

2016 JUNE
vol.24

24

융합

WeeklyTIP

Technology • Industry • Policy

바이오화학산업의 현황 및 전망

김보림 | 융합연구정책센터





바이오화학산업의 현황 및 전망

김보림 | 융합연구정책센터

선정 배경



- 전 세계적으로 석유·가스 등 화석연료의 고갈에 대한 논란이 끊이지 않고 있으며, 최근 기후변화로 인한 환경 규제로 국내 화학산업은 한계에 직면함
- 한국은 석유화학규모 세계 4위의 산업 강국이지만 수송용 연료 및 화학산업 원료를 수입에 의존하고 있음
- 화석연료를 기반으로 제품을 생산하는 공정에서 배출되는 온실가스로 인한 대기오염 및 기후변화로 녹색성장 및 지속가능한 개발 필요성에 대한 인식이 고조됨



▲ 그림 1. 석유화학산업으로 인한 환경 문제

- 바이오화학기술은 바이오기술과 화학기술이 융합하여 형성되는 기술로 이산화탄소를 배출하지 않으며, 고갈될 염려가 없는 바이오매스를 원재료로 이용하므로 지속성장이 가능함

개요

- **(정의)** 바이오화학산업은 바이오매스*를 원료로 사용하거나 생산공정에서 효소나 미생물과 같은 생물체를 이용하여 화학제품을 생산하는 산업을 의미

* 바이오매스 : 바이오 기반 화학제품 생산을 위한 작물과 나무, 농산품과 사료작물, 농업 폐기물과 임산 폐기물, 조류, 동물의 배설물, 도시 쓰레기, 그리고 여타의 폐기물에서 추출된 재생가능한 유기물질

- 재생가능한 원재료인 바이오매스를 사용함으로써 지속성장이 가능한 환경친화적 산업으로 기존 석유화학 산업과 대비됨



- **(공정)** 공정은 크게 바이오매스 자원공급, 원료화 공정, 기초화학물질 생산 및 바이오화학 제품화 공정과 응용제품화 단계로 나뉨
- **(제품)** 범용화학제품, 기능성화학제품, 특수화학제품, 폴리머 제품 등 기존의 석유유래 화학제품 대체
 - 범용화학제품 : 바이오화학제품 제조에 광범위하게 사용되는 기본 화합물인 바이오플랫폼화합물 및 이를 이용하여 생물학적·화학적 전환을 통해 생산되는 유도체 중 대량으로 사용되는 화합물
 - 폴리머(바이오플라스틱) : 바이오매스 유래 단량체를 중합하여 합성한 고분자 물질
 - 특수화학제품 : 바이오화학산업에 이용되는 효소 및 미생물 제품 등
 - 정밀화학제품 : 의약품 중간체, 식품용 첨가제 등 제품의 기능 향상을 위한 제품



▲ 그림 3. 일상생활 속의 바이오화학제품

※ 출처 : 한국바이오안전성정보센터

- **(산업전망)** 자동차, 전기전자, 생활용품, 농화학제품 등 다양한 분야에서 바이오화학제품 수요는 급증 할 것으로 예상됨

해외 현황



바이오화학 기술 선도국은 2008년까지 미국, 유럽연합, 일본 등으로 바이오화학산업을 통해 바이오매스로부터 수송용 연료 및 화학소재를 생산하려는 시도를 진행하였으며 바이오플라스틱 기준으로 세계 생산량의 약 90%를 생산함

- **(미국)** 2030년까지 현재 석유소비의 30%를 그린카본으로 대체할 계획이며 오바마 정부는 'Biopreferred Program'의 대상을 97개 품목, 1만종으로 확대하여 바이오유래 제품의 사용 확대를 정책적으로 지원
- **(EU)** 세계 바이오플라스틱 시장의 60%를 차지하고 있으며 바이오화학산업을 6대 선도 산업으로 선정하여 집중 육성
- **(일본)** '바이오매스 일본종합전략'을 수립 및 개정을 통해 바이오화학산업을 지원하고 있으며 바이오플라스틱협회(JBPA)는 바이오매스플라스틱 인증제도를 운영

구분	바이오 플라스틱 (Bio Plastics)	
	생분해 플라스틱 (Biodegradable)	바이오 베이스 플라스틱 (Bio Based)
국제규격	ISO 14555 생분해 수지 함량 : 70%이상	ISO 472 바이오매스 함량 : 기준없음
한 국	기준: KSM 3100-1 명칭: 환경마크 인증단체: 환경기술진흥원 1992년, 70% 이상	기준: KBMP-0107 명칭: 바이오베이스 인증단체: KBMP 2011년 25% 이상, 투명 15%이상
미 국	기준: ASTM 6400 명칭: Green seal 인증단체: Green Seal 1989년, 70% 이상	기준: ASTM D 6866 BIO Based Product 인증단체: USDA 2002년, 25% 이상
일 본	기준: JIS K 6953 명칭: 그린프라(GP) 인증단체: JBPA 1996년, 50% 이상	기준: ASTM D 6866 명칭: 바이오매스프라(BP) 인증단체: JBPA 2006년, 25% 이상
벨기에	기준: EN 13432 명칭: OK Compost 인증단체: Vincotte 1995년, 70% 이상	기준: ASTM D 6866 명칭: OK Biobased 인증단체: Vincotte 2009년, 20% 이상
독 일	기준: DIN EN 13432 인증단체: DIN CERTCO 1979년, 70% 이상	기준: CEN/TR 15932 ASTM D 6866 인증단체: DIN CERTCO 2010년, 20% 이상

▲ 그림 4. 국가별 바이오플라스틱 인증제도

※ 출처 : 한국바이오소재패키징협회

- 2008년 이후에는 남미지역을 중심으로 연구개발이 활발하게 진행되어, 2013년에는 신흥개도국의 바이오플라스틱 생산량이 55만 톤으로 전세계 생산량의 61.2%를 차지함
- 바이오화학산업은 바이오매스 원료 공급에서부터 제품 생산까지 통합된 시스템을 구축하는 것이 효율적이기 때문에 바이오전문기업과 다국적 화학기업의 협력이 활발히 진행중임

- (Cargill) 자회사인 NatureWork사는 PLA(Polylactic acid)를 연 14만 톤 규모로 세계에서 가장 많이 생산
- (BASF) 바이오원료 기반의 숙신산 생산을 위해 PURAC과 JV*인 Succinity사 설립, 1만톤 공장 설립 (5만톤 계획)

*조인트벤처(joint venture: 공동 기업체)

- (Dow Chemical) 2013년에 사탕수수를 원료로 한 저밀도 폴리에틸렌 35만 톤 공장을 설립하였고, OPXBio사와 바이오아크릴산 생산을 위해 협력 중
- (Solvay) 2013년 Cobalt Tech사와 브라질에 바이오부탄올 데모공장 설립하였고, Avantium사와 차세대 나일론을 공동개발함

국내 현황



- 2008년부터 정부 주도하에 바이오화학기술의 개발 사업을 꾸준히 추진하고 있으며, 2012년에는 바이오화학산업의 지속성장을 위한 바이오화학육성전략*을 수립함

* 2020년 세계 5위 바이오화학 강국을 목표로 하며, 2020년 국내화학제품 생산의 원유수입 4.8% 대체, 이산화탄소 배출 약 10.8% 감축, 고용창출 4.3만 명 이상 효과 기대

- 국내 바이오화학산업은 높은 잠재성에 비하여 실제 생산기술의 개발이나 산업화는 상대적으로 더딘 상태로, 기존 화학제품을 대체할 수 있는 바이오화학 제품의 국내 생산은 부족한 상황임
- 2010년 기준 국내 바이오화학 산업의 총 생산은 약 2,904억 원으로 국내 화학시장 생산액(162조 7,2100억 원) 대비 0.18%이며, 국내 바이오산업 전체 생산액(5조 7,878억 원) 대비 5.0%를 차지하여 시장규모 자체가 매우 작게 형성되어 있음(한국바이오협회)

- 우리나라의 바이오화학분야 기술은 선진국의 80% 정도 수준

- 바이오슈가* 기술은 상대적으로 연구가 많이 진행되어 선진국의 90% 수준까지 따라잡았으나, 미생물 전환기술은 선진국의 80% 정도 수준으로 촉매기술에 대한 발전 속도가 더딤

* 바이오슈가 : 바이오매스를 이용해 제조되는 발효당으로 바이오화학기술의 기본 원료물질

- 현재 국내 바이오화학산업은 대부분 기존 석유화학분야의 대기업(SK, GS 칼텍스, LG 화학, 롯데케미칼)과 발효전문기업(CJ제일제당, 대상)을 중심으로 생산 또는 연구개발이 진행 중
- (GS칼텍스) 한국화학연구원, 대상(주)과의 협력을 바탕으로 바이오매스유래 나일론4 원료 및 중합 기술을 확보하였으며, 차세대 바이오연료이자 친환경 바이오케미칼인 바이오부탄올 개발에 성공하여 상업화 준비 단계
- (CJ 제일제당) 라이신 등의 아미노산류를 저렴한 가격으로 대량생산 및 상용화하였으며, 아미노산 유래의 나일론 단량체 생산기술 확보, 젖산 생산기술 확보함
- (LG화학) 파일롯 규모의 PLA(폴리락틱산) 중합기술을 확보하고, PLA가 함유된 바닥재와 벽재 출시
- (SK케미칼) 바이오플라스틱 '에코젠'을 개발하여 국내 첫 표준 막걸리잔 소재로 채택



▲ 그림 5. SK케미칼이 개발한 바이오플라스틱

- 2014년부터 '바이오화학 산업화촉진기술개발사업'을 통해 기업간 상호협력과 상생의 방향으로 바이오화학기술 연구 진행

표1. 바이오화학산업화촉진기술개발사업 선정과제

(개발기간 : 2014~2019)

구 분	과제명	주관기관
총 괄	비식용 그린카본 기반 바이오슈가 대량 생산 공동 활용기술 개발	한국화학연구원
세 부	산업 미생물 발효에 적합한 고농도 바이오슈가 제조 기술 개발	한국화학연구원
세 부	공장 부산물의 고부가가치 응용제품용 중간 원료화 기술 개발	국민대학교 산학협력단
총 괄	그린카본 함유량 25% 이상의 자동차 내장부품용 바이오 폴리우레탄 소재 개발	덕양산업(주)
세 부	고함량 비식용 그린카본 이용 바이오폴리올 생산, 개질기술 및 자동차용 품 개발	금호화성(주)
세 부	그린카본을 이용한 폴리우레탄용 바이오 이소시아네이트 및 대체 바이오 화합물 생산 기술개발	삼양제넥스
총 괄	바이오플라스틱(PLA) 원스톱 융합공정기술 개발	CJ제일제당(주)
세 부	스테레오복합체(Stereocomplex) PLA 중합을 위한 D형 모노머 생산의 상업화 기술 개발	CJ제일제당(주)
세 부	일 1톤 이상 PLA 중합 및 가공응용제품 생산 기술 개발	롯데케미칼
일 반	바이오화학제품 생산을 위한 통합공정용 바이오컴비나트 기술개발	GS칼텍스(주)

향후 전망

- 2010년 기준 세계 바이오화학 시장규모는 1,300억 달러로 전체 화학산업의 10%에 해당하며, 2025년에는 4,830억 달러로 전체 화학산업의 22% 수준으로 성장할 것으로 예상됨(미국농무부(USDA), 2008년)

* 최근에는 '25년 바이오화학 시장규모를 1조4천억 달러까지 전망(Burrill&Company, '12년)

- 제품군별 바이오화학 점유율은 2005년 0.12~1.3% 수준에서 2025년 6~45% 까지 증가할 전망

표2. 세계 화학시장과 바이오화학시장 점유율

(단위 : 10억 달러)

구 분	2005년		2010년		2025년	
	전 체	바이오화학	전 체	바이오화학	전 체	바이오화학
범용화학	475	0.9	550	5~11	857	50~86
폴리머	250	0.3	290	15~30	452	45~90
특수화학	375	5	435	87~110	679	300~340
정밀화학	100	15	125	25~32	195	88~98
계	1,200	21.2	1,400	132~183	2,183	483~614

※ 출처 : USDA 미국농무부('08년)

- 바이오에너지의 세계 시장은 지속적인 성장으로 2017년 1,524억 달러에 이를 것으로 예상되며, 바이오에너지의 국내시장은 2017년 1조 8천 억원으로 연평균 15%의 성장률을 보일 것으로 추정됨
- 미국, 유럽 등 선진국은 지속가능한 경제에 대한 관심증가에 의하여 기존 석유자원 이외의 자원유래 수송용 연료 및 화학소재에 대한 수요가 증가하고 있는 실정
 - 선진국뿐만 아니라, 국제적으로 중국·인도·브라질 등 개발도상국에 대한 환경규제가 확대 및 강화됨에 따라 기존 석유화학 제품을 바이오화학제품으로 대체하기 위한 연구가 전 세계적으로 활발히 진행될 것으로 전망됨
- 국내에서는 인체 친화적인 새로운 바이오 소재에 대한 관심과 연구가 증가
 - 바이오매스를 원료로 생산된 벽지, 바닥재, 페인트와 코팅제, 니스, 왁스, 접착제 등이 기존의 화학물질을 대체하며, 환경호르몬 및 유해물질이 발생하지 않아 시장이 더욱 확대될 것으로 예상됨
 - 대표적으로 바이오플라스틱의 경우 일회용품, 식품포장, 음료수 용기뿐만 아니라 휴대폰, 노트북, 복사기 등의 외장재로도 이용되며 최근에는 자동차의 내·외장재에도 그 사용이 증가되고 있는 추세임

결론 및 시사점



- 바이오화학기술의 개발은 현재 전 세계적으로 문제가 되고 있는 환경문제 해결에 기여할 수 있으며, 궁극적으로 지속가능한 사회를 구현하는데 일조할 수 있음
- 현재까지 국내 바이오화학산업은 주로 해외에서 생산된 바이오화학 소재를 수입, 가공하여 최종제품에 응용하고 있는 실정으로 원료 생산과 최종제품을 통합하는 생산공정이 미흡함
 - 그럼에도 불구하고, 우리나라는 세계 4위의 석유화학산업(생산규모)과 세계적 수준의 바이오 기술 역량을 보유하고 있어 바이오화학산업에 대한 발전 가능성은 충분하다고 판단됨
- 기술적 측면에서 바이오화학산업의 확대를 위해서는 바이오분야 기업과 화학분야 기업의 융합과 더불어 최적화된 공정을 구축하기 위한 엔지니어링 기술이 발전해야 함
- 산업적 측면에서는 초기단계인 바이오화학산업의 육성을 위해 기초 기술개발 및 상업화 연구가 병행되어야 하며, 미국, EU, 일본의 선진국과 같이 정부가 주도하는 적극적인 투자가 필요함
 - 바이오화학 보급 활성화를 위해서 국가차원에서 바이오화학분야 전문 인력 양성이 우선적으로 이루어져야 하며, 바이오화학제품에 대한 인식제고와 구매 촉진을 위한 친환경 바이오화학제품 시장이 확대되어야 함

참고문헌



- 미래 화학 산업의 핵심 '바이오화학 기술', 인터뷰, 한국화학연구원, 2016.05.02
- 바이오화학산업동향지, 한국생명공학연구원 바이오안전성정보센터, Vol.72, 2016.02.25
- 바이오화학 산업 동향, BRIC View 동향리포트, 2016.01.26
- 경기 바이오 인사이트, 경기과학기술진흥원, Vol.4, 2015.10.28
- 신성장동력으로서의 바이오화학산업의 정책과제, KIET산업경제, 2015.05.18
- 바이오화학 기술동향과 시장전망, 임팩트, 2014.08.20
- 한국바이오안전성정보센터 <http://www.biosafety.or.kr>