

관리번호	2020-첨단바이오신소재-일반-지정-		산업 기술 분류	중분류 I	중분류 II																		
과제성격	<input type="checkbox"/> 원천기술	<input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품		산업바이오	-																		
융합유형	<input type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input type="checkbox"/> 신산업(시장)창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음																						
해당여부	<input type="checkbox"/> 특허연계 <input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 디자인연계 <input type="checkbox"/> 글로벌협력형 R&D <input type="checkbox"/> 경쟁형 R&D <input type="checkbox"/> 기획경쟁 <input type="checkbox"/> 경진대회형 <input type="checkbox"/> 규제개선																						
과제명	바이오매스 기반 나일론66 대체 바이오나일론56 기술개발 (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)																						
1. 개념 및 정의	<p>○ 지구 온난화 문제 해결이라는 전 세계적 메가트렌드에 따라 화석 자원에 전적으로 의존하는 기존 화학소재시장에서도 원료 변경을 통한 이산화탄소 배출량 감축 노력이 활발히 진행되고 있음</p> <p>○ 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 플라스틱 등 다양한 소재를 석유가 아닌 바이오매스로부터 생산하고자 추진 중이며, 향후 이러한 친환경 소재를 새로운 무역장벽으로 활용할 가능성이 높음</p> <p>○ 지속가능한 바이오매스 소재 산업 시장의 급격한 성장과 미래수요 확보 측면에서, 나일론산업(Nylon)에서도 석유 기반 합성나일론을 바이오매스 기반 친환경나일론으로 대체하는 기술 개발이 진행 중임</p> <p>- BASF, Enonik, Arkema, Cathay Industrial Biotech 등이 나일론 또는 폴리아마이드(Polyamide)를 바이오매스로부터 제조하는 기술을 개발 중이거나 일부 바이오나일론 소재를 상용화하여 판매하고 있음</p> <p>- 이들 글로벌 선도기업은 바이오화학 융복합기술을 보유하고 있으나, 국내 기업의 경우, 바이오 또는 화학기술에 특화되어 민간기업 단독으로 바이오나일론 기술 개발을 통한 상용화 추진이 어려운 실정임</p> <p>○ 바이오매스 기반 바이오나일론은 기존 석유계 나일론을 대체하는 첨단 신소재에 해당하며, 친환경 나일론소재의 해외수입 의존을 해소하고 미래시장 선점을 위한 기술경쟁력 확보가 가능하여, 기술개발 성공 시 국내 나일론산업에 새로운 활력을 찾을 수 있어 국가 차원에서의 중소, 중견 기업 기술 개발 지원이 필요함</p>																						
2. 연구목표 및 내용	<div> <input type="checkbox"/> 최종 목표 <ul style="list-style-type: none"> ○ 바이오매스 활용 단량체 생산기술 및 바이오나일론56 중합기술 개발과 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오나일론56는 나일론66 대비 80% 이상 수준의 물성(강도, 내열 등) 충족 ○ 정량적 목표 </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>핵심 기술/제품 성능지표</th> <th>단위</th> <th>달성목표</th> <th>국내최고 수준</th> <th>세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1 카다베린 생산 농도¹⁾</td> <td rowspan="2">g/L</td> <td>발효</td> <td>>110 (1톤)</td> <td>103 (한국, 한국화학연구원, 5 L)</td> </tr> <tr> <td>전세포</td> <td>>221 (5 L)</td> <td>221 (중국, Jiangnan University, 125 mL)</td> </tr> <tr> <td>2 아디프산 생산 농도</td> <td>g/L</td> <td>>30 (100 L)</td> <td>12</td> <td>68 (중국, Jiangnan University, 5 L)</td> </tr> </tbody> </table>					핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)	1 카다베린 생산 농도 ¹⁾	g/L	발효	>110 (1톤)	103 (한국, 한국화학연구원, 5 L)	전세포	>221 (5 L)	221 (중국, Jiangnan University, 125 mL)	2 아디프산 생산 농도	g/L	>30 (100 L)	12	68 (중국, Jiangnan University, 5 L)
핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)																			
1 카다베린 생산 농도 ¹⁾	g/L	발효	>110 (1톤)	103 (한국, 한국화학연구원, 5 L)																			
		전세포	>221 (5 L)	221 (중국, Jiangnan University, 125 mL)																			
2 아디프산 생산 농도	g/L	>30 (100 L)	12	68 (중국, Jiangnan University, 5 L)																			

핵심 기술/제품 성능지표		단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
3	단량체 정제 순도	%	>99 (5 L)	99	99 이상 (독일, Saarland University)
4	단량체 생산공정 스케일-업	L	>1,000	-	-
5	용점(Melting point)	°C	254.0	-	254.0 (중국, Cathay Industrial Biotech)
6	인장탄성률 (Tensile Modulus)	MPa	>2940	-	2940 (중국, Cathay Industrial Biotech)
7	바이오매스 함량	%	>90 ²⁾ >60 ³⁾	-	45 (중국, Cathay Industrial Biotech)
8	공정설계 자료	건	통합공정 PFD (process flow diagram)	-	-
9	시제품 제작	건	1	-	-

1) 실험실 규모에서의 목표이며, 시제품 생산공정은 발효공정과 전세포공정의 경제성을 비교하여 결정
 2) 실험실 규모 생산 제품 내 함량 기준, 3) 시제품 내 함량 기준(ASTM-D6866측정)

☐ 개발 내용

- 바이오매스 활용 카다베린 고생산 산업용 균주 개발
- 바이오매스 활용 아디프산 생합성 대사경로 최적화 및 고생산 균주 개발
- 바이오매스 활용 아디프산 생산 화학전환 기술 개발
- 바이오나일론56 단량체 생산 및 분리·정제공정 스케일-업
- 바이오나일론56 중합 및 공정 스케일-업
- 섬유화제품 기술 개발 추진
- 시제품 제작 및 경제성 평가

☐ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종 단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	바이오매스 활용 단량체 생산기술	7	바이오매스 활용 나일론 단량체 생산 산업용 균주 및 배양공정 (1000 L 파일럿 규모)	자체평가
2	바이오나일론56중합기술	7	바이오매스 활용 카다베린과 아디프산 중합 기술	공인인증기관

3. 국내외 기술 동향

- (국내: 한국화학연구원) 2-piperidone과 카프로락탐을 단량체로 개환중합법으로 바이오매스 기반 나일론56 공합체 제조기술을 개발하였으나, 기초 연구개발 수준에 머무름
- (국내: 대상, CJ제일제당, 한국화학연구원, 롯데케미칼) 바이오매스 또는 라이신 활용 카다베린의 생물학적 생산기술을 개발하여 바이오플라스틱 510 제조기술을 확보하였으며, 해당 기술의 경우 바이오나일론56 기술에 일부 적용 가능하나 바이오매스 활용 아디프산 기술 개발은 초기 연구단계임
- (해외: Cathay Industrial Biotech, Toray) 바이오매스 기반 카다베린, 장쇄 다이에시드 제조기술을 토대로 바이오나일론56 상용화 추진
- (해외: INVISTA, Ube, Envonik) 장쇄 다이에시드의 상용화 기술을 활용하여 바이오

매스 활용 나일론 모노필라메트를 개발하는데 주력하고 있음

4. 지원 필요성

☐ 기술적 지원필요성

- 바이오화학 융복합 기술을 보유하고 있는 바이오플라스틱 글로벌 선도기업과 달리 국내 기업은 바이오 또는 화학기술에 특화되어 있으므로, 향후 시장선점과 무역장벽 해소를 위하여 바이오와 화학기술 융복합을 통한 바이오나일론 소재 생산 기술에 대한 국가 차원에서의 지원이 필요함
- 특히, 나일론66를 대체하는 바이오나일론56는 흡습성과 염색성이 우수하며, 단량체인 카다베린은 국내 생산기술을 이미 상당부분 확보하고 있으므로, 기술적 난이도가 매우 높은 아디프산의 생산기술의 고도화와 중합기술 접목을 통하여, 경제성 있는 바이오나일론56 생산기술 개발이 가능함

☐ 경제적 지원필요성

- 나일론은 소비재의 가장 큰 분야를 차지하고 있으며, 그 중 나일론66 시장은 2019년 76억달러 규모를 형성하고 있어, 나일론66과 유사한 물성을 갖는 바이오매스 활용 나일론56을 개발할 경우, 막대한 대체 시장 확보가 가능함
- 수입에 의존하고 있는 바이오나일론 소재 국산화를 통한 국내 나일론산업의 경쟁력 강화 및 국내 아미노산 산업의 새로운 시장 개척에 확대 적용 가능함
 - 아미노산 분야 글로벌 경쟁력을 가진 국내산업이 본 기술 개발을 통한 카다베린, 아디프산 소재 국산화 성공 시 국내 나일론시장뿐만 아니라, 글로벌 시장 확대를 통해 큰 경제적 효과가 기대됨

☐ 정부/정책적 지원필요성

- 우리나라의 석유계 플라스틱 및 나일론산업 소재기술은 선진국대비 기술적 격차가 크지 않으나 원료의 의존성, 기후변화 영향성의 문제를 안고 있으므로 이를 해결하기 위한 정부 차원에서의 노력이 필요함
- 바이오 기업과 화학 기업, 관련 소재 생산 중소·중견기업의 기술 경쟁력 동반 강화를 통한 상생 산업 구조 확립이 필요함
- 바이오 또는 화학 단일기술 중심의 민간기업의 R&D로는 바이오화학 융·복합 기술개발에 많은 시간과 노력이 필요하고 단량체 생산, 고분자 중합, 시작품 제작/평가, 등 단계별로 기술적 문제점들을 해결해야하기 때문에 정부 지원하의 체계적인 산/학/연 융합 기술개발이 요구됨

5. 활용방안 및 기대효과

☐ 활용방안

- 바이오나일론56 소재기술 개발을 통해 국내 나일론산업 경쟁력 강화 및 바이오플라스틱 분야로의 확대 가능
- 생활용, 산업용, 의약용 나일론 제품에 사용 가능 (캐리어, 낙하산, 보호복, 낚시대, 아웃도어 의류, 메디컬용 제품 활용)

☐ 기술적 기대효과

- 바이오화학 융·복합 기술 확보를 통해 국내 나일론 및 플라스틱산업에 바이오화학 기술 보급이 가능하며 관련 석유 유래 소재의 바이오매스 활용 친환경 소재로 대체

가능

- 국내 바이오산업 분야 중소·중견기업의 기술 경쟁력 향상에 기여

☐ 경제적 기대효과

- 수입에 의존해 온 바이오나일론 소재 국산화를 통한 나일론 산업 경쟁력 강화 및 바이오플라스틱 분야로의 확대 가능
- 국내 바이오 원료기업과 나일론소재화 기업, 제품화기업 등의 협력을 통해 대·중소·중견 기업의 동반성장이 가능하며, 새로운 바이오나일론 산업의 창출로 인해 고용확대, 글로벌 시장 진출 및 수출 확대 가능

☐ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 나일론 및 플라스틱 강국에서 나아가 친환경 소재기술 강국의 대한민국 이미지 제고
- 정부 주도하의 산학연 공동 기술 개발을 통한 중소기업 지원 및 강소기업 육성

6. 지원기간/예산/추진체계

- 기간 : 57개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 12개월, 3차년도 : 12개월, 4차년도 : 12개월, 5차년도 : 12개월)
- 정부출연금 : '20년 8억원 이내 (총 정부출연금 50억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견 기업
- 기술료 징수여부 : 징수