화이트바이오 산업 활성화 전략

2020. 12. 3.

관 계 부 처 합 동

순 서

Ⅰ. 화이트바이오 산업의 중요성 ····· 1

Ⅱ. 국내 동향 ····· 5

Ⅲ. 비전 및 전략 ····· 8

Ⅳ. 추진과제 ····· 9

1. 바이오플라스틱 개발·보급 확대를 통한 순환경제 실현 ····· 9
2. 화이트바이오 고부가가치 제품으로 밸류체인 강화 ····· 15
3. 산업생태계 활성화를 위한 공통기반 구축 ····· 19

Ⅰ. 화이트바이오 산업의 중요성

◇ 화이트바이오산업: 바이오기술이 화학산업에 접목된 산업

* '바이오화학 산업'이라고도 부름

□ **바이오기술 적용범위가 넓어지면서** '레드바이오(보건의료) → 그린바이오(농업) → **화이트바이오(산업)'로 확대**

<바이오기술 적용 분야에 따른 분류>

	레드바이오	그린바이오	화이트바이오
상징	피(blood) 상징	식물, 곡물 등 상징	탄소 기반의 화학제품을 대체하는 '깨끗함' 상징
예시	바이오의약품 바이오의료기기	동식물치료제 종자, 기능식품	바이오 연료, 바이오플라스틱, 바이오 기반 정밀·특수화학(화장품 원료 등)

* 화이트바이오산업은 시장 규모, 기술 및 생산역량 측면에서 산업 성숙도가 낮은 편

□ 식물 등 **재생가능한 자원**을 **이용**하거나 **미생물, 효소** 등을 **활용**하여 **기존 화학산업**의 **소재**를 **바이오기반**으로 **대체**하는 산업

* 연료, 플라스틱, 개인 생활용 제품, 시약, 효소 등으로 제품 다양

<화이트바이오 산업과 석유화학 산업 간 비교>



* 화이트바이오 제품은 생산 과정에서 이산화탄소 배출량도 비교적 적지만, 원료인 식물 등 바이오매스가 이산화탄소를 흡수하여 **탄소중립적임**

○ '바이오연료 → **바이오플라스틱 → 바이오 기반 정밀·특수화학 제품** (의약품 중간체, 화장품 원료, 효소 등)' **분야로 발전**

* 바이오매스 유래 화이트바이오 제품 부가가치

바이오 연료	→	바이오 플라스틱	→	바이오기반 정밀·특수화학
(바이오에탄올) $0.5/L		(PLA,PBAT 기준) $2~4/kg		(향료, Vanillin) $100/kg (의약품 원료, Resveratrol) $250/kg

○ 유전자가위 등 **바이오신기술**이 접목하여 **제품 확장** 등 **신시장 창출**

* (美)Zymergen社, 합성생물학 기술 활용하여 다양한 바이오공정 개발

◇ 친환경, 건강에 대한 관심 제고로 화이트바이오산업 주목

□ **환경오염을 해결**하기 위한 **대안으로 화이트바이오 산업 관심 제고**

○ 석유계 플라스틱 **생산 시 CO_2 배출, 자연계로 유출** 시 **생태 유해성*** 등에 대해 바이오플라스틱이 **산업적·친환경적 대안**으로 부상

○ **미생물, 효소** 등 바이오 제품을 활용한 **하수 처리** 등 **환경을 고려한 제품 상용화** 등 화이트바이오 제품 시장 출시 활발

< 석유기반 플라스틱과 바이오플라스틱 간 친환경성 비교 >

구분		난분해성 석유기반 플라스틱	생분해성 바이오플라스틱
생산		PP 1kg 생산시 2.4kg CO_2 발생	PLA 1kg 생산시 1.2kg CO_2발생 → 이산화탄소 저감 효과
처리	분해	■ 비닐 20년, 페트병 450년 등 ■ 분해되어도 미세입자로 남아 미세 플라스틱 문제 유발	■ 매립시 물과 이산화탄소로 비교적 짧은 시간 내(6개월~5년)에 분해 가능 * 소재, 제품마다 분해시간 다름
	재활용	■ 낮은 재활용률 * 생활계 폐플라스틱 분리배출은 45%에 불과하며, 분리배출된 것 중에서도 재활용은 54%에 불과 ■ 유가 하락으로 재활용보다 새 제품 생산 비용이 저렴 → 재활용 업체 수거율도 하락	■ 물성 한계로 물리적 재활용은 어려움 ■ 다만, 고추장 사용 등으로 인한 오염으로 재활용이 어려운 식재료 용기, 어망·어구 등 환경유출 가능성이 높은 품목 중심으로 사용 시 친환경성 극대화 가능

□ **건강에 대한 관심** 및 **기존 화학제품**의 **유해성분** 등에 대한 **소비자 인식 제고**로 **바이오 기반의 고부가가치 제품 수요 증가**

○ **높은 가격**에도 불구, 바이오 기반의 화장품, 계면활성제, 의약품 원료 등 **인체 친화적인 기능성 제품**에 대한 **수요 기반 존재**

* (케어젠社) 바이오기술 활용하여 생리활성 소재인 성장인자 및 펩타이드 개발 → 고효능 화장품 판매로 급성장

◇ 주요 기업 및 선진국은 시장선점 위해 투자 확대

※ [글로벌 시장]
◇ **세계 바이오플라스틱 시장**은 **'18년 29억불**(생산량 211만톤) **규모**로 전체 플라스틱 시장의 약 0.5%를 차지하며 **향후 지속해서 증가 예상***
* 세계 바이오플라스틱시장 : ('18) 29억불→('23) 39억불 (BIOECONOMISTA, '19)
◇ **정밀·특수화학 분야** 대표 제품인 **바이오 기반 계면활성제**는 '18년 44억불, **효소**는 82억불 등
* (출처) MarketsandMakrets, Fior Market Research

□ **(기업) 글로벌 석유화학 기업**들이 **바이오기업**과 **협력**하여 합작회사 설립, 전략적 기술제휴 등으로 **산업 주도, 바이오벤처 참여도** 활발

* Dupont(미국의 화학기업)과 Tate&Lyle(네덜란드의 바이오기업)이 합작하여 바이오 화학 기업 설립 및 1,3-PDO 생산(4만5천톤)

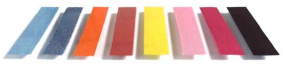
○ **(플라스틱)** (美)Natureworks*, (獨)BASF 등은 **대규모 연구개발** 및 **설비투자**를 **기반**으로 **가격경쟁력**을 확보하여 **소재·제품 상용화**

* Cargill(식품 유통기업)과 Dow(화학기업) 가 합작하여 설립한 생분해성 플라스틱 소재 PLA(Poly Lactic Acid) 생산 기업으로, 생분해성 플라스틱 시장점유율 최대

○ **(정밀·특수화학)** (덴마크)Novozymes, (獨)Evonik 등 비교적 최근에 설립된 기업이 **기능성 화장품, 효소** 등 개발로 **연매출 약 150억불 달성**

* (Novozymes) '00년에 설립되어 바이오플라스틱 원재료 가격을 낮출 수 있는 옥수수 전분 분해효소 개발로 성장,
(Evonik) 화학 기반 소재업체로 '07년에 설립되어 바이오기술 R&D를 통해 첨가제, 화장품 등 개발로 급성장

<해외 화이트바이오 분야 스타트업 성과>

(獨) AMsik('08년 설립)	(佛) PILI('15년 설립)
박테리아 활용하여 거미줄 단백질로 화장품 개발 	미생물 및 발효기술 활용한 섬유 염색 

□ **(정부지원)** 미국·유럽 등은 **환경규제 강화**와 동시에 **R&D 등 지원 확대**

민간과 합작 투자하여 대규모 R&D 지원 및 정책 수립

○ 빨대·식기 플라스틱 유통 금지, 국별 감축목표 수립 등 플라스틱 제품 사용 규제안 채택('18.10) 및 **최근 바이오플라스틱 관련 R&D지원 활발**

* EU Horizon2020사업에서 생분해성 플라스틱 기술개발 과제 급증

○ **EU 'Horizon2020'** 산하에 민관이 합작으로 투자하여 **바이오기반 산업 연합**(Bio-Based Industries Joint Undertaking)을 설치

* 총 사업비 37억 유로(EU 10억, 민간 27억 유로), 가치사슬 전반에 걸친 전주기적 지원

USDA, 농림업 중심으로 화이트바이오 산업 진흥

○ '2030년까지 석유 소비량 30%를 바이오화학제품으로 대체' 목표 제시

○ 미국 농무성은 **Biopreferred 프로그램**을 실시하여 바이오 기반 제품을 우선 구매, 라벨링을 통해 **소비자 인식제고 및 구매 촉진 유도**

* 미, Biopreferred Program '02년부터 시행, 연방정부 바이오기반 제품 우선 구매 의무화, 현재 139개 분야(ex.세정제, 페인트 등)에 대해서 우선 구매제도 시행중

생분해성 플라스틱 개발 위한 로드맵 마련

○ '30년까지 일회용 플라스틱 쓰레기 배출량 25% 삭감 목표

○ 일본경제성 해양 생분해 플라스틱 소재 및 용도 개발 중장기(~'50년) 로드맵 수립('19년)

대규모 연구비, 인프라, 인력 투자를 전략적으로 지원

○ 「바이오산업발전전략」, 「2015년 바이오 관련 산업발전계획」 등을 통해 화이트바이오 R&D 지원, 바이오제품 인증시스템 도입, 탄소세 도입 등을 추진

Ⅱ. 국내 동향

□ **(생산) 산업 형성 초기단계**로, **상용화 실적은 미미**

○ **(플라스틱)** '18년 **바이오고분자 생산은 489억원**으로 '16년 대비 오히려 감소하였고, **세계시장**에서 **차지하는 비중**은 **1.5% 미만**

○ **(정밀·특수 화학)** '18년 바이오 기반 정밀·특수화학 국내 생산은 5,220억원, **'바이오화장품 및 생활화학제품'이 82% 차지**

<국내 바이오플라스틱(고분자) 및 바이오 기반 정밀·특수화학 분야 기업 매출>



<바이오고분자> <바이오 기반 정밀·특수 화학>

* 출처: 2016~2018년 기준 국내 바이오산업 실태조사

□ **(기업)** 대기업·벤처가 산업에 진입 중이나, **산업생태계 구축에는 한계**

○ **(플라스틱) 석유화학**(SK, LG화학 등) 및 **발효전문**(CJ제일제당, 대상 등) 대기업 중심으로 기술 확보 노력중이나, **사업화 부진***으로 **대규모 투자**는 **한계**

* 일반 플라스틱에 비해 2~3배 높은 가격, 협소한 국내 시장 등

- 소재 응용·가공 제품개발은 활발하나*, **핵심 소재를 수입에 의존**

* 생분해성 수지 인증 제품은 500여개('20.9월, 기본제품 기준)

○ **(정밀·특수 화학)** 산업용 효소 개발(제노포커스), 의약용 시료 개발(아미코젠) 등 **일부 벤처 기업의 상용화 성과**

- 유전자가위 등 바이오신기술 활용한 **고부가가치 제품 연구개발·상용화 및 규제 대응 역량 부족**으로 **다양한 제품군 확장에는 한계**

* 203개 바이오화학 분야 벤처기업 중 매출액 대비 연구개발비 비중은 3.6% (2017년 국내 바이오 중소·벤처기업 현황)

국내 주요 기업 투자계획

◇ **(기업의 목소리)** "**상용화 직전 단계**까지 기술을 확보해도 **바이오플라스틱**은 **경제성이 낮아** 사업화가 어렵다"

○ '08~'09년 석유가격 폭등으로 바이오플라스틱 연구개발, 상업화 노력 활발했으나, **석유가격 하락하자 바이오플라스틱 투자 부진**

* (CJ제일제당) 경제성 문제로 '15년 '바이오플라스틱 실증플랜트 구축 사업' 중단
(롯데케미칼) Bio PET 가격경쟁력 악화로 판매 부진
(SKC) 원료수급 및 가격문제로 '13년 PLA 사업 철수 등

○ 하지만, 플라스틱 쓰레기 증가, 온실가스 등 문제 **해결 대안**으로 다시 **바이오플라스틱**에 대한 **투자 동력이 살아나고 있는 상황**

- **(SKC, '20.5월 발표)** 고강도 생분해성 바이오플라스틱 양산기술 확보에 투자, **'21년 고강도 PBAT* 상업 생산 목표**

* 일반 화학계고분자(PBAT)에 나노셀룰로오스 보강재를 추가, 인열 강도를 높인게 특징

- **(LG화학, '20.9월 발표)** 합성수지와 동등한 기계적 물성 구현이 가능한 생분해성 신소재 개발에 성공, **'22년 시제품 생산·검증 → '25년 본격 양산 목표**

* 옥수수 성분의 포도당 및 폐글리세롤을 활용한 바이오 함량 100% 생분해성 소재 (120일 이내 90% 이상 생분해, DIN CERTCO 인증)

- **(CJ제일제당, '20.11월 발표)** 100% 해양 생분해 플라스틱인 PHA, **'21년 생산 추진** (인도네시아 공장에 年 5,000톤 규모 생산 체제 갖출 계획)

* PHA(Polyhydroxyalkanoate), '16년 美'메타볼릭스(Metabolix)'의 핵심 기술자산 인수

⇒ 상용화 기술 개발 투자 활발한 가운데, 정부의 적극적인 **초기 수요 창출 노력**이 **없다면**, 또다시 **투자 동력**을 **잃을 우려**

□ **(정부 지원)** 플라스틱 사용 규제, 유전자변형기술 규제는 엄격한 가운데, **화이트바이오 제품 보급·확산**을 위한 **제도, R&D** 등 **지원은 부족**

* 정부 바이오 분야 R&D투자 비율('19): 레드(66.3%), 그린(26.7%), 화이트(7.0%) 순

○ **(플라스틱)** 1회용품 규제 로드맵('19.11월), 자원순환 대전환 정책('20.9월) 등 **규제는 강화**하고 있지만, **플라스틱 사용 저감·재활용 중심**

* 생분해성 바이오플라스틱 사용 유인 등 대체소재 활용 촉진은 부족

- **(R&D)** 소재 산업으로 **신소재 개발에 막대한 비용**이 **소요**되지만, **소규모 과제 중심**으로 지원

- **(인증)** 생분해성 수지에 대한 **인증**(환경표지)으로 공공기관 우선구매, **폐기물 부담금 면제** 등 **인센티브 제공에도 수요 창출**에는 **한계**

- **(처리)** 재활용가능 폐기물과 별도 **분리 배출**하여야 하나, **가이드라인 및 수거 처리를 위한 시설기반 등 부재**로 보급 확대 애로

○ **(정밀·특수화학) 유전자변형미생물 이용 시, 시간·비용 소모**가 **큰 위해성 심사** 등으로 소규모 기업 입장에서는 **규제 부담이 큰 상황**

- **(사업화)** 사업화 지원보다는 **기술개발 중심의 소규모 지원**으로 **민간 투자를 유인**하기에는 **부족**

< 시 사 점 >

◈ **'친환경'**을 기반으로 성장하는 산업인 만큼, **정부의 적극적인 시장창출 지원**으로 **민간 투자 견인 중요**

◈ **다양한 '고부가가치 제품 개발'**을 통한 산업 확장을 위해 **정부 R&D 지원** 확대 및 상용화를 저해하는 **규제 개선 필요**

◈ **'신산업'**으로 자리매김 위한 **혁신 인프라 구축 필요**

Ⅲ. 비전 및 전략

비전 : **화이트바이오 초기 시장 창출 및 핵심기술 확보로 글로벌 경쟁력 제고**

주요 과제

친환경 바이오플라스틱

개발 및 보급 확대로 순환경제 실현

❶ 소재 · 제품화 기술개발 지원

❷ 효용성 검증→단계적 사용 확대

❸ 바이오플라스틱 인증제 현실화

❹ 전주기 처리시스템 마련

정밀 · 특수 화학

고부가가치 제품 중심 밸류체인 강화

❶ 유망품목 발굴 · R&D지원 강화

❷ 바이오 신기술 개발·적용 촉진

❸ 혁신주체 간 연대·협력 강화

산업생태계 활성화를 위한 공통기반 구축

❶ 융합형 인재 양성 및 현장중심 교육 프로그램 마련

❷ 지식재산권 창출 및 해외시장 개척 지원

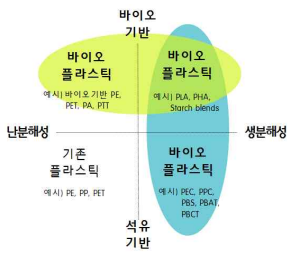
❸ 상용화 지원 인프라 구축 및 사업화 지원

Ⅳ. 추진과제

1 바이오플라스틱 개발 · 보급 확대를 통한 순환경제 실현

< 바이오플라스틱 개요 >

○ ① 일정량 이상의(일반적으로 25%) 바이오매스를 원료로 한 **바이오 기반 플라스틱** 또는 ② 일정 조건에서 물과 이산화탄소로 분해되는 **생분해성 플라스틱**(석유 기반도 포함)



① **PLA(Poly lactic acid)** : 바이오기반 + 생분해성
옥수수계 **100% 바이오매스 기반 생분해성 플라스틱**, 현재 가장 사업화에 성공

② **PBS(Poly Butelene Succinate) / PBAT (Poly Butelene Adipate Terephthalate): 석유기반 + 생분해성**
석유기반 생분해성플라스틱으로 PLA보다 생분해속도가 빨라 주로 농업용 멀칭필름, 어업용 어망, 통발 1회용 포장백 등에 주로 적용

③ **Bio PET** : 바이오기반 + 난분해성
바이오매스(전분, 목재, 사탕수수 등)를 이용하여 만든 **플라스틱**이지만 **생분해성은 없음** (CO_2저감에 효과적)

1. [R&D] 바이오플라스틱 소재 · 제품화 기술개발 지원

◇ 단기 既상용화된 **소재를 활용한 제품화 및 물성 개선** 우선 지원, 중장기 **바이오 기반 차세대 소재 개발**부터 **생산기술까지 전주기 지원**

□ **[단기]** PLA, PBAT 등 기 상용화된 **생분해성 소재**를 활용하여 제품별 **생분해성 속도를 차별 적용**한 **제품 개발 지원** ('20~, 산업부)

○ 초단기 분해 제품부터 장기적으로 물성 유지 가능한 제품까지 **스펙트럼을 넓혀 15종의 제품 개발 추진**

* 생분해성이 검증된 바이오플라스틱을 사용하여 포장재·생활편의용 제품 등을 개발하고, 용도에 맞게 생분해 속도 차별화

□ **[단기]** **바이오 기반 첨가제 개발 지원**으로 **석유계 첨가제의 대체**를 추진하고, 바이오플라스틱의 **물성 개선**(유연성, 투명성, 내구성 등)**에 집중**

* 「바이오산업핵심기술개발」 사업- '첨단바이오신소재' 내역사업 과제 (산업부, '20~'24)

□ **[중장기]** **바이오 기반 차세대 소재 개발**을 위해 균주개발-공정개발-대량생산-제품화 등 **전주기 R&D 지원**도 추진('22~, 산업부 등)

< 단계별 핵심 요소기술 및 R&D 지원 계획>

		균주개발 →	파일럿 생산 →	대량 생산 →	제품화
현재	요소기술	생산성 높은 균주 개발	단량체 생산 기술, 플라스틱 합성기술	물성을 유지하면서, 스케일업 하는 기술	압출, 사출 등 성형·가공 기술
	수준	PLA, PHA, PBAT 등 확보	10L 미만 연구실 수준	연중시설 미비	선진기업의 90% 수준
R&D 지원 계획		신규 소재 개발	생산기술 및 합성기술 개발	대량생산 기술개발	물성, 강도 등 기능 추가로 제품 범위 확대

2. [사용촉진 시장창출] 실증사업으로 효용성 검증→ 단계적 사용 확대

◇ 단기❶**실증사업**을 통해 개발-보급-확산의 **효용성 검증** → 중장기❷생분해성 바이오플라스틱 **단계적 도입** 확대로 **수요 창출**

□ **[단기]** **생분해성** 바이오플라스틱 **시제품 개발-사용-회수**하고, **생분해성 등 환경성을 평가**하는 실증사업을 추진하여 효용성 검증

① **(대상 예-1)** 음식물 용기, 1회용 수저 등 → 사용한 **제품 회수가용이**한 **다중이용시설**(스포츠시설, 공연장 등)에서 실증사업 실시

* **기초 기술 보유 연구소**(화학연) – **제품화 가능 기업**(SKC, 대인화학 등) – **처리 체계 구축 가능 지자체**(울산시) 협업 (산업부, '20~'24)

< 해외 사례 >

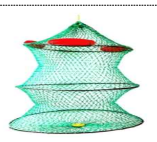
‣ (美) 메이저리그, 런던 올림픽 등 스포츠 경기장에서 바이오플라스틱 활용 'ZERO WASTE'를 추진하여 40~70%이상의 쓰레기 절감

‣ (日) 도쿄올림픽 때 사용되는 일회용 플라스틱을 생분해성 바이오플라스틱으로 대체하기 위해 제품 개발·생산 중

② **(대상 예-2)** 농어업 용품* 연구 개발과 함께 지자체와 연계하여 농지, 어촌 등에서 실증사업 실시 ('22~)

* 플라스틱 사용이 불가피하고 자연계로의 유출 가능성이 높아, 미세플라스틱 문제 우려

< 시범사업 대상 품목 (예시) >

		
종량제 쓰레기 봉투	농업용 멀칭 필름	어망/어구

□ **[중장기] 지자체와 연계**하여 일부 도시에서 **생분해성 바이오플라스틱 사용 시범 도입** → 결과에 따라 **지역** 및 **제품 범위 확대 추진**

○ 1단계 실증사업에서 **환경성·생분해도 등 평가** 후 지자체와 연계하여 단계적으로 사용 **확대 방안 강구**('22년~)

* 1단계 실증사업 추진 3차년도('22년)부터 울산시를 포함하여 2개 도시(공모)에서 2년간 ('22~'23년) 바이오플라스틱 사용 추진 (1회용품 사용이 금지된 영역, 품목 등은 제외)

○ 실증사업 추진 상황 및 기술개발 속도, 환경성 등을 고려, **단계적 생분해성 바이오플라스틱 사용 지원 로드맵 마련**('23년~)

- **(대상 품목)** 관계부처* 협의를 통해 CO_2 **저감, 퇴비 처리** 등 환경적 유용성이 높은 **바이오매스 기반 플라스틱 제품** 중심으로 품목 검토

* 산업부, 농식품부, 해수부, 환경부 등

- **(지원 방안)** 2~3배 높은 가격을 고려 **재정지원 방안*** 등 검토

* **(지원사례: 해수부)** 자망·통발 등 생분해성 어구 24종 보급 지원 (예: 나일론 어구를 생분해성 어구로 대체 사용시 보조)

< 해외 사례 >

‣ **(스페인)** **'18.5월 단계별 플라스틱 사용 규제 발표:**
① (1단계) 플라스틱 봉지 유료판매 의무화('18.7월~)
② (2단계) 생산시 재활용플라스틱 사용 의무화('20.1월~)
③ (3단계) 퇴비화 가능한 바이오플라스틱 사용 의무화('21.1월~)

‣ **(대만)** '19.7월부터 패스트푸드점 등에서 **일회용 플라스틱 빨대 제공 금지**
단, '생분해 플라스틱'으로 환경보호 마크 취득한 경우 가능

3. [사용촉진❷: 인증제] 바이오플라스틱 인증제 운영 현실화

◇ 단기 기존에 운영중인 **환경표지 인증의 활용도 제고** 및 중장기 **생분해성 바이오플라스틱 특화 인증을 신설**하여 사용 촉진 기반 마련

※ (현황) 국내에 생분해성 플라스틱에 특화된 인증은 별도로 없으며, 환경부에서 친환경 제품에 대해 부여하는 **'환경표지 인증'**에 생분해성 수지도 포함하여 운영

□ **[단기: 정부인증]** 생분해성 수지 제품의 **환경성과 위해성 확인·검증**과 함께 **생분해 조건 기준을 다양화**('21~, 환경부)

* (현행) 토양에서 생분해도만 시험 → (개선) 수계, 해양 등으로 기준 다양화
(「환경표지대상제품 및 인증기준」 개정)

<환경표지 인증 현황 및 평가>

친환경 환경부

○ 정부에서 **혜택 제공 목적**으로 생분해성 수지 제품에 대해 환경부에서 **임의 인증** 운영(의무x)

○ 단일 시험방법(KS M ISO 14855-1, 국제표준) 적용으로 생분해성 수지 제품의 다양한 특성 반영 곤란

* 퇴비화 조건(토양)에서의 생분해도만 시험 → 다양한 환경·조건에서의 생분해도 시험이 불가하여, 인증 획득 가능 제품군이 원천적으로 제한적

▲ **인증기준**
: EL724. 생분해성 수지 제품

1」 **(생분해도 기준)** 표준(ISO 14855-1)에 따른 온도·pH 등의 조건에서 **180일 이내 생분해도 90% 이상** 또는 분해추세가 뚜렷한 **45일 이내 생분해도 60% 이상**일 때 적합한 제품

2」 **(인증시 혜택)** 공공기관 의무구매 대상인 녹색제품에 포함, 폐기물 부담금 면제

□ **[중장기: 민간인증]** 소비자 대상 **신뢰도 높은 정보제공**을 위해 **'생분해성 바이오플라스틱'**을 **시험·평가**할 수 있는 **전문기관 구축** 및 **인증제 신설**

* 소재·제품별 생분해도 조건 등 화이트바이오 제품의 개별적 특성을 반영할 수 있는 기준 및 표시제 마련

○ **'바이오화학 공인인증센터' 구축**을 통해 생분해성 및 바이오매스 함량 등을 **전문적으로 시험평가 할 수 있는 기관 마련**

* 바이오화학소재 공인인증센터 구축 사업 (산업부, '18~'22, 170억원)

- 중장기적으로 **해외 민간인증기관**(Vincotte 등)에서 **국내 시험성적서가 인정**될 수 있도록 **해외 시험평가기관**(OWS)과 **협력 지속**

* 친환경성 마케팅을 위한 해외 인증제 획득에 국내 기업들의 비용 부담 큰 상황, 해외인증 획득 기간/비용: (소요 기간) 6개월~1년, (획득 비용) 제품당 약 2~8천만원

○ **협회**와 협력하여 제품별 생분해도, 생분해 조건 등을 표시하는 **생분해성 바이오플라스틱 민간 인증 신설 검토**

* 바이오플라스틱협회, 바이오소재패키징협회 등은 바이오매스 함량에 대한 인증을 운영중이며, 생분해성 바이오플라스틱에 대해서는 별도 인증 없는 상황

< 해외 사례 : 생분해성 플라스틱 중심으로 >

	미국	일본	EU
인증라벨	COMPOSTABLE IN INDUSTRIAL FACILITIES BPI	グリーンプラ	DIN Certco / OK compost TÜV AUSTRIA INDUSTRIAL
인증주최	BPI	JBPA	Din Certco(독일), TUV AUSTRIA(오스트리아)
인증기준	생분해 수지 함량 70% 이상	생분해 수지 함량 50% 이상	생분해 수지 함량 70% 이상
시험표준	ASTM D6400	JIS K 6953	EN 13432, ISO 17556, ASTM D7081, EN14987
생분해 시험 조건	토양, 수계 등	토양	토양, 수계, 해양 등

- 가장 많이 활용되는 인증은 TUV AUSTRIA 인증, 시험방법도 생분해 조건에 따라 다양

4. [처리] 바이오플라스틱 전주기 처리 시스템 마련

◇ 바이오플라스틱 보급 속도에 맞춰 단기 **분리 배출 표시** 및 **소규모 폐기물 처리 시설 구축,** 중장기 **대규모 처리** 및 **유기적 재활용** 지원

□ **[단기]** 일반 플라스틱과 ❶**분리 배출 유도** 및 ❷**소규모 처리 실증** 추진

○ 환경표지 인증표시를 변경(재활용 가능 폐기물과 분리배출 정보 제공)하여 생분해 플라스틱 제품에 **분리배출 정보 표시**하도록 의무화

* 생분해 플라스틱을 종량제 봉투를 통해 배출하여 처리

○ 생분해성 바이오플라스틱 효용성 검증을 위해 추진하는 **울산시 실증사업**에서 **年 1톤 규모의 매립지 공간 조성**하여 생분해도 평가*

* 생분해 촉진 기술, 평가기술 개발 지원

□ **[중장기] 생분해 처리** 및 **에너지 회수** 등으로 **'친환경성' 극대화**

○ 생분해 플라스틱의 사용량 **대량 증가 시 별도 처리시스템**(매립, 소각·에너지회수 등) **구축 검토**

○ 생분해성 바이오플라스틱의 **유기적 재활용**(비료화, 에너지 자원화 등)을 위한 **재활용 기술개발도 지원**

<바이오플라스틱 폐자원 순환기술 - Closing the loop>



2 화이트바이오 고부가가치 제품 중심으로 밸류체인 강화

1. [산업 확장] 유망품목 발굴 + 다양한 R&D 지원 강화

◇ **바이오 기반 벤처기업과** 함께 섬유·화장품·자동차 등 **다양한 산업군**의 중소기업 대상 **기술개발 지원 강화**

□ **[단기]** 화이트바이오 산업 내 향후 신시장 창출 가능성이 높은 **미래 선도 유망 품목을 발굴**하고 **기술개발 로드맵 마련**

* 시장 성장 방향, 기업 투자 동향, 기술 수준, 핵심 요소기술 등에 대한 분석을 기반으로 유망 품목 발굴 ('21, 산업부)

○ **특허빅데이터 분석***을 통해 기술 부상도, 글로벌 특허장벽 등을 고려한 **전략적 투자 유망기술 분야 도출**

* '21년 특허빅데이터 기반 산업혁신 지원 사업 활용하여 이슈기술 분석 추진 (특허청)

< 바이오 기반 고부가가치 제품 예시 >

구분	웰니스 소재	바이오 색소, 염료	바이오 향료	기능성 효소
제품/서비스	펩타이드, 항노화소재	천연 염료 고수율 추출공정	바닐린, 스쿠아알렌 등	식품첨가물 효소, 폐수처리 효소
관련산업	화장품/식품 산업	인테리어 산업, 섬유/제지 산업	식품 산업 생활용품 산업	의약품 산업 환경정화 산업
국내기업	두리화장품 녹십자웰빙	코오롱, 삼전황토, 세노코	서울향료, 엔자이텍	CJ, 인섹트바이오효소
해외기업	Zimmer Biomet	BIOFA, AuroZ	Evolva	(덴)Novozymes, DSM

□ **[중장기] 기반기술 확보 지원: 원천기술, 공정개발, 제품화 등**

○ **고부가가치 바이오 신소재**의 개발·생산을 위한 유전자 편집, 인공 유전체 합성, 유용 미생물 활용 등 **핵심 요소기술 확보 지원**

* (산업부) 바이오위해평가원팀리노베이션사업 ('21년, 22억원)
** (과기부) 「바이오의료기술개발」-'차세대바이오' 및 '첨단GW바이오' 내역사업 과제

○ 생체흡수성, 고탄력 등 기능성 의료용·화장품용 신소재, 석유계프리 천연 가소제 등 **다양한 산업에 응용**하는 **제품화 R&D지원**

* (산업부) 바이오기술개발(첨단바이오신소재) 사업, '21년 254억원
** (환경부) 야생생물 유래 친환경 신소재 및 공정기술 개발사업, '21년 79억원

2. [바이오 신기술] 규제개선을 통한 바이오 신기술 개발 · 적용촉진

◇ **유전자가위 등 바이오신기술 적용 식물·미생물**을 활용한 **화이트 바이오 제품 개발 확대 전망, 규제개선**을 통한 **신기술 개발 촉진**

* 유전자가위 기술 적용하여 히드로겔을 사용자가 원하는 형태로 바꿀 수 있는 스마트 신소재 개발('19.9월, 美MIT), 목질계 바이오매스에서 고농도의 바이오 연료 생산할 수 있는 미생물 개발('19.12월, 한국과학기술연구원), 등

□ **[단기] 유전자가위 등 바이오신기술** 적용 산물에 대해 시간·비용 소모가 큰 **위해성심사*를 대신**하여 보다 **간소화된 사전검토제**를 통해 **수입·생산 승인** 등을 **면제 추진**

(유전자변형생물체법 개정, 산업부, '21 목표)

* 평균적으로 위해성심사 2년 이상 소요, 심사 자료 준비하는데 억 단위 비용 소요

○ **(배경)** 현행 유전자변형생물체법(LMO법) 규제 대상으로 위해성심사, 생산 승인 등 **엄격한 규제 적용**

- **유전자가위 등 바이오신기술**은 유전자변형에 따른 **위험성이 증가하지 않는 안전한 기술**로, **보다 완화된 규제**를 **적용**하여 **기업 부담 완화** 및 **기술 발전 촉진 필요**

※ **유전자가위(genome editing, CRSPR-cas9) 기술**: 타겟하는 유전자를 정확하게 편집하는 기술, 외래(다른종) 유전자 도입 및 잔존 없이 정확하고 부작용 없이 유전자변형 가능하여 안전한 기술로 알려짐

- (해외 규제완화 사례) 미국, 일본, 아르헨티나, 호주 등에서 '외래유전자 도입 및 잔존 없으면'(유전자가위 기술 중 일부) 규제 면제

<규제개선 (안) >

As Is	To Be (제7조의3 신설)
- 유전자변형생물체를 수입·생산·이용 시, 관계 중앙행정기관의 장으로부터 **위해성심사**를 받아야 하며, **수입·생산·이용 승인**을 받아야 함	- **사전검토제 신청**을 통해 외래유전자의 도입 또는 잔존이 없다고 인정된 경우 (유전자가위 기술 활용한 경우), **위해성심사, 수입·생산·이용 승인 면제**

□ **[단기] 이미 식품용 등** 타 용도로 엄격하게 **위해성심사를 받은 유전자변형생물체**의 경우 **산업용으로 활용시 위해성심사를 간소화**하여 **기업 부담 경감**

* 유전자변형생물체법 시행령 개정('20.9.8) → 통합고시 개정 예정(~'21.3월)

○ **(배경)** 산업용 유전자변형생물체(LMO)를 활용한 화이트바이오 제품 개발 활발하나, 비용·시간 소모가 큰 **위해성심사**로 상용화 애로

As Is	To Be (제4조의3 제②항 신설)
유전자변형생물체를 수입·생산·이용하려는 자는 위해성심사를 용도별로 받아야 함 → 동일한 유전자변형 옥수수에 대해 식품용으로 위해성심사를 받았더라도, **산업용으로 수입 시 위해성심사를 다시 받아야 함**	이미 위해성심사를 받았다면, 관계 중앙행정기관의 장이 정하는 바에 따라 타 용도로 변경 시 **간소화된 위해성심사를 받을 수 있음** (식품용으로의 변경은 제외)

□ **[단기] 바이오안전성 확보**를 위한 (유전자변형생물체법에 따른)**위해성심사**가 **신소재를 개발하는 소규모 기업**들에게 부담으로 작용하지 않도록 **평가 자료 준비** 등 **심사 진입** 지원 및 **가이드라인 제공**

* 바이오위해평가원팀리노베이션 사업 ('21~'23, 산업부·과기부·질병청) : 개발된 유전자변형생물체(LMO)의 위해성평가심사 진입·유도를 위한 R&D 고도화 및 가이드라인 마련

<참고> 국내 산업용·보건의료용(화장품) LMO 관련 국내 승인 현황:

구분	품목	이벤트(특성)	신청자	승인년도
산업용	미생물	ALADIN(L-알라닌 생산)	대상(주)	2016
		GSC-B01(바이오부탄올 고생산)	GS칼텍스	2018
		FIS003-2(과당의 타가토스 전환)	CJ제일제당	2019
		DSC171124(신경성장인자 생산)	대상	2019
	식물세포	S131-2(상피세포성장인자 생산)	엔비엠	2016
보건의료용	식물세포	Agb0102(레스베라트롤 생합성)	바이오센	2018

⇒ '16년부터 승인 사례 나오기 시작, 국내 유전자변형생물체(미생물, 세포주 등) 연구시설이 약 6,000개임을 고려시 향후 승인 요청 사례 증가할 것으로 전망

3. [연대·협력] 혁신주체 간 파트너십 구축 → 밸류체인 고도화

◇ 산업 초기 형성단계에서 **국내 산업 생태계 경쟁력 강화**를 위해 **다양한 기업 간 연대와 협력 강화**

□ **[단기]** 식품, 화학, 농업, 환경 등 **다양한 전후방 이종 산업과** 네트워킹할 수 있도록 **'화이트바이오 연대협력 협의체' 구축**('21)

* 한국 바이오협회 주관, 타 산업의 협회와 협력 수요 발굴 및 융합 얼라이언스 구축

○ **비즈니스 모델을 발굴**하여 **사업화 지원**도 **병행**('22~, 산업부)

* <국내 기업간 연구개발 협력사례>

협력주체	연구개발 협력 내용
GS칼텍스-대상-창해에탄올 등	바이오에탄올, 2,3-BDO를 모두 생산할 수 있는 바이오콤비나트 인프라 구축 (산업부 R&D 지원 성과)
화학연-일광폴리머	친환경 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 제조기술 기술이전

○ 연구개발 단계부터 **수요-공급 기업 간** 협력 유도

* 정부 R&D 과제 평가 시, 수요기업이 과제 참여기관으로 들어오면 우대 (산업부)

□ **[중장기]** BASF, Cargill, Novozymes 등 **글로벌 선도기업과 정부 또는 공공기관 간 G2B 파트너십 구축**을 통해 국내 기업, 연구소 등과 협력 주선

* (예) BASF, Dow, Arkema 등 글로벌 화학기업이, 신소재 개발을 위한 기술협력을 위해 글로벌 협력 프로그램 통해 국내 협력파트너 발굴 ('19, 코트라)



3 산업 생태계 활성화를 위한 공통 기반 구축

1. [인력양성] 융합형 인재양성 및 현장중심 교육 프로그램 마련

◇ 바이오화학산업은 **바이오기술과 화학공정기술 양 분야를 이해**하고 이를 바탕으로 산업화할 수 있는 전문 인력 양성 필요

* (ex) A社는 발효산물의 분리·정제 관련 세계적인 경쟁력을 확보했음에도, 화학공정 기술 부족으로 이를 원료로 하여 소재화하는 성공사례를 제시하지 못하는 상태

□ **[단기]** 생명공학·화학 등 관련 전공 석박사생을 선발하여, **화이트 바이오 제품개발** 및 **산업화 관련 기술교육 확대** (年 15명→30명, 산업부, '20~)

□ **[중장기] 지역 기반 센터***, **중소기업 연수원**** 등 활용, **공정**(발효, 분리정제, 화학전환, 중합 등) **개발, 운영** 등 현장중심 교육 프로그램 마련 검토

* 향후 기업들의 대규모 투자 이행에 맞춰 지역 기반 상용화 센터 활용하여 생산공정 관련 인력양성 프로그램도 신설('23~, 산업부)

** 중소기업 재직자 대상 바이오 특화 과정 신설('21~, 중기부)

2. [특허 · 수출] 지식재산권 창출 및 해외시장 개척 지원

◇ **상용화에 성공**하였으나 기업 영세성으로 인해 **사업화 역량이 부족**한 **중소기업** 중심, 특허 출원 및 해외시장 진출 지원 강화

□ **[단기-특허] 기존에 없던 차별화된 제품 개발**이 많은 만큼, **특허청**에서 **지원**하는 **지식재산권 창출 전략 개발 사업을 활용하여 지원**

* IP-R&D 전략지원 사업, 중소기업 IP 바로지원 사업 등 (특허청)

○ **화이트바이오 산업**군의 중소기업이 **공통으로 필요**로 하는 신기술·애로기술에 대한 특허전략 지원을 통해 **산업 전체의 IP경쟁력 강화**

○ **개별 기업 대상** 핵심 IP 회피, 우수 IP 설계 등 지원 및 **해외 특허 출원시** 소요되는 대리인 **비용, 출원 관납료 등 지원**

□ **[단기-수출]** 코트라, 무역보험공사, 중소기업수출지원센터 등에서 지원하는 **해외 진출 사업 활용**하여 **판로개척 지원** (산업부, 중기부)

○ **해외 바이어와 1:1 상담회** 주선, **온라인 전시회** 등을 활용하여 판로 개척이 어려운 **중소기업 대상 수출 지원**

○ **'유해물질-FREE' 특성** 관련 **해외 인증*** **취득 지원**으로 기업 부담 경감

* 예시 : (佛)Eco-cert, (美)GRAS (Generally Recognized as Safe, FDA) 등

** (산업부) 중견기업 글로벌 지원사업, 소재·부품·장비 선도기업 육성 사업 등
(중기부) 해외규격인증획득지원사업, 수출바우처사업, 수출컨소시엄 사업 등

3. [사업화] 상용화 지원 인프라 구축 및 사업화 지원

◇ 아이디어는 있지만 **상용화에 어려움을 겪고 있는 기업 대상** 시제품 생산, 시험 평가 등 지원을 위한 **인프라 구축** 및 **사업화 지원**

□ **[단기] 지역별 특성**을 반영하여 **소재 고도화, 시제품 생산, 시험·평가** 등 **상용화 기반 구축**을 통해 **기업 지원 강화** (산업부)

<구축중인 상용화 지원 지역 인프라>

[울산] 바이오화학 소재 공인인증센터 ○ (개요) 바이오화학 소재 시험분석 및 인증평가 지원 ○ (기간/예산) '18~'22, 100억원	[세종] 바이오메디컬 활성 소재* 고도화 사업 * 자연 유래 화합물을 발효·합성을 통해 생산하는 신소재 ○ (개요) 합성생물학 등 신기술 지원 및 신소재 생산공정 개발, 시제품 생산 지원 ○ (기간/예산) '20~'22, 95억원
[전북] 한국형 유용균주 산업화 기반 구축 ○ (개요) 기능성 바이오 미생물 개발 및 균주 보관·효능 평가 지원 ○ (기간/예산) '15~'20, 100억원	[충북] 4D 바이오 융합소재 산업화 지원센터 구축 ○ (개요) 기능성 바이오 신소재 개발 및 시제품 생산 지원 ○ (기간/예산) '17~'21, 100억원

□ **[단기]** 그린뉴딜 정책과 연계하여 친환경 소재 등 화이트바이오 분야 **유망 중소·벤처 기업을 선정하여 사업화 지원** ('20~, 중기부, 환경부)

○ **바이오 기반 대체소재 분야**를 포함하여 **녹색기술 분야 기업 선정**하여 **3년간 최대 30억원 지원**