

한국화학연구원의 친환경 플라스틱 기술혁신

17 July 2025

고영주
한국화학연구원





Contents

- I 플라스틱의 과학기술 이슈
 - II 화학연의 친환경 플라스틱 기술
 - III 향후 과제
- 



Contents

- I 플라스틱의 과학기술 이슈
 - II 화학연의 친환경 플라스틱 기술
 - III 향후 과제
- 

1. 생분해성 및 바이오 기반 소재 개발의 난제

- 친환경 플라스틱(PLA, PHA 등)의 성능·가격 경쟁력 부족
- 자연환경에서 실제 분해되지 않는 경우 많아
- 식량 자원과의 경쟁 문제 (예: 옥수수, 사탕수수 기반)

2. 재활용 기술 고도화

- 기계적 재활용 시 품질 저하
- 화학적 재활용(해중합, 열분해)의 경제성 및 에너지 효율 낮음
- 혼합 플라스틱의 선별·정제 기술 부족

3. 미세플라스틱 감지 및 저감

- 정밀한 감지 기술 미비
- 표준화 부족해양·토양·식수 등에서 제거 어려움
- 인체·생태계 영향에 대한 과학적 연구 부족

4. 순환경제형 제품 설계 (Eco-Design)

- 재활용 용이한 단일소재 설계 필요
- 수명주기 평가(LCA) 기반 설계 기술 부족
- 플라스틱 사용 최소화를 위한 구조 혁신 미흡

5. 스마트 폐기물 관리 기술

- AI·IoT 기반 분리배출 및 수거 시스템 개발 필요
- 폐플라스틱 추적·관리 데이터 체계 미흡
- 자동화 기반 선별·분류 기술 도입 저조

6. 제도·기술 간 불일치

- 생분해 인증 기준 및 기술 검증 체계 부족
- 혁신기술 도입을 가로막는 규제 장벽
- 기술 변화 속도에 대응하는 정책 유연성 미흡



Contents

- I 플라스틱의 과학기술 이슈
 - II 화학연의 친환경 플라스틱 기술
 - III 향후 과제
- 

Mission Statement

화학관련 원천기술을 개발하고
국가·사회문제 해결에 기여하는 화학전문 정부출연연구소

연혁

KRICT

- 2023. 12 여수 탄소중립 실증센터 설립
- 2016. 03 울산 바이오화학센터 설립
- 2012. 03 울산 정밀화학센터 설립
- 2002. 01 부설기관으로 국가독성연구소 설립
- 1976. 09 정부출연연구기관으로 대덕연구단지에 한국화학연구원 설립, 정부와 **137**개 화학기업 출연

Environmentally Friendly Chemical Process Technology

- Commercialization of chemical **recycling technology for waste plastics**
- Commercialization of **MOF**, moisture-adsorbing nanoparticle, technology
- Development of a highly efficient **hydrogen production catalytic process** using ammonia

Innovative Drug Discovery and Biotechnology

- Commercialization of a proven **AIDS treatment**
- “Ivaltinostat”, a **treatment for pancreatic cancer**, orphan drug designation from the U.S. FDA

Chemical Platform Infrastructure

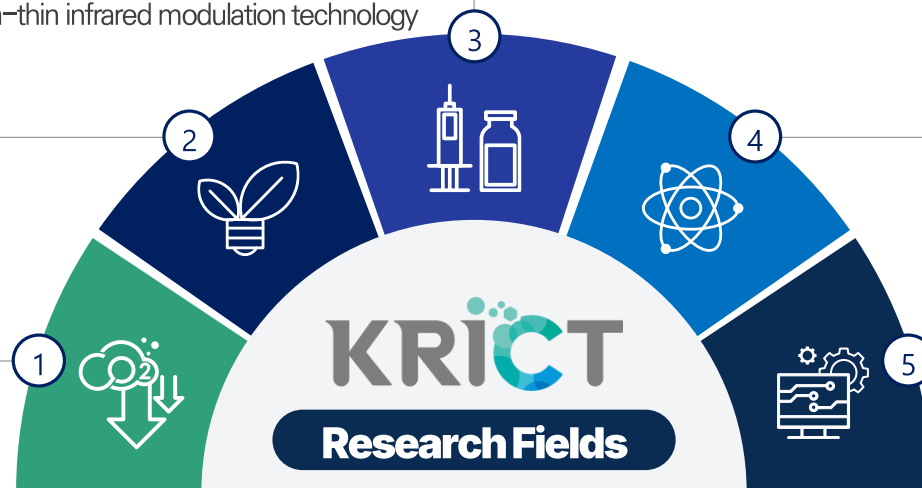
- Operation of the ‘**Korea Chemical Bank**’, a library of materials for new drug development
- Provision of an integrated research platform web service for chemical materials

High Value-added Chemical Materials

- Development of materials for **Perovskite solar cell** and **lithium secondary batteries**
- **Graphene** for non-invasive blood glucose sensor technology and ultra-thin infrared modulation technology

Bio-based Chemical and Green Fine Chemical Materials

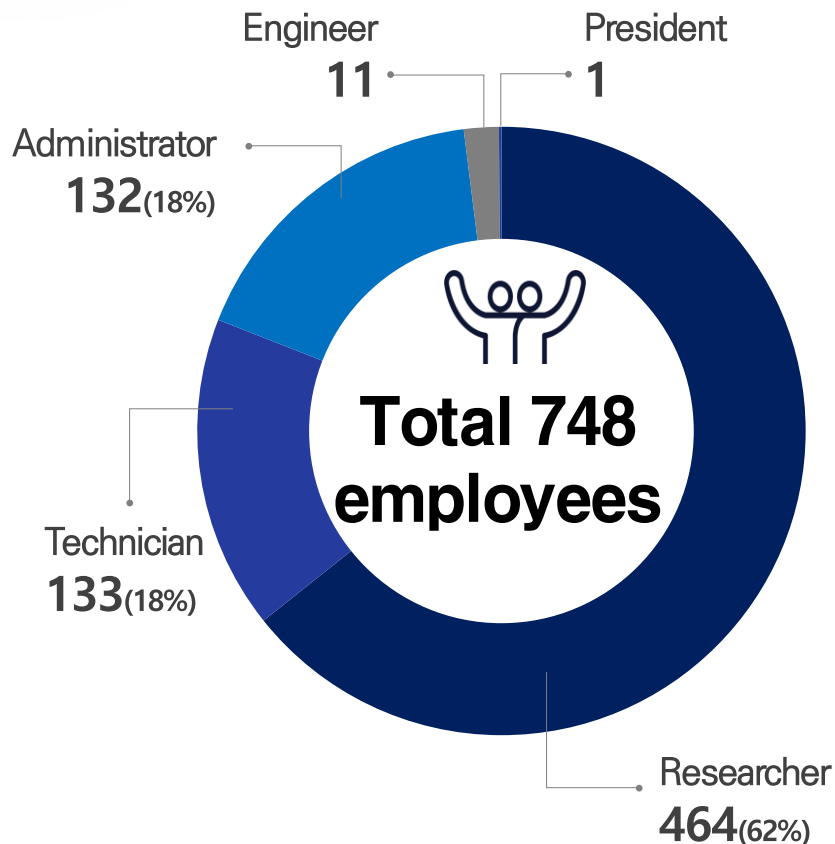
- Development of a **coating substance that utilizes solar power** for autonomous self-healing
- Development of **100% biodegradable paper straws**



I-3. 2025년 인력과 예산

Personnel

(As of Feb 2025)

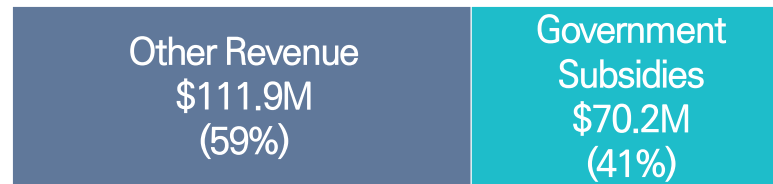


Budget

(As of 2025)

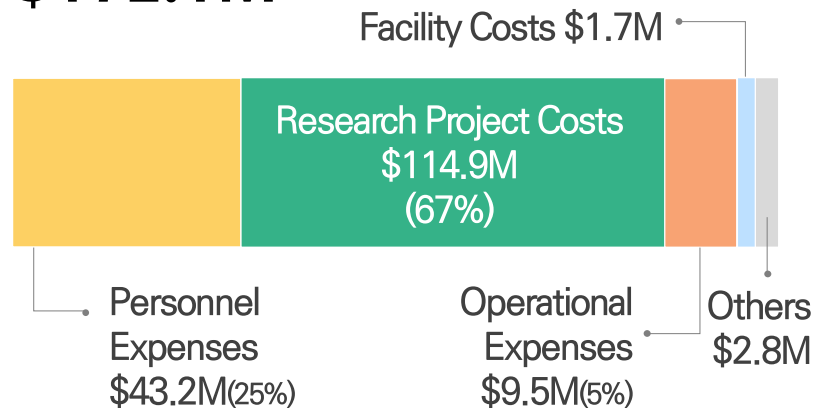
Total Revenue

\$172.1M (2300억원)



Total Expenditure

\$172.1M

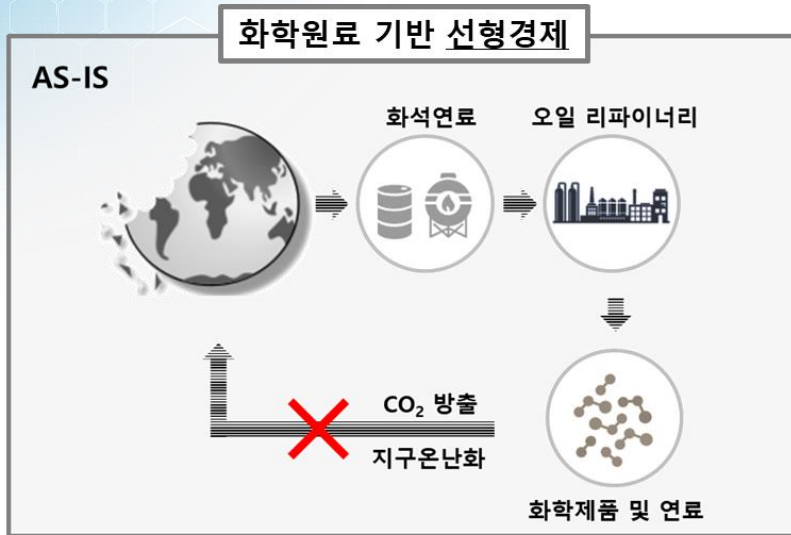




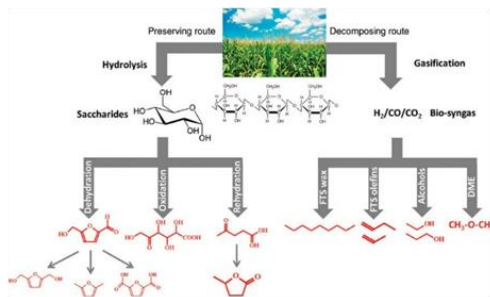
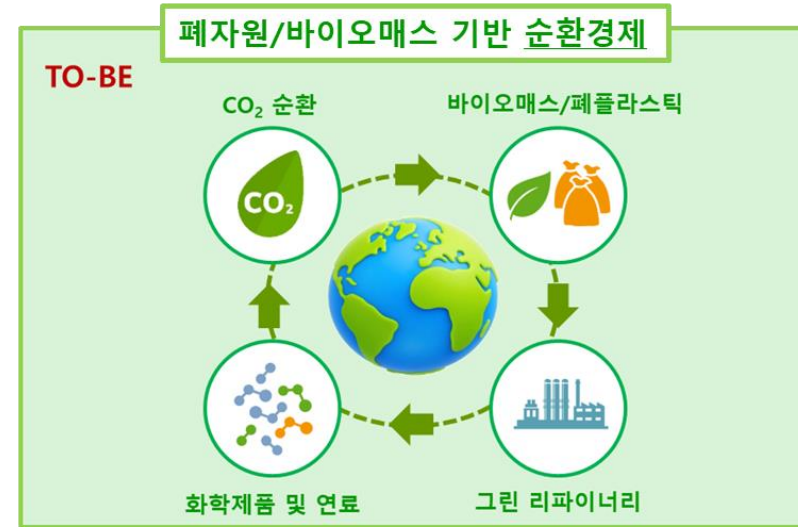
Contents

- I 한국화학연구원 소개
 - II 화학연의 친환경 플라스틱 기술
 - III 이슈와 과제
- 

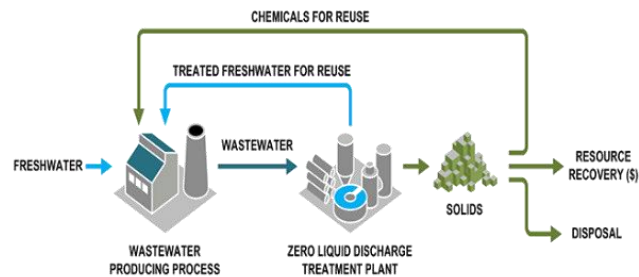
1. 플라스틱 밸류업을 위한 친환경 화학 공정 기술



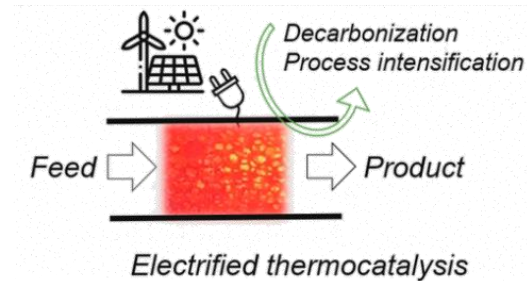
VS



✓ 폐플라스틱/바이오매스 자원화



✓ 환경 오염원 저감/최소화



✓ 공정 에너지 효율화

석유계 플라스틱 산업의 CO₂ 배출량 폭발적 증대

- 2050년 6.5 Gt CO₂ 배출 예상 (글로벌 CO₂ 배출량의 15% 이상)
- 무탄소 에너지 (CFE) 및 바이오매스 활용 시 기존 플라스틱 생산공정 대비 CO₂ 75% 저감 가능

2050 화학산업의 주요 3대 탄소원은 CO₂, 바이오매스, 폐플라스틱 예측

*탄소원 50% CO₂, 바이오매스 34%, 폐플라스틱 16% 추정

폐플라스틱 해중합 및 바이오매스 전환 기술의 경우

Net Zero 달성에 필요로 하는 상업 스케일 수준 기술 도달에 부족

- 바이오매스 전환은 15.5배, 폐플라스틱은 5.6배 스케일업된 기술이 필요함.

기존 바이오매스 유래 플라스틱의 물성 저하 문제

- 석유계 플라스틱과 동등한 물성을 발휘하기 위한 바이오매스 유래 단량체 제조 기술 개발 필요

바이오매스 및 폐플라스틱 전환율이 50% 이상일 경우에만 CO₂ 저감 효과 발현,

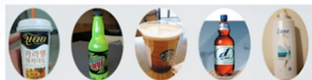
따라서 지속적이며 집중적인 연구가 필요



1. 플라스틱 밸류업을 위한 친환경 화학 공정 기술

기술적 이슈

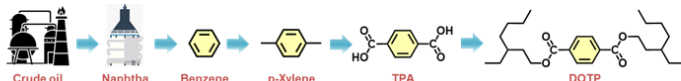
- **혼합 재질 및 유색 플라스틱의 고분리비용에 따른 낮은 경제성**



- PS 해중합 기술의 실증기술 및 최적화 기술의 필요성



- 복잡한 석유계 기반 가소제 생산 공정

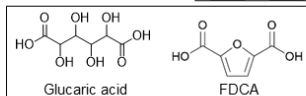


- 석유계 플라스틱 대체를 위한 순수 바이오플라스틱 **모노머 생산**
고도화 기술 부재

- 바이오매스 기반 Nylon 모노머 생산 실증/원천 기술 부재
- 바이오매스 기반 PEF 모노머 생산 실증 기술 부재
- 바이오 PAN 모노머 생산 실증/원천 기술 부재

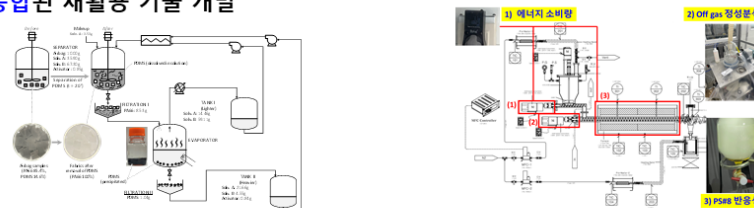


고도화 기술
개발 필요

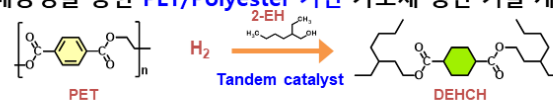


해결방안

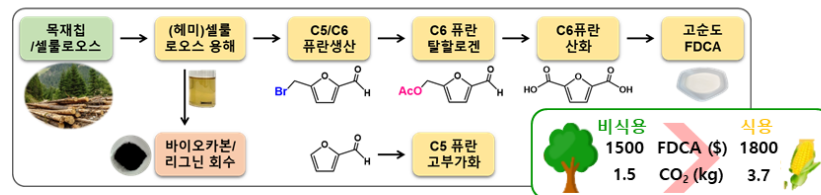
- 혼합재질 플라스틱 **해중합** 및 정제기술 • 연속식 PS 해중합 **공정 실증** 기술 개발
통합된 재활용 기술 개발



- 촉매공정을 통한 PET/Polyester 기반 가소재 생산 기술 개발



- **비식용 목질계 바이오매스 기반 고효율/친환경 FDCA 제조 실증 공정 기술 개발**



- 리그노셀룰로오스 선택적 해중합/전환 기술 개발
- C-O / C-H / C-O 결합의 선택적 분해를 위한 촉매 공정기술개발
- 바이오매스- CO_2 의 동시전환을 위한 촉매-분리 공정기술개발

1. 플라스틱 밸류업을 위한 친환경 화학 공정 기술

PET 재활용 화학공정 기술 주요 성과

원천 기술 확보 단계

PET 해중합 원천 기술 스케일업 단계

PET 해중합 원천기술
기술이전 실시
(리뉴시스엠, 테라클, 시온텍)

PET 해중합
원천기술
확보 완료

1단계 ('20~'22)

- PET 메탄올리시스 및 이차 교환에스테르화 반응기술, 알칼리 분해 반응 기술, PET글라이콜리시스 반응기술 등 산업체 기술이전(총 5건)



상용화 플랜트 구축 및 시운전
PU 저온 해중합 및 재질 분리
기술이전 실시

PET 해중합
스케일업
요소기술
확보

2단계 1년차 ('23)

- PU 저온 해중합 기술이전(1건)
- BHET제조 통합공정 기술이전 (1건)
- 고분자 재질 분리 기술이전 (2건)
- 메탄올리시스를 통한 DMT 제조 및 2차 교환에스테르화 반응을 통한 테레프탈레이트 유도체 생산 데모 플랜트 구축 (연 1만톤 규모)



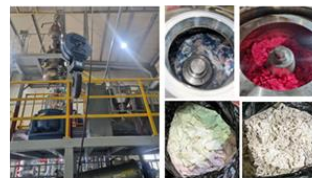
Demonstration plant
(10KTA commercial)

해외시장 진출을 위한 실증 연구
(기술 1차 실적 달성 및 해외 기술 재실시)

PET 해중합
데모플랜트
최적화
10KTA

2단계 2년차 ('24)

- 상용설비 반복운전 및 제품평가
- 국내외 친환경 인증 (제품 및 공정)
- 해외 기술 홍보 및 수요기업 확보 (프/미/영/독/스 화학 및 섬유 산업)
- 탈염 파일럿 구축 및 해중합 설비 연계 (폐의류 재활용 기술 확보)
- 알칼리분해 기술 지상파 광고 및 Series A 투자유치 (105억)



PET 해중합
기술 상용화
시제품 출시
10KTA

2단계 3년차 ('25)

- 초도 생산 업사이클링 제품(DOTP) 판매
- PET/PU 해중합 공장 증설 및 제품 양산
- 연속공정 개선을 위한 요소기술 확보
- 신규 개발기술(나일론 저온 해중합, 혼합 고분자 분리) 기술 이전 및 사업화
- 해외 기술이전 (J/V체결) 시도



PS 재활용 화학공정 기술 주요 성과

원천 기술 확보 단계



PS 해중합 원천 기술 스케일업 단계

KRICT-롯데케미칼
기술이전 실시
선급실시료 확보 완료

PS 해중합
원천기술
확보 완료

1단계 ('20~'22)

"페폴리스티렌 연속식 해중합
촉매 및 공정"



KRICT-롯데케미칼
기술이전 1차 실적
실시료 확보 완료

PS 해중합
스케일업
요소기술확립

2단계 1년차 ('23)

- 페플라스틱 원료별 해중합 테스트
- 반응 시스템 스케일업 요소 기술 확립 (원료주입/반응/ 분리정제 시스템)
- 재생원료 활용기술 개발
- 원천기술 특허 등록 완료
- 2023 국가연구개발 우수성과100선 선정

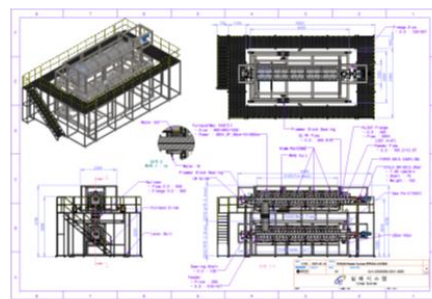


KRICT-롯데케미칼
기술이전 2차 실적달성을 위한 스케일업 연구 집중

PS 해중합
스케일업
요소기술확보

2단계 2년차 ('24)

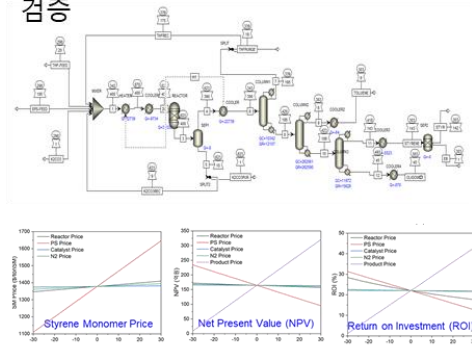
- 10톤/일 규모 Pilot plant 공정설계
- 연속 촉매/반응물 주입 공정 설계
- 연속 스크류 타입 반응기 설계 기술 확보
- 파일럿급 공정설계 파라미터 확보



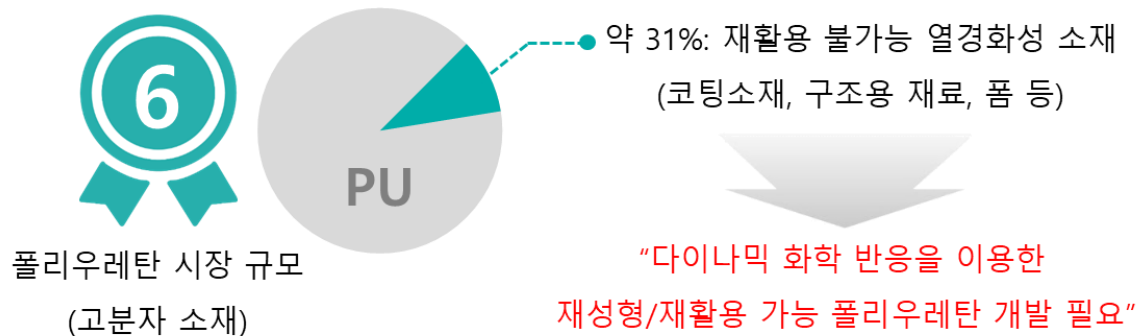
PS 해중합
스케일업
요소기술
최적화

2단계 3년차 ('25)

- Pilot plant (일처리량 최대 10톤규모) 공정설계 최적화
- 공정 시스템 자동화 설계
- 공정 에너지 소비율 최적화 및 경제성 검증

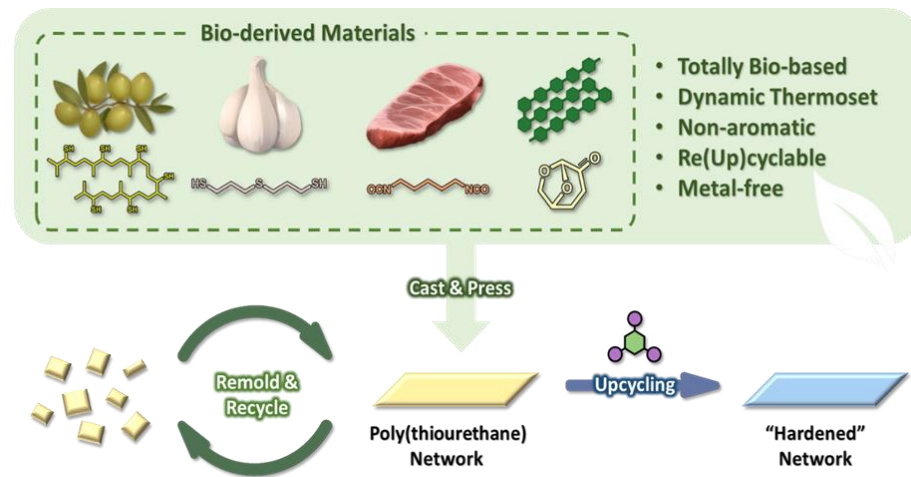


2. 열경화성 수지 재활용 및 재생형 기술



2. 열경화성 수지 재활용 및 재생형 기술

바이오 유래 단량체와 용매만을 활용한 폴리티오우레탄 및 재생형/재가공 기술 개발



KRICT 기술 : 바이오 유래 친환경 재가공 폴리티오우레탄

	선행 기술	KRICT 개발 기술
바이오 유래 단량체	일부 사용	바이오 단량체/용매 활용
공정 용매	독성 유기용매	바이오 용매 활용 (cyrene)
재활용 효율	낮음	높음

3. 바이오 플라스틱 제조 기술

1. 일회용 비닐 대체용 생분해 플라스틱 소재 개발
3. 대국민 대상 바이오플라스틱 시제품 실증평가 진행

일회용 비닐 대체용 생분해 플라스틱 소재 개발

SKC '썩는 플라스틱' 만든다 베트남에 세계

최대 공장 건설

서진우 기자 jwsuh@mk.co.kr
입력 : 2023-09-25 17:44:06

SKC 기술이전
New PBAT 스케일업 > 1 Ton

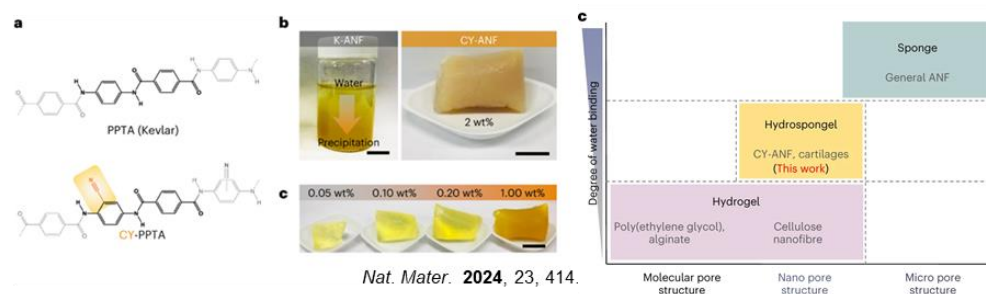


대국민 대상 바이오플라스틱 시제품 실증평가 진행

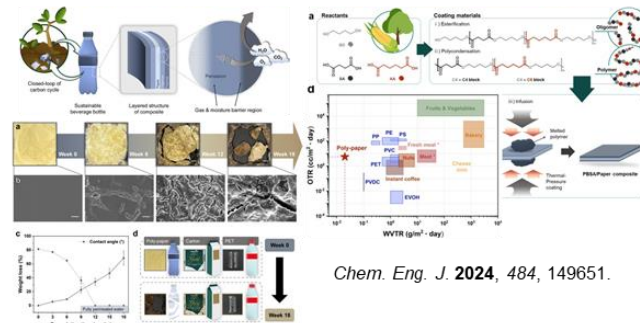


2. 초고강도 나노섬유 기반 복합소재(하이드로스폰젤) 개발
4. 자연유래 나노섬유 기반 친환경 복합소재 개발 기술

초고강도 나노섬유 기반 하이드로스폰젤 개발



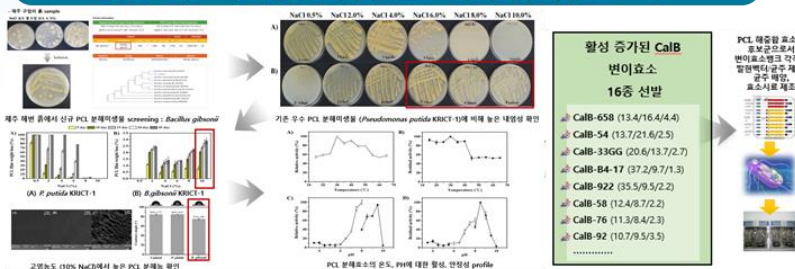
자연유래 나노섬유 기반 친환경 복합소재 개발 기술



4. 플라스틱 순환 기술

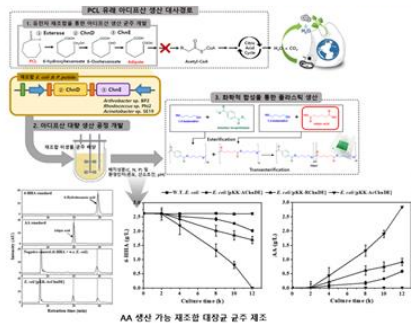
1. 플라스틱 해중합/업사이클링 유전자원 확보
3. 바이오 기반 플라스틱 해중합/업사이클링 시스템 개발

신규 플라스틱 해중합 미생물/효소 동정 및 개량효소 확보



BBE.2024, 29,815-824

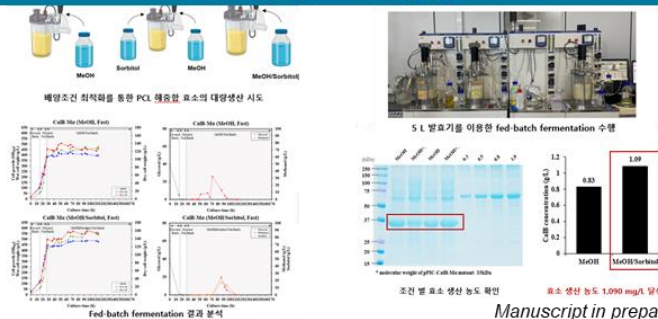
플라스틱 업사이클링 생물공정 시스템 기반 아디프산 생산



EMT, 2024, 181, 110521

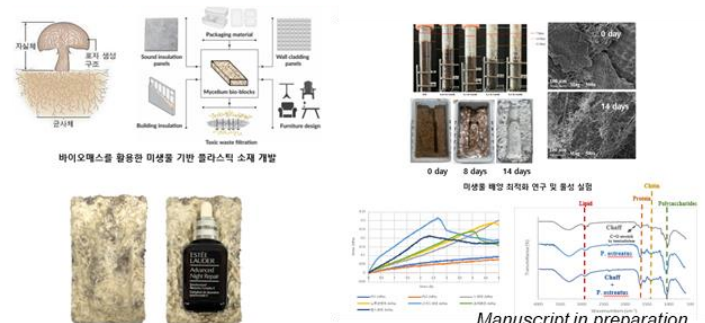
2. 플라스틱 해중합/업사이클링 미생물/효소 생산 시스템 개발
4. 미생물 기반 플라스틱 대체 소재 개발

PCL 해중합 효소 대량생산



Manuscript in preparation

미생물 균사체를 이용한 생분해성 플라스틱 소재 개발



5. 생분해성 플라스틱 기술 트리

단기(As-is) 생활편의형 생분해성 플라스틱

2020 2021 2022 2023 2024 2025

바이오매스 기반 단량체 제조기술 확보 및 후보군 발군

단량체 분리/정제 기술 체계화 수립

친수성 단량체 고순도 분리/정제기술 개발

친수성 단량체의 농도 및 생산성 증진

단량체 저가 대량생산을 위한 우량 미생물 균주개발

PDC, 1,3 PDO 농도, 수율, 생산성 증진

생분해성 플라스틱
단량체 공급

시험사업
제품 활성화

기업과의 실증화
사업 Spin off

바이오매스 기반 신규 생분해성 바이오플라스틱 제조연구

분해속도 조절 바이오플라스틱 제조기술 연구

복합소재 바이오플라스틱 제조연구

바이오매스 구성성분 분리/회수 및 기능성 연구

폐자원을 통한 나노섬유 및 분산기술 개발

플라스틱 해중합 미생물 스크리닝 및 동정

플라스틱 해중합 효소생산 시스템 개발

바이오화학 융합 공정기술 기반
페플라스틱 분해 및 업사이클링 기술

시장선도형 생분해성 바이오플라스틱 시험사업

셀룰로오스 미세섬유화 및 분말 제어기술 확보

자연분해성 미세플라스틱 제조기술 개발

고효율 플라스틱 해중합 생축매 시스템 개발

생분해성 미생물 동정 및 퇴비화 생태계 영향평가

분해/업사이클링 스케일업 공정기술 확보 및
고부가 신규 유용 화합물 발굴 및 제조 기술

바이오화학 공인인증센터

-> 지원센터로 이관

중장기(To-be) 산업활용형 생분해성 플라스틱

2026 2030

바이오화학소재 기술 고도화
및 산업 활성화

폐기물
환경오염 해소

R&D 및 사업화

- 바이오단량체 제조 원천기술 확보 (다종의 플라스틱 단량체 공급)
- 미생물기반 바이오단량체 파이프라인 구축
- 산업형 바이오플라스틱 제품 제작 (생활편의형 제품 제작, 산업용 바이오소재 개발)
- 개발된 생분해성플라스틱의 퇴비화 공정 개발 (공인인증 및 분석업무 지원 및 활성화)

중장기적 목표

- 난분해성 생활플라스틱 대체소재 개발
- 고물성 산업용 엔지니어링 플라스틱 소재 개발
- 바이오화학산업 활성화
- 자원 재순환을 통한 사회문제 대응
- 퇴비 최적화를 통한 매립지 지원

한달 내 분해되고 재사용 가능한 마스크, 국내 연구진이 개발





Contents

I 플라스틱의 과학기술 이슈

II 화학연의 친환경 플라스틱 기술

III 향후 과제



1. 바이오매스, 폐플라스틱의 화학적 활용 소재 개발 가속화

- 상업화 기회를 위한 6배~15배 이상의 스케일업 기술
- 소재 전환율 50% 이상 확보 가능성
- 관련 기업과 공동 개발, 기술이전사업화, 실증 투자 연계

2. 생분해성 및 바이오 기반 소재 기술 개발과 사업화 고도화

- 자연 환경에서 실제 잘 분해되는 싼 친환경 플라스틱 기술
- 식량 자원이 아닌 다른 자원으로 소재 개발
- 미생물과 효소를 활용한 생물학적 기술 개발과 사업화 기업 협력
- 난분해성 생활 플라스틱 미생물 기반 대체소재 개발

3. 타 출연(연), 대학, 산업체, 해외 전문기관, 사회와의 협력 확대

감사합니다

