

# 식육 및 육가공 산업에서의 육류 대체 식품 및 소재의 활용

The Application of Meat Alternatives and Ingredients for Meat and Processed Meat Industry

정종연<sup>1\*</sup>, 조철훈<sup>2\*</sup> (Jong Youn Jeong<sup>1\*</sup>, Cheorun Jo<sup>2\*</sup>)

<sup>1</sup>경성대학교 식품응용공학부, <sup>2</sup>서울대학교 농생명공학부

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Sung University

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

## I. 서론

인체는 성장과 유지를 위해 끊임없이 단백질을 필요로 하며, 체내에서 합성하지 못하는 필수아미노산은 반드시 식품을 통해 섭취하여야 한다. 동물성 단백질은 아미노산 조성이 인체의 근육 단백질을 구성하는 아미노산과 유사하여 체내에서 대사에 사용하기 용이하여 우수한 단백질 공급원으로 알려져 있다.

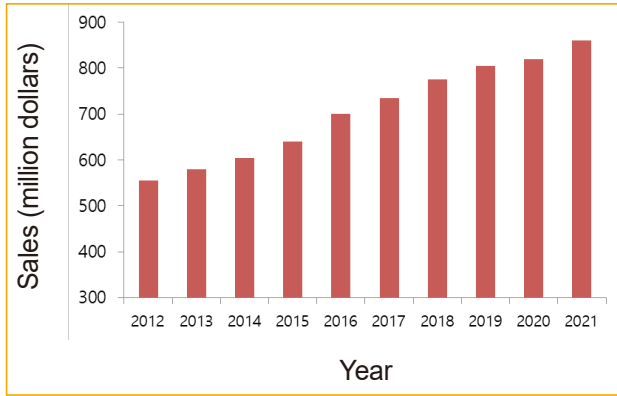
가축은 인간이 식품으로 소비하는 총 단백질의 1/4(총 에너지의 15%)을 공급하는 유용한 식량자원이다(FAO, 2012). 그러나 가축 생산은 동물의 장내 발효로 인한 메탄가스 발생과 목초지에서 비료 사용으로 인한 아산화 질소 방출로 대기 중 온실가스(greenhouse gases) 배출을 가져온다. 가축의 대량생산은 전체 온실가스 배출량의 12%를 차지하기 때문에(Havlík et al., 2014), 축산업으로 인한 환경오염에 대한 우려가 상존하고 있다. 또한 세계 인구의 증가, 특히 육류, 계란 및 유제품을 주로 소비하는 인구의 증가는 지난 50년간 가축생산을 위한 농경지의 증가를 가져왔다(Alexander et al., 2015). 국제연합식량농업기구(FAO)는 세계 인구는 2016년 74억명에서 2050년 92억명으로 증가할 것으로 전망하고 있으며, 지구 온난화와 이상기후로 인한 작물 수확량의 감소와 함께 사료 곡물의 수요 증가로 생산비 상승을 가져와 생산면적이 감소할 것으로 전망되고 있다(Alexandratos and Bruinsma, 2012; 맹진수, 2016).

한편, 다량의 육류섭취는 비만, 심혈관질환 및 암과의 연관성과 함께 인체 건강에 해로울 수 있다고 알려져 있음에도 불구하고(Bouvard et al., 2015), 육류소비는 문화적, 사회적 및 개인적 기호성과 같은 요인들과의 연관성 때문에 육류의 섭취량을 낮추기는 어려운 실정이다. 최근에는 서구 국가들에서 채식주의자들이 많아지고 육류 섭

\*Corresponding author: Jong Youn Jeong  
Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Sung University,  
Busan 48434, Republic of Korea  
Tel: +82-51-663-4711  
Fax: +82-51-622-4986  
Email: jeongjy@ks.ac.kr

\*Corresponding author: Cheorun Jo  
Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University,  
Seoul 08826, Republic of Korea  
Tel: +82-2-880-4804  
Fax: +82-2-873-2271  
Email: cheorun@snu.ac.kr

그림 1. 미국의 인조육 매출 현황(2017년부터는 예측자료임)



(출처 : Euromonitor International, The Wall Street Journal, 2017)

취를 줄이기 위한 시도가 있지만, 전세계적으로 1인당 동물성 식품의 평균 소비량은 계속 증가하고 있다 (FAOSTAT, 2015). 가축으로 사육되는 동물들은 인간이 먹을 수 없거나 활용하기 어려운 생물자원을 육류, 우유, 계란과 같은 식량자원으로 전환하여 공급하는 역

할을 하지만 일부 곡물은 인류와 식량자원을 두고 경쟁 관계에 있다(맹진수, 2016).

최근 증가하는 육류의 수요와 전통적인 축산이 내포하고 있는 불가피한 한계를 극복하고 상생하기 위한 대체 기술의 개발이 활발히 진행 중에 있으며 시장도 뜨겁게 반응하고 있다(그림 1). 따라서, 기존의 가축 사육을 통한 육류 섭취를 대체하여 인간에게 단백질 공급과 에너지원으로서 식물성 대체 소재를 이용한 육류 대체 식품, 배양기술을 이용한 대체 배양육, 기타 식용 곤충류 등을 미래 식품으로 개발할 필요가 있으며, 본 원고에서는 이러한 최근 대체 육류를 활용하기 위한 기술과 이슈를 간단히 소개하고자 한다.

## II. 본론

최근 육류 대체 식품으로 주목받고 있는 인조육 (artificial meat) 생산 기술은 크게 다음의 3가지로 요

표 1. 일반 육류와 인조육의 특징 및 이슈 비교(Bonny et al., 2015)

특징 및 요인	일반 육류 (Traditional meat)	모조육 (Imitation meat)	배양육 (Cultured meat)	식용 곤충류 (Edible insects)
생산 또는 제조방법	전통적 방식의 가축 사양 및 도축 후 식육화	- 조직화 대두단백, 밀 단백질 등 식물성 단백질 이용 - 단백질 함량이 높은 진균류를 발효하여 미생물과 영양소가 결합된 단백질 고형물에 각종 양념, 허브, 계란흰자, 감자추출물 등을 배합 후 섬유질을 혼합하여 제조	줄기세포, 근세포를 직접 실험실에서 배양하여 식육 생산	곤충의 유충, 성충을 건조하여 그대로 식용하거나, 건조 및 분말화 하여 단백질원으로 대체
자원의 사용량	높음	매우 적음	매우 적음	비교적 적음
온실가스 배출량	높음	감소	잠재적으로 감소	감소
건강관련 효과	변화 없음	단백질 함량 높음 콜레스테롤 함량 감소	지방산 조성 개선, 철분함량 감소	단백질 및 무기질함량 높음
안전성	변화 없음	식중독 감소	검증된 제품 부재	소규모 제조는 안전, 대규모 생산방식은 미검증
대량생산 가능성	높지만 한계가 있음	높음	현재 기술적 장벽 존재	높음
가격	상승 중	저렴	매우 고가	보통
동물복지 문제	상존	없음	없음	없음
소비자 기호도	수요 증가	낮은 식미 문제	새로운 것에 대한 두려움(neophobia), 과학기술 공포증(technophobia)	새로운 것에 대한 두려움(neophobia) 곤충 혐오

약할 수 있다.

- (1) **모조육(imitation meat):** 조직화 대두단백(textured soybean protein) 등 식물성 대체 소재를 이용하거나 미생물과 영양소가 결합되어 있는 마이코프로테인(mycoprotein)으로 단백질함량을 높인 식품
- (2) **배양육(cultured meat):** 줄기세포(stem cells)나 근세포(myocytes)를 체외배양(*in vitro* culture)를 통해 식육을 생산
- (3) **식용 곤충류(edible insects):** 식용 곤충의 애벌레 또는 성충을 활용하여 육류 대체 단백질 및 에너지 원으로 이용하는 식품

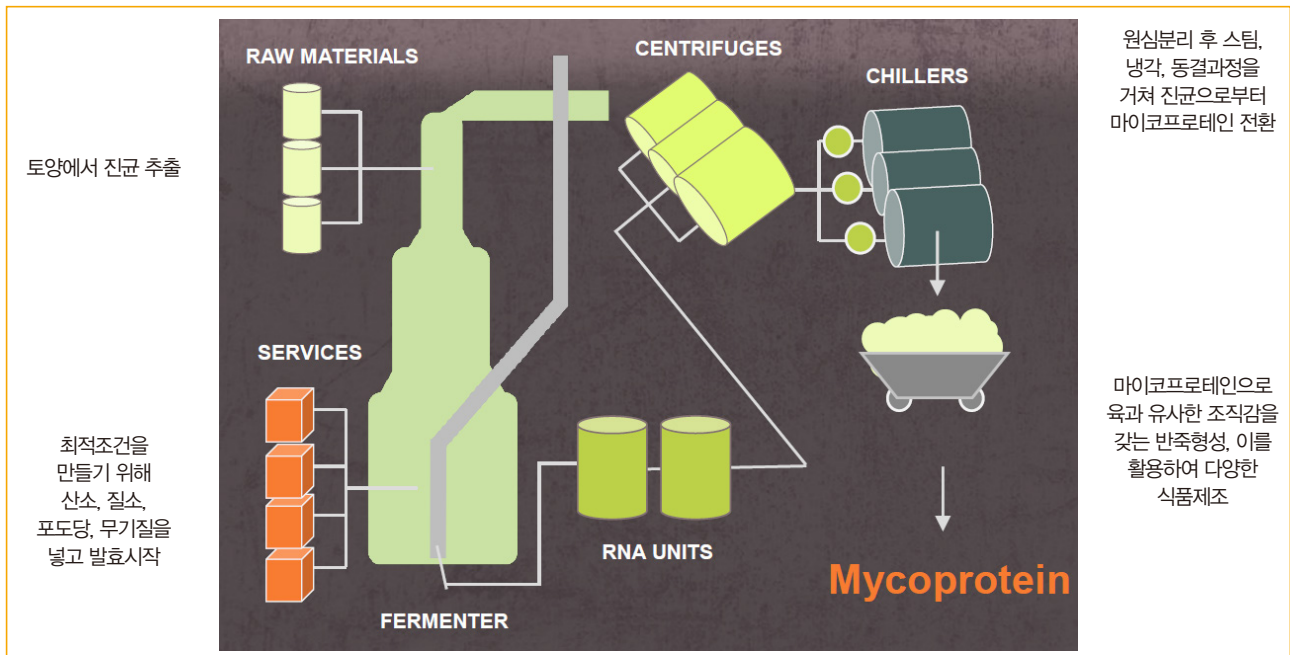
이러한 인조육류는 일반적으로 소비되는 육류와 생산성, 안전성, 지속가능성, 온실가스 배출량, 기술적 진보성, 시장성 등에서 확연한 차이를 보이고 있다(표 1).

### 1. 식물성 대체 소재 이용

모조육(imitation meat) 또는 고기 유사물(meat analogues)은 육류를 사용하지 않고 조직감, 풍미 및 외관과 영양성분을 비롯한 특정 유형의 육을 모방한 것이다. 예를 들어, 아시아 지역에서 주로 소비되는 두부와 같은 대두 유래 제품들은 가장 널리 알려진 모조육의 형태이다(Malav et al., 2015). 콩과 두부는 단백질 함량이 높고 지방함량이 적은 특징을 갖고 있으므로, 계육, 우육, 양육과 햄 및 소시지와 같은 맛을 창출하기 위해 각종 향료 및 부재료를 첨가함으로써 풍미와 조직감을 육제품과 유사하게 제조할 수 있는 것이다(Malav et al., 2015). 또한 우육과 콩은 유사한 단백질 소화율-교정 아미노산가(Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score; PDCAAS)를 가지며, 이는 영양적 측면에서 유사한 단백질가(protein value)를 갖는 것을 의미한다(Schaafsma, 2000).

최근의 개발된 모조육은 마이코프로테인(myco-

그림 2. 마이코프로테인(mycoprotein) 제조과정



(출처: mycoprotein.org)

protein) 기반의 퀴(Quorn)과 조직화 대두단백(textured soybean protein)을 사용하여 생산되고 있다(Finnigan et al., 2010). 마이코프로테인은 진균류(*Fusarium venenatum*)에서 생산되는 단백질의 일종으로 약 40여년 전에 발견되어 1985년부터 식품에 이용되고 있다. 육류 단백질과는 달리 마이코프로테인은 콜레스테롤이 없고 지방함량이 적은 것이 특징으로 건물량(dry weight) 기준으로 25% 수준의 식이섬유를 함유하고 있다. 마이코프로테인의 제조는 발효조에 포도당과 물을 넣고 진균류(*Fusarium venenatum*)를 접종하여 배양하기 시작하면서 칼슘, 마그네슘, 인산염 등의 미네랄을 첨가한다. 호흡과 단백질 생산에 필요한 산소와 질소를 공급하기 위해서 공기와 암모니아도 주입해 주면, 단백질 고형물이 형성되는데 평균 5~6시간 후부터 연속적인 배출이 이루어진다. 이 고형물들의 핵산을 분해하고 원심분리하여 건조하면 반죽상의 단백질을 제조하게 된다(이준정, 2017). 마이코프로테인을 사용하여 제조한 것이 퀴(Quorn)제품인데, 결착제로서 난백을 사용하고 식물성 향신료를 첨가하여 제조한다(그림 2)(Anonymous, 2018ab).

이렇듯 미생물 발효를 통해 얻어진 마이코프로테인을 사용한 대표적인 제품이 퀴(Quorn)인데, 닭가슴살, 스테이크, 소시지 등 다양한 형태로 판매되고 있으며(그림 3), 영국에서 2017년 상반기에만 8,260만 파운드에 달했으며, 전년도 동기 대비 19% 이상 증가한 규모였

다(차혜아, 2018). 퀴(Quorn) 제품의 성장세는 육류의 과도한 섭취에 따른 건강문제와 동물복지 및 채식에 대한 수요가 증가된 것으로 판단된다.

한편, 모조육(imitation meat)의 또 다른 제조방식은 대두를 기반으로 한 조직화 대두단백(textured soybean protein)을 주원료로 동물성 육류를 대체하는 것이다. 육류 섭취를 줄이기 위한 노력에도 불구하고, 육류에 대한 높은 기호성 때문에 식물성 원료를 사용하여 육류와 유사한 맛과 식감을 구현한 제품으로 널리 판매되고 있다. 이러한 식물성 대체육은 기존 육류생산에서의 동물복지, 환경오염, 종교적 거부감, 건강에 대한 우려 등과 같은 문제들을 해결할 수 있는 좋은 대안으로 평가 받고 있기 때문에 그 동안 많은 연구가 활발히 진행되어 왔다. 식물성 대체육은 대부분 대두단백과 같이 단백질이 풍부한 식물원료를 주원료로 하여 식물성 기름, 조미료, 품질개선제 등의 부재료를 첨가하여 제조되는데, 기존에 일반 육류 제품 또는 식품의 원료로 사용되고 섭취해온 재료로 제조함으로써 비교적 안전성이 입증되었고, 제조비용도 저렴한 것이 특징이다(표 1). 다만, 기존의 육류에 비해 관능적으로 기호성이 낮고 맛과 풍미가 차이가 있었기 때문에 일부 채식주의의 소비자들을 위한 ‘콩고기’ 수준의 식품으로 여겨져 왔다.

최근에는 이러한 식물성 대체육의 문제를 해소하는 차원을 넘어 상업적으로 성공하여 각광을 받고 있는 식

그림 3. 다양한 퀴(Quorn) 제품들



(출처: Quorn.co.uk 홈페이지)

품이 ‘임파서블 버거(Impossible Burger)’, ‘비욘드 미트(Beyond Meat)’이다. 스탠퍼드대학교 교수였던 패트릭 브라운(Patrick O. Brown)이 몇 년간의 노력 끝에 2011년 설립한 임파서블 푸드(Impossible Foods)는 지난 2016년 식물성 패티를 대량생산하여 뉴욕, 캘리포니아, 시카고 등지의 식당에 공급하여 임파서블 버거를 팔고 있고, 올해 아시아권에도 진출을 모색하고 있다(김민주, 2017; 김성환, 2017). 채식주의자를 위한 ‘콩고기’가 아닌 고기를 좋아하는 사람들에게 입맛에 맞도록 맛과 식감을 갖도록 하고 콜레스테롤이 없는 것이 특징이다. 임파서블 버거의 패티의 재료는 물(water), 조직화 밀단백질(textured wheat protein), 코코넛 오일(coconut oil), 감자 단백질(potato protein), 천연향료(natural flavors), 레그헤모글로빈(leghemoglobin from soy), 효모 추출물(yeast extract), 소금(salt), 곤약검(konjac gum), 잔탄검(xanthan gum), 분리 대두단백(soy protein isolate), vitamin E, vitamin C, thiamin(vitamin B<sub>1</sub>), zinc, niacin, vitamin B<sub>6</sub>, riboflavin(vitamin B<sub>2</sub>), vitamin B<sub>12</sub>를 기본 재료로 하고 각종 아미노산류, 설탕, 우육에 존재하는 것으로 알려진 각종 미량 성분들을 혼합한 소위 ‘Magic Mix’를 160°C로 가열하여 혼합함으로써 기존 우육의 풍미와 맛을 갖도록 고안된 제품이다(Impossible Foods, 2018). 특히, 우육 풍미(beefy flavor)를 생성하고 실제 우육 패티와 유사하게 제조하기 위해 전구물질(precursor)로 사용한 Magic Mix와 대두에서 추출한 레그헤모글로빈(leghemoglobin)을 이용한 것이 주요 기술이다(Fraser et al., 2017). 임파서블 푸드에 따르면, 기존에 소를 사육하여 햄버거를 만드는 방식과 비교하여 임파서블 버거는 경작면적을 95%, 물 사용량을 74% 적게 사용하고, 온실가스를 87% 적게 배출한다(Impossible Foods, 2018).

임파서블 버거에 레그헤모글로빈을 넣은 이유는 육류를 넣지 않고 우육과 유사한 풍미(beefy flavor)를 생성하기 위해서는 철분을 함유한 단백질(heme-containing protein)과 풍미 전구물질들(flavor

표 2. Magic Mix에 함유된 물질들

구분	함량(mM)
Alanine	5.6
Arginine	0.6
Asparagine	0.8
Aspartate	0.8
Cysteine	0.8
Glutamic acid	3.4
Glutamine	0.7
Glycine	1.3
Histidine	0.6
Isoleucine	0.8
Leucine	0.8
Lysine	0.7
Methionine	0.7
Phenylalanine	0.6
Proline	0.9
Threonine	0.8
Tryptophan	0.5
Tyrosine	0.6
Valine	0.9
Glucose	5.6
Ribose	6.7
Maltodextrin	5.0
Thiamine	0.5
GMP	0.24
IMP	0.6
Lactic acid	1.0
Creatine	1.0
NaCl	10
KCl	10
Potassium phosphate (pH 6.0)	10

(출처: Impossible Foods 특허 발췌, Fraser et al., 2017)

precursors)과 반응이 매우 중요하였기 때문이다. 사실, 철분을 함유한 단백질은 동물, 식물, 미생물 등 다양한 공급원이 있지만, 레그헤모글로빈은 두류 작물

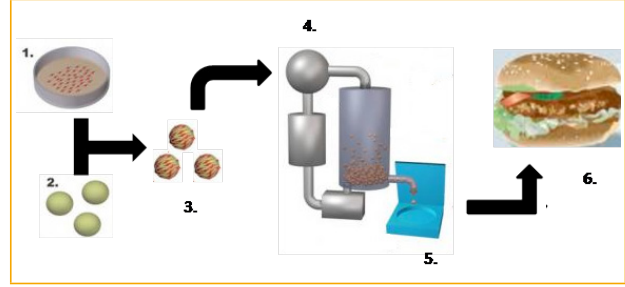


그림 4. 임파서블 버거(Impossible Burger) 및 레그헤모글로빈(Leghemoglobin)



(출처: impossiblefoods.com 홈페이지)

그림 5. 상업화에 근접한 배양육 패티 생산과정 예시



(출처: The cultured meat blog)

(legume crops)에서 폐기되는 부산물을 이용할 수 있고, 미국 전체의 두류 작물 뿌리 중의 레그헤모글로빈은 미국내 소비되는 적색육 중의 마이오글로빈(myoglobin) 함량을 초과할 만큼 풍부하다고 한다(Frazer et al., 2017).

## 2. 배양육

배양육은 ‘*in vitro* meat’, ‘cultured meat’ 등으로 불리는데, 실제 가축의 신체 조직에서 유래한 세포를 체외에서 배양하여 만든 조직으로 가축을 사육하는 과정을 거치지 않고 연구실에서 세포증식을 통해 생산된다. 배양육은 동물 줄기세포를 분열과 분화에 필요한 영양소와 에너지를 세포조직으로 만들어 근육세포를 분화시킨다(Bhat et al., 2014). 현재 Cargill이나 Tyson Foods와 같은 세계 선도 농식품 기업들과 Bill Gates와 같은 IT 업계의 큰 손들이 앞다투어 투자하고 있으며, 대표적인 회사로는 네덜란드의 Mosa Meat, 미국의 Memphis Meat, 그리고 중국 회사가 크게 투자한 이스라엘의 배양육 생산 회사가 있다. 상업적 규모의 생산은 2021년으로 예상하고 있다(Verbeke et al., 2015). 2013년 초기 개발 당시에는 햄버거 패티 1개를 만드는 데 무려 32만 5천달러가 소요되었으나, 현재는 100g에 8달러 수준으로 생산비용이 크게 낮아졌다. 또한 실제 고기와 같은 조직과 맛을 내기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

배양육은 분화를 통해 생산된 근육조직은 추가적인

가공과정 및 포장을 위해 분리될 수 있다. 호흡기, 소화기, 신경계, 뼈 또는 피부와 같은 생물학적 구조가 필요 없이 근육조직만이 발달하므로 영양소와 에너지의 필요량은 상대적으로 적은 특징이 있다(Bhat et al., 2014). 빠른 성장속도는 근육조직이 동물을 사육할 때보다 소요시간이 짧게 유지되고, 필요한 영양소와 에너지가 적게 요구되는 것이다. 사실상 현재까지 세포 및 조직 배양은 에너지, 물 및 원료 소비 측면에서 효율적인 공정이 아니며, 주로 과학 및 의료 응용 분야에 사용되어 왔다(Moritz et al., 2015). 일부 영양소와 에너지 투입의 감소가 소요비용과 지속성에서 장점이 있다고 장담할 수 없다. 왜냐하면 세포 및 조직 배양에 필요한 엄격한 위생 체계 및 또 다른 에너지 투입 비용이 요구되기 때문이다(Bhat et al., 2014).

그림 5에서 배양육 생산공정을 의외로 간단히 설명할 수 있다. 우선 원하는 가축으로부터 줄기세포를 얻어 작은 세포배양기에 담는다(1). 세포가 성장할 세포틀(scaffold)을 먹을 수 있는 콜라겐이나 식이섬유 등으로 만들어 준다(2). 그러면 근육세포는 세포틀 안에서 성장하게 된다(3). 그 후 세포틀을 생물반응기에 넣고 세포의 성장을 촉진하도록 배양액을 넣어준다(4). 그 후 매우 얇은 층의 배양육이 완성되면(5) 가공장으로 보내고 햄버거 패티를 만들 수 있다(6).

배양육은 영양적 질병이나 식중독, 항생제 내성 식중독균, 천연자원의 고갈이나 동물복지, 축산으로 인해 발생하는 분뇨, 폐수 등의 오염과 지구 온난화의 원인 중 하나인 메탄가스 발생 등과 같은 환경적 부담 등 현

재 전통적인 가축 사양으로부터 식육을 얻는 생산방식에서 소비자들이 우려하는 내용을 상당히 줄여주어 축산에서 동물복지와 지속가능성의 가능성을 크게 높여 줄 수 있다(Bhat et al., 2015). 또한 배양육 생산에서 지방함량이나 지방산의 조성을 공배양이나 배양육 생산 후 넣어주는 방식으로 조절할 수 있으므로 소비자가 원하는 방향으로 조절할 수 있다. 그리고 만일 상업화 단계가 되면 배양육의 생산 속도는 매우 빨라질 것으로 예상되고 있다.

세포 배양 배지는 동물 유래의 물질(예를 들어, 소혈청)들로 생산될 수 있지만, 이는 배양육의 지속적인 생산 가능성의 한계라고 볼 수 있으며(Bhat et al., 2014), 따라서 이를 대체하고자 하는 노력이 세계 각지에서 진행되고 있다. 비 동물성 소재인 녹조류 또는 잎새버섯(Maitake mushroom) 추출물을 이용하여 적절한 세포배양액을 생산할 수 있지만, 이러한 배지를 효율적으로 제조하는 것은 아직도 어려움이 많으며, 배양육에 적용하는데 한계가 있다(Tuomisto and de Mattos, 2011; Bhat et al., 2014; Mattick et al., 2015a).

배양육은 위에서 언급한 여러 장점들로 인해 이미 세계적으로 주목받는 기술이 되었으나, 여전히 해결해야 할 많은 사회적, 기술적 요건들이 있다. 먼저 관능적 특성을 개선해야 한다. 배양육의 색이나 외관은 현재 식육과는 사뭇 다르다. 배양육은 소비자들의 기호성을 높이기 위해 기존의 육류와 맛, 조직감 및 외관을 가져야 하지만, 아직은 이를 극복하지 못하고 있다(Moritz et al., 2015). 2013년 런던에서 열린 배양육 시식회에서는 암소 어깨로부터 줄기세포를 채취하여 실험실에서 3개월간 배양하였는데, 여기서 배양육은 무색이었기 때문에 비트즙과 사프란을 첨가하여 색을 구현하였다(Zaraska, 2013). 또한, 배양육에 대한 소비자들의 인식 또한 잠재적인 장벽이 될 수 있다. 왜냐하면, 현재까지 일부 소비자들만 배양육에 대한 정보를 인지하고 관심을 가지고 있을 뿐으로 식품에 대한 소비자의 보수적 특성을 생각할 때 시간이 걸릴 수도 있는 문제이다. 또

한 한가지 분명한 사실은 소비자들이 GMO와 같이 인식할 가능성이 있으나, 배양육은 가축에서 유래한 세포를 신체와 비슷한 조건에서 배양한 것일 뿐 어떠한 인위적인 조작이 없어 GMO와는 분명히 다르다. 그 외 배양육은 생산비가 여전히 높은 수준으로 아직은 기존 식육과 경쟁력을 갖추지 못하고 있으며, 나라마다 법적인 문제에서 애로사항이 발생할 여지가 있다. 이와 함께, 전통적으로 식육생산 수출국의 경우 배양육에 대한 초기의 반발도 예상할 수 있다.

전통적인 식육생산 시스템은 상대적으로 많은 토지, 에너지, 물이 소요되며, 수질이나 토양오염과 온실가스 배출과 같은 문제점을 안고 있기 때문에 현재의 인구증가와 경제발전으로 인해 필연적으로 야기되는 식육소비 증가에 지속적으로 대응하기 어려운 시대가 곧 도래할 것이라 예측된다. 그래서 가축의 근육세포를 실험실에서 배양하여 생산하는 배양육은 미래 지속 가능한 축산을 위한 방법 중 하나로 예상된다. 도축할 동물의 수를 줄임으로써 얻는 자원의 절약과 부산물의 감소뿐만 아니라, 영양적으로나 관능적으로 전통 식육과 가장 유사한 형태로 소비자를 만족시킬 수 있는 대체 식육이 될 수 있어 전통 축산의 지속가능성 또한 증가시킬 수 있으리라 생각된다. 다만, 시장이 요구하는 상업성을 가지기 위해서는 많은 연구투자를 통해 대량생산 기술의 개발이 다방면으로 이루어져야 하며, 사회문화적 함의도 필요하다.

### 3. 식용 곤충류

식용 곤충류는 인간의 주요 영양원이 될 가능성이 있으며, 기존의 가축 생산에 비해 더 효율적으로 생산될 수 있다. 즉, 바이오 매스를 단백질 또는 칼로리로 전환시키는 측면에서 접근해 볼 수 있다(Tabassum-Abbasi and Abbasi, 2016; van Huis, 2013).

식용 곤충류는 지방, 단백질 및 미량 영양소가 많으며, 온실 가스 배출량과 물 소비량이 적은 것이 특징이다(Persijn and Charrondiere, 2014; Rumpold and

Schlüter, 2013; van Huis, 2013). 생체중의 40%만 소비하는 소와 비교할 때 사료를 식용의 식품으로 전환시키는 곤충의 효율성은 거의 100%까지 이를 정도로 매우 높은 편이며, 또한 수 천 마리를 번식할 수 있을 정도로 높은 생산성을 갖는다(Premalatha et al., 2011). 이러한 효율성과 생산성과 더불어 몇 개월 또는 몇 년이 아닌 며칠 만에 성충에 도달하는 급속한 성장률을 갖고 있다. 현재 다양한 종의 곤충류들이 세계의 여러 국가에서 소비되고 있지만, 소비자 기호성의 한계는 특히 서구 국가들에서 많은 편이다(Rumpold and Schlüter, 2013). 때문에 곤충에서 유래한 물질을 분말형태로 식품 소재로서 사용하는 방법이 이러한 장벽을 낮추는 효과를 갖는다(Little, 2015). 그러나 일부 국가들은 법적 규제를 하여 사용상의 문제가 존재한다. 예를 들어, 유럽연합 내에서 새로운 식품에 대한 규정과 곤충 유래 식품의 법적 기준은 곤충류를 가공처리할 수 없으며, 반드시 곤충 전체를 판매해야 한다(De-Magistris et al., 2015). 더 자세한 식용곤충과 관련한 육류 기술에 대해서는 본 보의 다음 특집인 '동물성 단백질 식품으로서의 곤충의 이용'을 참고할 수 있을 것이다.

### III. 결론

소비자들은 가격과 함께 식육 및 육제품의 내적 요인

인 육색, 지방함량, 마블링 스코어, 관능적 품질을 직접적인 구매의 결정요소로 여긴다. 브랜드, 원산지, 생산 방식, 동물복지, 안전성 및 지속가능성과 같은 외적 요인은 내적 요인에 비해 관심도가 낮을 것이다. 따라서 대체 식육에 대한 소비자들의 구매와 재구매는 식육 및 육제품의 내적 품질과 식감에 의해 결정될 것이다. 다만 증가하는 육류소비와 동물복지나 환경오염과 같은 소비자의 염려를 줄이고, 국민들에게 고급 단백질 식품에 대한 안보를 강화하면서 지속 가능한 축산을 이루기 위해서는 대체 육류를 통한 완충작용이 필요하다고 생각된다. 현재 식육 대체 소재에 대해 선진국에서의 기술 선점이 두드러지고 있으나, 여전히 필수적이고 새로운 기술개발 분야가 많기 때문에 연구개발에 관심과 투자가 필요하다고 본다.

### 감사의 글

본 결과물의 일부는 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업(과제번호: 118042)의 지원을 받아 연구되었기에 감사드립니다. 또한 이 연구는 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2015R1D1A1A01059805)이며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Anonymous. 2018a. [http://www.mycoprotein.org/assets/ALFT\\_V2\\_2.pdf](http://www.mycoprotein.org/assets/ALFT_V2_2.pdf). Accessed on April 30, 2018.
2. Anonymous. 2018b. [http://www.mycoprotein.org/assets/mycoprotein\\_factsheet.pdf](http://www.mycoprotein.org/assets/mycoprotein_factsheet.pdf). Accessed on April 30, 2018.
3. Anonymous. 2010. <http://culturedmeat.blogspot.com>. Accessed on May 1, 2018.
4. Alexander P, Rounsevell MDA, Dislich C, Dodson JR, Engström K, Moran D. 2015. Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Glob Environ Change* 35: 138-147.



5. Alexandratos N, Bruinsma J. 2012. World Agriculture Towards 2030/2050. FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.
6. Bhat ZF, Bhat H, Pathak V. 2014. Prospects for *in vitro* cultured meat – A future harvest: Principles of tissue engineering. Fourth ed. Elsevier. p 1163-1683.
7. Bonny SP, Gardner GE, Pethick D, Hocquette JF. 2015. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? J Integrative Agriculture 14:255-263.
8. Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Benbrahim-Tallaa L., Guha N, Mattock H, Straif K. 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. Lancet Oncol 16:1599-1600.
9. De-Magistris T, Pascucci S, Mitsopoulos D. 2015. Paying to see a bug on my food: how regulations and information can hamper radical innovations in the European Union. Br Food J 117: 1777-1792.
10. FAO. 2012. Livestock and Landscapes. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
11. FAOSTAT. 2015. Commodity Balances/Livestock and Fish Primary Equivalent (2015-12-16). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
12. Finnigan T, Lemon M, Allan B, Paton I. 2010. Mycoprotein, life cycle analysis and the food 2030 challenge. Asp Appl Biol 102:81-90.
13. Fraser R, Brown PO, Karr J, Holz-Schietinger C, Cohn E. 2017. Methods and compositions for affecting the flavor and aroma profile of consumables. US Patent 9,700,067.
14. Havlík P, Valin H, Herrero M, Obersteiner M, Schmid E, Rufino MC. 2014. Climate change mitigation through livestock system transitions. Proceedings of the National Academy of Sciences 111, 3709–3714.
15. Little K. 2015. Burger chain adds bugs to the menu...on purpose. CNBC (29 June 2015).
16. Impossible Foods. 2018. FAQ sheet. <https://www.impossiblefoods.com/faq/>.
17. Malav OP, Talukder S, Gokulakrishnan P, Chand S. 2015. Meat analog: a review. Crit Rev Food Sci Nutr 55:1241-1245.
18. Mattick CS, Landis AE, Allenby BR. 2015. A case for systemic environmental analysis of cultured meat. J Integr Agric 14:249-254.
19. Moritz MSM, Verbruggen SEL, Post MJ. 2015. Alternatives for large-scale production of cultured beef: a review. J Integr Agric 14:208-216.
20. Persijn D, Charrondiere UR. 2014. Review of food composition data on edible insects. Food Chem 193:39-46.
21. Premalatha M, Abbasi T, Abbasi T, Abbasi SA. 2011. Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: the use of edible insects. Renew Sustain Energy Rev 15:4357-4360.
22. Rumpold BA, Schlüter OK. 2013. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. Innov Food Sci Emerg Technol 17:1-11.
23. Schaafsma G. 2000. Criteria and significance of dietary protein sources in humans: The protein digestibility – corrected amino acid score. American Society for Nutritional Science 1:1865S-1867S.
24. Tabassum-Abbasi TA, Abbasi SA. 2016. Reducing the global environmental impact of livestock production: The

- minilivestock option. *J Clean Prod* 112:1754-1766.
25. Tuomisto HL, de Mattos MJT. 2011. Environmental impacts of cultured meat production. *Environ Sci Technol* 45:6117-6123.
  26. van Huis A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu Rev Entomol* 58: 563-583.
  27. Verbeke W, Marcu A, Rutsaert P, Gaspar R, Seibt B, Fletcher D, Barnett J. 2015. "Would you eat cultured meat?": Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Sci* 102:49-58.
  28. Zaraska M. 2013. Lab-grown beef taste test: Almost like a burger. [http://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grwon-beef-taste-test-almost-like-a-burger/2013/08/05/921a5996-fdf4-11e2-96a8-d3b921c0924a\\_story.html](http://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grwon-beef-taste-test-almost-like-a-burger/2013/08/05/921a5996-fdf4-11e2-96a8-d3b921c0924a_story.html). Accessed on May 2. 2018.
  29. 맹진수. 2016. 미래 식품의 대체 기술 동향: 배육육, 인공젤란과 식용곤충을 중심으로. *육합연구리뷰* 2(4):4-35.
  30. 김민주. 2017. 고기 마니아를 위한 채식 버거, 임파서블 푸드. *비즈한국*. 2017.06.20.
  31. 이준정. 2017. 미생물단백질이 미래식량 공급원이다. *이코노믹리뷰*. 2017.10.23.
  32. 김성환. 2017. 인공 고기는 도축장의 송아지를 구출할 수 있을까? *한겨레신문*. 2017.6.18.
  33. 차혜아. 2018. 채식주의자의 후라이드 치킨? 영국 육류 대용식품시장. *Kotra 해외시장 뉴스*. 2018.1.23.