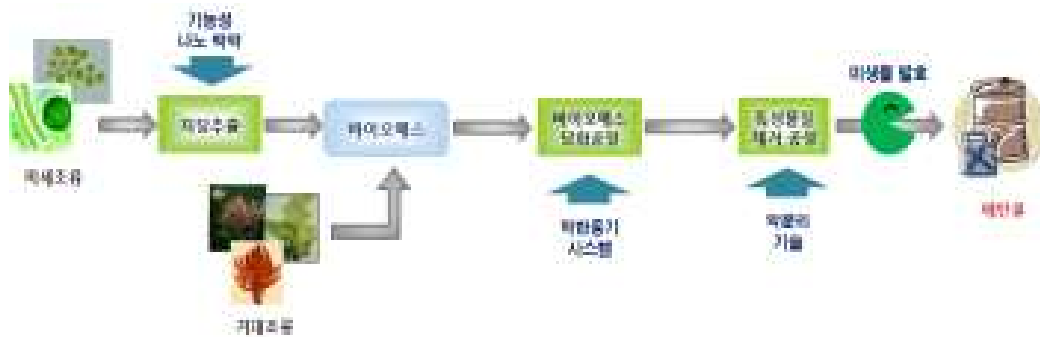


차세대바이오매스연구단 현황

연구 개념

“차세대바이오매스 생산 및 전환 기술 개발”

- 바이오매스로부터 물리·화학적 또는 생물학적 전환 기술을 적용하여 화석에너지를 대체할 수 있는 에너지를 생산하고 이를 활용하는 바이오리파이너리(바이오 기반 화학제품·바이오연료 등의 물질 생산) 기술



- 다양한 산업 및 일상생활에서 발생하는 유기성 폐수를 미세조류 성장의 영양원으로 공급하고 이를 통해 바이오에너지를 생산함으로써 바이오에너지 생산을 위한 미세조류 배양과 유기성 폐수의 고도처리를 동시에 실현할 수 있는 자원순환형 바이오매스 생산 기술





○ 추진 배경

- 지구온난화로 인한 ‘환경 위기’와 고유가로 인한 ‘에너지 위기’에 직면함.
- ‘저탄소 녹색성장’의 패러다임 아래, 범지구적인 기후변화 대응과 저탄소 녹색사회 구현을 위한 다각적 노력이 필요함
- 바이오매스는 사회 전반에 필요한 에너지 및 소재를 모두 안정적으로 공급할 수 있다는 점에서 창조경제 및 지속가능한 저탄소 녹색사회 구현을 위한 독보적인 대안임.

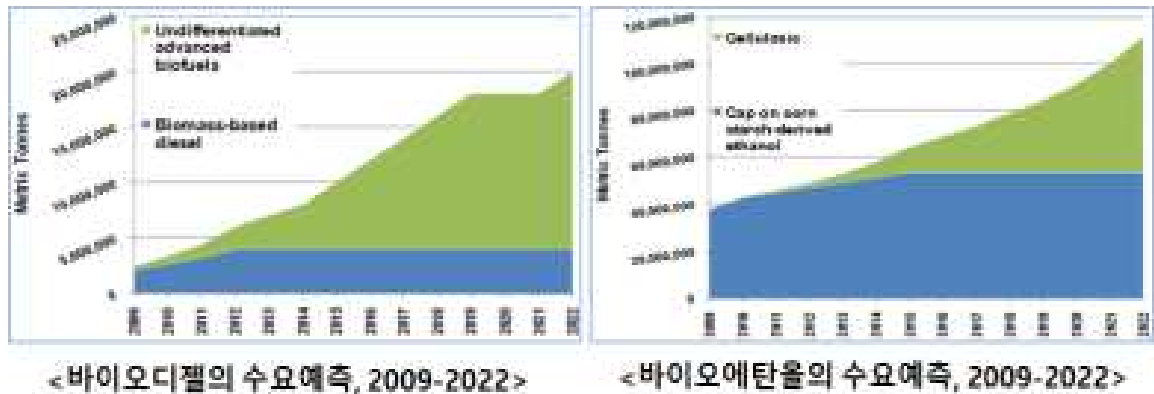


○ 바이오연료 시장 동향

- 세계 바이오연료(바이오디젤과 에탄올) 시장은 2010년 763억 달러에서 2015년 1,510억 달러, 2020년 2,466억 달러 전망.
- 바이오디젤의 2010년 세계 시장 규모는 184억 달러이며 2015년 362억 달러로 성장할 전망이며, 2020년 710억 달러로 확대 전망. (advanced 형태 포함)
- 에탄올 시장은 2010년 578억 달러 규모에서 2015년 1,147억 달러로 성장, 2020년 1,755억 달러로 확대 전망. (Cellulosic 형태 포함)
- 바이오파이너지 시장은 2007년 847억 달러에서 2012년 1,560억 달러

규모로, 전체 리파이너리 시장의 5.7%를 점유할 전망.

- 바이오리파이너리 시장의 경우, 2004-2007년 동안의 연평균 성장률 11.6%에서 2007-2012년 사이 13%의 연평균 성장률로 최근 더욱 빠르게 성장하는 추세를 보이고 있음.




○ 연구의 필요성

- **글로벌(Global)** : 에너지 자원 확보와 지구온난화 문제 해결은 전 세계 학계와 산업계의 피할 수 없는 과제로서, 범지구적인 대응이 필요함.
- **기초·원천(Ground-breaking)** : Biomass Technology(BmT)라는 신개념을 도입하여 고성능 바이오매스의 개발, 배양 및 수확을 통해 확보된 원료의 생물학적, 화학적 전환에 대한 기초·원천 기술을 개발해야 바이오매스의 에너지 및 유기 소재화 부문에서 세계를 선도할 수 있음.
- **융합연구(Group approach)** : 고성능 바이오매스 개발을 위한 식물생명공학, 식물분자생물학, 해양생물학 분야의 연구진, 바이오매스의 배양, 수확 및 원료 확보를 위한 생물공학, 물리화학, 농학 분야의 연구진, 그리고 확보된 원료의 생물학적 전환을 위한 생물학, 생화학, 생물화학공학 분야의 연구진 및 화학적 전환을 위한 화학 및 화학공학 분야 연구진들의 융합적 연구가 필요함.
- **미래성장(Growth and sustainability)** : 차세대 바이오매스 생산 및 전환 기술은 석유화학 시대 이후 바이오연료·소재의 안정적 공급원 역할을 함으로써 지속가능한 발전을 영위하게 할 뿐만 아니라, 기후변화라는

환경 위기에 대응하여 우리나라를 포함한 전 세계의 지속적인 발전을 가능하게 할 것임.

○ 연구 목표

<p><최종 산출물> 바이오연료 및 바이오소재</p>	<p>◇ 신종 바이오매스의 개발과 배양, 전환 등 제반 바이오매스 연구 분야에서 세계 초일류 연구 그룹으로 자리매김 할 수 있는 기초·원천 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생태친화형 고성능 바이오매스 개발 - 바이오매스 확보 및 원료유연형 활용 기술 개발 - 바이오매스 전환 기술 개발
	

구 분	현 행	개 선
내 용	<p>○ 높은 바이오디젤 생산 단가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현재 식량계, 목질계에만 상용화된 바이오 디젤 생산 중 	<p>○ 절감된 Biodiesel 생산 단가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미세조류 이용 바이오디젤 생산
생산 단가	\$5 per liter	\$1 per liter by 2019
생산 시스템	복잡하고, 비효율적인 개별 공정 및 생산 시스템	<p>○ 단순하고 고효율, 높은 경제성, 친환경적인 생산 시스템 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 화석연료 생산시스템에 적용하여 바이오연료 및 소재 등 생산 가능 - 화석연료 대체 가능한 신재생 에너지원 - 대기 중 이산화탄소를 흡수하여 기후변화 대응 가능
경제성	전혀 없음	경제성 있으며, 한국 자체에 필요한 바이오디젤 수급 가능(100만톤)

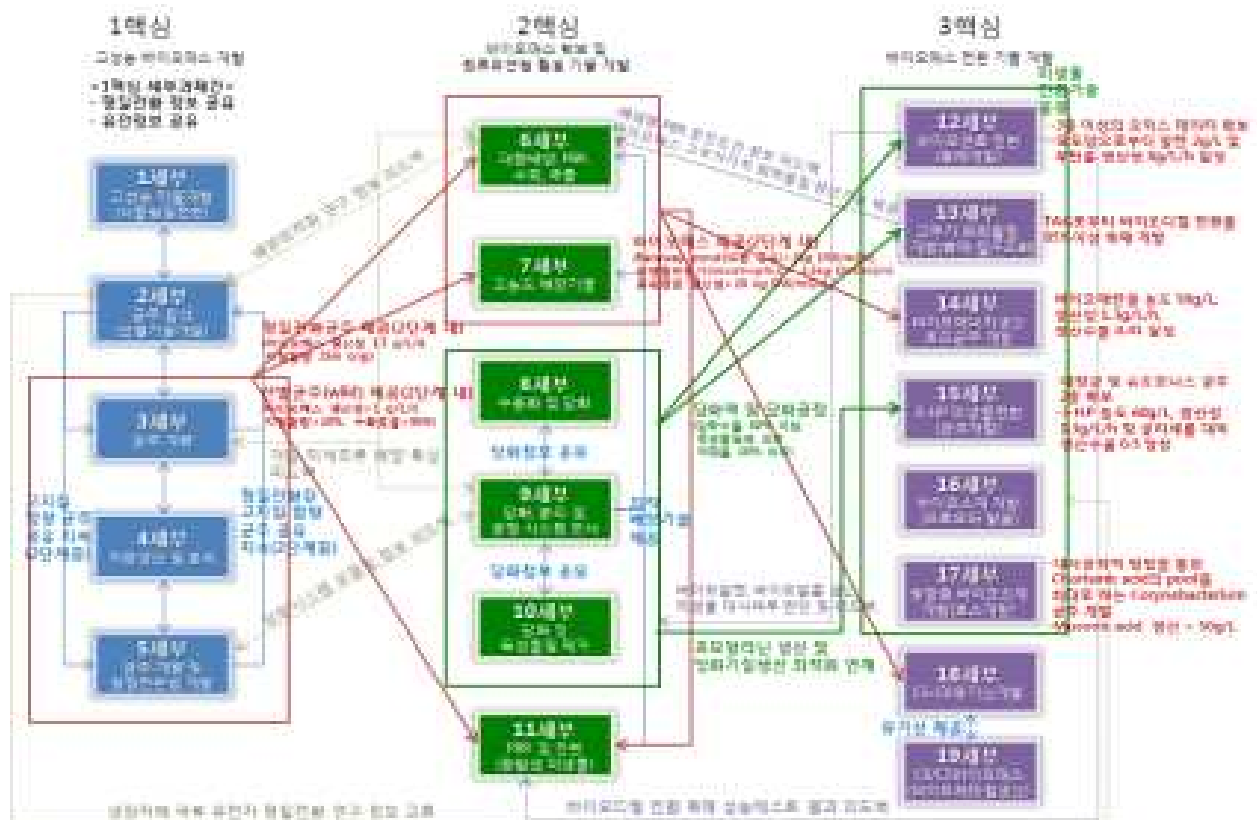
○ 연구 내용

: 생태친화적 고성능 바이오매스 개발, 바이오매스 확보 및 원료유연형 활용 기술 개발, 바이오매스 전환 기술 개발



<전체 개요>

- 과제 연계도



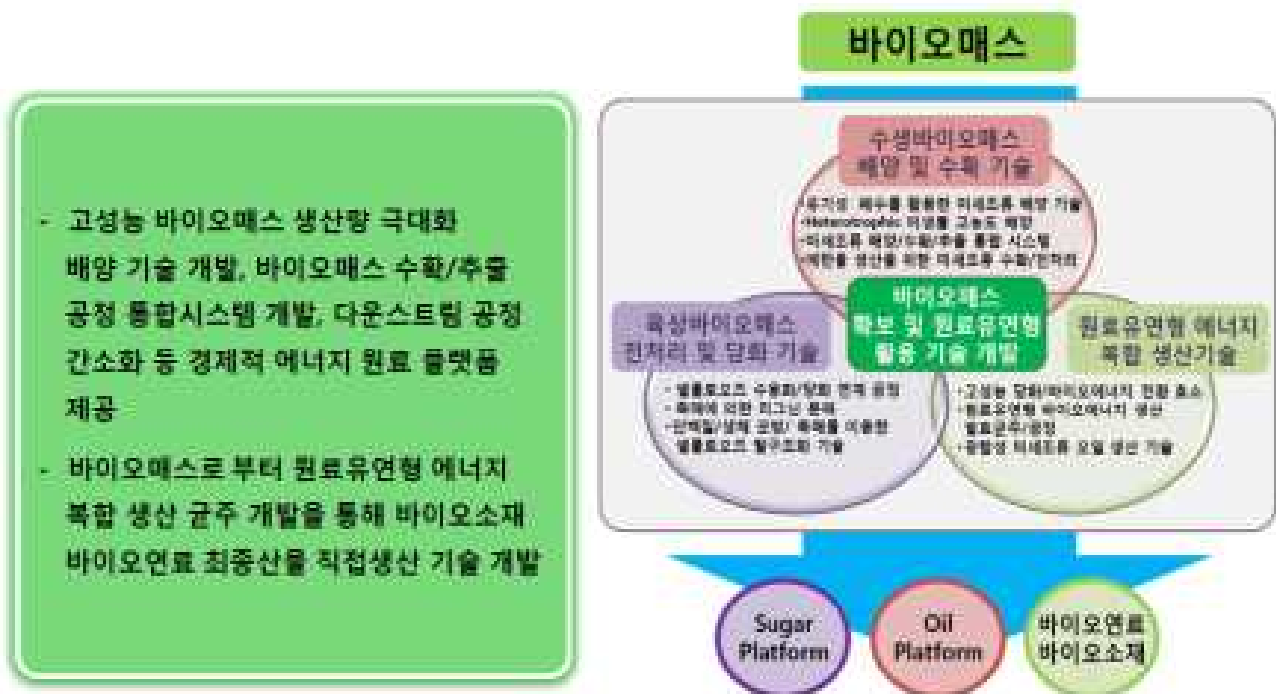


<바이오매스 기반 탄소순환형 경제체제>

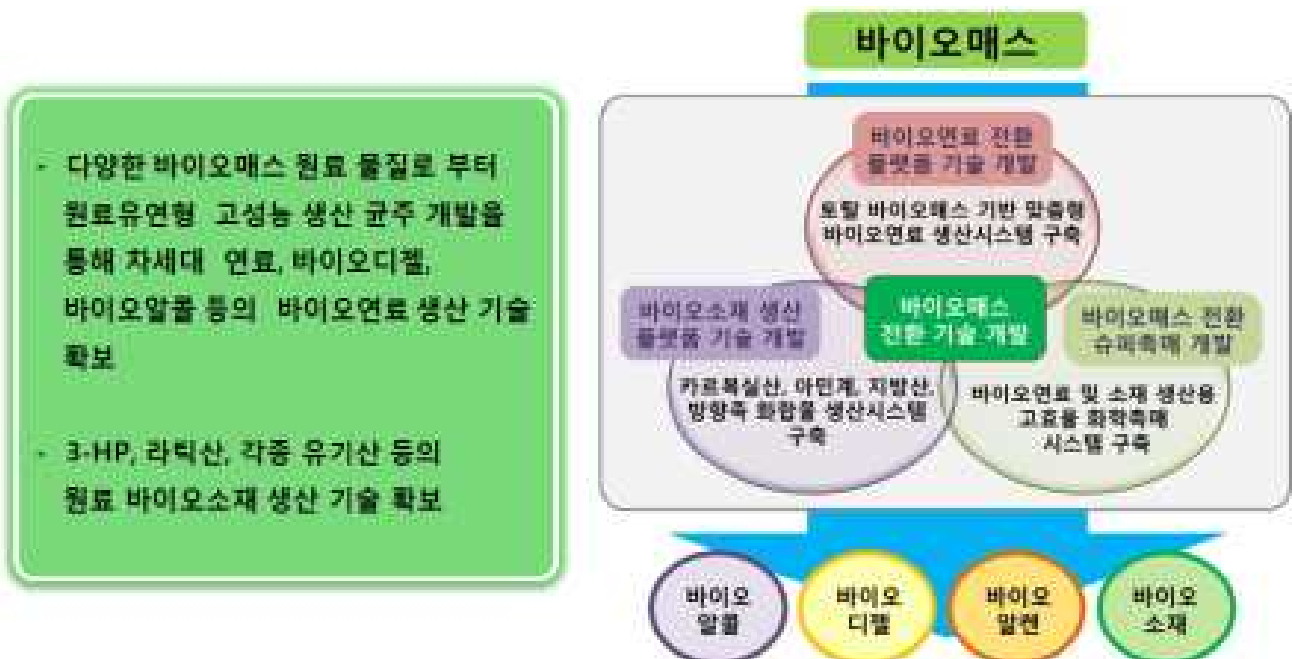
- (핵심과제 1) 생태친화형 고성능 바이오매스 개발



- (핵심과제 2) 바이오매스 확보 및 원료유연형 활용 기술 개발



- (핵심과제 3) 바이오매스 전환 기술 개발



- 기술 트리

핵심 과제	중점기술 (6개 기술)	세부기술 (18개 기술)
[1핵심] 생태 친화형 고성능 바이오 매스 개발	①수생 바이오매스 개발	① 미세조류 선별 및 분리 기술
		② 미세조류 유전자 분석 기술
		③ 미세조류 형질전환 기술
		④ 미세조류 개량 기술
	②육상 바이오매스 개발	⑤ 식물 유전자 분석 기술
		⑥ 식물 형질전환 기술
[2핵심] 바이오매스 확보 및 원료 유연형 활용 기술 개발	③수생 바이오매스 배양 및 수확 기 술	⑦ 미세조류 배양 기술
		⑧ 미세조류 수확 기술
		⑨ 미세조류 지질 추출 기술
	④원료 유연형 에 너지 복합 생산 기술	⑩ 미세조류 당화·수용화·독성 제거 기술
		⑪ 셀룰로오스 당화 및 전처리 기술
		⑫ 바이오연료 생산 통합 시스템 설계 및 제 어기술
[3핵심] 바이오매스 전환 기술 개발	⑤바이오소재 생산 플랫폼 기술	⑬ 바이오소재 생산 미생물 대사공학 기술
		⑭ 바이오소재 생산 미생물 발효 공학 기술
		⑮ 바이오소재 생산 효소(촉매) 탐색 및 개발 기술
	⑥바이오연료 전환 플랫폼 기술	⑯ 바이오연료 생산 미생물 대사공학 기술
		⑰ 바이오연료 생산 미생물 발효 공학 기술
		⑱ 바이오연료 생산 효소(촉매) 탐색 및 개 발 기술

○ 단계별 목표

1단계('10~'11)	2단계('12~'14)	3단계('15~'18)
공정별 핵심 기반 기술 개발	분야별 융복합 기술 개발	공정 최적화 및 실용화 기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> 고성능 육상 수생 바이오매스 개발 기반 기술 친환경 바이오매스 확보 및 활용 기반 기술 바이오매스 전환 균주 시스템 연구개발 	<ul style="list-style-type: none"> 고성능 수생 바이오매스 형질전환 원천기술 확보 바이오매스 배양 수확 활용 요소 기술 개발 및 scale-up 연구 고효율 바이오매스 전환 균주 및 촉매 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 고성능 수생 바이오매스 개발 및 확보 바이오매스 배양 수확 활용 통합 시스템 구축 및 오일 플랫폼 확보 기술 개발 바이오연료 및 소재 생산 공정 확립

- 추진 전략



○ 연차별 목표

- 1단계(2년)

구분	연차별 목표
1차년도 (2010년)	<ul style="list-style-type: none"> 육상 바이오매스 생장 관련 유전자 80종 이상 확보 수생 바이오매스 생장 관련 유전자 20종 이상 확보 다양한 배양 방법 및 조건 확립(폐수이용, mixotrophic 및 종속영양 배양) 미세조류의 경제적 수확 시스템 확보 선택적 지질 추출법 개발 셀룰로오스 수용화 / 당화 연계공정 개발 바이오매스 전환용 화학촉매 설계 및 개발 다양한 바이오연료 생산 기본균주 선정/개발 및 대상균주에 대한 대사공학 적 기반 기술 개발 C5 대사를 위한 유전자 조합의 선별 및 이로 형질전환된 재조합 효모의 설계 고부가 방향족 바이오소재 생산용 <i>Corynebacterium</i> 균주 개발 3-HP산 생산을 위한 효소 및 <i>Pseudomonas</i> 기본 균주의 확보 Spillover 기반의 고성능 수소화 촉매 개발
2차년도 (2011년)	<ul style="list-style-type: none"> 육상 바이오매스 생장관련 유전자 126종 확보 수생 바이오매스 생장관련 유전자 38종 확보 폐수특화 균주 4종 확보, 유용 박테리와의 공생 관계 규명, mixotrophic 배양으로 생산성 2배 개선, 종속영양 균주용 저가기질 전처리 기술 확보 친환경 생물응집제 2 종 확보 및 전기화학적 수확 기술 확립 최적 추출용매 및 조건 확립, 삼투압 기반 실험실 수준의 추출 조건 확립 셀룰로오스 분해용 촉매(SBA-15) 개발, 초임계 용매 3 종과 극성 용매 1 종을 적용하여 실험함. 트랜스에스테르화 반응용 고효율 Mg계 고상 촉매 및 탄소기반 소수성 신 촉매 확보, 신개념 NaA 제올라이트 내부 1 nm 백금입자 선택적 담지 개발 바이오가솔린 및 바이오알코올 생산 기본균주 5종 개발 및 상기 균주들에 대한 대사공학 기반기술 확립 C6/C5로부터 바이오에탄올 생산 균주 구축 및 C5 제어유전자 3종 검색 방향족 화합물 대사경로 구축 pHBA의 생산에 필수적인 효소(ubiC)개량 Xylan 기반 세포성장 이 가능한 <i>Corynebacterium</i> 균주 개량 3-HP 생산 경로 유전자 및 효소 3종 확보, 3-HP 생산 <i>Pseudomonas</i> 기본 균주 확보, 3-HP 분해효소 4종 확보, 유전자 조작기법 확립 백금을 선택적으로 담지체 내부에만 담지하는 기술 개발 촉매내부에 담지된 백금 클러스터의 분산도 및 수소흡착 분석

- 2단계(3년)

구분	연차별 목표
1차년도 (2012년)	<ul style="list-style-type: none"> • 기능성 분석을 통한 관련 형질 주요 조절 유전자의 선별 • 국내 토착 에너지 생산용 미세조류 확보 및 유전체 분석 • 우량 토착미세조류 지질대사재설계 기반 기술 확립 • Chlamydomonas에서 지질 수송 관련 기여하는 유전자들 발현제어 • 공정인자 자동조절을 통한 고농도 배양 및 지질함량 증진방안 연구 • Heterotrophic 미세조류와 박테리아의 상호관계 • 저비용, 고효율, 친환경, 연속 공정 기준으로 기술 개선 • SSOE 시스템을 통한 미세조류 수확/추출기술 • Cellulose 분자간 상호작용 및 구조에 대한 기존 용매 추가 2종의 영향 규명 • 이온성 촉매 디자인 / 화학촉매 탈구조화 공정 최적화 • 선정 초임계 용매의 전처리 최적화 조건 확립 • 효모/곰팡이 우수균주 오믹스 분석 • 비천연 아미노산이 도입된 당화/바이오디젤 전환효소 개발 • 바이오매스 맞춤형 CBP 효모 및 고온성 효모 활용기술 개발 • 혐기성세균 C2, C4-바이오 케미칼 생산성 증가 대사 공학 기술개발 • 세포 및 대사특성 파악 및 성능개선을 위한 핵심 유전자 및 각 바이오연료의 트랜스포터 발굴 • 바이오연료 생산 기본균주에 대한 배양특성 파악 및 분석 • 카르복실산의 생산성을 높이기 위해 2차 대사 경로 설계 • 아민계 화합물의 독성 평가 / 전사 인자의 방향적 진화를 통한 시스템 레벨 대사흐름 조절 • 고농도 아민계 화합물 내성 균주 개발 / 시스템 생물학 및 대사공학을 통한 최적 대사 경로 구현 • 지방산 생산과 관련이 있는 유전자들의 분석과 상관관계 규명 • 분자진화기술 기반의 chorismate pyruvate lyase, indole oxygenase, indole-3-pyruvate decarboxylase, 2-oxygenase 효소 개량
2차년도 (2013년)	<ul style="list-style-type: none"> • 생태친화형 고성능 바이오매스 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 토착 미세조류(Ettlia, Chlorella, Chlamydomonas, Scenedesmus, Botryococcus 등)의 유전체 분석, 광합성 및 물질대사 기능 조절을 통해 우량 미세조류주 개발 • 바이오매스 확보 및 원료유연형 활용 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 폐수 및 유기성폐기물을 이용한 고농도 바이오매스, lipid 생산과 폐기물 고도처리 및경제적 방식을 이용한 수확에 이은 습식 지질 추출 - 목질계 바이오매스의 효소 전처리 및 당화 시스템 최적화 - 복합영양 광합성 미생물 대량생산을 위한 PBR 개발 - 미세조류 습식 용매추출의 반응 거동 모사 및 최적화 - 미세조류 생산 및 바이오디젤 생산 전체 공정의 시스템 모사 및 최적화 • 바이오매스 전환 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 미생물 기반 바이오화합물 개발 - 효율적인 대사공학적 균주개량을 위한 원천기술 및 오믹스 도구, 핵심 효소 개량 기술 개발 - 바이오화합물 전환용 촉매 및 바이오 융합기술 개발 - 미세조류 바이오매스 동시 당화 지질추출 공정 및 막분리로 독성물질 제거

구분	연차별 목표
3차년도 (2014년)	<ul style="list-style-type: none"> • 우수형질의 토착 미세조류 선별, 군집분석을 통한 생장 및 지질함량 증대 ⇒ 우량 미세조류(Wild type)는 광생물 반응기에서 바이오매스 생산성 > 1 g/L/d, 지질함량 > 20%, 수확효율 > 90% 동시 만족 • 미세조류 바이오마커 개발, 전장 유전체 분석 및 미세조류 형질전환시스템 구축 ⇒ 형질 전환된 미세조류의 광생물반응기 바이오매스 생산성 1.5 g/L/d, 지질함량 25% 이상 • 미세조류 및 미생물 고농도 배양 및 연속배양 최적화 기술 개발 ⇒ Raceway pond(10톤 규모) > 25 g DW/m²/d / 광생물반응기(mixotrophic) > 2.5 kg DW/m³/d / 증속영양 생산성 > 20 kg DW/m³/d • 미세조류 수확의 전기화학적, 생물학적, 물리적 방법의 hybrid system 적용과 scale-up을 통한 경제성 확보 수확 및 추출 통합 공정 개발 ⇒ 미세조류 유래 바이오디젤 생산 단가 중 수확비용의 비중(현재 25% → 20%로 낮춤) / 수확효율 > 90% • 미세조류로부터 선택적 지질 추출공정 개발 및 scale-up ⇒ 지질 추출효율 > 80% / Pilot 규모의 회수공정 개발(50 L) • 바이오매스 전처리 및 당화 기술 개발과 시스템 모사를 통한 전체 공정 디자인과 최적화 ⇒ 당화수율 80% 이상 / 독성물질에 의한 저해율 10% 이하 / 전환율 범위 70% 이상까지 수학적 모델링 / 세포 성장률 > 5 g/L, 지질 함유량 > 40% • 미세조류 바이오매스 유래 바이오디젤 생산 최적화 기술 개발 ⇒ 전환율 85% 이상/바이오디젤 품질 규격 만족 여부 평가, 바이오디젤 전환 및 품질 규격 • 멀티오믹스 기반 바이오연료 생산균주의 대사특성 파악 및 성능 향상 ⇒ 3종 이상의 오믹스 데이터 확보/포도당으로부터 알켄 2 g/L 및 부탄올 생산성 8 g/L/h 달성 • 합성유사효소 전환 시스템 구축을 통한 C5/C6 바이오매스로부터 재조합 효모기반의 바이오에탄올 생산 시스템 개발 ⇒ 바이오에탄올 농도 50 g/L, 생산성 1.3 g/L/h, 생산수율 0.41 달성 • 시스템 대사공학 및 합성생물학 기반 3-hydroxypropionic (3-HP) 산 생산 균주 및 배양기술 개발 ⇒ 대장균 및 슈도모나스 균주 2종 확보/3-HP 농도 60 g/L, 생산성 1.3 g/L/h 및 글리세롤 대비 생산수율 0.5 달성 • 트리글리세라이드로부터 바이오디젤의 직접 생산 고체 나노다공구조/멤브레인 촉매 시스템 개발 ⇒ TAG로부터 바이오디젤 전환율 85%이상 촉매 개발

- 3단계(4년)

구분	연차별 목표
1차년도 (2015년)	<ul style="list-style-type: none"> • 오믹스(Omics) 기반 미세조류 군집의 생리적 특성 규명 • 고 지질함량의 미세조류 형질전환체 선발 • 미세조류, 미생물의 고농도 배양 및 고농도 지질 생산기술 연구 • 미세조류 수확의 전기화학적, 생물학적, 물리적 방법의 hybrid system 적용 • 미세조류 지질 추출 공정 효율 개선 • 셀룰로오직 바이오매스 전처리 및 당화 기술 최적화 • 미세조류 유래 바이오디젤 전환율 업그레이드 • 바이오매스 당화액 이용 바이오연료 생산 기반 기술 개발 • 바이오매스 가수분해물 내성 증진 • 3-HP 생산 최적 균주 개발 • 트리글리세라이드로부터 윤활유의 직접 생산 촉매 연구
2차년도 (2016년)	<ul style="list-style-type: none"> • 오믹스(Omics) 기반 미세조류 군집의 생태적 특성(광합성, CCM-탄소농축 기작 등) 규명 • 고속 생장 및 고 지질함량의 미세조류 형질전환체 선발 • 미세조류, 미생물의 고농도 배양 및 고농도 지질 생산기술 scale-up • 미세조류 수확의 전기화학적, 생물학적, 물리적 방법의 hybrid system scale-up • 미세조류지질 추출 효율 개선 및 경제성 확보 • 바이오매스 전처리 및 당화 기술 개발 및 독성물질 저감 연구 • 미세조류 유래 바이오디젤 전환 기술 최적화 • 바이오매스 당화액 이용 바이오연료 생산 균주 개발 플랫폼 기술 확보 • 바이오매스 가수분해물 내성 증진과 전처리 통합공정 통한 바이오에탄올 생산 공정 개발 • 3-HP 생산 최적 균주 개발 및 최적 배양 기술 개발 • 트리글리세라이드로부터 윤활유의 직접 생산 촉매 개발
3차년도 (2017년)	<ul style="list-style-type: none"> • 오믹스(Omics) 기반 미세조류 군집의 생리, 생태적 특성(광합성, CCM-탄소농축기작 등) 규명 및 미세조류 생산 최적시스템 기반 구축 • 고속 생장 및 고 지질함량의 미세조류 형질전환체 개발 • 미세조류, 미생물의 고농도 배양 및 고농도 지질 생산 최적화 • 미세조류 수확의 전기화학적, 생물학적, 물리적 방법의 hybrid system 적용과 수확 및 추출 통합 공정 개발 • 미세조류 지질의 효율적, 경제적 추출 공정 scale-up • 시스템 모사를 통한 바이오매스 전처리 및 당화기술 전체 공정 디자인 • 미세조류 유래 바이오디젤 물성 개선 • 바이오매스 당화액 이용 바이오연료 생산 시스템 최적화 • 바이오매스 가수분해물 전처리 통합 공정 개발을 통한 고효율 바이오에탄올 생산 공정 최적화 • 3-HP 생산 최적 배양 기술 scale-up 연구 • 트리글리세라이드로부터 윤활유의 직접 생산 촉매 시스템 개발

구분	연차별 목표
4차년도 (2018년)	<ul style="list-style-type: none"> • 오믹스(Omics) 기반 미세조류 군집의 생리, 생태적 특성(광합성, CCM-탄소농축기작 등) 규명 및 미세조류 생산 최적시스템 구축 ⇒ Raceway pond 바이오매스 생산량 > 40 g DW/m²/d (Lab scale) • 고속 생장 및 고 지질함량의 미세조류 형질전환체 개발 ⇒ 형질전환된 미세조류의 광생물반응기 바이오매스 생산성 2 g/L/d, 지질함량 40% 이상, 수확효율 > 90% • 미세조류 및 미생물고농도 배양 및 고농도 지질 생산기술 개발 ⇒ Raceway pond(100톤 규모) > 35 g DW/m²/d / 광생물반응기(mixotrophic) > 4.0 kg DW/m³/d / 종속영양 생산성 > 30 kg DW/m³/d • 미세조류 수확의 전기화학적, 생물학적, 물리적 방법의 hybrid system 적용과 scale-up을 통한 경제성 확보 수확 및 추출 통합 공정 개발 ⇒ 추가 scale-up으로 전체 단가 중 수확비용이 차지하는 비중 절감(현재 20% → 15%로 낮춤) / 수확효율 > 95% • 미세조류의 효율적, 경제적 추출공정 개발 및 scale-up ⇒ 지질 추출효율 > 90% / Pilot 규모의 회수공정 개발(1,000 L) • 바이오매스 전처리 및 당화 기술 개발과 시스템 모사를 통한 전체 공정 디자인과 최적화 ⇒ 당화수율 85% 이상 / 독성물질에 의한 저해율 8% 이하 ⇒ 셀룰로오스 탈구조화 및 당화 연계기술 개발 및 상용화 / 전환율 범위 80% 이상까지 수학적 모델링 • 미세조류 유래 바이오디젤 전환 기술 사업화 ⇒ 전환율 90% 이상/바이오디젤 전환 공정 최적화 및 물성 개선(cetane 52 이상) • 바이오연료 생산균주 개발 원천 플랫폼 기술 확보 및 생산 시스템 구축 ⇒ 바이오매스 당화액이 포함된 당 혼합물로부터 알켄 5 g/L 및 부탄올 생산성 10 g/L/h 달성 • 바이오매스 가수분해물 내성 증진과 전처리 통합공정을 통한 고효율 바이오에탄올 생산 공정 개발 ⇒ 바이오에탄올 농도 130 g/L, 생산성 1.5 g/L/h, 생산수율 0.45 달성 • 3-HP 생산 최적 균주 개발 및 스케일 업 (100 L 규모 이상) 연구를 통한 상업화 생산 기반 기술 확보 ⇒ 3-HP 농도 70 g/L, 생산성 1.5 g/L/h, 글리세롤 대비 생산수율 0.6, 정제 수율 90% 달성 • 트리글리세라이드로부터 윤활유의 직접 생산 연속 촉매 시스템 개발 ⇒ TAG로부터 바이오 윤활유 전환율 70% 이상 촉매 개발

○ 기대효과

- (과학기술적) 바이오연료 및 바이오소재 분야 기술강국 실현

- 새로운 바이오매스 개발·배양·전환 등 원천기술 개발을 통한 바이오연료·소재분야의 기술역량 세계 4대 강국 실현
- 바이오연료·소재 분야 Bottle neck 해결 위한 기초·원천 기술 개발로 바이오리파이너리 기반 사회 구축 및 이를 통한 창조경제 기반 마련

- (경제적) 경제성 있는 바이오연료 및 바이오소재 개발

- 미세조류 고효율 배양·수확·추출·전환을 통한 바이오연료 및 고부가 바이오소재의 경제성 확보¹⁾
- 2019년까지 미세조류 기반 바이오디젤 3.77USD/gal (Open pond 4,820 acre 미세조류 생산시) 생산으로 바이오연료 경제성 확보
- 2019년 국내 디젤 생산매출의 1%만 점유할 경우 1년간 700억~900억 원 매출 기대 (미세조류 100톤 배양×10개×1년 생산시)
- 바이오리파이너리 시스템 구축을 통한 바이오연료 및 바이오소재 개발로 화학 산업의 패러다임 전환 기반 구축

- (사회적) 에너지 자립 국가 기반 마련

- 유가 변동에 의한 경제·사회적 타격 감소 및 바이오에너지 대량생산으로 인한 수송용 연료의 시장 가격 조절 용이
- 바이오연료 및 바이오소재 기술 개발을 통해 400명~500명 고용창출 효과 창출(미세조류 100톤 배양×10개×1년 생산시)



1) 연구단 목표 달성시 연구단 기술력만으로 2020년 국내 바이오디젤 수요량 1백만 KL 전량을 경제성 있게 생산 가능 (미세조류 100톤 배양 × 10개 × 1년 생산시)

	<p>○ 미생물 이용한 세계 최초 가솔린 생산 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초로 대사공학기술을 이용하여 크래킹¹⁾ 없이 대장균에서 직접 사용가능한 가솔린, 디젤, 오일 생산 기술 개발 - 다양한 바이오 화합물을 생산할 수 있는 플랫폼 기술이 될 것으로 예상되며, 향후 가솔린의 생산성과 수율을 높이는 연구 계획 <p>※ Nature 게재(2013.09)</p> <p>1) 크래킹(cracking) : 끓는점이 높은 중질유를 분해하여 원료유보다 끓는점이 낮은 경질유로 전환하는 방법</p>
	<p>○ 세계 최초 바이오매스와 지질 동시 생산 조절 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초로 바이오매스(균주)와 지질(lipid)을 동시에 생산 조절이 가능한 기술 개발 - 바이오매스와 지질 동시 생산을 인위적으로 조절할 수 있는 기술로 다른 미세조류에도 적용 가능하며, 바이오매스와 지질의 효율적인 대량 생산 가능 <p>※ 논문 및 특허 출원 중</p>
	<p>○ 음식물 쓰레기 자원화 기술 개발 및 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 음식물 쓰레기와 함께 발생하는 오·폐수를 동시에 처리하여 바이오매스 저가 기질 및 비료로 자원화 할 수 있는 음식물 쓰레기 종합처리 기술 및 장치 개발 및 기술이전 <p>※ (주)휴먼월」 기술이전 0.5억원(경상실시료 : 순이익의 5%)</p>
	<p>○ 바이오디젤 생산용 전분 및 지질 고생산 미세조류 발굴</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광범위 온도(4 - 36°C) 에서 고속성장하며, 고농도의 지질 축적 (total FAME 39%/DCW) 가능한 바이오디젤 생산용 미세조류 발굴 및 9,302개의 유전자 서열 예측(전체 길이 95.0 Mb 게놈 분석) 완료 <p>※ 국내 특허 출원(10-2013-0002313) 및 PCT출원 (KR2013/004441)</p>
	<p>○ 바이오매스 고생산용 저가형 비닐 광생물반응기 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고농도 CO₂(10%) 및 유기물 이용 복합영양 저가비닐 광생물반응기 배양기술 (20 L 규모) 개발; 바이오매스 생산성 0.6 g/L/day <p>※ 국내 특허 출원(10-2013-0052804)</p>
	<p>○ 미세조류 고농도 배양을 위한 광생물 반응기 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 외래 균주로부터 미세조류가 오염되는 것을 방지하고 효율적인 외부환경요소의(빛, 온도, 산소 등) 제어를 통해 높은 생산 효율을 올릴 수 있는 광생물 반응기 개발 <p>※ 기술이전 : (주)랩서비스, 정액 3천만원</p>

3

세부과제 현황

○ 세부과제 목록

과 제 명		주관기관	연구 책임자	연구비(백만원)	
				'13년	'14년
(핵심1)	생태친화형 고성능 바이오매스 개발	한국생명공학연구원	오희목	2,510	2,374
세부1-1	바이오매스 생산을 위한 에너지 분배 규명	포항공과대학교	황일두		
세부1-2	유전체, 생리·생태적 특성에 기반한 바이오매스 조류개량	한국생명공학연구원	오희목		
세부1-3	고효율 3세대 바이오에너지 생산을 위한 미세조류 발굴 및 대량배양 기술 연구	경북대학교	윤호성		
세부1-4	Chlorella sp. ArM29 지질대사 재설계	한국생명공학연구원	정원중		
세부1-5	바이오연료 생산을 위한 미세조류의 유전적 변형과 생물학적 엔지니어링	한국과학기술원	정병률		
세부1-6	에너지 미세조류 광합성 특성 분석을 통한 광합성 기구 개량	충남대학교	박연일		
(핵심2)	바이오매스 확보 및 원료유연형 활용기술 개발	연구단	양지원	4,890	4,406
세부2-1	유기성폐수를 활용한 미세조류 대량생산 및 저에너지 소모형 미세조류 배양/수확/추출 단일화 공정 개발	연구단	양지원		
세부2-2	폐수 및 폐유기성 자원을 이용한 미세조류의 배양 및 배양된 미세조류를 바이오매스로 사용한 바이오디젤의 생산	포항공과대학교	박종문		
세부2-3	종속영양 기반 미세조류의 고농도 배양 및 저비용 수확	한국과학기술원	한종인		
세부2-4	효율적인 바이오매스 배양과 전환을 위한 시스템적 모델링과 데이터 분석 및 전체 공정 디자인과 최적화	한국과학기술원	이재형		
세부2-5	광생물반응기 이용 광합성 미생물 고농도 생산 및 바이오크루드 오일 전환 연구	한국에너지기술연구원	오유관		
세부2-6	광생물반응기 이용 광합성 미생물 고농도 생산 및 바이오크루드 오일 전환 연구	SK케미컬(주)	이종인		
세부2-7	미세조류 오일의 바이오디젤 전환 기술 개발 및 scale-up	(재)포항산업과학연구원	황보준권		
세부2-8	미세조류로부터 추출한 Oil의 Bio Jet Fuel 생산	SK이노베이션(주)	유재욱		
세부2-9	고효율 저비용 광생물 반응기 (Photobioreactor) 개발	SK이노베이션(주)	정문근		

과 제 명		주관기관	연구 책임자	연구비(백만원)	
				'13년	'14년
(핵심3)	바이오매스 전환 기술 개발	부산대학교	박성훈	2,000	2,620
세부3-1	바이오연료 전환 플랫폼기술 구축	한국과학기술원	이상엽		
세부3-2	미세조류 바이오매스 당화 및 당화액 이용기술 연구	한국과학기술원	장용근		
세부3-3	미세조류 유래 혼합당 전환공정 및 β -lactam 중간체/아미노산 전구체 생산 시스템 구축	고려대학교	김승욱		
세부3-4	Saccharomyces cerevisiae 기반 C6/C5 통합형 바이오화학소재 생산	서울대학교	서진호		
세부3-5	내열성 바이오플라스틱 소재 D-lactic acid 고효율 생산 효모 연구	한국생명공학연구원	손정훈		
세부3-6	3-hydroxypropionic acid 생산을 위한 미생물 전환공정 연구	부산대학교	박성훈		
세부3-7	재조합 대장균에서 3-HP 생산을 위한 합성생물학 기반의 대사경로 최적화	포항공과대학교	정규열		
세부3-8	바이오 매스 기반 고농도 C5~C8 유기산 플랫폼 화합물 생산 핵심 기술 구축	한양대학교	상병인		
세부3-9	광생물반응기 이용 광합성 미생물 고농도 생 산 및 바이오크루드 오일 전환 연구	SK케미컬(주)	이종인		
세부3-10	미세조류 대량배양 시스템 구축과 바이오매 스 대량생산	(주)엔엘피	윤지현		
세부3-11	미세조류 대량배양을 통한 치어양식용 사료 개발 및 고부가 기능성 물질 추출 공정 개발	(주)클로랜드	최태오		
(단위)	바이오매스 생산전환기술 기획관리평가	연구단	양지원	600	600
계				10,000	10,000