

국제곡물 수급 관점에서 본 식육대체식품시장 확대¹⁾

– 미국 시장을 중심으로 –

허 덕(세계곡물시장동향 편집인)*

1. 머리말

가축은 사료를 먹고 자란다. 소의 경우 조사료(粗飼料, 풀사료)와 농후사료(濃厚飼料, 주로 배합사료)를 먹고 자라지만, 돼지나 닭, 오리 등 다른 가축들은 농후사료가 먹이다. 소나 돼지, 닭, 오리 등 가축이 먹고 자라는 농후사료의 대부분은 곡물이다. 즉, 가축 수이 변화는 곡물의 수요에 영향을 미친다는 의미이다. 일반적으로 개도국에서는 환금성도 좋고 소득도 상대적으로 높아 축산이 늘어나는 추세이지만, 선진국에서는 환경과 질병에 의한 부담 등으로 줄거나 유지되는 추세이다.

곡물의 수요는 가축의 사료로서의 수요도 있지만, 사람을 위해 식용으로의 수요도 크다. 식용 수요는 인구의 증감에 따라 크게 변화한다. 지금까지 인구는 지속적으로 증가하고 있다. 물론 많은 선진국들에서는 인구가 감소 경향에 있지만, 개발도상국의 대부분은 인구가 증가하고 있다. 종합적으로 본다면, 세계 인구는 증가 경향에 있다.

UN은 2050년에 세계 인구가 97억 명을 돌파할 것으로 예상하고 있다. 아울러, 지방의 도시화, 소득 증가 등에 따라 세계적인 식육 소비량도 계속 증가할 것으로 보고 있다²⁾. 한편, 축산분야에서도 지속 가능성이라는 개념이 커다란 테마로 다루

* huhduk@krei.re.kr

- 1) 이 글은 일본농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹이 작성한 '米国における食肉代替食品市場の現状', 畜産の情報 2019년 10월호, ALIC의 내용을 주로 참고하여, 세계곡물 수급과 가격의 관점에서 재해석하여 작성된 것임.
- 2) 2050년까지 매년 인구 증가율은 0.6%로 전망되지만 육류 소비 증가율은 그보다 큰 1.3%로 전망되어 향후 육류에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상하고 있음(Alexandratos, Nikos, and Jelle Bruinsma. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. 12(3). FAO, Rome: ESA Working paper). 그러나 단백질 수요 증가를 전통적인 축산물 생산방식으로 감당하기에는 한계가 있으며, 부족한 단백질 수요의 일부를 대체 축산물로 전환할 필요가 있음(이정민, 김용렬, 대체

어지고 있다. 세계 인구가 증가함에 따라 축산물 생산량을 비례적으로 증가시킬 필요가 있지만, 축산 농가들은 지속 가능성 관점에서 환경부하를 억제하면서 생산 효율을 높여야 하는 어려운 과제에 직면해 있다. 때문에, 유전자 재조합 작물이나 유전자 편집 등 바이오 테크놀로지를 전폭적으로 활용하여 생산성을 높이려는 움직임이 활발해지고 있다.

이러한 상황에서 지속가능성, 환경부담 경감, 식량증산 등의 과제를 해결하는 수단으로 '식육대체식품'이 대두되고 있다. 또한, 소매점 및 외식산업은 계속 변화하는 소비자의 기호를 만족시키는 신제품을 찾고 있으며, 수요에 따라서는 점포에서 취급하는 식육 대체식품의 취급량도 증가할 가능성이 있다.

이 글은 대체 축산물 개발 현황을 살펴보면서, 위와 같은 관점에서 세계 곡물 수급 및 가격 변동에 어떠한 영향을 미칠지에 대해 예상하여 보는 데 목적을 두고 이루어졌다. 이에 먼저, 미국을 중심으로 하여 최근 확대 경향에 있는 식육 대체식품 시장에 대해 현황을 살펴본다. 식육대체식품을 포함한 대체축산물의 확대가 기존 축산의 크기를 대체할 것이라는 점은 두말할 필요도 없다. 이러한 의미에서, 다음으로 대체축산물 시장 확대에 의해 곡물 수요의 일부를 차지하는 사료로서의 수요가 어떻게 변할 것인가를 예상해 보고자 한다. 나아가 대체 축산물 개발의 선두인 미국에 이어 어떤 나라들로 순차적으로 대체축산물의 확대가 이루어질 것인가? 또한 대체 축산물 개발과 시장 확대가 곡물의 수요에 어떠한 영향을 미칠 것인가? 예까지 고려를 확대해 보고자 한다. 아울러, 어느 국가(그룹)에서 대체 축산물 확대가 이루어지는 경우, 곡물 공급에 미치는 영향도 국가별로 다를 수 있다는 점도 고려해 보아야 할 것이다.

2. 식육 대체 식품과 시장의 개요

식육 대체식품을 크게 나누어 보면, ① 식물 유래 식육식품(Plant-Based Meat. 이하 PBM.), ② 세포 배양육, ③ 대체 단백질 제품 등 3가지 종류로 대별된다. 이후에는 순차적으로 이들 식육 대체식품 기술에 대해 개괄적으로 살펴본다.

(1) 식물 유래 식육 식품(PBM)

식물 유래 원료를 이용하여 식육을 본뜬 식품을 제조하는 기술은 이전부터 존재하였다. 하지만, 이전에는 풍미나 식감이 식육과는 거리가 먼 상품이 주류였다. 그러나, 최근에는 외형부터 맛까지 식육에 가까운 상품도 개발되어 판매되고 있다. 이러한 식물 유래 상품에는 다양한 원료가 사용되고 있다. 대표적으로 버섯, 퀴노아³⁾, 렌틸콩⁴⁾, 콩, 쌀, 당근, 호박, 곡류 등이 꼽힌다. 이들 원료에 각종 양념을 함으로써, 외형과 풍미가 식육에 거의 가깝다. 게다가, 식감도 식육에 가깝도록 식물성 단백질을 동물성 단백질의 구조로 가공하는 사례도 보이며, 이러한 상품은 햄버거 패티나 소시지 형상으로 성형되어 판매되는 케이스도 많다. 현재 미국의 대표적인 PBM업체로는 아래 기업을 꼽는다(표 1).

표 1. 미국의 대표적인 PBM 메이커

기업 명	브랜드
비온드미트 사(社)	BEYOND BERGER
켈로그 사(社)	Morning Star Farms
임파서블푸즈 사(社)	IMPOSSIBLE BURGER

자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC

예전에는 고기 이외의 식품업체에 의해 PBM 제조 기업에 대한 투자와 인수가 적극적으로 이루어졌다. 예를 들면, 1999년에는 모닝스타팜즈 사(社)를 그리고 2007년에는 가든버거 사(社)를 켈로그 사(社)가 인수하였다. 2000년에는 보카버거 사(社)를 크래프트 사(社)가 인수하였으며, 2017년에는 네슬레 사(社)가 스위트어스 사(社)를 인수하고 대체육 햄버거 ‘어썸버거(Awesome Burger)’ 판매계획을 발표하였다.

3) quinoa, 고대 잉카문명 시절부터 재배된 고단백·고영양 식품으로, 남아메리카 안데스산맥 지역에서 주로 생산되는 명아쭈과 작물의 잡곡. 지름 2밀리 정도의 종자로 식용으로 함(네이버 지식백과).

4) lentils 또는 lentil bean, 렌틸콩(lentils)은 납작하고 긴 꼬투리 안에 볼록렌즈 모양의 씨앗이 2개씩 들어있는 일년생 콩과 식물로, '렌즈콩'이라고도 불림. 중앙아시아·유럽·북아메리카 지역에서 주로 섭취하는 콩의 한 종류로, 고대 그리스와 이집트 문명 때부터 주요한 식량으로 재배되었으며, 건조하고 척박한 토양에서도 재배가 용이하고, 서늘한 곳에서는 1년 정도 실온 보관이 가능할 만큼 수확 및 보관이 편리하다는 장점이 있음. 주요 산지는 인도, 파키스탄, 이집트, 지중해 연안의 남부 유럽에서 스페인, 모로코 등 대서양 해안까지 널리 분포되어 있음(네이버 지식백과).

시장확대와 더불어 식육기업도 PBM시장에 관여하기 시작하였다. 2016년에는 미국의 대형 정육업체인 타이슨푸드 사(社)가 비온드미트 사(社)에 투자하였으며, 2017년에는 캐나다의 대형 돼지고기 가공제조업체인 메이플리프푸드 사(社)가 라이트라이프 사(社)를 인수하였다. 또한, 타이슨푸드 사(社)는 2019년 6월에 독자적인 식물 유래 상품 브랜드인 『Raised&Rooted』를 만드는 등, PBM시장에 직접적이고 본격적으로 참가하고 있다.

<사진 1>과 <사진 2>와 같이, 비온드미트 사(社) 등의 상품은 이미 소매 수준에서 적극적으로 전개하고 있지만, 최근에는 외식산업에서도 이런 상품을 취급하는 기회가 두드러진다. 또한 <사진 3>과 같이 미국 대형 햄버거 체인인 버거킹 사(社)는 일부 지역에서 2019년 4월부터 임파서블버거(IMPOSSIBLE BURGER)를 이용한 『임파서블와퍼』를 시험 판매하기 시작하여, 예상을 웃도는 판매 수량을 보였다. 이러한 점에서 이 회사는 8월 초부터 전국의 점포에서 이 상품을 판매하고 있다. 또한 대형 도넛체인인 던킨 사(社)가 7월 이후 비온드소시지(BEYOND SAUSAGE)를 사용한 샌드위치를 판매하기 시작하였다. 현재는 다양한 외식업체에서 판매가 이루어지고 있으며, PBM은 미국에서 점점 친근한 존재로 받아들여지고 있다(대체 계란 및 우유에 대해서는 부록 1 참조)⁵⁾.

식물 유래 식품협회(PBFA)에 따르면, 북미 지역은 세계의 식육 대체식품 시장의 31%를 차지하는 시장이며, 이 시장 규모는 2020년까지 4%의 연평균 성장률(CAGR⁶⁾, Compound Annual Growth Rate)로 성장할 것으로 예상하고 있다. 또한, 세계 최대 시장은 41%를 차지하는 유럽인데, 이 지역의 2020년까지 CAGR은

5) 우리나라의 기업들도 대체육류시장에 진출하고 있음. 롯데푸드는 통밀에서 순식물성 단백질만 추출하여 고기의 근섬유를 재현한 식물성 고기를 선보였으며, 6개월 만에 1만 5천 팩이 판매되었으며, 2019년 10월 현재까지 4만여 개를 팔았다고 함(출처: 국민일보 2019년 11월 4일자 인터넷판 보도, '비건 음식점 대체 어디야?...가정 간편식(HMR), 채식주의자 달랜다'(http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0013892629&code=61141111&cp=nv). 롯데리아도 대체육을 사용한 리아 미라클 버거를 시범 판매하고 있고, CJ제일제당도 관련 시장 진출을 앞두고 있음(출처: 파이낸셜뉴스 2019년 11월 6일자, '콩으로 만든 북한 '인조고기', 글로벌 대체육시장 나올까, http://www.fnnews.com/news/201911071838305360). 이 외에도 샘플식품에서는 식물성고기 제조 기술을 확보하고 자체브랜드 출시를 준비 중에 있으며, 바이오제네틱스 사는 식물성 고기 제조 핵심기술을 개발 중이며 상업화를 추진하고 있음. 동원F&B는 미국 비온드미트 제품을 수입하여 판매하고 있음(출처: 머니투데이, 2019년 10월 14일자, '계속되는 돼지열병에...식물성고기 관련주 뜬다', https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2019101411250731529).

6) CAGR은 중간 년도별 증가율 등을 고려치 않고서 첫째 지표에서 마지막 년도 지표 만을 가지고 해당 년도 기간 동안의 연평균 증가율을 구할 때 사용하는 개념임. 처음 년도에 A라는 지표에서 n년 후 B라는 지표가 나온 경우, CAGR이 r%라고 한다면, $A(1 + r/100)^n = B$ 라는 수식에서 CAGR(r)을 구할 수 있음(네이버 지식백과).

약 6.3%로 예상된다. 한편, 아시아 태평양 지역 시장은 유럽과 미국보다 시장 규모는 작지만 2020년까지 CAGR은 10.5%로 예상되면서 급성장 시장으로 보고 있다⁷⁾.

7) 대체 육류시장 전망치는 조사 기관에 따라 서로 다름. 글로벌 컨설팅 업체 AT커니(AT Kearney)는 보고서를 통해 '2040년에는 전 세계에서 소비되는 육류의 60%는 대체육일 것'이라고 전망했으며(출처: 헤럴드경제 2019년 11월 4일자 인터넷 보도, 美 대체육류 시장 급성장...가짜가 진짜를 넘다'(http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20191104000625), 유료모니터에 따르면, 2013년 세계 대체육류시장 규모는 137억 3,000만 달러에서 2018년 186억 9,000만 달러까지 성장할 것이며, 뉴욕타임스에 따르면, 전문가들은 2030년 쯤 되면 인공고기 시장규모가 850억 달러(약 100조 원) 규모로 성장할 것으로 보고 있음(출처: ChosunBiz 2019년 10월 17일 인터넷판 보도, https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/10/17/2019101701809.html). 한편, 미국의 시장조사 전문기관인 얼라이드마켓 리서치(Allied Market Research) 사(社)는 2017년 기준 전세계 고기 대체식 시장규모는 42억 달러(약 5조 200억 원)이며, 2025년 75억 달러(약 9조 원)까지 성장할 것으로 전망함(출처: 주간동아 2019년 9월 20일자, '고기 맛 나는 '대체육'어느새 육류 자리 파고들어', https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=25499404&memberNo=39087579&vType=VERTICAL). 대체육류 시장을 전망한 또 다른 자료로 호주 MLA는 전 세계 인구 증가 예상치에 기반하여 2000년부터 오는 2050년 사이 육류 일반에 대한 수요는 두 배 이상 증가할 것으로 예측하였으며(출처: Bio-Technology Korean, '도축없이 고기 얻는 '배양육', 미래 먹거리 시장의 새로운 트렌드 는?', 2018년 6월14일 보도, http://research-paper.co.kr/news/view/47960), 영국의 버클레이(Barclays) 은행은 인공육이 앞으로 10년 안에 세계 육류 시장의 10%를 차지할 것이라고 예측하였음(출처: KBS뉴스 2019.10.28.자 보도, '인공육, 진짜 고기 대체할 수 있을까?'(http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4311562&ref=A). 또한, 뉴욕타임스에 따르면, 현재(2019년) 전 세계 20여조 원 규모의 이 시장은 2030년경에는 약 100조 원까지 커질 것으로 전문가들은 내다보고 있음(출처: 파이낸셜뉴스 2019년 11월 6일자, '콩으로 만든 북한 '인조고기', 글로벌 대체육시장 나올까.', http://www.fnnews.com/news/201911071838305360). 한편, 시장조사업체 유로모니터는 지난해(2018년) 미국 식물성 고기 시장이 14억 4,000만 달러(약 1조 7,000억 원) 규모로 지난 5년간 연평균 15% 이상 성장했다고 분석했으며, 앞으로 5년 동안도 10% 이상씩 성장할 것으로 전망했음(출처: 머니투데이, 2019년 10월 14일자, '계속되는 돼지열병에...식물성고기 관련주 뜬다', https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2019101411250731529).

사진 1. 소매점에 진열된 다양한 PBM 제품



주: 위 사진은 썸 후르츠 유래 PBM 상품, 아래 사진은 닭고기와 돼지고기를 모방한 PBM 상품
 자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC

사진 2. 비욘드미트 사(社)의 식물 유래 햄버거 패티 및 소시지



자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC

사진 3. 패스트푸드점에서 판매되고 있는 PBM 상품 사례 1



주: 왼쪽 사진은 와퍼, 오른쪽 사진은 임파서블와퍼

자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 『畜産の情報』, 2019년 10월호, ALIC

사진 4. 패스트푸드점에서 판매되고 있는 PBM 상품 사례 2
(비온드 소시지를 사용한 샌드위치)



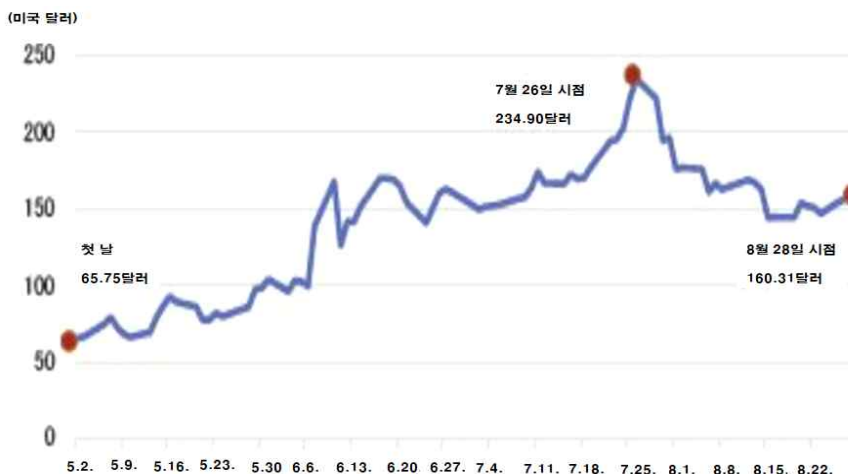
자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 『畜産の情報』, 2019년 10월호, ALIC

이런 상황에서 비온드미트 사(社)는 2019년 5월 2일 나스닥(NASDAQ)에 상장하였다. 식물 유래 식품기업 단독으로는 처음 상장한 것으로, 신규 주식 공개 가격인 25달러(3만 원⁸⁾)를 크게 웃도는 65.75달러(7만 8,900원)로 첫날 장을 마쳤다. 이 회사는 적자 체질이라는 점이 지적되고 있지만 그런 우려를 넘는 장래성이

8) 환율은 1달러=1,200원(2018년 10월 14일 기준 환율 1,200원)을 적용하였음.) 이하 같음.

평가되어, 그 후에도 주가가 상승하면서 2019년 7월 26일에는 234.90달러(28만 1,880원)이었다. 8월 들어 160달러 안팎을 넘나들고 있지만, 그래도 신규 주식 공개 가격을 훨씬 상회하고 있어 PBM의 기대치가 높음을 엿볼 수 있다(그림 1). 비욘드미트 사(社)의 매출액은 2017년 3,258만 달러(약 386억 원)에서 2018년 8,739만 달러(약 1,036억 원)로 급성장하였다⁹⁾.

그림 1. 비욘드미트 사(社)의 NASDAQ 주가



자료: NASDAQ 자료를 기준으로 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹 작성, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

이처럼 식물 유래 식육제품은 이미 시중에 판매¹⁰⁾가 되고 있으며, 급속하게 판매량 확대가 이루어지고 있지만, 아직은 눈에 떨만한 축산의 축소나 이에 따른 곡물 수요 축소 현상은 보이지 않는다. 하지만, 채식주의자가 지속적으로 늘어나고 있어, 채식주의자 시장에서는 이미 많은 부분을 대체하고 있다. 한편, 식물 유래 식육제품의 원료 중 일부는 완두콩, 콩, 쌀 등과 같은 곡류가 대부분으로, 곡물의 입

9) 출처: 머니투데이, 2019년 10월 14일자, ‘계속되는 돼지열병에...식물성고기 관련주 뜬다’, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2019101411250731529>

10) 2019년 3월부터 동원F&B를 통해 우리나라에서 판매되기 시작한 식물성고기 ‘비욘드버거’ 패티 1개 (227g) 당 12,900원 수준임. 또한, 2019년 4월부터 롯데푸드의 대체육류브랜드인 ‘언네이처 제로미트’의 제품인 크리스피 너겟과 크리스피 까스는 500g당 7,980원에 판매되고 있음(출처: 주간동아 2019년 9월 20일자 인터넷판 보도, ‘고기 맛 나는 ‘대체육’어느새 육류 자리 파고들어’, <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=25499404&memberNo=39087579&vType=VERTICAL>).

장에서는 새로운 시장이 될 수 있다. 종합적으로 판단해 보면, 식물 유래 식육제품 시장의 확대에 의해 가축의 사료로서의 곡물 수요는 줄어들지라도, 식물 유래 식육 제품의 원료시장이라는 새로운 수요가 창출됨으로써 수요축소 영향이 일부 상쇄될 것으로 보이는 바, 곡물의 총 수요에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 예상된다.

(2) 세포 배양육

세포 배양육 제조기술은 2013년 네덜란드 마스트리히트 대학의 마크 포스트 교수가 세계 최초로 개발한 것으로 알려져 있다. 오늘날에는 세계 각지에서 상품화를 위한 연구개발이 이루어지고 있다. 앞으로 세계 인구 증가에 따라 거대한 식육 수요를 해결하는 수단 중 하나로 주목받고 있는 분야이지만, 현재로서 가장 큰 과제는 제조비용이다. 이에 각 사 모두 염가로 상품을 안정 공급할 수 있는 연구 개발에 박차를 가하고 있다. 아울러, 세포배양육은 식육업계도 주목하고 있다. 대표적인 세포 배양육 메이커인 멤피스미츠 사(社)는 카길 사(社) 및 타이슨푸즈 사(社)와 같은 대규모 식육기업들의 투자도 받아들이고 있다.

가. 제조 기술

미국 의회 조사국은 제조방법의 구체적인 예로서 다음의 사례를 들고 있다. 방송에 따르면, 이론상으로는 배양 환경을 갖춘다면 매우 대량으로 세포를 증식시킬 수 있다. 네덜란드의 모사미트 사(社)는 예를 들어 1마리의 소에서 나오는 1회분의 바이오푸시(bio push, 생체조직 채취) 샘플에서 8만개분의 쿼터 파운더(약 113g의 햄버거 패티)를 생산할 수 있다고 한다. 다만, 세포배양으로 나오는 것은 근세포만의 고기 덩어리이기 때문에, 그 후, 기존의 식육에 접근하기 위해 음식이나 식감, 풍미를 향상시키기 위한 다양한 가공이 이루어지게 된다.

[제조방법 사례]

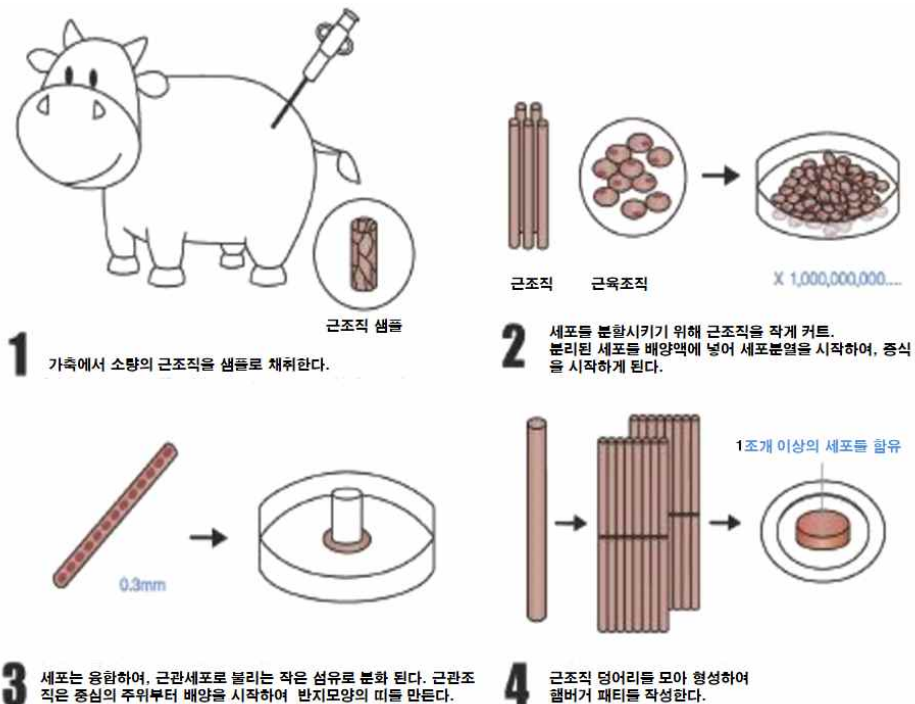
- ① 가축에서 바이오푸시에 의해 근조직을 채취한다.
- ② 채취한 근조직을 작게 분할하여, 근(筋)세텔라이트(myosatellite)세포를 분리한다. 이 세포를 베이스로 소의 태아혈청(牛胎兒血清, FBS)등의 배양액을 이용하여 배양하고 증식시킨다. 배양액의 성분이나 양, 성장 환경이 갖추어

진다면, 1개의 세포는 1조개 이상의 세포로 증식한다.

- ③ 세포는 증식하면 자연스럽게 근관세포(筋管細胞, myotube)를 형성한다. 1개의 근관세포는 0.3mm 이하에 불과하기 때문에, 이 근관세포를 겔(gel)상으로 포갠으로써 각각이 자연스럽게 융합하여 작은 근육 조직 덩어리가 생긴다.
- ④ 작성된 작은 근조직 덩어리를 모아 성형함으로써 햄버거 패티 등의 세포 배양육이 작성된다(그림 2).

오늘날에는 네덜란드 모사미트 사(社), 미국 멤피스미즈 사(社), 저스트 사(社), 뉴에이지미즈 사(社), 일본에서는 인티그리컬처 사(社) 등 20곳 이상 기업이 세포 배양육 개발에 주력하고 있는 것으로 파악되고 있다.

그림 2. 체세포배양육 작성방법 개념도



자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

각 회사의 제조 방법은 다양하다. 예를 들면 상술한 예에서는 최종적으로 입수하고자하는 세포의 높은 수량을 기대할 수 있는 특성을 가진 근(筋)세털라이트세포를 이용하고 있지만, 기업에 따라서는 분화능력이 높은 줄기세포를 이용하는 기업도 있다¹¹⁾.

단, 상품화를 위해 해결해야 할 과제가 적지 않다. 예를 들면, 세포배양에서 빼놓고 이야기 할 수 없는 액체배지의 문제를 들 수 있다. 액체배지는 영양분(염분, 당분, 비타민이나 아미노산 등)이나 성장 인자가 포함되어 있는데, 이 액체 배지는 제조 코스트를 끌어올리는 하나의 요인이다.

아울러, 성장인자에는 동물성 혈청(소태아혈청(FBS) 등)이 일반적으로 이용되어 왔지만, 대량 입수가 곤란하고 비용이 비싸기 때문에 현재는 비동물성 성분의 성장인자 개발이 진행되고 있다. 이러한 점에서, 예를 들면 모사미트 사(社)는 동물복지 기준에 적합하지 않는 소태아혈청(FBS)을 이용하지 않을 방침을 나타냈으며, 멤피스미트 사(社)나 저스트 사(社)도 각각 비동물성 성분을 독자 개발하고 있다.

나. 제조 비용

2013년 모사미트 사(社)가 개발한 세계 최초의 세포배양육 햄버거의 비용은 1개당 25만 유로(약 3억 3,501만 원)이었다. 이후 멤피스미츠 사(社)는 비용절감에 성공하여 2016년에 1만 8천 달러(2,160만 원)가 필요하던 1파운드당 제조 원가를 2018년에는 2,400달러(288만 원)까지 떨어졌다. 2019년 7월 시점에서는 모사미트 사(社)가 1Kg당 112달러(13만 4,400원)까지 비용절감을 실현한 것으로 추정되는 등, 세포배양육 제조 원가는 점차 낮아지고 있다¹²⁾. 이 회사는 1개당 10달러(12,000원)선에서 세포배양육 패티를 제공한다는 목표를 세우고 있으며, 장기적으로는 기존의 고기보다 저렴한 세포배양육 제공을 목표로 하고 있다. 현 시점에서 세포배양육 판매는 이루어지지 않았지만, 모사미트 사(社)는 2021년까지 시장에 세포배양육 제품을 투입하기로 공표하고 있다.

11) 최근에는 3D 프린터를 이용해 소고기 조직을 인쇄함으로써 맛과 향 등 관능평가에서 뛰어난 육류 제품 인쇄 방법도 '새로운 방식'의 육류 생산을 하는 기술도 개발되었음

(출처: 매경프리미엄 2019.10.25.일자, '한국에서 출시한 식물성 고기, 지구인컴퍼니 언리미트', <https://www.mk.co.kr/premium/life/view/2019/10/26947/>)

12) 단순하게 비용절감 추세지로 계산해 보면, 일반 햄버거 가격과 비슷한 수준(4달러/개)에 이르는 시기는 2022~2023년 정도일 것으로 추정됨.

다양한 식육 대체식품 중 PBM시장은 이미 많은 기업에 의해 다양한 상품이 투입되어 시장이 성장기에 있다. 특히 선두주자인 미국을 보면, PBM 매출액이 약 8억 달러(9,600억 원)이었다. 이를 식육의 매출액과 비교하면 아직은 2%에도 못 미치는 상황이다.

그러나, 미국의 민간 조사기관이 2016년에 실시한 조사에 의하면¹³⁾, 미국 18세 이상 인구 2억 4500만 명 중 최대 430만 명이 베지터리언¹⁴⁾이며, 최대 370만 명이 비건¹⁵⁾이라고 한다. 1997년의 채식주의자 인구가 약 200만 명으로, 18세 이상 인구의 약 1%였던 점을 감안하면, 미국에서 육류 섭취를 꺼리는 인구가 늘고 있다고 말할 수 있다.

이러한 추세로 세포배양에 의한 대체 축산물(특히 육제품)의 비용 절감이 이루어질 것이다. 2021년부터는 판매가 일반화될 것으로 보이지만 아직은 여전히 수요 시장이 작은 수준이어서 축산의 감소에 따른 곡물 수요에 미치는 영향은 크지는 않을 것이다. 하지만, 일반 축산물 가격에 비해 대체 축산물 가격이 낮아지는 시기가 멀지 않았다는 점은 낙관적인 예상을 불허하게 만든다. 전문가들은 적어도 5~7년 정도 후(2024~26년 이후) 정도면 가격 역전이 가능할 것이라고 예상하고 있다¹⁶⁾.

(3) 대체 단백질 제품

PBM이나 세포배양육 이외의 대체 단백질 제품의 대표적인 예로는 곤충에서 유래된 단백질 제품이 꼽힌다. 2013년 유엔식량농업기구(FAO)가 공표한 보고서에 따르면, 최소 20억 명이 곤충을 식사의 일부로 식용하고 있으며, 곤충 음식은 기존의 정육과 비교하여 환경부하가 적고 영양가도 좋으며 건강에 좋다는 점에서 향후 성장 가능성이 크다고 보고 있다. 기존의 식육과 비슷한 상품은 아직은 별로 볼 수 없지만, 식육과 동등한 단백질이나 비타민 보급이 기대된다.

13) 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

14) 채식 주의자, 도축함으로써 얻을 수 있는 식육 섭취를 원치 않는 사람들.

15) 도축함으로써 얻을 수 있는 식육 섭취뿐만 아니라, 계란이나 유제품, 꿀 등의 가축에 의한 생산물의 착취도 바라지 않는 사람들.

16) 10명의 전문가를 청취 조사한 결과에 의함. 전문가 중 1명을 제외하고는 앞으로 10년 이내에 대체 축산물 시장이 축산시장을 현저하게 대체할 것이라고 응답하였음. 나머지 1명도 15년 이내에 대체할 것으로 보았음.

원료가 되는 곤충은 갑충, 감자충, 꿀벌, 개미, 귀뚜라미, 메뚜기 등 다양하며, 가열 조리하거나 분말로 가공하여 단백질원으로 이용되는 경우가 많다. 대체 단백질 시장은 PBM 등과 비교하여 크게 작을 것으로 보이며, 단위 중량당 가격대도 식육보다 높게 설정되어 있다. 또한, 아직은 곤충으로 만든다는 이미지적인 측면에서 개선에 대한 문제 해결에는 시간이 더 걸릴 것으로 판단된다. 하지만, 최근 곤충을 이용한 각종 식품들이 시중에 선을 보이고 있고, 그 시장의 성장 속도도 빨라지고 있다는 기사들이 속속 나오고 있고, 점차 시장 확대도 이루어지고 있다는 점은 확실한 것 같다.

곡물 수급 관점에서 판단해 보면, 아직은 곤충 등을 이용한 대체 단백질 제품이 축산을 대체하거나 곡물의 수요에 영향을 미치는 정도는 미미한 것으로 판단된다. 또한, 원래부터 식용곤충을 이용한 대체 식품 개발은 식량문제 해결을 위한 대안으로 개발이 시작된 바, 우선은 저개발국가들을 중심으로 수요가 늘 것으로 보인다. 하지만, 이미지 개선이 이루어진다면 기존의 식육 대체 속도는 빨라질 것으로 판단할 수 있다. 따라서, 축산업을 대체하여 곡물 수요에 영향을 미칠 정도로 시장이 커지는 데에는 적어도 20년 정도의 시간이 필요할 것으로 생각된다.

2. 축산물 대체 식품 수요 증가의 요인

이 식육 대체식품 시장이 크게 성장하고 있는 요인으로서 크게 두 가지 요인으로 나누어 생각할 수 있다.

1) 채식주의자 인구 증가

앞에서 설명한 것 처럼 미국의 시장 조사 결과에 따르면, 미국 종교적·건강·사상적 등의 이유로 고기를 섭취하지 않는 채식주의자 수는 약 800만 명이 존재하는 것으로 보이며, 이러한 상황은 오늘의 대형 소매점과 델리 등과 같은 음식점에서 채식주의자용 상품이 일반적으로 판매되는 상황에서 드러나고 있다. 최근, 채식주의자 인구가 증가 경향에 있으며¹⁷⁾, 이러한 경향이 계속되면 종래의 식육의 매상

17) 우리나라의 경우, 한국채식연합이 추정한 국내 채식 인구는 2008년 15만명 수준에서 2018년 150만~200만 명으로 증가하였다고 함(출처: IT조선, 2019년 11월 6일자, '세븐일레븐, 채식주의의 위한 식물성

에도 영향을 미칠 가능성이 있다. 또한 채식주의자의 이념에 공감을 나타내는 소비자와 육류 섭취량을 줄이지만, 육류섭취 그 자체는 멈추지 않는 플렉시터리언(flexitarian)¹⁸⁾으로 불리는 준채식주의자의 동향도 주목해야 할 것이다.

2) 젊은 층의 소비 행동

밀레니얼 세대¹⁹⁾와 제너레이션 Z(Z세대)²⁰⁾로 불리는 미국의 젊은 층은 환경부하나 동물복지, 가축의 항생물질 사용을 금지하는 움직임 등을 고려하여 고기 대체식품을 섭취하는 경향이 있다고 보고 있다. 이러한 배경에 따라 PBM 제조업체 쪽에서도 마케팅 활동에서 환경부하가 적거나 지속가능성을 추구하는 경우가 많다. 이와 함께, 이러한 소비자는 혁신적인 제품을 요구하는 경향도 있다. 세포 배양육이 시장에 투입되었을 때에는 종래의 식육과 비교해서 다소의 가격차가 있다고 하더라도 식육 대체식품을 구입할 가능성이 있을 것으로 본다.

3. 축산업의 환경 영향을 둘러싼 논란

1) 식육 대체식품업계의 주장

미국의 식육 대체식품 보급을 목표로 하는 단체인 굿푸드인스티튜트는 PBM의 우위성을 어필하기 위해 축산업의 환경부하가 크다는 점을 지적한다. 이 단체에 따르면, 가축용 사료로 옥수수와 콩과 같은 곡물은 생산 과정에서 포장에 투입되는 비료 제조를 위해 많은 에너지가 필요한 데, 질소비료는 농지에서 아산화질소(N₂O)를 배출하며, 이 아산화질소 배출량은 미국의 농업활동 분야에서 배출되는 온실효과 가스의 거의 절반을 차지한다고 보고 있다. 또한 소가 내뿜는 메탄가스는 미국의 농업활동이 배출하는 온실효과 가스의 25% 이상을 차지하고 있다고 한

대체육류 간편식 출시', http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2019/11/06/2019110600625.html). 또한 완전 채식을 하는 비건인구는 50만명으로 추산하고 있음(출처: ChosunBiz 2019년 11월 5일자 인터넷판 보도, '편의점도 뛰어난 비건식...채식에 쫓긴 유통업계', https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/11/05/2019110500307.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=biz)

18) 여러 가지 이유로 식육 섭취를 줄이고 있는 사람들.

19) 1981~1996년에 태어난 사람들

20) 밀레니얼 세대 이후에 태어난 사람들

다. 게다가 곡물생산과 방목지를 위해 토지가 사용되면, 삼림이나 초원의 흙, 나무나 식물의 뿌리나 줄기, 가지에 저축되어 있던 탄소가 대량으로 방출된다. 이처럼 쇠고기 산업을 예로 보아도 축산업은 환경부하가 크다. 이러한 가운데 PBM을 생산할 때에 생기는 온실가스 배출량은 쇠고기를 생산할 때에 생기는 온실효과 가스 배출량의 10분의 1이하인 것으로 알려졌다.

또, 이 단체는 강낭콩 1Kg을 생산할 때 사용되는 환경자원은 쇠고기 1Kg을 생산하는 데 필요한 자원보다 토지 이용은 18분의 1 이하, 물은 10분의 1 이하, 화석연료는 9분의 1 이하, 비료는 12분의 1 이하, 살충제는 10분의 1 이하라고 주장한다. 이어 1g의 동물성 단백질을 생산하는 데 필요한 식물성 단백질은 10g이라고 주장하고 있다. 만일 미국에서 식사 중의 쇠고기를 콩류로 환산하면, 2020년까지 온실가스 감축 목표의 75%가 달성되어, 캘리포니아 주의 1.6배 면적인 4억 에이커(약 1.6억 ha)의 농지를 새롭게 이용할 수 있다고 주장하고 있다.

한편, 상업화가 실현되지 않은 세포 배양육에 관해서는 제조에 수반하는 환경에의 영향은 명확하지 않다. 하지만, 제조공정은 가축의 세포 증식에서부터 시작되기 때문에, 기존의 축산과 비교하면 훨씬 적은 자원과 환경부하로 생산할 수 있다고 보고 있다. 예를 들면, 세포 배양 닭고기 생산은 양계에 비해서 토지 이용이 35%~67% 줄어, 영양소 오염²¹⁾을 70% 덜어줄 수 있다고 주장한다. 또, 세포 배양 쇠고기 생산은 소 사육에 비해 토지 이용이 95% 이상 줄이게 되어, 영양소 오염을 94% 줄이고, 나아가 온실효과 가스 배출량은 74%~87% 감축된다는 연구 결과를 내놓았다.

2) 축산업계에 의한 반론

북미식육가공업자를 대표하는 북미식육협회(NAMI : North American Meat Institute)는 위의 설명과 같은 대체식육식품업계에 의한 축산의 환경영향에 대한 주장에 대해 다음과 같이 반박하고 있다.

‘온실 효과가스 배출량의 18% 가까이가 축산 관련 활동에 기인하는 것으로 알려졌다지만, 이 수치는 사료곡물 생산에 따른 배출, 가축의 소화기관에서의 배출, 식육, 원유 가공처리에서의 배출까지 모두 포함되어 있다. 18%의 근거가 되는 수치는 FAO가 2006년에 발행한 ‘Livestock's Long Shadow’보고서를 인용한 것이라고

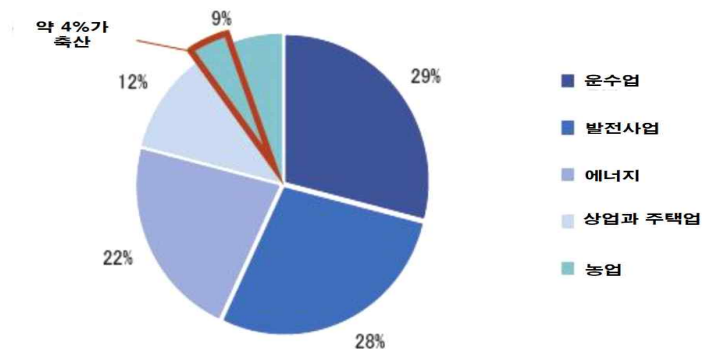
21) 생물의 성장을 지탱하는 영양원이 토양이나 수역에 너무 많이 늘어나는 환경오염

생각한다. 이는 세계 전체의 이야기로, 선진국인 미국의 축산만을 보면 배출량은 적다.’라며 반박하고 있다.

미국 환경청(EPA)에 따르면, 미국의 온실가스 배출량 중 농업활동 분야의 배출량은 9%로, 축산에 따른 배출량만 보면, 약 4%에 불과한 것으로 추정하고 있다(그림 3). 게다가 그 중 쇠고기는 절반 정도이며, 모든 미국인이 일주일에 한 차례 쇠고기를 먹던 것을 중단한다 하더라도, 온실효과 가스 배출량의 큰 삭감 효과는 기대할 수 없다고 주장한다. 아울러, 축산의 지속 가능성과 온실효과 가스 배출량 논의에서는 식육 생산만으로 판단되는 경향이 있지만, 가축은 식육 이외의 부산물이 다른 용도로 사용되는 것에 대해 고려하고 있지 않다는 점도 지적하고 있다. 중량 기준으로 소의 절반, 돼지 3분의 1은 육류 이외의 용도, 예를 들면, 가죽이나 섬유, 애완동물 사료, 비누, 펄스넬케어 제품, 산업용 윤활유, 바이오 디젤 연료나 의약품에 이용되고 있음을 지적하고 있다.

또한, 대체육을 만드는 데 들어가는 에너지도 만만치 않아 과연 친환경적이냐는 문제도 제기되고 있으며²²⁾, 채식주의가 환경을 위한 최선의 식단이 아니라, 고기 섭취가 반드시 필요하다는 의견도 만만치 않다²³⁾.

그림 3. 2017년 산업별 온실가스 배출량



자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 『畜産の情報』, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

22) 농민신문 2019년 11월 4일자 시론, ‘대체육은 고기를 대신할 수 있을까?’, (<https://www.nongmin.com/opinion/OPP/SWE/TME/316729/view>)
 23) Hoofpost 2019년 9월 18일 기사, ‘채식주의가 환경을 위한 최선의 식단은 아닐 수도 있다.’ 존스 홉킨스 대학교 키브 나크만의 연구에 따르면, 육류나 유제품을 하루에 한번만 먹으면 베지테리언보다도 탄소 발자국을 덜 남긴다고 주장함. (출처: https://www.huffingtonpost.kr/entry/vegetarian_kr_5d81ef96e4b0957256ae50f4?utm_id=naver).

3) 가격

이미 시장에 투입되고 있는 식육 대체식품의 가격은 식육식품보다 대체적으로 높다. 이 배경에는 시장의 규모가 작아 생산규모도 작을 수밖에 없으며, 식육에 대해서 경쟁력 있는 가격대 설정이 어렵다는 문제를 내포하고 있다. 미국에도 근거지를 둔 민간 조사기업인 포머 사(社)에 따르면, PBM은 기존의 정육과 비교해서 1온스(약 28g)당 9센트(108원) 정도 높다고 본다. 식육 대체 식품 수요가 커지고 있는 점을 고려하면, 이 가격차를 환경부하나 자신의 건강증진에 대한 수수료 일부로 수용하고 있는 소비자가 일정 수 존재하고 있다고 생각할 수 있다.

대체 단백질 제품은 아직은 햄버거 패티와 같은 제품으로, 시장에 고기로 나돌고 있지 않기 때문에 식육제품과의 가격 비교는 어렵지만, 대체 단백질은 PBM 보다 더 작은 시장으로 상정된다. 때문에, 아직은 식육이나 PBM 보다는 높은 가격으로 판매되고 있다. 일례로 팬 케이크 믹스에 첨가하여 단백질을 증강시키는 등의 다양한 용도로 이용이 가능한 귀뚜라미 유래의 파우더형 제품은 1온스당 2달러(2,400원) 이상의 판매 가격이며, 식물성 식품과 기존의 고기를 훨씬 넘는 가격대이다.

하지만, 각 대체 축산물 시장이 커지게 되면 가격 수준도 크게 낮아질 가능성은 충분히 가지고 있다고 보아야 할 것이다. 결국 축산 대체와 곡물 수급에 영향을 미칠 정도가 되려면, 이미지 개선이 우선되어야 할 것이며, 그 시간은 매우 많이 걸릴 것으로 판단된다²⁴⁾.

4. 식육 대체 식품을 둘러싼 최신 정세

식육 대체식품이 급속히 상품 개발을 진행하고 있는 가운데, 최근에는 미국 농무부도 몇 가지 점에서 새로운 대응을 해야 한다는 요구가 높아지고 있다. 이하에서는 현시점에서 논의가 진행 중인 표시규제 및 관할 부서를 둘러싼 정세에 대해 살펴본다.

24) 따라서 여기에서는 곡물 수급에 10년 안에는 영향을 미치지 않는 것으로 보아, 일단 영향 요인으로 크게 다루지는 않는다.

(1) 표시에 관한 축산업계의 요망

오늘날의 식육 대체식품 시장의 급성장으로 식육업계로부터 식육 표시에 관한 규제 강화의 요망이 높아지고 있다. 미국 최대 육용우 생산자 단체인 전국육우생산자쇠고기협회(NCBA)는 2018년 4월 ‘소비자는 오해 없는 정확한 정보를 알 권리가 있다. 모든 식품은 공정한 조건으로 다뤄져야 한다.’라고 주장하며, 시장에서 식육 대체식품과 기존의 정육과 구별하기 위한 기존의 방법으로, 수확된 동물의 조직 또는 고기 이외의 식품에 대해서, "clean meat"과 같은 고기를 연상시키는 표시를 금지하도록 요구하는 요망서를 USDA/FSIS에 제출했다.

나아가 돼지고기 업계에서는 전국 돼지고기생산자협의회(NPPC)가 PBM이나 세포배양육이 ‘돼지’라는 용어를 사용하는 문제에 대해, 이러한 식육 대체식품이 어떻게 생산되고 있는지를 이해하고, 식육 대체식품의 지속가능성이나 윤리에 대해 근거 없는 주장을 하는 사람들에게 책임을 부담시킬 필요성을 주장하고 있다. 또한, NPPC는 PBM이나 세포배양육이 돼지고기라고 하는 용어를 사용해서는 안 된다고 하며, 세포배양육에 대해 ‘clean meat’이라는 표시도 인정해서는 안 된다는 입장이다. 따라서, 소비자가 돼지고기 소시지나 베이컨, 인공적으로 만들어진 돼지고기용 상품이라는 각각의 상품을 인식하여 선택할 수 있도록 해야 한다고 지적한다.

한편, NAMI는 NCBA나 NPPC의 입장과는 달리, 세포배양육이 USDA가 관할하는 ‘고기’나 ‘축산물’의 정의의 해석에 포함된다는 판단을 한다. 따라서, 세포배양육을 USDA의 FSIS가 식품안전이나 시장에서의 표기를 규제하는 권한을 가져야 할 것이라고 요구하고 있다. NAMI의 회원인 대규모 패커인 카길 사(社)와 타이슨푸드 사(社)는 세포 배양육의 효시인 멤피스미츠 사(社)에 출자했으며, NAMI와 멤피스미츠 사(社)는 2018년 8월 트럼프 대통령에게 공동 서한을 보내어, ‘세포 배양육(cell-based meat and poultry)’ 대해 명확한 연방 법 정비를 요구하면서, 세포 배양육 시판 전 식품안전에 관한 검증을 FDA가 담당하고, 생산과 판매에 대해서는 기존의 정육과 마찬가지로 USDA가 담당하자고 제안했다.

(2) 세포 배양육의 소관을 둘러싼 FDA와 USDA의 동향

미국에서는 대체로 쇠고기나 가금육 등의 대응적인 도축육이나 그 축산물, 난제품의 생산에 관한 안전기준이나 품질기준, 상품표시 등에 관해서는 USDA가 소관

하고, 그 외의 식품이나 새로운 식품성분이나 유전자변형 기술을 이용한 식품은 FDA의 소관으로 되어 있다. 식품에 관해서는 두 정부기관이 복잡하게 감독권한을 보유하고 있는 셈이다. 때문에 가축유래의 세포배양육에 대해서는 어느 기관이 어떠한 감독권한을 보유할 것인가? 에 대한 논의가 이루어지고 있다. 이에 식육업계 및 세포배양육기업은 세포배양육의 상품화를 위해 연방법의 정비를 줄곧 요구해 왔다.

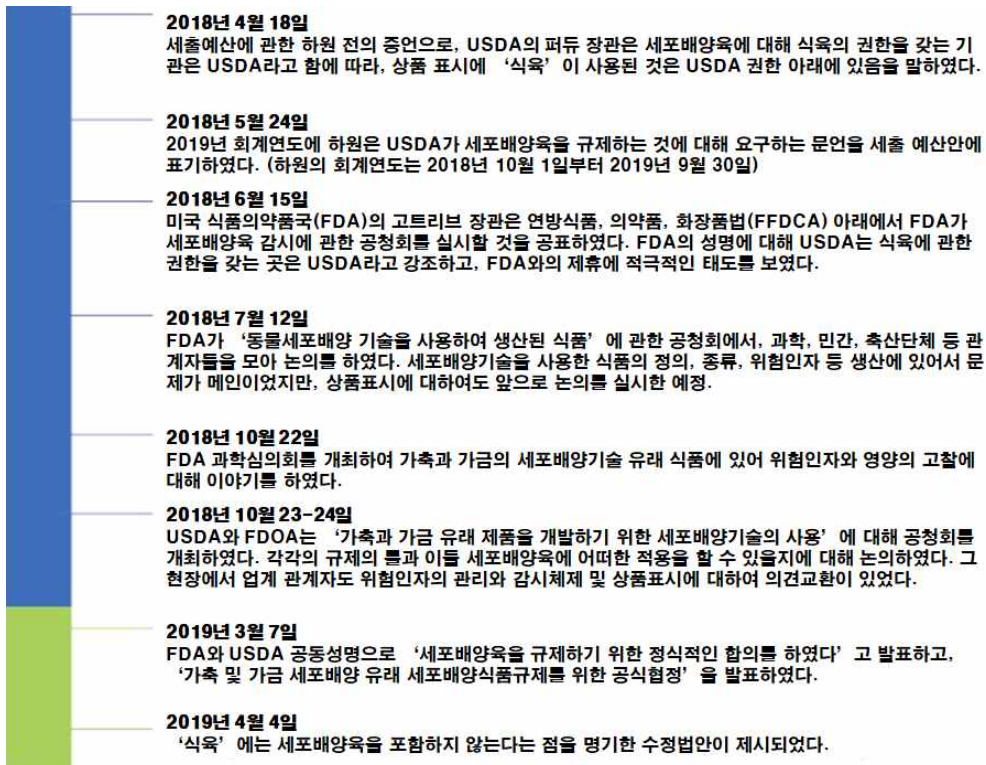
이런 가운데 USDA/FSIS와 미국 보건복지부 식품의약국(HHS/FDA)은 2018년 10월 23~24일 가축이나 가금 유래의 세포를 사용한 배양육 개발기술에 관한 공동 공청회를 개최한 바 있다. 이 공청회에서는 (1) 기존 축산물로부터의 식육생산과 세포배양육 생산에 있어서의 잠재적인 건강에 대한 위험 인자 차이, (2) 세포배양육 생산에 있어서 위험인자 관리와 감시체제, (3) 생산 프로세스의 검사 방법이나 빈도, (4) 시판 전의 안전성 보증을 위한 유효한 프로그램, (5) 상품표시(세포배양육 상품의 호칭, 혹은 표시)에 대한 검토 등이 필요하다는 등에 대해 의견교환이 이루어졌다. 세포배양육 제조와 상품표시에 관한 관심이 높아, 공청회 개최까지 USDA에서 FSIS에 제출된 탄원서에 관한 6,172건의 의견이 모아졌다. 또한, 공동 청문회에 앞서 10월 22일에는 FDA 과학심의회가 열려, 세포나 배양액의 안전성, 배양 과정에서 오염, 세포배양의 유해물 산출 가능성, 축산물과 세포배양육의 영양 성분 차이 등에 대한 점도 논의되었다.

이러한 과정을 거쳐, FSIS와 FDA는 2019년 3월 7일 공동으로 '가축 및 가금세포유래 세포배양식품 규제를 위한 정식 협정(Formal Agreement to Regulate Cell-cultured Food Products from Cell Lines of Livestock and Poultry)'을 발표하였다. 협정에서는 가축과 가금의 세포주 유래 세포배양 신기술을 사용한 식품에 관한 FSIS와 FDA 각각의 감독 역할 및 책임을 밝히는 동시에, 해당 상품의 개발과 상거래에 참가를 규제하기 위한 두 당국의 협동체제를 규정하고 있다. 이 협정문은 두 당국이 협력함으로써 가축과 가금의 세포주 유래 세포배양 식품의 안전한 생산과 정확한 상품표시를 보증하자는 데에 목표로 하고 있다. NAMI 등 식육업계와 세포배양육업계는 두 당국의 발표를 환영하는 코멘트를 공표하였다.

정식협정의 역할분담 명문화를 의도로 2019년 4월에는 연방 육류 검사법(Federal Meat Inspection Act)과 연방 가금육제품 검사법(Poultry Products Inspection Act)의 도축 및 가금 육제품의 정의에 세포 배양육을 포함한 수정 법안이 제출되었다. 하지만, 향후 논의의 행방은 불투명하고, 현 시점에서 상세한 협동

의 틀과 운용절차, 상품표시나 강조표시에 관한 공동 원칙은 발표되지 않았다(그림 4와 부록 2, 부록 3 참조).

그림 4. USDA/FSIS와 HHS/FDA의 견해를 둘러싼 논의 경위



자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, "米国における食肉代替食品市場の現状", 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

한편, 축산업자들이 많은 주를 중심으로 주(州)레벨에서도 PBM과 세포배양육의 상품표시에 관한 주(州)법안이 제안되고 있다. 미국 쇠고기생산자단체 등이 주의회 의원에 나서고 있어, 이미 20개 이상의 주에서 고기의 정의와 표시에 관한 법안이 검토되고 있다. 2018년 8월 미국 전역에서 처음 고기 표시에 관한 주의 규칙을 정한 미주리 주에서는 기존의 고기를 이용하지 않는 제품에 대한 상품의 특징을 분명히 하였다. '식물 유래', '채식 주의자', '실험실에서 제조'라는 문구를 두드러지게 표기하도록 정해졌지만, 식물성 식품업체 등에 관련하여 현재 연방 법원에서 그 법안에 대해 찬반 관련 논의가 계속되고 있다.

5. 맺음말

식품업계는 변화무쌍한 소비자 지향을 파악하는 것이 중요하다. 식육대체식품은 환경친화적이고, 지속가능성을 가진 상품으로 이미지가 구축되어 있어 선진국을 중심으로 앞으로도 매출이 크게 성장해 갈 것으로 판단된다.

한편, 미국의 식육 판매액은 증가세에 있으며, 인구 증가에 의한 식육 소비량의 증가도 전망되는 가운데, 식육대체식품 시장도 확대될 것으로 보고 있다. 하지만, 기존 식육 소비량이 즉시 감소한다고는 생각하기 어렵다. PBM의 식감이나 외형은 기존의 식육에 가까워지고는 있지만, 원료나 생산방법이 다르다는 관점에서 보면, 기존의 식육과는 당분간은 별개로 취급되어야 할 것이다. 식육을 구성하는 음식 등에 비슷하게 만들기 위해 조미료를 많이 첨가하고 있는 사례도 적지 않게 볼 수 있어, 정말로 건강에 좋은 것인가에 대해 의문시하는 소리도 있다. 세포배양육에 관해서는 아직 시장에 상품이 등장하고 있지 않았기 때문에 비교를 할 수 없다. 하지만, 식품의 안전성이나 규제의 틀 정비 등 앞으로 해결하여야 할 과제들도 많아, 향후의 동향을 주목해야만 할 것이다.

다만, 이러한 식육 대체식품이 환경친화적. 게다가 지속 가능성을 가진 식품인 것이 일정 소비자에게 받아들여지고 있다는 사실은 고려하여야 할 부분이며, 중장기적으로는 식육 대체식품이라는 식품 카테고리가 정착될 것으로 예상된다.

요약해 보면, 단기적으로 미국의 시장에서 아직은 육류 시장의 2% 정도에 지나지 않는 대체육류 시장이 커질 것으로 예상된다. 하지만, 육류 수요가 지속적으로 늘어나는 가운데 축산에 미치는 영향은 미미할 것이며, 곡물 수급에 미치는 영향은 더욱 미미할 것이다. 하지만, 대체육류 시장이 육류 시장에 대한 점유율이 최소한 10% 이상 차지하게 되면 기존 미국의 축산업 축소와 더불어 미국의 곡물 공급 여력도 그만큼 많아지게 될 것이며, 국제곡물가격 하락 요인으로 작용하는 것을 느낄 수 있게 될 것이다. 그 시점은 최소한 10년 이후일 것으로 판단된다.

하지만, 유럽의 선진국들이나 일본, 한국 등 아시아 선진국에서도 다소 시차는 있을 수 있지만, 대체축산물 수요가 늘어날 것으로 판단된다. 유럽에 곡물을 주로 수출하는 브라질이나 아르헨티나 등 남미 곡물 수출국은 물론 러시아, 우크라이나 등 유럽에서 가까운 지역의 곡물 수출국들의 수출시장 수요도 줄어드는 방향으로 작용할 것으로 판단된다.

이제까지의 판단을 종합해 보면, 대체 축산물 시장 확대에 의해 가축 사료로서

의 곡물 수요가 당장은 줄어드는 것이 눈에 보이지는 않을 것이지만, 적어도 10년 이후에는 그 영향이 가시화 될 것으로 보인다. 또한, 시차를 두고 미국을 비롯한 프랑스 등 유럽의 곡물 수출국들의 곡물 가격 하락이 전세계 곡물가격 하락으로 이어질 것으로 판단할 수 있다.

이에 대응하여 향후 세계 인구 증가에 대비하여 식량을 공급하기 위해 기존의 식육 분야에서는 생산효율을 높이는 노력과 함께 소비자가 요구하는 이념에 따른 식품을 생산한다는 관점을 근거로 하여 생산하여야 한다는 두 마리 토끼를 한 번에 잡아야 할 것이다.

하지만, 아직은 기존의 식육이 중요한 식량적 지위 확보라는 측면에서 중요하다. 대체 축산물은 소비자의 이념을 생산자에게 강요하는 가운데, 기존의 식육분야에서도 지속 가능성을 갖도록 하기 위해 발생하는 추가 비용을 부담하여야 하는 등, 생산자와 소비자 쌍방에서 기존의 식육이 목표로 해야 할 모습을 공유하여 함께 나아가야 할 것으로 생각된다.

<부록 1> 계란 제품 및 유제품의 대체 식품

난제품이나 유제품의 대체식품도 몇 개의 기업이 개발을 실시하고 있다. 난제품 대체식품의 경우, 저스트 사(社)가 세포배양육 개발뿐만 아니라, 식물유래 난제품 ‘JUST EGG’를 발매하고 있다. 이 제품은 355ml의 액란식 상품이며, 가격은 7.99 달러(9,588원)에서 판매되었고, 일반 액란 상품에 비해 약 2~3배의 가격 차이가 난다. 또한, 클라라후즈 사(社)는 설탕과 효모를 이용한 공학기술과 발효과정에 의해 식물유래 단백질을 목적의 성분으로 변환하는 기술을 활용하고 있다. 이 회사는 기존의 달걀보다 천연자원을 사용하지 않고, 난백 성분이나 식품 또는 음료를 대용할 수 있는 성분 작성에 노력하고 있으며, 조기에 상품화한다는 목표를 가지고 추진하고 있다.

유제품의 대체식품의 경우 두유, 아몬드 밀크가 대표적이다. 하지만, 몇 개의 기업은 식물을 원료로 한 요구르트, 치즈, 버터 등의 상품을 판매하고 있다. 또한 식물성 식품시장 안에서는 식물 유래 우유 대체음료를 가장 규모가 크다. 식물유래 우유 대체 음료와 식물유래 유제품 총 매출액은 식물유래 식품 매출액의 약 절반을 차지한다(부록 1-사진 1).

부록 1 - 사진 1. 사업내용을 설명하는 뉴에이지미즈 사의 Brian Spears 공동창업자 겸 CEO



자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC

부록 1-사진 2. 동사가 개발한 세포배양식육 유래 소시지

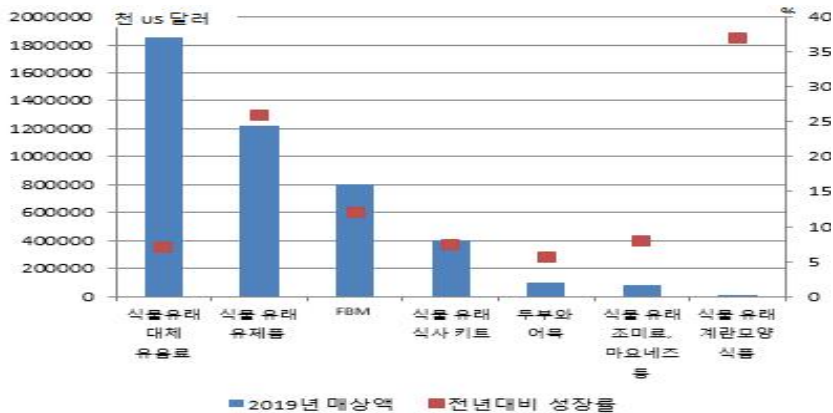


자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC

2019년 7월에는 퍼펙트데이 사(社)가 동물성 유제품 프리 아이스크림을 세계 최초로 판매한 것으로 알려졌다. 이는 원유에서 다양한 유전자를 추출하여, 이를 미생물총에 첨가한 뒤 발효시킴으로써 설탕을 유장이나 카제인 등 유단백질로 변환시킬 수 있는 기술에 의한 것이다. 이로 인해 기존의 유제품보다 에너지 소비량이 적고, 온실효과가스 배출량도 적으며, 토지나 물 사용량이 적고, 기존의 유제품과 영양성분도 거의 동등한 아이스크림을 생산하는 데 성공한 것으로 평가받고 있다.

식육 이외에도 대체식품은 각각의 분야에서 개발이 진행되고 있으며, 향후에도 신상품이 시장에 더 많이 투입될 것으로 보인다.

부록 1-그림 1. 식물 유래 식품 매출액 및 전년대비 성장률



주: 연도는 5월부터 다음해 4월

자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

부록 1 - 사진 3. 어느 소매점에서는 냉장유음료 코너의 반을 식물 유래 대체음료(빨간색 틀)이 점유

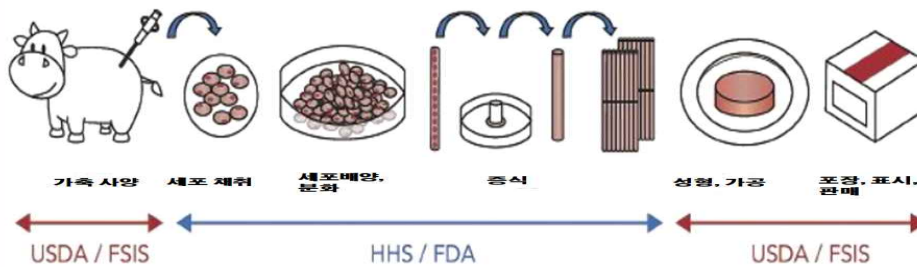


자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 「畜産の情報」, 2019년 10월호, ALIC

<부록 2> 가축 및 가금세포주 유래 세포배양식품 규제를 위한 정식협정의 개요

정식협정의 역할분담의 일환으로 FDA는 세포의 채취, 저장, 증식 및 분화의 과정을 감독한다. 증식된 세포의 수확 단계에서 FDA에서 FSIS로 감독책임이 이관되어, FSIS는 가축과 가금의 세포 유래 식품 제조 및 표시에 대한 규제를 담당한다 (부록 2-그림 1).

부록 2 - 그림 1. USDA/FSIS와 HHS/FDA 감독 권한의 이미지



자료: 농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, “米国における食肉代替食品市場の現状”, 『畜産の情報』, 2019년 10월호, ALIC에서 재인용

1. FDA의 감독 분야

FDA는 제조재료·공정 및 제조관리를 평가하기 위해 사업자와 제품 시판 전에 협의절차를 실시한다. 그 절차에는 조직채취, 세포주와 세포저장 및 모든 구성요소나 첨가물의 감독이 포함된다. FSIS와 협의하여 제품 시판 전의 협의 절차의 결과를 공유한다.

FDA는 최초 세포채취부터 적절한 세포저장의 진행·유지를 감독하고, 증식한 세포 수확단계까지의 세포증식과 분화를 감독한다. 각 단계에 관련된 규제 또는 지도 및 검사 실시가 포함된다.

수확단계에는 FDA에서 FSIS로의 감독책임을 이관한다. 이 때 두 당국이 서로 협력한다. FDA는 배양하여 수확된 세포가 USDA 검사대상이 되는 식육으로 가공하는 데 적합한지를 판단하기 위해 필요한 정보를 FSIS에 제공한다.

FDA는 사업자가 사업요건을 준수한다는 점을 보증하는 역할도 한다. 사업자는 시설등록, 현행 적정 제조규범(cGMP)과 예방관리 규칙 준수 및 식품성분이 되는 물질, 식품의 특성에 영향을 주는 물질에 적용되는 요건 등 각종 규제나 기준을 준수하여야 한다.

FDA는 세포저장 및 세포배양시설이 FDA의 법·규칙을 준수하고 있음을 보증하기 위해 법적 조치를 포함한 적절한 검사와 후속조치를 실시한다. FDA는 FSIS의 규제 대상이 되는 검사는 실시하지 않고, FSIS의 규제대상이 되는 행위는 FSIS에 의한 규제 절차에 따른다.

2. FSIS의 감독 분야

FSIS는 수확단계에서 FDA로부터 감독책임이 이관되었을 때, 두 당국이 서로 협력하며, FSIS는 배양하여 수확된 세포에 대해 USDA 검사 대상인 식육이 가공에 적합한지를 판단하기 위해 필요한 정보를 정밀 조사한다.

FSIS는 가축이나 가금의 배양 세포를 수확한 각 시설에 대해 USDA 검사대상이 되는 식육을 생산하기 위해 필요한 연방식육검사법 및 연방가금육검사법을 준수하여야 한다. 마찬가지로, 배양된 세포를 이용하여 가공하는 사업소 및 해당 식품의 포장과 표시를 실시하는 사업소에 대해서도 법률 준수를 요구한다. FSIS는 FDA의 규제 대상이 되는 검사는 실시하지 않으며, FDA의 규제 대상이 되는 행위는 FDA에 의한 규제 절차에 의존한다.

FSIS는 가축이나 가금유래의 배양세포 수확, 가공, 상품포장 또는 상품표시를 실시하는 사업소에 대해 검사를 실시한다. FSIS가 관할하는 법·규칙(위생검사, 상품형상검사, HACCP 검증, 상품테스트, 기록보존 확인 등)에 따라 상품이 안전하다거나 또한 불량없이 건전하고 적절하게 표시되고 있는지를 보증한다.

가축 및 가금의 배양세포 유래식품에 대한 표시는 FSIS의 사전승인을 받을 필요가 있다. 이처럼 FSIS에 의해 행해지는 검사로 배양세포 유래 식품 표시가 증명된다. FSIS는 필요할 경우 해당 식품의 안전성과 정확한 표시를 보증하기 위한 추가 조건을 작성한다.

FSIS는 불량 또는 부정 표시된 해당 식품이 상거래되지 않도록 하기 위해 또는 해당 식품을 상거래에서 제외하기 위해 필요할 경우 법적 조치를 강구한다.

<부록 3> BIO World Congress on Industrial Biotechnology and AgTech

2019년 7월 8~11일에 미국 아이오와 주 디모인시에서 “BIO World Congress on Industrial Biotechnology and AgTech”가 개최되었다. 이 전시회는 30여개 국가 1,100개 이상의 바이오테크놀로지 기업과 연구기관 및 미국 내외의 정부 관계기관 등을 회원으로 한다. 이 전시회는 the Biotechnology Innovation Organization(BIO)가 주최하고, 테마 지역별로 여러 도시에서 매년 열린다.

전시회에서는 세포배양육에 관한 세션도 개최되었다. 스타트업 기업인 뉴에이지미즈 사(社)의 Brian Spears 공동창업자인 유명 기업 CEO의 강연이 이루어졌다. 뉴에이지미즈 사(社)는 세포배양 돼지고기를 사용하여 소시지를 제조하고, 2018년에 시식회를 실시한 바 있다. 세포배양 데이터를 자동으로 수집·분석하는 시스템을 구축하고 있어, 요구에 맞춘 식미가 되도록 다른 종류의 세포를 배양하여 식육을 제조할 수 있다고 한다. 이 회사는 세포배양 돼지고기 유래 자사 제품이 온실효과가스 배출량 삭감에 기여하고, 항생제를 사용하고 있지 않아 안전하다고 주장한다. 향후에는 쇠고기나 닭고기와 같은 일반적인 식육 이외의 세포배양도 추진할 계획이라고 발표하였다.

FDA의 전 수석 연구원이며 컨설턴트인 Stephen Ostroff씨에 따르면, 식육 대체 식품 시장은 100곳 정도의 스타트업 기업이 뛰어들어, 대형 패스트푸드 체인에서도 식물 유래의 패티가 도입되는 등 시장이 활성화되고 있다고 한다. 그러나, 식품 위생이나 규제감독, 라벨표시 등 측면에서 아직은 어려운 과제가 많다. 식품위생에 대해서는 생산과 품질의 관리가 필요하고, 식물유래 식품은 알러지 물질의 콘테미네이션 방지나 드물게 발생하기는 하지만 미생물에 의한 오염, 세포배양육은 세포 증식중 불순물 등 혼입 등에 각각 유의할 필요가 있다고 한다. 또한, 규제감독에 대해서는 FDA와 USDA, FSIS의 사이에 세포 채취작업에 관한 물이나 매 세포채취 마다 검사를 실시할 필요성 유무에 대해서는 아직 결론이 나지 않았다고 지적하였다.

참고문헌

- 1) 이정민, 김용렬, 대체 축산물 개발 동향과 시사점. 한국농촌경제연구원 농정포커스 170호, 2018.10.
- 2) 네이버 지식백과(terms.naver.com)
- 3) Bio-Technology Korean, '도축없이 고기 얻는 '배양육', 미래 먹거리 시장의 새로운 트렌드는?', 2018년 6월14일 보도
(<http://research-paper.co.kr/news/view/47960>)
- 4) KBS뉴스 2019.10.28.자 보도, '인공육, 진짜 고기 대체할 수 있을까?'
(<http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4311562&ref=A>).
- 5) 매경프리미엄 2019. 10. 25.일자, '한국에서 출시한 식물성 고기, 지구인컴퍼니 언리미트', (<https://www.mk.co.kr/premium/life/view/2019/10/26947/>)
- 6) Hoofpost 2019년 9월 18일, '채식주의가 환경을 위한 최선의 식단은 아닐 수도 있다'(https://www.huffingtonpost.kr/entry/vegetarian_kr_5d81ef96e4b0957256ae50f4?utm_id=naver).
- 7) 머니투데이, 2019년 10월 14일자, '계속되는 돼지열병에...식물성고기 관련주 뜬다', <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2019101411250731529>).
- 8) 주간동아 2019년 9월 20일자, '고기 맛 나는 '대체육'어느새 육류 자리 파고들어', <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=25499404&memberNo=39087579&vType=VERTICAL>).
- 9) 파이낸셜뉴스 2019년 11월 6일자, '콩으로 만든 북한 '인조고기', 글로벌 대체육시장 나올까.', <http://www.fnnews.com/news/201911071838305360>).
- 10) 농민신문 2019년 11월 4일자 시론, '대체육은 고기를 대신할 수 있을까?', <https://www.nongmin.com/opinion/OPP/SWE/TME/316729/view>)
- 11) IT조선, 2019년 11월 6일자, '세븐일레븐, 채식주의 위한 식물성 대체육류 간편식 출시' (http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2019/11/06/2019110600625.html)
- 12) ChosunBiz 2019년 11월 5일자, '편의점도 뛰어든 비건식...채식에 꽃힌 유통업계', (https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/11/05/2019110500307.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=biz)

- 13) ChosunBiz 2019년 10월 17일,
https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/10/17/2019101701809.html
- 14) 국민일보 2019년 11월 4일자, ‘비건 음식점 대체 어디야?...가정 간편식(HMR), 채식주의자 달랜다’,(<http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0013892629&code=61141111&cp=nv>)
- 15) 헤럴드경제 2019년 11월 4일자, ‘美 대체육류 시장 급성장...가짜가 진짜를 넘다’(<http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20191104000625>)
- 16) 일본농축산업진흥기구 조사정보부 국제조사그룹, ‘米国における食肉代替食品市場の現状’, 畜産の情報 2019년 10월호, ALIC.
- 17) Alexandratos, Nikos, and Jelle Bruinsma. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. 12(3). FAO, Rome: ESA Working paper