

식물성 단백질을 이용한 육류 유사식품에 대한 고찰

유광연¹ · 용해인¹ · 유민희¹ · 전기홍^{1,*}

¹한국식품연구원 가공공정연구단

Development of meat analogues using vegetable protein: A review

Gwang Yeon You¹, Hae In Yong¹, Min Hee Yu¹, and Ki Hong Jeon^{1,*}

¹Research Group of Food Processing, Korea Food Reserch Institute

Abstract This study investigates the development of meat analogues using vegetable proteins. Over the years, the consumption of meat analogues has increased because of environmental and religious concerns. Vegetable protein sources, especially soy, wheat, and peanuts, are commonly used as meat analogues. However, the texture of vegetable proteins does not resemble that of traditional meat. Thus, a number of studies have been conducted to improve the texture of vegetable protein-based meat analogues. The interest and demand for meat analogues, especially for recently released vegetable protein-based meat analogues, is expected to increase in the near future.

Keywords: meat analogue, textured vegetable protein, vegetable protein, vegan

서 론

우리나라의 식품 소비 형태는 인구가족, 경제산업, 사회문화적 요인 등에 의해 질적으로나 양적으로 많은 변화가 있었다. 지난 70년대에 밥과 곡식 위주의 채식 유형이 식생활의 주를 이루었다면, 90년대 이후로는 식육, 육가공품, 유가공품 등 육식 위주의 식생활 꾸준히 증가하였다(Lee 등, 2012; Yeo와 Kim, 2016). 이러한 식품 소비의 변화는 우리나라뿐만 아니라, 전 세계적인 추세로 나타나고 있다. 식량 농업기구(FAO)의 보고에 따르면 2030년에 산업화 된 국가에서 육류 소비는 일인당 100 kg/년 으로 증가할 것이라고 추정된다(Bruinsma, 2017).

식육은 필수아미노산이 골고루 존재하는 우수한 단백질 공급원이며, 식육 내 지질은 중요한 에너지원인 동시에 필수지방산의 공급원이다(Asgar 등, 2010; McNeill와 Van Elswyk, 2012). 뿐만 아니라, 식육은 철을 포함한 광물질, 미량 비타민을 공급하는 주요 식량 자원이라 할 수 있다(Pereira와 Vicente, 2013). 최근 식육의 섭취가 심혈관 질환 등 대사성 질환의 증가와 관련이 있다는 일부 소비자들의 우려가 있으나, 이에 대한 과학적 증거가 부족하고 식육 섭취량, 조리 방법 등과 관련된 충분한 역학 조사와 과학적인 연구가 필요한 실정이다(Hur 등, 2019).

한편, 식육을 대체할 수 있는 식품에 대한 요구는 수년간 존재해 왔다. 할랄(halal), 코셔(kosher), 불교, 힌두교와 같은 종교 또는 개인적인 신념으로 일부 육류를 제한하고 채식주의를 하는 소비자들에게는 육류의 영양을 대체할 수 있는 식품이 필요하다(Joshi와 Kumar, 2015). 미래 인구증가에 따른 식량 부족과 그에

따르는 환경 문제 또한 육류를 대체할 수 있는 식품을 요구하고 있다(Joshi와 Kumar 등, 2015).

육류 유사식품(meat analog)의 단백질 소재로는 식물성 소재, 식용 곤충, 배양근육소재(cultured meat) 등이 있으며, 각각의 단백질 소재들은 서로 다른 장점과 단점을 가지고 있다(Alexander 등, 2017; Lee와 Cho, 2019). 현재 이와 관련된 다양한 연구들이 진행 중에 있으며, 이 중 가장 산업화된 소재는 바로 식물성 소재이다(Jeong과 Jo, 2018). 주로 조직화된 대두단백(textured vegetable protein, TVP)을 사용하여 제작하는 식물성 육류 유사식품은 ‘콩고기’라는 이름으로 국내에 소비되고 있으나(Kim 등, 2017), 식물성 육류 유사식품의 관능적인 기호도 등은 육류에 비해 부족하며, 이를 개선할 수 있는 지속적인 가공 기술의 개발이 필요한 실정이다(Kim 등, 2017). 따라서 육류 유사식품 개발과 가공 방법 등에 대한 충분한 이해가 필요하다고 판단되며, 본 논문에서는 식물성 육류 유사식품에 대한 현황 및 개발 과정에 대하여 소개하고자 한다.

국내 육류시장현황 및 변화

우리나라 국내 육류시장의 소비량을 조사 한 결과, Fig. 1에 나타난 바와 같이 2000년부터 2017년도까지 국내 연간 육류소비량은 소고기 44.81%, 돼지고기 63.15%, 닭고기 112.83%가 증가하였고, 1인당 육류소비량은 소고기 32.78%, 돼지고기 48.48%, 닭고기 92.2%가 증가하였다(Korea Meat Distribution Export Association, 2017). 2000년부터 2017년도의 국내식육가공품의 연도별 판매증가율을 살펴보면 햄 13.93%, 소시지 132.29%, 베이컨 645.88%, 캔 햄 240.46%가 증가하였고, 품목에 따라서 소비 및 판매량에 있어서 차이는 있으나 꾸준한 증가를 보이고 있다(Korea Meat Processing Association, 2018).

육류 소비에 따른 소비자 요구와 환경변화

2000년 초 한국에 불어 닥친 ‘well-being’ 바람은 한 때의 유행에 지나지 않고, 하나의 삶의 방식으로 자리 잡았다. 사전적 의

*Corresponding author: Ki Hong Jeon, Korean Food Research Institute, Iseo-myeon, Wanju, Jeonbuk 55365, Korea
Tel: +82-63-219-9077
Fax: +82-63-219-9876
E-mail: khjeon@kfri.re.kr
Received December 16, 2019; revised February 9, 2020;
accepted March 5, 2020

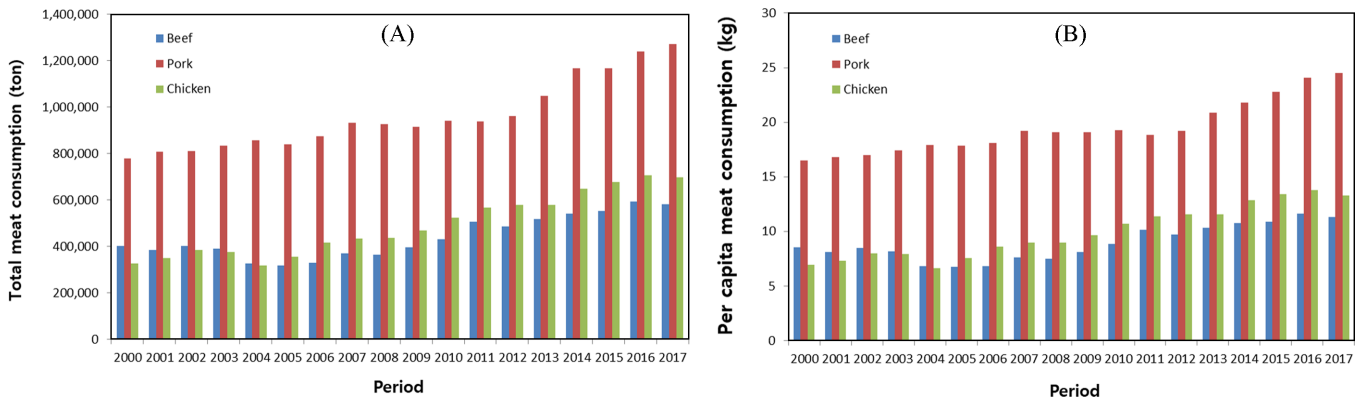


Fig. 1. Domestic annual meat consumption (Korea Meat Processing Association, 2017). (A) Total meat consumption (ton), (B) Per capita meat consumption (kg)

미로는 정신적, 육체적인 건강과 행복, 복지와 안녕을 의미하고, 사회적 의미로는 물질적 부가 아니라 삶의 질을 강조하는 생활 방식을 가리킨다. 이러한 생활방식은 소비자들의 건강에 대한 관심 또한 증가시켰다(Lee 등, 2012; Yeo와 Kim, 2016). 그리고 아직 그 과학적인 근거가 부족함에도 불구하고 육류의 소비가 비만이나 대사성 질환과 관련이 있다는 우려가 증가하였다(Hur 등, 2019). Hur 등(2019)에 따르면, 육류 섭취 자체가 심혈관계 질병이나 발암의 원인은 아니며, 소비자의 나이, 유전, 식습관, 환경, 그리고 생활 방식 등 다양한 요인들이 고려되어야 한다고 보고한 바 있다. 하지만, 여전히 육류 섭취와 건강의 상관관계에 대해 우려하는 일부 소비자들의 인식은 육류 유사식품의 요구를 증가시켰다.

종교 역시 육류소비에 영향을 미치고 있다. 이슬람교에서는 종교적인 이유로 돼지고기를 소비하지 않으며, 소, 닭고기 등 역시 할랄 도축방식을 사용하지 않으면 소비하지 않는다(Joshi와 Kumar 등, 2015). 이러한 이슬람교는 현재 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 종교 중 하나로서, 세계 식품 시장에서는 이러한 증가하는 이슬람 교인들의 요구에 맞춘 육류 대체 식품에 큰 관심을 가지고 있다(Asgar 등, 2010). 이슬람교 외에도 일부 육류를 섭취하지 않거나 요구되는 인증 방법이 존재하는 힌두교나 유대교, 그리고 채식주의를 하는 불교를 위한 육류 유사식품은 필요한 상황이다(Asgar 등, 2010; Jeong과 Jo, 2018).

육류소비에 따른 또 다른 관심은 환경적 변화이다. 육류 소비 증가에 의한 에너지 소비와 온실가스 배출 및 환경에 미치는 영향 등의 연구가 계속 진행되는 상황이다(Garnett, 2009; Phetteplace 등, 2001; Samuel, 2006; Sonesson 등, 2010; Tilman과 Clark, 2014). 실제로 가축 사육, 도축, 가공 및 보관 과정에서의 연료 및 전력 사용, 가축의 장내발효 등의 과정에서 이산화탄소와 메탄, 아산화질소와 같은 온실가스가 배출된다(Hamerschlag, 2011). 에너지, 산업, 폐기물, 토지이용변화 및 산림과 농업의 5개 부문에서의 육류에 의한 인위적인 온실가스 배출량은 전체 온실가스 배출의 18%에 달한다. 또한, 지구 전체에서의 인위적인 아산화

질소 배출의 65%, 메탄은 35-40%, 그리고 이산화탄소는 9%에 해당하는 양이 가축부문에 기원한다. 또한, 육식과 채식에 따른 환경 영향에 대한 비교 연구도 진행되고 있다(Andrew 등, 2012).

식물성 육류 유사식품의 개념

식물성 육류 유사식품은 식물에서 추출한 단백질을 이용하여 식육과 비슷한 형태와 맛이 나도록 제조한 식품을 의미한다. 이는 육류에 비해 자원의 사용량과 온실가스 배출량을 줄임과 동시에 대량 생산이 용이하며 가격도 저렴한 편이다(Bonny 등, 2015). 또한, 제조 후 제품 환경변화의 영향을 덜 받으며 품질 유지기한이 길고 상대적으로 안정적인 가격으로 인해 식품가공 산업에 적용하기에 용이하다(Kumar 등, 2017). 이러한 식물성 육류 유사식품의 주된 원료는 콩류 및 대두단백이며, 이 외에도 각종 씨앗과 호밀, 보리 등이 이용되고 있다(Table 1). 현재 식물성 육류 유사식품은 육류 유사식품 시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

식물성 육류 유사식품 발달과정 및 기술변천

식물성 육류 유사식품의 발달 과정을 살펴보면, 동양권에서는 전통적으로 섭취해왔던 두부(tofu), 템페(tempheh), 세이탄(seitan) 등이 육류 유사식품 범주에 포함되는 식품이다. 두부는 기원전 164년 중국 한나라 시대에 발명되어 우리나라에는 고려 말기에 전래된 것으로 추정된다. 콩에서 단백질을 추출하여 제조하며, 현재는 한국인의 중요한 단백질 공급원 중 하나이다. 템페는 인도네시아에서 콩을 발효시켜 단단히 굳힌 음식으로, 우리나라의 청국장과 가까운 식품이며 보통 얇게 썰어서 기름에 튀기거나 수프에 넣어 식용한다. 세이탄은 중국에서 밀 글루텐을 이용해서 만든 음식으로 밀가루를 반죽한 뒤 전분을 제거하여 만들며 고기의 식감과 가장 유사하다(Markets and markets, 2018). 국내에서는 콩고기라는 명칭으로 과거에는 육류 유사식품을 생산하고 있었으며 최근에는 밀에서 추출한 글루텐을 이용하여 불고기, 탕수육, 햄을 제조하거나 Non-GMO 콩만 이용한다는 점을 강조하면서 식물성 육류 유사식품으로 시판하고 있다. 또한, 미국에서

Table 1. Protein sources for meat analogues

Vegetable protein	Sources	References
β-Conglycinin	Soybean	Asgar et al. (2010)
Gluten	Wheat, Rye, Barley	Green and Cellier et al. (2007)
Glycinin, Vicilin	Legumes	Joshi and Kumar et al. (2015)
Legumin, Albumins, Globulins, Glutelins	Oil seeds	Kang et al. (2007)

는 1930년대 대두박을 이용하여 대두 단백질을 생산하기 시작하였으나 상업화에는 실패 하였으며, 1960년대 대두 단백질을 이용하여 섬유상 단백질 조직을 개발하였다. 이후 이를 바탕으로 1970년대에 ADM사에는 조직화 대두 단백질을 생산함으로써 여러 가지 모양과 질감, 맛을 내는 식물성 육류 유사식품 생산이 가능해졌다. 영국에서는 1964년에 후사리움을 이용하여 전분 부산물에서 단백질을 개발하는데 성공하였으며 이후 1985년부터 이를 상용화하여 퀴(quorn)이라는 제품으로 판매하고 있다(Kim, 2005).

최근에는 식물성 육류 유사식품의 조직화를 위한 방법으로 방사법(radiation method), 압출성형 공정법(extrusion method), 증기법(steam method) 등이 연구되어 왔는데 이 중 가장 대표적인 것은 압출성형 공정이다. 압출성형 공정은 식물성 육류 유사식품의 조직화 차별화에 비하여 공정, 경제적인 측면의 장점이 많지만 산업체 적용이 되지 않다가 1960년대부터 식물성 단백질이 동물성 단백질을 대체할 수 있다는 인식 속에서 탈지대두, 대두농축단백 등을 원료로 하여 조직화된 단백질 제품, 즉 식물성 육류 유사식품의 제조에 사용되기 시작하였다(Cho와 Ryu, 2018). 압출성형 공정은 추출한 식물성 단백질을 물과 혼합 후 압출기 내에서 가열하며 높은 압력으로 압출하면 압력, 열 및 기계적 전단력 등의 다양한 작용에 의해서 식육과 비슷한 가소성과 신축성을 갖는 조직감을 재현할 수 있다는 원리를 이용하는 공정으로, 변수에 따라 그 특성이 변화된다(Maurice와 Stanley, 1978). 압출성형 시 배럴의 최소 온도는 130°C이며, 단백질의 3차원 구조가 파괴되어 펩타이드 결합으로 연결된 아미노산 사슬이 풀린다. 이 때 변성된 단백질 사슬 간의 amide 결합, disulfide 결합, 수소결합에 의한 가교결합의 형성이 사출구 부위 방향의 배럴에서 시작된다. 이와 같은 제조공정은 경제적인 뿐만 아니라 성형된 식물성 조직 단백질은 각기 다른 모양과 크기로 제조할 수 있어 다양한 식물성 육류 유사식품 제품에 활용되고 있다.

식물성 육류 유사식품의 원료 중 대두 단백질은 압출성형 공정을 통해 단백질의 함량을 증가시킬 수 있으며, 탄수화물을 첨가함으로써 식물성 대두단백의 조직화를 촉진시킬 수 있다. 분리대두단백과 활성글루텐을 혼합하면 섬유형태의 겔 생성을 촉진하고 글루텐에 부족한 필수아미노산을 분리대두단백의 필수아미노산으로 채울 수 있다(Mcminides 등, 2010). 압출성형 공정은 고수분 압출성형(습식)과 저수분 압출성형(건식)으로 구분된다. 수분함량은 습식이 40-80%, 건식이 10-30% 정도이다. 일반다이를 사용하여 압출성형한 건식의 경우 조직의 팽화가 이루어지는 반면, 습식은 냉각다이를 사용하여 압출성형하며, 질감이 식육과 비슷하고 팽창되지 않은 섬유상 조직을 만들 수 있다고 보고되었다(Lin 등, 2002). 건식은 수화, 조미, 착색, 착향 등의 가공 과정을 거쳐야 하는 반면, 습식은 이를 간소화시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 압출기의 점도가 낮아짐에 따라 체류 시간이 짧아지고 압출기의 기계 에너지가 열에너지로 전환되는 비율이 낮아져 최종적으로 강도, 경도, 씹힘 및 응집도가 크게 감소한다(Chen 등, 2010). 따라서 최근까지 조직화 면에서 비교적 우수한 고수분 압출성형 공정이 널리 이용되고 있다.

식물성 육류 유사식품 연구동향

현재 식물성 육류 유사식품의 가장 큰 문제는 소비자들의 관능적 기호도라 할 수 있다. 식물성 육류 유사식품은 소비자에게 충분한 시장성이 있으나, 대다수의 제품들의 풍미와 조직감이 실제 식육과 차이가 있다는 평가를 받고 있다(Kim 등, 2017). Her 등(2019)은 이러한 이유가 육류 유사식품의 제조 공정에 있다고 보고한 바 있다. 이와 마찬가지로, 식물성 육류 유사식품과 관련

된 대다수의 연구들은 제조 공정을 달리하여 식품의 조직감을 향상시키거나, 육류 유사식품이 실제 식육과 어떠한 차이가 있는지 분석하고 있다.

Kim 등(2008)은 효소종류와 시간을 달리한 조직대두단백의 품질특성을 확인하였다. 가수분해도는 protamex 0.1% 보다 flavourzyme 0.3%의 조직대두단백이 높았고, 효소처리시간이 증가할수록 조직대두단백의 가수분해도도 증가하였다. 보수력은 protamex 0.1% 10분 처리군이 531.99%로 가장 높은 수치를 보였고, 유지결합력은 10분 처리 시에는 protamex 0.1%가 215.23%로 높은 수치를 보였으나, 20분 처리 시 flavourzyme 0.3%가 178.05%, protamex 0.1%가 187.96%으로 큰 차이를 보이지 않았다. Kim 등(2019)은 동물성 지방 대체제로 첨가된 액상 재료에 따른 식물성 유사식품의 이화학적 특성을 확인하였는데, 액상 재료는 기름, 물 그리고 기름과 물의 혼합 형태로 구분하였다. 식물성 유사식품의 단면은 medium-chain triglycerides (MCT oil)만 첨가한 시료가 가장 치밀한 조직은 보였고, 가열감량은 물을 첨가한 시료와 물과 polysorbate 80을 첨가 된 시료가 14.6, 15.1%로 비교적 높게 측정되었다. 조직감은 부착성을 제외한 경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 씹힘성에서 MCT oil만 첨가한 시료가 가장 높았다.

식물성 육류 유사식품의 주된 재료인 TVP의 조직과 구조에 관한 연구들 또한 수행되고 있다. Samard와 Ryu(2019)는 TVP와 소고기, 돼지고기, 닭고기의 물리 화학적 특성, 조직 및 구조를 비교 및 분석하였다. 그 결과 고기의 종류에 따라 근섬유 단백질, 결합 조직 단백질, 근육의 비율, 분포 및 자연 성분의 차이와 관련이 있을 수 있으며, 이에 따라 서로 다른 경도(hardness)와 절단 강도가 나타났다고 하였다. 또한, TVP의 셀 구조는 낮은 압출 수분의 영향을 받는 불균일한 공기 셀을 갖는 방향성 및 섬유성 구조를 나타냈다고 하였다. Chiang 등(2019)은 일정한 질량에서 콩 단백질 농축 물(soy protein concentrate, SPC): 밀 글루텐(wheat gluten, WG) 비율이 압출 식물성 육류 유사식품의 물리 화학적 특성에 미치는 영향에 대해 보고하였는데, 20% WG 및 30% WG를 함유하는 식물성 육류 유사식품은 훨씬 더 작은 섬유질로 연결된 미세 구조를 나타내는 것으로 밝혀졌다. 이후 식물성 육류 유사식품의 화학적 결합의 유형을 파악하고자 urea, dithiothreitol 및 sodium dodecyl sulfate 시험을 수행한 결과, 응집된 단백질의 많은 부분이 수소 결합으로 연결되어 있음을 확인하였으며 압출 동안 단백질을 변성시키면서 가교 결합을 증가시켜 섬유질 구조의 형성을 촉진시킨다는 결론을 얻었다(Chiang 등, 2019).

위와 같이 식물성 육류 대체식품의 기호도를 향상시키기 위한 공정개선, 기존 육류와의 비교연구 외에도 일부 연구진들은 식물성 육류 대체식품 자체의 향산화 활성을 보고한 바 있다. Lee 등(2014)은 중자 콩 분말을 주원료로 사용하여 식물성 육류 대체식품을 제조한 후 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) 라디칼 소거활성을 확인하였다. DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성 모두 콩 분말 함량이 적은 처리군이 가장 낮았고, 견과류 첨가량이 많을 경우 가장 높은 값을 나타내었다. Cho 등(2014)은 콩 품종에 따라 콩 커들릿, 콩고기, 콩 너겟, 콩 스테이크를 제조하였고 주 원재료는 아가롱, 서리태, 태광콩을 사용하였으며 그에 따른 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였다. 사용한 모든 품종의 커들릿과 콩고기에서 DPPH 항산화 활성은 크게 다르지 않았으나 커들릿에서 총 폴리페놀 함량 중 아가롱이 259.68 g/g으로 가장 높았다. 스테이크에서도 역시 아가롱의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 257.91 g/g, 49.5%로 가장 높았고 너겟은 서리태가 225.38 g/g, 45.7%로 가장 높았다.

Table 2. Commercial meat analogue products

Product type	Name	Company / Country
Burger	Impossible burger	Impossible Foods / America
	Beyond burger	Beyond Foods / America
	Heirloom bean veggie burgers	Dr. praeger's sensible foods / America
	Porcini mushroom burger	Nuova Due / Italia
	Organic quinoa burger mix	Risenta / Sweden
	Juicy burgers from legumes	LikeMeat / Germany
	Vegetarian oriental burger with couscous, vegetables and soya	Aldi Sd / Germany
	Vegan hamburger patty	Soymaru / Republic of Korea
	Veggie garden V patty	Taekyungnongsan / Republic of Korea
Meat ball	Gardein meatless meat balls	Garden Protein / Canada
	Vege-mixball	Vegefood / Republic of Korea
Nugget	Quorn chik 'n nuggets meatless & soy-free	Quorn Foods / United Kingdom
	Vege-nugget	Vegefood / Republic of Korea
Cutlets	Soy potato cutlets	Soymaru / Republic of Korea
	Vegan rice cutlets	Lovinghut / Republic of Korea
Chicken tender	Beyond chicken homestyle tenders	Beyond Foods / America
Bulgogi	Vegan-bulgogi	Vegefood / Republic of Korea
Ham	Tofurky ham roast with glaze	Tofurky, Turtle Island Foods / America
	Vegan ham	Lovinghut / Republic of Korea

식물성 육류 유사식품 시장의 현황 및 전망

최근에는 기존 식물성 육류 유사식품의 관능적 문제를 해소한 제품들이 출시되고 있다(Table 2). 식물성 육류 유사식품의 주요 생산업체로는 임파서블 푸드(Impossible Foods), 비온드 미트(Beyond Meat), 에이미 키친(Amy's Kitchen), 그리고 퀴 푸드 앤 모닝스타 팜(Quorn Foods and Morningstar Farms) 등이 있다. 이 중에서도 큰 주목받는 제품 중 하나는 ‘임파서블 버거(Impossible burger)’이다. 임파서블 버거는 소고기의 관능적 특성을 구현하고자 다양한 풍미전구체 및 대두에서 추출한 레그헤모글로빈(leghemoglobin)을 이용하였다(Bohrer, 2019; Jeong과 Jo, 2018). 레그헤모글로빈은 식육 내에 존재하는 헤모글로빈(hemoglobin) 그리고 미오글로빈(myoglobin)과 유사한 화학적 구조를 가지고 있으며, 이것이 임파서블 버거의 관능적 품질에 큰 영향을 준다고 보고된다(Bohrer, 2019). 이러한 임파서블 버거와 비온드 미트의 출시는 식물성 육류 유사식품에 대한 소비자들의 관심을 이끌었다.

전통적인 식육생산 시스템은 상대적으로 많은 물, 토지, 그리고 에너지가 요구되며, 온실가스 배출이나 수질 및 토양오염과 같은 문제점을 가지고 있다. 따라서 지속적으로 증가하는 식육소비 및 요구량의 증가에 대응하기 어려운 시대가 올 것이라 판단된다(Jeong과 Jo, 2018). 따라서 육류 유사식품 시장은 앞으로 꾸준히 성장할 것이라고 예측된다. 특히, 식물성 육류 유사식품은 원료인 밀, 대두 등의 곡류에 대한 소비자 거부감이 적으며 단백질 함량이 높아 영양적인 측면에서 기존 육류 시장을 어느 정도 대체할 수 있다고 판단된다.

요 약

본 논문에서는 식물성 육류 유사식품에 대한 개념과 소비자 인식, 발달과정, 그리고 시장전망에 대해 조사하였다. 전 세계적으로 육류 소비량 및 요구량이 증가함에 따라 지구온난화와 토지 부족과 같은 환경적인 문제가 발생하고 있다. 또한, 소비자들의 종교적 또는 개인적 신념에 따른 식생활에 대응해야 하는 상황에서, 기존 육류를 대체할 수 있는 육류 유사식품의 필요성은 꾸준히 증가하고 있다.

육류 유사식품의 원료 중 대표적으로 식물성 단백질원이 있으며 대두단백, 콩, 밀, 목화씨 등이 이용된다. 동양권에서는 전통적으로 섭취되어온 두부, 세이탄, 템페 등이 식물성 육류 유사식품에 해당한다. 서양에서는 1930년대부터 식물성 육류 유사식품을 본격적으로 생산하기 시작하였으며, 최근 다양한 제품들을 출시하고 있다. 육류 유사식품의 경우 식물성 원료의 압출성형 공정에 대한 연구와 제품의 관능적 특성을 향상시키기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 전통적인 식육생산 시스템의 한계로 인해 식육 유사식품 시장은 지속적으로 성장할 것이라 예측된다. 특히 최근 출시 중인 식물성 육류 유사식품의 경우, 관능적으로 우수하여 소비자들의 관심이 더욱 증가할 것으로 전망한다.

감사의 글

본 고찰은 과학기술부 지원으로 한국식품연구원 주요사업 연구과제들(E0187000-03와 E0156422-05)의 결과로 작성되었습니다.

References

- Alexander P, Brown C, Arneith A, Dias C, Finnigan J, Moran D, Rounsevell MD. Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Glob. Food Sec.* 15: 22-32 (2017)
- Asgar MA, Fazilah A, Huda N, Bhat R, Karim AA. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Compr. Rev. Food. Sci. F.* 9: 513-529 (2010)
- Bonny SPF, Gardner GE, Pethick D, Hocquette JF. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *J. Integr. Agric.* 14: 255-263 (2015)
- Bohrer BM. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Sci. Hum. Wellness* 8: 320-329 (2019)
- Bruinsma J. *World agriculture: towards 2015/2030: an FAO study.* Routledge. (2017)
- Chen FL, Wei YM, Zhang B, Ojokoh AO. System parameters and product properties response of soybean protein extruded at wide

- moisture range. *J. Food Eng.* 96: 208-213 (2010)
- Chiang JH, Simon ML, Allan KH, Michael EP. Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. *Food Struct.-Neth.* 19: 100-102 (2019)
- Cho JH, Kim HR, Kim ID, Lee JD, Shin DH. Characteristics of soybean meat products prepared using different soybean cultivars. *Food Service Ind. J.* 10: 7-24 (2014)
- Cho SY, Ryu GH. Quality characteristics and manufacturing process of extruded texturized vegetable protein. *Food Ind. Nutr.* 23: 25-32 (2018)
- Garnett T. Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policy makers. *Environ. Sci. Policy* 12(4): 491-503 (2009)
- Green PHR, Cellier C. Celiac disease. *N. Engl. J. Med.* 357: 1731-1743 (2007)
- Markets and markets. Meat substitutes market by type(tofu & tofu ingredients, tempeh, textured vegetable protein (TVP), seitan, and quorn), source (soy, wheat, and mycoprotein), category(frozen, refrigerated, and shelf-stable) and region. 2018: 4461023. p. 134. Markets and Markets. (2018)
- Hammerschlag K. A meat eater's guide to climate change+health: What you eat matters meat eaters guide. Available from: https://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/report_ewg_meat_eaters_guide_to_health_and_climate_2011.pdf. Accessed July. 2011.
- Hur SJ, Yoon Y, Jo C, Jeong JY, Lee KT. Effect of dietary red meat on colorectal cancer risk—A Review. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 18: 1812-1824 (2019)
- Jeong YJ, Jo C. The application of meat alternatives and ingredients for meat and processed meat Industry. *Food Sci. Anim. Resour.* 7: 2-9 (2018)
- Joshi VK, Kumar S. Meat analogues: Plant based alternatives to meat products-A review. *Int. J. Food Ferment. Technol.* 5: 107-119 (2015)
- Kang IH, Srivastava P, Ozias-Akins P, Gallo, M. Temporal and spatial expression of the major allergens in developing and germinating peanut seed. *Plant Physiol.* 144(2): 836-845 (2007)
- Kim EB, Kim EJ, Lee HN, Lee MK, Oh JS, Kim SO, Lee SY. The quality characteristics of soy cutlets using textured soy protein treated with different enzymes. *J. Korean Soc. Food Cult.* 23: 507-513 (2008)
- Kim MR, Yang JE, Chung LN. Study on sensory characteristics and consumer acceptance of commercial soy-meat products. *J. Korean Soc. Food Cult.* 32: 150-161 (2017)
- Kim TK, Yong HI, Kim YB, Kim HW, Choi YS. Edible insects as a protein source: A review of public perception, processing technology, and research trends. *Food Sci. Anim. Resour.* 39: 521-540 (2019)
- Korea meat distribution export association. Annual domestic consumption of meat. Available from: http://www.kmta.or.kr/kr/data/stats_spend.php. Accessed 2017.
- Korea meat processing association. Production and sales of meat products processed by year (2000-2018). Available from: <http://www.kmia.or.kr/article/Accessed Oct. 4, 2017>.
- Kumar P, Chatli MK, Mehta N, Singh P, Malav OP, Vermaa AK. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57: 923-932 (2017)
- Lee HS, Duffey KJ, Popkin BM. South Korea's entry to the global food economy: shifts in consumption of food between 1998 and 2009. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 21: 618-129 (2012)
- Lee HY, Shin YM, Hwang CE, Lee BW, Kim HT, Ko JM, Back, IY, An MJ, Choi JS, Seo WT, Cho KM. Production of soybean meat using Korean whole soybean and its quality characteristics and antioxidant activity. *J. Agric. Life Sci.* 48:139-156 (2014)
- Lin S, Huff HE, Hsieh F. Extrusion process parameters, sensory characteristics, and structural properties of a high moisture soy protein meat analog. *J. Food Sci.* 67: 1066-1072 (2002)
- Maurice TJ, Stanley DW. Texture-structure relationships in texturized soy protein IV influence of process variables on extrusion texturization. *Can. Inst. Food Sci. Technol.* 11: 1-6 (1978)
- McNeill S, Van Elswyk ME. Red meat in global nutrition. *Meat Sci.* 92: 166-173 (2012)
- Mcmindes MK, Godinez E, Mueller I, Orcutt M, Altemueller PA. Protein composition and its use in restructured meat and food products. US Patent 8,529,976 (2010)
- Pereira PMDCC, Vicente AFDRB. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Sci.* 93: 586-592 (2013)
- Phetteplace HW, Johnson DE, Seidl AF. Greenhouse gas emissions from simulated beef and dairy livestock systems in the United States. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 60: 99-102 (2001)
- Samard S, Ryu GH. A comparison of physicochemical characteristics, texture, and structure of meat analogue and meats. *J. Sci. Food Agric.* 99: 2708-2715 (2019)
- Samuel J. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Available from: <http://www.fao.org/3/a0701e/a0701e.pdf>. Accessed July. 2006.
- Sonesson UIF, Jennifer D, Friederike Z. Food production and emissions of greenhouse gases: An overview of the climate impact of different product groups. Swedish Institute for Food and Biotechnology. Sweden. pp. 1-18 (2010)
- Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Int. J. Sci. Nat.* 515: 518-522 (2014)
- Yeo MJ, Kim YP. Trend and estimation of the ecological footprint from the consumption of bovine meat in Korea. *Korea Environ. Impact Assess.* 25: 280-295 (2016)