을 위한 3D 지지체 구조도 필요합니다. 난징농업대학교 연구진은 새로운 불멸화 돼지 지방세포주를 개발하였으며, 해당 지방 세포와 또 다른 근육 세포가 동일한 지지체에서 동시 분화할 수 있음을 보고했습니다. 이러한 실험실 규모의 연구를 효과적으로 확장할 수 있다면 배양육 제품과 기존 육류와의 유사성을 높이고, 생산 공정을 크게 단순화할 수 있습니다.

Believer Meats의 연구진은 닭 섬유아세포를 일반 식품 성분인 레시틴으로 처리하여 지방 세포의 특성을 갖도록 분화시킬 수 있음을 보고하였습니다.

또한 Aleph Farms의 연구원들은 소 배아 줄기세포주를 개발하여 특성 분석 실험을 하고 있다고 보고하였습니다. 소 배아 줄기세포는

배양육을 만드는 사람들이 원하는 근육, 지방 및 기타 모든 세포 유형으로의 분화할 수 있습니다. 이러한 연구를 통해 배양육 생산용 세포주에 대해 더 많은 데이터를 축적하고, 다양한 세포주를 확보하여 배양육 생산에 활용할 수 있게 됩니다.

2023년은 B2B 세포주 개발에도 흥미로운 한 해였습니다. GFI가 파악하는 배양육 관련 세포주는 총 65개로 공공 세포주은행에서 주문하거나 세포주 소유자에게 직접 주문할 수 있습니다(2022년 41개의 세포주에서 증가). 이 중 대부분의 세포주는 OpoBio, QuestMeat, Roslin Technologies, PluriCells와 같은 B2B 제조업체가 소유하고 있습니다. 또한, 위탁 배양육 제조업체인 Extracellular는 Multus Media와 협력하여 배양육 산업을 위한 새로운 세포 은행을 설립한다고 발표했습니다. 이 세포은행의 세포주는 라이선스 없이도 사용할 수 있게될 예정입니다.

Extracellular는 초대 배양한(primary cultured) 소, 돼지, 양의 근육세포 및 지방세포를 시작으로 더 다양한 종과 조직의 세포로 세포은행을 확장할 예정입니다. 배양육 회사인 Ohayo Valley는 부분적으로는 B2B를 통한 개별 맞춤형 세포주 공급 사업을 추진할 예정이라고 밝혔습니다. 마지막으로, 배양어류 세포주 개발 가속화를 위해 생명공학 회사인 Triplebar와 배양해산물 회사인 Umami Bioworks가 파트너십을 체결하였다고 발표하였습니다. Triplebar는 2022년 말에 개최되었던 GFI의 배양육 협동 세미나에서 자사의 기술을 발표한 바 있습니다.

세포배양액

2023년 연구 하이라이트

세포배양액 연구는 배양액 내 동물 유래 성분을 제거하고 고가의 성분을 보다 경제적인 대체제로 대체하며, 생산 공정에서 배양액 사용의 효율성을 높이고, 배양액 총 사용량을 줄이는 방향으로 진행되었습니다. 2023년도에는 기업들이 여러 부분에서 연구의 진전을 이루었습니다.

한 산업의 폐기물을 다른 산업의 공급 원료로 사용하여, 생산비용과 지속 가능성 지표를 모두 개선할 수 있는 연구, 즉 업사이클링 연구는 전망이 밝습니다. GFI는 공동연구를 통해 북미 지역의 상품 작물에서 나오는 부산물을 배양육 생산에 활용할 수 있을지 가능성을 조사하였습니다. 이 연구를 통해 대두박(soybeanmeal), 옥수수 주정박(corn distillers dried grain), 카놀라박(canolar meal), 맥주박(brewer's spent grain), 옥수수 글루텐박(corn gluten meal)이 모두 가수분해를 통해 세포배양액의 아미노산 공급원이 될 수 있다는 것을 발견했습니다.

농산품의 부산물을 배양액에 활용하는 궁극적 목표는 세포 배양시 배양액 속의 혈청을 대체하고 더 경제적이고 지속가능한 영양분을 공급하기 위함입니다. 연구자들은 이미 이에 대해 연구하기 시작했으며, 한국과 싱가포르의 연구 그룹들은 두부와 두유 생산 시 나오는 폐기물인 발효 대두박과 오카라가 혈청 대체제로 사용될 수 있음을 발견하였습니다. 또한 여러 연구에서 남조류에서 추출한 화합물과 다양한 종류의 미세 조류의 추출물이 세포 배양에 유익한 배양액 성분이 될 수 있다는 결과를 보였습니다.

그러나 이를 위해서는 가수분해물 또는 추출물을 얻기 위한 프로토콜을 최적화해야 합니다. 브라질 캄피나스 대학(University of Campinas)의 연구진은 다양한 효소와 조건을 테스트하여

대두박과 땅콩단백박으로부터 얻는 펩타이드와 아미노산의 수율을 극대화하는 방법을 개발하였습니다. 향후 원재료 추출물 또는 가수분해물 제조 프로토콜의 최적화는 배양육 산업에 매우 중요한 역할을 할 것입니다. 사용 가능한 대체원료를 잘 활용하여 세포배양액의 비용을 절감하고 환경 부담을 줄이는 연구는 아직 속제로 남아 있습니다.

전체 배양액 배합을 최적화하는 연구 또한 주목할 만한 연구 주제입니다. 최근 연구에서는 수학적 기법과 알고리즘을 사용하여 세포배양액 생산 비용을 최적화하고, 환경에 미치는 파급력을 줄이며, 기존 혈청기반 배양액 보다 향상된 무혈청 세포배양액을 만드는 것까지 다루고 있습니다.

새로운 배양액 개발은 시스템 생물학 및 대사 모델링 기술을 통해서도 향상될 수 있으며, 배양육 산업이 성숙하면서 중요도가 올라가고 있습니다. 이러한 연구들은 배양육을 만드는 데 사용되는 다양한 세포 유형에 대한 배양 조건을 확립하는 것을 가속화하여, 배양육 분야에 새로 진입하는 연구진과 기업들이 더 쉽게 시작하도록 도와줄 수 있습니다. 하지만 현재 대부분의 세포배양액 연구는 포유류 세포와 조류 세포에 초점을 맞추고 있으며, 해산물 세포배양액의 최적화는 여전히 큰 걸림돌로 남아 있습니다.

마지막으로, 2023년에는 암모니아 등 독성 대사 산물의 축적을 방지하기 위한 연구에도 진전이 있었습니다. 이를 해결하기 위한 가능한 방법들은 물리적 흡착을 이용한 방법에서부터 유전 공학을 사용하는 방법, 배양액 조성을 변경하는 방법 등 다양합니다. Mosa Meat는 배양액 조성을 변경하는 간단한 방법으로 암모니아 생산을 최소한으로 유지할 수 있음을 보여주었습니다. 업계 전반에 적용되면 큰 파급력을 가질 가능성이 있습니다

지지체

2023 연구 하이라이트

배양육 지지체에 대한 연구는 지지체에 사용될 최상의 재료 혹은 재료의 조합을 발굴하는 것에서 시작합니다. 또한 스케일업이 가능하면서도 경제적인 지지체를 만들기 위한 혁신적인 지지체 제조 기술이 필요합니다.

2023년의 연구 트렌드는 식물, 진균류, 또는 기타 지속 가능한 자원에서 재료를 추출하여 배양육 지지체로 사용하는 것입니다. 기존의 조직 공학은 콜라겐과 같은 동물 유래 단백질이나 합성고분자를 지지체로 많이 사용해 왔습니다. 최근에는 식물과 진균류에도 유용한 지지체 성분을 가진 물질이 많다는 것이 보고되고 있습니다.

보스턴대학교와 **Worcester Polytechnic Institute**의 연구진은 옥수수 껍질 및 잭푸르트 껍질을 업사이클링하여 탈세포화된 식물 재료를 추출, 마이크로캐리어(microcarrier)로 사용했습니다. 또한, 탈세포화 기반 기술을 배양육에 적용하기 위해 기존의 용매와 세제를 대체하여 식품으로 안전한 화합물을 사용하고도 효과적으로 탈세포화를 할 수 있는 조건을 연구하였습니다. 인도 **Sanjay Gandhi** 의과학대학원의 연구진들은 탈세포화된 버섯을 근육 전구세포(myoblast)의 지지체로 사용할 수 있음을 보여주었습니다.

싱가포르 **A*STAR**의 연구진은 생물정보학 분석을 통해 RGD 서열이 식물과 진균류 모두에 공통적으로 존재한다는 사실을 발견했습니다. RGD 서열은 동물 세포가 세포 외 기질에 부착하는데 중요한 역할을 담당하는 것으로 알려져 있습니다. 또한 동물 유래 단백질인 콜라겐 및 피브로넥틴과 비교하여 진균류에서 추출한 RGD-rich 단백질 추출물이 더 좋은 결과를 보여

줌으로 배양육 생산에서 식물과 진균류가 지지체로 사용될 수 있음을 입증하였습니다.

싱가포르 국립대학교의 연구진은 호박씨의 단백질이 동물 젤라틴과 비슷한 정도의 세포 부착력과 증식을 보여주며, 쥐 근육세포와 지방세포의 장기간 증식이 가능하였음을 밝혔습니다. 또한, 닭과 돼지 근육 세포의 부착 및 근육세포로의 분화가 가능하다는 연구 결과를 발표하였습니다. 이러한 현상에 대한 원인으로 호박씨 단백질에 RGD 서열이 풍부하다는 실험 결과를 제시하기도 했습니다. 같은 연구진의 두 번째 논문에서는 병아리콩 단백질이 전처리하지 않았을 때는 효과가 떨어지지만, 가수분해 전처리 후에는 세포 부착, 증식 및 분화를 유도하는 데 매우 효과적임을 보고하였습니다. 한국의 건국대학교, **NoAH Biotech**, 서울대학교 공동연구진은 일반적으로 세포 부착능이 떨어진다고 알려져 있는 알지네이트의 교차결합 조건을 변경하면 부착 특성을 개선할 수 있다는 연구결과를 보고하였습니다.

식물, 진균류, 해조류 유래 재료는 매우 다양하며, 이 중에는 배양육 지지체로 사용하기에 유리한 것도 있습니다. 2023년 들어 연구진들은 생물정보학적(또는 경험적) 스크리닝 및 실험적 테스트를 통하여 지지체 재료를 계속 발굴해냈습니다. 이들은 최종 배양육 제품의 풍미, 질감 및 영양학적 특성을 감소시키지 않으면서, 세포 부착과 증식을 유도하고, 식품으로 섭취하기에 안전한 것들입니다.

이러한 연구 결과들을 종합해 보면, 미래에는 배양육 제품을 만드는 데 동물 유래 재료가 필요하지 않으리라는 가설이 입증되어 간다고 볼 수 있습니다.

생물공정 설계

2023년 연구 하이라이트

산업계는 생선, 새우부터 소고기, 닭고기, 돼지고기에 이르기까지 다양한 종의 근육과 지방을 배양하기 위해 다양한 세포주를 활용하고 있습니다. 그러나 배양 기술을 발전시키고, 배양 방법을 최적화하며, 배양에 적합한 바이오리액터를 개발하고 선택해야 하는 과제가 남아 있습니다.

기존 육류와 비교하여 배양육이 가격과 맛의 경쟁력을 확보하기 위해서는 배양액과 바이오리액터에 관련된 문제들을 해결해야 합니다. 연구 개발 필요성이 강조되는 주요 분야는 바이오리액터의 높은 운용비용과 접근성 개선, 식품 등급의 재료 사용, 새로운 장비 개발(예를 들어 세포채취용) 등이 있습니다. 그 외에도 향후 바이오프로세싱, 모델링, 시뮬레이션, 생산자동화 분야에서도 연구가 필요할 것입니다.

2023년, 배양육 제조는 생물공정 측면에서 몇 가지 주목할 만한 발전을 이루었습니다. **Ark Biotech**는 기술-경제성 분석 연구를 통해, 현재의 제조 과학 기술로 배양육을 파운드당 29.50달러(킬로그램당 65달러)의 가격으로 대규모 생산할 수 있는 잠재력이 있음을 보고하였습니다. 이 보고서에서는 세포배양액 비용 절감, 공정 수율 개선, 공정 최적화, 대형 바이오리액터 활용 등 크게 네 가지의 원가 절감 전략이 제시되었습니다. 해당 연구에 따르면 배양액은 생산비용의 대부분을 차지하며, 배양육이 기존 육류 대비 가격 경쟁력을 가지려면 배양액 비용을 리터당 1달러 수준으로 낮춰야 합니다. 또한 감가상각비와 인건비 부담을 줄이기 위해서는 대규모 생산이 중요하다는 의견도 피력하였습니다.

이 연구에서는 비용 효율성 측면에서 페드배치(fed-batch) 배양과 연속식(continuous) 배양을 비교 분석하였습니다. 대부분의 대규모 생산 증례에서 페드배치 배양 방법이 더 우수한 것으로 나타났지만, 연속 배양은 전체 자본 지출을 줄이고 설치 공간이 덜 필요하다는 장점이 있었습니다. **Ark Biotech**는 결론적으로 배양액,

바이오리액터, 세포, 생물 공정 전반에 걸친 통합적인 발전이 필요하다고 강조하였습니다.

노르웨이와 네덜란드의 연구진들은 배양액 조성 and 세포 배양 방법을 최적화하여 배양육의 생산 비용 절감 및 생산 효율성을 향상시켰습니다. 실험실 규모 바이오리액터에서 골격근위성세포(skeletal muscle satellite cell)가 무혈청 조건에서 38일까지 증식하였는데, 이는 소태아혈청(FBS)이 없는 상태에서도 최적화를 통해 생산 비용을 절감하고 수율을 높일 수 있다는 가능성을 보여줍니다.

배양육에 관련된 일부 연구는 재생의학 등의 분야와 중복되기 때문에, 추후 공동연구가 필요하거나 효율적인 자원 분배가 필요합니다. 재생의학은 조직 형성을 위한 지지체 개발, 줄기세포 생물학의 발전, 또는 세포배양액 개발 등에 기여할 수 있습니다. 바이오리액터는 의료산업 및 배양육 생산 모두에 중요한 역할을 합니다. 세포 치료 및 배양육 생산에 사용되는 바이오리액터 기술에 대한 다음의 리뷰논문도 참고할 만합니다.

배양육의 3D 배양 문제를 해결하기 위해 프랑스의 연구진이 혁신적인 기술을 개발했습니다. 기존의 지지체는 스케일업이 어렵다는 단점이 있습니다. 연구진은 스케일업이 간단한 바이오리액터의 형태에 생체를 모방하는 3D 배양법을 적용한 배양 시스템을 개발했습니다. 이를 활용하여 줄기세포의 생산 규모를 성공적으로 확장하였으며, 단 6일 반만에 10리터 교반탱크 바이오리액터에서 277배가 증식하는 놀라운 결과를 보고하였습니다. 이때 규모가 커지더라도 수율이 일정하게 증가함을 보였습니다. 비록 인간 세포로 실험한 결과이지만, 이러한 연구 방법은 배양육 산업에도 적절하게 적용될 수 있을 것입니다.

컴퓨터 모델과 시뮬레이션의 사용은 배양육 공정 최적화에 사용될 수 있습니다. 특히 대량 생산 규모에서 생산 비용을 경쟁력 있게 만드는 데 매우 중요합니다. 이때 해결해야 할 주요 과제 중 하나는 바이오리액터의 빠른 로터 속도로 인해

발생하는 전단력에 의한 세포 손상입니다. 최근 연구에서 연구진들은 교반탱크 바이오리액터에서 바이오매스 성장을 조사하기 위해 에이전트 기반 모델링과 전산 유체 역학을 통합한 컴퓨터 모델을 개발했습니다. 이 연구는 로터 속도에 의해 유발되는 기계적 응력이 구(sphere)형 마이크로캐리어 상에서의 세포 성장에 어떤 영향을 미치는지 확인할 수 있도록 설계되었습니다. 컴퓨터 시뮬레이션 결과는 물리적 실험과 일치하여 로터 속도가 빨라지면 높은 기계적 응력으로 인해 세포 성장 속도가 감소하고 세포 사멸이 증가한다는 것을 보여주었습니다. 이 시뮬레이션 연구는 앞으로의 세포증식 개선 및 생산비용 절감을 위한 모델로 발전하기 위한 첫단추입니다.

제품화 및 특성분석

C배양육의 상업적 성공을 위해서는 효율적이고 신뢰할 수 있는 공정 개발 외의 부분도 생각해야 합니다. 특히 맛있고 영양가 있는 제품을 만드는데 필요한 요소에 대한 명확한 이해가 필요합니다. 이를 위해 매년 배양육의 풍미, 질감, 영양 특성의 분석에 대한 연구가 활성화되고 있습니다. 특히 지방 분석(Yuen Jr. et al. 2023; Louis et al. 2023), 질감 분석(Xu et al. 2023; Yen et al. 2023; Guan et al. 2023; Liu et al. 2023; Zhu et al. 2023), 조리 과정에 따른 제품의 변화(Yen et al. 2023; Kawecky et al. 2023; Guan et al. 2023)에 대한 관심이 높아지고 있습니다.

정책 및 규제 현황

각국의 정부는 여러 방면에서 배양육 분야를 지원했습니다. 여러 지역에서 대규모 공공 투자가 집행되었고, 배양육에 우호적인 공공 정책이 도입되거나 채택되었으며, 미국 농무부(USDA)는 배양육고기를 승인했습니다.

- 두바이에서 열린 제 28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에서는 최초로 식량시스템의 전환이 기후 문제의 해결책으로 제시되었습니다.
- 중국, 이스라엘, 일본, 영국, 미국 등이 새로운 배양육 인프라 구축과 산업계 확장을 위한 지원정책을 수립했습니다.

배양육의 특성을 분석하는 방법은 기존 육류의 특성분석에 사용되는 방법에서 대다수를 차용할 것으로 예상됩니다. 예를 들어, Mariano 등(2023)은 배양육을 기존 육류와 차별화하고 검증하는 방법에 대한 리뷰 논문을 발표하였습니다.

배양육 분야에서 최근 주목받기 시작한 이슈는 어떻게 하면 배양된 근육조직과 지방조직을 효과적으로 결합하여 하나의 응집된 조직으로 만들 수 있을까입니다. 근육세포와 지방세포의 공배양(co-culture)에는 서로 다른 성분의 배양액이 필요합니다. 특히 한 종류의 세포 배양이 다른 세포의 배양에 영향을 주기 때문에 문제가 복잡해집니다. 그러나 이는 극복할 수 있을 것이며, 이미 돼지 지방세포와 생쥐 근육세포의 성공적인 공동 분화 연구결과가 발표된 바 있습니다.

공동의 배양액 내에서 분화유도를 할 필요가 없는 배양 방법도 검증된 바 있습니다. 한 연구에서는 별도로 분화시킨 지방조직과 근육조직을 결합하여 응집된 한 조직으로 만들 수 있음을 보여주었고, 다른 연구에서는 분화된 근육조직과 식물 유래 올레오겔을 결합한 시제품을 만들었습니다. 지속적인 연구를 통해 생물공정을 효율적으로 유지하면서도 배양육 최종제품의 품질을 유지하는 가장 효과적인 방법을 찾아가야 합니다.

- 영국은 배스대학(university of Bath)의 새로운 연구센터에 1,200만 파운드(1,500만 달러)를, 7개의 배양육 연구 프로젝트에 약 340만 파운드(430만 달러)를 배정하는 등 2023년도 배양육 관련 지원정책을 발표 하였습니다.

글로벌 협력

2023년의 새로운 트렌드는 대체단백질 기술 개발 및 국제 연구 생태계 형성을 위한 각국 정부 주도의 공동연구 프로젝트입니다.

제 28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)

올해는 각국 정부가 상호 이익 뿐만 아니라 공익을 증진하기 위해 대체단백질 개발 협력 정책들을 제안하였습니다.

두바이에서 개최된 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에서 유엔환경계획 보고서가 발간되었습니다. 본 보고서는 대체단백질에 100% 초점을 맞추고, 각국 정부가 개별적으로 또는 공동으로 취할 수 있는 조치들을 목록으로 정리했습니다. 특히 다자간 협력에 관한 섹션에서는 각국 정부가 공동연구를 장려하고, 대체단백질에 대해 호의적인 무역 정책을 수립 및 개선하며, 국제 식품 안전 표준을 개발하고, 개발금융기관(development financial institutions)과 협력하여 개도국에서도 대체단백질 산업 역량을 구축할 수 있도록 협력하기로 하였습니다.

또한 COP28에서 미국, 중국, EU 27개국, 브라질을 포함한 159개 국가는 지속 가능한 농업 및 식량 체계에 관한 에미레이트 선언에 서명하며 2025년 국가결정기여(Nationally Determined Contributions, NDC) 목표를 달성하는 과정에서 식량시스템에서 배출되는 탄소 배출 문제에 대해서도 중점적으로 다루기로 합의했습니다. 선언문에 대체단백질에 대한 직접적인 언급이 포함되지는 않았지만, 지구 기온의 1.5도 상승 억제라는 기후협약 목표를 달성하기 위해서는 축산업에 대한 대안이 반드시 필요하다 판단됩니다.

제 46차 Codex 총회 (CAC46)

국제식품규격위원회(The Codex Alimentarius Commission, 이하 Codex)는 유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)가 공동으로 운영하는 국제기구입니다. 189개 회원국(188개 국가+유럽연합)과 여러 공식 옵서버 기관(GFI 포함)이 참여하고 있습니다. Codex 위원회는 식품 안전 및 국가간 식품 거래에 대한 표준과 지침을 *Codex Alimentarius* 라는 간행물로 발표합니다.

2023년 4월, Codex 사무국은 새로운 식품 공급원 및 생산 시스템(new food sources and production systems, NFPS)과 관련된 Codex 표준 설정 후보 주제들에 대해 회원국 및 옵서버 기관들의 의견을 구하는 공식문서를 발송했습니다. 이 NFPS 주제에는 대체단백질도 포함되었으며, NFPS를 다루기 위한 적절한 절차에 대한 의견도 함께 구하게 되었습니다. GFI를 포함한 옵서버 기관들은 회원국들과 함께 이에 대해 의견을 제시하고 아직 위원회에서 고려되지 않은 NFPS 표준 설정 등에 대한 제안도 추가했습니다. 2023년 12월에 열린 제46차 Codex 총회(CAC46)에서 NFPS 주제가 논의되었으며, 현재 Codex의 절차적 메커니즘이 향후 발생할 수 있는 NFPS 문제를 다루기에 충분하다는 결론을 내렸습니다. 몇몇 Codex 위원들은 향후 회의에서 NFPS 관련 구체적인 제안 사항을 발의하고자 하는 등 관심을 표명했습니다.

유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)

FAO와 WHO는 2023년 4월에 "세포기반식품의 식품안전성"이라는 간행물을 발표했습니다. 이 간행물은 대체단백질의 용어선별, 개발현황, 안전성 및 지속 가능성 등에 대해 다루고 있습니다. 또한 대체단백질과 관련하여 이용 가능한 자원 및 관련활동 현황을 국제적인 시각에서 다루었고, 각국 규제 관계자들이 고려해야 할 국가간 균형을 맞추기 위해 참고해야 할 사항에 대해서도 서술하였습니다. 이 보고서에는 FAO가 주도하여 2022년 11월 싱가포르에서 개최한 전문가 자문회의 내용도 포함되어 있습니다. FAO는 요약본인 팩트 시트(fact sheet)도 함께 발표했습니다.

미래 전망

2023년 배양육 부문의 특징은 식품허가 취득, 공공 지원금의 증가, 생산 규모의 확대로 요약할 수 있으며, 2024년 배양육 산업도 같은 방향으로 진행할 것으로 예측됩니다.

현재 싱가포르에서 1개사, 미국에서 2개사가 배양닭고기 제품의 판매를 승인받은 상황입니다. 2024년에는 여러 국가에서 규제 승인에 진전이 있을 것으로 생각됩니다. 2024년 초, 이스라엘은 **Aleph Farms**사의 배양소고기 제품을 세계 최초로 승인하여, 세계에서 세 번째로 배양육을 식품으로 승인한 국가가 되었습니다. 영국, 스위스, 호주 및 뉴질랜드에서 현재 배양육 승인 신청을 검토 중이며, 올해 안에 일부 제품이 승인될 가능성이 높습니다.

현재 식품허가 승인을 검토 중인 제품들은 생산 공정과 최종 제품 형태가 매우 다양합니다. 2024년에는 배양닭고기 외의 다른 배양육 제품들이 소비자에게 판매될 예정이며, 또한 무혈청 배양액으로 만든 최초의 배양육 제품이 생산될 예정입니다. 또한 더 많은 배양육 제품이 시장에 출시되며 더 많은 배양육 기업이 수익을 창출하게 될 것입니다. 배양육 제품의 양은 여전히 제한적이어서 매출 총 수익은 상대적으로 적겠지만, 그럼에도 불구하고 이것은 배양육 분야가 새로운 단계에 접어들었음을 보여줍니다.

2024년에 소수의 기업만이 이익을 낼 수 있으리라는 예측은 배양육 산업에서 투자 유치가 계속 중요하다는 것을 의미합니다. 대다수의 배양육 기업은 아직 수익을 창출하지 못한 상태입니다. 따라서 투자 환경은 배양육 산업의 건전성에 중요한 역할을 합니다. 스타트업은 연구 개발 과정에서 외부 투자에 의존할 수밖에 없습니다. 판매 승인을 받은 제품이 있는 기업의 경우에도 파일럿 생산 규모에서 상업 생산 규모로 확장하는 과정에서 '죽음의 계곡'을 건너는 데 투자금 조달이 필수적입니다.

배양육 기업이 사업 성장에 필요한 자금을 조달하더라도, 과거에 비해 불리한 환경에서 사업을 운영하게 될 것입니다. 따라서 각국 정부가 배양육 부문을 연구비 투자, 기업 보조금, 대출 또는 대출 보증, 기타 형태의 자금 조달을 통해 지원하는 것이 점점 더 중요해집니다. 이를 고려하면 2023년에 각국 정부가 기후변화 문제의 해결책, 바이오경제의 활성화 수단, 식량안보의 해결책으로 배양육 산업을 인식한 것은 좋은 징조입니다. 그러나 대체단백질에 비하면 몇 배나 더 많은 투자금을 지원받는 다른 기후변화 해결책과의 격차를 줄이기 위해서는 노력이 필요합니다.

2024년에는 소수의 배양육 제품만 고객에게 판매될 예정이지만, 배양육 기업들은 생산 공정을 지속적으로 개선하고 규모를 확대할 것입니다. 앞으로 몇 년간, 노스캐롤라이나에 위치한 **Believer Meats**사의 20만 평방 피트 규모의 공장을 비롯한 새로운 산업 규모의 시설들이 문을 열면서 배양육 산업의 총 생산 능력이 크게 증가할 것으로 예상됩니다. GFI의 2023년 배양육 생산공정 조사(2024년 발표 예정)에 따르면, 2026년 말까지 전 세계 배양육 생산량은 잠정적으로 125,000톤에 이를 것으로 추정됩니다(이 전망의 한계점에

대한 논의는 조사 보고서 참조). 이는 전 세계 육류 생산량의 극히 일부에 불과하지만, 오늘날의 생산량과 비교하면 상당한 생산 규모 성장을 의미하며, 전 세계 수천 명의 소비자에게 배양육을 맛볼 수 있는 기회를 제공할 것입니다.

발효산업 (Fermentation)

육류, 해산물, 달걀, 유제품



들어가며

대체단백질 제조과정에는 여러 가지 발효기술이 활용되고 있습니다. 대체단백질 산업에서 발효란 미생물 유기체를 식품에 활용하는 것을 말합니다. 대체단백질 기업에서 발효를 사용하는 세 가지 주요 방법에 대해 간단히 살펴보겠습니다.

발효에 대한 이해

전통 발효는 우리에게 익숙한 빵과 맥주와 같은 제품을 생산하는 데 수천 년 동안 사용되어 왔습니다. 살아있는 미생물이 식물 유래 성분을 조절하고 가공함으로써 독특한 풍미, 영양학적 특성 및 질감을 가진 제품을 만들어 내는데 사용됩니다. 예를 들면, 진균류인 리조푸스를 사용하여 콩을 템페로 발효시키고 다양한 유산균을 사용하여 치즈와 요거트를 생산하는 것 등이 있습니다. 전통 발효는 대체단백질 성분의 감각적, 기능적, 영양학적 특성을 개선하는 데 널리 사용될 수 있습니다.

전통 발효는 대체단백질 분야 뿐 아니라 기존 식품업계에서도 널리 사용되기 때문에 기존의 강자가 대체단백질 분야에서 두드러지게 발전할 가능성이 높습니다. 예를 들어 **Chunk Foods, Planetarians** 와 같은 기업은 전통 발효를 사용하여 홀컷(whole-cut) 식물성 대체육 제품을 만듭니다. 남보다 뛰어난 발효 공정을 보유한 기업은 생산 단가와 생산량 측면에서 경쟁에서 유리합니다.

바이오매스 발효는 미생물의 높은 단백질 함량과 빠른 성장 속도를 활용하여 대량의 단백질을 효율적으로 생산합니다. 바이오매스 발효는 특히나 단백질의 대량 생산에 유리한데, 미생물의 성장 속도가 빨라서 거의 한두 시간 만에 무게를 두 배로 늘리는게 가능하기 때문입니다. 미생물 바이오매스를 식품 원료로 사용할 때는 미생물 세포를 분쇄하지 않고 그대로 사용하기도 하고, 최소한의 가공만 거치는 경우가 있습니다. 식품의 주원료가 될 수도 있고, 다른 원료와 섞어 사용하기도 합니다. 효모, 사상균, 미세 조류 등 다양한 미생물이 바이오매스 발효에 적용하기 위해 연구되고 있으며, 최근에는 종속영양성장(heterotrophic growth) 미생물이 관심을 받고 있습니다. 이들은 광합성이 아니라 배양액 내의 당분을 먹고 성장합니다. 종속영양 미세조류는 성장 속도가 빠르고, 일반적인 바이오리액터의 표준 SOP(Standard Operating Procedure)에 바로 적용할 수 있다는 장점이 있습니다.

바이오매스 발효는 1980년대부터 대규모 스케일로 산업화되었습니다. **Quorn, Meati** 등의 기업에서 이미 국제적으로 인지도를 쌓아왔습니다. 생산단가 및 생산량 등 기업의 경쟁력은 공정 최적화, 원료 선별, 사용 미생물 등에 의해 영향을 받습니다.

정밀발효는 특정 기능 성분을 생산하기 위해 미생물을 '세포 공장'으로 사용합니다. 정밀발효를 통해 단백질, 비타민, 효소, 천연 색소, 지방을 생산할 수 있기 때문에, 정밀발효는 식물성 제품이나 배양육의 감각적 특성과 기능적 특성을 개선하는 고부가가치 성분을 만드는 데 유리합니다. 달걀 단백질, 유제품 단백질, 펩신, 동물 성분이 없는 헴(heme)을 포함한 육류 단백질, 및 지방과 같은 제품을 만드는 데 사용할 수 있습니다. 마이오글로빈과 같은 단백질은 육류 특유의 맛과 향을 내며, 이러한 단백질을 식물성 식품에 결합하면 기존 육류 제품과 더 유사한 감각을 느끼도록 할 수 있습니다.

정밀 발효의 대표적인 예는 레넷(치즈 응고제)의 주요 효소인 키모신이며, 1990년대부터 사용되었습니다. 현재는 **Perfect Day**의 유청 단백질과 **Impossible Foods**의 대두 레그헤모글로빈 등의 성분들도 널리 유통되고 있습니다. 주요 타겟 성분은 키모신, 레그헤모글로빈, 유청, 카제인, 팜유 등인데, 타겟 성분에 따라 공정, 제품 개발 및 스케일업 방법이 달라집니다.

산업계 현황

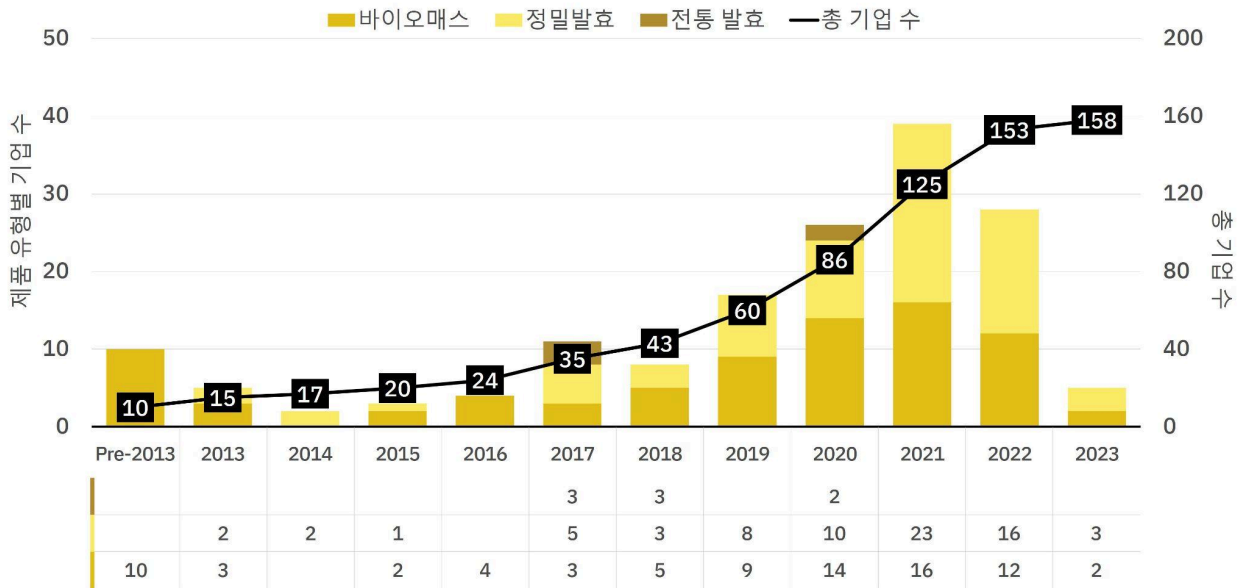
개요

2023년에도 발효기술을 통한 대체단백질 산업은 계속 발전하고 있으며, 지속 가능한 식량 공급을 위한 현실적 해결책의 위치를 굳건히 하고 있습니다.

발효 관련 업계의 회복 탄력성과 장기 성장성을 입증하듯, 올해는 성장세가 지속되었습니다. 7곳 이상의 대규모 발효 시설이 개설되었고, 발효 관련 여러 신제품이 출시되었으며, 새로운 기업이 설립되고, 대형 육류 및 소비재 기업의 투자가 이루어졌습니다.

- 발효기술을 이용하여 대체단백질 또는 대체단백질의 주요 성분을 만드는 기업(publicly announced company)의 수는 2023년에 158곳으로 증가했습니다.
- 2023년에는 7곳의 대규모 발효 시설이 완공되었으며, 그 외에도 여러 건의 착공 계획 또는 착공 소식이 발표되었습니다. 미국에서 주목할 만한 사례로는 **Meati Foods**의 콜로라도주 쏘튼(Thornton)에 위치한 10만 평방피트(약 2800평) 규모 시설 개소 소식 및 **Liberation Labs**의 인디애나주 60만 리터 규모의 시설 착공 소식이 있습니다.
- 대형 식품 회사들이 발효 산업에 지속적으로 참여했습니다. **FrieslandCampina, Danone**과 같은 글로벌 유제품 회사는 정밀발효 스타트업과의 협업을 강화했고, 세계 최대 해산물 회사 중 하나인 **Thai Union**은 미세조류 유래 원료에 투자했습니다.

그림 4: 설립 연도별 신규 및 총 공시 기업 수



출처 : GFI 기업 데이터베이스

생산시설

최근 몇 년간 발효를 통한 대체단백질 제품 시장이 확대되고 있으며, 이러한 성장에 따라 점점 더 크고 많은 발효 시설이 필요하게 되었습니다.

그러나 GFI와 Integration Consulting이 함께 작업한 2023년 발효산업 생산능력 분석보고서에 따르면 제약, 산업용 효소, 연료 및 음료 산업의 기존 발효 시설은 대체단백질 생산에 적합하지 않은 경우가 대부분이었습니다. 이는 발효를 이용한 대체단백질 산업의 성장을 가로막는 장벽이 되고 있습니다. 발효 산업계는 여전히 생산 능력에 어려움을 겪고 있지만, 2023년에는 몇 가지 고무적인 발전이 있었습니다.

2023년에 개소한 생산시설

- 버섯 균사체로 제품을 만드는 **Meati Foods**는 지난 1월 미국 콜로라도주 쏘튼(Thornton)에 10만 평방피트(약 2800평) 규모 생산시설 **Mega Ranch**를 개소했습니다. 이 시설에서는 연간 4,500만 파운드(약 2만 톤)의 제품을 생산할 수 있으며, 이는 7,000개 이상의 소매업체와 레스토랑에 공급할 수 있는 양입니다.
- **Motif FoodWorks**는 두 번째 대규모 시설로 매사추세츠주 노스버러(Northborough)에 마켓 리서치 및 연구 센터를 개소했습니다. 식물성 대체육 및 대체단백질 성분을 만드는 이 회사는 앞으로 발효 및 생물공정 서비스 사업을 추가할 예정이라고 발표했습니다.
- 스웨덴의 진균류 유래 식품 회사인 **Mycorena**는 푸드사이언스 연구소의 규모를 확장하여, 발효 장비를 추가 구비하고, 완제품 생산능력까지 갖추게 되었다고 발표했습니다.
- 발효기술로 홀컷(whole-cut) 식물성 대체육 제품을 제조하는 **Chunk Foods**는 이스라엘에 매년 수백만 개의 스테이크를 제조할 수 있는 새로운 생산시설을 개소했습니다.
- 발효를 사용하여 이산화탄소로부터 단백질을 생산하는 오스트리아의 스타트업 **Arkeon Biotechnologies**는 비엔나(Vienna)에 새로운 파일럿 생산 공장을 개소했습니다.
- 독일의 바이오매스 발효 회사 **MicroHarvest**는 포르투갈 리스본(Lisbon)에 파일럿 생산시설을 개소했습니다. 이 시설은 하루에 25킬로그램의 대체단백질을 생산할 수 있습니다.
- 독일에 본사를 둔 바이오매스 발효 회사인 **Nosh Biofoods**는 베를린(Berlin)의 양조장인 베를리너 베르그(**Berliner Berg**) 내에 파일럿 시설을 개소했습니다.

제품출시 현황

2023년에는 발효기술을 이용한 제품의 종류가 다양해지고 소비자가 접하기 쉬워졌습니다. 이제 소매점과 레스토랑 메뉴에서 발효기술로 만든 대체단백질을 쉽게 찾을 수 있게 되었습니다.

대체단백질 제품을 위한 발효기술은 일반적으로 다음 중 하나를 만드는데에 사용됩니다. 첫째로 육류, 해산물, 유제품 또는 달걀의 감각적 특성을 재현하는 데 사용되는 개별 성분으로 대부분 정밀발효기술을 통해 제조합니다. 둘째로 균사체 유래 제품과 같은 독립형 제품이며 일반적으로 바이오매스 발효기술을 통해 만들어집니다.

2023년에는 발효기술 유래 육류, 해산물, 유제품, 달걀 및 식품 성분 등 전 분야에 걸친 획기적인 혁신이 일어났습니다. 발효기술 분야의 장기적인 성장세가 예상됩니다.

육류 및 해산물

2월	스페인 Libre Foods 는 유럽 연합 최초로 <u>버섯 유래 베이컨</u> 제품을 공개 이스라엘 Mush Foods 는 균사체 단백질 성분 50CUT 을 출시. 기존 육류 및 균사체 유래 육류를 섞어 만드는 하이브리드 제품에 적용 가능
3월	마이코프로틴의 선구자인 Quorn 은 영국 세인트즈버리 매장에서 <u>마이코프로틴 유래 치킨 파이</u> 를 출시 맥주 생산 공정의 부산물인 맥주 효모를 업사이클링하여 식품을 만드는 스위스의 스타트업 brewbee 는 스위스 전역의 생협 매장에서 <u>식물성 대체육</u> 및 유사 식품 판매를 시작
4월	Quorn 은 새로운 <u>마이코프로틴 치킨까스</u> 를 출시, 현재 영국의 Tesco, Morrisons, Waitrose, Asda 매장에서 판매 중
5월	C캘리포니아의 버섯유래 대체육 생산업체 Shroomeats 는 미트볼, 버거, 다진 소고기 등 <u>버섯</u> 을 원료로 한 세 가지 신제품을 출시. 각 제품은 단 6가지의 재료로만 제작되었음 콜로라도의 RollinGreens 는 발효시킨 표고버섯, 완두콩 단백질, 쌀을 혼합하여 만든 새로운 <u>상온 보관용 치킨 화히타(Fajita)</u> 제품을 출시
10월	Meati Foods 는 오리지널, 페퍼 맛, 스위트칠리 맛의 균사체 유래 <u>상온 보관용 육포</u> 제품을 출시
11월	Meati Foods 가 균사체 유래 육류 제품 <u>4종</u> 을 새롭게 출시

유제품

1월	Bel Brands USA 사는 미국 전역의 Kroger 및 Whole Foods 매장에서 식물성 치즈(The Laughing Cow Plant Based) 및 비동물성 크림치즈(Nurishh Incredible Dairy animal Free Cream Cheese)를 <u>출시</u> . 비동물성 크림치즈는 Perfect Day 사와 제휴하여 제조
5월	상하이의 Changing Bio 는 휘핑크림, 파마산 치즈 등 <u>미생물 유래 유제품</u> 라인을 처음으로 출시
6월	싱가포르의 레스토랑 Fico 에서 핀란드 Solar Foods 의 <u>발효 유래 솔레인 단백질</u> 로 만든 젤라또가 메뉴에 오름
8월	Puretrue 는 효모를 사용한 발효 공정을 사용하여 <u>비동물성 카제인</u> 단백질을 출시. Puretrue 는 이 카제인 성분이 기존 제품보다 <u>가격이 낮다고 발표</u>
12월	Nature's Fynd 는 발효 Fy 단백질로 만든 <u>요거트 라인</u> 을 출시

달걀

3월

네덜란드 **revyve**사는 맥주 효모를 업사이클링하여 달걀 흰자 대체제를 출시. 식물성 대체육의 결합제로 사용할 수 있으며 감칠맛을 더해줌.

12월

The EVERY Company는 정밀발효기술로 달걀의 오발부민을 생산, 기존 달걀을 대체할 수 있는 액상 달걀 'EVERY Egg'를 출시

식품원료

3월

미국 보스턴의 **Motif FoodWorks**는 **Rhizome Network**와 협력 개발한 식물성 대체육용 텍스처 성분을 출시. 이 성분은 식물성 단백질과 식물성 탄수화물을 조합하여 동물성 결합 조직의 질감을 재현

펫푸드

3월

식물성 또는 진균 유래 식품을 이용하여 반려동물 식품을 제조하는 **Wild Earth**가 새로운 반려견 사료 제품라인(Core Formula 및 Performance Formula)을 공개

투자 현황

2013년 첫 투자(공개된 자료 기준) 이후, 발효 분야의 기업들은 현재까지 총 41억 달러를 투자받았으며, 이 중 95%의 투자 유치가 지난 5년간 일어났습니다. 2023년의 투자금 총액은 2022년보다 감소했지만, 핀테크와 같은 다른 주요 벤처 분야에서도 전년 대비 약 50%의 투자금 감소를 경험했습니다.

2023년의 발효 분야 투자액은 5억 1,470만 달러로, 2022년의 7억 5,850만 달러에 비해 32% 감소하였습니다. 글로벌 벤처 투자 전체의 감소세도 유사하며, 유사 분야인 기후 기술 및 식품 기술 부문에서도 비슷한 감소세가 나타났습니다.

발효 분야는 아직 초기 단계이며 전 세계적으로 200개 미만의 회사만 존재합니다. 따라서 소수의 거래가 연간 투자 총액에 큰 영향을 미칠 수 있습니다. 예를 들어 2022년에는 불과 3건의 거래에서 그 해 총 투자액의 절반인 3억 5,500만 달러의 투자금을 유치하였습니다. 이 때 **Meati Foods**가 1억 5천만 달러(시리즈 C), **Remilk**가 1억 2천만 달러(시리즈 B), **Mycotechnology**가 8천 5백만 달러(시리즈 E)를 유치하였습니다. 또한 어느 정도 규모가 있는 기업들은 일반적으로 매년 대규모 투자를 유치하지 않기 때문에 연간 투자금 총액이 일정한 추세를 따르지 않는다는 것도 인지해야 합니다.

2023년에는 작년 규모의 투자 유치에 없었으며, 가장 큰 3개의 거래를 합쳐도 1억 6,870만 달러에 불과했습니다. 때문에 2022년의 투자금액에 비해 감소한 것처럼 보입니다. 하지만 모든 지역에서 발효 부문 투자가 감소하진 않았습니다. 2023년 유럽의 투자는 총 1억 7,940만 달러로 2022년보다 22% 증가했으며, 이는 지금까지 유럽에서 투자된 가장 높은 투자액입니다.

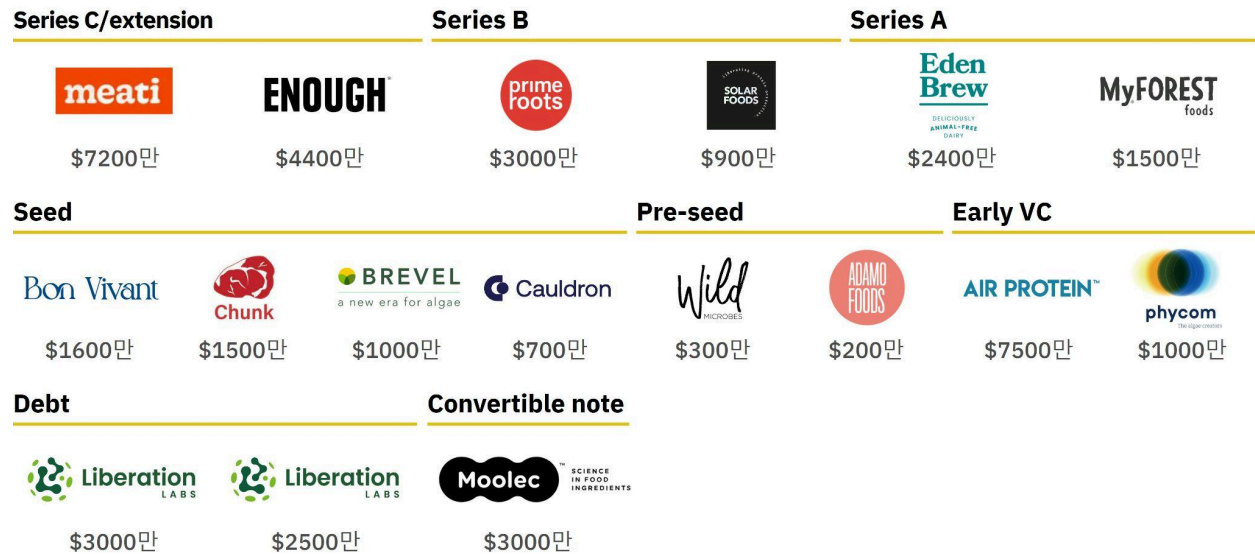
대체단백질 산업 전체를 봐도 투자금액은 2023년 들어 감소했습니다. 대체단백질 기업들은 2014년부터 2023년까지 157억 달러(이 중 절반 이상이 2020년과 2021년에 투자됨)를 유치했지만, 2022년 29억 달러에서, 2023년에는 16억 달러로 투자금이 줄었습니다. 하지만 이 금액은 과소 평가되었을 가능성이 높습니다. 발효 부문에 대해서도 마찬가지입니다. 일부 기업이 조건부지분인수계약(Simple Agreements for Future Equity, 신속한 투자를 위해 투자 시점에서는 스타트업의 가치를 정하지 않고 투자금만 지급하는 방식) 또는 미공개 브릿지

어려운 환경에도 불구하고 발효 분야 산업은 2023년에도 계속 발전했습니다. 전 세계의 발효 분야 기업들은 주요 제품 개발, 유통 및 규모 확장이라는 마일스톤(달성목표)을 달성했습니다. 어려움 속에서도 지속적인 공정 개선과 제품 혁신이 일어났습니다.

라운드를 통해 투자금을 조달하였기 때문입니다. 일반적으로 이러한 거래는 공개되지 않지만 2024년 미신고 투자 유치 금액은 증가할 것으로 예상됩니다. 미신고 투자 유치 건수가 증가 추세에 있고 GFI의 산업계 인터뷰 결과도 동일한 트렌드를 예측하기 때문입니다. 이러한 미공개 투자 중 일부는 추후 공개되어 2024년도 투자 건으로 집계될 수 있습니다.

2023년에는 금리 상승, 인플레이션, 불확실한 경제 전망으로 인해 다양한 산업에서 민간 투자금 조달이 어려워졌습니다. 그 결과, 모든 부문의 글로벌 벤처 투자금은 2023년에 전년대비 42% 감소하여 2017년 이후 최저 수준을 기록했습니다. 인플레이션 억제법 등의 정책을 통해 정부의 상당한 지원을 받았음에도 불구하고 기후 관련 기술의 경우 전년대비 투자 유치액이 40%나 감소했습니다. 푸드 테크 스타트업에 대한 투자는 전년 대비 61% 감소했습니다.

그림 5: 2023년 주요 투자금 유치 현황



출처 : Net Zero Insights의 데이터, GFI가 분석

참조 : 데이터는 Net Zero Insights의 분석전문가가 검토한 것이 아닙니다. 각 투자 라운드의 총 투자 건수가 3건 이상인 경우, 상위 25%의 투자 건만 표기하였습니다. 투자 라운드가 3건 이하인 경우 모든 투자 건을 표기하였습니다.

발효기술 유래 대체단백질 투자자 목록은 *GFI*의 [투자자 데이터베이스](#)에서 열람하실 수 있습니다. [이곳에서](#) 열람 요청이 가능합니다.

소비자 인식

소비자 인지도 및 친숙도

대부분의 소비자는 정밀발효 공정에 대해 잘 알지 못하지만, 정밀발효로 만든 제품에 대해서는 잘 알고 있습니다. 이미 많은 사람들이 치즈, 비타민, 영양 보충제 등 정밀발효로 만든 제품을 사용하고 있기 때문입니다.

- 2023년 11월, GFI의 의뢰로 Morning Consult가 수행한 연구에서 미국 성인들이 대체단백질 기술을 얼마나 이해하는지, 또한 얼마나 받아들일 수 있는지 평가했습니다. 해당 조사에서 버섯과 진균류로 만든 대체육류 제품에 대해 어느 정도 알고 있다고 응답한 비율은 30%, 매우 잘 알고 있다고 응답한 비율은 27%로 나타났습니다.
- 미국의 비영리단체 International Food Information Council (IFIC)의 2023년 연구에 따르면 미국 소비자의 29%는 "발효 단백질"에 대해 들어본 적이 있고 16%는 "마이코프로틴(진균 단백질)"에 대해 들어본 적이 있다고 답하였습니다.

- **Hartman Group**과 **Perfect Day**사가 미국에서 실시한 2022년 조사에 따르면 응답자의 29%가 정밀발효 유제품에 대해 잘 알고 있다고 답했습니다.

다른 국가에서도 정밀발효 관련 기술에 대해 비슷한 인지도를 보이고 있습니다.

- 효모 유래 유제품에 대한 소비자 인식을 조사한 **Powell** 등의 2023년 캐나다 연구에 따르면 세포 농업('동물에 의존하지 않고 세포 배양을 통해 육류, 유제품, 달걀 및 기타 동물성 제품 등을 생산하는 데 사용되는 일련의 기술'로 정의)에 대해 들어본 적이 있다고 응답한 비율은 56%, 들어본 적이 없다는 비율은 44%였으며, 35%는 이에 대해 이해하고 있다고 응답했습니다. 세포 농업의 개념이 정립된지 얼마되지 않았음을 고려할 때, 세포 농업이 육류, 유제품, 가축, 의약품 생산에 사용된다는 사실을 인지하고 있는 소비자들의 비율은 높다고 볼 수 있습니다.
- **Boston Consulting Group**과 **Blue Horizon**의 2022년 조사 보고서에 따르면 전 세계 소비자의 47%가 발효 유래 단백질에 대해 들어본 적이 있다고 답했으며, 영국에서는 그 비율이 73%에 달했습니다.

대부분의 정밀발효 제품에 대한 소비자 인지도는 낮지만, 이미 많은 전통 발효 제품들(사우어크라우트, 미소 된장 등)을 사용하고 있으며, 이는 장차 정밀발효에 대한 인지도가 상승할 가능성을 시사합니다. 앞으로 새로운 제품 출시와 마케팅을 통해 소비자의 인지도와 이해도가 높아질 것으로 추정됩니다.

제품 선호도

소비자에게 발효 유래 제품의 정의에 대한 정보를 제공하고 제품 선호도에 대해 질문했을 때, 많은 사람들이 제품 선호도와 관심도를 긍정적으로 평가했습니다.

- 2023년 11월, **Morning Consult**가 GFI의 의뢰로 실시한 설문조사에서 소비자의 42%는 '발효'에 대한 간단한 설명을 읽은 후 비동물성 유제품이 매력적이라고 평가했으며, 35%는 마이코프로틴에 대한 간단한 설명을 읽은 후 마이코프로틴이 매력적이라고 평가했습니다. GFI와 **Accenture**의 조사 결과, 프랑스, 독일, 스페인, 영국, 미국 소비자의 47%가 정밀발효 유제품이 매력적이라고 생각하는 것으로 밝혀졌습니다.
- **IFIC**의 2023년 조사에 따르면 미국 소비자의 37%가 발효 단백질로 만든 제품에 관심이 있다고 답했는데, 이는 2021년 조사에서는 27%가 관심을 보인 것에 비해 눈에 띄게 증가한 수치입니다. 비슷한 비율(33%)의 소비자들이 마이코프로틴 제품을 섭취해 보는 것에 관심이 있다고 답했습니다.
- **Powell** 등의 보고에 따르면, 캐나다 소비자들의 46%가 '효모 유래 농업'이라는 용어에 대해 긍정적인 반응을 보였다고 합니다.

소비자의 구매 의향

많은 소비자들이 정밀발효 제품을 구매하겠다는 의사를 밝혔으며, 맛, 건강, 지속가능성에 대한 기대감에 기인하는 것으로 해석됩니다. 정밀발효가 아직 대부분의 소비자에게 익숙하지 않은 분야의 제품군임을 고려하여 볼 때, 소비자들이 정밀발효 제품에 대해 더 많이 알게 되면 관심도가 증가할 것임을 시사합니다.

경험이 구매로 이어질 것인가?

정밀발효 제품을 소비자가 얼마나 구매할지는 예측하기 어렵습니다. 제품이 다양하고, 구하기가 어렵고, 소비자가 제품을 어떻게 인식하는지가 매우 다양하기 때문입니다. 그러나 대부분의 연구에서 절반 내외의 소비자가 다양한 발효 제품을 사용해 보거나 구매할 의향이 있는 것으로 나타났습니다.



Perfect Day는 발효를 통해 우유 단백질을 생산합니다.

사진 제공: Perfect Day, Inc.

- GFI와 Accenture의 조사에 따르면 프랑스, 독일, 스페인, 영국, 미국 소비자의 평균 51%가 정밀발효 유제품을 먹어볼 의향이 있는 것으로 나타났습니다.
- 2023년 Thomas 등의 연구에 따르면 연구를 시행한 미국, 독일, 싱가포르 세 나라 모두에서 정밀발효 달걀을 먹어볼 의향이 높은 수준(50% 이상)으로 나타났습니다. GFI와 Accenture의 조사 결과에서도 프랑스, 독일, 스페인, 영국, 미국에서 정밀발효 달걀을 먹어볼 의향이 있는 소비자 비율이 평균 50%로 비슷한 수준이었습니다.
- 2023년 11월, Morning Consult가 GFI의 의뢰로 실시한 조사에 따르면 소비자의 23%가 비동물성 유제품을 구매할 의향이 있다고 답했으며, 20%는 마이코프로틴 대체육(mycoprotein meat)를 구매할 의향이 있다고 답했습니다.
- Hartman Group과 Perfect Day가 미국에서 실시한 2022년 연구에 따르면 소비자의 43%가 정밀발효 유제품을 구매할 의향이 있다고 답했습니다. 또한 이 연구에서는 소비자들이 단백질 파우더, 마시는 요거트, 단백질 바, 에너지 음료, 스포츠 음료, 심지어 향이 첨가된 물 등 정밀발효를 사용할 수 있다고 알려진 여러 종류와 형태의 제품을 구매할 가능성이 높다는 것을 알게 되었습니다.
- Hartman Group과 Perfect Day사가 미국에서 실시한 2022년 연구에 따르면 소비자의 구매 의향에 영향을 미치는 가장 중요한 기준은 정밀발효 유제품의 안전성(60%), 맛(59%), 건강(53%) 순이었습니다. 비용 가치, 알레르기 여부, 인증 여부, GMO 여부 등의 요소는 덜 중요하게 고려하는 것으로 나타났습니다.
- 2023년 다국적 분석자료에서 Dean 등은 소비자의 마이코프로틴 대체육에 대한 구매 의향이 식물성 대체육 대비 높지만, 지불 의향은 오히려 낮다는 사실을 발견했습니다. 이는 소비자들이 발효 단백질에 대해 식물성 대체육보다 덜 익숙하기 때문일 가능성이 큼니다. 또한 이는 소비자가 익숙해지면서 향후 시장이 성장할 수 있다는 긍정적인 신호로도 해석됩니다. 2018~19년에 실시한 이전 분석에서는 건강에 대한 인식이 구매 의향과, 맛에 대한 인식이 프리미엄을 지불할 의향과 연관되는 것으로 나타났습니다.
- Thomas와 Bryant의 2021년 연구에 따르면 5개국(브라질, 독일, 인도, 영국, 미국)의 소비자들은 비동물성(정밀발효) 치즈가 식물성 치즈보다 더 맛있고 기존의 동물성 치즈와 비슷할 것으로 기대하는 것으로 나타났습니다. 또한 5개국 모두에서 소비자들은 비동물성 치즈가 식물성 치즈와 기존 치즈보다 윤리적이고 지속 가능한 것으로 인식하며, 식물성 치즈만큼 건강하고 영양가 있는 것으로 인식한다고 나타났습니다.

전반적으로 이러한 연구들은 소비자가 정밀발효 유래 제품에 윤리적, 환경적, 건강 및 맛의 이점을 쉽게 연상하게 됨을 보여줍니다. 또한 건강이라는 요소가 맛, 가격과 함께 구매를 고려하는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 시사합니다.

기술 현황

개요

산업계와 학계 모두 발효기술을 활용하여 육류, 해산물, 달걀, 유제품을 대체할 수 있는 맛있는 대안을 마련하기 위해 방법을 모색하고 있습니다.

자연에서 영감을 얻은 발효기술은 마이코프로틴 대체육, 정밀발효기술로 만든 치즈용 카제인 및 유청 단백질, 미생물 유래 오일 및 지방을 만드는데 사용됩니다. 우리 주변에는 광범위하게 다양한 미생물과 진균류가 존재하기에 아직도 개발되지 않은 잠재력이 있는 분야입니다.

최근 몇 년 동안 발효기술에 기반한 식품이 자리를 잡아가고 있지만, 기존 식품의 가격과 맛을 따라가지는 못한 상태입니다.

작년 한 해만 해도 발효에 관련된 과학 및 기술 분야에서 주목할 만한 발전이 있었습니다.

미생물이 어떻게 맛, 식감, 영양 성분을 개선하는지, 어떻게 폐기물을 줄이고 업사이클링을 가능하게 하는지, 어떻게 식품 안전에 기여하고 식품 공급망에 다양성을 추가할 수 있는지 연구되었습니다. 특히 미생물을 이용하면 더 많은 사람들에게 훨씬 더 효율적인 방법으로 식량을 공급할 수 있다는 사실이 입증되었습니다. 발효기술의 영향력은 식품 시스템을 변화시키는 수준을 넘어 지속가능한

경제 시스템을 구축하는 데까지 확장되고 있습니다.

발효 분야의 혁신적인 기술은 주로 민간이 주도하고 있습니다. 2010년대 초반에는 소수의 특허가 출원된 수준이었으나, 2023년 현재 지난 3년간 178건의 특허가 등록되는 수준까지 발전했습니다. 출원 건수로만 보면 2022년에는 417건, 2023년에는 319건의 특허가 출원되었습니다. 이러한 지적재산권 축적은 발효 생태계에 지속적으로 기여할 것입니다.

현재까지 보고된 기술 혁신의 대부분은 민간 부문에서 이루어지고 있지만, 공공성을 지닌 오픈 액세스 연구의 필요성도 지속적으로 제기되고 있습니다. 오픈 액세스 연구를 통해 관련 지식을 넓게 공유하면 산업의 경쟁력도 자라나기 때문입니다. 공공 연구 부문, 즉 학계에서는 발효기술을 이용한 식품 단백질과 오일 생산이 ‘미생물 세포공장’ 개념의 유망한 응용 분야입니다.

다음 섹션에 소개된 많은 연구개발 사례는 2023년 공공 및 민간 부문의 연구개발 노력을 보여 줍니다. 대부분의 연구는 대체단백질과 식품에 초점을 맞추고 있지만, 일부 연구는 여러 분야에 걸친 발효기술 활성화에 주력하고 있습니다.



GFI [연구과제](#) 페이지에서 연구비 신청의 기회와 함께 발표 기술 유래 육류, 달걀, 유제품 연구를 주도하는 과학자들을 만나보실 수 있습니다.

원료성분 트렌드 및 하이라이트

바이오매스

햄버거 패티, 스테이크, 커틀릿과 같은 주요 요리 재료가 진균, 효모, 미세 조류, 세균 등의 미생물을 이용한 바이오매스 발효를 통해 생산되고 있습니다. 마이코프로틴 및 기타 균사체 관련 제품은 시장 친숙성, 기술 경제성, 맛과 식감 특성 등의 이점으로 인해 2023년에도 계속 시장이 성장하였습니다. **2023년 균사체 및 진균**

이러한 연구의 대부분은 폐기되던 기존 유기물을 업사이클링하거나 이산화탄소를 미생물 성장에 사용하는 등, 지속 가능한 원료를 활용하는 공정을 개발하고 기술 경제성을 개선하는 데 중점을 두었습니다. 또한 SCP 공급원, 즉 바이오매스 원료에 대한 연구는 최종 제품 제형에 중점을 두었으며 미생물 바이오매스 단일 형태 뿐 아니라 하이브리드 형태의 제품도 연구되었습니다.

정밀발효의 타겟

정밀발효를 통해 생산된 단백질은 유제품과 육류의 맛과 식감을 재현하거나 영양 성분을 개선하기 위해 사용됩니다. 소량 첨가하는 경우의 예는 대체육의 풍미 향상을 위해 사용되는 레그헤모글로빈(농도 2% 미만), 감미료로 사용되는 단백질 종류(0.1% 미만) 또는 기능성 영양 단백질(1% 미만) 등이 있습니다. 반면, 달걀과 유제품 단백질은 최종 제품에 5~35%까지 첨가되는 경우가 많습니다. 2023년에도 이들 타겟 단백질은 계속 관심을 받았습니니다.

유제품

유청 및 카제인과 유제품 단백질은 영양학적으로 완벽한 단백질일 뿐만 아니라 유화, 겔화, 발포성과 같은 특성이 식품 가공에 적합하여 여전히 정밀발효의 주요 관심 분야입니다.

바이오매스 연구의 대부분은 맛, 식감, 가격을 개선하기 위한 균주 발굴 및 공정 개선에 중점을 두었습니다. 또한 진균 바이오매스의 제형과 영양학적 특성에 관한 연구가 증가, 연구개발 단계가 최종 제품 개발로 전환되고 있음을 확인했습니다.

2023년에는 세포 전체를 바이오매스로 활용하는 SCP (single-cell protein) 방식의 생산을 위해 세균, 미세 조류, 가스 대사 미생물(gas-fed microbes), 그리고 새로운 진균류 등이 테스트되었습니다.

지강난대학교 (Jiangnan University) 연구진이 발표한 상업용 정밀발효 유제품 생산에 대한 리뷰 논문에서는 정밀발효를 이용한 유제품 단백질과 그 기술적-경제적 타당성에 대해 간결하게 보고하면서, 정밀발효 유제품 생산이 산업적 경제성이 있다고 결론 내렸습니다. 2023년에도 유청 단백질의 연구개발이 지속되었고, 특히 현황이 양적 질적으로 성장하였으며, 규제 승인 소식이 계속 들려왔습니다.

- **Perfect Day**는 재조합 β -락토글로불린 단백질 및 이를 활용한 식품 제형 제조법(감미단백질, 지방 및 기타 영양소 포함)에 대한 특허를 2023년에 취득했습니다.
- **ImaginDairy Ltd.**, w*Aspergillus oryzae*를 이용하여 β -락토글로불린을 생산하는 방법을 개발한 **ImaginDairy Ltd**는 FDA에 GRAS(Generally Recognized as Safe) 인증을 신청하는 서류를 제출했습니다.
- **Bon Vivant**는 자사의 비동물성 발효 유래 유청 단백질에 대한 상세한 환경 전과정 평가(life cycle assessment, LCA) 결과를 발표했습니다.

식품, 유아용 조제분유, 영양 보충제 등에 건강기능성분으로 사용되는 락토페린은 기능성 철 결합 유청 단백질로 2023년에도 연구 및

상업적 관심이 계속되었습니다. 우유의 락토페린 농도가 낮고 추출 비용이 비싸기 때문에 정밀발효를 이용한 락토페린 단백질 생산은 상업적으로도, 지속가능성 측면에서도 매력적입니다.

- 하노이 대학교 연구진은 *K. phaffii*의 고밀도 배양을 통해 소 락토페린을 생산하기 위한 방법을 개발했습니다. 이들의 배양법은 2리터, 10리터, 100리터 규모에서 락토페린의 세포 내 발현을 통해 입증되었습니다.
- 정밀발효 생물 공정을 통해 소 락토페린을 생산하는 **TurtleTree**는 2023년에 LF+ 제품을 출시했습니다.
- 인간 락토페린을 유아용 조제분유 및 성인 영양제로 상업화하고 있는 **Helaina**는 지속적으로 생산 규모를 확대하고 있습니다. 또한 안전성 평가를 수행하고, 락토페린 식이 성분인 **Effera™**에 대한 임상 연구를 시작했습니다. 또한 *K. phaffii*에서 발현되는 정밀발효 락토페린의 특성 분석 결과를 발표했습니다.

정밀발효 카제인의 경우, 괄목할 만한 성과가 있습니다. 많은 기대 속에 신제품이 출시되었고, 특히 출원이 이어졌으며, 정밀발효 카제인을 활용한 치즈 제조법에 대한 연구가 활발하게 진행되었습니다.

- **New Culture**는 2023년에 모짜렐라 치즈 대체품에 대한 특허를 받았는데, 탈인산화된 알파-카제인 단백질을 주 원료로 하며 비 미셀성(non-micellar)임을 강조합니다.
- **Wageningen** 대학의 연구진들은 정밀발효 치즈의 제형화에 대한 일련의 논문에서 인공 카제인 미셀의 활용도를 평가했습니다.

달걀

달걀흰자 단백질(Egg white proteins, EWP)은 아미노산 조성이 우수하고 겔 형성능 등 기능적 특성이 좋아 제빵, 아이스크림, 영양 보충제, 대체육 등 다양한 식품에 광범위하게 사용되고

있습니다. 정밀발효를 통한 달걀흰자 단백질 생산에는 몇 가지 주목할 만한 개발성과가 있었습니다:

- **EVERY Co.**는 2023년 12월 세계 최초의 정밀발효 액상 달걀 제품을 공개했습니다. 자사의 재조합 단백질 정제 방법 특허 및 정밀발효 유래 재조합 달걀흰자 단백질(ovomuroid) 특허 등을 바탕으로 만들어진 제품입니다.
- **Onego Bio**는 오발부민 단백질 제품을 '바이오알부민'이라고 명명하고 사업을 확장하고 있습니다. 2024년 B2B 시장에서의 상업화를 목표로 합니다.

달걀흰자는 채식주의자의 식단에서 오랫동안 결합제로 사용되어 왔습니다. 정밀발효 유래 달걀흰자 단백질 또는 이와 유사한 결합 단백질을 사용하면 비로소 완전한 비동물성 식품을 만들 수 있게 됩니다.

- **Quorn Foods**와 리즈 대학교(**University of Leeds**)는 진균 단백질로 만드는 식품 제형에서 달걀흰자 단백질의 역할을 광범위하게 평가했습니다. 이 연구를 통해 감자 단백질을 이용한 결합제도 개발되었습니다.
- **Marlow Foods**는 달걀흰자 단백질 대신 감자 등 식물성 단백질을 결합제로 사용한 마이코프로틴 식품 제조법 특허를 취득하고 비동물성 최종 제품을 개발했습니다.



New Culture사의 모짜렐라 치즈는 정밀발효를 통해 얻은 비동물성 카제인 단백질로 만들어집니다. 사진 제공: New Culture

육류/동물성 단백질

식물성 대체육과 배양육에 발효 유래 성분을 첨가하여 질감 및 식감 등 감각적 특성을 개선할 수 있습니다. 지난 한 해 동안 마이오글로빈과 레그헤모글로빈과 같은 헴 단백질은 산업계와 학계의 관심을 계속 받았습니다.

- **Impossible Foods**사는 정밀발효 유래 레그헤모글로빈의 안전성에 대한 추가 연구를 진행했습니다.
- 여러 학술 연구 그룹이 서로 다른 미생물 숙주에서 독창적 방법으로 레그헤모글로빈의 생산 수율을 향상시키는 방법을 발표했습니다. 주목받는 정밀발효 단백질인 레그헤모글로빈은 민간 시장이 어떻게 공공 연구를 발전시키는지 잘 보여줍니다.

감미단백질

브라제인(brazzein)이나 모넨린(monellin)과 같은 단백질은 탄수화물 기반의 감미료보다 훨씬 적은 양을 사용하여도 단맛을 낼 수 있습니다. 감미단백질은 식품으로서 동물성 단백질을 대체하지는 못하지만 정밀 발효의 좋은 타겟이 됩니다. 감미단백질의 연구개발을 통해 축적된 기술과 인프라를 공유하면 일반적인 영양 단백질과 감미단백질 모두에 도움이 될 수 있습니다. 또한 감미단백질이 추후 널리 사용되면 바이오디젤 산업과 식품 산업 사이의 갈등을 줄일 수 있을 것입니다(역주: 예를 들어 감미단백질이 널리 사용되면 옥수수로부터 생산하는 과당의 수요가 감소, 옥수수 생산량 중 일부로 바이오디젤 생산이 가능해짐).

- 바이오매스 단백질 및 완두콩/진균 단백질 제품을 생산하는 **Mycotechnology**는 트러플 버섯에서 추출한 새로운 감미단백질로 호주 특허를 획득했습니다.
- **Oobli**는 *Komagataella phaffii*에서 생산되는 감미단백질 브라제인에 대한 GRAS 인증 서류를 미국 식품의약국(FDA)에 제출했습니다(GRN No. 1142).

대체 지방 및 오일

전통의 방식으로 동물이나 식물 조직에서 추출하는 지방은 지속 가능한 대체재가 필요합니다. 미생물, 특히 미세 조류와 유지성 진균류(oleaginous fungi)가 유망한 대체재 공급원으로 떠오르고 있습니다. 지방산은 대체단백질 식품 산업의 중요한 타겟 원료인데, 지방산과 오일은 대체 육류와 유제품의 풍미, 기능성, 지속가능성을 높일 수 있기 때문입니다. 예를 들어 식물성 대체육에는 주로 코코넛오일 또는 팜유가 포함되며, 발효기술을 활용하면 이러한 오일을 지속 가능한 방식으로 생산할 수 있습니다.

- **Nourish Ingredients**는 대체단백질 제품 개선을 위한 "가장 효과적인" 지방을 생산할 수 있는 미생물을 찾아냈습니다. 이 미생물이 생산하는 지방은 동물성 지방과 맛과 느낌이 거의 동등한 것으로 알려져 있습니다. 이들 대체 지방 중 일부는 호주 캔버라 주변의 야생 진균류에서 발견되었습니다.
- **Melt & Marble**은 진균류에서 지방산 및 단백질 생산을 극대화하는 균주 개선에 대한 여러 특허를 획득하였습니다.



GFI의 발효 과학 홈페이지에서 발효 과학의 현황에 관련된 상세 내용을 확인하실 수 있습니다.

그림 6: 정밀발효 과정



그림 7: 바이오매스 발효 과정



2023년에는 여러 생산시설이 운영을 시작하거나 착공되었습니다.

- **Liberation Labs**는 2023년 6월 인디애나주 리치몬드(Richmond)에 정밀발효 생산시설을 착공하였습니다.
- **LiDestri Foods**와 **Fermentum**은 뉴욕 로체스터(Rochester)에 위치한 51만 리터 규모의 발효 시설을 운영하기 위해 파트너로 협력 관계를 맺는다고 발표했습니다.
- 2023년 9월, **MycoTechnology**는 콜로라도주 오로라(Aurora)의 당사 시설에서 위탁생산 서비스(CMO)인 **FermentX** 서비스를 제공한다고 밝혔습니다. 이 시설에서는 파일럿 규모부터 90,000리터 발효 용량까지 서비스가 가능합니다.
- **ADM**과 **Nurasa**의 CDMO (contract development manufacturing organization) 합작법인인 **ScaleUp Bio**는 2023년 11월, **Nourish Ingredients**와 **C16 Biosciences**를 첫번째 고객사로 선정, 발표했습니다.

위에서 언급한 생산시설들은 생산자가 위탁생산(contract manufacturing)를 활용할 수 있도록 하여 관련 업계에 큰 진전을 가져왔습니다.

또한 발효기술 연구개발에 매진하는 전 세계 공공 및 민간 연구진이 다수라는 것을 위의 발전상을 통해 알 수 있습니다.

정책 및 규제 현황

많은 국가의 정부는 2023년에 발효기술에 대한 지원을 강화했습니다. 신기술로의 전환이 일자리를 창출하고, 가스 배출량을 감소시키며, 많은 사람들에게 효율적으로 식량을 공급할 수 있다는 점을 인식했기 때문입니다.

국가별 규제 현황

M미생물 발효는 식품 산업에서 한 종류의 식품을 다른 형태로 가공하는 방법으로 오랫동안 사용되어 왔습니다. 발효를 통해 독특한 식품원료를 만드는 데에도 사용되어 왔습니다. 또한 천연 풍미와 감미료를 만드는 데 사용될 수 있으며, 이를 다른 식품에 첨가하여 사용할 수 있습니다. 발효 식품을 섭취한 오랜 역사 덕에, 대부분의 국가는 미생물 발효의 사용을 관리하기 위해 잘 정립된 식품 규제 시스템을 갖추고 있습니다. 일부 국가는 새로운 발효 제품을 신소재식품(novel food) 규정에 따라 평가하며, 이 경우 일반적으로 시판 전 허가가 요구됩니다. 미국과 같이 보다 복잡한 규제 정책을 적용하는 국가도 있습니다.



호주/뉴질랜드

2022년 12월 식품장관회의(Food Ministers' Meeting)에서 호주와 뉴질랜드 전역에 시행되는 기존 식품 규격(표준 코드 및 라벨링 요건)이 정밀발효 제품을 규제하는 데 적합하다는 점이 결론이 내려졌습니다. 또한 정밀발효 식품은 신소재식품 기준에 따르게 되며, 시판 전 허가가 요구됩니다. 앞으로 접수될 시판 전 승인 신청의 수와 유형에 따라, 추가로 식품 규격이 필요한지 지속적으로 식품장관회의를 통해 모니터링할 예정입니다.



브라질

2023년 12월, 브라질 ANVISA (National Health Surveillance Agency, 역주: 브라질의 식약처에 해당)은 신소재식품 및 식품원료에 대한 브라질 내

규정을 업데이트한 **RDC 839/2023**을 발표했습니다. 세포와 조직을 배양하여 얻은 제품 및 신기술 발효 공정을 통해 얻은 제품을 대상으로, 안전성 평가를 위해 기업이 따라야 할 절차가 새 규정에 포함되었습니다. 이후의 규제 절차는 모두 브라질 농업부(Ministry of Agriculture)에서 관리하게 됩니다. 여기에는 라벨링 요건, 출처 및 품질 기준, 제조 시설 점검 등이 포함됩니다.



캐나다

Health Canada는 국가 보건 표준 및 정책을 담당하는 캐나다 연방 부처입니다. Health Canada는 정밀발효 제품을 **신소재식품**으로 분류, 제조업체가 해당 식품의 판매 허가를 받기 전에 상세한 과학적 데이터를 제출하도록 요구하고 있습니다. 식물 및 미생물 유래 신소재식품의 안전성 평가 **가이드라인**은 이미 확립되어 있는데, 여기에는 신소재식품의 안전성 평가에 대한 구체적인 기준들이 명시되어 있습니다. **2023년 8월**, 시카고의 **Nature's Fynd**는 Health Canada로부터 대체육 및 대체유제품의 판매를 승인받았습니다. 참고로 Nature's Fynd는 발효를 통해 "Fy"라는 새로운 단백질을 만듭니다.



유럽연합

유럽연합(European Union, EU) 내에서 새로운 발효 유래 식품원료는 EU의 **신소재식품 규정**에 따라 시판 전 승인을 받아야 합니다. 유전자 변형으로 생산된 제품은 유전자 변형 식품 및 사료에 관한 규정인 EC 1829/2003의 적용을 받습니다. 이 절차에는 EFSA (European Food Safety Authority, 역주: EU의 식약처에 해당)에서 실시하는 위해도 평가가 포함됩니다. 시판 전 승인은 개별 국가가 아닌 **범EU** 수준에서 처리되므로, 유럽 집행위원회와 EU 회원국 대표들이 제품을 승인하면 **27개 EU** 국가 전체에 이 결정이 적용됩니다.

2023년 초, 유럽 집행위원회는

MycoTechnology의 FermentIQ 제품을 신소재식품으로 승인하였습니다. FermentIQ는 표고버섯 균사체로 발효시킨 완두콩 및 쌀 단백질로 구성됩니다. **Nature's Fynd, Solar Foods, Perfect Day, The Protein Brewery** 등의 기업도 신소재식품 신청서를 EU에 제출했습니다. EU는 또한 **Impossible Foods**의 대두 레그헤모글로빈을 유전자 변형 식품류와 식품 첨가물류 모두로 평가하고 있습니다. 이 평가 과정의 일환으로 EU는 **Impossible Foods**사에 식이 연구를 수행하도록 요청했으며, 결과는 **2023년 10월 10일에 공개**되었습니다. 각 회사는 계속해서 규제 허가 절차를 진행할 것으로 예상됩니다.



이스라엘

2023년 4월, **Remilk**는 정밀발효 유래 우유 단백질이 함유된 제품을 출시 및 판매할 수 있는 이스라엘 **최초의 식품허가**를 받았습니다. 이스라엘의 Ministry of Health (역주: 이스라엘의 식약처에 해당)가 허가한 것으로, 이미 Remilk가 미국과 싱가포르에서 규제 승인을 받은 후 진행된 것입니다.



싱가포르

2022년 10월, 싱가포르는 세계 최초로 핀란드의 스타트업 **Solar Foods**의 가스발효 미생물 유래 단백질인 솔레인(Solein)을 **승인**하였습니다.

싱가포르는 발효를 통해 만들어진 새로운 식품을 **신소재식품**으로 규정하여 시판 전에 SFA (Singapore Food Agency, 싱가포르 식품청)의 승인을 받아야 합니다. 이러한 식품을 판매하고자 하는 식품 제조업체는 제품에 대한 안전성 평가를 실시하여 SFA에 제출해야 합니다. 싱가포르의 모든 식품과 마찬가지로 발효 유래 신소재식품은 제품 승인 후, 제조업체가 높은 안전 기준을 지속적으로 준수하는지 모니터링을 받게 됩니다.



영국

영국은 더 이상 EU 회원국이 아니지만 EU의 신소재식품 규정의 내용을 대부분 유지하고 있습니다. 영국에서 제품을 판매하려는 발효 기업은 기존에 식품으로의 소비 이력이 있는지 여부에 따라 FSA (Food Standards Agency, 역주: 영국의 식약처에 해당)에 허가를 신청해야 합니다. FSA는 신소재식품 신청에 대한 일반적인 가이드라인을 제시했습니다. 현재 영국은 정밀발효 제품의 승인 속도를 높일 수 있도록 규정을 변경하는 것을 고려하고 있습니다.

AFSA의 의뢰로 Deloitte가 작성한 2023년 보고서는 영국 규제 당국의 정밀발효 및 배양육 제품 규제 프로세스를 개선하기 위한 로드맵을 제시해주었습니다. 이 보고서에 대한 영국 정부의 반응은 긍정적이며 기술 발전으로 신소재식품(발효 제품 포함)의 개발이 가속화되고 있고, 또한 해당 산업이 영국에 상업적, 경제적 기회가 될 수 있음을 인정했습니다.



미국

미국에서 발표 식품에 대한 규제는 FDA (Food and Drug Administration)가 시행합니다. 미국 내 판매를 위해 기업이 새로운 발효 유래 식품 및 식품원료를 승인받을 때는 두 가지 경로가 있습니다.

첫 번째는 식품첨가물 청원으로, FDA와 협의를 진행한 후 해당 성분 또는 첨가물의 특정 용도 사용에 대한 승인을 요청하는 청원서를 FDA에

제출합니다. 최종 승인을 위해 상당히 긴 시간이 소요되는 방법입니다. 두 번째 경로는 GRAS (Generally Recognized as Safe) 인증을 받는 방법입니다. 자격을 갖춘 전문가 그룹이 해당 사용 조건에서 "일반적으로 안전하다고 인정할만한" 성분 재료에 대해 생산자가 신청하고 FDA가 승인합니다(역주: notified GRAS의 경우로 self-affirmed GRAS와는 다름).

최근 몇 년 동안 미국 내 대부분의 발효 회사들은 GRAS 인증을 선택했습니다. 이 경우 GRAS 신청 후 FDA로부터 답변으로 추가질문 없음(no-questions letter, 승인과 동일 의미)을 통보받습니다:

- 2020년 3월, **Perfect Day**는 유청의 주요 단백질인 β -락토글로불린에 대한 GRAS 인증을 취득하였습니다.
- 2021년 3월, **Nature's Fynd** (Sustainable Bioproducts에서 사명 변경)는 진균 유래 단백질에 대한 GRAS 인증을 취득하였습니다.
- 2021년 9월, **EVERY**는 효모에서 생성되는 수용성 달걀 흰자 단백질에 대한 GRAS 인증을 취득하였습니다.
- 2021년 12월, **Motif FoodWorks**는 효모에서 추출한 헴 단백질(HEMAMI™)에 대한 GRAS 인증을 취득하였습니다.
- 2022년 4월, **ENOUGH** (3F BIO Ltd에서 사명 변경)는 ABUNDA® 마이코프로틴에 대한 GRAS 인증을 취득하였습니다.
- 2023년 2월, **Remilk Ltd**는 해당 사의 생산 진균인 *Komagataella phaffii* 에 대한 GRAS인증을 취득하였습니다.

국제적 협력 -국제식품규격위원회 (Codex Alimentarius Commission)

I2023년 4월, Codex 사무국은 NFPS (novel food sources and production systems, 신규 식품원 및 생산 시스템)에 대한 코덱스 표준(Codex standard) 개발이 필요하다는 의견을 피력, 회원국 및 협력 기관들의 의견을 구하는 서한(letter)을 발송했습니다. 이 NFPS 표준에는 발효를 통해 만들어진 신소재식품도 포함될 예정입니다 (역주: Codex는 유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)가 운영하는 국제식품규격위원회)

해당 서한에서는 NFPS를 다루기 위한 세부적인 절차에 대한 의견도 논의되었습니다. GFI는 Codex의 협력 기관으로서 의견을 제시, Codex 위원회에서 아직 고려하지 않은 NFPS 표준 설정과 관련된 부분에 대해 발의했습니다.

2023년 12월에 열린 Codex의 제46차 위원회 총회 (the 46th convening of the entire Commission, CAC46)에서 NFPS에 대한 주제가 논의되었으며, 토론 결과 현재 Codex의 시스템이 향후 발생할 수 있는 모든 NFPS 관련 사항을 다루기에 충분하다는 결론이 났습니다.

미래 전망

장기 전망

전 세계 거주 가능한 토지의 약 절반이 농업에 사용되기 때문에, 세계 식량 시스템의 변화는 전체적으로, 집중적으로, 장기간에 걸쳐 반드시 필요합니다.

지금까지 존재하지 않던 분야를 상업적 규모로 확장하는 것은 엄청난 과제입니다. 예를 들어 키모신 등의 생산을 위한 정밀발효는 성숙 단계에 도달하는 데 10년~20년이 걸렸습니다. 정밀발효로 생산할 수 있는 제품의 종류가 점점 많아지는 상황에서, 가격 경쟁력을 유지하고 시장진입을 해내는 과정은 결코 쉬운 일이 아닙니다. 맛, 식감, 영양, 가격에 대한 소비자의 기준이 점점 더 높아지면서, 바이오매스와 전통 발효로 만든 제품이 시장에서 살아남기까지는 길고 어려운 과정이 될 것입니다.

저렴하고, 대량 공급이 가능하고, 또한 맛있는 발효 제품을 생산하기 위해서는 기업, 정부, 투자자의 지속적인 기술 혁신과 투자가 필요합니다. 소비자들이 원하는 제품을 지구 환경에 더 좋은 방식으로 생산한다면 발효 기업은 장기적으로 성장할 수 있습니다. 또한 바이오매스 발효, 정밀발효, 배양육 등의 산업에서 지속적인 혁신이 일어난다면 생산력을 높이는 동시에 운영 비용은 낮출 수 있을 것입니다. 이는 식품 산업 전반의 경쟁력 강화로 이어집니다.

그러나 모든 발전이 항상 순조롭게 진행되는 것은 아닙니다. 발효 산업에는 여전히 장애물이 있습니다. 기업은 수요를 창출할 수 있는 맛있는 식품을 만드는 최대의 효율에 도달하기 위해 공정을 지속적으로 개선해야 하며, 제품의 고유한 장점에 대해 소비자에게 알릴 필요가 있습니다. 기업들은 예전보다 더 어려워진 민간 투자 환경에서 이러한 노력을 기울여야 합니다. 또한 글로벌 규제라는 장애물도 넘어야 하며 생산량 스케일업이라는 목표도 달성해야 합니다.

1조 달러 규모의 글로벌 육류 시장 규모를 고려하면, 발효 부문의 발전 기회는 무궁무진합니다. 이 분야는 아직 초기 단계에 있으며, 소비자들이 기존 제품과 완전히 다른 발효 제품을 만나게 됨에 따라 확장할 수 있는 상당한 여력이 존재합니다. 향후 몇 년 동안 기업들은 공정을 개선하고, 소비자에게 홍보하고, 시장 점유율을 확대해 나갈 것입니다. 그러기 위해서는 투자가 필요하고, 협업이 이루어져야 하며, 모두의 헌신이 필요합니다. 지구 환경과 글로벌 식품 시스템이 직면한 과제를 고려할 때, 국제적인 목표를 달성하기 위해서도 반드시 필요합니다.

외부에서 바라본 시장 전망

대체단백질 시장 및 발효 기반 육류, 해산물, 달걀 및 유제품 시장의 미래에 대해 어떤 예측이 존재할까요? 컨설팅 회사, 싱크탱크 및 연구소 등의 산업계 외부 기관에서 예측한 자료들은, 추정치의 범위가 매우 다양하지만, 모두 현재의 시장 규모가 확장되며 견고한 성장을 이룰 것이라 내다 보았습니다.

예측 자료 중 일부는 몇 년 전에 발표된 것으로 더 이상 최신의 예상치를 반영한다고 볼 수 없으나, 전반적으로 2030년 시장 규모에 대한 예측은 발효 유래 대체단백질 (육류, 해산물, 달걀, 유제품) 시장에서만 150억~740억 달러에 이르는 추정치를 보입니다. 현재의 생산량은 연간 40만~280만톤으로 이 또한 크게 증가할 것으로 추정됩니다. 2030년 전체 대체단백질(식물성 대체육, 배양육, 발효 유래 대체단백질) 시장 전망치는 580억~5700억 달러에 달합니다. 이러한 시장 성장에는 이 분야에 대한 전례 없는 투자와 기술 혁신이 전제됩니다.

발효 시장은 2030년까지 이러한 예상치를 달성할 수 있을까요? 가장 낮은 예상치를 가정하더라도 생산 효율성, 생산 비용, 생산 능력에서 괄목할 만한 발전이 필요합니다. 위탁 제조 인프라가 신속하게 개발되어야 하며, 기존의 발효 시설(맥주, 와인, 바이오 연료 산업)을 대체단백질 생산을 위해 개조해야 합니다. 현재의 환경을 고려할 때 예측된 시장 규모는 달성 가능해 보이지만, 이를 위해서는 현재보다 몇 배나 증가한 공공 및 민간 투자가 필요합니다.

대체단백질에 대한 지원이 크게 증가하는 것은 기후, 공중 보건 및 식량 안보에 대한 잠재적 이점이 있기 때문입니다. 기업은 소비자의 요구와 필요를 충족하는 동시에 비용을 절감하기 위해 지속적으로 혁신해야 할 것입니다.

식물성 육류 (Plant-based)

육류, 해산물, 달걀, 유제품



산업계 현황

개요

전 세계 식물성 육류, 해산물, 달걀, 유제품 산업은 2023년에도 계속 성장하고 발전하였습니다.

글로벌 시장조사기관Euromonitor는 2023년 식물성 육류, 해산물, 우유, 요거트, 아이스크림, 치즈의 전 세계 총 소매 판매액을 290억 달러로 추정했습니다(식물성 달걀에 대해서는 다루지 않음). 이는 2019년도 매출(216억 달러)에 비해 34% 증가한 수치지만, 대체단백질의 글로벌 시장은 기존 동물성 제품에 비해 여전히 작은 규모입니다. 대체단백질 산업의 성장을 위해서는 제품 혁신이 필요하며, 경제성이 향상되고, 소비자 접근성이 개선되어야 합니다. 2023년에는 새로운 생산시설의 설립 계획 발표 및/또는 완공, 신제품 출시, 전략적 파트너십 체결 등의 새로운 활동이 있었습니다. 몇 가지 주요 트렌드는 다음과 같습니다:

- **Tyson, Nestlé, Kraft Heinz** 등 대형 식품 및 육류 회사들이 이 분야에 계속 참여하고 있습니다..
- 버거킹, 서브웨이, 타코벨, 스타벅스 등 주요 프랜차이즈의 메뉴에 식물성 제품이 계속 추가되고 있습니다.
- 식물성 대체단백질 기업들은 항공사, 병원, 학교와 같은 비상업적 식품 서비스 환경과 같은 새로운 시장과 채널로 유통망을 확대했습니다.
- 식물성 스테이크, 초밥, 삶은 달걀 등 새로운 형태의 제품을 글로벌 시장에 출시했습니다.
- 품질향상과 산업 전체의 확장을 목표로 기업과 유관기관들은 새로운 파트너십을 맺었습니다.

2023년에 일어난 이러한 이벤트들은 모두 글로벌 식물성 대체식품 시장의 발전에 기여했습니다. 지속적인 발전은 다양한 지역의 소비자들을 위한 제품을 공급하고 기존 식품과 경쟁할 수 있는 원동력이 될 것입니다.

GFI의 월간 뉴스레터 **'Alternative Protein Opportunity'** 소개

세계 곳곳에서 매주 식물성 대체식품이 출시되거나 판매처가 확대되고 있습니다. GFI의 월간 **Alternative Protein Opportunity** 뉴스레터는 식물성 제품의 유통채널 업데이트, 신제품 출시, 파트너십, 생산시설 개소 등의 소식등을 정리하여 빠르게 변화하는 식물성 대체식품 현황을 따라잡을 수 있도록 도와줍니다.

뉴스레터 신청

생산시설

식물성 단백질 생산시설의 생산량을 지속적으로 증가시키고, 제품 공급망 인프라를 더욱 발전시키는 것은 장단기적으로 업계의 성공에 매우 중요합니다. **GFI의 최신 분석**에서는 식물성 육류의 생산 환경 최적화에 대해 계속 강조해왔습니다. 기존 시설을 개조하고, 전략적 계약 제조 파트너십을 개발하고, 새로운 제조 시설을 개설하는 것은 전 세계적으로 산업이 성장하는 데 중요한 역할을 할 것입니다.

2023년에는 다양한 기업과 조직이 전 세계 곳곳에서 관련 시설 계획을 발표하고, 착공하였으며, 개설했습니다.

2023년에 개소한 생산시설

- 식품 음료 제조 업체인 **SunOpta**는 미국 텍사스에 1억 2,500만 달러를 투자, 285,000평방피트(약 8000평) 규모의 **식물성 음료 생산 시설**을 개소하였습니다. 이를 통해 175개의 일자리가 창출되었습니다. **SunOpta**는 2025년까지 식물성 음료 사업을 2020년 대비 두 배 수준으로 확대할 계획입니다.

- 고수분 엑스트루전 기술을 전문으로 하는 식물성 단백질 제조업체 **Ojah**는 네덜란드 공장을 6,500평방미터에서 10,000평방미터(약 3000평)로 확장하여 생산 능력을 두 배 이상 늘렸습니다.
- 식물성 분유 브랜드 **Else Nutrition**는 생산 능력을 3배로 늘리는 것을 목표로 미국에 두 번째 분유 생산시설을 개설하고, 유럽의 새 공장에서도 생산을 시작했습니다.
- 아랍에미리트에 본사를 둔 식품기업 **The IFFCO Group**이 중동에서는 최초로 100% 식물성 육류 공장을 설립했습니다. 두바이의 생산시설에서는 파바 콩으로 만든 **THRYVE** 브랜드 제품을 생산하고 있습니다.
- 식물성 오일 및 식품 생산업체 **AAK**가 네덜란드 잔다이크(Zaandijk)에 식물성 제품의 맛과 기능 향상을 목표로 하는 기술혁신센터 (Innocation Center of Excellence)를 공식 개소했습니다.
- 스웨덴 **Lantmännen Biorefineries**는 생산 능력을 확대하기 위해 스웨덴 노르세핑(Norrköping)에 7,700만 달러 규모의 밀 단백질 추출 시설을 설립했습니다.
- 스페인 **Mommu Foods**는 월 10만 개의 식물성 치즈를 생산할 수 있는 새로운 공장을 열었습니다.
- 프랑스 식재료 기업 **Roquette**은 식물성 식재료 시장을 위한 450만 유로 규모의 새로운 혁신센터를 개소했습니다. 이곳에서는 연구개발 지원, 장비임대, 실험실 공간임대, 스케일업 테스트가 가능합니다.
- 미국 시카고의 **ADM**은 영국에 800평방미터(약 240평) 규모의 식물성 대체식품 혁신센터를 오픈했습니다. 주방, 셰프 프레젠테이션 무대, 맛 개발 연구소 등을 갖추고 있습니다.
- 또한 **ADM**사는 캐나다의 곡물 가공업체 **Prairie Pulse**사를 인수하여 식물성 육류 관련 시설을 확장했습니다.

2023년에 착공한 생산시설

- 브리티시 컬럼비아 대학교는 교육과 제품 개발을 위한 9,500평방피트(약 265평) 규모의 식음료기술 혁신센터를 착공했습니다. 이 시설은 2024년까지 완공될 예정이며, 예정된 연구 프로젝트 중 하나는 식물성 와규 소고기 제품 개발이라고 밝혔습니다.
- 독일의 식물성 식품 회사인 **Planteneers**는 미국 일리노이 주에 식물성 육류 생산시설을 착공하였으며, 2024년 여름에 문을 열 예정입니다.

2023년에 설립 계획을 발표한 생산시설

- 프랑스 식물성 육류 생산업체 **Umiami**사는 프랑스 북동부 뉘피하임(Duppigheim)에 위치한 14,000평방미터(약 4200평) 규모의 유니레버사 공장을 인수했다고 발표했습니다.
- 대형 농업 회사인 **Bunge**는 미국 인디애나주에 새로 설립할 시설에 약 5억 5천만 달러를 투자하기로 하였습니다. 해당 시설은 식물성 식품 및 기타 제품에 사용되는 농축 대두 단백질을 생산할 예정입니다.
- 미국 버클리의 대체 유제품 회사인 **Climax Foods**는 로스앤젤레스, 뉴욕, 샌프란시스코에서 프리미엄 식물성 치즈를 출시하는 시기에 맞춰, 첫 번째 생산시설을 착공하겠다고 발표했습니다.
- **Danone** 북미 지사는 미국 내 주요 브랜드의 생산량을 확장하기 위해 향후 2년간 6,500만 달러를 투자해 플로리다에 실크 커피 크리머(역주: 실크 커피 크리머는 대두, 아몬드, 코코넛 등으로 제조) 포함한 새로운 생산 라인을 구축할 계획이라고 발표했습니다.
- **ADM**과 **Marel**는 파트너십을 맺고 대체 단백질 맛과 질감 기술 혁신센터를 설립할 계획입니다. 2024년 하반기에 네덜란드에 개소할 예정으로 알려져 있습니다.
- 식물성 식품 공급업체 **Finnebrogue**는 북아일랜드 소재 식물성 육류 생산시설을 업그레이드하기 위해 280만 파운드를

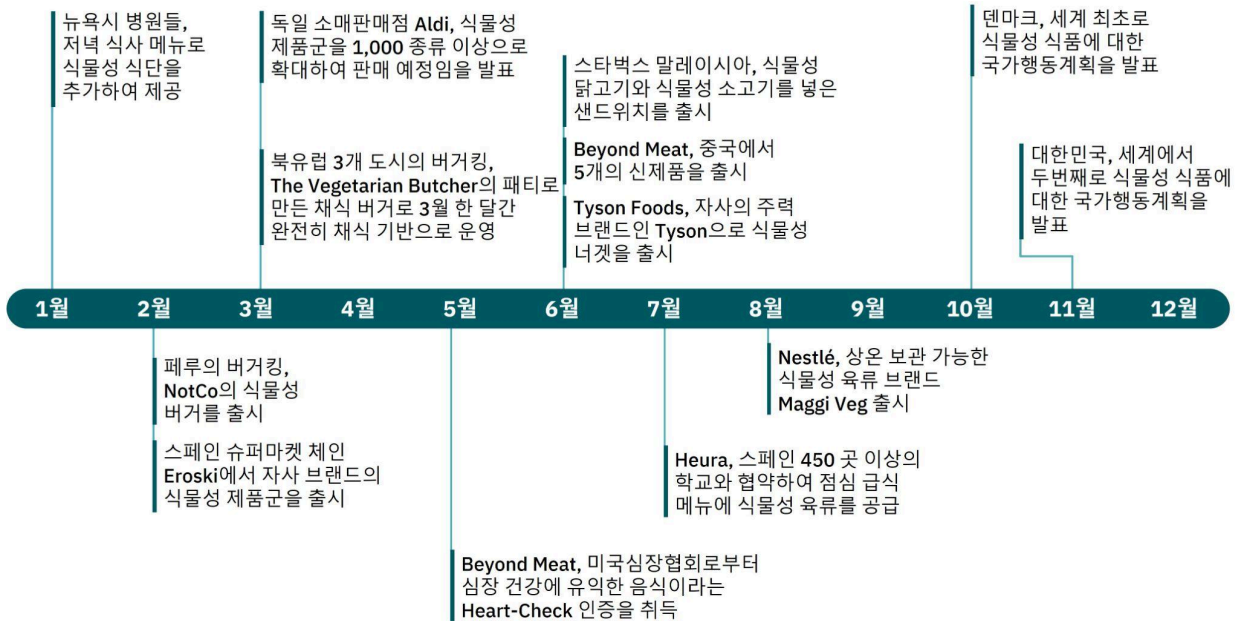
투자했습니다. 이 업그레이드를 통해 이산화탄소 배출량을 줄이고 식품 생산량을 늘릴 수 있게 되었습니다.

- 뉴질랜드의 음료 제조업체인 **Free Flow Manufacturing**은 2023년 중 뉴질랜드 최초의 식물성 우유 전용 생산시설을 오픈할 계획이라고 발표했습니다.
- 캐나다의 식물성 식품 기업 **No Meat Factory**는 미국 워싱턴주 스탠우드에 미국 내

첫번째 공장을 개소하고 식물성 육류 제품들을 생산할 것이라고 밝혔습니다.

일련의 식물성 식품 제조 시설 관련 뉴스에서 몇 가지 트렌드를 확인할 수 있습니다. **AAK, Roquette, ADM** 등 많은 기업이 기술 혁신에 초점을 맞춘 시설을 개소했습니다. 다른 기업들도 기존 생산시설을 확장하거나 새로운 시장에 처음으로 진출했습니다.

그림 8: 2023년도 주요 식물성 대체식품 관련 업데이트 (타임라인별로 배치)



신제품 출시

매년 새로운 식물성 제품이 출시되고 있으며, 기존 식물성 제품의 유통도 확대되고 있습니다. 2023년에 출시된 모든 제품을 다루지는 못하지만, 끊임없이 변화하는 시장 환경을 보여주는 주요 출시 제품 몇 가지를 소개합니다

소매점

대형 식품 및 육류 기업들이 식물성 식품 부문에 계속 참여하고 있습니다. 다양한 기업이 2023년에 식물성 제품을 소매점에 출시할 계획이라고 발표했습니다.

- 미국의 대표적인 육류 회사인 **Tyson Foods**는 자사의 대표 브랜드 **Tyson**으로 **식물성 너겟**을 출시했습니다. 식물성 제품이 **Tyson** 소유의 **Raised and Rooted** 브랜드가 아닌 **Tyson** 브랜드로 출시되는 것은 이번이 처음입니다. 이 너겟은 미국 내 소매점과 외식업체에서 판매되고 있습니다.

- 세계 최대 식음료 기업 **Nestlé** 가 상온 보관 가능한 식물성 육류 브랜드 **Maggi Veg**를 칠레에서 출시했다고 발표했습니다. **Maggi Veg** 라인에는 콩으로 만든 식물성 다짐육이 포함됩니다. 또한 **Häagen-Dazs** 최초의 식물성 아이스크림 제품 라인을 출시하였으며, 이는 캐나다에서 첫 선을 보일 예정입니다.

- **Kraft Heinz** 는 미국 전역의 소매점에 Kraft Heinz Not Company(역주: Kraft Heinz 사와 푸드테크 스타트업 기업인 NotCo사가 식물성 식물성 제품을 위해 파트너십을 맺고 만든 합작 회사)의 치즈 슬라이스를 출시하고, 미국 Target 매장에는 **NotMayo** 제품을 출시했습니다. 또한 기존 제품인 **Kraft Mac & Cheese** 제품의 식물성 버전도 개발했습니다. 또한 미국 전역에 식물성 **필라델피아 크림치즈** 라인의 세 가지 새로운 맛 제품을 출시하였는데, 출시 전 테스트 결과가 긍정적이었습니다.

소매업체들도 식물성 제품 판매에 동참하고 있습니다. 소매업체들은 자체적으로 식물성 제품 라인을 개발하거나 매장의 식물성 제품 판매를 확대하겠다는 약속을 하는 등, 식물성 제품 판매에 대한 의지를 보여주고 있습니다.

- 미국 식료품 체인인 **Albertsons**는 식물성 슈레드 치즈, 요거트, 아이스크림 등 **12가지 새로운 식물성 제품**으로 자체 브랜드인 **Open Nature** 의 판매를 확장하고 있습니다.
- 스페인 슈퍼마켓 체인 **Eroski**는 식물성 우유, 햄버거, 치킨 너겟 등 다양한 식물성 제품을 **자체 상표**로 출시했으며, 2023년에는 더 많은 식물성 제품을 추가할 계획이라고 밝혔습니다.
- 독일의 저가 소매업체 **Aldi**는 2024년 말까지 다양한 식물성 육류 및 식물성 유제품을 포함한 **식물성 제품군을 1,000개 이상**으로 확대 공급할 것이라고 발표했습니다.

식물성 제품류, 특히 식물성 육류는 새로운 제품 유형 개발, 제품 형태나 제형 개선, 출시 라인 확장 등의 혁신을 통해 2023년에도 계속해서 발전하였습니다.

- 캐나다의 식물성 해산물 브랜드 **Konscious Foods**는 이제 북미 전역의 **Whole Foods Market** 매장에서 자사의 **식물성 냉동 초밥 제품군**을 판매한다고 발표했습니다.
- 대한민국의 **UNLIMEAT**는 콩으로 만든 **식물성 참치**를 출시한다고 발표했습니다. **UNLIMEAT**의 기존 식물성 폴드포크 제품

라인은 미국 전역의 **Albertsons** 매장에서 유통 판매되고 있습니다.

- 식물성 제품 브랜드 **Daring**은 첫번째 **냉동 요리 라인**을 출시한다고 발표했습니다. 이 라인은 **Daring**의 시그니처 제품인 식물성 닭고기를 사용합니다. 데리야끼 치킨, 버팔로 wings 등 다양한 종류로 선 보일 예정입니다.
- **Impossible Foods** 는 자사 대표 제품인 식물성 소고기 제품의 저지방 버전을 출시했습니다. **Impossible Beef Lite**는 일반 소고기(10% 지방 포함)보다 포화 지방이 75%, 총 지방이 45% 더 적습니다.
- **Beyond Meat**는 네덜란드 전역의 **슈퍼마켓**에 비욘드 버거 치킨 스타일, 비욘드 슈니첼, 비욘드 텐더를 출시했습니다. 또한 **미국심장협회의** 인증을 받은 최초의 식물성 스테이크인 비욘드 스테이크, 그리고 식물성 팝콘 치킨 제품의 미국 내 **유통**을 **확대**했습니다.
- 홀컷 식물성 육류 생산업체 **Juicy Marbles**는 오스트리아 슈퍼마켓 **BILLA PLUS**와 **BILLA PFLANZILLA**에서 식물성 **필레 스테이크**를 출시했습니다. 또한 Juicy Marbles의 식물성 **필레 미봉** 판매를 위해 영국 소매업체 **Waitrose**와 장기 유통 계약을 체결하였으며, **식용 뼈를 사용한 최초의 식물성 갈비를** 개발했다고 발표했습니다.
- 식물성 제품 회사인 **Crafty Counter**는 캐슈넛, 아몬드, 코코넛으로 만든 **삶은 달걀인 WunderEggs** 를 미국 내 **Whole Foods Market** 매장에 출시하였습니다.
- 이스라엘 **Redefine Meat**는 현재 이스라엘 최대 슈퍼마켓 체인인 **Shufersal**에서 식물성 **제품을 판매**하고 있습니다.
- 스페인의 푸드 테크 기업인 **Foody's**와 **Cocuu**는 스페인 전역의 **Carrefour** 슈퍼마켓에서 **3D 프린팅으로 만든 식물성 베이컨**을 출시했습니다.

외식업계

2023년, 외식업계는 코로나로 인한 2020년의 기록적인 매출 감소를 겪은 후 반등했습니다. 사람들은 자신들이 선호하는 레스토랑으로 돌아오고 있으며, 이에 따라 식물성 식품 관련 기업들은 외식업계에 계속 의존하고 있습니다. 외식업계는 소비자들이 식물성 대체식품을 최초로 경험하는 장소로 중추적인 역할을 수행합니다. 바로 이곳에서 미래에도 계속 식물성 대체식품을 계속 구매할지 결정됩니다.

접근의 편의성은 소비자의 선택에 중요한 역할을 합니다. 편의성이 좋은 외식업계의 예로는 배달 서비스와 패스트 캐주얼 레스토랑(fast-casual restaurants) 이 대표적입니다. 다음의 사례들은 외식업계 프랜차이즈가 어떤 방식으로 식물성 대체 식품을 메뉴에 도입하는지 잘 보여줍니다.

- 스타벅스 말레이시아는 **Green Rebel Foods**와 제휴하여 식물성 닭고기와 소고기가 들어간 샌드위치를 출시했습니다.
- 잭푸르트를 이용한 식물성 육류 생산업체인 **Jack & Annie's**는 패스트 캐주얼 체인점인 **Smashburger**와 제휴하여 콜로라도, 뉴욕, 뉴저지의 몇몇 **Smashburger** 매장에서 잭푸르트 버거를 선보이고 있습니다.
- 북유럽 전역의 서브웨이 매장에서 새로운 식물성 스테이크 샌드위치의 일부로 **The Vegetarian Butcher**의 식물성 소고기 슬라이스를 판매 예정입니다.
- 오슬로, 스톡홀름, 코펜하겐 등 북유럽 3개 도시에 위치한 버거킹 레스토랑에서 **The Vegetarian Butcher** 패티로 만든 햄버거를 이용해 한 달간 완전히 채식 기반으로 운영하였습니다.
- 칠레의 **NotCo**는 칠레 최대 슈퍼마켓 체인인 **JUMBO**에 신제품 NotCheese를 출시했으며, 버거킹 페루와 제휴하여 식물성 와퍼에 식물성 치즈 제품을 공급했습니다.
- 캘리포니아의 식물성 해산물 기업 **Impact Food**는 패스트 캐주얼 체인점인 **Pokeworks**와 전략적 유통 계약을 체결했습니다.
- 패스트 캐주얼 프랜차이즈 **TGI Fridays UK**는 앞으로 식물성 메뉴에 사용되는 식물성 버거 패티를 브라질 기업 **Future Farm**로부터 **TGI Fridays**에 공급받을 것임을 발표했습니다.
- **Taco Bell UK**는 132개 매장에서 식물성 양념 소고기 제품을 출시했습니다.
- **NotCo**는 멕시코와 아르헨티나 전역의 스타벅스에 식물성 우유와 치즈를 공급하고 있습니다.
- 패스트푸드 프랜차이즈인 **Shake Shack**은 미국 전역의 260여 개 매장에서 식물성 커스터드 웨이크 제품을 출시했습니다. 이 제품은 식물성 대체식품 기업인 **NotCo**의 **NotMilk** 제품으로 만들어졌습니다. Shake Shack은 또한 미국 전역의 매장에 식물성 버거를 도입했습니다.
- **Caribou Coffee** 와 **Eat Just** 는 **JUST Egg 로스트 토마토 & 페스토 플랫폼브레드**가 미국 내 400개 **Caribou Coffee** 매장에서 기존 메뉴(채식 아침식사 메뉴) 대비 45% 높은 판매 실적을 기록, 상시 메뉴화 하겠다고 발표했습니다.
- **Oatly**는 **Insomnia Cookies**와 제휴하여 북미의 250개 이상의 **Insomnia Cookies**매장에서 **Oatly**의 오리지널 귀리 우유 및 초콜릿 맛 귀리 우유를 판매하고 있습니다.

풀서비스(full-service) 레스토랑은 소비자들이 고급스러운 분위기에서 식물성 제품을 맛볼 수 있는 환경을 제공합니다. 2023년에는 다양한 전문 레스토랑에 식물성 식품 관련 신생 브랜드들이 진출하였습니다.

- 이스라엘 3D 프린팅 식물성 육류 제조업체인 **Redefine Meat**는 현재 이탈리아 전역의 12개 레스토랑에 자사 식물성 육류를 사용한 메뉴가 등재되었다고 밝혔습니다.
- 이스라엘 스타트업 **Chunk Foods**는 플로리다주 올랜도에 있는 **Talk of the Town Restaurant Group**의 **Charley's Steak House**에서 홀컷 식물성 스테이크를 출시했습니다. 이번 출시는 스테이크 하우스

체인점에서 식물성 스테이크 메뉴를 판매한 최초의 사례입니다.

- 병아리콩과 대두로 달걀 노른자를 만드는 이스라엘의 **Yo Egg**가 미국 로스앤젤레스의 레스토랑 6곳 (**Real Food Daily, Junkyard Dog, Flore, Swingers Diner, Coyote Grill, Loma Linda's Vegan District Asian Eatery**)에서 첫 선을 보였습니다.
- 식물성 달걀 회사 **Zero Egg**가 미국 내 모든 **The Friendly Toast** 레스토랑 매장에서 Zero Egg Breakfast Sandwich를 출시할 예정입니다.

종종 간과되기도 하는 비상업적 식품납품 장소에는 학교, 기업, 공항, 병원, 영화관 및 놀이공원 등이 있습니다. 다음은 많은 소비자와 접하는 일상적인 장소에서 식물성 대체식품을 제공하는 몇 가지 예시입니다.

- 뉴욕시 **11**개의 모든 공공 병원들은 성공적인 시범 사업을 거쳐, 입원 환자에게 채식 식단을 기본 저녁식사 메뉴 중 하나로 제공하기 시작했습니다.

- 영화관 체인 **AMC Theaters**에서는 이제 **Dr. Praeger's**의 식물성 제품으로 만든 식물성 그릴드 치킨 샌드위치, 패티 멜트, 고메 텐더를 판매할 예정입니다.
- 독일 항공사 **EuroWings Discover**는 **Beyond Meat**의 미트볼을 기내식 메뉴에 포함하여 식물성 육류를 기내식에 도입한 최초의 독일 항공사가 되었습니다.
- 독일 국영 열차 서비스인 **Deutsche Bahn**은 식물성 커리부르스트(currywurst) 채식 식단을 제공합니다.
- 스페인 식물성 육류 생산업체인 **Heura**는 지역 내 **450**개 이상의 학교와 협력하여 학교 급식 메뉴에 식물성 육류제품을 공급하고 있습니다.
- 미국 식물성 닭고기 회사인 **Rebillyous Foods**는 미국 내 의료기관 및 교육기관 구매관리 서비스 업체(purchasing organization)인 **Vizient**와 유통 계약을 체결했습니다.

매출 현황

글로벌 소매 매출 현황

지금까지 설명한 식물성 식품은 미국뿐만 아니라 전 세계적인 시장이 잘 형성되어 있습니다.

Euromonitor의 추정치는 국가별로 식물성 대체식품의 주요 부문 매출 현황을 보여줍니다.

식물성 육류, 해산물, 우유, 요구르트, 아이스크림, 치즈의 전 세계 총 소매 판매 금액에 대한 **Euromonitor**의 추정치는 **2023**년에 **290**억 달러였습니다(식물성 달걀에 대해서는 조사 미시행).

식물성 육류

식물성 육류 및 해산물의 글로벌 소매 매출액은 **2023**년에 **64**억 달러에 이를 것으로 추산됩니다. 매출의 대부분은 유럽과 북미에 집중되어 있습니다.

식물성 육류 판매량은 기존 육류 판매량에 비해 여전히 적습니다. **Euromonitor**는 글로벌 기존 육류 소매 및 외식업계 판매량이 **2023**년에 **4**억 **1**천만 톤에 도달할 것으로 추정합니다. 반면 식물성 육류의 판매량은 전 세계적으로 **65**만 **6**천톤에 불과합니다.

식물성 우유

식물성 우유의 글로벌 소매 매출액은 **2023**년에 **187**억 달러에 이를 것으로 추산됩니다. 판매량 1위 지역인 아시아 태평양 지역은 2위인 북미 대비 추정 매출액이 두 배 이상입니다.

식물성 요거트

유럽에서 주로 판매되는 식물성 요거트의 전 세계 소매 매출액 추정치는 2023년에 16억 달러에 달할 것으로 예상됩니다.

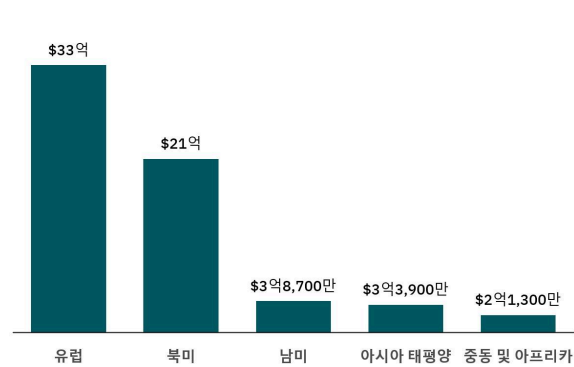
식물성 아이스크림

식물성 아이스크림의 2023년도 전 세계 소매 매출액 추정치는 14억 달러입니다. 판매 실적은 주로 북미와 유럽에 집중되었습니다.

식물성 치즈

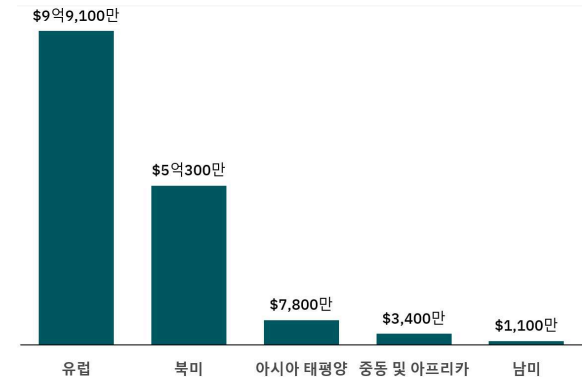
2023년 식물성 치즈의 전 세계 소매 매출액 추정치는 8억 9,600만 달러이며, 북미와 유럽에서 많이 판매되었습니다.

그림 9: 2023년 글로벌 식물성 육류 및 해산물 소매 매출액 추정치



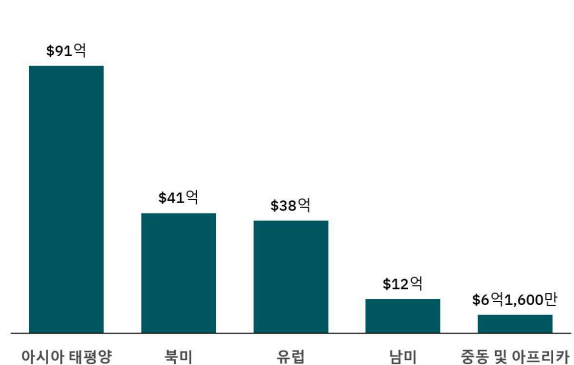
출처: Euromonitor International Limited, Staple Foods 2023 보고서, 대체육류 및 해산물 파트. 소매 판매가 기준 매출액을 미국달러로 환산 (부가세 포함)

그림 11: 2023년 글로벌 식물성 요거트 소매 매출액 추정치



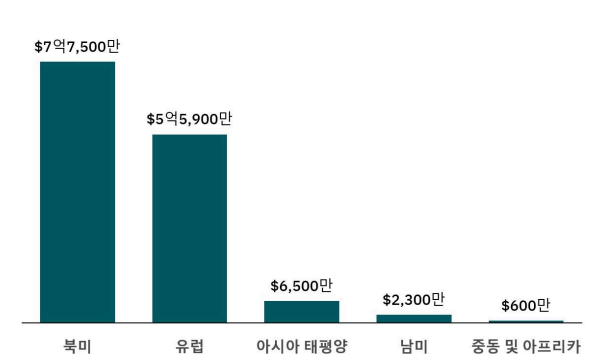
출처: Euromonitor International Limited, Dairy Products and Alternatives 2023 보고서, 식물성 요거트 파트. 소매 판매가 기준 매출액을 미국달러로 환산 (부가세 포함)

그림 10: 2023년 글로벌 식물성 우유 소매 매출액 추정치



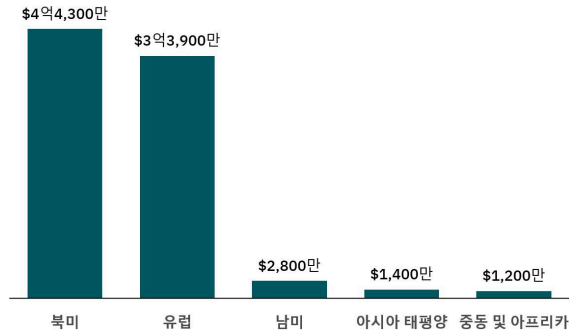
출처: Euromonitor International Limited, Dairy Products and Alternatives 2023 보고서, 식물성 우유 파트. 소매 판매가 기준 매출액을 미국달러로 환산 (부가세 포함)

그림 12: 2023년 글로벌 식물성 아이스크림 소매 매출액 추정치



출처: Euromonitor International Limited, Snacks 2023 보고서, 식물성 아이스크림 파트. 소매 판매가 기준 매출액을 미국달러로 환산 (부가세 포함)

그림 13: 2023년 글로벌 식물성 치즈 소매 매출액 추정치



출처: Euromonitor International Limited, Dairy Products and Alternatives 2023 보고서, 식물성 치즈 파트, 소매 판매가 기준 매출액을 미국달러로 환산 (부가세 포함)

품목별 미국 소매 판매 실적

그림 14: 2023년 식물성 대체식품 품목별 매출액, 매출성장률, 단위 매출액 및 단위 매출

품목	2023년 매출액(달러)	매출성장률 (2022-2023)	매출성장률 (2021-2023)	2023년 단위 매출액(달러)	단위 매출성장률 (2022-2023)	단위 매출성장률 (2021-2023)
식물성 우유	29억	1%	9%	7억4,400만	-8%	-10%
식물성 육류 및 해산물	12억	-12%	-13%	2억1,500만	-19%	-26%
식물성 크림	7억100만	10%	35%	1억4,100만	4%	14%
식물성 밀키트	4억9,800만	-14%	-15%	9,600만	-22%	-28%
식물성 프로틴 음료 및 파우더	3억9,200만	8%	21%	2,600만	2%	10%
식물성 요거트	3억8,400만	-3%	1%	1억4500만	-10%	-15%
식물성 아이스크림 및 빙과류	3억5,100만	-9%	-14%	6,500만	-13%	-21%
식물성 버터	2억9,200만	-1%	5%	7,000만	-10%	-23%
식물성 바	2억5,300만	7%	22%	5,900만	-1%	-5%
식물성 음료수	2억4,700만	-1%	20%	6,000만	-3%	12%
식물성 치즈	2억1,900만	-9%	-10%	4,300만	-12%	-15%
두부, 템페, 세이탄(말고기)	2억100만	3%	8%	6,700만	-2%	-2%
식물성 크림 치즈, 사워크림, 디핑소스	1억2,900만	-2%	7%	2,300만	-4%	-1%
식물성 베이킹 제품 및 다른 디저트	1억500만	8%	23%	1,700만	1%	5%
식물성 조미료 및 드레싱	9,000만	1%	7%	1,500만	-5%	-8%
식물성 달걀	4,300만	-5%	11%	900만	-13%	8%
총 합계	81억	-2%	4%	18억	-9%	-12%



참고 사항: 이 그래프에 제시된 데이터는 GFI 자체 PBFA 식물성 제품 카테고리를 기준으로 합니다. 이는 SPINS 식품분류체계를 개선한 것으로 표준 SPINS 카테고리과 일치하지 않습니다.

출처: 전체 시장 = SPINS 그로서리 판매 + SPINS 멀티아웃렛 판매 + SPINS 편의점 판매 (Circana 제공) | 2023년 12월 3일 자료 (종료일로부터 52주간의 자료)

GFI의 [마켓데이터](#) 홈페이지에서 식물성 식품분류체계 상 카테고리의 범위와 세부정보를 확인할 수 있습니다. 또한 소비자 구매 역학 등 미국 내 소매 판매 데이터에 대한 전반적인 면면을 파악할 수 있습니다.

투자 현황

개요

식물성 육류, 해산물, 달걀, 유제품 관련 기업은 2006년 이후 총 85억 달러를 투자받았으며, 총 투자액의 절반 이상이 지난 3년 동안 유치되었습니다.

식물성 대체식품 산업계의 2023년 투자 유치 총액은 2022년보다 감소하였습니다. 핀테크와 같은 주요 벤처 지원 부문에서도 전년 대비(YOY) 약 50% 투자액이 감소하였음을 볼 때, 민간 투자 환경 침체로 인해 투자금 총액이 감소하였다고 생각할 수 있습니다.

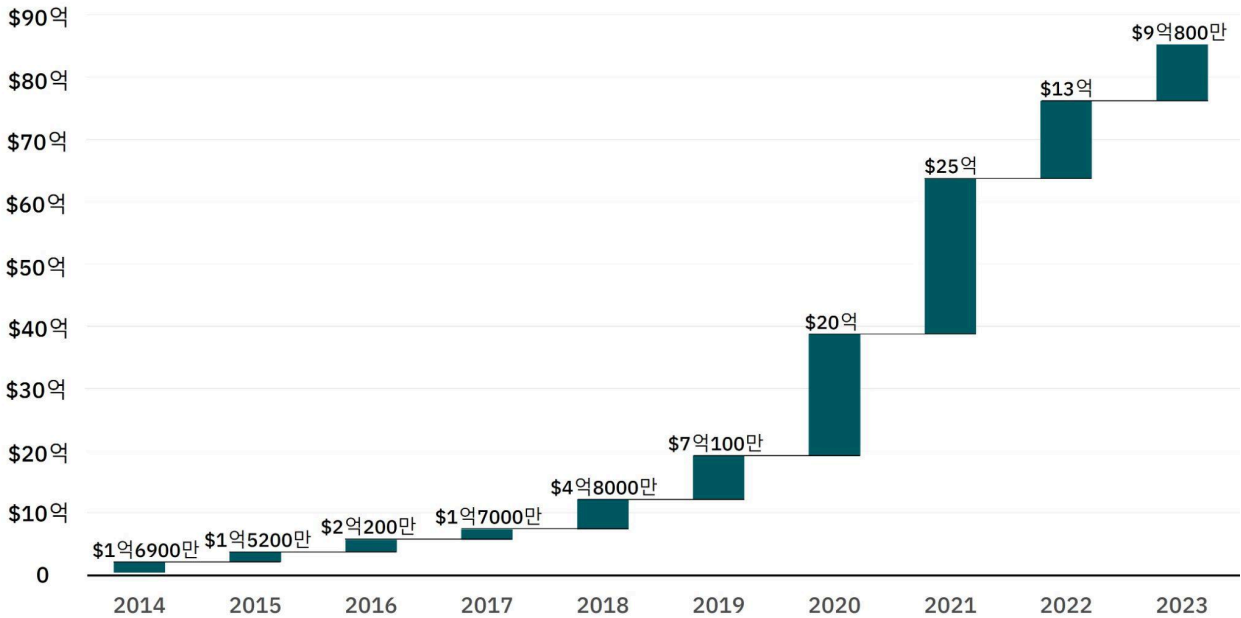
2023년에는 금리 상승, 인플레이션, 불확실한 경제 전망으로 인해 대부분의 산업계가 침체된 민간 투자 환경을 직면했습니다.

모든 부문에 걸쳐 글로벌 벤처 투자액은 2023년 들어 전년 대비 42% 감소하여 2017년 이후 최저 수준을 기록했습니다. 기후 변화 관련 기술에 대한 투자는 인플레이션 감소법과 기타 정책을 통해 정부의 상당한 지원을 받았음에도 불구하고 전년 대비 40% 감소했습니다. 푸드테크 스타트업에 대한 투자는 전년 대비 61% 감소했습니다.

식물성 대체식품 기업은 2023년에 9억 770만 달러의 투자를 유치했는데, 이는 2022년의 13억 달러보다 28% 감소한 수치입니다. 전체 글로벌 벤처 투자의 감소율 보다는 나은 상황입니다.

모든 지역에서 식물성 대체식품 관련 투자가 감소한 것은 아닙니다. 유럽의 식물성 대체식품 관련 투자액은 2023년 5억 8,400만 달러로 2년 연속 증가하였으며, 2022년보다 74% 증가해 역대 가장 높은 수치를 기록했습니다. 그리고 식물성 대체식품 분야에서 처음으로 유럽에서의 투자액이 전세계 투자액의 절반 이상을 차지했습니다.

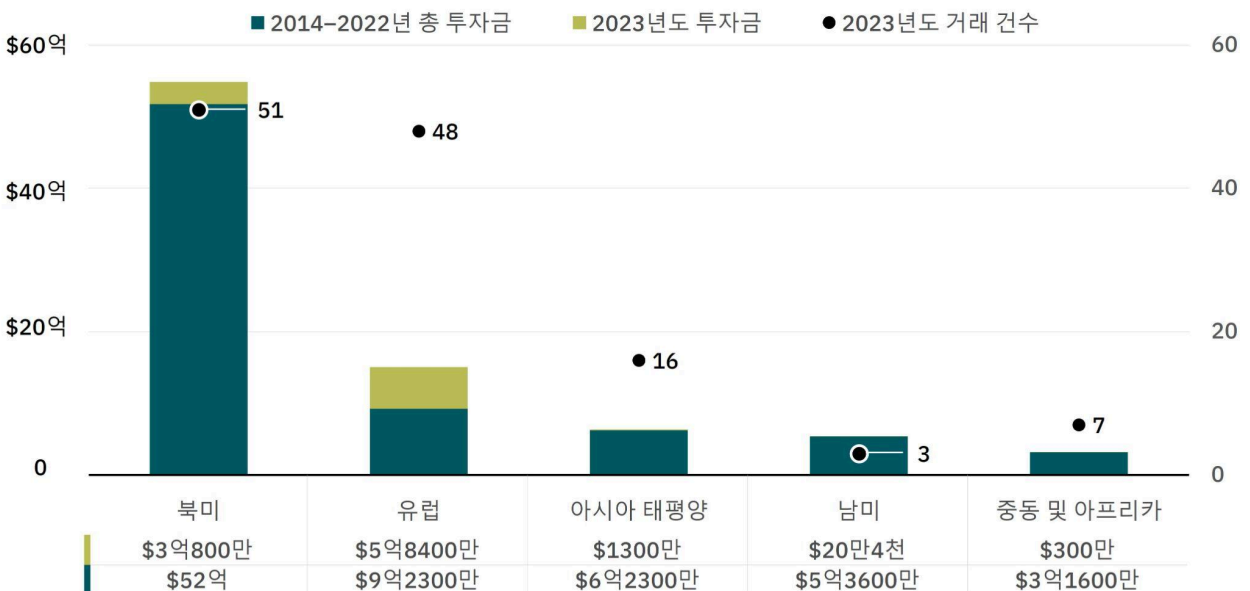
그림 15: 식물성 대체식품 기업의 누적 및 연간 투자유치액(2014~2023)



출처: Net Zero Insights의 데이터, GFI 자체 분석.

참고: 데이터는 GFI에 의해 분석되었습니다. 총 거래 건수에는 금액이 공개되지 않은 거래도 포함됩니다.

그림 16: 식물성 대체식품 기업의 지역별 투자유치액 (2014년~2023년)



출처: Net Zero Insights의 데이터, GFI 자체 분석.

참고: 데이터는 GFI에 의해 분석되었습니다. 총 거래 건수에는 금액이 공개되지 않은 거래도 포함됩니다.

유동성 이벤트

유동성 이벤트는 일반적으로 합병, 인수, 매수 또는 상장을 통해 회사 지분을 거래하는 사건을 나타냅니다. 강력한 재무 기반을 갖춘 기업이 기술, 공정, 인재를 갖춘 기업을 인수합병(M&A)을 통해 손에 넣을 수 있으므로, 유동성 이벤트는 한 산업의 발전과정에서 일반적인 일입니다. 또한 유동성 이벤트가 많고 적음은 전체 경제 상황에 크게 의존합니다.

2023년에는 16개의 유동성 이벤트가 있었습니다. 스타트업 업계에서는 이를 엑시트(exit)한다라고도 표현합니다.

- 가장 주목할만한 사건은 **Morinaga Nutritional Foods**가 식물성 육류 회사인 **Tofurky**를 약 5,000만 달러에 인수한 것입니다. 이번 인수를 통해 Tofurky의 브랜드인 **Moocho**의 공급망을 강화, Tofurky가 다음 성장 단계에 진입할 수 있게 되었습니다.
- 또한 식물성 대체식품 및 식품원료 회사인 **Above Food**는 상장 특수목적 인수회사(SPAC)인 **Bite Acquisition Corp**과의 합병 계획을 발표했습니다. Above Food의 가치는 3억 1900만 달러로 평가되었습니다. 합병이 완료되면, ABVE라는 종목 코드로 뉴욕증시(NYSE)에서 거래될 예정입니다.

식물성 대체식품 관련 기업의 유동성 이벤트들이 상대적으로 느린 속도로 진행된다고 여겨질 수 있습니다. 이는 거시적으로 볼때 글로벌 M&A 활동이 10년 만에 최저 수준으로 침체되었기 때문입니다. 불경기와 투자심리 위축 등 투자 유치에 어려움을 겪는 상황 역시 M&A를 제한하는 원인이 되었습니다.

전기 자동차의 선례를 살펴봅시다. 이처럼 새로운 혁신적인 기술의 앞서 간 길에서 볼 수 있듯이, 식물성 대체식품 관련 기업들의 유동성 이벤트도 향후 가속화될 것으로 예상됩니다. 그 속도는 금리, 경제 심리, 식물성 식품 시장 전망과 같은 조건에 따라 달라질 것입니다.

GFI의 [투자자 디렉토리](#)에서 식물성 대체식품의 투자자 목록을 확인할 수 있습니다. [이곳에서](#) 열람 요청이 가능합니다.

소비자 인식

이 섹션에서는 식물성 육류에 대한 미국 소비자의 인식 수준, 구매 행태, 요구 사항에 중점을 두어 서술하고자 합니다. 미국 외 다른 지역에 대한 소비자 의식 수준은 브라질, 유럽, 이스라엘, 아시아 태평양 및 중국의 GFI 지부 또는 협력기관이 작성한 다른 보고서에서 확인할 수 있습니다.

인지도, 친숙도, 호감도

GFI 의뢰로 Morning Consult가 실시한 2023년 12월 여론 조사에 따르면 미국 성인의 58%가 식물성 육류에 대해 알고 있다고 답했으며, 47%는 친숙하다고 답했습니다(많이 또는 어느 정도). 41%는 지난 한 해 동안 식물성 육류에 대해 접했다고(많이 또는 어느 정도) 답하였으나, 단 10%만이 "많이" 들었다고 답했습니다. 아직도

식물성 대체식품에 대해 들어보지 않은 소비자가 많다는 것은, 추후 기업이 식물성 대체식품에 대한 소비자 인식을 형성해나갈 수 있는 충분한 여지가 있다고 볼 수 있습니다.

소비자 경험

미국 성인의 43%만이 식물성 육류 제품을 먹어 본 적이 있다고 보고했습니다(GFI/Morning Consult, 2023년 12월 여론 조사). 즉, 미국인 10명 중 6명은 식물성 육류 시장에 전혀 접근하지 못했다고 볼 수 있습니다. 이러한 잠재 소비자가 식물성 대체식품을 시도하고, 개인의 취향, 경제적 합리성, 기타 요구 사항 등에 만족스런 경험을 얻는다면 추후 소비자의 참여를 유도하는데 도움이 될 것입니다.

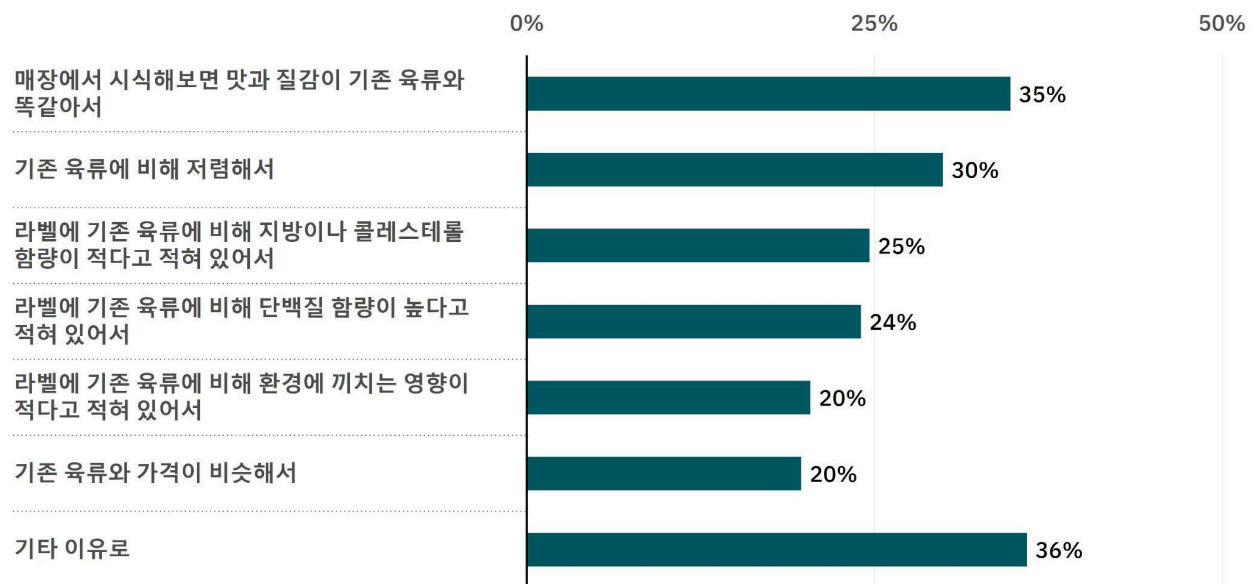
구매 및 섭취 빈도

대부분의 미국인은 아직 식물성 육류를 접해보지 않았지만, 일부는 정기적으로 계속해서 식물성 대체 식품을 즐기고 있습니다.

- 미국인의 13%는 일주일에 한 번 이상 식물성 육류를 먹는다고 답했습니다.
- 12%는 한 달에 한 번 이상 먹는다고 답했습니다.
- 11%는 1년에 몇 번 또는 적어도 한 번 이상 먹는다고 답했습니다.

이 결과는 2023년 전체 매출 감소에도 불구하고 앞으로 식물성 대체식품을 계속 구매할 가능성이 있는 충성도 높은 소비자층이 존재함을 보여줍니다(GFI/Morning Consult, 2023년 12월 여론 조사).

그림 17: 당신이 새로운 식물성 육류 제품을 구매하고 싶도록 만드는 이유는 무엇입니까? (복수 선택가능)



동남아시아 소비자

Good Growth Co가 2023년 말에 실시하고 GFI APAC에서 발표한 [연구](#)에 따르면, 동남아시아 소비자의 대부분은 기존 육류를 계속 소비할 계획이며 1/4는 육류 소비를 늘리고 싶어하는 것으로 나타났습니다. 흥미롭게도 식물성 육류에 대한 관심은 채식주의자나 플렉시테리언이 아니라 기존 육류 소비자 그룹(기존 육류 섭취량이 많으며 육류 섭취를 늘리고 싶어하는)에서 가장 높았습니다.

동남아시아 소비자들은 식물성 육류를 건강에 좋고 맛있다고 여기지만 가격이 큰 진입 장벽인 것으로 나타났습니다. 기존 육류 대비 80% 수준의 가격을 가정했을 때는 동남아시아 소비자의 80% 이상이 식물성 육류 구매 의사를 밝혔습니다. 반면 이보다 비싼 경우 소비자의 절반은 식물성 육류를 구매하지 않겠다고 답했습니다. 반대로, 식물성 육류의 가격이 기존 육류 대비 120%라면 아마 모든 소비자들의 잠재적인 관심이 크게 떨어질 것입니다. 현재 식물성 육류의 가격은 기존 육류보다 **35% 높습니다**. 추후 생산단가를 낮출 수 있다면 잠재적 소비자를 식물성 육류로 끌어들이 수 있습니다.

동남아시아 소비자들은 식물성 육류를 단백질 섭취를 다양화할 수 있는 수단으로 보고 있기 때문에, 식물성 육류와 기존 육류를 혼합한 하이브리드 제품에 대한 관심은 거의 만장일치로 긍정적입니다. 심지어 식물성 육류에 관심이 없는 소비자들 사이에서도 혼합육은 지지를 얻었습니다. 설문 조사에 참여한 소비자의 대다수(93%)는 혼합육을 시식하는 데 관심을 보였습니다. 이 93%의 소비자에는 식물성 육류 섭취에 회의적인 의견을 가진 소비자의 75%, 식물성 육류를 먹어 본 적 있지만 다시 먹지는 않겠다고 답한 소비자의 80%가 포함됩니다. 이 연구는 가격에 대한 소비자 요구를 충족할 수 있는 기술 혁신이 일어난다면 충분한 시장 확장이 가능함을 보여줍니다.

기술 현황

농작물의 품종개량을 위한 특성 선별 및 관련 유전자의 식별 및 활용

2023년에 학계, 산업계, 공공 부문 전반에 걸친 과학자들은 고품질 단백질 원료로 사용하기에 유리한 특성을 타겟으로 삼고 해당 특성과 연관된 작물 유전자를 식별해냈습니다.

영국 **John Innes Centre**의 연구진들은 철분 함량이 높은 완두콩에서 특징적으로 나타나는 염기서열을 밝혔으며, 코펜하겐 대학교(**University of Copenhagen**) 연구진들은 백색 루핀콩에서 쓴맛이 나는 화합물이 생겨나지 않도록 하는 유전자 돌연변이를 발견했습니다. 이처럼 미량 영양소, 향미 화합물 등 작물 특성과 연관된 유전자를 이해하는 것은 상업적 육종의 기본이 됩니다. 유럽 과학기술연구협력기구(The European Cooperation in Science and Technology, COST)에서는 DIVERSICROP Action을 통해 널리 재배되지 못하고 있는 작물(완두콩, 병아리콩 등)의 생산을 제한하는 유전적 요인과 환경적 요인을 찾아내고 있습니다. 이를 개선하여 궁극적으로는 농민들의 선택을 받는 품종을 개발하는 것을 목표로 합니다.

2023년에는 이 외에도 우수한 육종 연구 성과가 다수 발표되었습니다.

- 860만 유로 규모의 유럽 콩과 식물 육종 프로젝트(Legume Generation project)는 단백질 공급을 위한 콩과 식물(legume) 육종기술 개선을 도모하기 위한 것입니다. 유럽의 주요 식물 연구기관을 대두, 루핀, 완두콩, 렌틸콩, 강낭콩, 클로버 등의 작물을 다루는 식물 육종가들과 연결해 주고 있습니다.
- **Amfora**는 인공지능 회사인 **McClintock**과 제휴하여 식물성 단백질 생산을 위한 수확량이 많고 단백질이 풍부한 대두 품종을 개발하고 있습니다.
- **Plantae Bioscience**는 CRISPR 유전자 편집 기술을 사용하여, 쓴 맛의 사포닌 화합물 농도를 낮춘 노란 완두콩을 만들었습니다.

새로운 작물의 상업적 규모 재배

식품 및 토지 이용 연합(Food and Land Use Coalition)은 ‘개선이 필요한 식량 및 토지 이용 시스템 10종’을 선별하고 그 중 하나로 식물성 단백질 공급원이 필요하다는 의견을 피력했습니다. 이 단체는 세계인구가 2050년 90억 명을 초과할 것으로 추산되며, 미래 인구가 직면한 기후 문제, 생물 다양성 문제, 건강 및 빈곤 문제를 해결하고, 90억의 인구에게 식량 안보와 건강 식단을 제공하는 것을 목표로 합니다. 농장에서 재배하는 작물이 다양해져야 생물 다양성이 보존되고, 지속가능한 생태계가 형성됩니다. 또한 식품 시스템의 리질리언스(탄력성)이 증가합니다.

2023년, 다수의 신생 식물 단백질 공급원의 재배기 시도되었습니다. 영국 요크 대학(**University of York**)의 연구진은 **Innovate UK**의 지원을 받아 수직 농업(스마트팜)으로 고단백 아마란스 작물을 재배하기 시작했습니다. 수직 농업을 통해 일년 내내 작물을 재배하고 수확할 수 있기에, 이들의 목표는 식물성 단백질의 생산량을 늘리고 영국의 대두 및 완두콩 수입량을 줄이는 것입니다. 한편, **Texas A&M AgriLife Research**와 **AgriVentis Technologies**의 과학자들은 텍사스에서 녹두 재배를 연구하고 있습니다. 일반적으로 남아시아 국가에서 재배되는 녹두는 가뭄 저항성 콩과 식물로 대체단백질 공급원으로서 큰 잠재력을 지닙니다 (녹두의 미개척 잠재력에 대한 GFI 보고서 참조).

물에서 자라는 수생식물을 식물성 식품 제조에 사용하려는 연구도 활발합니다. 수생식물은 경작지가 필요하지 않으면서 빠르게 성장하는 단백질 공급원입니다. 그러나 수생 식물의 상업적인 재배를 위해서는 재배 비용이 낮아져야 합니다. 개구리밥 종류(예: 워터렌틸(water lentil), lemna 등)은 물에 떠서 자라는 고영양 식물로 최대 40%의 고품질 단백질을 함유합니다.

Sustainable Planet은 그 가치를 인식하고 개구리밥을 재배하기 위해 사막화 된 토지를 활용합니다. 이 프로젝트는 개구리밥이 염수에서 자랄 수 있는 대규모 생산 공정을 구축하는 것에 초점을 두고 있습니다.

수생 식물 원료 공급원의 또다른 좋은 예는 해초(seaweed)입니다. **North Sea Farmers**는 네덜란드 해상 풍력 발전소의 터빈 사이에서 해초

재배의 가능성을 테스트하고 있습니다. 이 프로젝트는 최근 **Amazon**으로부터 150만 유로를 지원 받았습니다.

수생식물의 *RuBisCO* 단백질은 추후 세계적으로 널리 활용될 가능성이 있습니다. 기존의 동물성 단백질 또는 식물성 단백질보다 영양학적 및 기능적으로 우수하고, 알레르기 유발 물질이 없으며, 적절하게 생산되면 맛과 색상이 나쁘지 않기 때문입니다. 이 단백질은 식품산업계가 도축과 오염 문제 없이 지속 가능한 농식품 생태계로 전환하기 위한 중요한 요소가 될 것입니다.

Tony Martens

공동창업자, *Plantible Foods*

신규 공급원에서의 단백질 성분 확보

2023년, 식물성 대체식품 산업계는 식물성 단백질 원료의 다양화 및 새로운 기능을 가진 원료 선별을 위해 다양한 새로운 수생식물 및 콩과 식물에 대해 연구하였습니다. 또한 새로운 업사이클링 단백질 공급원을 모색하였습니다.

앞서 언급한 연구진들이 수생식물의 재배 조건을 최적화하는 동안, 또 다른 연구팀은 수생식물로부터 추출된 성분의 적용에 대해 연구하고 있습니다. **HN Novatech**은 해초에서 헴(heme) 성분을 추출하여 대체육의 풍미를 증진시키는 목적으로 사용합니다. 성분의 조절을 통해 쇠고기, 돼지고기, 닭고기, 양고기 등 4가지 서로 다른 맛을 구현할 수 있음이 입증되었습니다.

널리 사용되는 완두콩 외에 다른 콩과 식물도 단백질 공급원으로 연구되고 있는데, 독특한 특성을 지닌 새로운 제품의 제조도 가능합니다. 아래의 예시를 살펴보겠습니다.

- **ChickP**는 병아리콩 단백질의 탁월한 겔화 및 유화 능력을 이용하여 병아리콩 단백질 추출물로 치즈 프로토타입을 만들었습니다.
- **InновоPro**는 자사의 병아리콩 단백질 성분이 식물성 제과류 및 초콜릿을 만들 때 유제품 또는 달걀 대체품의 역할을 수행할 수 있음을 보여주었습니다.

- **Haofood**는 땅콩 단백질을 활용해 식물성 다진 돼지고기와 식물성 닭고기 제품을 제조했습니다..
- **Kraft Heinz**는 콩의 다양성을 활용하여 자사 식물성 제품 포트폴리오를 확장할 계획이라고 발표했습니다.

동물성분 혼합을 통한 하이브리드 제품의 맛 향상

식물성분 및 동물성분을 모두 사용하여 생산된 하이브리드 제품은 작년에 이어 올해에도 계속 발전했습니다. 기존 육류 회사와 신생 기업 구분없이 이 전략을 사용하였습니다.

Momentum Foods는 브랜드명 **Paul's Table**로 첫 번째 제품 라인을 출시했습니다. 폴드 포크, 카르네 아사다(carne asada) 등의 제품에는 건강과 환경을 위해 식물성분이 90%(콩, 현미 등), 소비자 오감의 만족을 위해 동물성분이 10%(콜라겐과 지방 등) 함유되어 있습니다.

Asentia는 트러플 버섯 미트볼과 버번 베이컨 아티초크 소시지를 포함한 독창적인 제품 라인의 출시계획을 발표했습니다. 제품에 적절한 메시지를 담아내고, 고객에게 새로운 가치를 제안하며, 연구 개발이 이를 뒷받침한다면 하이브리드 육류는 앞으로 독립적인 대체식품 품목으로 자리매김할 가능성이 큼니다.

기타 다양한 수단을 이용한 제품 최적화

대체단백질 산업의 대표적인 식물성 식품, 발효기술 유래 대체단백질, 배양육류 간의 상호작용을 통해 전체 대체단백질 부문의 품질향상을 기대할 수 있습니다. 2023년에도 서로 다른 세 종류의 대체단백질 간 하이브리드 제품의 출시계획이 발표되거나 실제로 출시되었습니다.:

식물성 대체단백질 + 발효기술 유래 대체단백질의 예:

- 식물성 치즈 제조사 **Daiya**는 차세대 제품을 만들기 위해 발효기술에 투자했습니다.
- 식물성 생선 스타트업 **Oshi**와 **The Better Meat Co**는 하이브리드 연어 개발을 위한 공동 투자를 성공적으로 유치했습니다.

- **Beyond Meat**는 파바빈과 버섯 균사체를 활용해 홀컷 스테이크를 재현하기 위해 노력하고 있다고 밝혔습니다.

식물성 대체단백질 + 배양육의 예:

- **SciFi Foods**는 파일럿 시설을 개소하였으며, 첫 제품은 세포배양 유래물과 식물성분을 결합하여 제조할 것임을 발표했습니다.
- **Big Idea Ventures**는 배양육을 위한 식물성 지지체를 제조하는 바이오 소재 기업인 **Nexture Bio**를 출범하였습니다.
- **Tender Foods**는 배양된 동물 세포를 추가한 식물성 육류를 개발하기 위해 국립과학재단(National Science Foundation) 연구비를 지원 받았습니다.

대체지방으로 식물성 단백질 육즙 만들기

지방은 육류 및 유제품과 같은 기존 동물성 단백질의 중요한 부분으로 육류 특유의 질감, 향, 육즙, 맛을 더하는 역할을 합니다.

대체 단백질 식품이 기존 제품과 동등한 맛을 내려면 지방의 대체품이 필요하며 일반적으로는 코코넛 오일이 사용됩니다. 하지만 지방으로서의 기능이 뛰어나고 지속가능성이 높으며 건강에 유익한 비동물성 대체품이 지속적으로 모색되고 있습니다. 2023년, 기업들은 식물성 육류 및 유제품의 감각적, 영양적 특성을 향상시키는 코코넛 오일 이상의 식물성 지방 성분을 제조하는 데 주력했습니다.

식물성이 아닌, 대체단백질의 다른 분야에서 넘어온 비동물성 지방 기술도 식물성 대체식품에 통합되고 있습니다. 발효 유래 지방 및 배양 지방은 동물성 지방의 분자 구조를 식물성 지방보다 더 유사하게 모방할 수 있는 잠재력을 가지고 있습니다. 예를 들어 **Mycorena**, **Nourish Ingredients** 및 **Yali Bio**는 식물성 육류 및 유제품에 포함시키기 위해 정밀발효 유래 지방을 개발하고 있습니다. 또한 **Upstream Foods**는 식물성 대체해산물 제품의 맛을 향상시키기 위해 연어 세포에서 배양 지방을 제조하고 있습니다.

코코넛 오일을 대체할 수 있는 오메가-3가 풍부한 비동물성 지방을 생산, 이를 성장하는 대체단백질 산업에 공급하려면 생산 규모 확장이 필수적입니다. 장기적으로 볼 때, 대체지방을 생산하려는 기업은 생산비용을 절감하고 원자재 공급처를 안정화하는 것에 초점을 맞추어야 할 것입니다.

정책 및 규제 현황

글로벌 공공 지원 현황

아메리카 대륙

아메리카 대륙 전역의 국가들은 식물성 단백질 산업을 지원하여 산업계의 과학 기술 및 상업적 역량을 키우기 위해 노력하고 있습니다.

정부 주도 지원의 선두주자인 캐나다는 기업, 연구기관, 비영리 단체가 클러스터로 모인 **Protein Industries Canada (PIC)**를 통해 자국내 식물성 단백질 산업에 수억 달러를 투자했습니다. PIC에서는 작물 생산에서부터 제품 마케팅까지 식물성 단백질의 모든 것을 연구합니다. 2023년 초, 캐나다 연방 정부는 향후 5년간 PIC에 지원하는 재원을 1억 5천만 캐나다달러(약 1억 1천만 미국달러)로 상향하여, 2018년부터 2028년까지의 국가 투자금을 총 3억 5천 3백만 캐나다 달러(약 2억 6천만 미국달러)로 늘렸습니다. University of Saskatchewan 주도의 단백질 연구에도 캐나다 정부의 공공 지원금이 사용되었습니다. 이곳에서는 캐나다의 특산품인 펄스콩류 (pulses), 콩과 식물(legumes), 유지종자(oilseeds)에 대한 연구를 진행합니다.

미국은 국립식량농업연구소(**National Institute for Food and Agriculture**) 지원으로 버지니아 공과대학교와 노스캐롤라이나 A&T 주립 대학에서 식물성 단백질 연구과제가 진행되고 있습니다. 또한 국립과학재단(National Science Foundation)의 약 100만달러 연구비로 **Tufts University Center for Cellular Agriculture**와 식물성 대체 식품 스타트업인 **Tender Foods**가 협력하여 하이브리드 배양육/식물성 대체식품을 개발하고 있습니다. 마지막으로, 에너지부 산하의 고등연구프로젝트관리기구(**Department of Energy's Advanced Research Projects Agency, ARPA-E**)는 해초에서 식물성 단백질을 만드는 캘리포니아 스타트업인 **Umara Foods**에 170만 달러를 지원하여 해초 가공을 통해 값어치 있는 히토류 원소와 백금족 금속을 지속 가능하게 생산할 수 있을 지 평가하도록 했습니다.

2023년 브라질은 대체단백질 연구생태계를 강화하였으며, 브라질 국립 연구 기관인 **Embrapa**에서 하이브리드 식물성분/배양성분 소시지를 개발하기 위해 진행 중인 연구 프로젝트도 이에 포함됩니다.

유럽

유럽의 각국 정부는 식물성 대체식품 부문이 기후 문제 해결, 경제 성장 효과, 농가 소득 증대라는 이점이 있음을 인식하면서 연구개발 과제 및 사업화 지원사업을 통한 공공부문 지원을 이어갔습니다.

해양조류를 자원으로 활용하려는 노력의 일환으로 유럽해양어업기금(**European Maritime and Fisheries Fund**)은 미세조류 및 기타 해양 자원에서 유래한 해산물을 개발하기 위해 “Seafood Alg-ternative” 프로젝트에 200만 유로(약 220만 달러)를 지원했습니다.

식물성 식품 분야의 선두주자인 덴마크는 2022년 세계 최대 규모의 식물성 식품 지원사업을 발표하였습니다. 바로 뒤이어, 연구개발비의 증액 소식과 함께 세계 최초로 식물성 식품에 대한 국가행동계획(National Action for Plan for Plant-Based Foods)을 발표했습니다. 또한 1억 9,500만 달러 규모의 식물성 식품 관련 지원사업인 플랜트 파운데이션(Plant Foundation)의 1차 신청은 첫 해에 관련업계, 스타트업, 연구기관 등에서 100건이 넘는 신청을 받으며 “압도적인” 관심을 받았습니다.

프랑스는 2023년에도 뒤처지지 않고 **SOYSTAINABLE, AlinOVeg, LETSPROSEED, Just Adopt pulses from Cook to forK(JACK), 그 외 여러** 프로젝트를 통해 콩과 식물의 대체단백질 제품 개발에 지원하는 연구비 규모를 크게 증액하였습니다. 또한 식물성 단백질 기업의 상업적 역량 개발에도 지원이 이어졌습니다. 2022년 말 프랑스 정부는 프랑스 기업 **Umiami**가 ‘**Première Usine**’(‘**First Factory**’)프로그램의 일환으로 스트라스부르 외곽의 농업 생산 시설을 구매하고 개조하는 데 740만 유로(약 790만 달러)를 지원했습니다. ‘**Première Usine**’(‘**First**

Factory') 프로그램은 신기술을 가진 기업이 산업화 단계에서 경쟁력을 얻도록 돕는 프로그램입니다. 이 프로젝트는 또한 프랑스 대동부권 지방정부(역주: France's Grand-Est region, 프랑스 본토 북동부 권역을 의미)으로부터 300만 유로(약 320만 달러)의 인센티브를 받았습니다. 2023년에는 두 개의 프랑스 정부 지원 펀드가 Umiami의 시드라운드 투자 유치에 사용되었고, 이는 추후 미국에서 홀컷 식물성 대체식품을 출시하기 위한 마중물이 되었습니다.

T영국은 2023년 대체단백질 자체에 대한 지원도 늘렸을 뿐만 아니라, 저탄소 식품 생산시스템 지원 프로그램을 통해 식물성 대체 단백질에 관한 세 가지 연구 프로젝트에 연구비를 지원했습니다.

Innovate UK의 Better Food for All Competition을 통해서도 네 곳의 식물성 대체식품 관련 기업이 선정되었습니다. Innovate UK는 또한 영국 내에서 수직 농법으로 잘 자랄 수 있는 아마란스 잎에서 식물성 단백질을 추출하기 위한 2년짜리 연구과제에 연구비를 지원했습니다. 아일랜드 정부는 농림축산식품해양부를 통해 식물성 대체식품 연구지원을 목적으로 **University College Cork** 및 **Technological University Dublin**의 연구과제에 100만 유로(약 110만 달러) 이상을 지원하였습니다. 이 연구과제의 목적은 식물성 식품 가공 분야에 발효기술을 적용할 수 있을지 평가하는 것입니다.

독일은 지속 가능한 단백질로의 전환을 위한 연방 지원금 3,800만 유로(약4,100만 달러)를 책정하고 대체단백질 생산방법의 혁신, 대체단백질의 영양적 가치 홍보, 농민/기업인의 기존 축산에서 대체식품으로의 전환 장려를 지원하겠다고 발표했습니다.

지방정부 단위를 살펴보면, 스페인 카탈로니아 주가 대체단백질 혁신센터(**Center for Innovation in Alternative Proteins**)에 700만 유로(약 732만 달러)를 지원하며 대체단백질 기업의 생산 규모 확대를 도모하겠다는 목표를 설정하였습니다.

아시아 태평양 지역

아시아 태평양 지역의 국가들은 계속해서 식물성 대체식품을 지원하고 있지만, 다른 국가에 비해 아시아 태평양 지역에서 대체단백질에 대한 큰 규모의 투자는 매우 드뭅니다.

해당 권역의 리더격인 싱가포르는 대규모 재원이 들어간 싱가포르 푸드 스토리 2.0 (Singapore Food Story 2.0) 연구 프로그램을 통해 식물성 대체식품 연구 및 개발에 지속적으로 투자하고 있습니다. 2023년, 중소기업 관련 정부 기관인 **Enterprise Singapore**는 대체단백질 (식물성 대체식품을 포함) 스타트업이 중국 본토 시장에 진출할 수 있도록 돕는 식품 기술 프로그램(Food Technology Program)을 시작했습니다.

한국 정부와 일본 정부는 모두 2023년에 식물성 대체식품에 대한 새로운 지원정책을 발표했습니다. 한국 정부는 연구센터 설립계획과 한국내 작물의 식물성 단백질 자원화 지원사업을 포함한 식물성 대체식품 산업 활성화 방안을 발표했습니다. 2023년 말, 일본 농림수산성은 제품 개발 및 미국과 유럽 시장 진출을 돕기 위해 식물성 달걀을 만드는 일본 스타트업 **Umami United**에 9억 1700만 엔(약 650만 달러)을 중소기업 보조금으로 지원한다고 발표했습니다.

2023년, 호주의 6개 주 중 2개 주의 지방정부는 공공 투자를 통해 관련 농업 관계자와 식품 제조업자를 지원하여 지역 식물성 단백질 산업을 활성화했습니다. 웨스턴오스트레일리아 주 정부는 500만 호주 달러(약 330만 달러)를 배정하여 현지 재배작물들을 활용하는 생산시설 건립을 지원하였습니다. 해당 시설에서는 루핀 단백질이 풍부한 식물성 귀리 우유를 생산합니다. 뉴사우스웨일스 주 정부는 220만 호주 달러(약 160만 달러)를 들여 대체단백질 응용센터(Alternative Protein Application Centre)를 설립하고 대체단백질 전 분야(식물성, 발효기술 유래, 배양육)에 대한 연구개발 및 공정 스케일업을 지원할 예정입니다.

뉴질랜드 정부는 기금(Endeavour Fund)를 만들어 약 1,200만 뉴질랜드 달러(약 700만 달러)를 '식물성 식품원료: 지속 가능한 디자인을 위한 체계적 접근(Plant-Based Food Ingredients: a Systems Approach to Sustainable Design)' 프로젝트에 지원했습니다. 완두콩, 귀리, 대마와 같은 뉴질랜드 국내 작물로 만든 대체단백질 제품의 개발이 해당 프로젝트의 목표입니다.

국가별 규제 현황



호주/뉴질랜드

2022년, 호주 상원의회에 식물성 육류의 적절한 용어 결정에 대한 청원이 올라왔습니다. 의회는 답변으로 식물성 육류 생산업체가 "소고기" 및 "닭고기"와 같은 기존 육류 유사용어를 사용하는 것을 방지하기 위해 라벨링 제한을 도입할 것을 권장한다고 발표했습니다. 이후 2023년 4월, 대체단백질 위원회(**Alternative Proteins Council**)는 호주와 뉴질랜드의 육류 식품 라벨링에 대한 산업계 가이드라인을 업데이트하여 발표했으며, 2023년 8월에는 식물성 대체 유제품에 대한 동등한 가이드라인을 고안했습니다. 두 가이드라인 모두 강제성을 가지지는 않습니다.



캐나다

2023년 10월, 캐나다 식품검사청(**Canadian Food Inspection Agency (CFIA)**)은 식물성 제품을 포함하는 "유사" 육류 및 가공육 제품에 대한 가이드라인을 업데이트했습니다. CFIA는 해당 제품이 기존 육류 또는 가공육 제품과 유사한 형태를 지니며 기존 육류 또는 가공육 제품으로 오인될 가능성이 없는 한, 식물성 대체식품에 "버거", "소시지" 또는 "육포"와 같은 고기와 유사한 설명 용어를 사용하는 것이 허용된다고 명확히 밝혔습니다.



인도

인도 식품안전기준청(**Food Safety and Standards Authority of India, FSSAI**)은 2022년 비건식품 규정을 확정하여 비동물성 식품 및 식품원료에 대한 규제 체계를 확립했습니다. 이러한 규정에 따라 식물성 대체식품 생산업체는 FSSAI에 자사 제품의 비건 라벨 승인을 신청해야 하며, 일단 승인되면 제품은 정부 지정 로고를 사용해야 합니다. 2023년 1월부터 비건 제품

생산업체는 이러한 규정을 반드시 준수해야 합니다.



남아프리카공화국

2022년, 남아프리카공화국은 식물성 대체식품에 '버거', '너겟' 등 육류 관련 용어를 사용하는 것을 금지한다고 발표했습니다. 그러나 요하네스버그 고등 법원이 식물성 대체식품 제조업체에 2023년 5월까지 제품을 계속 판매할 수 있도록 허용한 유예 판결로 인해 금지 규정이 시행(enforcement)되지 못했습니다. 이 보고서가 작성되는 시점에도 금지 규정이 시행되지 않고 있습니다.

2023년 남아프리카공화국의 식물성 대체식품 라벨링에 대한 또 다른 승리 케이스가 있습니다. 식물성 대체식품 회사인 **Fry Family Foods**는 남아프리카공화국 식품안전청(**Food Safety Agency, FSA**) 및 적색 육류 산업 포럼(**Red Meat Industry Forum**)에 대한 항소에서 승리했습니다. 항소는 2022년부터 진행되어 온 것으로 Fry Family Foods의 제품군 중 6개가 남아프리카공화국의 가공육 관련 규정(육류 관련 용어의 사용금지)을 위반한다고 고소당했기 때문입니다. 이번 승소 이후 2023년 8월, 항소위원회는 농림수산부(**Department of Agriculture, Forestry, and Fisheries**)가 대체육류 제품에 대한 규정을 개발해야 한다고 판결했습니다.



대한민국

2023년 11월, 한국 식품의약품안전처는 식물성 대체식품 표시 기준 및 방법을 규정하는 대체식품의 표시 가이드라인을 발표했습니다. 해당 가이드라인에서는 '소고기', '우유' 등 동물성 식품 명칭의 사용을 제한하고 있습니다. 하지만 식물성 대체식품 라벨에 제품의 특성을 설명하는 단어(예: '불고기' 또는 '햄버거')를 사용하는 것은 허용합니다. 또한 제품을 만드는 데 동물성분 대신 사용된 대체 원료의 이름을 포함하는 것을 허용합니다. 따라서 '식물성 햄버거', '콩으로 만든 불고기' 등의 표시는 허용된다고 발표하였습니다.

미래 전망

장기 전망

전 세계 거주 가능한 토지의 약 절반이 **농업**에 사용되기 때문에, 식량 시스템의 변화는 전체적으로, 집중적으로, 장기간에 걸쳐 반드시 필요합니다.

지금까지 존재하지 않던 분야를 상업적 규모로 확장하는 것은 기념비적인 과제입니다. 이러한 관점을 통해 본다면, 대체단백질 부문은 이미 상당한 진전을 이루었습니다: 식물성 우유, 육류 및 달걀 산업은 2023년 미국 소매 시장에서 각각 **14.5%, 0.9%, 0.4%**를 차지했습니다.

그러나 한 분야가 발전할 때는 항상 순탄한 여정만 있는게 아닙니다. 식물성 육류, 해산물, 달걀 및 유제품 산업이 성장하는 길에는 여전히 장애물이 있습니다. 브랜드 측면에서 식물성 대체식품의 고유한 장점에 대해 소비자에게 지속적으로 알릴 필요가 있으며, 기술적 측면에서는 제품의 맛과 질감을 개선하기 위한 연구를 지속해야 할 것입니다. 더군다나 기업들은 최근 몇 년보다 더 어려워진 민간 투자 환경에서 이러한 노력을 기울여야 할 것입니다. 또한 **스케일업의 어려움, 식물성 육류 원료의 공급망 미비, 라벨링을 둘러싼 지속적인 규제 압박**에 맞서 싸워야 합니다.

저렴하고 접근 가능하며 맛있는 식물성 육류를 만들기 위해서는 기업, 정부 및 투자자의 지속적인 기술 혁신과 투자가 필요합니다. 사람과 지구를 위해 더 건강한 방식으로 소비자가 원하는 제품을 만든다면, 식물성 대체식품 관련 기업은 장기적으로 성장할 수 있을 것입니다. **전 세계 정부**의 지원 정책도 식물성 대체식품 산업계에 매우 중요합니다. 식물성 육류 소비가 급격히

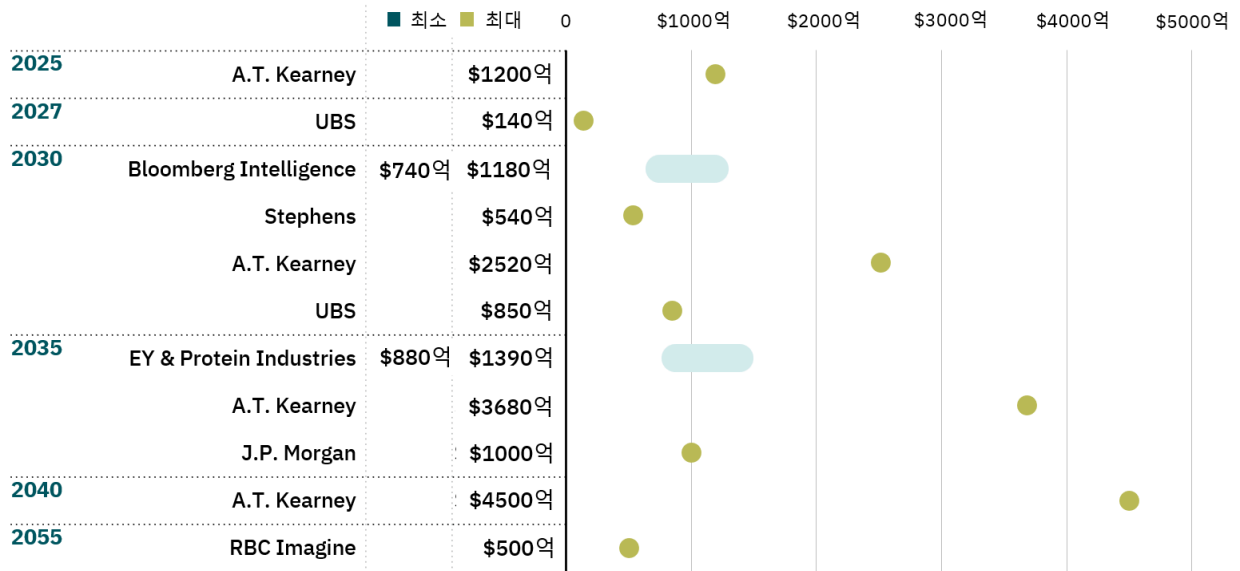
증가한 독일과 같은 국가는 글로벌 식물성 육류 산업이 나아갈 선례를 보여줍니다. 유럽연합 전체적인 차원에서도 모두가 향후 10년 동안 식물성 대체식품의 수요가 증가할 것을 분명히 인지하고 있습니다.

이러한 요소들을 바라보는 동시에 1조 달러 규모의 세계 육류 시장을 고려하면, 식물성 대체식품의 기회는 여전히 무궁무진합니다. 미국 내 식물성 육류 보급률은 여전히 약 **15%**이고 다른 국가들은 이보다 낮습니다. 다르게 말하면 미국에서도, 다른 국가에서도, 산업이 확장할 수 있는 상당한 공간이 있다고 생각할 수 있습니다. 앞으로 몇 년 안에 식물성 대체식품 브랜드는 소비자의 마음을 사로잡을 것이며, 품질이 지금보다 개선되고, 산업계는 자생적인 성장을 이룰 수 있을 것입니다. 이를 위해서는 투자가, **협업**, 그리고 모두의 헌신이 필요합니다. **지구 환경과 글로벌 식품 시스템**이 직면한 과제를 고려할 때, 모두에게 득이 되는 국제적인 목표를 달성하기 위해서도 반드시 필요합니다.

외부에서 바라본 시장 전망

식물성 육류, 해산물, 달걀 및 유제품 시장에 대한 외부의 예측은 컨설팅 회사, 싱크탱크, 연구 기관 등 다양한 주체에 의해 시행되었습니다. 산업계의 잠재적 미래에 대한 추정치는 범위가 매우 다양하지만, 모두 현재의 시장 규모 대비 더욱 견고한 성장을 이룰 것으로 내다 보았습니다. 예측치 중 일부는 몇 년 전에 발표되었기에 더 이상 **2035년**의 예상치를 정확하게 반영한다고 볼 수 없으나, 전체를 아울러 볼 때 2035년의 추정치는 식물성 육류 시장에서만 **880억 ~ 3680억 달러**에 이릅니다. 이는 오늘날 시장 규모의 **14배**에서 **58배**에 달합니다. 2035년 총 대체단백질(식물성, 발효 유래, 배양육) 시장 전망치는 **870억~5,940억 달러**에 이릅니다.

그림 18: 글로벌 식물성 육류 산업 규모의 전망



출처: [A.T. Kearney](#); [UBS](#); [Mintel](#); [Bloomberg Intelligence](#); Stephens, Inc., Research Brief (2021년 3월 18일 발간); [EY & Protein Industries](#); [RBC Imagine](#).