

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





1

연구 개요

○ 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.

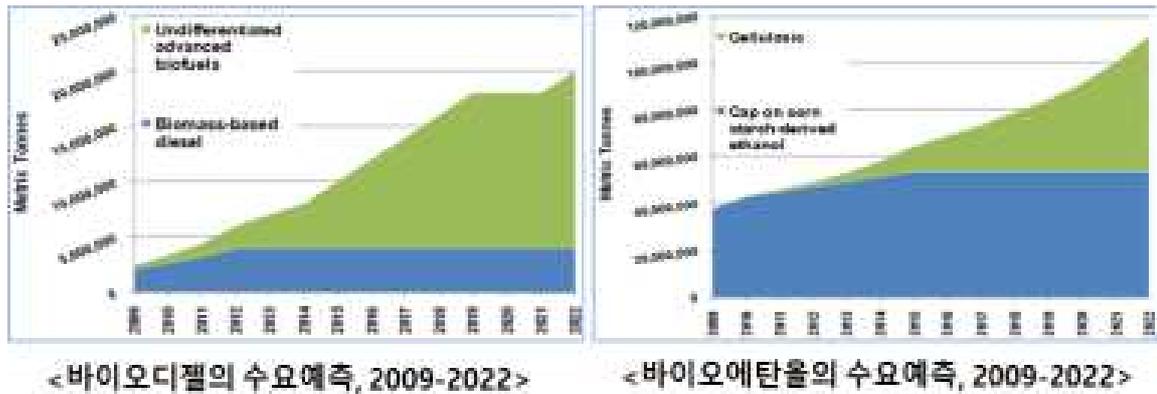


○ 바이오연료 시장 동향

- 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)
- 바이오리파이너리 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)

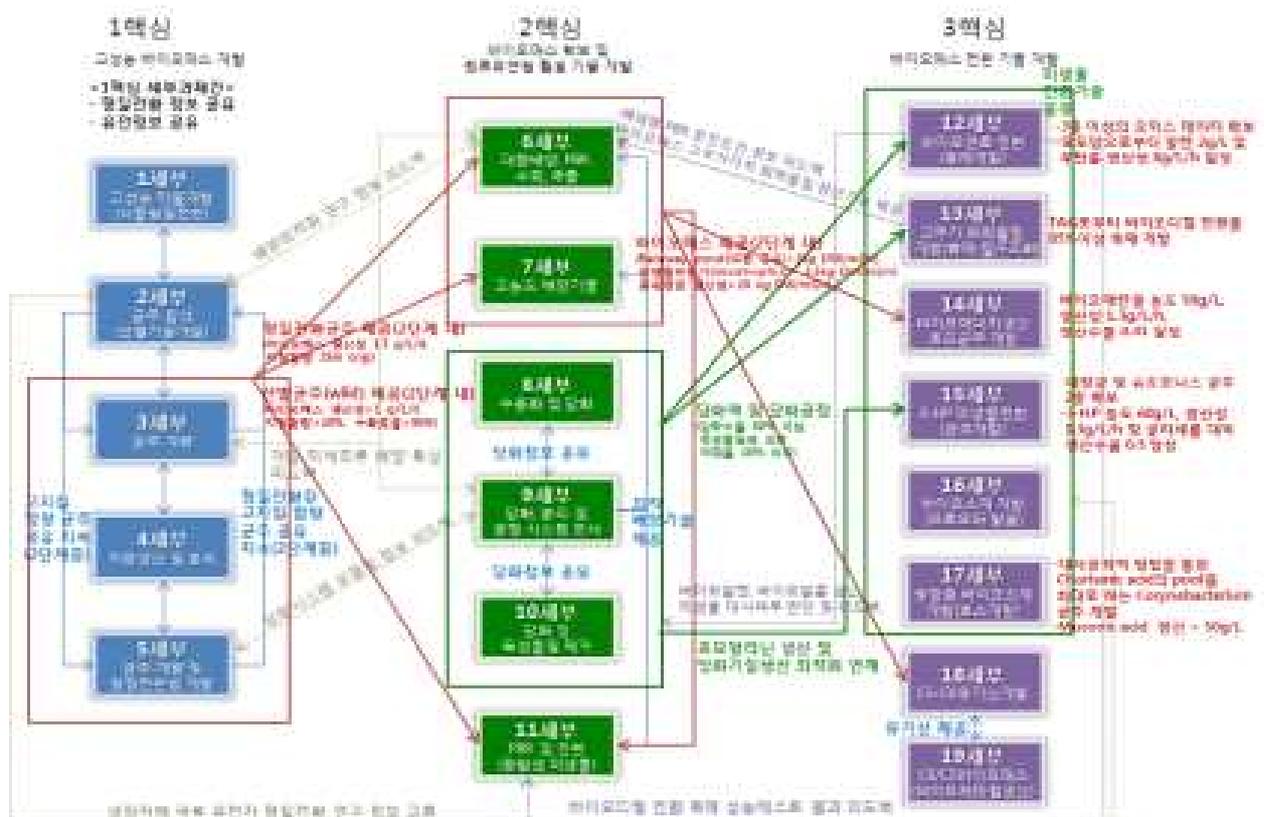
○ 연구 내용

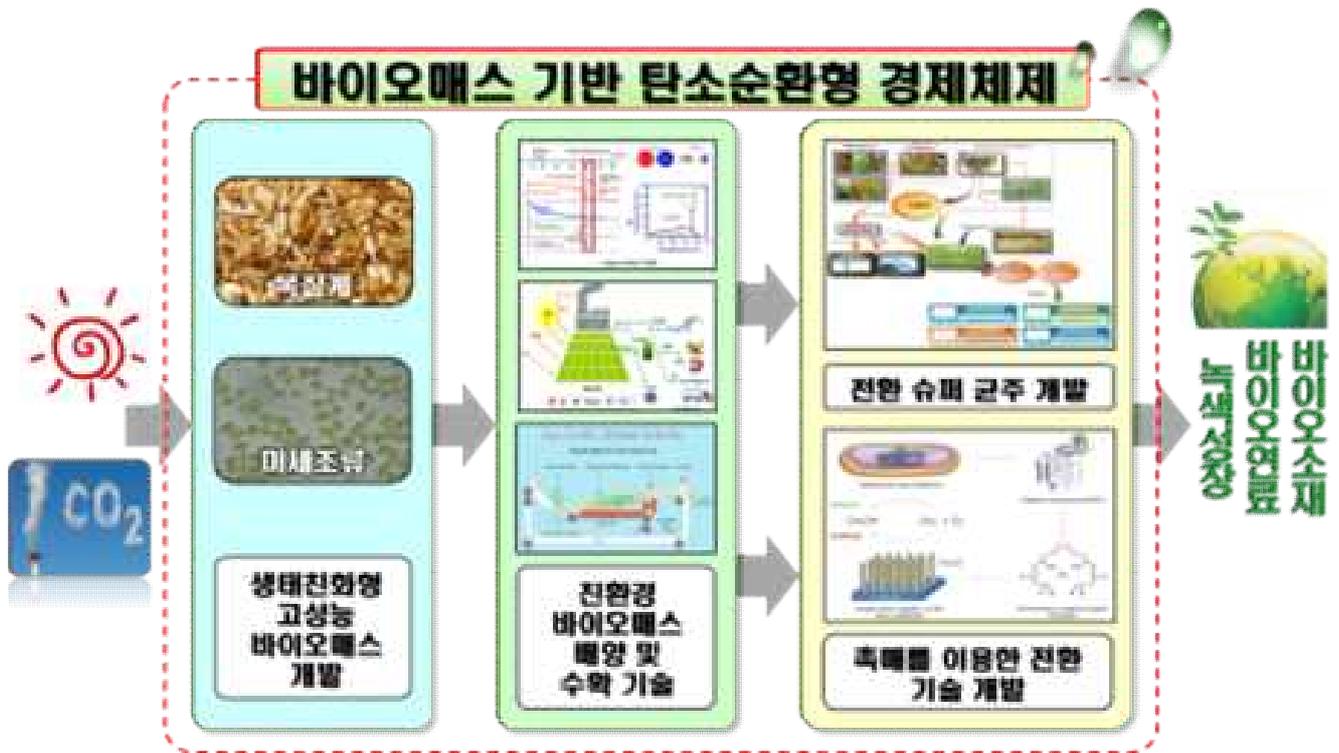
: 생태친화적 고성능 바이오매스 개발, 바이오매스 확보 및 원료유연형 활용 기술 개발, 바이오매스 전환 기술 개발



<전체 개요>

- 과제 연계도



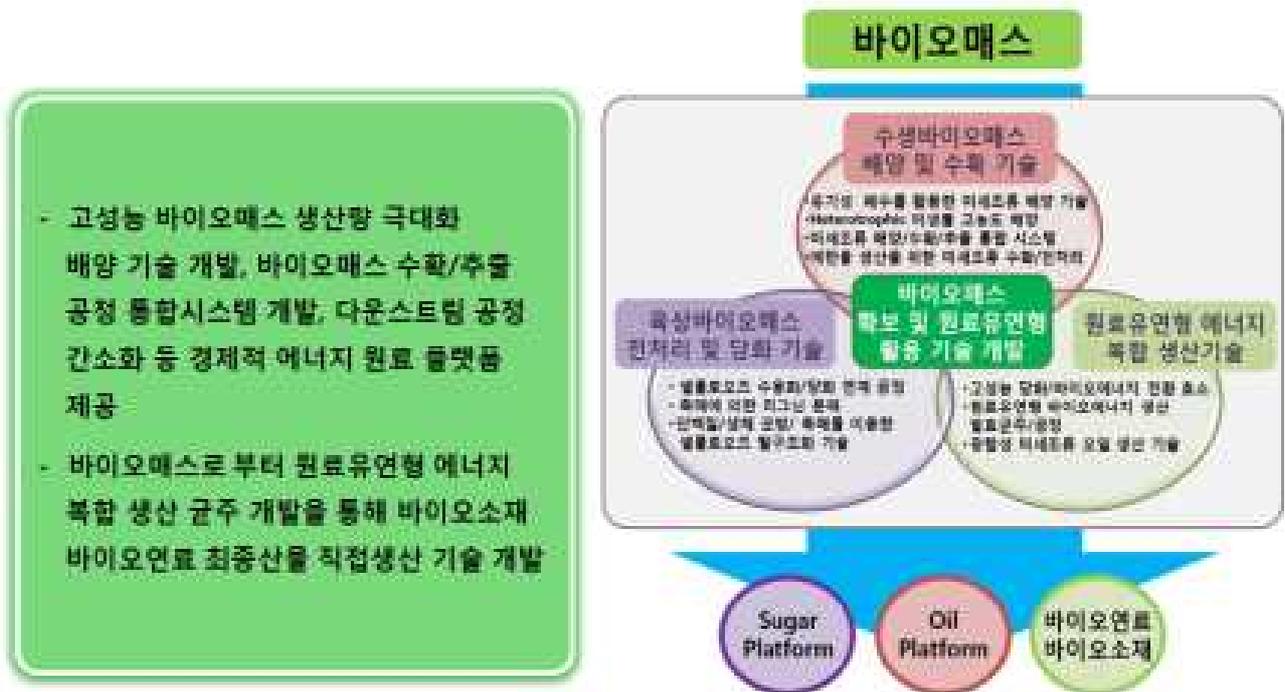


<바이오매스 기반 탄소순환형 경제체제>

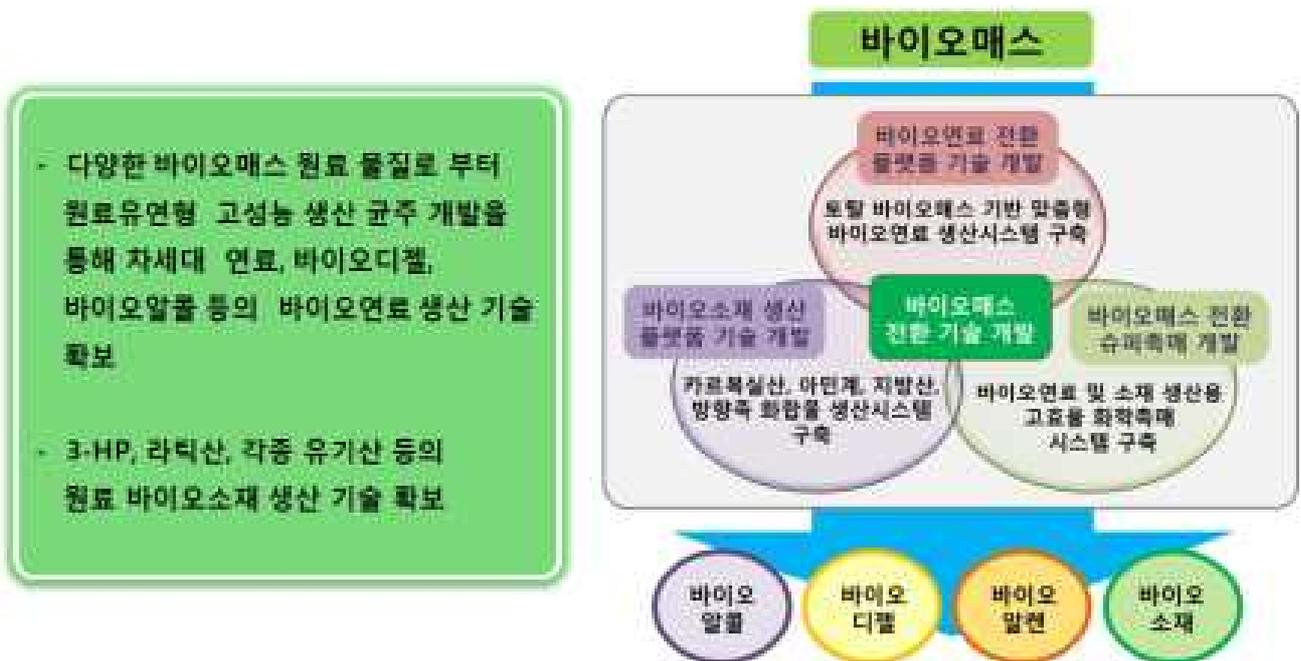
- (핵심과제 1) 생태친화형 고성능 바이오매스 개발



- (핵심과제 2) 바이오매스 확보 및 원료유연형 활용 기술 개발



- (핵심과제 3) 바이오매스 전환 기술 개발



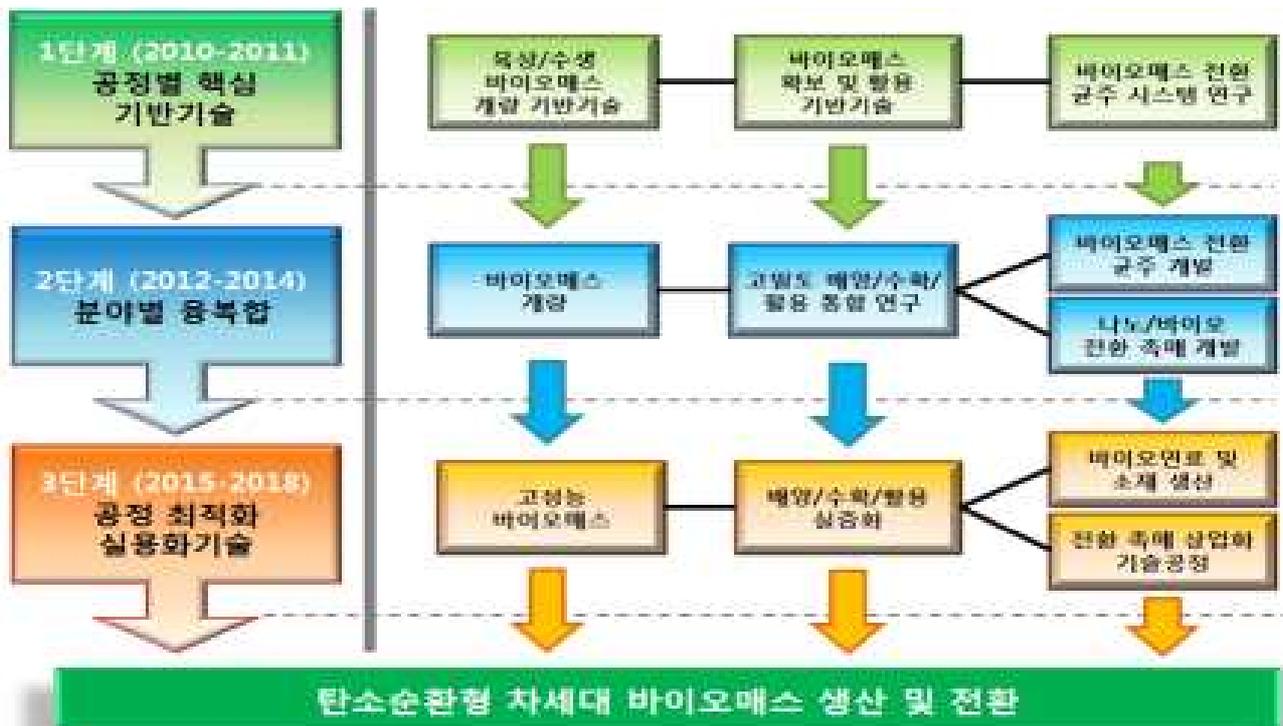
- 기술 트리

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 성장 관련 유전자 80종 이상 확보 • 수생 바이오매스 성장 관련 유전자 20종 이상 확보 • 다양한 배양 방법 및 조건 확립(폐수이용, mixotrophic 및 증속영양 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 성장관련 유전자 126종 확보 • 수생 바이오매스 성장관련 유전자 38종 확보 • 폐수특화 균주 4종 확보, 유용 박테리와의 공생 관계 규명, mixotrophic 배양으로 생산성 2배 개선, 증속영양 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 성장 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 성장 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 성장 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

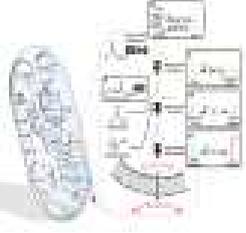
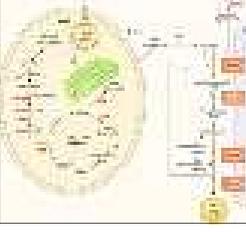
- 미세조류 고효율 배양·수확·추출·전환을 통한 바이오연료 및 고부가 바이오소재의 경제성 확보¹⁾
- 2019년까지 미세조류 기반 바이오디젤 3.77USD/gal (Open pond 4,820 acre 미세조류 생산시) 생산으로 바이오연료 경제성 확보
- 2019년 국내 디젤 생산매출의 1%만 점유할 경우 1년간 700억~900억 원 매출 기대 (미세조류 100톤 배양×10개×1년 생산시)
- 바이오리파이너리 시스템 구축을 통한 바이오연료 및 바이오소재 개발로 화학 산업의 패러다임 전환 기반 구축

- (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 외부환경요소(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

과제명		주관기관	연구책임자	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 생산 및 바이오크루드 오일 전환 연구	SK케미컬(주)	이종인		
세부3-10	미세조류 대량배양 시스템 구축과 바이오매스 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