

# 세포배양육 연구개발 산업계 동향

## Recent Developments in Cell-based Meat Industry

한지유<sup>1</sup>, 신재관<sup>2</sup>, 지현근<sup>3,\*</sup> (Jiyou Han<sup>1</sup>, Jaekwan Shin<sup>2</sup>, Hyeon-Gun Jee<sup>3,\*</sup>)

<sup>1</sup>협성대학교 생명과학과, <sup>2</sup>특허법인 더웨이브, <sup>3</sup>주식회사 다나그린

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Hyupsung University, <sup>2</sup>The WAVE IP Law Firm

<sup>3</sup>DaNAgreen Co., Ltd.

### I. 서론

세포배양육은 생명공학 기술로 세포를 배양하여 생산되는 새로운 육류이다. 이에 관한 세계 최초의 언급은 1931년 윈스턴 처칠(Winston Churchill)의 에세이 “Fifty Years Hence”의 한 단락이었다. 약 50여 년이 지난 후 빌럼 반 일럼(Willem van Eelen)은 세포배양육의 개념을 체계화하였다(van Eelen, 1999 특허). 반 일럼의 고향 네덜란드에서는 자연스레 세포배양육 연구를 지원하는 분위기가 형성되었고, 이는 2013년 마크 포스트(Mark Post)의 세계 최초 배양육 시식회로 이어진다(BBC News, Aug 5, 2013). 포스트 교수의 시식회는 현대 생명공학 기술로 세포배양육의 생산이 가능하다는 인식을 사람들에게 심어주었고(proof-of-concept), 이후 세계 곳곳에서 다양한 분야의 연구자들을 세포배양육 연구개발에 뛰어들게 하는 계기가 된다. 그 중 한 명인 조쉬 테트릭(Josh Tetrick)은 2020년 말 세계 최초로 세포배양육의 식품허가를 얻어내고, 싱가포르에서 배양육 치킨을 판매하기에 이른다(CNA Singapore, Dec 21, 2020). 바로 잇저스트(Eat JUST)의 이야기이다. 그리고 불과 몇 달 후인 21년 3월 12일, 이스라엘의 미트테크(Meatech 3D)가 NASDAQ에 상장한다. 세포배양육을 주력으로 하는 회사가 미국 증권시장에서 거래되는 것은 세계 최초의 일이다. 미트테크는 3D 프린팅을 통해 스테이크 등의 고부가가치 배양육을 생산하겠다는 사업계획을 발표했다(Vegconomist, Mar 12, 2021). 하지만 아직까지 세포배양육은 비싸고, 충분히 검증되지 않았으며, 일상에서 쉽게 접할 수 없는 존재이다.

세포배양육 산업의 빠른 성장은 누구나가 예측하는 사실이다. 그렇다면 앞으로는 어떤 방향으로 변화할 것인가? 기존의 축산업에는 어떤 영향이 있을까? 그리고 어떤 새로운 도전의 기회가 있는가? 이러한 부분들에 대해 몇몇 세포배양육 업체의 사례를 살펴보면서 고민해 보았다. 특허 문건이 공개되어 기술 수준을 파악할 수 있었던 세포배양육 회사를 선별하고, 그 중 언론에 노출된 빈도가 높은 곳으로 9곳을 선정하였다. 이 가운데 2곳은 해산물을 다루지만,

\*Corresponding author: Hyeon-Gun Jee  
DaNAgreen Co., Ltd., Seoul 06561, Korea.  
Tel: +82-70-4195-0110  
Email: jay@danagreenbio.com

전체적인 동향의 파악을 위해 분석에 포함시켰다. 본문에서는 이들 회사의 대략적인 이력을 설명하고, 특히 몇 기사를 통해 노출된 기술을 분석한다. 이를 통해 세포배양육 업계의 동향을 파악하고, 미래의 발전 양상에 대해 고찰하고자 한다.

## II. 본론

### 1. 모사미트(Mosa Meat)

2013년에 세계 최초로 세포배양육 시식회를 개최한 네덜란드의 마크 포스트(Mark Post) 교수가 창업한 회사이다. 2000년대 이전부터 이미 네덜란드 정부에서 배양육 연구를 지원했음을 생각하면 세계 최초의 세포배양육이 네덜란드 사람의 손에서 탄생했다는 사실은 전혀 이상한 일이 아니다. 그 수혜를 받아 성장한 포스트 교수의 연구팀 또한 이미 2009년에 실험용 마우스에서 근육위성세포(myosatellite cell)를 분리, 배양접시 내에서 근육을 만들고, 그 결과를 학계에 보고한 바 있다(Boonen 등, 2009). 하지만 세포배양육 시식회를 뒤에서 후원한 것은 미국의 자본이었다. 미국의 세포배양육 씽크탱크인 뉴하비스트(New Harvest)가 미래 식량 문제에 관심을 가지고 있던 구글 창업자 세르게이 브린(Sergey Brin)을 포스트 교수와 연결시켜 주었고, 포스트는 브린의 연구비 지원으로 약 2년간에 걸친 세포배양육 시식 프로젝트를 시작하게 된다.

이후 포스트 교수는 2015년 모사미트를 창업하고, 세포배양육 생산의 기본적인 컨셉을 공개하였다. 가축의 근육조직에서 근육위성세포를 분리하고, 콜라겐 등으로 만든 기둥을 둘러싸도록 배양하면 근육위성세포가 근섬유로 분화하면서 링(ring) 형태를 띠게 되는 개념이다(Mosa Meat Facebook, 2019). 이러한 링을 약 2만 개 정도 모아서 만들었던 것이 시식회 당시의 햄버거 패티였고, 버거 패티 하나에 33만 달러, 즉 300만 달러/kg 정도의 비용이 소요되었다(New York Times, Aug 5, 2013). 모사미트의 2019년 특허를 살펴보면 동일한 링

형태의 근섬유를 다량으로 생산하는 방법에 대해 기술하고 있다(Breemhaar 등, 2019 특허). 따라서 모사미트는 해당 방법을 더욱 발전시켜 배양육의 대량생산을 준비하고 있는 것으로 생각된다. 또한 근육세포 세포주나 유전자 조작된 근육세포에 관한 특허 또는 기사를 내지 않는 것을 보면 지속적으로 축산 농장에서 축우를 공급받는 방식을 택한 것으로 추정된다. 이와 같은 모델을 택하는 세포배양육 업체가 앞으로도 많을 것으로 생각되며, 이 경우 품질관리를 위해 축산 농장과의 지속적인 협업관계가 중요할 것이다. 축우 개체마다의 세포품질 편차가 크기 때문에 대량생산 시 최종산물의 재현성에 문제가 될 수 있는데, 아마도 근육위성세포를 분리하여 사용하는 방식으로 이를 해결하리라 예상된다.

### 2. 멤피스미트(Memphis Meat, 21년 5월에 Upside Foods로 사명 변경)

미네소타대학병원의 심장전문의로 일하던 우마 발레티(Uma Valeti)와 생물학자 니콜라스 제노비스(Nicholas Genovese)가 2015년 창업하였다. 본사는 미국 캘리포니아 버클리에, 창업 초기의 이름은 크레비푸드(Crevi Foods)였다. 근육세포를 보조물질에 고정 후 수백 마이크로미터 두께의 시트(sheet) 형태로 키우는 방식을 핵심기술로 가지고 있다(Leung 등, 2020 특허). YAP1 등의 단백질 발현을 조절하여 세포배양육 시트의 두께를 두껍게 하는 방법도 특허로 가지고 있는 것으로 보아(Genovese 등, 2018 특허), 시트 형태로 세포배양육을 대량 생산하는 방법에 지속적으로 투자할 생각인 것으로 판단된다.

세포 성장에 필수적인 아미노산인 글루타민은 세포배양육의 대량배양에 있어 골치 아픈 존재인데, 배양액 내의 글루타민이 저절로 독성물질인 암모니아로 분해되기 때문이다. 멤피스미트의 특허 중에는 유전자 조작을 통해 세포에 글루타민 합성효소(glutamine synthetase)를 과발현시키는 방법이 있는데(Genovese 등, 2019 특허), 글루타민에 의한 암모니아 농도 상승 문제를 해결하기 위한 방안 중 하나이다. 글루타민 합성효소를 근육

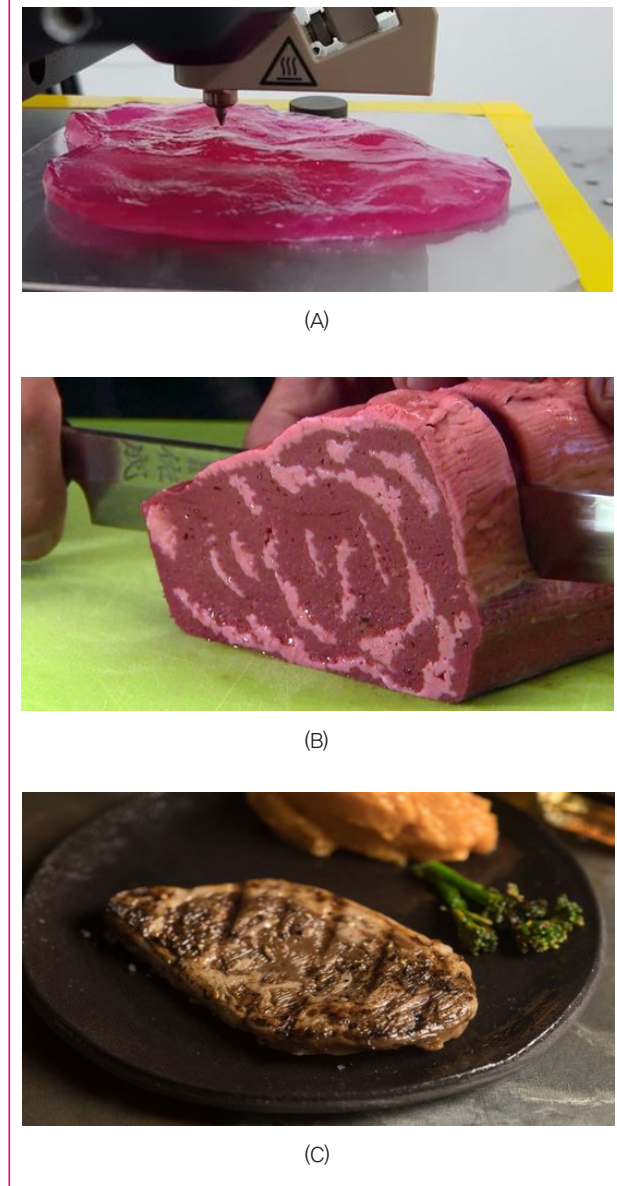
세포에 과발현시키면 배양액에 글루타민을 안 넣거나 적게 넣어도 되고, 분해산물인 암모니아의 농도도 낮아져 근육세포를 더 높은 밀도로 키워낼 수 있다. 해당 특허는 가축의 근육세포를 배양기 내에서 대량으로 배양하기 위한 목적이라고 판단된다. 실제로 뎀피스미트는 파일럿 스케일의 배양시스템을 구축하고 있는 것으로 알려져 있다(Quartz, May 13, 2020). 하지만 특허를 좀 더 살펴보면 불멸화를 위해 유전자가위 기술을 이용, 유전자 조작된 세포를 사용한 것으로 추정된다(Genovese 등, 2017 특허). 위에서 언급한 글루타민 합성효소 과발현 전략도 결국 불멸화된 세포주가 있어야 가능하다. 따라서 적어도 실험실 조건에서는 유전자 조작된 세포주(GMO)를 사용하고 있을 가능성을 배제할 수 없다.

### 3. 미트테크 (Meatech 3D)

2021년 3월 12일 세계 최초로 미국 NASDAQ에 상장한 이스라엘의 세포배양육 회사이다. 이미 이스라엘 증권거래소에는 약 1년 전인 2020년 4월 16일에 상장한 상태였다. 미트테크의 창업자 샤론 피마(Sharon Fima)는 원래 프린터 관련 업계에 있던 사람이며 잉크젯 프린터에 관한 연구경험을 다소 보유하고 있다. 자연스레 3D 프린팅 기술을 접목한 세포배양육 생산을 주력으로 하게 된 듯하다. 세계 최초로 NASDAQ 시장에 오른 세포배양육 회사가 이스라엘 회사라 의아한가? 이스라엘은 국가차원에서 창업을 적극적으로 지원하며, 특히 3D 프린팅 기술이 세계 일류 급이고, 식량안보를 중요하게 여기는 국가로 이미 다수의 세포배양육 스타트업이 세계를 무대로 활약하고 있다.

미트테크는 3D 프린팅 기술을 강조하며 상장에는 성공했지만 경쟁업체에 비해 3D 프린팅 기술이 독보적으로 뛰어난 수준은 아니다(그림 1). 미트테크의 진가는 다른 곳에 있다. 상장 직전 미트테크는 피스오브미트(Peace of Meat)라는 벨기에의 작은 세포배양육 회사를 인수 합병한다(Vegconomist, Dec 9, 2020). 피스오브미트는 식품유래 성분을 이용하여 섬유아세포

그림 1. 3D 프린팅을 이용한 세포배양육의 예시



(A) MeaTech 3D (Ynet News, May 27, 2020), (B) Redefine Meat (Business Insider, Sep 1, 2020), (C) Aleph Farms (Food Ingredients First, Feb 10, 2021), 셋 모두 이스라엘 소재의 업체라는 점도 주목할 만한 사실이다. Redefine Meat은 세포배양육을 다루긴 하지만 식물성 대체육을 주력으로 한다.

(fibroblast) 또는 중간엽줄기세포(mesenchymal stem cell)를 지방으로 교차분화시키는 기술을 가지고 있다. 따라서 배양이 쉬운 섬유아세포 등을 사용, 동물성 지방을 얻고, 이를 식물성 대체육에 섞어 풍미를 향상시키는 전략을 택할 것으로 추정된다. 또다른 이스라엘의 세

포배양육 회사인 퓨처미트(Future Meat Technologies)가 택한 전략과 유사하다. 미트테크의 특허를 살펴보면 제대혈줄기세포(umbilical cord derived msenchymal stem cell)를 세포배양육 생산에 사용한다고 명시되어 있다(Fima 등, 2020 특허).

참고로 미트테크에 합병된 피스오브미트의 임원진을 살펴보면 세포배양육 업계에서 제법 유명한 사람의 이름이 보이는데, 바로 노스캐롤라이나 주립대학의 교수인 폴 모즈디악(Paul Mozdziak)이다. 폴 모즈디악은 뉴하비스트의 지원으로 가금류 세포주를 구축하고, 이를 이용한 세포배양육 연구를 진행한 바 있으며, 잇저스트(Eat JUST)의 세포배양육 프로젝트에도 초기에 관여하였다. 대표적 업적으로는 인위적 조작없이 불멸화된 칠면조 근육세포 세포주 MG-1을 보유하고 있다고 알려져 있는데, 초기에 뉴하비스트 보고서에 언급된 이후 공개되지 않고 있다. 지금은 뉴하비스트 홈페이지에서 노출되지 않는 상태이다.

#### 4. 퓨처미트 (Future Meat Technologies)

예루살렘 헤브루대학(Hebrew University of Jerusalem)의 교수 야코프 나미아스(Yaakov Nahmias)가 2018년 설립한 회사이다. 2019년에 글로벌 식품유통업체인 타이슨푸드로부터 약 150억 원을 투자받으면서 급부상하였다. 원하는 특정조직(예: 근육)에서 유래하지 않은 세포라도 세포 내 신호전달 조정물질을 처리, 원하는 조직과 유사한 형태로 분화시키는 것을 교차분화(transdifferentiation)이라 부르는데, 생명공학 분야에서는 이미 알려져 있는 현상이다(Qin 등, 2017). 퓨처미트는 이러한 교차분화를 이용하여 근육 또는 지방을 체외에서 배양하고자 하는 전략을 가지고 있다. 다만 식품원료로 사용이 가능하려면 생명공학에서 사용하던 화학물질을 그대로 사용할 수 없기 때문에, 배양과정에 사용되는 주요 원료를 식품원료로 대체해야 한다는 제약이 있다. 현재 퓨처미트는 식품원료만을 이용하여 섬유아세포를 지방으로 교차분화시키는데 성공한 것으로 알려져 있

다(The Spoon, Nov 29, 2020). 아직 식품원료만을 이용한 근육 교차분화에는 성공하지 못한 듯하다. 퓨처미트에서 사용하는 세포는 인위적인 조작없이 불멸화된 섬유아세포라는 점이 독창적이다. 관련된 특허를 살펴보면 닭에서 유래한 섬유아세포를 지속적으로 계대배양하면서 일부러 세포의 생존에 불리한 환경을 만들고, 살아남아 변화된 (유전자 서열이 변한) 세포를 선별하는 방법으로 제작한 듯하다(Nahmias, 2018 특허). 불멸화된 섬유아세포는 분열속도가 빠르고 변화없이 지속적으로 분열하므로 대량생산에 유리하다. 동일한 방법이 섬유아세포가 아닌 근육유래의 세포에서도 통한다면 좋겠지만, 쉽지는 않았던 듯하다. 참고로 근육유래 세포주인 피스오브미트의 MG-1은 근육유래 세포가 인위적 조작없이 불멸화되었을 가능성이 있지만, 초기에 보고된 이후 현재는 추가적인 검증연구가 없는 상태이다. 퓨처미트는 대량 생산을 위해 부유배양 방식을, 지방 분화를 위해 올레인산 및 PPAR $\gamma$  활성물질을, 최종 조직화를 위해 식물성 단백질 기반 지지체를 사용하고 있다(Nahmias, 2018 특허). 최근에는 소태아혈청(fetal bovine serum)을 사용하지 않는 상태로 \$66/kg의 생산단가에 도달했다는 발표를 하기도 했다(Green Queen, Feb 4, 2021). 앞으로도 지속적인 생산단가 절감이 가능할 것으로 보인다.

#### 5. 슈퍼미트 (SuperMeat)

이스라엘의 이도 사비르(Ido Savir)가 2015년 창업하였다. 다른 세포배양육 회사와는 달리 인디고고(Indiegogo)라는 펀딩회사를 통해 클라우드펀딩으로 초기자금을 유치하였고, 이후 유럽 최대의 가금류 유통회사인 PHW의 투자를 받으며 성장하였다. 2020년 11월 초 닭고기 배양육 시식을 향시 할 수 있는 레스토랑을 오픈하였다가, 코로나 확산으로 잠시 휴업 후 2021년 4월에 재개장하였다. 레스토랑의 한 쪽을 유리벽으로 제작하여 유리 너머로 배양육이 생산되는 과정을 지켜보며 식사를 할 수 있어 인상적이다. 슈퍼미트에서 공개한 자료를 보면 대략 1,000리터 급의 배양기를 운영하고 있는

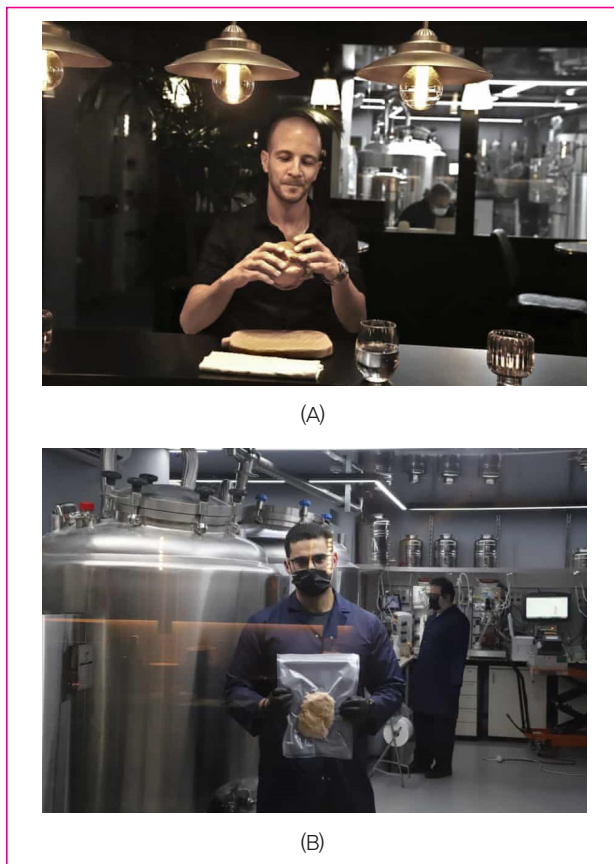
것으로 보인다(The Guardian, Dec 4, 2020).

수퍼미트의 특허를 살펴보면 근섬유를 형성시키지 않고 분화하지 않은 세포 그대로를 식품원료로 사용한다고 명시되어 있다. 따라서 수퍼미트의 시식용 제품은 식물성 대체육에 동물성 세포가 혼합된 하이브리드 세포배양육이며, 이때 동물성 세포의 혼입률은 30%를 넘지 않는다고 한다. 닭의 배아줄기세포주를 스타터세포로 사용하는 특허를 보유하고 있으나(Savir 등, 2018 특허) 현재는 퓨처미트와 유사한 방식으로 유전자 조작없이 불멸화된 세포주를 사용하고 있다고 한다(비공개자료).

## 6. 알레프팜스 (Aleph Farms)

이스라엘 테크니온 공대의 술라미트 레벤버그(Schulamit

그림 2. 수퍼미트에서 운영하는 배양육 치킨 시식용 식당의 전경



(A) 시식코너에서 배양육 치킨버거를 들고 있는 수퍼미트 창업자 이도 사비르와 유리벽 너머의 배양육 제조공간. (B) 배양육 제조공간의 배양기 사진. (출처: The Guardian, Dec 4, 2020)

Levenberg) 교수가 2017년 창업하고, 거대 식품유통회사 카길(Cargill) 등의 투자를 받아 성장하였다. 2020년 3월에 네이처의 식품관련 자매지인 네이처 푸드(Nature Food)가 창간되었는데, 이 창간호에 투고한 논문을 통해 특허로 등록해둔 핵심기술을 상당부분 공개하였다. 특히 인상적인 부분은 콩으로부터 기름을 짜고 남은 물질인 대두박(textured soy protein)을 근육세포의 지지체로 사용할 수 있음을 보인 것이다. 저렴한 식품원료인 대두박에 실제 소에서 채취한 근육세포를 배양하여 세포배양육을 만들고, 시식까지 하는 과정을 논문에 담았다. 종종 동물세포가 성장하면서 지지체가 부스러지는 경우가 있는데, 축우 유래 다양한 세포를 섞어 배양하면서 지지체가 부스러지지 않는 조건도 제시하였다. 그리고 3차원적 성장이 일어나는 지지체 내에서 최초로 근섬유의 분화를 보였다는 점에서 높은 평가를 받고 있다. 다만 대두박에는 세포가 잘 부착하지 않아 fibrin gel을 추가로 사용하여 세포를 배양해야 한다는 한계점이 드러나기도 했다(Ben-Ayre 등, 2020).

위에서 언급한 논문 및 관련특허를 보면 알레프팜스는 축우에서 채취하는 근육조직을 일차배양(primary culture)하여 세포배양육의 스타터세포로 사용하여 왔다. 하지만 최근에는 만능줄기세포(배아줄기세포; embryonic stem cell 또는 유도만능줄기세포; induced pluripotent stem cell)의 사용도 염두에 두고 있는 듯하다(Lavon 등, 2020 특허).

## 7. 잇저스트 (Eat JUST)

잇저스트는 2011년에 창업한 회사로 미국 샌프란시스코에 본사가 있다. 2016년에는 식물성 대체육(달걀과 마요네즈)를 생산하는 회사로서 이미 유니콘(자산가치 1조원 이상)의 반열에 오른 상태였는데, 이 무렵 제이크 프로젝트(Jake project)라는 세포배양육 생산 프로젝트를 시작하며, 세포배양육 관련 기술도 보유한 기업이 된다. 잇저스트는 닭고기 배양육을 주력으로 한다. 2020년 12월 싱가포르의 SFA(Singapore Food Agency)로

부터 세계 최초로 세포배양육의 식품허가를 받은 3개의 회사 중 하나가 되었고, 그 이후 유일하게 실제 판매까지 행보를 이어간다. 언론을 통해 언급한 내용을 보면 불멸화된 세포를 부유배양시키고, 근섬유로의 분화없이 식용하는 것으로 생각된다. 특허를 살펴보면 유전자 조작을 통해 불멸화된 섬유아세포 및 유전자 조작없이 저절로 불멸화된 섬유아세포 모두에 대하여 언급하고 있다(Mullen 등, 2020 특허). 실제 배양육의 생산은 수퍼미트, 퓨처미트와 유사하게 GMO가 아닌 세포를 사용하고 있는 것으로 추정된다.

## 8. 쉬오크미트 (Shiok Meats)

2018년 싱가포르에서 산드야 스리람(Sandhya Sri-ram)과 카이 링(Ka Yi Ling)이 창업한 갑각류 세포배양육 제조 스타트업이다. 2020년 말 잇저스트와 함께 새우 덩섬을 식품으로 허가받았다. 축산동물 유래 배양육과 비교하여 비용에 초점을 맞추기보다는 깨끗한 환경에서 배양되었다는 점을 강조하는데, 동남아시아에서 소비되는 새우 또는 갑각류의 오염 문제가 심한 편이기 때문이라고 한다(Unreasonable homepage, accessed Apr 15, 2021). 복수의 국내 회사도 쉬오크미트에 투자한 것으로 파악된다(비공개자료).

쉬오크미트의 특허에 유전자 조작을 통한 세포 불멸화가 언급되는 것으로 보아, GMO 세포주를 적어도 실험 단계에서는 사용하고 있을 가능성이 있다. 대량생산은 부유배양 방식으로 시행하고 있으며, 지지체를 사용한다는 언급은 없다(Sriram 등, 2020 특허).

## 9. 와일드타입 (WildType)

미국 샌프란시스코에 본사가 있고 2016년 설립되었다. 연어 배양육을 만들어 초밥 등의 제품을 출시하는 것을 목표로 한다. 초밥을 선택한 이유는 비싼 값을 받을 수 있기 때문이기도 하지만, 현재 와일드타입의 기술 수준으로는 물이 끓는 온도에서 연어 배양육의 형태가

망가지기 때문이기도 하다(Veg News, Jun 19, 2019).

특허를 살펴보면 물고기의 알에서 스타터세포를 얻는다는 언급이 있고, 유전자 조작을 시행하여 체외에서의 수명을 늘리며, electrospinning 방식으로 제작한 지지체를 사용하는 듯하다(Elfenbein 등, 2020 특허).

## III. 결론

세포배양육의 산업계 동향을 주요 업체인 모사미트, 멤피스미트, 미트테크, 퓨처미트, 수퍼미트, 알레프팜스, 잇저스트, 쉬오크미트 및 와일드타입에 대해 기사 및 특허를 중심으로 살펴보고 파악하고자 하였다. 기존의 축산업에 가장 큰 영향을 주는 부분은 세포배양육의 원료가 되는 세포의 획득 방법이라 판단된다. 배양 과정에서 인위적 조작없이 불멸화되어 GMO 이슈로부터 자유로운 세포주를 이용하는 회사로는 퓨처미트가 있고, 미트테크, 수퍼미트, 잇저스트도 유사한 방법을 택할 가능성이 보인다. 유전자 조작된 세포주에 관한 특허를 보유한 회사로는 멤피스미트, 쉬오크미트, 와일드타입 등이 있다. 물론 실제로 상품을 출시할 때는 GMO 이슈를 피해 다른 방식으로 세포를 배양하리라 생각한다. 모사미트, 알레프팜스 등은 세포배양육 생산을 위해 매년 세포를 살아있는 동물에서 채취하게 될 가능성이 있다. 이러한 방식으로 얻은 세포를 회사 자체의 노하우로 분리 배양 후 대량으로 증식시켜 세포배양육을 만들게 될 것이며, 기술적 진입 장벽이 낮기 때문에 다수의 후발주자들이 따르게 될 가능성이 크다.

세포를 매년 가축에서 획득하든, 또는 인위적 조작 없이 불멸화된 세포주를 사용하든 우량한 품질의 가축을 보유한 곳이 유리한 상황이다. 즉, 세포배양육 업계는 기존의 축산업과 공존해야만 상호발전이 가능한 상태에 놓여있다고 판단된다. 좋은 종자를 확보하여 곡물의 생산량을 끌어올리듯, 좋은 세포(주)를 확보하여 세포배양육의 품질을 향상시킬 수 있다. 따라서 미래에는 좋은 세포(주)에 대한 경쟁이 심해질 가능성이 존재한다. 일례로 잇저스트는 일본의 와규 품종 확보를 위해 토리아

마 농장과 지속적 공급에 관한 제휴관계를 맺기도 하였다(Veg News, Dec 11, 2018). 추후 한우, 한돈, 토종닭 등에 대해서도 비슷한 협력관계가 구축될 가능성이 있다.

세포배양육 산업이 성장이 기존의 축산업을 빠른 속도로 잠식할 것이라는 미래예측도 있지만(Food Navigator, Sep 17, 2019), 이는 매우 과격한 편에 속한다. 전반적인 업계의 예측은 전통적인 방식의 축산물과 새로이 등장하게 될 세포배양육 방식의 축산물이 공존하게 된다는 쪽이다(Tabledebates, 17 Jun, 2019). 세포배양육이 전통 축산물의 품질을 뛰어넘는 것은 요원한 일이다. 하지만 인구가 증가하며 전통 축산물은 생산단가가 상승, 따라서 자연스레 고가의 프리미엄 시장을 장악하리라 생각된다. 반대로 세포배양육 축산물은 기술발전이 이은 생산단가의 하락으로 다짐육 등 하위 시장을 차지하게 될 가능성이 크다고 보고 있다. 기존산업과의 공존을 위해서는 전통적인 축산업계가 새로운 형태의 축산업으로 자연스레 전환 또는 확장될 수 있도록 유도할 필요가 있다. 초기에는 세포배양육 연구개발을 반대하던 카길이나 타이슨푸드는 오히려 이를 주도하는 입장으로 바꾸면

서 축산업에서의 헤게모니를 유지하게 되었다. 국내의 경우 관(官)의 역할이 크기 때문에, 축산업 자본을 세포배양육 업계에 손쉽게 투자할 수 있게 세금 혜택을 부여하거나 관련 규제를 완화해주는 정책 등을 고려할 만하다. 신산업의 발전은 민간이 주도하지만 구산업과의 공존은 민간이 할 수 없는 부분이기 때문이다.

세포배양육 업계의 전반적인 기술발전 양상을 살펴본 것일 때, 세포배양육의 기술발전은 기존 축산물의 품질을 뛰어넘는 방향보다는 저비용으로 대량생산하기 위한 방향으로 진화하고 있다고 판단된다. 앞으로 늘어날 인구를 먹여살리기 위해 기존 축산업과의 상호작용이 필요한 부분이 존재한다. 미래를 미리 예측하고 선제적으로 준비할 필요가 있다.

## 사사

본 결과물은 산업통상자원부 알키미스트프로젝트(아티피셜 에코푸드, 20012455)의 신규지원을 받아 수행되었다.

## 참고문헌

1. BBC News. Aug 5, 2013. <https://www.bbc.com/news/science-environment-23576143>
2. Ben-Arye T, Shandalov Y, Ben-Shaul S, Landau S, Zagury Y, Ianovici I, Lavon N, Levenberg S. 2020. Textured soy protein scaffolds enable the generation of three-dimensional bovine skeletal muscle tissue for cell-based meat. 1:210–220.
3. Boonen K, Rosaria-Chak K, Baaijens F, van der Schaft D, Post M. 2009. Essential environmental cues from the satellite cell niche: optimizing proliferation and differentiation. Am J Physiol Cell Physiol 296(6):C1338-45.
4. Breemhaar J, Post M. WO2019211189A1. Apparatus and process for production of tissue from cells. Application PCT/EP2019/060744.
5. Business Insider. Sep 1, 2020. [www.businessinsider.com/3d-printed-steak-redefine-meat-alternative-meat-2020-8](http://www.businessinsider.com/3d-printed-steak-redefine-meat-alternative-meat-2020-8)

6. CNA Singapore. Dec 21, 2020. <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/lab-grown-chicken-nuggets-1880-eat-just-price-customers-13817016>
7. Elfenbein A, Kolbeck J, Larson B. WO2020123876A1. Synthetic food compositions. Application PCT/US2019/066089.
8. Fima S, Gal I. WO2021007359A1. Cultured edible meat fabrication using bio-printing. Application PCT/US2020/041265.
9. Food Ingredients First. Feb 10, 2021. [www.foodingredientsfirst.com/news/3d-meat-printing-aleph-farms-unveils-thicker-cut-cultivated-ribeye-steak.html](http://www.foodingredientsfirst.com/news/3d-meat-printing-aleph-farms-unveils-thicker-cut-cultivated-ribeye-steak.html)
10. Food Navigator. Sep 17, 2019. <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2019/09/17/By-2030-the-US-dairy-and-cattle-industry-will-have-collapsed-predicts-RethinkX#>
11. Genovese N, Desmet D, Schulze E. WO2017124100A1. Methods for extending the replicative capacity of somatic cells during an ex vivo cultivation process. Application PCT/US2017/013782.
12. Genovese N, Firpo M, Dambournet D. WO2018208628A1. Compositions and methods for increasing the culture density of a cellular biomass within a cultivation infrastructure. Application PCT/US2018/031276.
13. Genovese N, Schulze E, Desmet D. WO2019014652A1. Compositions and methods for increasing the efficiency of cell cultures used for food production. Application PCT/US2018/042187.
14. Green Queen, Feb 4, 2021. <https://www.greenqueen.com.hk/israeli-cell-based-startup-raises-us26-7m-lowers-cultured-chicken-cost-to-us7-5-per-serve/>
15. Lavon N, Toubia D, Bodanovsky A. WO2020230138A1. Pluripotent cell aggregates and use thereof. Application PCT/IL2020/050528.
16. Leung M, Godbole A, Engelmayr G, Genovese N, Valeti U, Carswell K. WO2020243324A1. Apparatuses and methods for preparing a comestible meat product. Application PCT/US2020/034949.
17. Mosa Meat Facebook. 2019. <https://www.facebook.com/594736510729859/videos/347111479332205>.
18. Mullen N, Park N, Jones C, Bowman T, Bignone P, Espirito V, Kambama P, Haquelfeanyi A, Amadi M. WO2020252388A1. *In vitro* avian food product. Application PCT/US2020/037596.
19. Nahmias Y., WO2018011805A9, Systems and methods for growing cells in vitro. Application PCT/IL2017/050790.
20. New York Times. Aug 5, 2013. A Lab-Grown Burger Gets a Taste Test. <https://www.nytimes.com/2013/08/06/science/a-lab-grown-burger-gets-a-taste-test.html>
21. Qin H, Zhao A, Fu X. 2017. Small molecules for reprogramming and transdifferentiation. *Cell Mol Life Sci* 74(19):3553-3575.
22. Quartz. May 13, 2020. <https://qz.com/1856344/cultured-meat-startups-want-to-fix-the-broken-meat-supply-chain/>
23. Savir I, Friedman S, Barak K. WO2018189738A1. Cultured meat-containing hybrid food. Application PCT/IL2018/050398.
24. Sriram S, Ling K. O2020149791A1. Isolation and cultivation of muscle and fat cells from crustaceans. Application PCT/SG2020/050016.



25. Tabledebates. 17 Jun, 2019. <https://www.tabledebates.org/research-library/how-will-cultured-meat-disrupt-food-industry>
26. The Guardian, Dec 4, 2020. <https://www.theguardian.com/food/2020/dec/04/no-kill-lab-grown-chicken-burger-restaurant-israel>
27. The Spoon, Nov 29, 2020. <https://thespoon.tech/future-meat-is-cutting-costs-on-mass-production-with-an-unlikely-cellular-approach/>
28. Unreasonable homepage. Accessed Apr 15, 2021. <https://unreasonablegroup.com/companies/shiok-meats/>
29. van Eelen W, van Kooten W, Westerhof W. WO9931222A1. Industrial scale production of meat from *in vitro* cell cultures. Application PCT/NL1997/000710.
30. Veg News. Dec 11, 2018. <https://vegnews.com/2018/12/just-strikes-historic-deal-with-japanese-cattle-ranchers-to-make-slaughter-free-wagyu-beef>
31. Vegconomist. Dec 9, 2020. <https://vegconomist.com/science/meat-tech-3d-producer-of-3d-printed-meat-fully-acquires-peace-of-meat/>
32. Vegconomist. Mar 12, 2021. <https://vegconomist.com/trade/meatech-announces-25-million-us-initial-public-offering-approval-for-nasdaq-listing/>
33. Veg News. Jun 19, 2019. <https://vegnews.com/2019/6/san-francisco-startup-unveils-lab-grown-salmon>
34. Ynet News. May 27, 2020. [www.ynetnews.com/business/article/SyUVacosL](http://www.ynetnews.com/business/article/SyUVacosL)