



Research Paper

Veganomics: Current Status and Challenges

Juahn Oh[#] · Chaeyeong Park[#] · Dageyong Ahn[#] · Jaeun Byun[#] · Sokhee P. Jung[†]

Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University, Gwangju, South Korea, 61186

(Received March 31, 2023; Revised July 20, 2023; Accepted July 20, 2023)

Abstract : Products introduced as vegan are recognized by consumers as ethical consumption that protects animals and the environment, so they are becoming a trend in recent marketing strategies. However, consumers are confused by the claim that veganism consumption is not environmentally friendly, contrary to consumers' perception of animal protection and environmental protection. Vegan leather, which appeared as an alternative to natural leather, emits harmful substances during the manufacturing and disposal process, is less durable than natural leather, and has a shorter lifespan, resulting in a problem of fast fashion. Substitute meat is emerging as a food of the future due to environmental problems caused by raising livestock. However, considerable carbon is generated during the production of substitute meat, and there is a problem in verifying the safety of fiber materials such as various additives used during the production process. In the case of vegan cosmetics, they use only eco-friendly ingredients derived from nature instead of animal ingredients and do not test on animals, so the impact on the environment is minimal. Overall, bigonomics products generate relatively less environmental pollutants and cause less environmental pollution, but there are still limitations to be overcome. It is thought that the limitations of bigonomics can be overcome through social collective practice such as education and investment in parallel with individual practice in daily life. Furthermore, I think that if there is a correct understanding of veganomics and communication about its value, the vegan industry will be able to take its place as a major industry in society. In this review, the current status of bigonomics in the food, cosmetics, and fashion industries, which are being developed by consumers' ethical consumption, is reviewed and prospects are presented. This review will help set the direction in each industry pursuing vigenomics.

Keywords : Vegan, Veganomics, environment

The Korean text of this paper can be translated into multiple languages on the website of <http://jksee.or.kr> through Google Translator.

† Corresponding author

[#]These authors are the co-first authors
E-mail: sokheejung@chonnam.ac.kr, sokheejung@gmail.com
Tel: 062-530-1857, Fax: 062-530-1859

© 2023, Korean Society of Environmental Engineers



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

연구논문

비거노믹스: 현황과 과제

오주인^{#1} · 박채영^{#1b} · 안다경^{#1b} · 변재은^{#1b} · 정석희^{*1b}

전남대학교 환경에너지공학과 광주캠퍼스

요약: 비건으로 소개되는 제품은 소비자에게 동물과 환경을 보호하는 윤리적인 소비라고 인식되고 있기에, 최근 마케팅 전략의 트렌드로 자리 잡고 있다. 그러나, 비거니즘 소비가 동물 보호와 환경 보호라는 소비자들의 인식과 달리 친환경적이지는 않다는 주장에 소비자들은 혼란을 겪고 있다. 천연 가죽의 대안으로 등장한 비건 가죽은 제조와 폐기 과정에서 유해물질을 방출하고, 천연가죽보다 내구성이 떨어져 수명이 짧고 결국 패스트 패션 문제를 일으킨다는 논란이 제기되고 있다. 대체육은 가축을 키울 때 발생하는 환경문제로 인해 미래 식품으로 떠오르고 있다. 하지만 대체육 생산 과정에서 상당한 탄소가 발생하고 있으며 생산 과정 중 사용되는 각종 첨가제와 같은 섬유 물질에 대한 안전성 검증에 문제가 있다. 비건 화장품의 경우, 동물성 원료 대신 자연에서 유래한 친환경 성분만을 사용하고 동물 실험하지 않으므로, 환경에 대한 영향은 미미하다. 종합적으로 살펴보면, 비거노믹스 제품은 환경오염 물질을 비교적 덜 발생하여 환경오염을 덜 유발하지만, 아직도 극복해야 할 한계가 있다. 비거노믹스의 한계는 생활 속 개인의 실천과 병행하여 교육 및 투자와 같은 사회 집단적 실천을 통해 극복될 수 있을 것으로 생각된다. 나아가 비거노믹스의 올바른 이해와 그것의 가치에 대한 소통이 존재한다면, 비건 산업은 사회 주요 산업으로 자리를 잡을 수 있을 것이라고 생각한다. 본 총설에서는 소비자들의 윤리적 소비에 의해 발전하고 있는 식품, 화장품, 패션 산업계에서의 비거노믹스의 현황을 살펴보고 전망을 제시하였다. 본 총설은 비거노믹스를 추구하는 각 산업에서 방향을 설정하는데 도움이 될 것이다.

주제어: 비건, 비거노믹스, 환경

1. 서론

20세기 영국과 미국에서는 채식주의를 지지하는 많은 단체가 형성되었다. 1944년 Watson은 The Vegan News를 시작하면서 채식주의자(vegetarian)의 처음 세 글자와 마지막 두 글자에서 따온 ‘비건(vegan)’이라는 용어를 만들어 세상에 알렸다.¹⁶⁾ 이후, 1990년대 초 건강관리에 대한 관심과 자연보호 의식이 커짐에 따라 ‘녹색 소비자’가 등장하여 비건에 대한 관심은 더욱 커졌다.

Oxford Languages를 포함한 세계적인 사전에서 비건을 “동물 유래 식품을 전혀 먹지 않고 일반적으로 다른 동물성 제품을 사용하지 않는 철저한 채식주의자”로 정의하고 있다. 이러한 사전적 정의로 인해 비건은 단지 동물성 식품을 먹지 않는 엄격한 채식주의자뿐만 아니라, 지금은 채식주의자만 아니라 업종에 상관없이 식품, 패션, 화장품, 생활용품 등 다양한 산업에서 동물 원료를 사용하지 않는 의미로 확장되었다.¹⁷⁾ 식품, 의류 또는 기타 목적을 가지고 동물에 대한 착취 및 학대를 막으려는 일종의 철학이면서 생활 방식인 비거니즘이 비건의 의미에 반영되고 있다고 볼 수 있다.

비건은 “어류 및 갑각류를 포함한 육류, 유제품 및 달걀 등 모든 동물성 원료를 섭취하지 않은 ‘채식주의자’에서 유래된 순수한 채식주의자를 뜻하며, 나아가 동물실험을 거친 모든 제품과 모피, 가죽 등 동물 유래 제품까지 사용하지 않는 포괄적인 의식주 개념”을 의미한다.¹⁸⁾ 최근엔 업종에 상관없이 식품, 화장품, 여행 등 삶의 전반에서 ‘동물보호의 가치’를 실현하는 것으로 확장되었다.¹⁹⁾

비거노믹스(veganomics, 비건 경제)란 “비건과 경제를 뜻하는 이코노믹스(economics)의 합성어”로, 비건을 대상으로 하는 경제 산업을 뜻하며 채식주의를 지향하며, 동물성 원료를 사용하지 않으면서 제품을 생산하는 전반적인 산업을 일컫는다.²⁰⁾

환경과 동물 보호에 대한 관심의 증가는 소비자들의 소비문화에 영향을 미쳤다. 소비자는 개인적으로 가진 도덕적 신념을 사회와 환경에 사회적 책임을 행하는 윤리적인 소비를 하기 시작했다.²¹⁾ 자신의 신념이나 가치관을 소비활동으로 표현하는 것을 가치소비 또는 미닝아웃(meaning out)이라고도 한다. 롯데 멤버스 리서치 서비스 라임에 따르면²²⁾ 최근 3년간 거래데이터를 분석한 결과 19년 1분기 대비 22년 1분기에 미닝아웃 제품 판매율이 171.4% 증가했다고 한다(**Fig. 1**). 이 분

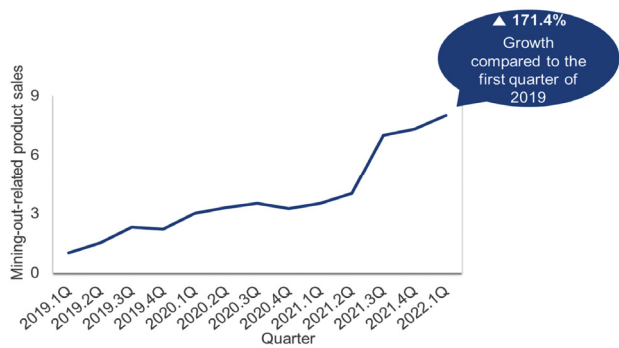


Fig. 1. Meaning-out related product trends.²³⁾

석에서 미닝아웃 제품의 키워드는 ‘친환경’, ‘에코’, ‘천연’, ‘그린’, ‘비건’, ‘무라벨/라벨프리’, ‘대나무’ 등이었다. 가치 소비 성향 증대는 미래의 비거노믹스 성장을 암시한다.

기후 변화의 위기가 고조됨에 따라 환경 분야에서 이를 대응하기 위한 다양한 시도가 이뤄지고 있으며^{14,15)}, 이 흐름에 따라 기업은 ESG 경영에 집중하고 있는 추세이다. 소비자들의 가치 소비 증가로 인해 가치 소비의 평가 항목으로서 기업의 ESG 경영이 중요해짐에 따라, 이와 관련한 마케팅이 늘어나는 추세이다. 이는 주가에도 반영되며, ESG 경영은 기업의 성공을 위해 필수적인 수단이 되었다. ESG의 E인 환경은 비거노믹스와도 연관이 되어있는 만큼 비거노믹스는 ESG 경영을 하는 기업에게 중요한 요소가 될 것이다. 서울시 등 지자체에서는 비거노믹스를 본격 추진하고 있고, 국내 대기업 역시 비거노믹스 시장을 주목하여 관련 제품에 개발과 공급에 박차를 가하는 추세이다.^{24,25)}

본 연구는 비거노믹스 시장에서 규모가 큰 패션, 화장품, 식품 시장의 현황을 조사하고, 각 산업에서 통상적으로 사용되는 비건 제품에 대한 기준을 찾아 비건 제품과 논 비건 제품을 혼란이 생기지 않도록 구별한다. 또한, 비건 제품의 장점과 논란 점, 해결해야 할 문제와 해결방안, 그리고 비거노믹스의 전망에 대해 고찰하려 한다.

2. 본 론

2.1. 비거노믹스의 현황

2.1.1. 패션업계

비건 패션의 정의는 선행연구마다 조금씩 차이가 있으나, 대체로 가죽, 모피, 실크 울을 포함하는 동물성 재료를 배제하고, 인공적인 소재로 제작된 패션을 의미한다.²⁶⁾ 화장품 업계의 비건 제품과 달리 친환경적이지 않은 소재를 사용해도 비건 패션이라 할 수 있다.

동물보호단체인 PETA에 따르면 “비건 소재는 유기농 면, 마, 해조류 섬유, 폴리에스터, 재활용 플라스틱 섬유, 인조 모피×가죽, 자연사한 동물이나 식용으로 도축된 동물 가죽과 털 등이 해당하고 논 비건 소재는 천연 가죽, 모피, 양털, 캐시미어,

실크 울 등이 해당한다”고 한다. 사람들의 인식과 달리 식물성 가죽은 식물로 만들어진 가죽이 아닌 천연 가죽으로 논 비건 소재로 분류된다. 이는 가죽을 유연하게 만들 때 환경에 안 좋은 영향을 미치는 크롬(chrome)을 식물에서 얻은 탄닌(tannin)으로 대체하여 식물성 가죽이라는 이름을 얻었다.²⁶⁾

2.1.1.1. 시장동향

그랜드뷰 리서치에 따르면 2019년 세계 비건 여성 패션 시장 규모는 3,963억 달러이고 전 세계 매출의 41.3%는 신발 부문이 차지했다. 2020년 세계 비건 남성 패션 시장 규모는 175억 달러이고 여성 패션 시장과 마찬가지로 신발 부문이 40.8% 로 가장 큰 점유율을 차지했다. 폴리아미드, 폴리우레탄, 면을 포함한 극세사 섬유와 같은 비건 제품은 신발에 가죽이나 스웨이드와 같은 외관을 제공하고 최종 제품을 통기성 있고 가볍게 만들 수 있어 인기가 있다.²⁷⁾

2.1.1.2. 기업동향

2016년 구찌, 버버리 등을 포함한 유명 해외브랜드는 모피 사용을 중단하는 ‘퍼 프리’(fur free)를 선언했다. 유럽을 중심으로 모피의 생산을 법으로 규제하기 시작했고 샌프란시스코, 로스앤젤레스, 뉴욕 등 미국에 모피 금지법이 확산되며 점차 모피 제품의 판매도 금지되고 있다.²⁸⁾

더 나아가 브랜드 자체 슬로건을 비건으로 내세워 크루엘티 프리를 실천하는 국내 브랜드로는 비건 타이거, 낮아워스 등이 있고, 국외 브랜드는 매트 앤 내트, 구나스, 울센하우스, 뮤슈즈, 보트 쿠티르, 스텔라 매카트니, 세이브더덕 등이 있다.

비건타이거는 ‘CRUELTY FREE’라는 표어를 내건 국내 첫 번째의 비건 패션 브랜드로서 동물에게 착취된 소재를 전혀 사용하지 않고 이를 대체하는 비동물성 소재를 이용해 인조 퍼 자켓과 외투 등을 판매하고 있다.²⁹⁾

낮아워스는 지속가능한 패션과 비건 패션이 서로 연결되어 있다고 생각하여 동물성 소재를 줄이고 친환경 소재를 사용하려 노력하고 있다. 아웃도어 제품들, 운동복, 기능성 작업복은 합성 섬유로 만들고 가죽의 경우 내구성을 위해 폴리우레탄에 사과나 선인장 같은 성분을 섞어 압축하여 대체 소재를 사용하고 있다.³⁰⁾

매트 앤 내트는 비건, 크루엘티 프리, 재활용을 실천하는 인조 가죽 가방 브랜드이다. 폴리우레탄 가죽을 사용하며 폴리염화비닐 사용에서 벗어나기 위해 폴리비닐 부티랄로 만든 외부 바디 소재를 사용한다. 폴리비닐 부티랄은 100% 재활용된 유리수지로 만들어진다. 또한 모든 가방의 안감은 100% 재활용 플라스틱병으로 만들기 때문에 가방마다 21개의 플라스틱병이 재활용된다고 한다.³¹⁾

구나스는 정의, 공감, 연민이 기업의 핵심가치로 동물을 착취하는 것을 반대한다. 재료로는 폴리우레탄, 면, 재활용 플라스틱 병 안감, 재활용 금속을 사용한다. 가죽 대안 소재인 파

엔애플 섬유, 사과 껍질, 포도, 버섯으로 만든 소재도 방수 및 내구성을 위해 일정량의 플라스틱이 포함되어 있으나, 2018년 100% 플라스틱이 없는 대안을 찾았다.

뽕나무 잎 펄프로 만든 Mulbtex라고 하는 것은 실크처럼 강하고 방수 및 실크 자체에 광택이 있다. 뽕나무 잎은 누에의 주식이기 때문에 벌레를 죽이고 실크 단백질을 추출하는 대신 뽕나무 잎에서 직접 추출한다.³²⁾ 모비백은 세계 최초의 Mulbtex로 만든 식물성 남성용 가방이고 구나스는 PETA(People for the Ethical Treatment of Animals)의 동물복지 인증을 받았다.

올센하우스는 약탈, 잔인함, 탐욕이 진정한 스타일과 다르다는 것을 설명하기 위해 만들어진 신발 브랜드이다. 생산은 주문 제작으로 각 스타일을 수천 개씩 대량 생산하지 않고 매 시즌 스타일당 약 50-100 쌍을 만든다. 재료로는 면, 대나무, 대마, 충격이 적은 합성 섬유, 울트라 스웨이드, 목재, 극세사, 나일론 및 인조가죽, 합성 에코 밀창, 합성 고무 등을 사용하고 PETA의 동물복지 인증을 받았다.³³⁾

세이브더덕은 이탈리아 패딩 브랜드로 오리털 또는 거위털 충전재를 제외하고, 자체 개발한 신소재 충전재를 넣는다. 자체 개발한 폴리에스테르 필라멘트를 가공한 소재인 '플룸테크'는 보온성과 통기성이 좋으면서 가볍다. 또한 리사이클드 플룸테크도 활용한다. 이는 재활용 페트병에서 나오는 폴리에스테르 섬유를 이용해 만든 것이다.³⁴⁾

그 외에도 PETA 인증을 받은 어반오리지널, 뮤슈즈, 보트쿠튀르, 세렌디픽스, 마르헨제이, BBYB 등 많은 비건 브랜드가 존재한다.

2.1.2. 화장품업계

롯데 멤버스의 설문조사에 따르면³⁵⁾ 20-60대 남녀 1천500명 중 83.5%가 가치 소비를 해왔던 것으로 나타났다. MZ세대, X세대, 베이비붐 세대 중 MZ세대가 가치 소비 활동에 가장 적극적이다. MZ세대(1980년대초-2000년대초 출생)의 54.0%가 비건 동물보호 기업의 제품을 소비했다고 답변하였다. 이를 통해 앞으로 MZ세대가 비거노믹스의 성장을 이끌어 나갈 것임을 알 수 있다.

2.1.2.1. 시장동향

글로벌 시장조사기관 슈타티스타에 따르면³⁶⁾ “전 세계 비건 화장품 시장 규모는 연평균 6.3%씩 성장해 2024년에는 220억 달러(약 28조원)를 넘어설 것으로 전망되고 있다”라고 한다. 이에 따라 국내의 많은 뷰티 브랜드들은 동물성 원료를 사용하지 않은 ‘비건 인증’ 화장품을 점차 선보이고 있다.

대한무역투자진흥공사(코트라)에서 발행한 ‘2018 글로벌 화장품 산업 백서’에 따르면³⁷⁾ 친환경과 천연원료 기반의 프리미엄 스킨케어 시장이 큰 폭의 성장세를 보였고 권역별로는 유럽과 북미가 43%로 시장을 선도하고 있다고 밝혔다. 한국은 인도 다음으로 9위의 시장규모로 신흥국 중에서 브라질,

인도, 러시아가 눈에 띄는 화장품 시장 성장세를 보이고 있다.

이지경제에 따르면³⁸⁾ “90% 이상이 비건 화장품으로 구성되어 있는 신세계 인터내셔널의 ‘아워글래스’가 2019년 1분기 면세점에서 60억 원의 매출을 올려 2018년 전체 매출인 50억 원을 뛰어넘었다”라고 한다. 또한, 화장품 업계에 따르면 “국내 최초 비건인증기관인 한국비건인증원에서 인증한 비건 제품은 2018년부터 지난해 말까지 누적 2500여 개고 이중 1000개가량이 화장품이었다”라고 한다. 비건 표준 인증원에서는 2020년에 하반기 인증 서비스를 실시한 이후로 500여 개의 비건 화장품이 인증을 받았다.³⁹⁾

2.1.2.2. 기업동향

한국 기업 평판 연구소에 따르면⁴⁰⁾ 2022년 7월 비건 화장품 브랜드 평판의 1위는 리쉬, 2위는 달바, 3위는 아로마티카로 나타났다. 리쉬는 채식주의 제작법을 사용해 100% 채식주의 상품만 생산하고 판매한다. 하지만 몇 개의 제품에는 라놀린, 우유, 계란, 꿀, 밀랍이 함유되어 있다.⁴¹⁾ 이런 성분이 함유되어 있지 않은 제품이 비건 화장품이다.

총 336개의 비건 인증 뷰티 제품 중 ‘더티 보디 스프레이’가 가장 많은 인기를 얻고 있다. 이 제품은 스피어민트, 샌달우드, 라벤더, 에탄올, 향료, 스피어민트오일, 샌들우드오일, 라벤더오일, 비티오렌지꽃오일, 알파-아이소메틸아미노산, 하이드록시시트로넬알, 글리세린 등이 들어있다. 동물성 원료를 전혀 포함하지 않아 영국 비건 협회의 인증을 받았다.⁴²⁾

달바는 비건을 주 상품으로 판매하고 있다. 달바의 가장 인기 있는 비건 제품은 ‘달바 고농축 비건 더블 세럼 30ml’으로 병풀 추출물, 판테놀, 하이드롤라이즈드하이알루로닉에씨드, 오크라 열매 추출물 등이 들어갔다. 동물성 원료를 전혀 쓰지 않고 동물 실험을 하지 않은 제품으로 이탈리아 비건 V-Label의 인증을 받았다.⁴³⁾

브랜드 평판 3위인 아로마티카는 전 제품을 식물 성분으로만 만든 비건 제품이다. 동물 성분을 배제한 것뿐만 아니라 제조 과정에서의 동물실험도 하지 않은 ‘비건 소사이어티’의 인증을 받았다.⁴⁴⁾

2.1.3. 식품업계

한국채식연합의 연구결과에 의하면⁴⁵⁾ 2008년에 국내 채식 인구는 15만 명이었으나 2018년에 150만 명으로 10배가 증가하였다고 한다. 2021년에 200만 명을 기록했고, 2022년에는 250만 명까지 증가할 것으로 추정되고 있다. 전세계 비건 인구는 2019년 기준 5,400만 명 정도로 추정된다.⁴⁶⁾

2.1.3.1. 시장동향

2018년부터 2021년까지 한국비건인증원에서 비건 인증을 받은 식품 제품 개수(누적)는 612개로 나타났으며, 2021년에는 286개 제품이 신규로 비건 인증을 받아 비건 인증 식품의

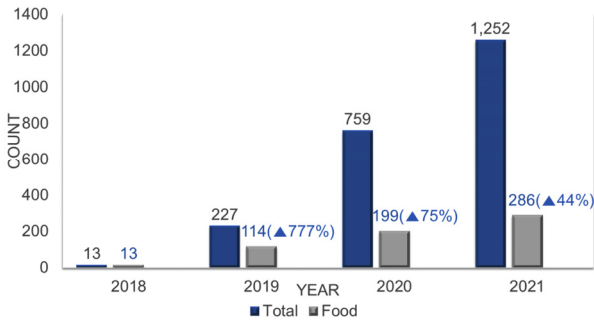


Fig. 2. Number of vegan certified products of Korea Vegan Certification.⁴⁷⁾

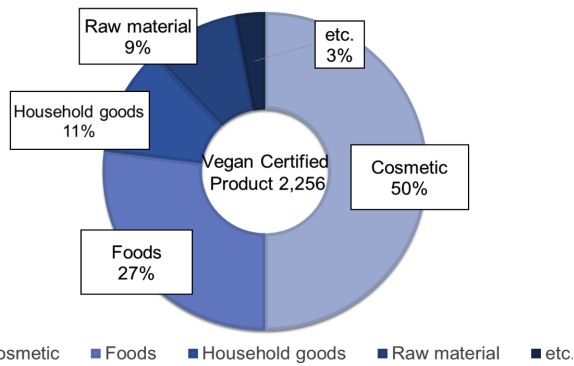


Fig. 3. Proportion of vegan Certification by Korea Vegan Certification Institute(2021).⁴⁷⁾

개수는 2020년 대비 44%가 증가하였고, 2019년 대비 151%가 증가하였다(Fig. 2). 식품뿐만 아니라 화장품, 생활용품, 원료 등을 포함하여 2021년 누적 기준 2,256개 제품이 비건 인증을 받았으며 이 중 식품은 전체 비건 인증 품목 중 27%를 차지한다(Fig. 3).

대체육은 식물성 대체육과 동물의 줄기세포를 배양해 만든 배양육, 곤충 단백질 식품으로 분류된다.⁴⁸⁾ 이 중 비건 식품에 포함되는 것은 ‘식물성대체육’이다. 식물성 대체육은 식물성 유사식품으로 불리며 식물에서 추출된 단백질로 고기와 비슷한 맛과 형태가 나타나도록 제조된 고기를 뜻한다.

식물성 대체육은 밀 글루텐, 대두 단백질, 완두콩, 콩, 깨, 땅콩, 목화씨, 쌀, 균류 등에서 단백질을 추출해 제조되고 있다. 그중 밀 글루텐, 대두단백질, 곰팡이가 주로 사용된다. 밀 글루텐은 간결한 처리로 육류와 비슷한 조직화 단백질을 제조할 수 있고 콩 단백질을 함께 사용 시 고기량 증대와 모양 형성이 쉬워 식품에 다양하게 사용되고 있다.

대두 단백질은 단백질 성분 보충과 식감을 개선하기 위해 각종 식품에 첨가물로 이용되고 있다. 진분 부산물의 후사리움(*fusarium graminearum*)을 이용하여 곰팡이 단백질을 생산 및 추출하여 제조되고 있다. 포도당 1 kg에서 단백질 약 136g을 생산할 수 있고, 식물성 대체육 중 고기와 가장 유사한 식감을 갖고 있다.⁴⁹⁾ 대표적인 상품으로는 퀴(quorn)이 있다. 퀴는 주로 유럽에서 고기 대용으로 이용되며 닭가슴살과 비슷한 식감을

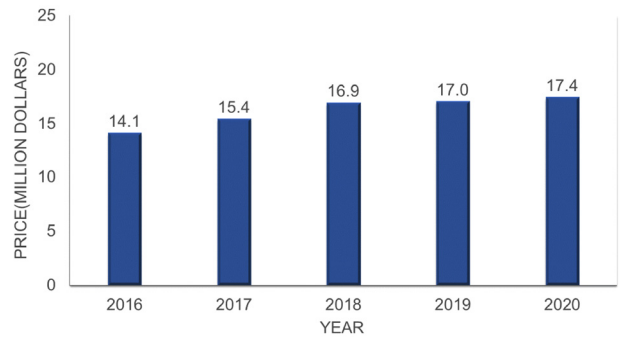


Fig. 4. Domestic plant-based alternative meat market size.¹⁸⁾

가지고 있다.⁵⁰⁾

식물성 단백질은 일반적으로 무결정성 조직을 갖고 있어 단백질을 변형시켜 조직을 형성해 주는 조직화 공정이 필요하다.⁵¹⁾ 식물성 대체육의 조직화를 위한 상용화된 가공 기술로 압출성형 공정이 대표적인데, 압출성형공정은 수분함량에 따라 저수분 압출(건식)과 고수분 압출(습식)로 나눌 수 있다. 일반적으로 식물성 대체육의 제조에는 주로 고수분 압출이 주로 사용된다. 이것은 조직이 팽화되지 않기 때문에 식물성 단백질로부터 육류와 같은 조직감을 구현하는 데 주로 사용된다.⁵²⁾

한국농수산식품유통공사(aT)의 통계에 따르면³⁰⁾ 전 세계 식물성 대체육 시장은 2016년 42억 1,860만 달러(5조 5,100억 원) 규모에서 2020년 60억 710만 달러(7조 8,500억 원) 규모로 43.9% 증가하였다. 국내 식물성 대체육 시장은 2016년 1,410만 달러에서 2020년 1,740만 달러(208.9억 원)로 23.7% 증가하였고, 4년간 연평균 5.6%의 성장을 보였다(Fig. 4). 더불어 대체식품에 대한 투자 규모도 증가하고 있다. 2020년의 대체식품 투자액은 31억 달러로 2019년(10억 달러) 대비 3배 이상 증가하였다.

대체육 외에도 인조 계란이 개발되어 판매되고 있다. 인조 계란은 미국의 햄튼크릭푸드에서 개발되었으며 콩, 해바라기 레시틴, 카놀라, 천연수지를 이용하여 제조되며 일반 계란 형태가 아닌 분말 형태로 물에 녹여서 사용한다. 기존 계란과 거품, 색상 등 형태가 흡사하며 19% 정도 저렴하다. 또 상대적으로 유통기간이 길고 식물성 재료로 생산되어 조류 인플루엔자와 같은 감염병과 살충제 오염에서 자유롭고 계란 알레르기 환자도 섭취할 수 있다는 장점이 있다.⁵³⁾

2.1.3.2. 기업동향

해외 기업의 대표적 비건 식품 기업으로 비욘드 미트와 임파서블 푸드를 꼽을 수 있다. 비욘드 미트는 2020년 설립되어 기업가치 10억 달러(한화 1조 원)를 달성한 대체육 기업으로 비욘드 미트는 버거용 패티부터 스테이크까지 육류를 대신하는 다양한 제품을 판매하고 있다. 2020년 4월에는 중국 스타벅스와 파트너십을 맺고 식물성 소고기를 기반으로 파스타, 라자냐, 사우어랩 등을 출시하였으며, 중국 대표 이커머스 기업 알리바바(Alibaba)와도 손잡고 상하이 매장 50여 곳에서 비욘

드 미트 제품을 판매하고 있다. 비욘드 미트가 공고한 미국 미시간 대학의 환경 영향 조사 결과에 의하면⁵⁴⁾ 비욘드 미트의 식물성 대체육 생산 방식은 미국의 소고기 패티 생산 방식보다 온실가스 배출량이 90%, 에너지 소비량이 46% 적고 수질과 토양에 끼치는 영향도 대체로 적은 것으로 나타났다.

임파서블 푸드는 2011년에 설립된 푸드테크 기업으로, 판매 주력상품은 식물성 햄버거 패티이다. 앞서 임파서블 푸드는 CES 2019에서 임파서블 버거 2.0을, 이듬해 CES 2020에서 임파서블 포크와 임파서블 소시지를 선보였다.⁵⁵⁾ 임파서블 포크와 임파서블 소시지는 식물성 음식으로 글루텐과 동물 호르몬, 항생제 등이 들어있지 않으며 실제 육류와 비슷한 맛이 나고 육즙까지 재현한 것으로 알려졌다.⁵⁶⁾

국내 기업으로는 신세계푸드, CJ제일제당, 농심 등이 있다. 신세계푸드는 식물성 대체육 브랜드 ‘베리미트’를 론칭하여 대두 단백질과 식이섬유 등 식물성 재료로 만든 신제품 ‘베리미트 식물성 런천 캔 햄’을 출시하였다. 또한 국내 최초의 식물성 정육 델리인 ‘더 베라’를 개장하고, ‘올반’ 브랜드 간편식에 사용되는 햄과 베이컨을 베리미트로 교체하고 노브랜드 버거 등 외식 브랜드에서도 대체육을 선보였다.⁵⁷⁾

CJ 제일제당은 2021년 12월에 식물성 식품 전문 브랜드인 ‘플랜 테이블(Plant Table)’을 론칭하며 비건 만두와 김치 등을 선보였고 떡갈비, 함박스테이크, 주먹밥 등을 추가하여 제품군을 확대하였다. 플랜테이블 제품은 미국, 일본, 호주 등 20여 개국에도 수출되고 있다.⁵⁸⁾

농심은 2021년 1월 식물성 대체육 브랜드 ‘베지가든’을 선보인 데 이어 2022년 5월에는 서울 잠실의 롯데월드 몰에 비건 레스토랑 ‘포레스트 키친(Forest Kitchen)’을 열었다. 떡갈비, 너비아니 등 한국식 메뉴를 접목해 직접 생산 및 판매하는 대체육 제품이 총 40여 개에 달한다. 농심은 2017년부터 비건 시장 진출을 위해 독자적인 기술 공법 연구에 돌입하였고 실제 육류와 비슷한 맛과 식감, 고기의 육즙까지 구현해냈다.⁵⁹⁾

2.2. 비건 제품의 환경적 영향

2.2.1. 패션업계

패션은 트렌드에 민감하여 유행이 매우 빠르게 변화하고 있다. 그에 따라 공장에서는 값싼 대량의 새로운 제품들을 끊임 없이 생산하고 있다. 유엔에 따르면⁶⁰⁾ 패션 산업은 전 세계 탄소 배출량의 8~10%를 차지한다.

탄소배출 뿐만 아니라 옷을 생산하기 위해서는 엄청난 양의 물도 사용된다. 한 벌의 셔츠를 생산하는데 2,700L의 물이 필요하고, 바지 한 벌을 생산하는데 10,000L의 물이 필요하다. 또한 옷을 만드는 면화를 재배하기 위해 전 세계 농지의 2.5%를 사용하고, 전 세계 사용되는 농약의 약 11%가 면화 재배에 사용된다.⁶¹⁾

이러한 환경오염을 일으키는 패션산업에서는 환경에 대한 영향을 줄이도록 노력해야한다. 비건 패션이 확대되면서 동물

의 생명권은 물론 환경보호까지의 움직임으로 인해 패션이 환경에 미치는 영향을 줄이는 지속가능한 패션이 확산되고 있다. 윤리적인 브랜드들은 재활용품을 가공하여 옷의 재료로 이용하고 환경오염을 시키는 패션업계의 오염도를 줄여보고자 세계에서 발생하는 식물이나 과일의 부산물을 가죽을 만드는데 이용하여 처리해야할 폐기물의 양을 줄이고 있다.

생태계 방면에서는 패션의 원재료를 위해 비윤리적인 방법으로 동물을 학대하여 매년 약 7,000만 마리의 동물들이 희생되고있다고 한다.⁶²⁾ 비건 브랜드인 세이브더덕은 지난 십년간 약 500만 벌의 패딩을 판매하였고 이는 2000만 마리 이상의 오리를 살리는 데 도움이 되었다.³⁴⁾

2.2.2. 화장품업계

대부분의 비건 화장품은 천연 성분으로 만들어진다. 이것은 잠재적으로 독성 화학 물질이 수로, 토양 및 공기로 방출되는 것을 줄이기 때문에 환경에 더 좋다. 또한 원료와 에너지의 형태로 이러한 화학 물질을 생산하는 데 사용되는 화석 연료가 적다는 것을 의미한다.⁶³⁾

동물 실험을 하지 않는 비건 화장품은 동물 실험을 통한 폐기물 발생을 줄일 수 있다. 동물 실험은 동물의 권리를 유린할 뿐 아니라 환경에도 좋지 않다. 동물 실험을 하면 동물의 배설물, 실험을 통해 나오는 폐수, 동물의 사체, 동물에게 주는 먹이를 통해 많은 폐기물이 발생하게 된다.

비건 화장품은 꿀벌들을 지킬 수 있다. 미국 농업의 약 3분의 1의 작물이 꿀벌, 나비 및 기타 곤충의 수분에 의존한다.⁶⁴⁾ 이를 통해 꿀벌이 인간의 식량 생산에 매우 필수적임을 알 수 있다. 비건 화장품의 경우 동물들에 의해 생산되는 원료를 사용하지 않으며 그 중 꿀도 이에 포함된다. 꿀을 사용하지 않기 때문에 꿀벌을 해치지도 않게 되고, 이는 점차 감소하는 꿀벌 개체수 유지에 도움이 될 것이다.

또한, 비건 화장품 회사 중 환경을 중요시하는 일부는 생분해성 용기를 사용한다. 생분해성 용기와 포장지를 사용하면서 화장품의 대량생산으로 발생하는 폐기물을 친환경적으로 만들 수 있다.

소비자들이 비건 화장품을 사용하는 원초적인 목적은 동물 보호이지만, 비건 화장품 소비를 통해 동물 보호를 넘어 환경까지 보호해야 한다고 여긴다. 연령에 따른 비건 화장품 선호 이유는 화장품 성분 47%, 피부 개선 효과 15%, 동물 보호 13%, 친환경이 25%를 차지했다(**Fig. 5**). 즉, 비건 화장품 선호 이유의 25%가 환경을 고려하기 때문이라는 것을 알 수 있다. 이 같은 이유로 각 브랜드가 동물보호 외에도 환경 보호를 위한 포장 용품을 적용하는 것이다.⁶⁵⁾

2.2.3. 식품업계

옥스퍼드 대학에서 진행한 연구 결과, 육류와 유제품 같은 동물성 식품을 감소하는 것만으로도 개인은 최대 73%의 탄소

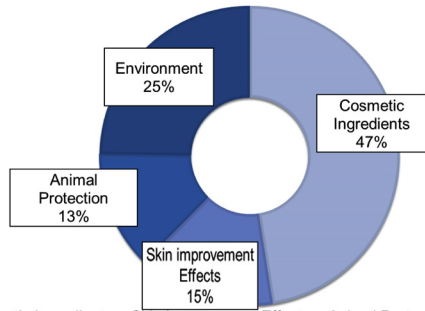


Fig. 5. Factors in Preference for Vegan Cosmetics⁶⁵⁾

발자국을 줄일 수 있다고 한다. 육류를 생산하는 공장식 축산업은 자원 집약적인 산업으로 일반 농업과 비교하였을 때, 많은 양의 온실가스가 배출되고, 물과 토지자원도 상당량이 사용되어 환경문제의 원인 중 하나로 작용하고 있다.

‘유엔식량농업기구(FAO)’는 공장식 축산이 전 세계 온실가스 배출량의 약 14.5%를 차지한다고 밝혔는데⁴⁹⁾, 이는 지구 전체 탄소 배출량 중 발전 부문에 이어 두 번째로 큰 배출량이다. FAO에 따르면, 매년 축산업에서 동물용 식수와 폐수처리 과정에 전 세계 취수량의 약 10%를 사용한다고 한다.

국제환경단체의 ‘물 발자국 네트워크(Water Foot print Network)’는 소고기 1 kg을 만들고 소비하는데 1만 5,415L의 물이 필요하다고 밝혔다. 채소 1 kg을 재배할 때 평균 300L의 물이 필요하다는 것과 비교하면 대략 50배 정도의 차이가 난다. 돼지고기와 닭고기 역시 5,988L, 4,325L의 물이 소요되어 동물성 식품이 농작물보다 물발자국이 압도적으로 높다(Table 1).

또한, 축산은 전 세계 농경지의 80%를 사료 재배지나 목초지로 사용한다. 즉, 재배지와 목초지를 만들기 위한 넓은 지역의 산림을 깎는다는 것이다. ‘IOP 사이언스’에 따르면, 1991년

에서 2005년 사이 아마존 산림 벌채의 70%가 축산을 위한 재배지와 목초지를 개간하는 것에서 비롯되었다고 한다. 이렇듯 공장식 축산으로 인한 육식의 문제가 환경에도 위협을 준다. ‘영국 미트프리멘데이’에 따르면⁶⁶⁾ 일주일에 채식을 한 번이라도 하는 것이 1인당 연간 2,200 kg의 탄소발자국을 줄일 수 있다고 조사되었다.

환경뿐만 아니라 건강 측면에서 보았을 때도 비건 식품은 긍정적인 영향을 미친다. ‘미국 간호사 건강 연구(Nurse Health Study)’의 간호사 121,700명을 대상으로 실시된 연구⁶⁸⁾에서는 일 섭취 칼로리의 3%만이라도 일반 육류에서 식물성 고기로 대체한다면, 사망률이 최대 29.7%까지 감소한다는 결과가 발표되었다.

또한, 식물성 대체육은 단백질 함량이 높고 대체로 지방과 포화지방산의 함량이 낮은 편이며 제조 과정 중에서도 다양한 영양소를 보충할 수 있어 건강에 도움을 준다.

비건 식품은 기존 육류 대비 동물의 소화, 호흡 과정에서 나오는 분뇨와 온실가스 저감화에 장점이 있으며 동물성 지방과 다 섭취에 따른 건강상 악영향 제어, 전염병 등의 영향에도 기존의 육류보다 안전한 면이 일부 있다.⁶⁹⁾

2.3. 비거노믹스 논란점

2.3.1. 패션업계

동물보호단체인 PETA에 의하면 비건 소재는 면, 마, 나일론, 해조류 섬유, 아크릴, 폴리에스터, 비스코스 레이온, 모든 종류의 합성 섬유, 인조 모피·가죽, 합성 발열 소재, 재활용된 플라스틱 섬유, 코어텍스, 텐셀 등이 포함된다. 이 중 인조 가죽이나 인조 피에 사용되는 합성소재와 식물성 섬유가 환경오염을 일으킨다는 논란이 제기된다.

Table 1. Water Footprint.⁶⁷⁾

| Item | (Unit: Liter) | | | |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Water per 1 kg (L) | Water per 1 kcal (L) | Water per 1 g protein(L) | Water per 1 g fat (L) |
| Sugar cane | 197 | 0.69 | 0.0 | 0.0 |
| Vegetables | 322 | 1.34 | 26 | 154 |
| Sugar beet | 387 | 0.47 | 31 | 226 |
| Fruits | 962 | 2.09 | 180 | 348 |
| Grains | 1.65 | 0.51 | 21 | 112 |
| Paid crops | 2.37 | 0.81 | 16 | 11 |
| Cephalopods | 4.06 | 1.19 | 19 | 180 |
| Nuts | 9,063 | 3.63 | 139 | 47 |
| Milk | 1,020 | 1.82 | 31 | 33 |
| Egg | 3,265 | 2.29 | 29 | 33 |
| Chicken | 4,325 | 3.00 | 34 | 43 |
| Butter | 5,553 | 0.72 | 0.0 | 6.4 |
| Pork | 5,988 | 2.15 | 57 | 23 |
| Sheep/goat meat | 8,763 | 4.25 | 63 | 54 |
| Beef | 15,415 | 10.19 | 112 | 153 |

폴리에스터 합성물은 제조와 폐기 과정에서 유독한 다이옥신을 방출하기 때문에 인체에 해로우며, 암까지 유발할 수 있고, 완전하게 생분해되지 않기 때문에 토양과 수질오염을 야기한다.

동물성 소재의 외관과 촉감 등을 모방하기 위해서는 주로 나일론과 폴리에스터가 혼합된 합성피혁이 사용되는데 폴리에스터 소재를 만들기 위해서는 7,000만 개 이상의 석유통이 매년 소모되고 있다. 또한 이온, 라이오셀, 비스코스 등의 섬유를 만들기 위해서는 7,000만 그루 이상의 나무를 매년 벌목해야 한다.

비건 소재 중 논란이 되는 소재는 합성 섬유 뿐만 아니라, 면, 모시, 마 등의 식물성 섬유도 있다.⁷⁰⁾ 식물성 섬유는 합성 섬유와 혼방하거나 가공되고 가공된 경우가 많다. 그러나 혼방 섬유는 공정 과정에서 수질오염과 토양오염 등이 일어나고 빠르게 생분해되지 않아 추가적인 오염을 일으켜 친환경적이지 않다. 혼방 소재를 재활용했을 시 절감되는 이산화탄소 배출량이 순면 소재를 재활용했을 시보다 적다고 한다(Table 2).

또한 섬유를 만들기 위해 목화를 재배하면서 합성비료, 살충제, 농약을 사용하게 된다. 면의 생산성 향상을 위해 유전자 조작 씨앗을 사용하기도 하고, 면 재배에 전 세계 살충제 사용량의 25%와 농약 사용량 10%를 차지한다고 한다.⁷¹⁾ 세계보건기구와 국제노동기구는⁷²⁾ 농업 분야에서 발생한 농약 중독으로 인해 2만 명에서 4만 명이 매년 사망한다고 보고했다. 그중 대부분은 목화를 기르는 지역이었다.

2.3.2. 화장품업계

비건 화장품에 대한 첫 번째 오해는 비건 화장품과 천연 화장품 그리고 유기농 화장품을 동일한 것으로 생각한다는 것이다. ‘비건 화장품’은 말 그대로 동물성 성분을 쓰지 않은 것을 말한다.

이와 비교해서 ‘천연 화장품’은 동식물 및 그 유래 원료 등을 함유한 화장품으로써 식품의약품안전처장이 정하는 기준에 맞는 화장품을 말한다.⁷³⁾ 구체적으로 말하자면 화학적 합성 원료가 아닌 동식물이나 그것에서 유래된 원료 등을 95% 이상 함유한 화장품이다.

그리고 ‘유기농 화장품’은 유기농 원료, 동식물 및 그 유래 원료 등을 함유한 화장품으로써 식품의약품안전처장이 정하

는 기준에 맞는 화장품을 말한다.⁷³⁾ 즉, 동물성을 포함한 유기농 원료를 10% 이상 함유한 화장품이다. 이처럼 비건 화장품과는 다르게 천연 화장품 및 유기농 화장품은 동물성 원료를 포함할 수 있다.

두 번째 오해는 ‘크루얼티-프리’ 인증과 ‘비건’ 인증을 동일하게 보는 경우가 있다는 것이다. 하지만 이는 분명한 차이가 있다. ‘크루얼티-프리’ 인증의 기준은 동물실험 여부만을 보기 때문에 해당 인증을 진행하는 기관이 동물보호단체인 경우가 많고, 동물성 성분의 사용규제는 고려하지 않는다. 가장 유명한 ‘크루얼티-프리’ 인증인 토끼 그림 마크 역시 동물단체 PETA에서 진행한다.

그와 비교해서, ‘비건’ 인증은 동물성 성분을 사용하지 않는 것이 기본 기준이고 동물실험 유무 기준은 각 인증기관에 따라 차이가 존재한다. 따라서 각 인증 마크마다 기준을 정확히 알아야 자신의 소비 기준에 맞는 소비를 할 수 있다.

또한 아직 비건 화장품에 대한 명확한 법적 기준이 없다. 현재 수많은 비건 화장품들이 출시되고 있지만 국내법상 ‘비건’의 기준이 명확하지 않아 각 화장품 업체는 비건 인증 기관을 통해 제품을 검증받은 후, 인증 마크를 받는다. 국내 인증 기관으로는 2020년 식품의약품안전처가 인증 기관으로 선정한 ‘한국비건인증원’이 있고 해외에는 PETA(미국), 바이오리우스(벨기에), 비건 소사이어티(영국), 이브 비건(프랑스) 등의 기관이 있다.

양재천 교수에 따르면⁷⁴⁾ ‘유기농 화장품 역시 처음에는 기준이 없었지만, 비건 시장이 커짐에 따라 시장의 혼란이 없도록 국가에서 정의를 내려야 한다’고 설명했다. 이처럼 점차 커지는 비건 화장품 시장에서 소비자들의 구매에 혼란을 주지 않고 각 회사의 무분별한 비건 용어 남발을 막기 위해 정확한 비건의 정의가 필요하다.

2.3.3. 식품업계

축산업에서 발생하는 환경 오염과 동물 학대 문제로 인해 대체식품, 대체육의 개발과 시장이 확대되고 있다. 하지만 대체식품 생산에 사용되는 공정과 기술에서 상당한 양의 탄소가 배출되고 있으며, 생산 과정 중 사용되는 함유물에 대한 안전성 문제가 있다.

또한 현재까지 시판되는 육류 대체식품의 원료로 사용되는

Table 2. CO₂ savings from reuse.⁷⁰⁾

CO₂ savings from reuse.

| Fibre | CO ₂ Saved ¹ | CO ₂ Photosynthesis ² | CO ₂ Emitted ³ | Net CO ₂ Saved |
|-------------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------|
| 100% Cotton | 16.3 lbs | -1.7 lbs | -0.4 lbs | 14.2 lbs |
| 100% PET | 15.3 lbs | 0 lbs | -0.3 lbs | 15.0 lbs |
| 58/42% PET/Cotton | 15.7 lbs | -0.7 lbs | -0.3 lbs | 14.7 lbs |

¹The savings are achieved by offsetting new clothing and including materials, production and transport.

²Through photosynthesis cotton would bind 1.65 lbs of CO₂ which is deducted from net savings.

³The dropping off, collection, processing and shipping of resasble clothing emits CO₂ which is deducted.

콩 단백질은 가공과정에서 콩 고유의 이취(Lipoxygenas의 작용에 의한 n-hexanal 발생)가 발생한다. 이를 해결하기 위해 온도 제어, 효소 작용 억제, 냄새 Masking 소재 사용, 완두 단백질 활용 등의 보완이 이루어지고 있으나 완벽히 제어되지는 않고 있다. 식물성 대체육에 육류의 식감을 구현하기 위해 동물의 근육을 모방하였으나 한계가 있어 스테이크처럼 그 자체를 먹는 형태보다는 햄버거 패티의 형태로 이용되는 것이 대부분이다.⁶⁹⁾

안전관리 문제에 관해 국내 식약처에서⁷⁵⁾ 2024년까지 대체 단백질 식품에 대한 안전성 평가를 마련한다고 하였으나, 시장 확대 속도에 비하면 다소 늦은 속도를 보인다.

식물성 대체육 기술이 발전하면서 육류의 영양성분을 식물성 대체육이 대신할 수 있다고 홍보하고 있어 소비자들 역시 식물성 대체육과 육류가 영양학적으로 호환되는 것으로 혼동하기도 한다.

듀크대 연구진에 따르면, “미국에서 판매 중인 패티용 소고기 다짐육 113 g의 3대 영양소 함유량은 단백질 24 g, 탄수화물 0 g, 지방 14 g(포화 지방 5 g)으로, 같은 양의 대두 기반 대체육 식품의 단백질 19 g, 탄수화물 9 g, 지방 14 g(포화 지방 8 g)과 유사하다”고 나타났다. 열량도 각각 220cal, 250cal로 큰 차이가 없다.

식품이 건강에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 주요 영양소뿐 아닌, 영양물질 전체가 중요하지만 식품 성분표에는 10여 개의 성분만이 표시된다. ‘대사체학(metabolomics)’ 기법을 이용하여 식물성 대체육의 전체 영양 성분을 조사한 미국 듀크 대학의 연구진은 식물성 대체육 18개의 제품과 소고기 다짐육 18개를 비교 대상으로 하였다.

비교 분석한 결과 특정할 수 있는 190개의 대사물질 중 171개 물질의 함유량이 서로 차이가 있는 것으로 나타났다. 먼저 소고기에는 식물성 대체육에는 없는 22개의 대사물질이 있었고, 반대로 식물성 대체육에는 소고기 다짐육에 없는 31개의 대사물질이 있었다. 오메가3, 지방산, DHA 등의 인체에 중요한 성분들이 소고기에만 있거나 더 많은 것으로 나타났다. 그리고 식물성 대체육에도 피토스테롤, 페놀처럼 소고기에는 없는 유익한 대사물질이 들어있는 것으로 나타났다. 이처럼 소고기와 식물성 대체육은 제공하는 영양소가 다르기 때문에 서로 상호보완 관계에 있다고 보는 것이 적절하다.⁷⁶⁾

2.4. 비건 인증

2.4.1. 한국비건인증원

한국비건인증원은 국내 최초 비건 인증기관으로 소비자 식품 선택권 강화 및 사업자 성장을 위해 비건 제품 및 메뉴를 인증한다. 또한 한국비건인증원은 식품의약품안전처에서 인정한 ‘화장품 표시, 광고를 위한 비건 인증, 보증 기관 제1호’로 인정되었다. 한국비건인증원의 비건 인증 취득 조건은 다음과 같다.⁴⁷⁾ 동물 유래 원재료를 배제하고, 교차 오염되지

않도록 관리되며, 동물실험이 실시되지 않는다. 제품의 성분과 제조 과정에 대한 확인서 요청이 이루어지면 기관에서 요청서를 확인하여 인증마크를 부여한다.

2.4.2. Vegan society

The Vegan Society는 1944년 Donald Watson을 중심으로 한 조직이 설립한 비영리 단체이다. 세계에서 가장 오래된 비건 조직으로서 70여 년간 활동 중이며 ‘VEGAN’이라는 신조어를 만들어내기도 하였다. 또한, 완제품에 남아있지 않은 성분까지 포함하여 동물성 성분 함유 가능성을 막는다. 전 세계 30,000개가 넘는 제품이 이 인증을 받았다. 비건 소사이어터의 인증을 받을 때는 제품 제조 공장에 대한 현장 검사 없이 오직 서류 심사만으로 진행이 된다.⁷⁷⁾

등록 기준은 4가지로 첫 번째는 동물성 원료와 동물 유래 성분 금지이다. 원료 선택부터 생산의 모든 과정에서 동물성 원료, 생산품, 부산품, 부산물 혹은 파생물의 사용하거나 관련되어서는 안 된다. 두 번째는 동물 실험 금지이다. 세 번째는 동물의 유전자 조작 성분이나 유해 성분과 관련되지 않아야 한다. 단, 식물성 성분은 해당하지 않는다. 마지막으로 논-비건과의 교차 오염 금지가 있다. Vegan과 non-vegan을 같은 공간에서 생산하는 경우, non-vegan 제품부터 먼저 생산하는 것을 권장한다.

2.4.3. PETA

PETA(페타, People for the Ethical Treatment of Animals)는 1980년에 설립된 동물 권리를 위한 국제단체이다. PETA는 동물실험에 국한된 Cruelty-Free 인증과 동물성 원료와 동물 실험을 하지 않은 비건 화장품에 대해 Cruelty-Free & Vegan 인증, Beauty Without Bunnies Program(BWBP) 마크를 부여하고 있다. 인증기준 첫 번째는 ‘동물실험 금지’로 동물실험을 하거나 다른 기관에 의뢰하지 않아야 한다. 두 번째는 꿀, 밀랍 등 동물 유래성분의 사용하지 않아야 한다는 것이다. PETA의 인증기준은 타 인증기관과 비교하였을 때 덜 엄격한 것으로 알려져 있다. 또한 PETA 자체에서 테스트 및 모니터링하지 않아 정확성은 회사의 정직성에 달려 있다는 점과 모회사 자회사 전부 조건을 충족하지 않고 한 브랜드만 조건을 충족해도 인증이 가능하다는 점을 고려해야 한다⁷⁸⁾.

2.4.4. Certified vegan

Certified Vegan Logo는 미국의 비건 인증 마크로 동물성 원료가 포함되지 않고 동물 실험을 하지 않은 제품에 대한 등록 상표이다. 비건 인증 기준은 다음과 같다. 육류, 생선, 닭, 동물 부산물, 달걀 또는 달걀 제품, 우유, 꿀, 곤충 등의 동물성 제품이나 부산물로 처리되지 않아야 한다. 가죽, 모피, 실크, 깃털, 솜, 뼈, 뿔, 조개, 양모, 캐시미어, 전단, 양고라, 동물 가죽, 스웨이드 등이 포함되어서는 안되며, 감미료는 골

탄으로 여과하거나 가공해서는 안 된다. 프리바이오틱스 및 프로바이오틱스는 동물성 제품 또는 부산물이 없는 배지에서 배양되어야 하며 맥주, 와인, 메이플 시럽 및 과일주스와 같은 액체는 동물성 제품으로 여과, 오염물 제거, 또는 정제해서는 안 된다. 또한 제품은 모든 유형의 연구에서 성분 또는 완제품에 대한 동물실험이 포함되지 않아야 하며, 동물유래 GMO 또는 유전자가 포함되지 않아야 한다.⁷⁹⁾

2.4.5. Biorius

Biorius는 화장품 규정에 특화된 전문 기업으로 비건 인증 외에도 클린 인증, 글루텐 프리 인증, GMO 프리 인증 등 다양한 종류의 인증을 부여하고 있다. Biorius는 비건 소사이어티 기준에 따라 비건 인증을 부여한다. 비건 인증을 받기 위해서 동물성 성분 또는 동물성 유래 성분을 사용하지 않아야 하고 모든 원료와 완제품에 동물 실험을 해서는 안 된다. 또한 동물 유전자 조작 성분을 사용해서는 안 되며 위생기준을 준수하는 시설에서 제조되어야 한다.⁸⁰⁾

2.4.6. V-Label

V-Label 비건 인증은 1970년 이탈리아 채식주의협회에 의해 만들어진 비건 인증마크이다. V-Label은 국제적으로 인정되어 소비자가 쇼핑할 때 도움이 되는 안내서 역할을 한다.⁸¹⁾ V-Label의 인증을 받기 위해서는 원료와 성분에 동물성 성분이 포함되지 않아야 하며, 생산과정 중 교차오염이 없어야 한다. 또한 GMO 변형 DNA 성분이 포함되지 않아야 한다. V-Label은 식품, 화장품, 푸드 서비스, 섬유 및 패션에 대한 비건 인증을 진행하고 재료의 원산지과 제품 생산의 각 단계에서 사용되는 재료를 검사하는 등의 철저한 검사를 거쳐 인증 마크를 부여하고 있다. 한번 계약이 되면 3년만 마크를 쓸 수 있다.⁸²⁾

2.5. 비거노믹스의 전망

2.5.1. 패션업계

동물 보호 단체 PETA에 따르면 “모피코트 한 벌 제작에 옷의 길이마다 다르지만 밍크 60, 수달 20, 너구리 50, 아기 하프물범 8, 여우 20, 늑대 15, 족제비 125, 다람쥐 100, 토끼 35, 친칠라 200, 담비 50, 닭 18마리가 사용되고 매년 1조 마리의 동물이 소비되고 있다”고 한다.

동물 학대의 잔인성을 비판하고 윤리적인 소비를 위해 비건 패션에 많은 관심을 가지고 있는 건 사실이다. 비건 소재의 식물성 소재와 인조합성 섬유가 환경 오염을 일으키는 것이 논란적이지만, 보스턴 컨설팅그룹과 글로벌패션 어젠다에서 발간한 「Pulse of the Fashion Industry Report 2017의 자재별 킬로그램 당 환경에 미치는 영향」²⁶⁾을 보면 어떤 소재가 더 환경에 악영향을 미치는 지 알 수 있다.

지속가능한의류연합이 발표하는 히그지수에 따르면⁸³⁾ “소

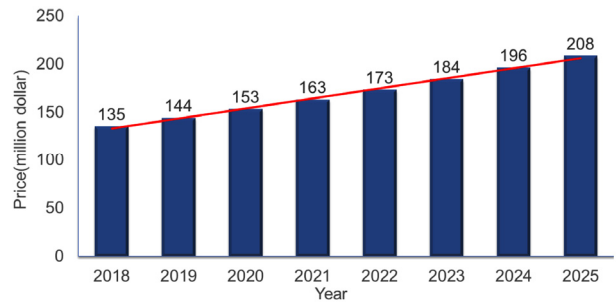


Fig. 6. Global vegan cosmetics market growth forecast.³⁷⁾

가죽 > 견직물 > 면직물 > 모직물 > 인조가죽 > 나일론 > 모달 > 비스코스/레이온 > 아크릴 > 엘라스틴/스판텍스 > 리오셀 > 폴리에스터 > 폴리프로필렌 순으로 환경에 영향을 미친다”고 한다. 결국 동물에서 가져온 천연소재보다 인공적으로 만든 합성소재가 환경에 영향을 비교적 덜 주며, 동물의 생명권도 보호할 수 있다.

그러나 낮은 내구성으로 인해 유도될 패스트 패션에 대한 영향을 고려되지 않은 결과이기 때문에 내구성이 떨어지는 인조가죽은 여전히 문제가 될 수 있다. 인조가죽은 아무리 좋은 품질의 인조 가죽 신발 한 켤레라도 겨우 1년 정도 밖에 신지 못한다고 한다.

이를 해결하기 위해서는 100% 플라스틱 없으며 내구성이 좋은 천연 가죽 대안 소재에 대한 연구가 이루어져야 한다. 구나스에서 자체 개발한 뽕나무 잎 펄프로 만든 Mulbtex처럼 내구성을 위한 플라스틱이 포함되어 있지 않고 실크처럼 강한 소재가 많이 이용된다면 더 친환경적인 비건 패션으로 발전할 수 있을 것이다.

2.5.2. 화장품업계

국내외 화장품 업계의 시장은 점차 커져가고 있다. 국가별로는 미국, 중국 및 일본이 3대 시장을 형성하고 있으며 향후 중국이 높은 성장세를 보일 것으로 예상된다. 한국은 인도 다음으로 9위의 시장 규모이며 신흥국 중에는 브라질, 인도, 러시아가 눈에 띄는 성장세를 보이고 있다.³⁷⁾ 전세계적으로 보자면 2025년에 비건 화장품 시장이 208억 달러에 달할 것이다 (Fig. 6).

비건 화장품 시장이 커져감에 따라 몇몇 부분에서 만들어지는 소비자들의 혼동을 막을 필요가 있다. 먼저, 비건 화장품 소비자들 중 유기농 화장품, 천연화장품과 비건 화장품을 혼동하는 경우가 있다. 즉, 비건 화장품은 화학적 성분의 사용이 가능한데 천연화장품처럼 화학적 성분이 없을 것이라고 생각해 소비하는 경우가 있다. 이 같은 혼동을 막기위해 각 화장품 회사가 제품의 성분을 동물성과 식물성을 구별할 수 있도록 표시를 해야 한다.

다음 문제는 크루얼티 프리 제품과 비건 제품의 혼동이다. 크루얼티 프리는 동물을 죽이거나 해를 끼치지 않은 제품이나

활동에 붙여지는 라벨이다.⁸⁴⁾ 그에 반해 비거니즘은 동물성 제품을 거부하는 개인의 신념이다.¹⁶⁾ 많은 인증원들이 동물실험과 동물성 제품 사용 금지를 포함하고 있지만, 그렇지 않은 인증라벨도 있다. 예를 들어 리빙버니는 대표적인 동물실험을 금지하는 조직이다.

이는 개인이 각 인증원에 대한 정확한 심사기준을 숙지하면 해결되는 문제이다. 하지만 국내외에 수많은 인증기관들이 있는 만큼 다양한 라벨이 존재한다. 이 모든 인증원들의 정확한 심사기준을 소비자가 숙지하는 것은 어려운 일이다. 따라서, 현재 법적으로 정의되어 있지 않은 ‘비건’을 정의하고, 동물성 성분을 사용하지 않은 제품 라벨과 동물 실험을 하지 않은 라벨을 구분해 만들어 제품에 부착할 수 있도록 한다. 이를 통해 소비자들이 명확한 구분을 할 수 있다.

2.5.3. 식품업계

Global data에 따르면 식물성 대체육 시장의 규모는 2016~2020년까지 연평균 5.6%의 성장 중이다. 이에 따라 2025년에는 2,260만 달러(271억 원)로 성장해서 2020년에는 29.7% 증가할 것으로 보인다. 또한 우리나라의 경우 대체육을 유망산업으로 선정하고 핵심기술에 대한 중점 투자 및 대체육 관련 제도를 마련할 계획을 발표하였다. 또한, 대체식품안전관리 기준 및 식품 첨가물 사용기준을 2025년까지 마련할 예정이며, 대체육 핵심기술 R&D에 투자하고 있다. 이처럼 대체육에 대한 관심도와 규모는 점차 증가하고 있는 추세이다.

식물성 단백질 제조원료 중 가장 많이 사용되고 있는 것은 완두콩, 콩, 밀이다. 하지만 콩과 밀은 가장 흔히 알레르기를 유발할 수 있고, 완두 단백질은 알레르기 위험은 적지만 소화기 어렵다. 이로 인해 식물성 대체육의 재료성분에 대한 내성과 알레르기를 중점으로 가공방법에 따른 맛과 영양성분과 새로운 단백질 원료 탐색과 식육과 같은 특성, 식감을 내는 것에 초점을 두고 연구되어야 할 것이다. 또한 국내에는 식물성 단백질을 생산하는 업체가 적어 대부분을 수입에 의존하며 관련 기술 수준 역시 발전단계에 있어 실제 육류 특성(육류조직감, 맛, 풍미 등) 모방 기술에 대해 개선이 필요한 단계이다.¹⁸⁾

비건식품 시장의 올바른 성장을 위해선 식물성 대체육의 정확한 인식이 필요하다. 식물성대체육 업체 중 몇몇은 육류만큼 식물성 대체육도 영양학적으로 뛰어나다고 홍보하고 이에 따라 소비자들은 식물성 대체육이 육류를 완전히 대체할 수 있을 것이라 혼동하기도 한다. 그러나 실제로는 영양성분표에 표시되어 보여지는 10여개의 성분만 유사할 뿐 그 외의 표시되지 않은 대물질 중 90% 다른 것으로 나타났다. 크레아틴, 안세린, 오메가3 지방산 DHA 등의 건강에 중요한 성분들은 육류에만 있거나 더 많은 것으로 나타났고, 식물성 대체육에는 육류에는 없는 피토스페롤, 페놀 같은 유익한 대물질이 있다. 이렇듯 동물성 식품과 식물성 식품은 서로 다른 영양소를 제공한다. 그러므로 올바른 홍보를 통해 육류와 식물성 대

체육이 영양학적으로 호환할 수 있는 것으로 간주해선 안 된다는 것을 알려 두 식품은 서로 상호보완관계에 있다는 인식을 심어주어야 할 것이다.⁷⁶⁾

3. 결론

환경오염 및 동물보호에 대한 관심 증대로 인한 해결방안으로 친환경 생활방식인 비거니즘이 주목받고 있다. 동물의 고통을 최소화하고 환경에 미치는 악영향을 줄이려는 목적을 가지며, 일상생활에서 동물성 제품을 최대한 소비하지 않는 것으로 비건을 실천하고자 한다. 하지만, 비건이라고 하여 완전한 친환경적인 것은 아니며, 비건 산업이 활발해지기 위해 아직 해결해야 할 과제들이 많다.

첫째, 패션 산업의 경우 식물성 소재를 비건 소재로 사용하는 데, 이때 필요한 식물을 기르는 데 필요한 살충제, 농약 등은 환경을 오염시킨다. 더불어 비건 가죽은 합성섬유와 혼방하여 가공하는데, 이 또한 공정과정에서 토양오염과 수질오염을 일으킨다. 또한, 인공소재인 나일론, 폴리에스테르 등의 합성 섬유도 가공되는 과정에서 환경오염을 일으킨다. 둘째, 화장품 산업의 경우 흔히 알고 있는 천연 화장품과 비건 화장품은 완전히 다르지만, 소비자들은 이를 정확히 구별하지 못하는 소비행동을 보인다. 또한, 비건 인증 기관마다 각각 다른 인증 기준으로 인해 제대로 확립되지 못한 인증 시스템이 소비자들의 구매행동에 혼란을 야기한다. 셋째, 식품 산업의 경우 식물성 대체육은 육류를 영양학적으로 완전히 대체할 수 없으며 콩에서 발생하는 이취가 완벽히 제어되지 않는다.

대체육 관련 주가 및 성장률은 다른 비건 업계의 시장 규모 확장에 비해 꾸준한 하락세를 보이고 있다. 비건 식품을 먹음으로써 비건을 실천하기엔 입문 장벽이 높아 상대적으로 쉽게 접할 수 있는 비건 화장품 등 다른 산업을 통해 비건에 입문하는 경향성을 보이기 때문이다. 전체적인 비건 산업이 활성화되려면 먼저 접근성이 쉬운 식품 외의 비건 산업을 발전시켜 나가야 한다. 앞서 말한 비건 산업의 논란점은 대부분 비건에 대한 잘못된 인식으로부터 시작된다. 비건의 올바른 인식을 기르기 위해선 소비자들의 인식 개선 교육이 필요하다.

더불어 소비자들의 노력을 넘어 정부 차원의 해결 방안이 필요하다. 비건을 인증 받기 위한 제도는 각 기업마다 다르다. 따라서 비건 인증 제도를 통일시켜 안정적인 비건 산업을 발전시켜 나가도록 해야 한다.

환경 문제를 해결하기 위하여 사회의 각 분야에서 이를 근본적으로 해결할 다양한 원천 기술 개발에 대한 지원이 필요하다^{55, 85-96)}, 생활 속 개인의 실천을 비롯하여 교육, 투자 등 집단적 실천이 모여 비건 산업의 한계점을 극복할 수 있으며, 비거노믹스의 바른 이해와 그것의 가치에 대한 소통을 통해 비건 산업의 확대를 모색할 수 있겠다.

Acknowledgement

이 연구는 대한민국 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 중견연구지원사업 (No. 2021R1A2C1013989) 및 2023년도 광주녹색환경지원센터 연구개발사업 (23-03-10-16-12)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 본 논문 내용은 https://youtu.be/U73QcOTK_Eo에서도 볼 수 있습니다.

References

1. S.P. Jung, Practical implementation of microbial fuel cells for bioelectrochemical wastewater treatment, *Journal of the Korean Society of Urban Environment* 13(2), 93-100(2013).
2. H.W. Chai, Y.H. Choi, M.W. Kim, Y.J. Kim, S.P. Jung, Trends of microbial electrochemical technologies for nitrogen removal in wastewater treatment, *Journal of the Korean Society of Water and Wastewater*, 34(5), 345-356(2020).
3. S.H. Son, Y.J. Kim, M.W. Kim, S.P. Jung, Recent trends and prospects of microbial fuel cell technology for energy positive wastewater treatment plants treating organic waste resources, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 43(10), 623-653(2021).
4. S. Park, W. Kim, M. Kim, Y. Kim, S.P. Jung, Trend of treatment and management of solar panel waste, *Journal of Korea Society of Waste Management* 38(3), 200-213(2021).
5. N.R. Ha, S.H. Oh, S.H. Lee, Y.J. Jung, J.Y. Choi, S.P. Jung, Institutional management plan for hazardous chemical substances in textile products, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 43(5), 390-405(2021).
6. J.R. Park, H.J. Jang, S.H. Choi, R. Jung, S.P. Jung, Current and prospects of waste heat utilization and cooling technology in data centers, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 44(11), 493-503(2022).
7. S.H. Lee, M.G. Lee, W. Jeon, M.S. Son, S.P. Jung, Current status and perspectives of carbon capture and storage, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 44(12), 652-664(2022).
8. B.Y. Koo, S.P. Jung, Trends and perspectives of microbial electrolysis cell technology for ultimate green hydrogen production, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 44(10), 383-396(2022).
9. S.H. Son, S.P. Jung, Trends and prospects of sediment microbial fuel cells as sustainable aquatic ecosystem remediation technology, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 44(11), 468-492(2022).
10. H.J. Kim, G.Y. Yang, C.R. Nam, S.H. Jeong, S.P. Jung, Solar photovoltaic industry in Korea: current status and perspectives, *J Korean Soc Environ Eng*, 45(2), 107-118(2023).
11. D.H. Son, K.M. Seo, Y.H. Kim, J.H. Lee, S.P. Jung, Organic waste resource gasification: current status and perspectives, *J Korean Soc Environ Eng*, 45(2), 96-106(2023).
12. B.Y. Koo, S.P. Jung, Recent trends of oxygen reduction catalysts in microbial fuel cells: a review, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 41(11), 657-675(2019).
13. M. Lee, P. Lee, D. Jeong, M. Han, S.P. Jung, RE100 for 100% Renewable Electricity: Status and Prospects, *J Korean Soc Environ Eng*, 45(3), 161-169(2023).
14. J. Kim, S. Lee, H. Choi, H. Park, S.P. Jung, Global Radioactive Waste Disposal Trends and Prospects, *J Korean Soc Environ Eng*, 45(4), 210-224(2023).
15. J. Guk, D. Park, S. Kim, H. Lim, S.P. Jung, Current Status and Perspectives of Eco-friendly Electric Ships, *J Korean Soc Environ Eng*, 45(5), 256-266(2023).
16. Wikipedia, <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Veganism>
17. J. Park, [‘Vegetarian Blast’ Veganomics] Vegetarian, daily life... ‘Veganism’ launched by the MZ generation, <https://www.econovill.com/news/articleView.html?idxno=522714>, March (2021).
18. Korea Agro-Fisheries Food Distribution Corporation, Segmentation of processed food market in 2021_vegan food in Korea Agro-Fisheries & Food Distribution Corporation, (2021).
19. S. Lee, Don't abuse the word vegan, and approach consumers with sincerity, <https://biz.chosun.com/distribution/fashion7beauty/2022/03/13/WSK4H757ZRHXEYB5UTITSDVGQ/>, March (2022).
20. Naver Encyclopedia of Knowledge Veganomics, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=6627289&cid=43667&categoryId=43667>, July (2022).
21. K. Jeon Corporate Ethics Refs, <https://acrc.go.kr/briefs/201904/img/bro.pdf>, April (2019).
22. S. Choi, MZ generation is the most active in spreading value consumption through SNS, <https://n.news.naver.com/mnews/article/119/0002618331?sid=101>, July (2022).
23. J.-H. Park, J.-H. Park, S.-H. Lee, S.P. Jung, S.-H. Kim, Enhancing anaerobic digestion for rural wastewater treatment with granular activated carbon (GAC) supplementation, *Bioresource Technology*, 315, 123890(2020).
24. J. Kang, Promoting ‘veganomics’ in Seoul...Preventing climate change with a low carbon diet, <https://m.kmib.co.kr/view.asp?arcid=0924255690>, July (2022).
25. M. Jung, Meat-free restaurants open one after another...Opening of the era of veganomics, <https://www.ebn.co.kr/news/view/1531640/?sc=Naver>, May (2022).
26. S. Bae, A review of the vegan fashion category and a practical plan for ethical consumption, *The Korean Society of Fashion Business*, 24(131), 68-84(2020).
27. S. Jung, S. Ji, H. Kang, G. Yim, Y. Cheong, Biotechnology in Passive Treatment of Acid Mine Drainage: a Review *Journal of the Korean Society for Geosystem Engineering*, 49(6), 844-854(2012).
28. S. Jung, vegan fashion, becoming a trend, <https://www.smlounge.co.kr/woman/article/49516>, November (2021).
29. J. Choi, S. Jung, Y.-H. Ahn, Increased hydrazine during partial nitrification process in upflow air-lift reactor fed with supernatant of anaerobic digester effluent, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 30(6), 1235-1240(2013).
30. Enjoy cultural diversity [PEOPLE-Interview] A story of a fashion brand that cares about the earth (Not Hours CEO Park Jin-young, Shin Hana), <https://post.naver.com/viewer/post>

- View.navervolumeNo=34130024&memberNo=49531156, July (2022).
31. D.-H. Kim, J.-H. Park, S.-J. Seo, J.-S. Park, S. Jung, Y.S. Kang, J.-H. Choi, M.-S. Kang, Development of thin anion-exchange pore-filled membranes for high diffusion dialysis performance, *Journal of Membrane Science*, 447(0), 80-86 (2013).
 32. A.K. Shukla, P. Suresh, S. Berchmans, A. Rajendran, Biological fuel cells and their applications, *Current Science*, 87(4), 455-468(2004).
 33. N.A. Qambrani, S. Jung, Y.S. Ok, Y.S. Kim, S.-E. Oh, Nitrate-contaminated groundwater remediation by combined autotrophic and heterotrophic denitrification for sulfate and pH control: batch tests, *Environmental Science and Pollution Research*, 20(12), 9084-9091(2013).
 34. S. Lee, 'vegan fashion for 'sustainability'... 100% animal-free practice', <https://biz.chosun.com/distribution/fashion-beauty/2022/03/08/3T4A5FMHKBH63LRYKA35X7O5U4/>, March (2022).
 35. S. Lee, '8 out of 10 people have consumed value'... Generation MZ is the most active, <https://m.yna.co.kr/view/AKR20220705024400003>, July (2022).
 36. S. Yoon, 'Veganomics' that emerged as a trend... From vegetarian to plant-based products, https://www.skyedaily.com/news/news_view.html?ID=164333, August (2022).
 37. Korea Trade-Investment Promotion Agency (kotra), 2018 Global Cosmetics Industry White Paper, in, Korea Trade-Investment Promotion Agency (kotra), (2018).
 38. BB. Kim, Animal NO! Vegetable YES! From food to cosmetics, the craze of veganism, <http://www.ezyeconomy.com/news/articleView.html?idxno=90387>, May (2019).
 39. S. Ha, The bigger 'vegan' market... More than 1,500 cosmetics poured out, <https://www.hankyung.com/economy/article/202206278014i>, June (2022).
 40. J. Koo, Vegan Cosmetics July 2022 Brand Reputation Analysis, http://www.fintoday.co.kr/news/article_View.html?idxno=277149, July (2022).
 41. Wikipedia, LUSH, [https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%9F%AC%EC%89%AC_\(%EA%B8%B0%EC%97%85\)#cite_note-9](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%9F%AC%EC%89%AC_(%EA%B8%B0%EC%97%85)#cite_note-9), February (2023).
 42. M.G. Del Duca, J.M. Fuscoe, Thermodynamics and applications of bioelectro- chemical energy conversion systems, in, *National Aeronautics and Space Administration* pp. 1-63 (1964).
 43. S.D. Roller, H.P. Bennetto, G.M. Delaney, J.R. Mason, J.L. Stirling, C.F. Thurston, Electron-transfer coupling in microbial fuel cells: 1. comparison of redox-mediator reduction rates and respiratory rates of bacteria, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology. Biotechnology*, 34(1), 3-12 (1984).
 44. M.Y. Kim, C. Kim, J. Moon, J. Heo, S.P. Jung, J.R. Kim, Polymer Film-Based Screening and Isolation of Polylactic Acid (PLA)-Degrading Microorganisms, *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(2), 342-349(2017).
 45. C. Kim, "Catch the 2.5 million vegan population"... Restaurants and cosmetics continue the 'vegan craze', <https://economist.co.kr/2022/06/01/industry/normal/20220601080006395.html>, June (2022).
 46. J. Lee, Global trend 'vegan life' spreads to vegan beauty, https://www.cmn.co.kr/mobile/sub_view.asp?news_idx=33312, June (2020).
 47. S.P. Jung, S. Son, B. Koo, Reproducible polarization test methods and fair evaluation of polarization data by using interconversion factors in a single chamber cubic microbial fuel cell with a brush anode, *Journal of Cleaner Production*, 390, 136157(2023).
 48. A. Jung, J. Hwang, S. Park, Production Technologies of Meat Analogue, *Korean Soc. Food Science of Animal Resources.*, 10(1), 54-60(2021).
 49. J. Lee, Y. Kim, Alternative livestock development trends and implications, *Korea Rural Economic Research Institute*, pp. 1-23(2018).
 50. M. Park, Y. Lee, K. Kim, S. Park, J. Han, Korea Rural Economic Research Institute, Actual Conditions of the Food Industry's Application of Food Tech and Its Tasks - Focusing on Alternative Livestock Products and 3D Food Printing, *Korea*, pp. 1-192(2019).
 51. C. Kim, Development of Meat Alternative Food Using Plant Protein, *East Asian Dietary Association, Korea*, pp. 75-92 (2005).
 52. J.C. Cheftel, M. Kitagawa, C. Queguiner, New protein texturization processes by extrusion cooking at high moisture levels, *Food Reviews International*, 8(2), 235-275(2009).
 53. J. Maeng, Future Food Alternative Technology Trend: Focusing on Cultured Meat, Artificial Eggs and Edible Insects, (2016).
 54. H. Kang, J. Jeong, P.L. Gupta, S.P. Jung, Effects of brush-anode configurations on performance and electrochemistry of microbial fuel cells, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(45), 27693-27700(2017).
 55. T. Nam, S. Son, B. Koo, H.V. Hoa Tran, J.R. Kim, Y. Choi, S.P. Jung, Comparative evaluation of performance and electrochemistry of microbial fuel cells with different anode structures and materials, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(45), 27677-27684(2017).
 56. S. Kim, Alternative Meat Market Two Mountains "Beyond Meat VS Impossible Food, Shall We Change the Future Meat Market?", <https://www.startuptoday.kr/news/articleView.html?idxno=44130>, February (2022).
 57. R.A. Rozendal, E. Leone, J. Keller, K. Rabaey, Efficient hydrogen peroxide generation from organic matter in a bioelectrochemical system, *Electrochemistry Communications*, 11(9), 1752-1755(2009).
 58. B. Virdis, K. Rabaey, R.A. Rozendal, Z. Yuan, J. Keller, Simultaneous nitrification, denitrification and carbon removal in microbial fuel cells, *Water Research*, 44(9), 2970-2980(2010).
 59. H.V.H. Tran, E. Kim, S.P. Jung, Anode biofilm maturation time, stable cell performance time, and time-course electrochemistry in a single-chamber microbial fuel cell with a brush-anode, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 106, 269-278(2022).
 60. Fast fashion raises environmental concerns ...the solution?,

- <https://www.bbc.com/korean/international-61864499>, June (2022).
61. G. Park, Unexpected environmental pollution, what is the situation in the fashion industry, eco-friendly clothes?, <http://www.ntoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=81883>, December (2021).
 62. S. Eom, The problem of using animal skins, <http://www.paichai.news/news/articleView.html?idxno=2673>, March (2022).
 63. L. Matthews, Why vegan cosmetics are better for the planet, <https://www.leafscore.com/nontoxic-cosmetics/why-vegan-cosmetics-are-better-for-the-planet/>, January (2022).
 64. Supporting pollination in agriculture, <https://www.canr.msu.edu/news/supporting-pollination-in-agriculture>, October (2018).
 65. H. Kim, A Study on Awareness and Use of Vegan Cosmetics, Graduate School of Industry, Konkuk University (2019).
 66. Y. Kim, Protecting the global environment by eating vegetarian food... 73% reduction in carbon footprint, <https://www.greened.kr/news/articleView.html?idxno=292253>, October (2021).
 67. S.P. Jung, Common Misunderstanding and Truth in Environmental and Energy Field in 2017 (1) - Microbial Fuel Cell and Fuel Cell, *Journal of Environmental Technology*, 288, 48-53, <https://blog.naver.com/sokki77/220901672324>(2017).
 68. M. Song, T. T. Fung, F. B. Hu, W. C. Willett, V. D. Longo, A. T. Chan, E. L. Giovannucci, Association of animal and plant protein intake with all-cause and cause-specific mortality, *JAMA internal medicine*, 176(10), 1453-1463(2016).
 69. B. Koo, S.-M. Lee, S.-E. Oh, E.J. Kim, Y. Hwang, D. Seo, J.Y. Kim, Y.H. Kahng, Y.W. Lee, S.-Y. Chung, S.-J. Kim, J.H. Park, S.P. Jung, Addition of reduced graphene oxide to an activated-carbon cathode increases electrical power generation of a microbial fuel cell by enhancing cathodic performance, *Electrochimica Acta*, 297, 613-622(2019).
 70. S.P. Jung, E. Kim, B. Koo, Effects of wire-type and mesh-type anode current collectors on performance and electrochemistry of microbial fuel cells, *Chemosphere*, 209, 542-550(2018).
 71. D. Kim, Is the natural fiber 'cotton cotton' really an eco-friendly crop?, <https://www.newspenguin.com/news/articleView.html?idxno=1352>, March (2020).
 72. E. Ardern, W.T. Lockett, The oxidation of sewage without the aid of filters. Part II, *Journal of the Society of Chemical Industry*, 33(23), 1122-1124(1914).
 73. D. Orhon, Evolution of the activated sludge process: the first 50 years, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 90(4), 608-640(2015).
 74. A. Jo, Releases vegan cosmetics one after another... but there is no 'legal standard' yet, <https://vop.co.kr/A00001611551.html>, April (2022).
 75. J. Shin, Legal issues with alternative food, need to be resolved quickly, <https://www.foodbank.co.kr/news/articleView.html?idxno=62696>, March (2022).
 76. N. Kwak, Nutritional reasons why meat substitutes cannot replace meat. https://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/1003442.html, July (2021)
 77. U. Ghimire, M. Jang, S.P. Jung, D. Park, S.J. Park, H. Yu, S.-E. Oh, Electrochemical Removal of Ammonium Nitrogen and COD of Domestic Wastewater using Platinum Coated Titanium as an Anode Electrode, *Energies*, 12(5), 883(2019).
 78. H. Eom, S. Flimban, A. Gurung, H. Suk, Y. Kim, Y.S. Kim, S.P. Jung, S.-E. Oh, Impact of carbon and nitrogen on bioclogging in a sand grain managed aquifer recharge (MAR), *Environmental Engineering Research*, 25(6), 841-846(2020).
 79. What is the Certified Vegan Logo?, <https://vegan.org/certification/>.
 80. M. Hong, Y.-M. Yun, T.-J. Lee, N.-S. Park, Y. Ahn, S.P. Jung, Y. Hwang, Denitrification performance and microbial community variation during reverse osmosis concentrate treatment by sulfur denitrification process, *Desalin Water Treat* 183, 54-62(2020).
 81. World's Leading Vegan & Vegetarian Trademark, <https://www.v-label.com/>.
 82. [V-Label] Vegan Certification Vegan Mark V-LABEL, <https://nudes.tistory.com/141>, September (2020).
 83. J. Yoon, Cleverly Packaging Synthetic Fibers Into Eco-friendly Products, <https://www.yna.co.kr/view/AKR2022061305820009>, June (2022).
 84. Wikipedia, <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Cruelty-free>.
 85. S.H. Jung, Impedance analysis of *Geobacter sulfurreducens* PCA, *Shewanella oneidensis* MR-1, and their coculture in bioelectrochemical systems, *International Journal of Electrochemical Science*, 7(11), 11091-11100(2012).
 86. H.G. Kang, E.J. Kim, S.P. Jung, Influence of flowrates to a reverse electro-dialysis (RED) stack on performance and electrochemistry of a microbial reverse electro-dialysis cell (MRC), *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(45), 27685-27692(2017).
 87. H.G. Kang, J.S. Jeong, P.L. Gupta, S.P. Jung, Effects of brush-anode configurations on performance and electrochemistry of microbial fuel cells, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(45), 27693-27700(2017).
 88. S.P. Jung, E.J. Kim, B.Y. Koo, Effects of wire-type and mesh-type anode current collectors on performance and electrochemistry of microbial fuel cells, *Chemosphere*, 209, 542-550(2018).
 89. N. Savla, S. Pandit, N. Khanna, A.S. Mathuriya, S.P. Jung, Microbially powered electrochemical systems coupled with membrane-based technology for sustainable desalination and efficient wastewater treatment, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 42(7), 360-380(2020).
 90. S.H. Son, B.Y. Koo, H.W. Chai, H.V.H. Tran, S. Pandit, S.P. Jung, Comparison of hydrogen production and system performance in a microbial electrolysis cell containing cathodes made of non-platinum catalysts and binders, *Journal of Water Process Engineering*, 40, 101844(2021).
 91. B.Y. Koo, S.P. Jung, Improvement of air cathode performance in microbial fuel cells by using catalysts made by binding metal-organic framework and activated carbon through ultrasonication and solution precipitation, *Chemical Engineering Journal*, 424, 130388(2021).

92. A. Amrut Pawar, A. Karthic, S.M. Lee, S. Pandit, S.P. Jung, Microbial electrolysis cells for electromethanogenesis: materials, configurations and operations, *Environmental Engineering Research*, 27(1), 200484(2022).
93. N. Savla, M. Guin, S. Pandit, H. Malik, S. Khilari, A.S. Mathuriya, P.K. Gupta, B.S. Thapa, R. Bobba, S.P. Jung, Recent advancements in the cathodic catalyst for the hydrogen evolution reaction in a microbial electrolysis cells, *International Journal of Hydrogen Energy*, (2022).
94. H.V.H. Tran, E.J. Kim, S.P. Jung, Anode biofilm maturation time, stable cell performance time, and time-course electrochemistry in a single-chamber microbial fuel cell with a brush-anode, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 106, 269-278(2022).
95. T. Naaz, A. Kumar, A. Vempaty, N. Singhal, S. Pandit, P. Gautam, S.P. Jung, Recent advances in biological approaches towards anode biofilm engineering for improvement of extracellular electron transfer in microbial fuel cells, *Environmental Engineering Research*, 28(5), 220666(2023).
96. S.P. Jung, S.H. Son, B.Y. Koo, Reproducible polarization test methods and fair evaluation of polarization data by using interconversion factors in a single chamber cubic microbial fuel cell with a brush anode, *Journal of Cleaner Production*, 390, 136157(2023).

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Authors and Contribution Statement

Juahn Oh

Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University, Gwangju, student, ojuan0104@naver.com
 ORCID[®] 0000-0002-7050-2845, Writing - original draft, Writing - review and editing

Chaeyeong Park

Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University, Gwangju, student, cycy1228@naver.com
 ORCID[®] 0000-0003-3661-9748, Writing - original draft, Writing - review and editing

Dagyeong Ahn

Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University, Gwangju, student, dksekrud14@naver.com
 ORCID[®] 0000-0002-8007-8216, Writing - original draft, Writing - review and editing

Jaeun Byun

Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University, Gwangju, student, bje7825@naver.com
 ORCID[®] 0009-0000-9720-9369, Writing - original draft, Writing - review and editing

Sokhee P. Jung

Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Associate Professor, sokheejung@chonnam.ac.kr
 ORCID[®] 0000-0002-3566-5649, Funding acquisition, Project administration, Resources, Supervision, Writing - review and editing