

Possibility of commercialization of bioplastics according to changes in the times

Sung Yeon Hwang

Head, Bio-based Chemistry Research Center, KRICT

Table of Contents

- 1 Introduction
- 2 Definition of Bioplastics and Market status
- 3 Commercial Biodegradable plastics
- 4 Why is difficult for companies to commercialize bioplastics?
- 5 Conclusion

01

신의 선물에서 환경오염의
주범이 된 플라스틱

당신의 삶 속에 플라스틱과 떨어져 본 시간은 얼마나 될까요?



플라스틱은 왜 환경오염의 주범이 되었을까?

BIOPUS · INTERPHEX
KOREA



가격이 싼 플라스틱 = 장점이자 단점이 되어버린 시대

過猶不及
(과유불급)

생활플라스틱으로 인한 사회문제 심각: 690만톤 폐플라스틱 발생 / 2015년

난분해성 생활플라스틱 사용 급증

생산 단계부터 재활용 어렵게 제조되는 제품들

 편의점용 커피컵 뚜껑 아래 알루미늄 덮개가 있음 → 분쇄에 걸림대 태워내기 어려움 본체가 복합 재료 플라스틱으로 제조 → 재활용 안 돼 대부분 폐기	 생수 용수용 페트병 황광 색상 사용 → 색상 필요 물질 저하 공업용 첨가제로 불인 라벨 → 제거 위한 추가 공정 필요	 일회용 커피컵 소재 구분 없이 제작, 재활용 컵 바닥에 무명하게 표기 → 선별 불가능 브랜드 로고 잉크로 직접 인쇄 → 제거하는 데 추가 공정 필요	 페트병 맥주 용기 플라스틱에 나일론 검쳐 제조 → 분리 위한 추가 공정 필요 종이 라벨 부착 → 물에 불은 종이는 재활용 걸림물	 샴푸 세제 용기 분출기에 스프링 등 금속 사용 → 분리 어려워 대부분 폐기 주로 진한 색 PET 소재 사용 → 재활용하더라도 최하급 품질
---	--	--	--	---

중국 재활용 쓰레기 수입 금지

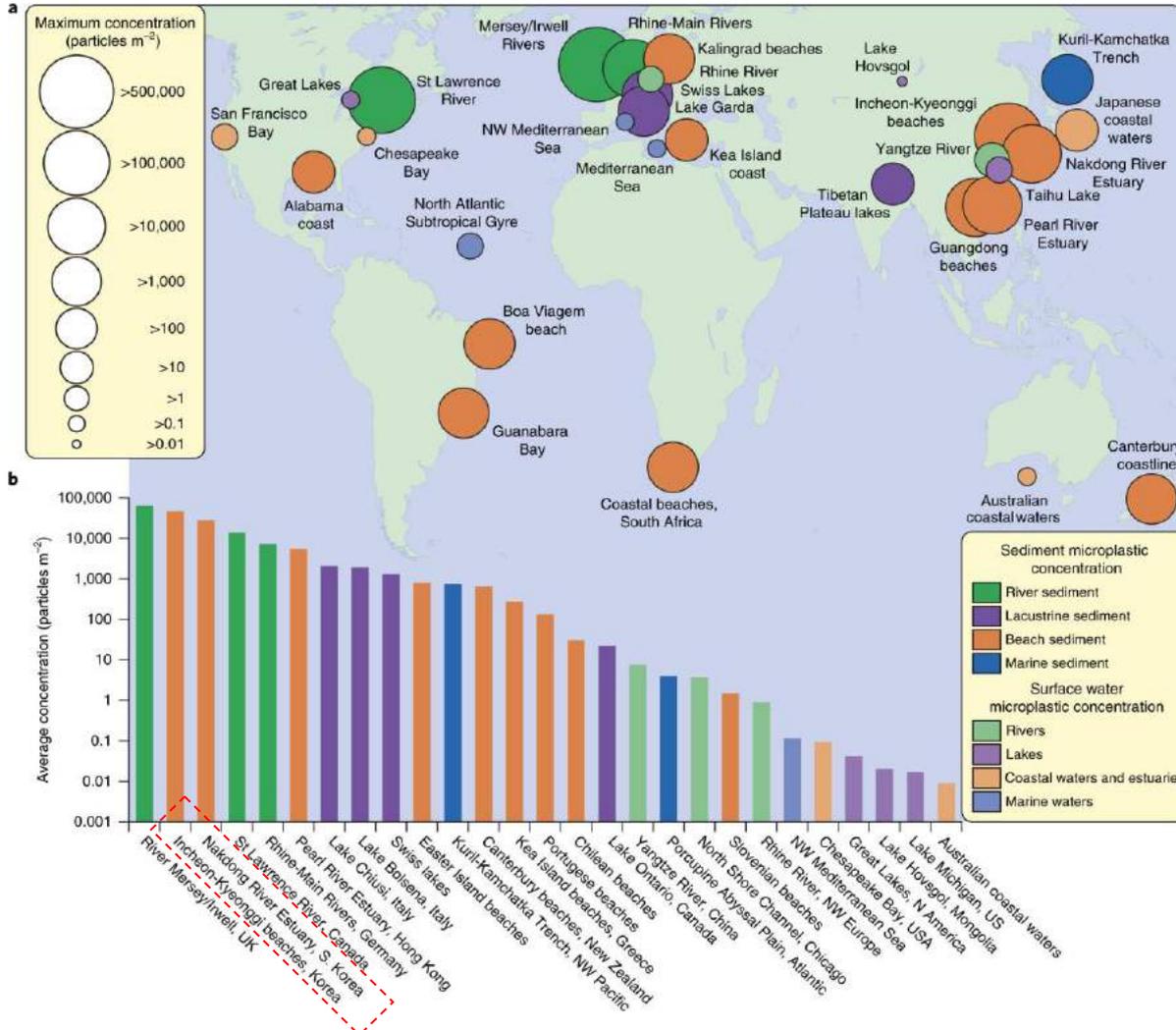
수입 재활용 쓰레기 수입 제한 시간표

 2016 01 2017년 말 전까지 환경오염을 야기하는 고형 폐기물 수입 전면 금지	 2017 02 2018년 말 전까지 고형 폐기물 수입 관리 방법 수정, 폐기물 수입 항목 제한, 수입 경로 축소	 2018 03 2019년 말 전까지 국내자원으로 대체가 가능한 고체 폐기물 자원 점진적 수입 제한. '외국 쓰레기' 필수 엄격한 단속, 국내 재활용 쓰레기 재사용 효율 대폭 제고
---	--	---

국내 생활플라스틱 문제의 심각성



✓ Marine pollution by microplastics



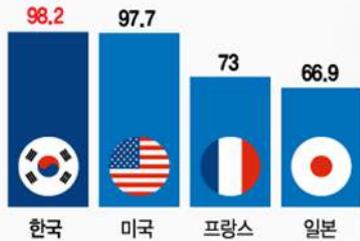
- Microplastic contamination of the oceans is one of the world's most pressing environmental concerns.

*Nat. Geosci. 2018, 11, 251

석유계 플라스틱 대비 여전히 낮은 바이오플라스틱 경쟁력

국내 생활플라스틱 감축 노력 시작

국가별 1인당 플라스틱 소비량 (단위: Kg)



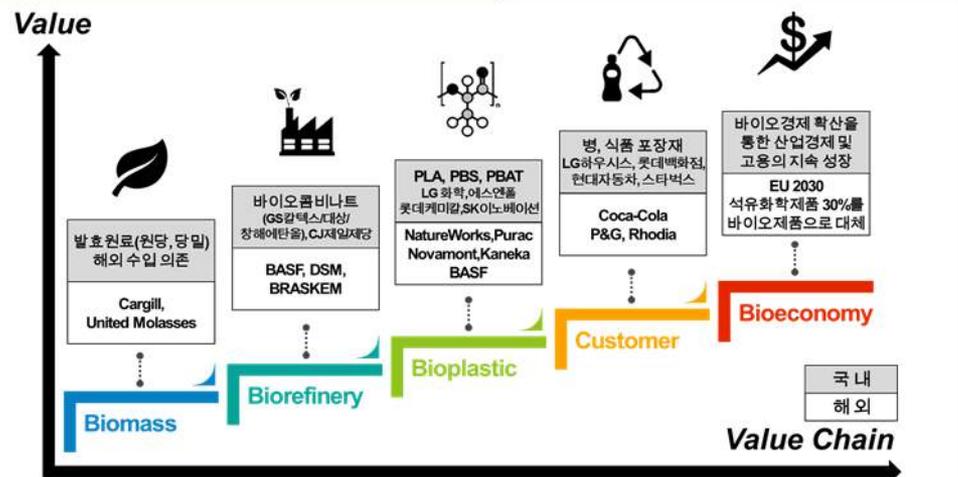
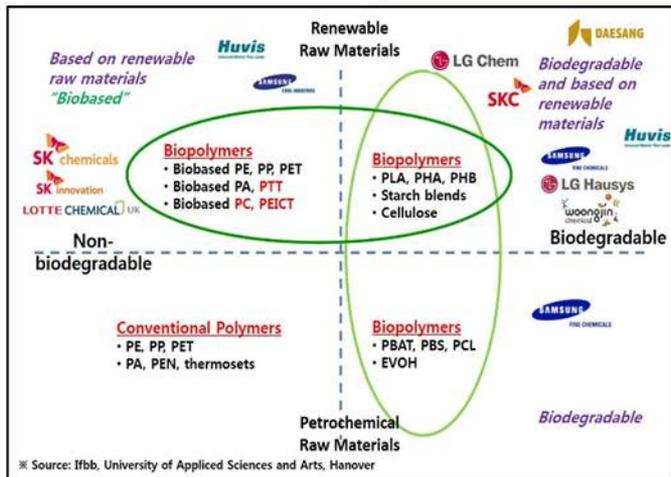
일회용품·플라스틱 사용 감축 사례

- 커피 전문점**
 - 매장 내 일회용 컵 사용 중단
 - 빨대 없는 컵, 종이 빨대 등 시범 도입
- 제과점**
 - 비닐 쇼핑백 사용 점진적 감축
 - 플라스틱 빨대 사용량 감축
- 대형 마트**
 - 소비닐 크기 축소 및 비치량 감축
 - 재활용 쉬운 무색 스티로폼 반입
- 유통·물류업체**
 - 재활용 가능한 친환경 도시락 용기
 - 로고 없앤 투명한 일회용 컵

국내외 바이오플라스틱산업 비교

	바이오플라스틱 단량체 생산	바이오플라스틱 생분해성 고분자 소재 생산	최종 제품 생산
국내	기업	GS칼텍스, 대상, 창해에탄올, CJ제일제당	LG하우시스, 롯데백화점, 현대자동차, 스타벅스
	시장규모	데모급 시설 조성 중	연간 5천톤, 150억원 시장규모
해외	기업	BASF, DSM, DuPont, Braskem	Coca-Cola, P&G, Rhodia
	시장규모	플랫폼 화합물 생산 후 고분자 제조	연간 88만톤, 1조원 시장규모

국내 바이오플라스틱 기업 현황



석유계 플라스틱 사용 제재 및 생분해성 바이오플라스틱의 경쟁력의 강화 생분해성 바이오플라스틱 실증화 사업의 필요성 확대

Global Trend

일회용품 규제 강화

Guide에서 규제(사용금지)로 강화

['15.5, EU Directive 지표 발효]
일회용 봉투 인당 소비량 감축 Guide
('19년 90개, '25년 40개)

['18.10, EU 규제안 통과]
일회용 플라스틱 10개 품목¹⁾ 사용금지 ('21년~)

폐 플라스틱 수입 금지 확산

중국의 금지 조치 이후 인근 동남아 확산 중

['18.1, 중국 폐플라스틱 수입 금지 조치]
['18.6, 태국 폐플라스틱 수입/재활용 금지]
['18.7, 베트남 폐기물 수입 허가 발급 중단]

자원 순환 촉진

패러다임 전환 (자원 효율성과 재활용 제고)

[18.1, EU 순환 경제 플라스틱 전략]
플라스틱 재활용 제고, 폐기물 감축, 투자 및 혁신 유도
[18.1, 한국 자원순환기본법 시행]
'생산-소비-재생' 전 과정의 폐기물 순환 이용 촉진

Implication/전망

- 일회용품 용도의 Resin²⁾ 수요 감소
- 대체품 수요 증가
 - 일회용품 용도에 생분해성 수지 등
- 자국 내 폐플라스틱 처리 수요 증가
 - 한국을 포함한 폐 플라스틱 주요 수출국인 EU, 미국 등
- Recycle 산업의 성장 및 확대
 - 친환경적인 물질 재활용 확대 방향

¹⁾식품 용기, Take-out 음료 컵 및 뚜껑, 면봉, Cutlery(접시, Stirrer, 빨대 포함), 풍선 및 막대, 포장 및 포장지, 음료 병, 담배용 필터, 위생용품, 봉투

²⁾주로 포장재 및 용기 용도인 PE, PP, PET, PS 등

Bio-Based Industries Joint Undertaking (BBI JU)

개요 기존 석유화학산업을 대체하기 위해 바이오화학산업 생태계 구축 및 제고에 필요한 전방위 R&D 프로그램으로 EU와 Bio-based Industries Consortium에 의해 운영

목적 바이오화학산업의 경쟁력 제고를 통한 유럽 경제의 성장 및 고용 창출

- 운영**
- 37억 유로 = 9.75억 유로 (EU) + 27억 유로 (민간)
 - EU Commission, Bio-based Industries Consortium (BIC)가 운영
 - BIC: 대·중·소 기업 연합체
 - BASF, DSM, DuPont, Evonik, Novozymes, TOTAL, Cargill, Avantium 등 다수 기업 다수 참여
 - Feedstock, Process, Product, Policy 등 전방위 R&D 지원
 - 원천 기술, 상용화 기술 이외에 규제, 네트워크, 로드맵 수립과 같은 정책과제도 지원



02 바이오플라스틱의 정의 및 시장

바이오키반 플라스틱(Bio-based Plastics)과 생분해성 플라스틱(Biodegradable Plastics)을 바이오플라스틱(Bioplastics)으로 통칭

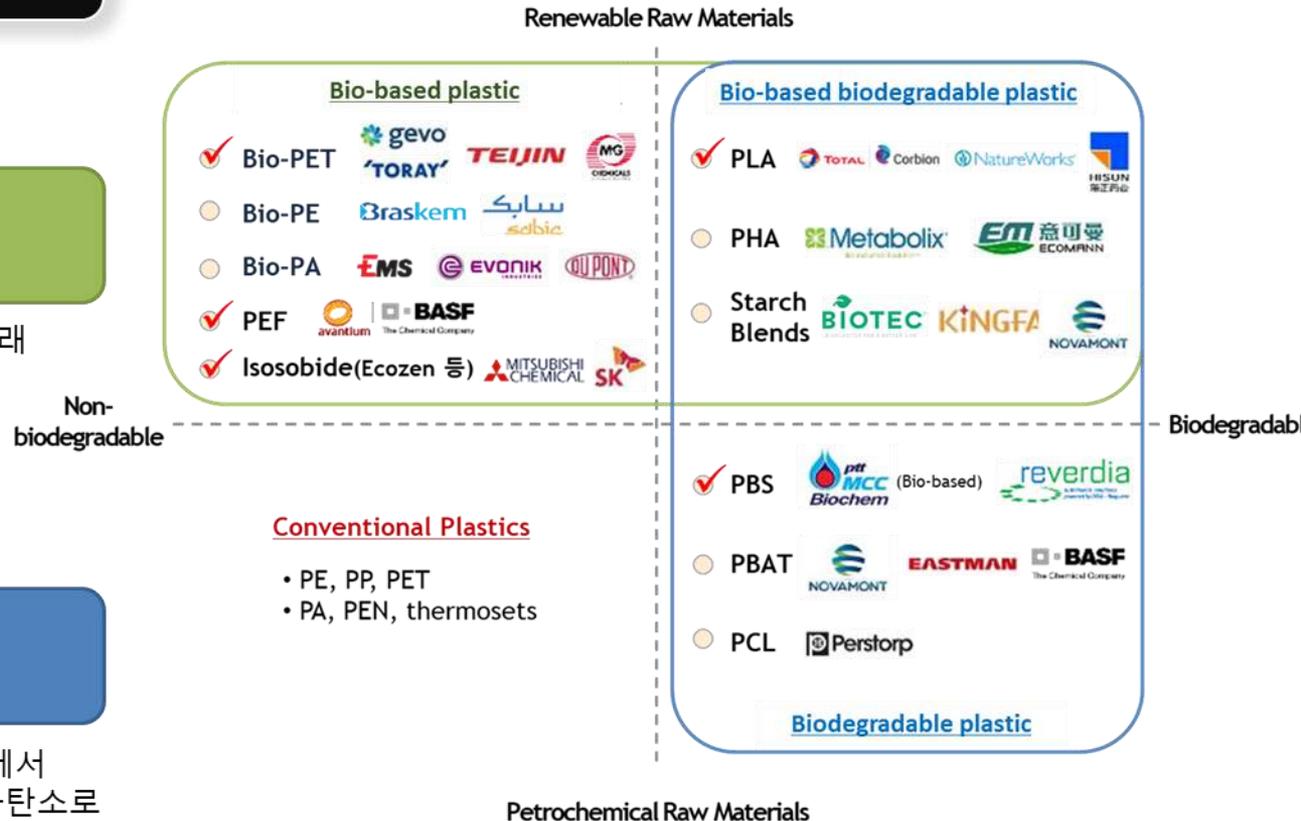
바이오플라스틱

바이오키반 플라스틱 (Bio-based Plastics)

- 옥수수, 사탕수수, 나무 등 식물유래 자원을 원료로 한 플라스틱으로 일정량의 바이오매스를 원료로 한 성분을 함유하고 있는 플라스틱

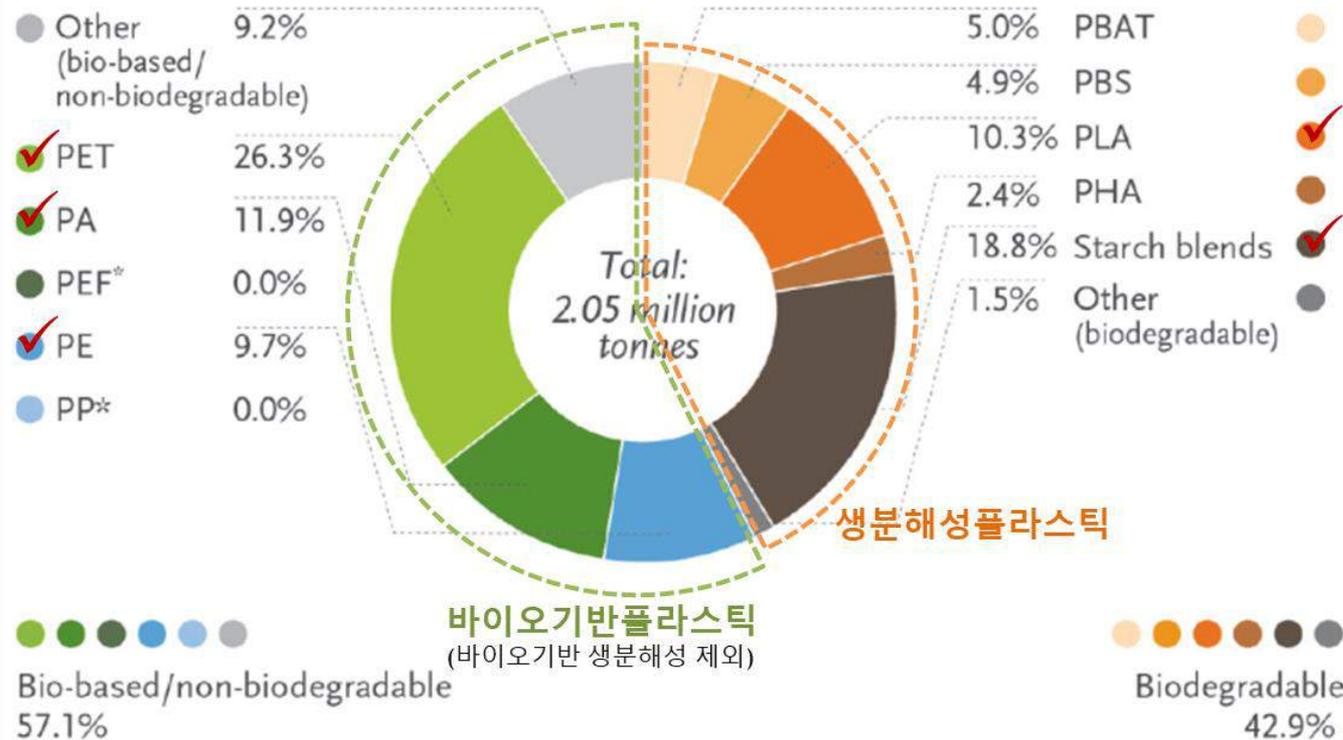
생분해성 플라스틱 (Biodegradable Plastics)

- 사용 후 폐기하였을 때 일정 조건에서 미생물 등의 작용으로 물과 이산화탄소로 완전히 분해되는 소위 '썩는 플라스틱'



세계 바이오플라스틱 시장 규모는 205만톤(17년)이며,
바이오 기반 플라스틱이 57%, 생분해성플라스틱이 43% 차지

Global production capacities of bioplastics in 2017 (by material type)



*Bio-based PP and PEF are currently in development and predicted to be available in commercial scale in 2020.

Source: European Bioplastics, nova-Institute (2017).

Renewable Raw Materials

바이오키반(Bio-based) 플라스틱

- ✓ Bio-PET    
- Bio-PE  
- Bio-PA   
- ✓ PEF  
- ✓ Isosobide(Ecozen 등)  

바이오키반 생분해성 플라스틱

- ✓ PLA    
- ✓ PHA  
- Starch Blends   

Non-
biodegradable

Biodegradable

Conventional Plastics

- PE, PP, PET
- PA, PEN, thermosets

- ✓ PBS  (Bio-based) 
- ✓ PBAT   
- PCL 

생분해성플라스틱

Petrochemical Raw Materials

시장이 본격화되고 있지는 않으나, 다양한 제품/분야에서 전통적인 화학 Major와 바이오 기술벤처간의 협업/JV 추진 통한 기술 개발 및 상업화 시도 활발 진행 중

바이오기반플라스틱

Bio-PET / PEF



- 16년 BASF와 JV 설립(SYNVIA) 통해 5만톤/년 규모의 FDCA Reference Plant 건설 추진 중

Bio-PA/PE/PP



- 16년부터 Bioplastics 협업 추진 중으로 18년 內 Bio-PP Pilot Plant 가동 예정 (세계 최초 Bio-PP 상업공장 가동 목표)



- Bio-PE 20만톤/년 가동 중

Bio-Succinic Acid / BDO



- BDO 1.0만톤 가동 (이탈리아)



- BDO 1.4만톤 가동 (미국)



- BDO 1.7만톤 가동 (캐나다)



- Succinic Acid (BDO, PBS 원료) 2.5만톤 가동 (스페인)

생분해성플라스틱

PLA



- 16년 Total社와 PLA사업 50:50 JV 전환 後 Lactide 7.5→10만톤/년, PLA 7.5만톤 신/증설 추진 (태국, 18.2H 완공 예정)
- 18년 PLA Pilot Plant 가동(1천톤/년, 태국)



- 01년 세계최초 상업공장 건설 後 13년 세계 최대 15만톤/년 구축
- Cargill 100% 자회사였으나, 07년 Teijin과 JV(09년 철수), 11년 PTT와 JV 추진 중



- PBAT 7.4만톤/년 보유 중



- TPS 20만톤/년, PBAT 10만톤/년 보유, PBAT 원천특허 보유 중



- 11년 JV설립, BioAmber 기술 도입 통한 Bio-PBS 2만톤/년 공장 건설 (15년 가동)

국내 업체의 경우 PLA 등 생분해성플라스틱 중심 개발/사업화 추진하였으나, 시장 확대 미흡, 경쟁 열위로 사업 축소 추세

- 핵심 기술력 부족 및 Global Major(Cargill-Dow, Corbion) 比 원가 경쟁력 격차로 수입 의존
- 범용제품 대비 높은 가격과 물성 열위, 친환경 정책 결여로 시장 확대 미흡



기타

바이오키반

Bio-PET
PA / PE

- 12년 Bio-PET 출시 (Bio-EG 수입)

기타

- 14년 에코젠(Bio-PEICT) 개발/출시
- 16년 Bio-Polyol(OP3G) 출시 (DuPont 기술도입)

[대상]

- Starch Blends 제품 사업 중 (에멀전, 핫멜트 등)

생분해성

PLA

- 09년 PLA 필름 양산 後 13년 철수 [SKC]
- 10년 PLA 수지 개발, 임가공 통해 판매 중

- EP 컴파운드(PLA-PP, PC ABS), 3D프린터용 등 출시
- PLA 벽지, 바닥재 출시 [하우시스]

- PLA계 EP컴파운드 개발
- 15년 CJ/대구시와 실증 Plant 건설 추진하였으나, 경제성 Issue로 18년 중단

[휴비스]

- 08년 PLA 원사 개발

기타

- 15년 PBS제조社(에스엔폴, 11년 삼성 인수) 편입하였으나 적자 지속으로 17년 매각

[도레이케미칼]

- 생분해성 폴리에스터 개발

[효성]

- PTT원사 개발/판매 중

03 상용화 가능한 바이오플라스틱은?

시장성 확보의 어려움에 따른 원천기술 확보 없는 가공중심 사업으로 전략

1 바이오플라스틱 원천기술 경쟁력

- R&D 투자에 소극적이며 시장성 확보시 M&A 추진을 통한 사업화에 초점
- 국내산·학·연의 바이오플라스틱 소재관련 특허의 질적, 양적 수준은 최하위

2 생분해성 바이오플라스틱 수입의존도

- 생분해성플라스틱 세계시장 규모 2조2천억원 (CAGR 10.8%)
- 지속적인 성장에도 불구하고 국내에서 생산하는 기업은 미미한수준임

국내기업

옥수수계 플라스틱(PLA)

- **국내생산기업 전무** (전량수입 의존)
- 생산규모 개발 추진중 (TRL3~4)
- 소재원천기술 확보를 위한 **특허장벽**이 매우 높음
- 장치투자비가 매우 높아 시장성 고려 투자에 소극적
- 5년 내 사업화 가능성: ★★☆☆☆

미생물기반 플라스틱(PHA)

- 국내 C社 해외기업 인수하여 Plant TEST (5톤)
- **가격 경쟁력의 한계**로 시장 확대가 어려움
- 가공조건의 한계로 상업화 진입 시 추가적인 연구필요
- 5년 내 사업화 가능성: ★★★☆☆

선형성 바이오플라스틱(PBS, PBAT)

- 국내 중소기업 생산: 5,000톤 규모
- 국내시장의 협소로 인하여 동남아, 유럽시장 수출
- 해외기업과의 **기술격차 수준이 가장 적음**
- 장치투자비가 매우 높아 시장성 고려 투자에 소극적
- 5년 내 사업화 가능성: ★★★★★

생분해성 바이오플라스틱 세계시장

2018년 바이오플라스틱 생산량 209만톤 중
생분해성 플라스틱은 91만톤 수준

국내 생분해성 플라스틱 생산 1만톤 미만

- 생분해성플라스틱 생산량 연평균 성장률 **4.6% 증가 추세**
- 바이오플라스틱 소재의 사용분야는 **58%가 포장소재 분야**에 집중
- 물성적 한계로 인하여 다양한 분야에 적용한계 ↔ 지속적인 R&D로 극복
- 전 세계적으로 일회용플라스틱으로 인해 재활용이 어려운 분야에 적극 사용하는 정책을 추진 중이며 포장용기와 식품저장용기가 미세플라스틱의 형태로 바다로 유출되는 **1220만톤**을 줄이기 위한 노력임

해외선진기업

옥수수계 플라스틱(PLA)

- 안정적인 원료기반으로 미국기업이 세계시장을 독점 (20만톤 규모)
- 원가 경쟁력이 매우 높으며 특허의 질적·소양적으로 매우 우수
- 유럽기업들도 생산성 향상 균주로 사업화 투자

미생물기반 플라스틱(PHA)

- 일본기업이 유일하게 상업화에 성공 (5천톤 규모)
- **가격 경쟁력의 한계**로 시장 확대가 어려움
- 2020년 도쿄 올림픽에 시범적용 (빨대)으로 기능성 타진 / 정부정책으로 공격적인 지원

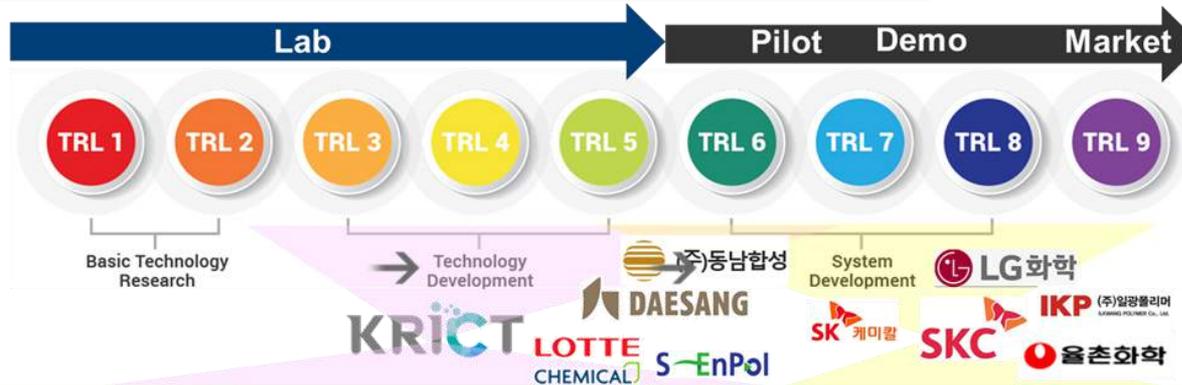
선형성 바이오플라스틱(PBS, PBAT)

- 유럽에서 일회용 비닐백에 가장 많이 사용하는 소재
- 세계 1조시장을 유럽 선진기업에서 독점
- 물질 및 공정특허의 다양화로 인하여 동일제품의 국내기업 상업화가 어려움
- 쇼핑백, 식품포장재, 해양어망소재 등 다양한 분야에 유럽 내수시장에 적용 중

04

기업의 바이오플라스틱 상용화가 어려운 이유는?

기업의 개방형 기술혁신 부재로 인한 공백기술 발생



- 상용화 필수요건 : 단량체 생산기술 - 합성원천기술 - 제품가공기술의 전주기적 기술요소를 보유해야 함
- Open innovation의 불가능한 상태로 정부차원의 바이오플라스틱 상용화에 필요한 **공백기술 및 원천기술 개발지원이 절대적으로 필요**
- 시장개척 부진으로 인한 사업화 포기기업을 막기 위한 다부처간 사업화 **바이오플라스틱 사용 촉진정책 필요**

바이오플라스틱 관련 EU R&D 지원 동향

- 장기적 로드맵 (Europe 2020)과 대규모 Funding 프로그램 (Horizon 2020) 등 정책/자금 지원을 통해 유럽 내 바이오화학 집중육성 중이며 BASF 는 2012년 생분해성 쇼핑백 → **음식물쓰레기 봉투화 프로젝트 시범사업 실시**
- 프랑스 BIOHUB™ 프로그램을 통해 Project Leader로서 기업을 선정하여 **스페셜 화학중간체, 모노머 및 이를 생산할 수 있는 발효공정 기술**을 포함시켜 장기적이지만 **전주기적 요소의 원천기술을 확보**할 수 있는 올바른 정부지원 정책의 선례를 보임

제도적 안정성이 보장된 정부의 구체적인 지원방안 요구

자료:환경부

「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」에 따라 커피전문점 매장 내에서 1회용 컵 사용 적발 시 해당 사업장에는 **최대 200만원의 과태료**가 부과됩니다

* 매장 면적에 따라 과태료 상이 (자원재활용법 시행령)



‘코로나19’ 팬데믹
정부 “‘코로나19’ 심각 단계에 일회용품 사용 한시적 허용”

발행 2020.02.25 (수) 09:00 | 수정 2020.02.25 (수) 02:00

사회

👍 1 👎

📷 📄 🗨



‘코로나19’ 감염병 위기경보가 심각 단계로 격상된 가운데, 정부가 이 기간 일회용 컵 등 일회용품 규제를 일시적으로 제외하기로 했습니다.

정부지원 필요성

- 바이오플라스틱 시장은 기술적 장기투자 및 가격경쟁력 안정화의 부담으로 인하여 **고위험 · 고수의 구조로 민간주도 한계**
- 과거에도 정부는 성공가능성이 낮아 **위험 요인이 큰 미래 신산업 분야에 대규모로 선제 투자**하여 국가 성장동력 창출에 기여
- 향후 미래의 감염병 확산시대에 1회용품 사용제한의 가능성이 불투명지고 있으며 **방역과 환경** 사이의 딜레마가 발생 시 이를 극복할 수 있는 대체소재의 의무적 사용이 반드시 필요함
- 기업의 생산과 시장 활성화 이후 규제정책을 만들겠다는 계획은 기업의 생산시설 확충을 위한 투자유치를 어렵게 하고 바이오플라스틱의 소재자립화 지연에 결정적인 역할을 하고 있음

정부의 사용촉진 정책을 기반으로 한 사업화 가능성 타진

1회용 비닐 사용업체 (커피숍, 슈퍼마켓, 편의점, 종량제 봉투 등)의 적용

- (사회적가치창출은기업생존의필수조건): SK그룹을 필두로 사회적 가치창출을 매우 중요하게 생각하고 있으며 바이오플라스틱사업을 **이윤추구가 아닌 사회문제 해결에 비중**을 두고 접근하고 있음
- (생활편의형 제품화 사업의 시작): 고강도 바이오플라스틱 제조기술에 깊은 관심을 가지는 기업과 기술이전 협의 중에 있으며, 정부와 지자체의 의무 사용 지원을 기반으로 **1회용 비닐 사용량 30% 대체 시년 6만톤(2,400억원) 규모의 시장을 대체** 할 수 있음

해양 어망소재의 적용

- (유럽의 해양용 어망시장의 활성화): 해양용 세계 올레핀 사용량은 800만톤 수준이며, 이중 국내는 1만 5천톤 수준이나 유럽의 미세플라스틱 이슈의 가속화로 국내의 어망생산기업에 바이오플라스틱 해양용 로프사 및 어망제작을 요구하고 있음
- 소재물성의 한계로 현재 유럽 수출 규모는 3,000톤으로 추정되나 기술적 안정성이 확보되는 경우 최대 5만톤 수준까지 확대 가능
- (해양폐기물 분담금 품목 해지에 의한 가격경쟁력 완화): 해양용 로프사의 경우 폐기물부담금 대상 플라스틱 업종으로 되어 있으며 톤당 15만원의 환경분담금을 부과하여 바이오플라스틱 대체 시 분담금 면제가 가능하여 가격경쟁력을 완화시킬 수 있음

농업용 멀칭필름 소재의 적용

피복 15일



피복 50일



피복 75일(수확 후)



쓰레기 발생량 규모

바이오
플라스틱

해외 스포츠구장의 성공사례



[잠실 야구장 내 1회용 플라스틱 용기 사용 업체 및 음식류]

- 야구장내 대표적인 플라스틱 용기:
맥주컵, 음료수 컵, 포장비닐, 응원용 비닐, 분식용 음식물 트레이, 쌀대 등



총 2만 5천장
쓰레기 처리비용
약 1억원!!!

'2017년 잠실야구장에
사용된 쓰레기 총량제 봉투

(4,000원/장, 100 L 10 Kg기준)

폐비닐 폐플라스틱 수거가 어려움
음식물이 묻은 플라스틱 수거 거부



바이오플라스틱 소재 대체가 절실함

- 미국의 메이저리그, 런던 올림픽 등 해외 스포츠 구장에서는 "ZERO WASTE" 를 바이오플라스틱 사용을 통하여 추진하고 있으며, 40-70%이상의 쓰레기 절감효과 확인

5 CONCEPTS OF ZERO WASTE

COUNTDOWN TO ZERO

The benefits of Zero Waste & moving towards it NOW!

RECYCLING ACROSS THE GLOBE

Recycling may be a hot topic in the United States but if you think the U.S. is the only one doing it, you're wrong! Recycling programs are thriving in places like Europe, Asia, South America, and Australia where rates of recycling are on the rise. While Switzerland, Austria, and Germany may be the world leaders in recycling, numerous household goods, other countries are making a great show as well. Read on to learn more about the recycling habits of people around the world!

1. Just 1% of the Earth's population produces 40% of the Earth's waste.
2. The average home in Germany that recycles 100% of its waste saves the equivalent of 100kg of CO2 per year.
3. The global recycling industry creates over 1.5 million people and supports 100 million more!
4. The average home in Germany that recycles 100% of its waste saves the equivalent of 100kg of CO2 per year.
5. Every seven weeks an average person in the U.S. throws away the equivalent of a truck load of trash.

1.5M PEOPLE RECYCLED \$160 BILLION

<p>TacoTime Northwest Single bin system diverts 70-75% of total waste volume</p>	<p>Target Field Minnesota Twins Improved waste diversion 61% to 79% in two years</p>	<p>London Olympics 62% of water recycled, reused, or composted</p>	<p>Xcel Energy Center Increased waste diversion from 15 to 56%</p>
<p>Portland Trail Blazers \$625,000+ waste diversion savings</p>	<p>Pittsburgh Pirates 40% increase in landfill diversion rate</p>	<p>Purdue University Zero waste pilot program achieved Big 10 results</p>	<p>Beaver Stadium Penn State Achieved 100% landfill diversion</p>

[해외 스포츠 시설 내 바이오플라스틱 활용에 따른 폐플라스틱 절감사례]

시범사업 운영 기획 모식도



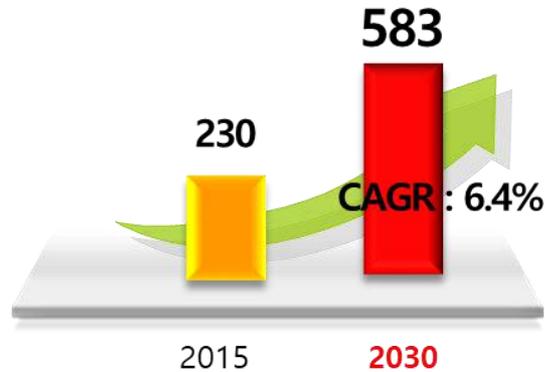
석유계 플라스틱 국내 소비량

	국내소비량	금액
HDPE	100	2.0
LDPE	36	1.2
PP	30	0.6
PET	30	0.6

1인당 연간 포장 플라스틱 사용
량 470개, 68kg
(전 세계 1~2위)

플라스틱 폐기물 증가량

(단위 : 만톤)



* www.plastickorea.co.kr

생분해성 바이오플라스틱 적용제품

Food tray, Food service ware



Film



Durables



Electric/automotive parts



생활폐기물 중 생분해성 소재 20% 대체 시

2030년 120만톤 시장 (3조 6천억) 개척

05

마무리하며...

재활용 제품



페트병



용기류



접시



빨대



비닐봉지



분무기



일회용컵



세제통



식기류



트레이

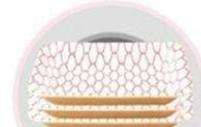


위생장갑



롤백

비재활용 제품



색깔이 들어있는 스티로폼

*다른 재료와 혼합되어 재활용 불가



건축용 내외장재 스티로폼

*재활용 불가



과일망, 과일포장재

*재활용 불가



컵밥, 컵라면 용기(전부)

*다른 재료와 혼합되어 재활용 불가
*이물질 제거가 힘들어 재활용 불가



깨진 병, 내열유리용기
판유리, 조명기구용 유리류

*깨진 병, 판유리는 재활용 불가
*내열유리는 다른재료와 혼합되어 재활용 불가: 불연성스레기



치킨상자 속 기름종이

*이물질이 많이 묻어있고, 다른재료와 혼합되어 재활용 불가



도자기류, 사기그릇

*재활용 불가: 불연성 스레기



아이스팩

*다른 재료와 혼합되어 재활용 불가



보온보냉팩

*재활용 불가



휴대용 등산방석

*재활용 불가



문구류(볼펜, 샤프 등)
칫솔, 카세트테이프, 알약포장재

*다른 재료와 혼합되어 재활용 불가



장난감, 유모차, 보행기

*질은 좋으나 다른재료와 혼합되어 재활용 불가



노끈

*노끈마다 재질이 다양해 구분이 어려우므로 재활용 불가



기저귀, 화장지

*재활용 불가

플라스틱은 분리수거가 필수이며 바이오플라스틱은 부족한 부분을 해결해주는 역할로서의 새로운 방안을 제시하는 것이다.

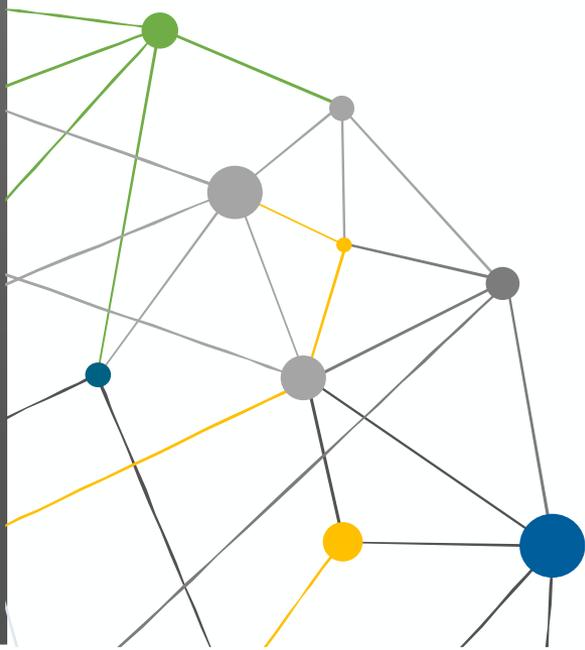
기존 분리수거 체계



Chemistry for U_s

Chemistry for EARTH

감사합니다.



Bio-based 2,3-Butanediol

송효학

GS칼텍스 기술연구소

Bio-based 2,3-Butanediol

송효학

GS칼텍스 기술연구소

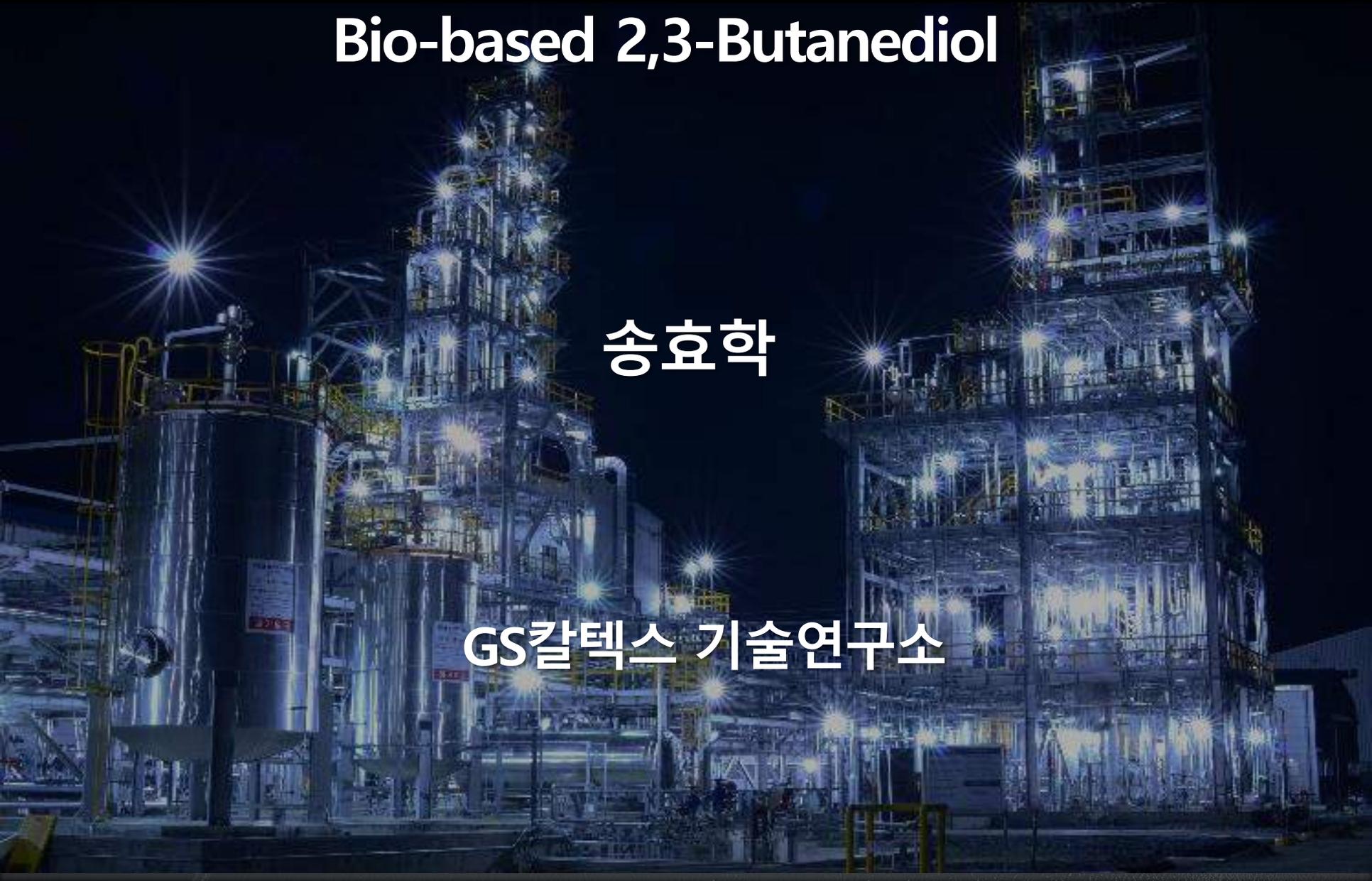
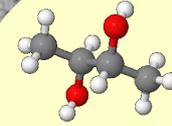
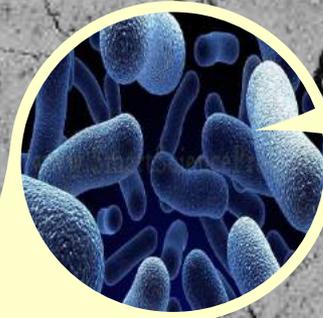


TABLE OF CONTENTS



2,3-BDO Story : Everywhere in Our Life



2,3-BDO

2,3-BDO 소개

Polyol
from NATURE



GS Caltex's
microorganism was
obtained from nature.

Drought resistance



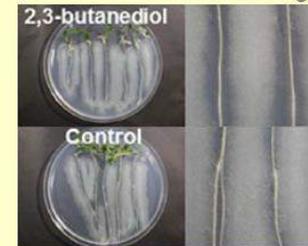
2,3-BDO

Humectant of NATURE

Induced Systematic Resistance

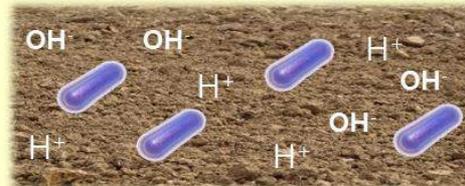
Fungi

Virus



2,3-BDO

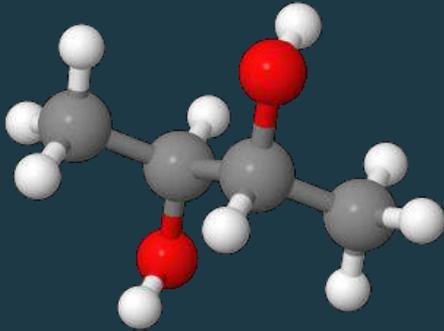
Anti-microbial agent of NATURE



Neutralizer of NATURE



2,3-부탄디올이란?



2,3-부탄디올

(2R,3S), (2R,3R), (2S,3S) 3가지 이성질체 존재

보습, 방부 도움, 분산력, 식물 추출, 향염 등 효능 보유한 천연물질

화학축매공정 기반 극소량 시약만 판매 (Sigma-Aldrich)

친환경 소재에 대한 Needs 증가
: 경제성을 갖춘 바이오 소재!!!

Diols 소재 국산화

주요 응용처

기존



석유화학
Butadiene/MEK 등

신규개발



화장품
보습제/피부개선



농업제품
생육증진/방제



식품
습윤/면역증강

TABLE OF CONTENTS



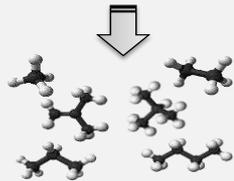
바이오 기반 2,3-부탄디올

Chemical process

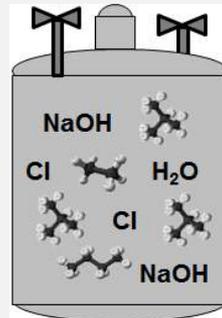
Non-economic & Complex & Eco-unfriendly



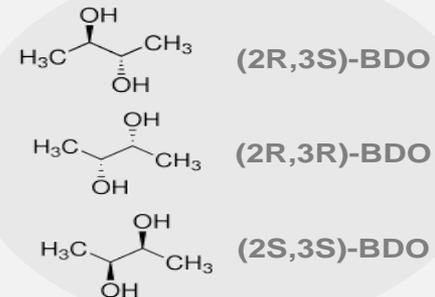
Non-renewable oil



Cracked Gases



Chemical catalyst
(Harsh, high Pres., high Temp.)



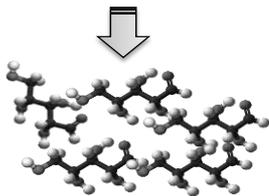
Racemic mixture

Biological process

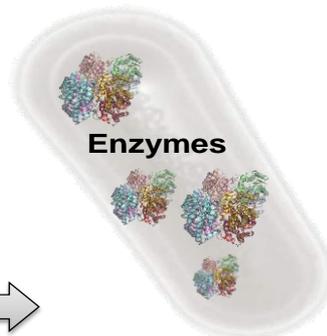
Economic & Simple & Eco-friendly



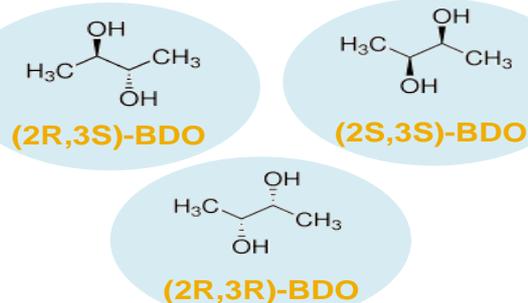
Renewable biomass



Monosaccharides



Bio catalyst
(Mild, low Pres., low Temp.)



High optical purity

2010년부터 2,3-BDO R&D 수행

Lab. (2010~2013)

Size: 5 L 발효기
Capacity: 30 kg/년
Location: 대전

원천 기술 개발

- 미생물 (유전자)
- 발효 (생산)
- 분리/정제, 탈색/탈취 (회수)

Pilot (2014~2016)

Size: 1.5 kL 발효기
Capacity: 10 ton/년
Location: 대전/전주

공정 개발

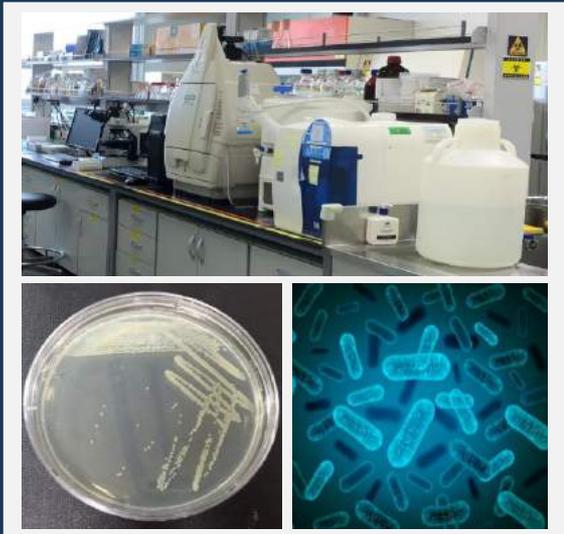
- 요소 기술을 결합한 통합 공정
- Scale-up에 필요한 설계 data 확보
- 시제품 소량 생산 (Q/C)

Demo. (2017~)

Size: ton: 78 kL 발효기
Capacity: 300 ton/년
Location: 군산

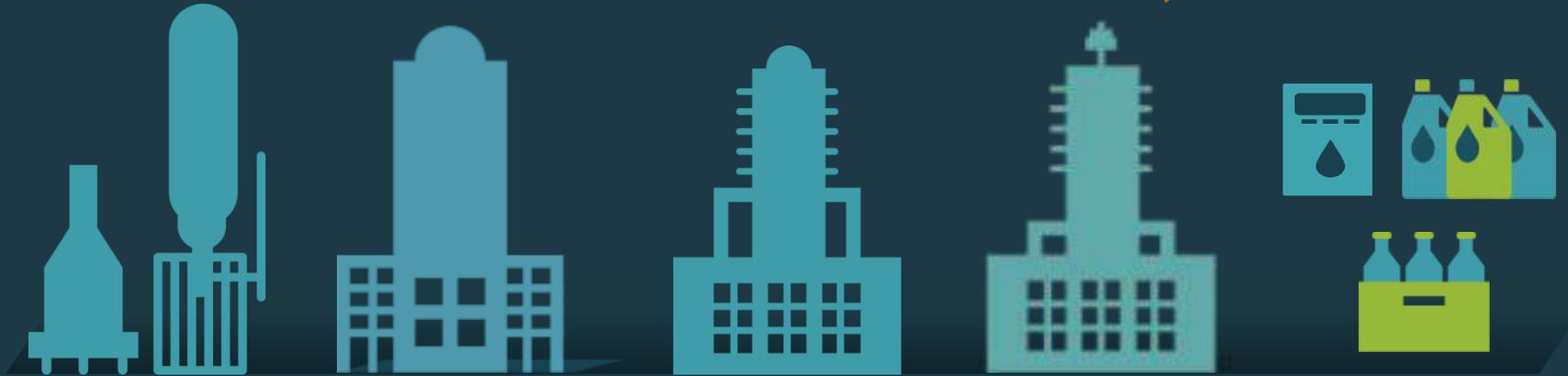
플랫폼 구축 및 기술/공정 개발

- 준 상업규모에서 생산 기술/공정 검증
- 상업공장에 필요한 설계 data 확보
- 시제품 생산 (Pre-Marketing)
- 경제성 파악



세계 최초 바이오 2,3-부탄디올 대량생산기술 확보

GMO-free, Toxic Chemical-free



바이오매스
전처리

Non-GMO 원료
당화/고형분 제거

카사바

사탕수수

미생물발효

독자 개발
고선택도 미생물



특허 00건

분리정제

99.5% 고순도



특허 00건

탈색탈취

무색 무취



특허 00건

Spec. In 소재

소재 국산화
탁월한 효능



제품화/사업화 성공
특허 00건

세계 최초 바이오 2,3-부탄디올 대량생산 설비 구축



TABLE OF CONTENTS



2,3-부탄디올 Safety



Eye Irritation/Corrosion

Skin Irritation/Corrosion

Skin Irritation (Human)

Phototoxicity

(In vitro 3T3 NRU Phototoxicity Test)

Skin Sensitization

**In vitro Gene Mutation Assay in
Chinese Hamster V79 Cells**

**Genetic
Toxicity**

**Bacterial Reverse
Mutation Test**

**In vitro Chromosomal
Aberration Assay**

**Heavy metal, Paraben, Phthalate,
and Etc.**



No toxicity



No irritation

2,3-부탄디올 Efficacy

“Unsung”

자연 식품



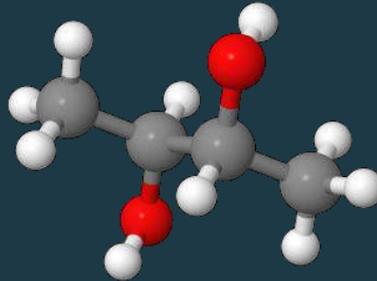
발효 식품



동물 & 사람



식물 & 환경



2,3-BDO

자연계 광범위하게 존재하는 2,3-BDO는 이미 소리 없이 보습제, 방부제, 향염제, 향산화제, 식물 면역 증강제 등의 역할을 수행하고 있음

“Hero”



보습, 방부



분산력, 사용감



식물 추출, 생장 촉진



향염, 향산화, 향노화

2,3-부탄디올 화장품소재 효능

경쟁 제품 대비 효능 우수

— 2,3-부탄디올

— A,A-디올

— B,B-디올



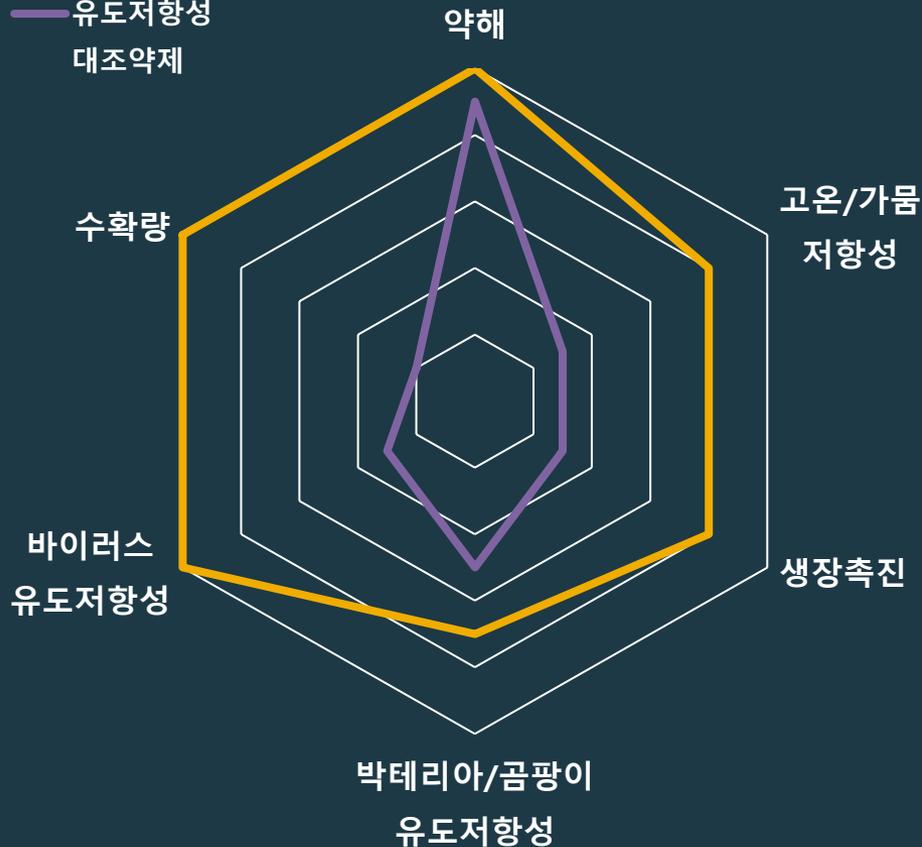
성능구분	2,3-부탄디올	A,A-디올	B,B-디올
보습력 (수분증가율)	+30%	+18%	+16%
피부장벽 개선	+18%	+5%	없음
피부개선 (탄력, 각질)	+15%	+4%	+10%
향균/방부 도움	우수	보통	보통
추출력 (에탄올 대비)	127%	76%	62%
효능 물질 분산력	매우 우수	보통	보통
항산화	활성산소저감	없음	없음
향염	염증유발인자 저감	없음	없음

2,3-부탄디올 농업소재 효능

다양한 농업 원료로 이용 가능한 친환경 신소재

— 2,3-부탄디올

— 유도저항성
대조약제



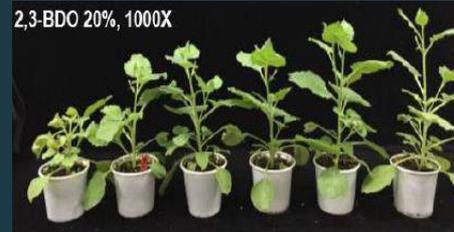
2,3-부탄디올 처리군

무처리군

• 병충해방제



• 고온/가뭄 저항성



• 생장촉진



인증 및 등록

경쟁 제품 대비 차별점 확보 !!!



- 세계유일 대량생산
- 신소재 개발 및 국산화
- 해외수출



- 친환경 공정 및 소재 (GMO-free, Toxic Chemical-free)
- 이성질체 선택적 생산 미생물
- Non-GMO 원료/미생물



- 냄새/색깔 우수, 유해 물질 Free
- 경쟁 제품 대비 효능 우수



산업통상자원부 NET 신기술 인증



산업통상자원부 NEP 신제품 인증



EU-REACH 대표 등록 (세계 유일)



100% 바이오 물질 미국 농무부 인증



비동물성 원료 비건 인증



친환경 소재 COSMOS 인증 (Global Standard)

EWG Green Grade



EWG 그린등급 1 (Low hazard & Safe)

전세계 수출 및 글로벌 네트워크 구축

세계 최초 바이오 2,3-부탄디올 제품화 !!!

- 20종 이상 제품 출시, 국내외 80개 이상 업체 협업, 중국/유럽/미국/일본 등 진입



TABLE OF CONTENTS



글로벌 화장품/농업시장 개척

전략적 사업 Partnership 구축 !!!

전세계 Specialty용 Diols 시장
100만톤 이상

국내 Diols 전량 수입 중 !!!
from 미국/일본/중국



GS칼텍스 2,3-부탄디올



전세계 2%만 대체 해도
2만 톤 이상

Diols 소재 국산화

2조 2천억 원

세계 화장품/퍼스널케어 보습 원료 시장

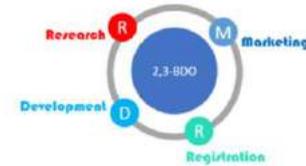
3조 5천억 원

세계 친환경 농업제품 시장



고객사 개발제안서

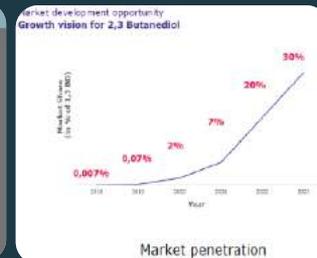
One-stop platform for 2,3-BDO



글로벌 기업 S사 & M사 사업성 평가 (우수)

10조 원

세계 식품첨가제 시장



2차 경제개발과 함께 잘 살아보겠다는 의지 하나로
설립된 GS칼텍스



1967

우리나라를 대표하는 정유화학 전문기업으로
성장하였습니다



~2010



군산 바이오플랜트
(국내 최초 바이오화학 플랫폼)

2020~

GS칼텍스는 고부가 바이오화학산업 진출을 통해
지속가능한 기업으로 성장하고 국가발전에
기여하고자 합니다



I am
your
Energy



바이오 의약품을 위한 배지개발

이균민

교수, KAIST

Table of Contents

- 연구배경
- 연구필요성
- 바이오산업생산고도화: 배지개발과제



Top 10 Best-Selling Drugs of 2019

Rank	Drug	Company	Sales (Billion \$)		CAGR	Target	Type
			2019	2026			
1	Humira (Adalimumab)	AbbVie	19.73	6.83	-14%	TNF	Antibody
2	Keytruda (Pembrolizumab)	Merck & Co.	11.12	24.91	+12%	PD-1	Antibody
3	Revlimid (Lenalidomide)	Bristol Myers Squibb	11.11	N/A	N/A	TNF, IL-6, VEGF	Chemical
4	Opdivo (Nivolumab)	Bristol Myers Squibb	8.06	11.62	+5%	PD-1	Antibody
5	Eylea (Aflibercept)	Regeneron, Bayer	7.99	6.68	-3%	VEGF	Fc-fusion protein
6	Eliquis (Apixaban)	Bristol Myers Squibb, Pfizer	7.93	12.38	+7%	Factor Xa	Chemical
7	Enbrel (Etanercept)	Amgen	7.2	4.02	-8%	TNF	Fc-fusion protein
8	Avastin (Bevacizumab)	Roche	7.12	1.7	-19%	VEGF	Antibody
9	Stelara (Ustekinumab)	Johnson & Johnson	6.62	6.32	-1%	IL-12, IL-23	Antibody
10	Rituxan (Rituximab)	Roche	6.54	1.84	-17%	CD20	Antibody



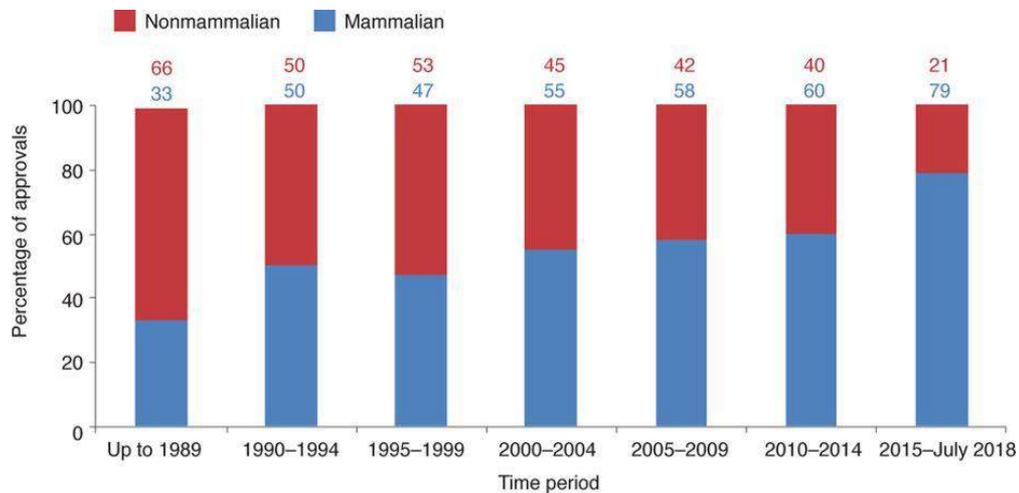
바이오 의약품 시장의 성장



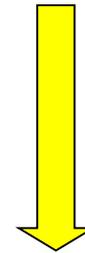
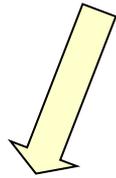
세계 바이오의약품 시장 규모 추이

(단위 : 달러)

※2018년 이후는 추정치



	rhEPO	Avastin	Hepceptin	Remicade	Rituximab
Dosage	0.4-2.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$	5-15 mg/kg	2 mg/kg	5 mg/kg	375 mg/m^2



Blockbuster mABs: 1 ~ 2 ton/yr





동물세포배양: C(D)MO, 바이오시밀러, 치료용 단백질



190,000 + 150,000 L



360,000 + 256,000 L





190,000 + 150,000 L

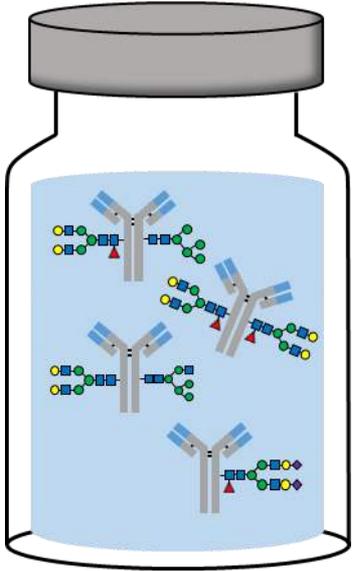


360,000 + 256,000 L

Contract Manufacturing Organization

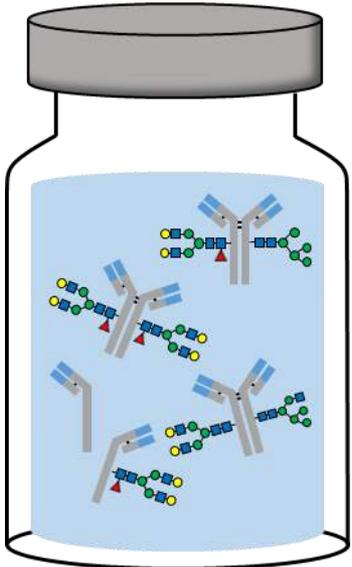
Contract **Development and Manufacturing Organization**





Lot #1

≠



Lot #2

바이오시밀러 항체





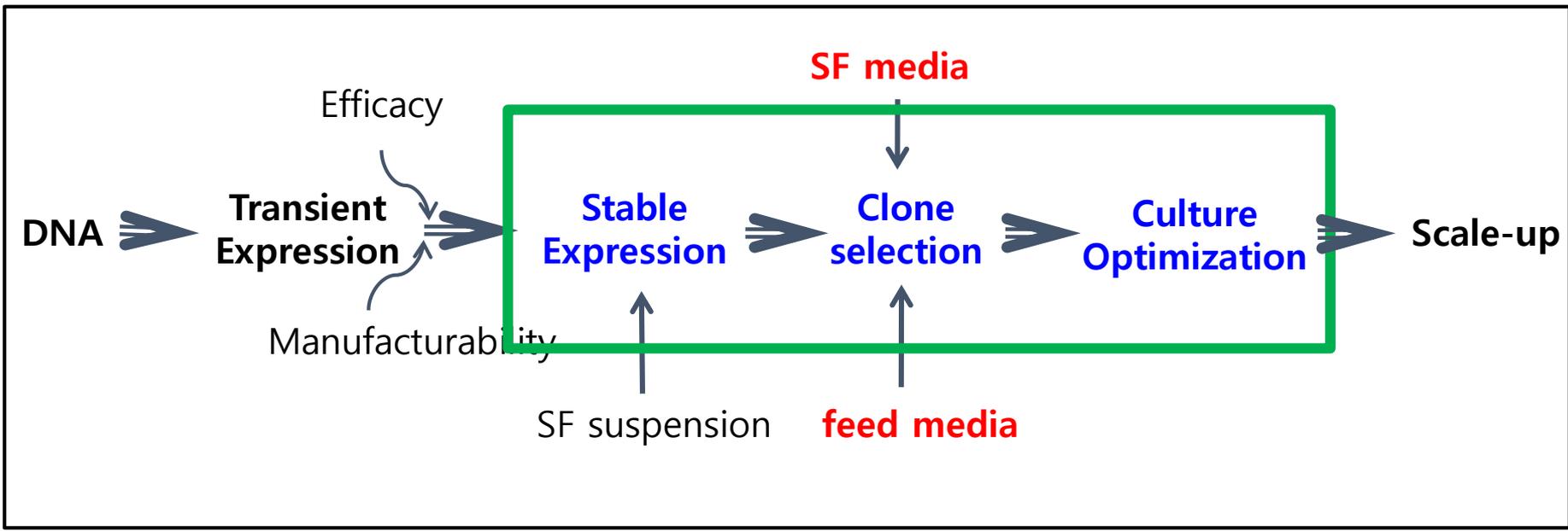
❖ **치료용 단백질제조 산업의 경쟁력:**

생산플랫폼의 우수성





Major challenges: **Time**, **Quality**, and **Quantity**



항체생산농도: mg >>>>>> g 무혈청배지 >>>>>> CDM



동물세포배양: C(D)MO, 바이오시밀러, 치료용 단백질



셀트리온



190,000 + 150,000 L

삼성바이오로직스.에피스



360,000 + 256,000 L

배지

(96만 L)/batch/년 x 1 batch/월 x 12월/년 = 1,152만 L/년 = **11,520 톤/년**





◆ 바이오의약품의 안정적 생산을 위한 생산배지의 국산화 필요

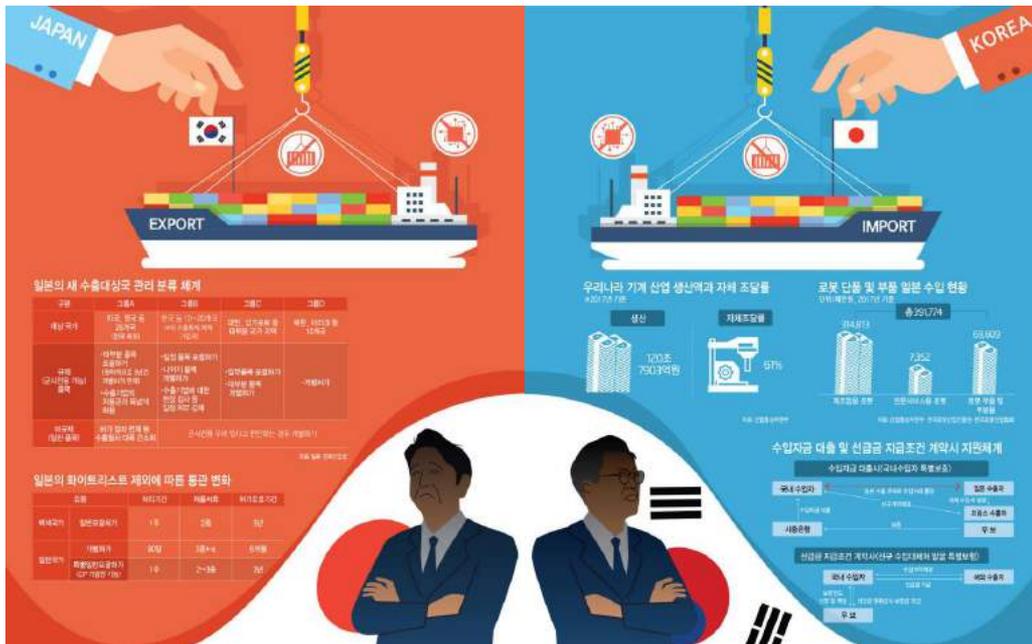


출처 : 중앙일보, SBS, business Insider, 매일경제



국산화 정책 동향

- 2019년 선진국을 중심으로 자국이기주의가 심화된 가운데 일본의 한국 백색국가 제외라는 초유의 사태로 무역에 어려움이 초래되었고, 전 산업계를 중심으로 국산화 이슈가 커짐
- 바이오 분야의 경우, 수요기업을 중심으로 지자체 및 유관기관, 민간단체 간 협력 구도를 통해 바이오산업 원부자재 국산화를 추진 중임



민간 기업·지자체·유관기업 등과 원부자재 국산화 및 수출 산업화를 위한 업무협약 체결

총괄주관기관 서정선 이사장
 삼성바이오로직스 김태한 대표
 셀트리온 서정진 회장 등 참석





바이오산업핵심기술개발사업
바이오산업생산고도화

바이오의약품 생산용배지, 첨가물, 동결조성물 제조 및 일회용 백 제품화 기술개발

총괄주관책임자 : 이균민 교수

총괄주관기관 : 한국바이오연구조합



국내 바이오의약품 생산용 배지 시장 및 기술동향

- 국내 사용 바이오의약품 생산배지는 대부분 해외에서 수입되고 있음
- 주요 바이오 기업들은 경쟁력 확장을 위해 배지조성을 개발 중이지만, 아직 국제경쟁력이 미흡하여 해외 제조사의 기술력에 의존



해외 바이오의약품 생산용 배지 시장 및 기술동향

- 글로벌 시장규모: **1,620 million US\$** in 2019, **2,630 million US\$** in 2024, CAGR 8.4% (Published: Oct 25, 2019 MarketWatch)
- 해외 주요 생산 배지 제조사 : Life Technology, Thermo Fisher Scientific, GE Healthcare, Merck, Lonza 등
- **오랜 기간 동안 배지 개발을 통하여 다양한 배지 조성을 보유.** 기 보유한 배지 조성들을 **적절히 조합**하여, 맞춤형 배지 조성 결정
- 배지 제조시 배지 입자 균일화에는 milling 장비, 배지 입자 균질화에는 blender가 핵심장비 이며, 장비 세척은 주로 CIP 방식을 사용하고 있음

Thermo
SCIENTIFIC

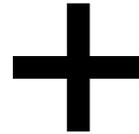

GE Healthcare

Lonza
Pharma & Biotech

MERCK

life
technologies™





Tab. 1: Typical components (constituents) of serum

Protein Components: Serum proteins Transport proteins Attachment and Spreading Factors Enzymes	Albumin Globulins (e.g. Immunglobulins, IgG) α1-Antitrypsin (Protease Inhibitor) α2-Macroglobulin (Protease Inhibitor) Transferrin Transcortin α1-Lipoprotein β1-Lipoprotein Fibronectin Laminin Serum Spreading Factor Lactate Dehydrogenase Alkaline Phosphatase γ-Glutamyl Transferase Alanine Aminotransferase (ALT/GPT) Aspartate Aminotransferase (AST/GOT)	Fatty Acids and Lipids	Free and Protein-bound Fatty Acids Triglycerides Phospholipids Cholesterol Ethanolamine Phosphatidylethanolamine
Hormones	Insulin Glucagon Corticosteroids Vasopressin Thyroid Hormones Parathyroid Hormone Growth Hormone Pituitary Glandotropic Factors Prostaglandins	Vitamins and Trace Elements	Retinol/Retinoic Acid (Vitamin A) Vitamin B-Group: Thiamine Riboflavin Pyridoxine/Pyridoxal phosphate Cobalamin Folic Acid Niacinamide/Nicotinic Acid Panthothenic Acid Biotin Ascorbic Acid (Vitamin C) α-Tocopherol (Vitamin E) Selenium, Iron, Zinc, and Cu, Co, Cr, I, F, Mn, Mo, V, Ni, Sn
Growth Factors and Cytokines	Epidermal Growth Factor (EGF) Fibroblast Growth Factor (FGF) Nerve Growth Factor (NGF) Endothelial Cell Growth Factor (ECGF) Platelet-derived Growth Factor (PDGF) Insulin-like Growth Factors (IGFs) Interleukins Interferons Transforming Growth Factors (TGFs)	Carbohydrates	Glucose Galactose Fructose Mannose Ribose Glycolytic Metabolites
		Nonprotein Nitrogens	Urea Purines/Pyrimidines Polyamines Creatinine Amino Acids



분말배지(Dry powder media)

- 대규모 바이오의약품 생산의 경우, 운송 및 보관상의 장점으로 분말 배지가 절대적 필요 조건임.
- 일반적으로 임상 2 단계 또는 3 단계로 진행할 때 액체배지에서 분말배지로 전환됨.
- 분말배지의 경우 약 100여종의 다양한 성분들로 구성되어 있어 각 성분의 효능과 안정성을 유지하면서 균질하게 분쇄하고 혼합하는 고난이 기술이 요구됨.



바이오의약품 생산을 위한 분말배지
국내 공급기업 부재

배지 설계 및 제조
핵심기술 및 인력 부족

수요-공급 기업 간 니즈기술에 대한
인식 부족 (간극 존재)

맞춤형 배지 관련 제품의 실증적인
제품 테스트 인프라 부족

바이오의약품 생산용 맞춤형 배지 관련
규격, 인허가 등에 대한 정보 부족

국내
바이오의약품
생산용
배지산업
활성화



세부 주관기관 선정 요건

- 수요 기업의 기술 수준을 만족 시킬 수 있는 중소/중견 기업

제 1세부: 바이오의약품 맞춤형 배지 개발

항체개발플랫폼 보유
및 맞춤형 배지 자체 수요

제 2세부: 바이오의약품 배지첨가물 개발

GMP 생산시설
및 Cytokine 생산기술

제 4세부: 분쇄혼합제형화기술기반 배지제조

국제규모의 배지제조시설구축
및 사업화 의지

제 3세부: 세포치료제 동결보존 조성물 개발

세포치료제 생산기술

참여기관 선정 요건

- 배지 개발에 필요한 기술 인프라를 구축한 공공 연구 기관
- 배지 및 배지 소재 개발 선행연구경험 공공연구기관 및 기업
- 배지 기술 개발에 필요한 인력 양성 기관



총괄주관기관



1세부 주관기관

(주)에이비엘바이오

- 오송첨단의료산업진흥재단
- 한국생명공학연구원
- 한국기초과학지원연구원
- (주)셀라토즈
- (주)엑셀세라퓨틱스
- KAIST/인하대/연세대

바이오향약품
맞춤형 배지 개발



2세부 주관기관

(주) 팬젠

- 한국생명공학연구원
- (주)샘표

바이오향약품
배지첨가물 개발



3세부 주관기관

(주) 녹십자랩셀

- 세종대학교

세포치료제 동결
보존 조성물 개발



4세부 주관기관

(주)아미코젠

- 한국생산기술연구원
- 대상(주)

분쇄혼합제형화기술
기반 배지제조

수요기업



CELLTRION



SAMSUNG BIOLOGICS





주관: 팬젠

- 동물세포 기반 핵심원천 특허기술 보유
- 제품화를 위한 GMP 인증 생산시설 보유

AMICOGEN 주관: 아미코젠

- 소재 분쇄혼합 공정보유
- GMP 시설 운영 능력 보유



주관: 에이비엘바이오

- 혁신항체 상업화 프로그램 다수
- 항체 개발 플랫폼 기술 보유



주관: GC녹십자랩셀

- 세포·유전자 치료제의 다양한 R&D 파이프라인 보유
- 세포치료기술 관련 다수 특허 출원/등록



총괄주관기관



과제진도
모니터링
및 점검

네트워크
활성화 및
홍보 지원

수요기반
시제품실증
시험지원

R&BD를
통한 사업화
추진 지원

맞춤형 배지 개발을 위한 전주기 R&BD 지원

1세부

바이오의약품 생산용
맞춤형 배지개발



2세부

바이오의약품 생산용
배지 첨가물 개발



3세부

세포치료제 동결보존
조성물 개발



4세부

분쇄혼합 제형화
기술기반 배지제조



바이오의약품
생산용 배지 국산화



국내 수요 기업:
셀트리온, 삼성바이오로직스



1

시장분석/로드맵

수행기관 책임자
외부전문가

- 과제 기술개발 관련자료 지원
- 기술 및 시장동향 분석 및 자료 제공
- 시장, 논문 자료 등 DB화
- 기술 개발 로드맵 수립

2

실무위원회

수행기관 책임자
(총괄/세부주관 책임자)

- 과제 진도 모니터링 및 협력연구 지원
- 세부과제 수시 모니터링
- 현안 및 위험요소에 대한 토의 및 대응/해결방안 모색

3

운영위원회

총괄주관책임자
산·학·연 외부전문가

- 과제 추진방향 및 내용 점검
- 연구내용 진도점검 및 자문
- 추진일정 및 체계 등 변경사항 검토
- 사업화계획 및 경제성 검토 등



워크숍

수행기관 책임자
외부전문가

4

- 과제 참여자 간 성과, 기술교류
- 연구수행자 간 기술교류
- 산학연 네트워크 활성화
- 전문가 특강을 통한 지식 공유

시작품 홍보

수행기관 대표자
및 참여연구원

5

- 과제 전체 홍보 및 전시 진행
- 글로벌컨퍼런스/학회를 통한 성과 및 시제품 전시/홍보 지원
- 바이오TV 유튜브를 통한 수행기관 홍보 및 마케팅 지원

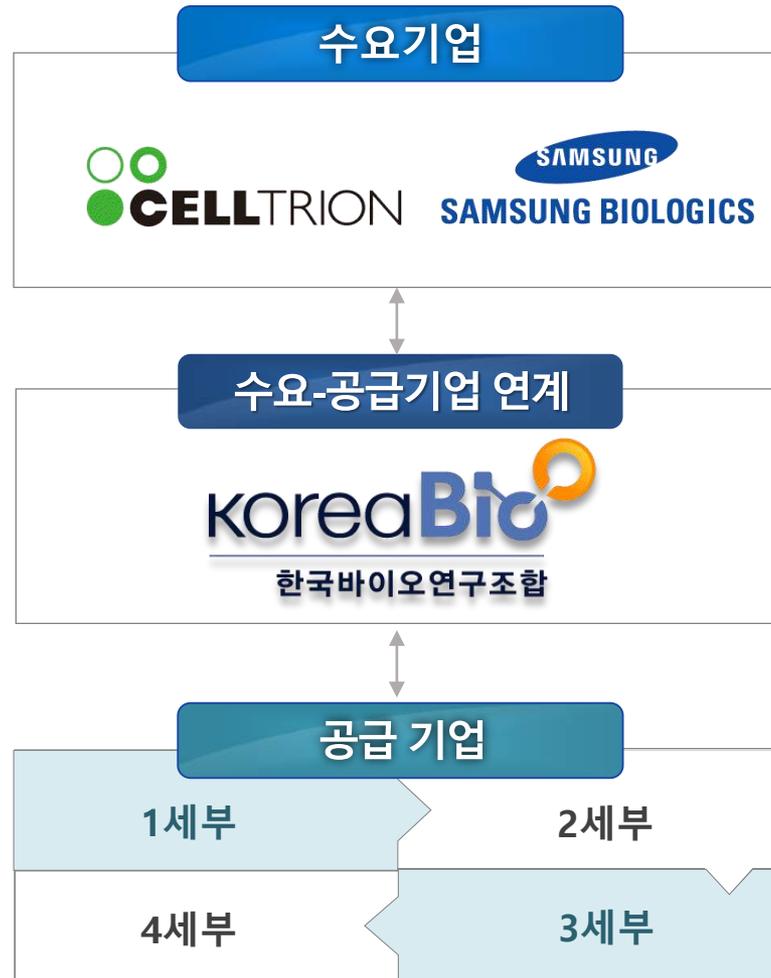
전문가 세미나

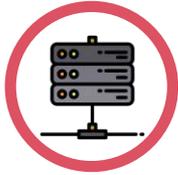
수행기관 참여연구원
교육관련 전문가

6



◆ 국내 바이오의약품 대표 수요기업과의 연계를 통한 사업화 지원 계획 수립





기술적 측면

- 바이오의약품 맞춤형 생산배지, 일회용 백 제품 생산 기술 및 노하우 축적, 국내 수요기업 맞춤형 제품 기술력 확보 가능
- 바이오의약품 GMP 제조에 사용가능한 배지 개발 및 제조에 대한 기술력 확보를 통해 국내 바이오의약품배지 산업에 대한 국가경쟁력 향상



경제적 측면

- 맞춤형 배지 및 일회용 백에 대한 수입 의존도를 낮춰 수요기업의 수급 불안정, 품질 불안정에 대한 문제점 해소, 원가 절감을 통한 가격 경쟁력 향상
- 세계적 규모 생산시설보유 국내 바이오의약품 시장의 높은 성장률에 맞추어 수입 대체 효과로 인한 국익 창출 및 바이오의약품 산업 발전 촉진



산업적 측면

- 바이오의약품 생산기술에 맞춰 배지 및 일회용 백과 같은 핵심 소재 기반기술 산업을 발전시킴으로써 국내 바이오 의약품 산업의 균등하고 안정적인 발전에 기여



사회적 측면

- 바이오의약품 생산을 위한 제조업 산업의 발전으로 양질의 신규 일자리 확보를 통한 고용 창출 및 차세대 바이오 산업계 인력양성 육성
- 초기 투자비용 및 위험도가 큰 배지 및 일회용 백 기술개발에 정부가 지원함으로써 중소기업 부담 해소 및 바이오산업생산고도화 촉진





감사합니다.

