

탄소중립 달성을 위한 국내 화이트바이오 산업 이슈

최권영 부교수 아주대학교
안정오 책임기술원 한국생명공학연구원

☞ 들어가며

우리나라는 지난 2020년 10월, 2050 탄소 중립 계획을 발표하였다¹. 탄소 중립은 온실가스 배출을 최대한 줄이고, 남은 온실가스는 산림 등 흡수, 제거해서 실질적인 배출량이 zero가 되는 개념이다. 정부가 추진하는 탄소중립 정책은 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 장기저탄소발전전략 (LEDS, Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies) 전략을 채택하고 있다^{1,2}.

[그림 1] 탄소중립 5대 기본방향

① 깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대

* 산업(화석연료→전기·수소), 수송(내연기관→친환경차), 건물(도시가스→전기화)

② 디지털 기술과 연계한 혁신적인 에너지 효율 향상

* (산업) 고효율기기 보급 확대, 공장 에너지관리시스템 보급, 스마트 그린산단 조성
(수송) 지능형 교통시스템(C-ITS), 자율주행차(교통사고↓, 효율↑), 드론택배
(건물) 기존 건물 → 그린리모델링, 신규 건물 → 제로에너지빌딩, 발광다이오드(LED) 조명, 고효율 가전기기

③ 탈탄소 미래기술 개발 및 상용화 촉진

* 미래기술 : 철강 → 수소환원제철 / 석유화학 → 혁신소재, 바이오플라스틱 / 전력 → CCUS

④ 순환경제(원료·연료투입!)로 지속가능한 산업 혁신 촉진

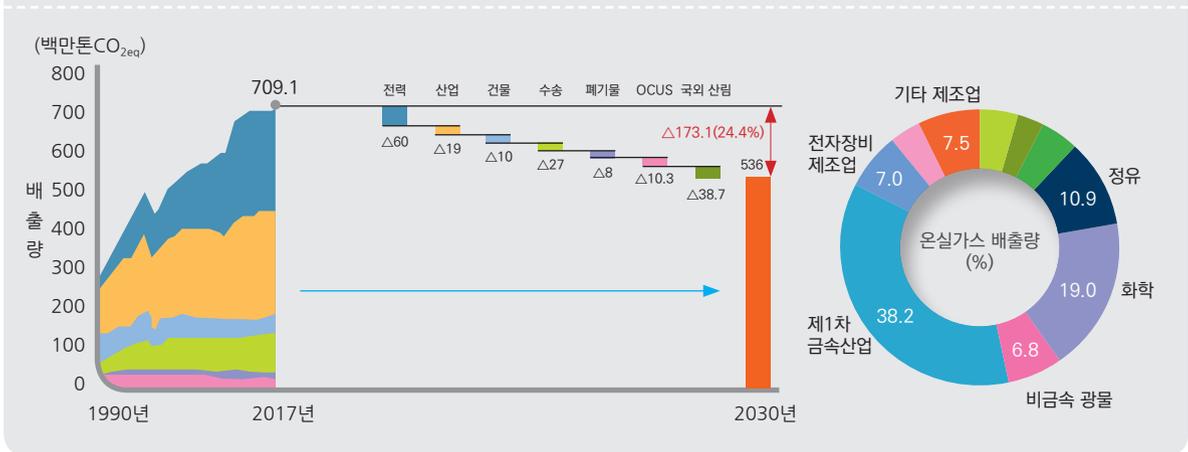
* 원료의 재활용·재사용(철스크랩, 폐플라스틱, 폐콘크리트) 극대화, 에너지 투입 최소화

⑤ 산림, 갯벌, 습지 등 자연·생태의 탄소 흡수 기능 강화

* 유희토지(갯벌, 습지, 도시숲) 신규조림 확대, 산림경영 촉진(산림연령↓, 목재이용↑)

이는 △깨끗하게 생산된 전기 수소의 활용 확대 △디지털 기술과 연계한 혁신적인 에너지 효율 향상 △탈탄소 미래기술 개발 및 상용화 촉진 △순환경제로 지속가능한 산업 혁신 촉진 △산림, 갯벌, 습지 등 자연 생태의 탄소 흡수 기능 강화라는 탄소중립 5대 기본 방향 (그림 1)을 제시하고 있으며, 특히, 산업 부문에서 '바이오플라스틱 등 코크스와 납사를 대체할 수 있는 미래 신기술을 개발하고 상용화'와 수송 부문에서 '친환경차의 전면적인 대중화를 추진하며, 친환경차 보급이 어려운 부문은 바이오연료 사용 확대' 등 바이오 경제의 논리를 강화하고 있다.

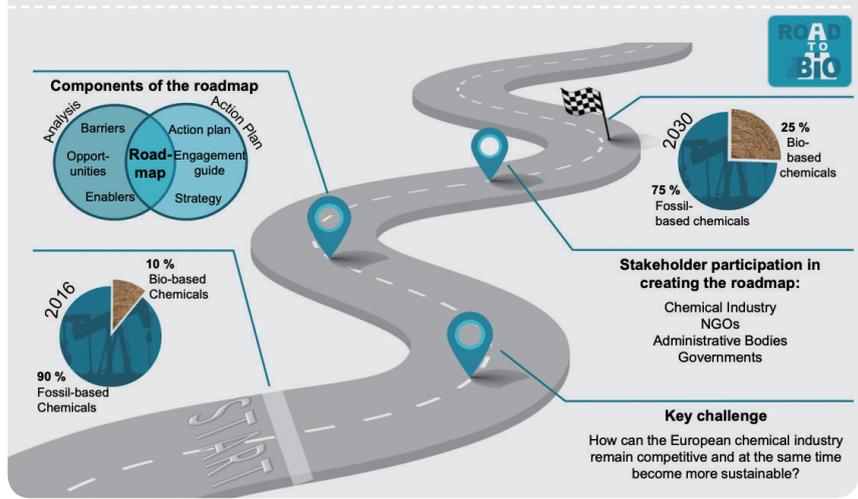
[그림 2] 2030년 온실가스 감축 목표 및 산업별 온실가스 배출량 비중 (%)³



산업부문 업종별 온실가스 배출 현황을 보면 산업부문 전체 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O) 배출량은 2017년 기준 350 백만톤 CO₂ eq. 에 이르며, 화학 및 정유가 차지하는 비중이 30%에 이른다 (그림 2)³. 이에 따라서, 미국과 유럽 선진국들을 중심으로 탄소 배출량이 높은 석유화학 기반 산업 구조에서 바이오매스 기반의 화이트바이오 산업 구조로 패러다임의 변화를 추진하고 있다. 화이트바이오 시장은 지난 2017년 기준 2,389억 달러에서 연평균 8.9%씩 성장해 2025년에는 4,723억 달러에 달할 전망이다⁴. 또한, 화이트바이오 산업에서 큰 시장을 형성하고 있는 바이오 플라스틱 분야는 지난 2017년 170억 달러에서 2022년 약 409억 달러로 지속적으로 성장할 것으로 예상된다. 탄소중립 달성을 위한 미국 및 유럽 선진국들은 이미 Dupont과 BASF 같은 세계적인 석유화학 기업들과 바이오 기업들이 협력한 바이오플라스틱 시장 선점을 위한 연구개발에 투자하고 있다.

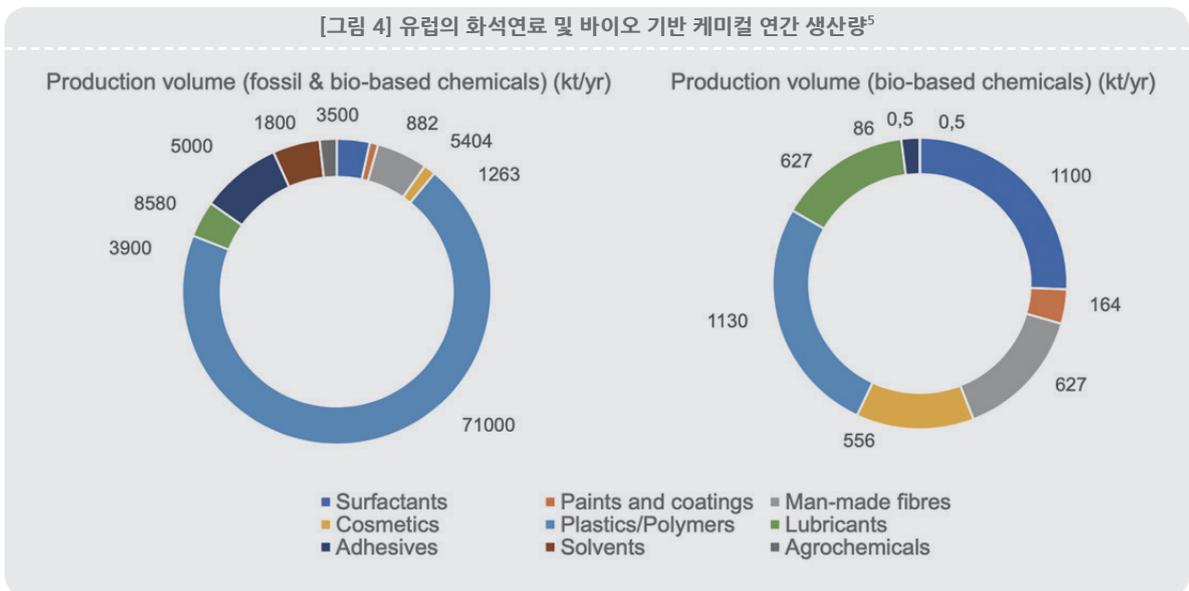
특히, 유럽의 경우 'Horizon 2020' 프로그램을 통해 바이오기반 산업 연합 (Bio-based Industries Joint Undertaking)을 설치하여 2030년 화학 원료의 25%를 바이오기반 제품들로 대체하기 위한 로드맵을 수립하였다. 2019년에는 RoadToBio 지침을 마련하는 등 탄소중립 기반의 화이트바이오 산업 구조 개편을 위한 변화를 준비하고 있다⁵.

[그림 3] 2030년 화학 산업 원료 25%의 바이오매스기반 원료 대체를 위한 유럽 RoadToBio 플랜⁵



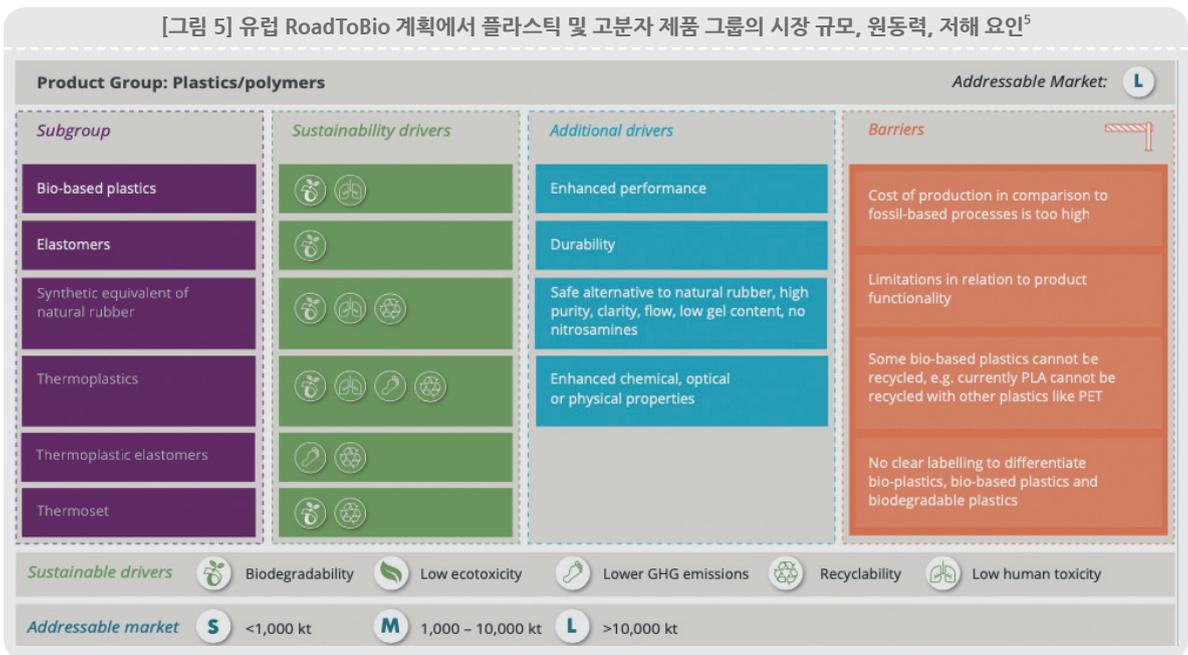
RoadToBio에 따르면 2030년 유럽 석유 유래 화합물의 25%를 바이오매스기반 원료로 대체하기 위해서 Cosmetics, Paints and coatings, Agrochemicals, Surfactants, Lubricants, Man-made fibers, Solvents, Adhesives, Plastics/polymers 등의 총 9개 분야의 화이트바이오 로드맵을 발표하였다 (그림 3). 2016년 기준 석유화학 화합물질 대비 12% 수준인 바이오기반 화학물질을 2030년 25% 수준으로 대체하겠다는 계획이다. 각 분야별 주요 도전 (key challenge)을 설정하고 정부, NGOs, 산업체, 대학, 연구소 등 참여 주체별 역할에 대해 기간별 목표를 제시하고 있다.

[그림 4] 유럽의 화석연료 및 바이오 기반 케미컬 연간 생산량⁵



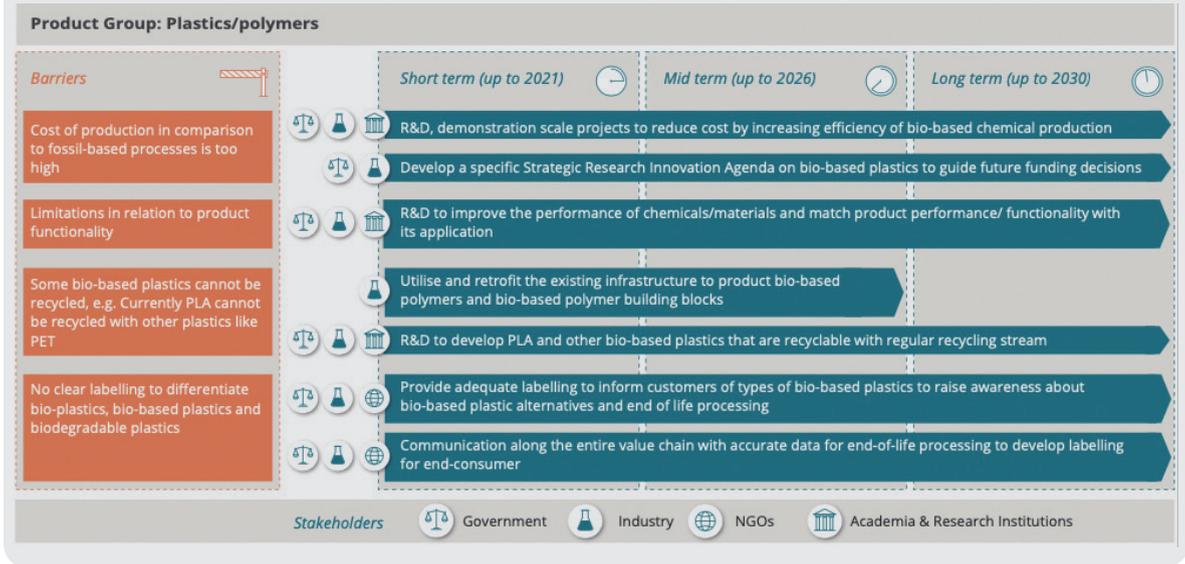
2015년 기준으로 유럽의 화석연료 기반의 플라스틱 및 고분자 생산량은 70,000 kt/yr 수준이며, 바이오 기반 플라스틱 및 고분자 생산량은 1,200 kt/yr 수준이다 (그림 4). RoadToBio에서 제시하고 있는 9개 분야의 생산품 중 10,000 kt 이상의 'Large addressable market' 분류에 있어, 플라스틱 및 폴리머 분야가 가장 큰 시장규모를 가지고 있다. 바이오기반 플라스틱 개발 원동력으로 생분해도와 낮은 인체 유해성을 꼽았으며, 열가소성 고분자의 경우 낮은 생분해도, 낮은 인체 유해성 온실가스 (GHG) 배출 및 재활용 등을 꼽았다. 그러나 바이오기반 플라스틱이 일반적으로 가격 경쟁력이 낮다는 점과 PLA와 같은 열가소성 고분자는 재활용이 어렵다는 한계점이 있다.

[그림 5] 유럽 RoadToBio 계획에서 플라스틱 및 고분자 제품 그룹의 시장 규모, 원동력, 저해 요인⁵

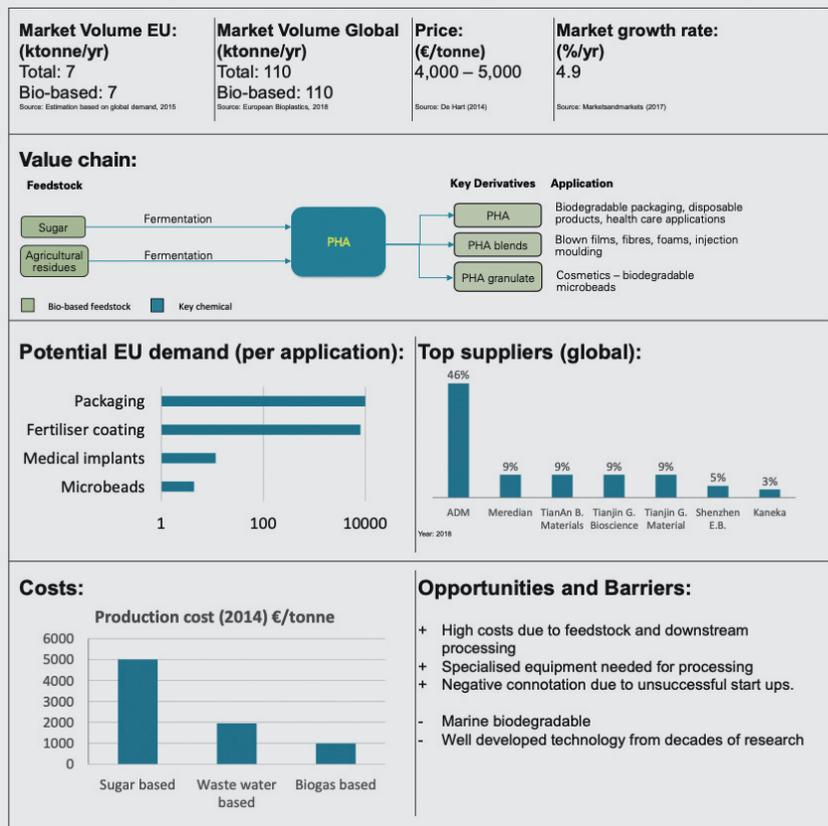


시장 규모, 지속가능한 원동력 및 한계점 분석 등을 통해 유럽의 RoadToBio는 2021년, 2026년, 2030년까지의 단기, 중기, 장기 화이트바이오분야 연구 개발 계획을 수립하였다 (그림 5). 낮은 가격 경쟁력 극복 방법으로 바이오기반의 화학물질 생산 효율 증대를 통해 가격을 낮추는 데모 수준의 단계에서 장기에 이르는 연구 개발 투자를 계획하고 있으며, PLA의 낮은 재활용율에 대해서 단기부터 중기까지 기존의 인프라 공정을 바이오기반 고분자 및 단량체 생산으로 이용하는 방법을 제시하고 있다. 또한, 재활용이 낮은 생분해 고분자에 대해서 장기 연구 개발 투자를 통해 기존의 플라스틱 재활용 스트림에 적용할 수 있도록 계획하고 있다. 특히, 각 계획에서 주도할 수 있는 역할자를 정부, 산업체, NGOs, 대학 및 연구소로 구분하여 구체화하였으며(그림 6), 대부분의 계획을 정부와 산업체의 R&D 주도하에 장기적으로 화이트바이오 분야 활성화를 위한 전략을 체계적으로 수립하고 있다.

[그림 6] 유럽 RoadToBio 계획에서 플라스틱 및 고분자 제품 그룹의 단기, 중기, 장기 플랜⁵



[그림 7] 유럽 RoadToBio 계획에서 PHA case 연구 정리⁵



유럽의 RoadToBio에서 개별 제품에 대해서 어떻게 계획을 하였는지 알아보기 위해서, 대표적인 생분해 고분자 중에서 PHA (polyhydroxy alkanooate) 고분자에 대한 케이스 스터디 결과를 살펴보고자 한다(그림 7). 유럽에서의 시장 규모는 전 세계 시장 규모 110 kt/yr의 63.7% 수준인 7 kt/yr이며, 가격은 4,000-5,000 euro/ton 수준이다. 가치 사슬에 있어서 PHA는 sugar와 농업 부산물을 바이오기반 feedstock으로 하며, PHA, PHA blends, PHA granulate가 주요 유도체 물질로 생분해 패키징, 일회용 제품, 발포 필름, 섬유, 마이크로 비즈 등 소재로 활용할 수 있다. 판매 가격 대비 생산 가격은 2014년 기준 sugar 기반으로 대량 5,000 euro/tonne 수준으로 평가하고 있다. 투자 개발 대비 해결해야할 과제로 높은 feedstock 가격, 높은 downstream 공정비용, 공정에 특수 장비 필요, 창업 실패에 대한 우려 등을 꼽았다.



우리나라의 경우 유럽의 RoadToBio와 같이 탄소중립을 달성하기 위한 화이트바이오 산업 육성 전략을 추진하고 있다. 대표적인 화이트바이오 육성 전략의 일환으로 2021년 2월 탄소중립 경제 실현과 국내 관련 기업체간의 연대 협력을 도모하기 위해 출범한 “화이트바이오 연대협력 협의체(그림 8)”가 있다⁶. 화이트바이오 육성으로 탄소중립 달성이라는 목표를 가지고 생분해 플라스틱 개발, 바이오매스 기반 화학제품 개발, 바이오 기반 차세대 소재 연구, 제도개선·인센티브 지원 등 4가지 분야에서 협력모델을 지속적으로 발굴하기로 합의하였다⁶. 이와 더불어 국내 화이트바이오 산업 육성을 위해서 범부처 바이오 산업 혁신 TF를 통하여 “화이트바이오 육성 전략”을 마련하는 한편, 바이오매스 기반 탄소중립형 바이오플라스틱 제품 기술개발을 중심으로 하는 첨단바이오신소재 사업 기획을 추진한 바 있다. 화이트바이오 연대협력 협의체 구성과 같이 화이트바이오 산업에 대한 산업체의 적극적 참여는 현 정부의 탄소 중립 정책이 산업체에 미치는 영향이 적지 않음을 시사한다. 또한 이는 탄소중립 환경규제 대응이 산업체에서 경영 기조로 전환되어 가는 중요한 전환점이 되었다. 구체적으로는 탄소중립이 ESG (Environment, Society, Governance) 경영과 함께 국제적인 이슈로 부상하고 있으며, 기업 구조 및 기업 평가 기준을 변화시키고 있다. 2020년 기준 전 세계 ESG 투자자산 규모는 40조 5천억 달러로 2014년 21조 4

천억 달러 대비 2배 증가하였으며, ESG 기준을 적용한 투자 규모가 지속적으로 증가하고 있음을 알 수 있다⁷.

그럼에도 불구하고 현 산업체에서 느끼고 있는 화이트바이오 산업에 대한 선진국 대비 기술 격차는 아직 선진국 수준의 화이트바이오 산업 생태계 구축과는 거리가 있다. 이는 아직까지 화이트바이오 산업이 석유화학대비 차지하는 비율이 높지 않고 화학제품 생산이 석유화학 산업에 대한 의존도가 여전히 높으며 화이트바이오 산업에서 바이오매스 원료 수급, 플랫폼 중심의 업스트림 공정이 상대적으로 취약하기 때문으로 해석된다. 또한, 단량체 생산, 고분자 중합, 시제품 제작 등 제조기술의 고도화와 소비자 인식제고를 통한 시장 확보 등의 장애요인도 극복해야할 요인 중의 하나로 파악된다.

유럽의 RoadToBio 전략에서 주목해야 할 점은 장애요인에 대해 철저히 분석하고 장단기의 극복 방안을 제시하고 있다는 점이다. 바이오매스의 수급의 어려움, 낮은 생산성, 가격 경쟁력 확보에 대한 장애요인에 대해서 1세대 바이오매스를 활용하거나 다양한 바이오매스 수급 균형 및 안정성 확보 등의 시장 중심의 해결 방안을 제시하고 있다. 또한, 기존 화석 연료 기반 산업과의 경쟁으로 인한 장애요인 극복 방안으로 고품질 화이트바이오 제품 공급을 통한 고객 니즈 충족, 산업체 중심의 개발 및 인센티브 장려 등의 극복 방안을 제시하고 있다. 장기적 정책 지원을 통한 리스크 감소, 규제 표준화, 안정성 확보 등 화이트바이오 산업의 정부의 정책적 지원과 범국민적 인식 제고까지 극복 방안으로 제시하고 있다.

맺으며

관련하여 현 국내 상황은 바이오매스 원료 수급, 석유화학 기반의 산업 구조, 낮은 경제성 등 유럽의 RoadToBio에서 고민하고 있는 유사한 장애요인을 극복해야하는 상황이다. 이를 위해서는 장기저탄소발전전략을 수립하고 순환 바이오 경제 시스템 구축을 위한 지속적인 투자와 지원이 필요하다. 또한 국내 화이트바이오 산업계 stakeholder와 지속적인 소통을 통해 산업 현장의 수요와 정책을 발굴하는 것이 중요하다. 장기적으로 화이트바이오 산업 활성화를 위한 원동력을 확보하여 탄소 중립 실현을 위한 기후 기술 개발에 있어 세계를 선도할 수 있는 비전을 제시할 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 화이트바이오 연대협력 협의체 구성 등 국내 석유화학 기업체에서 화이트바이오 산업에 대한 인식이 탄소중립과 ESG 경영 기조와 맞물려 기업 전략 및 기업 가치에 상당히 중요한 부분을 차지하게 되었다는 점은 상당히 긍정적이다. 탄소중립의 중요성과 관련한 화이트바이오 산업에 대한 국민적 인식이 변화하고 있으며 기술 격차 역시 국내 기업체, 대학, 연구소의 기술 개발로 인해 점진적으로 좁혀지고 있다. 이러한 원동력을 토대로 국내 시장을 고려한 화이트바이오 활성화 장애 요인에 대해 철저히 분석하고 장기적인 극복 방안을 제시를 통해 탄소중립 2050의 목표 달성에 더 가까이 다가갈 수 있을 것으로 기대한다.

< 참고자료 >

1. 2021년도 예산안 시정 연설 '대한민국 2050 탄소중립 전략', 2020. 10. 28, 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr) .
2. 2050 탄소중립 범부처 전략회의 모두발언, 2020. 11. 27, 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)
3. 2018 산업부문 에너지사용 및 온실가스 배출량 통계 & 전 부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계, 2019
4. Analyst-View Market Insights, 2018
5. Roadmap for the Chemical Industry in Europe towards a Bioeconomy, Strategy document & Action Plan, (https://roadtobio.eu/)
6. 2050 탄소중립을 위한 바이오산업의 새로운 도전 '화이트바이오 연대협력 협의체 발족', 2021. 4. 21, 산업통상자원부 보도자료
7. 한국경제연구원, 'ESG의 지배구조 개선과 기업가치' 보고서, 2021

Writer

최권영 아주대학교, 부교수

Reviewer

안정오 한국생명공학연구원, 책임기술원

BIO ECONOMY BRIEF

발행 : 2021년 9월 | 발행인 : 고한승 | 발행처 : 한국바이오협회 한국바이오경제연구원
13488 경기도 성남시 분당구 대왕판교로 700 (삼평동, 코리아바이오파크) C동 1층, www.koreabio.or.kr
* 관련 문의 : 한국바이오협회 한국바이오경제연구원 e-mail : Koreabio1@koreabio.org



한국바이오경제연구원
KOREA BIO-ECONOMY RESEARCH CENTER

Innovating Data Into Strategy & Business



9 772508 681005
ISSN 2508-6812