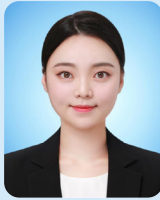


글로벌 비건레더 기술 및 산업동향



오지연

- 2019. 영남대학교 파이버시스템공학과 학사
- 2021. 영남대학교 파이버시스템 공학과 석사
- 2021-2023. 대구경북과학기술원 에너지융합연구부 연구원
- 2024-현재. 한국섬유개발연구원 신사업기획팀 연구원



전초현

- 2005. 부산대학교 섬유공학과 학사
- 2007. 부산대학교 섬유신소재 공학과 석사
- 2013. 부산대학교 유기소재시스템 공학과 박사수료
- 2007-현재. 한국섬유개발연구원 신사업기획팀 팀장



이현석

- 2006. 금오공과대학교 고분자공학과 학사
- 2008. 금오공과대학교 고분자 공학과 석사
- 2008-2009. NVH-Korea(주) 연구개발본부 연구원
- 2009-현재. 한국섬유개발연구원 미래전략실 실장



정재훈

- 1994. 영남대학교 섬유공학과 학사
- 1996. 영남대학교 섬유고분자 공학과 석사
- 2017. 영남대학교 섬유소재가공 전공 박사
- 1996-2005. TK Chemical 연구소 책임연구원
- 2005-현재. 한국섬유개발연구원 산업협력 개발본부 본부장

1. 서 론

식물자원 기반의 친환경 소재를 활용하여 제조한 피혁을 비건레더(vegan leather)라고 한다. 비건레더는 동물 피혁을 대체할 수 있는 식물유래 자원을 이용한 피혁으로, 바이오매스 원료를 일정 수준 이상 사용한 합성 피혁을 포함한다. 즉, 동물 피혁을 제외한 모든 피혁을 의미하며, 농산부산물과 버섯 균사체를 이용한 것이 대표적이다(Figure 1)[1].

피혁제품은 의류패션 및 생활산업 전반에서 수요가 지속적으로 증가하고 있으나, 기존 피혁제품의 제조공정이 윤리적, 환경적인 사회문제로 대두되며 대체 소재 개발이 요구되었다[2]. 이러한 트렌드에 따라 피혁산업은 동물로부터 얻어지는 피혁 1.0세대(동물피혁)를 거쳐, 석유화학 기반 소재를 활용하여 기존 동물피혁 수준의 물성을 얻기 위한 2.0세대(합성피혁)로 발전했다.

최근 동물복지 및 탄소저감에 대한 인식이 높아짐에 따라, 동물 희생이 불가피하고 처리공정이 까다로운 동물피혁과 물, 환경오염 온실가스 배출이라는 환경문제를 가진 석유계 소재 기반의 합성피혁을 대체하기 위해 비거니즘(veganism)소재에 대한 트렌드가 급부상하고 있다[3]. 이에 피혁산업은 탄소중립 및 친환경 이슈에 대응하는 식물 및 천연자원으로부터 얻을 수 있는 소재 기반의 친환경 피혁 3.0세대(비건레더)로 발전했다(Figure 2).

본 원고에서는 친환경 트렌드에 부합하는 비건레더의 수요 및 시장 대응을 위한 솔루션 확보를 통해 국내 정제된 피혁산업의 돌파구를 마련할 수 있도록, 글로벌 비건레더 기술과 산업동향을 살펴보고자 한다.

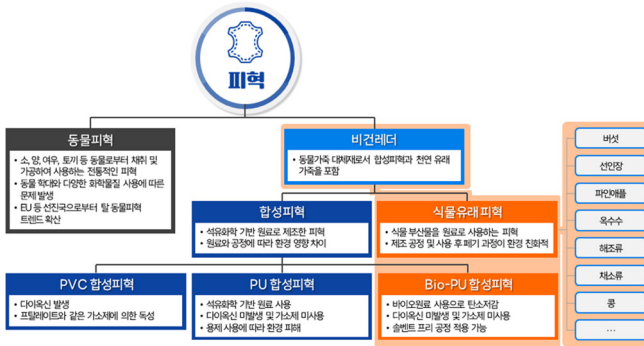


Figure 1. 비건레더의 정의.

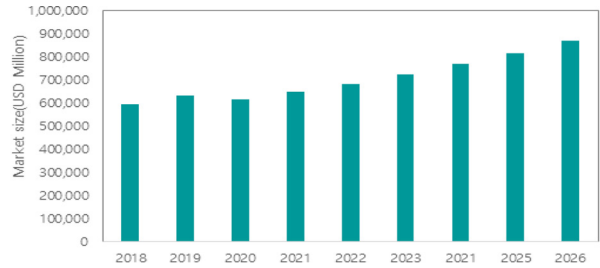


Figure 2. 피혁산업의 기술변화.

2. 비건레더 시장규모

고탄소배출 산업에서 탄소중립으로의 산업 전환은 전 세계적으로 필수적인 조건이다. 대부분의 선진국(미국, 유럽, 일본)에서는 국가 차원의 지원을 기반으로 식물 기반 바이오 소재를 활용한 피혁시장이 급성장하고 있다[4]. 특히, 다양한 식물 자원(버섯, 사과, 선인장 등 부산물)을 중심으로 한 비건레더가 산업을 선도하고 있으며, 의류, 패션용품, 모빌리티 용도로 양산화하여 생산 및 판매가 이루어지고 있다[5]. 주요 생산기업으로는 Toray Industries Inc.(일본), Ananas Anam Ltd.(영국), ECCO Leather(네덜란드), Bolt Threads Inc.(미국), 및 Natural Fiber Welding Inc.(미국)이 있다.

최근 동물복지 및 환경오염에 대한 인식변화로 친환경, 바이오, 비건 소재에 대한 시장의 관심이 극대화되어, 글로벌 비건레더 시장규모는 2018년 약 6.0억 달러에서 연평균 6.1%씩 성장하여 2026년 약 8.7억 달러에 이를 것으로 전망되고 있다 (Figure 3, Table 1).



*[출처] Expert Interview, Secondary Research, and Markets and Markets Analysis

Figure 3. 시장환경을 고려한 글로벌 비건레더 시장규모.

(*[출처] Expert Interview, Secondary Research, and Markets and Markets Analysis)

1) 원료 소재별

비건레더의 원료가 되는 소재로는 버섯과 파인애플이 전체의 약 66.5% 이상을 차지하며 6.0% 이상의 높은 연평균 성장률이 예측된다(Figure 4, Table 2). 대표적인 섬유질 균사체인 버섯 균사체를 이용한 비건레더 시장은 2021년 2억 1,300만 달러에서 연평균 6.3%씩 성장하여 2026년에는 2억 8,910만 달러에 이를 것으로 전망되었다(Table 3).

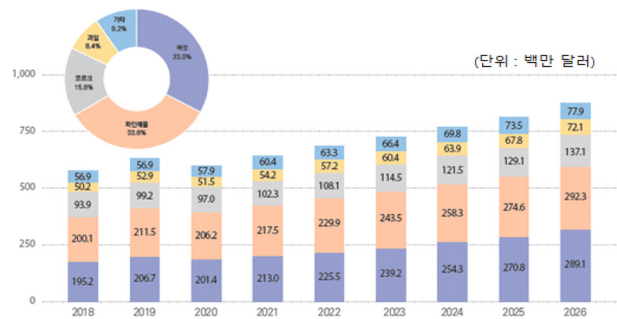


Figure 4. 바이오 기반 피혁 시장규모 및 전망.

([출처] MarketsandMarkets, KISTI 재조정)

2) 용도 제품별

비건레더는 버섯, 파인애플, 코르크, 옥수수, 선인장 등의 식물자원과 농장, 과수원 등의 폐기물을 원재료로 이용하여 제조기업을 통해 제품화되고 있다. 주요 수요처로는 신발, 의류 및 액세서리, 자동차, 가구 등이 있다. 그중에서도 신발제품 용도가 55% 이상의 점유율을 가지며 지배적인 구조를 보였고

Table 1. 글로벌 비건레더 시장규모

(단위 : 천 달러)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Market size	596,253	629,995	614,025	647,452	684,008	724,008	767,811	815,814	868,467

Table 2. 원료소재별 글로벌 비건레더 시장규모

(단위 : 백만 달러)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2021	2025	2026	CAGR ('21~'26)
버섯	195.2	206.7	201.0	213.0	225.5	239.2	254.3	270.8	289.1	6.3%
파인애플	200.1	211.5	206.2	217.5	229.9	243.5	258.3	274.6	292.3	6.1%
코르크	93.9	99.2	97.0	102.3	108.1	114.5	121.5	129.1	137.1	6.0%
과일	50.2	52.9	51.5	54.2	57.2	60.4	63.9	67.8	72.1	5.9%
기타	56.9	56.9	57.9	60.4	63.3	66.4	69.8	73.5	77.9	5.2%
합계	596.3	627.2	613.6	647.4	684	724	767.8	815.8	868.5	6.1%

Table 3. 버섯 균사체 기반 비건레더 시장규모 및 전망

(단위 : 백만 달러)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR ('21~'26)
신발류	118.2	125.1	132.6	140.9	149.9	160.1	6.3 %
의류, 액세서리	72.3	76.6	81.3	86.5	92.2	98.5	6.4 %
기타	22.5	23.8	25.3	26.9	28.6	30.5	6.3 %
합계	213	225.5	239.2	254.3	270.8	289.1	6.3 %

의류 및 액세서리, 기타의 순서로 지역별 유사한 점유율을 갖고 있으며, 전 제품군 모두 2021년과 대비하여 2026년 평균 성장률 6.0% 이상을 나타내었다(Figure 5-6).

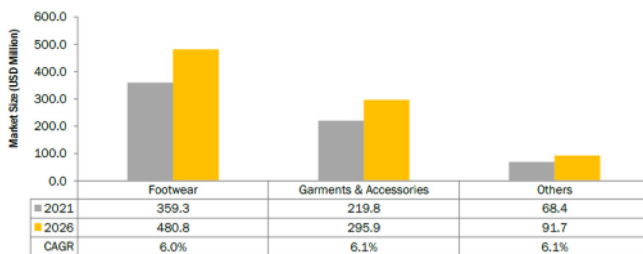


Figure 5. 용도별 비건레더 시장규모 및 전망.

(*[출처] Bio-based leather market – Global forecast to 2026 (2022))

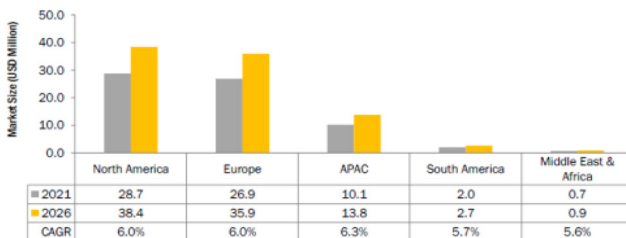


Figure 6. 지역별 비건레더 시장규모 및 전망.

(*[출처] Bio-based leather market – Global forecast to 2026 (2022))

3) 지역별

지역별 비건레더 시장은 북미 시장이 전체의 약 40%를 차지하고 있으며 연평균 약 6.0%의 성장률을 보였다. 뒤 이어 유럽, 아시아, 중동 및 아프리카, 남미 순서로 점유하고 있다. 북미 시장의 경우, 2021년 가치 측면에서 가장 큰 비건레더 시장으로 2억 4,780만 달러 규모로, 전 세계 품질 및 최종 용도 산업 개발 측면에서 비건 가죽 시장을 주도하고 있다(Figure 7).

3. 비건레더 기술

3.1. 동물피혁 및 비건레더

동물피혁은 동물로부터 채취 및 가공하여 사용하는 전통적인 피혁소재이다. 비건레더는 동물가죽 대체재로서 합성피혁과 천연 유래 가죽을 포함하는 개념이다[4]. 합성피혁과 식물 유래 또는 바이오기반 피혁은 원료와 공정에 따라 환경에 미치는 영향이 다르게 나타난다[6].

주요 피혁 소재인 동물피혁 및 합성피혁의 제조공정은 화학물질 사용과 오·폐수 발생 등의 문제로 환경오염을 증가시키는 문제가 있다. 동물피혁 생산에 주로 쓰이는 소피혁은 가공 단계가 무려 10단계에 달하며 소피혁을 생산할 때 원피 무게의 30%가 폐기

Table 4. 품목별 탄소배출량 및 비건레더 대체효과

품목	배출량	탄소저감 효과 (단위 : 천톤 CO ₂ eq.)		
		20% 대체	30% 대체	50% 대체
피혁, 가방 및 유사제품	150.5	30.1	45.2	75.3
신발 및 신발부품	107.7	21.5	32.3	53.9
소파 및 가정용 내장 의자	24.0	4.8	7.2	12.0
피혁의복 및 피혁장갑	1.9	0.4	0.6	1.0
포장용 플라스틱시트	116.6	23.3	35.0	58.3
총계	400.7	80.1	120.3	200.5

* [출처] 통계청 업종별 온실가스 배출량 2019

물로 전락한다. 또한 단계마다 맹독성 화학물질의 사용과 물로 세척하는 과정에서 높은 수준의 수질환경오염이 발생한다. 이러한 동물피혁 대체 소재로 등장한 합성피혁은 주로 PU, PVC 등의 소재가 적용되며, 2015년 기준 전체 피혁 시장의 1/6을 차지할 정도로 많은 소비가 이루어지고 있다. 그러나 동물피혁 만큼이나 처리 과정이 까다롭고 환경오염을 유발하는 것으로 알려져 있어 천연 바이오 기반 비건레더 소재 개발이 필요한 실정이다.

Table 4에는 기존 피혁을 적용한 완제품의 품목별 탄소배출량과 비건레더 대체시 탄소저감 효과를 나타냈다. 피혁, 가방 및 유사제품 품목의 경우, 비건레더 50% 대체 시 최대 75.3천톤 CO₂eq.의 탄소저감 효과가 있는 것으로 나타났다.

3.2. 기존 피혁 제조 기술

1) 동물피혁

대부분 피혁을 육류 산업의 공동 생성물 또는 부산물로 생각하지만(유엔산업개발기술에 따르면 99%가 이에 해당), 피혁 생산을 위한 과도한 사육, 삼림 벌채, 토지 및 물의 사용, 지구 온난화 가스 배출에 대한 환경적 영향으로 동물피혁의 공급은 감소하고 있는 추세이다[7]. 또한, 제조 공정상 인체 및 환경 유해성에 대한 문제를 갖고 있다. 동물의 원피로부터 피혁을 만드는 공정인 무두질 공정에서 사용되는 화학물질은 발암 물질인 크롬을 포함한 170가지 이상으로 대기오염 및 동물과 식물을 포함한 생태계에 위험을 가하고, 다양한 형태의 유해 폐기물을 발생시킬 수 있다[8].

기존의 동물피혁은 크게 세 가지 공정을 통해 제조된다. 먼저, 준비공정(beam house)은 동물 원피에서 피혁 제조에 불필요한 성분과 조직을 제거하고 진피층의 콜라겐 섬유를 분리해 유연성을 부여하는 공정으로 soaking, fleshing, liming, splitting 작

업 등이 있다. 그 다음으로, 유제공정(tanning)은 준비공정이 끝난 원피를 화학적으로 콜라겐 구조로 변화시키는 공정이다. 유제공정이 끝난 원피를 통상 피혁이라고 한다. 이 공정에는 tanning, shaving, dyeing, fatliquoring 작업 등이 있다[9]. 마지막으로 완성공정(finishing)은 피혁의 상품성을 높이는 작업으로 피혁의 색상, 광택을 수요처 요구사항에 맞추는 작업 공정이다. 염색된 가죽의 흠집을 가리거나 내구성을 향상시키는 공정으로 drying, conditioning, toggle, finishing 작업 등이 있다[10].

2) 합성피혁

합성피혁 기술은 첨단소재 분야에 속하며, 폴리우레탄(PU) 또는 폴리염화비닐(PVC)을 사용하여 제조되는 인공 직물이다. 합성피혁은 동물피혁과 유사하게 염색, 가공이 가능하며, 내구성, 내오염성, 내후성 등의 장점으로 의류, 가구, 자동차 등에 사용되고 있다[11]. 합성피혁은 동물피혁의 기능을 가지면서도 제조과정에서 동물을 살처분하지 않는다. 그러나 폴리우레탄 및 폴리염화비닐 일부 재료의 독성 문제가 있어 일부 제조업체와 연구실에서는 식물과 과일 오일로 만든 바이오 기반 가죽을 선호하고 있다.

합성피혁은 주로 부직포(니들펀칭 등), 직물 등을 기재로 사용하고 있으며, 습식공정 및 건식공정을 통해 가죽과 같은 질감을 가지는 소재로 제조된다[12]. 그 외, BASF社의 경우에는 calendaring 또는 압출공정을 통해 TPU 합성피혁을 제조하고 있다.

니들펀칭을 통한 기재 제조공정의 경우, 카드기에 의해 형성된 웹을 니들이 붙은 침판이 상하 왕복으로 운동하여 2차원적인 랜덤한 섬유 배열의 일부를 3차원적인 랜덤 구조로 결합하는 공정을 통해 기재를 제조한다. 의류용, 산업용 합성피혁 기재 제조가 가능하며 용도에 따른 물성 발현을 위해 중량, 두께의 균일성 등을 조절할 수 있다(Figure 7).

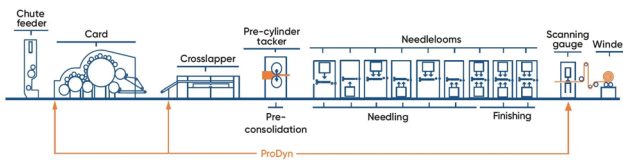


Figure 7. 합성피혁 기재 제조용 니들펀칭 제조 모식도.
(*[출처] ANDRITZ社 홈페이지)

다음으로 제조된 기재에 피혁 질감을 표현하는 코팅공정은 습식 및 건식공정으로 구분된다. 습식공정에서는 기재를 이용하여 수지 함침·응고·코팅·수세·건조 등의 공정을 통해 합성피혁을 제조하며, 유연성, 촉감, 물리적 성능이 향상되는 특징이 있다. 건식공정에는 주로 전사법을 사용하며, 대표적으로 PU 합성피혁 제조에 사용하고 있다. 이 공정에서는 합성피혁의 컬러를 부여하거나, 다양한 텍스처(texture) 효과를 줄 수 있는 특징이 있다(Figure 8).

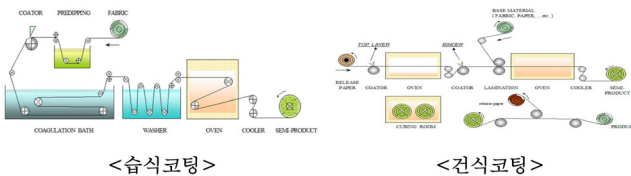


Figure 8. 합성피혁 코팅 공정 모식도.
(*[출처] Giatn Goal社 홈페이지)

BASF社의 경우, Elastollan TPU를 사용하여 calendering 또는 압출을 통해 가죽을 생산하고 있다. 이 공정은 염색 및 엠보싱이 용이하여 다양한 색상, 디자인 제공이 가능하고, 내마모성과 가수분해성이 우수한 특성이 있다. 또한 용제를 사용하지 않아 친환경적이며, 기계적, 화학적 재활용이 가능한 제품을 만들 수 있는 장점이 있다(Figure 9).

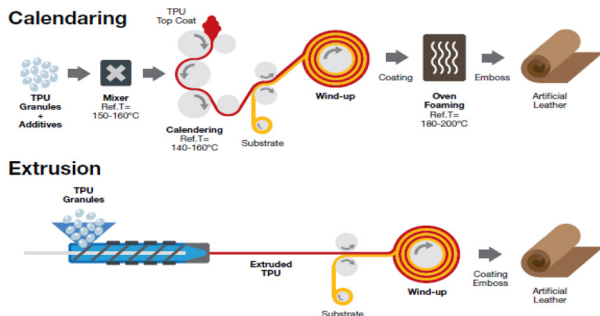


Figure 9. TPU 합성피혁 calendering 및 압출공정 모식도.
(*[출처] BASF社 홈페이지)

3.3. 글로벌 비건레더 기술

대표적인 비건레더용 소재로는 버섯 균사체나 다양한 식물성 소재, 농산부산물을 이용한 제품 개발이 주로 추진되고 있다. 특히 버섯 균사체를 이용할 경우, 섬유산업 외에도 다양한 건강기능식품 및 음료, 의약품, 화장품, 산업용 소재, 포장재 등으로 사용될 수 있다. 현재, 글로벌 비건레더 기술은 균사체의 성장과 관련된 온도, 습도, 영양분 조절 등 고밀도 균사체 시트 소재의 개발 및 제품화를 중심으로 연구가 수행되고 있다[13-15].

현재 기술로 대량의 연속식 공정기술은 아직 확립되지 않았으며, 인장강도, 마모강도, 탄성 등의 물성이 부족한 문제점을 가지고 있다. 이에 해외 다양한 스타트업이나 벤처기업을 중심으로, 이러한 단점을 보완한 비건레더 핵심기술 개발 및 상용화를 위한 다양한 연구활동이 수행되고 있다. 또한 선진국(미국, 유럽)의 글로벌 투자를 통한 선진기업과 럭셔리 패션 브랜드의 전략적 파트너십 체결로 제품화가 이루어지고 있다.

3.3.1. 버섯 균사체 기반 비건레더

1) Micoworks社(미국)

균사체를 활용한 비건레더는 가소제 및 추가 전처리로 유연성과 탄력성을 높이는 공정인 ‘post-growth processing’을 통해 비건레더를 생산하고 있다. 기존의 방법으로 성장된 균사체 재료를 그대로 건조하여 사용할 경우, 열악한 기계적 특성을 가질 뿐만 아니라 특히 낮은 유연성과 높은 취성으로 인해 바스라지는 현상이 발생된다. 이에 Micoworks社에서는 유연하면서도 물성을 향상시킨 소재를 개발하기 위해, (1) chitin과 chitosan 함유물질을 활용한 plasticizing, (2) 가교결합을 통한 cross-linking, (3) 최적 두께와 표면 품질 및 기능성 형성을 위한 heating press의 공정들을 통합하여, ‘post-growth processing’ 공정을 수행하고 있다(Figure 10).

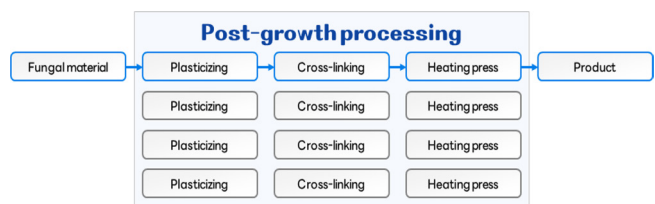


Figure 10. Micoworks社의 post-growth 공정 과정.
(*[출처] METHOD OF PRODUCING FUNGAL MATERIALS AND OBJECTS MADE THEREFROM, Micoworks (2017))

위의 제조공정을 통해 Mycoworks社は 버섯의 균사체가 조밀하고 강력한 3차원 구조를 갖도록 하는 제품화 플랫폼 기술인 파인마이셀리움(FineMycelium)을 개발하였고, 버섯 가죽 브랜드 ‘레이시(Reishi)’를 출시하였다. 최근 프랑스 패션 브랜드 에르메스와 손잡고 버섯 가죽으로 만든 ‘빅토리아 백’이라는 핸드백을 출시하였다(Table 5).

2) Bolt Threads社(미국)

미국의 Bolt Threads社は 버섯 균사체 기반 composite mycelium material(CMM) 소재의 물리적인 특성을 향상시키기 위해, 유기 바인더인 polyurethane(PU), nanocellulose, wax를 첨가하여 mycelium composite material production 공정을 구축하였다. 열과 압축을 통한 물리적 처리를 통해 균사체의 형태를 안정화시키고 물리적 강도를 향상시키는 기술을 개발하였고, 열과 압축공정 시 분자결합을 촉진시키기 위한 2차 가교기술을 도입하였다. 또한 두꺼운 균사체 폼을 얇고 컴팩트한 시트로 압축하는 공정을 적용시켜 시트의 물리적 특성을 강화시키는 공정을 특허 출원하여 상업화를 준비하고 있다(Figure 11).

Bolt Threads社は 자사 제조공정으로 버섯의 균사체를 이용한 ‘마일로(Mylo)’를 개발하였다. 또한 글로벌 패션기업과의 협업을 통해, 아디다스의 스탠스미스 마일로 신발, 스포츠웨어

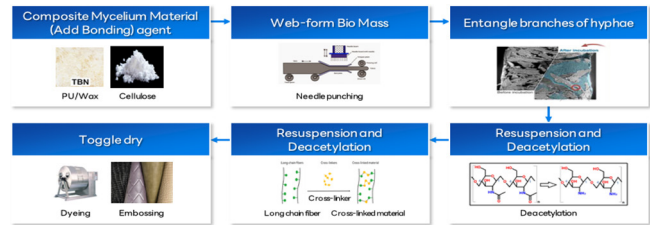


Figure 11. Bolt Threads사의 mycelium composite material production 공정.
(*[출처] Composite material, and Methods for Production Thereof, US 11015059, Patent (2021))

브랜드 룰루레몬의 배럴 더플 백, 체스터 월리스의 마일로 드라이버 백 등을 상품화하였다(Table 6).

3) VTT社(핀란드)

핀란드의 VTT社は 액체배양을 통한 습식 균사체의 배양과 탄닌공정, plasticizing 공정 등을 적용해 비건레더 연속생산공정을 개발하였다. 곰팡이 균사체를 바이오 리액터에서 배양하여 습식 캐스트 필름을 제조하는 공정기술을 기반으로 연속시트 제품화 제조기술을 개발하였다. 이 제조 공정은 배양/분리/정제과정을 통해 액상 균사체 시트의 물리적 특성을 강화하고, 이를 캐스팅하여 2차 가교한 후 건조시켜, 레더를 얻는 방법으로 연속식으로 작업이 가능하여 배치식의 단점을 극복한 시스템이다(Figure 12).

Table 5. Micoworks의 버섯가죽 제품

균사체	비건레더	에르메스	에르메스
균사체가 성장된 형틀	Fine Mycelium 적용제품	빅토리아 백	가방

Table 6. Bolt Thread의 버섯가죽 제품

비건레더 소재	아디다스 (Adidas)	스텔라 매카트니 (Stella McCartney)	룰루레몬 (Lululemon)	체스터 월리스 (Chester Wallace)
마일로(Mylo)	스탠 스미스 마일로 (Stan Smith Mylo)	프레임 메 마일로 (Frayme Mylo)	배럴 더플 백 (Barrel Duffel Bag)	드라이버 백 (Driver Bag)

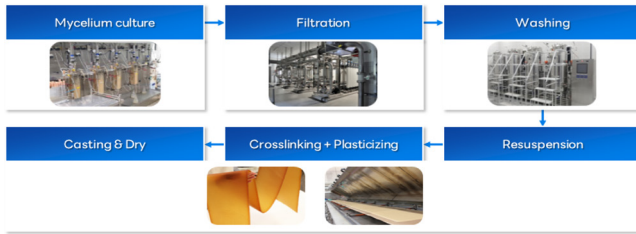


Figure 12. VTT사의 vegan leather continuous production 공정.
(*[출처] Methods of making non-woven materials from mycelium, US 1136883A1, Patent (2021))

4) (주)마이셀(한국)

국내 기업 (주)마이셀에서는 버섯 균사소재를 기반으로 비건 레더 상업화 기술을 개발하였다. 균사체 배양에 중요한 온·습도, 빛, 이산화탄소 및 산소 농도, 영양분 조성 등의 최적화 기술 확립하였으며, 레더소재의 목적에 맞는 필름형태의 가죽 대체제인 라이필름, 라이텍스, 라이에센스 제품용 원재료를 주로 생산하고 있다(Table 7).

Table 7. 마이셀 비건레더 기술개발 공정

1단계	균사체를 빠른 시간에 높은 밀도, 치밀한 조직으로 배양하는 단계로써 적합한 균을 선별하고 각 영양조건을 최적화하는 과정
2단계	배양된 균사체를 가죽화하는 단계로 환경파괴를 수반하는 동물처리 과정이 아닌, 마이셀 고유의 방식을 적용
3단계	가죽화된 배양 균사체를 염색, 도장, 코팅하는 과정



Figure 13. 균사체 이용 비건레더 제품.

3.3.2. 농산부산물 기반 비건레더

1) Adriano Di Marti社(멕시코)

멕시코 Adriano Di Marti社는 가장 흔한 식물인 선인장을 세척, 분쇄한 후, 섬유화·압축과정을 거쳐서 선인장 가죽을 개발하였다. 이들은 선인장 가죽을 활용한 핸드백, 신발, 복싱 글러브 등 생활용품용 가죽 브랜드 “Desserto(데세)”와 시트 등 차량용 가죽 브랜드 “Deserttex(데저트텍스)”를 출시하였다.

Desserto는 제초제나 농약을 사용하지 않고 유기농으로 재배

한 선인장 잎을 6~8개월마다 반복 수확하며, 1 m의 Desserto를 제작하는 데에 약 3개의 선인장 잎이 소요된다. 수확한 선인장 잎은 3일 정도 건조해서 가루로 만든 다음, 섬유화에 필요한 다른 성분을 섞어 압축하는 방식으로 제조한다. Desserto는 질감이 부드럽고, 단백질 성분이 많아 실제 가죽과 유사한 무게감을 가지며, 재배에 물이 필요 없고, 섬유질이 풍부하여 마찰에 강하여 내구성이나 통기성이 우수한 장점이 있다.



Figure 14. Adriano Di Marti社의 선인장 가죽과 복싱용 글러브, 가방 제품.

2) Ananas Anam(영국)

영국의 Ananas Anam社는 필리핀에서 파인애플 수확 후에 버려지는 파인애플 잎에서 섬유질을 추출하여 비건레더 “PINATEX”를 개발하였다. 파인애플 잎의 섬유질을 건조하고, 불순물을 제거한 후 옥수수 기반 생분해 수지 PLA와 혼합하여 제조하는 것으로 알려져 있으며, 일부 컬렉션에는 PU 코팅을 통해 금속의 질감을 내는 제품을 개발하고 있다. 이들 비건레더는 신발과 가방, 의류, 가구 등의 분야에서 폭넓게 활용 중이며, Hugo Boss, H&M, Paul Smith, Hilton Hotel 등의 브랜드에서 사용 중이다. 개발 소재는 GOTS(Global Organic Textile Standard) 인증 안료를 사용하여 제조되며, 긍정적인 사회적/환경적 성과를 인정하는 BCorporation 인증 획득하였다.

4. 결 론

비건레더는 ‘탄소중립 실현으로 지속가능한 미래 구현’이라는 글로벌 정책에 부합한다. 따라서 꾸준한 기초연구를 기반으로 다양한 사업화 가능성을 갖는 잠재성이 있는 고분자 소재로서 첨단 산업분야에 응용과 성장이 기대된다. 현재 미국, 일본, 유럽 등이 원천기술과 응용기술을 독점적으로 확보하고 있어 국내에서는 연구 및 사업화에 높은 해외 의존도를 갖고 있기에 비건레더의 핵심 소재, 공정에 대한 국산화 기술 확보가 가장 시급한 실정이다. 향후 국가 성장산업인 친환경 섬유패션 소재, 리사이클, 모빌리티 분야의 핵심 소재로서 치열한 기술 개발 경쟁과 시장 확대가 예상되어 용도별 기능의 한계를 극복할 수 있는 획기적이고도 지속적인 기술 진보가 필요하다.

참고문헌

1. Y. K. Satish Kumar, "Economic Sustainability Analysis of Natural Leather Industry, And Its Alternative Advancements", Open Access Master's Report, Michigan Technological University, 2021.
2. Z. Bai, X. Wang, M. Zheng et al. "Leather for flexible multifunctional bio-based materials: a review", *J. Leather Sci. Eng.*, 2022, **4**, 16.
3. S. Dixit, A. Yadav, P. D. Dwivedi, M. Das, "Toxic hazards of leather industry and technologies to combat threat: a review", *J. Clean Production.*, 2015, **87**, 39-49.
4. 허성민, 신현재, "비동물성 가죽의 연구 동향과 제품 개발 가능성", *KSBB Journal*, 2020, **35**(4), 281-287.
5. S. Vandellook, E. Elsacker, A. Van Wylick et al. "Current state and future prospects of pure mycelium materials", *Fungal Biol. Biotechnol.*, 2021, **8**, 20.
6. N. T. Minh, Ha. Ngo Ngan, "Vegan leather: An eco-friendly material for sustainable fashion towards environmental awareness", *AIP Conference Proceedings*, 2021, 2406.
7. J. Raman, D. S Kim, H. S. Kim, D. S. Oh, H. J. Shin, "Mycofabrication of Mycelium-Based Leather from Brown-Rot Fungi" *J. Fungi.*, 2022, **8**(3), 317.
8. D. Hao, X. Wang, S. Liang, O. Yue, X. Liu, D. Hao, X. Dang, "Sustainable leather making — An amphoteric organic chrome-free tanning agents based on recycling waste leather", *Sci. Total Environ.*, 2023, 867.
9. R. Daniels, J. Su, F. Zhang, Z. Zhang, M. Tascan, "Closed-loop liming and chrome tanning processing: A solution to pollution", *J. aqeic*, 2019, 70.
10. N. Ariram, B. Madhan, "Development of bio-acceptable leather using bagasse", *J. Clean. Prod.*, 2020, **250**(20), 119441.
11. S. Zhe, S. Ren, T. Wu, J. Wen, J. Fang, H. Fan., "A Self-Matting Waterborne Polyurethane Coating for PVC Artificial Leather", *Polymers*, 2023, **15**(1), 127.
12. International Fiber Journal, "Application of high-productive and high-efficient needle punching equipment in superfine fiber synthetic leather", *Online Article of International Fiber Journal(iff)*, 2015.
13. J. Bustillos, A. Loganathan, R. Agrawal, B. A. Gonzalez, M. G. Perez, S. Ramaswamy, B. Boesl, A. Agarwal, "Uncovering the Mechanical, Thermal, and Chemical Characteristics of Biodegradable Mushroom Leather with Intrinsic Antifungal and Antibacterial Properties", *ACS Appl. Bio Mater.*, 2020, **3**(5), 3145-3156.
14. M. Jones, A. Gandia, S. John, A. Bismarck, "Leather-like material biofabrication using fungi", *Nature Sustainability, Nature*, 2021, **4**(1), 9-16.
15. E.R. Kanishka, B. Wijayarathna, G. Mohammadkhani, A. M. Soufiani et al, "Fungal textile alternatives from bread waste with leather-like properties", *Resour., Conserv. Recycl.*, 2022, **179**, 106041.