



미세조류 최신동향 및 농식품 분야 시사점

◆ 식량자원, 친환경 대체연료 등 다양한 차세대 이슈 해결책 및 新성장동력 산업 관련 대안으로 최근 미세조류가 대두

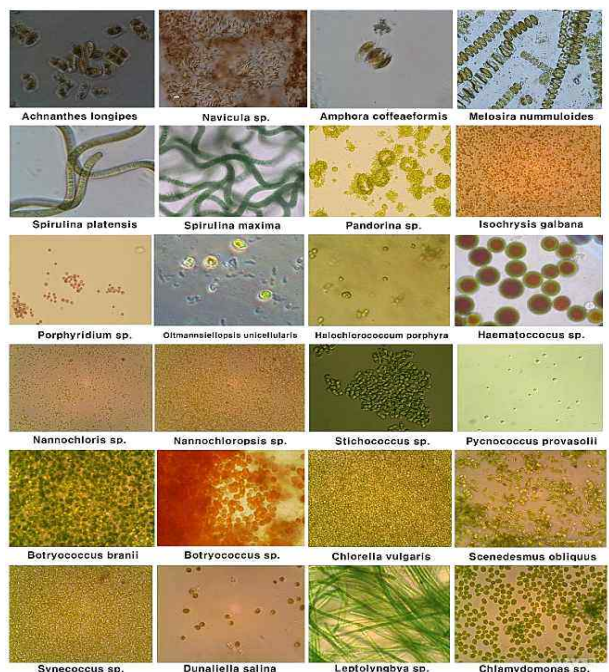
- ☞ 미세조류는 농업적 활용뿐 아니라 식품 및 의약품으로서, 대체에너지원으로서, 폐수처리 및 환경정화용으로 이용되는 등 산업적으로 다양한 분야에서 활용 가능
- ☞ 現 미세조류 관련 산업 분야가 시장 성장기 도래와 3면이 바다인 한국의 지리적 이점을 활용하여 글로벌 선도를 위한 국가 차원의 배양, 수확 물질전환 등 핵심 기술 개발 및 조기 산업화를 위한 활용방안 마련이 필요

1 미세조류 정의

■ 미세조류는 현미경으로 봐야 볼 수 있는 수준의 작은 조류를 의미

- 미세조류는 단세포 형태의 크기가 매우 작은 생물집단
 - 미역, 다시마와 같이 비교적 크기가 큰 다세포 생물집단을 의미하는 대형 조류와 달리 미세조류는 현미경으로 봐야 볼 수 있는 단세포 형태의 작은 수준의 생물집단
 - * 다양한 종류의 미세조류는 식물성플랑크톤으로 칭함
 - 미세조류의 크기는 수 μm 에서 수백 μm 까지 다양하며, 종류도 다양한 속(屬)에 약 20만~80만 종(種) 존재하는 것으로 추정되고 現 약 5만여 종의 미세조류가 발견
- 미세조류는 물, 햇빛, 이산화탄소만으로 대량 증식 가능

- 미세조류는 수생서식, 광합성, 대기 중 이산화탄소 포집을 통해 유기물질을 합성하며, 대기 중 산소의 약 50%를 생산하는 생산자 역할 수행
- 미세조류는 대량 생산이 가능하며, 카로티노이드, 항산화물질, 지방산, 효소, 고분자화합물, 펩타이드, 스테롤 등 여러 성분을 활용하여 식량, 대체에너지 등 산업 전반에 걸쳐 효과적으로 사용 가능





■ 미세조류를 통한 주요 산업별 응용 분야

● 식량 및 사료 분야

- 미세조류는 탄수화물, 단백질, 지질이 풍부한 자원으로, 단백질 (건조 중량의 최대 70%), 비타민 및 필수 지방산 함량이 높아 식량 (ex. 클로렐라, 스피루리나)으로 이용

* Phycocyanin(스피루리나에서 추출) : 백혈병인자 성장 억제 클로렐라/스피루리나 : 비타민, 항산화제의 원료로 정제, 캡슐, 액체로 이용

* 카로틴(D. salina에서 추출) : 식용 색소, 비타민 C 영양제, β -글루칸(클로렐라에서 추출) : 면역 촉진제 등

- 단백질이 풍부하여 수산양식에서 축산 농가에 까지 다양한 동물 사료 원료로 이용되어 왔으며, 세계적으로 생산되는 바이오매스의 30%가 동물 사료로 판매

* Haematococcus algae, Chlorella, Isochrysis, Phaeodactylum, Scenedesmus, Thalassiosira 종(species)들이 주로 동물 사료로 많이 이용

● 의약품 분야

- 의약품 시장 규모가 커짐에 따라 미세조류에서 생산된 1차 및 2차 대사산물이 제약 산업에서 원료로 활용

* Cryptocodinium cohnii, Haematococcus pluvialis, Nannochloropsis gaditana, Scenedesmus almeriensis, Chlamydomonas reinhardtii 등

● 화장품 분야

- 노화, 태닝, 색소침착과 같은 피부질환에 효과적인 생리활성 물질을 생산하여 피부 기능 개선에 주요 원료로 활용

* Spirulina sp., Chlorella sp, Arthrospira sp 등

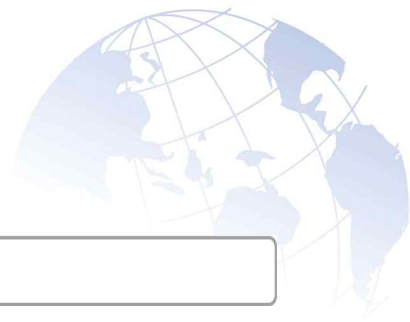
● 유용물질 분야

- 새로운 조류배양 기술의 출현으로 경제적 가치가 높은 고부가가치 물질 발견 및 생산 가능

* Astaxanthin, β -carotene, Zeaxanthin, DHA/EPA, Lycopene, Phycobiliproteins 등

● 화학분야 분야

- 미세조류를 통해 당질, 단백질, 핵산, 지질 등 바이오케미컬 물질의 촉매제, 구성요소 등으로 활용



2 미세조류 국내외 시장 동향

■ 글로벌 시장 동향

- 2018년 기준 17억 달러 규모로 형성된 미세조류 관련 제품은 2019~2027년 동안 연평균 5%의 성장을 거듭해 2027년 기준 약 27억 달러 규모로 성장 전망¹⁾
 - 미세조류가 카로티노이드와 단백질을 비롯한 각종 생리활성 물질을 생산하는데 효과성이 있다고 평가됨에 따라 식품업계와 사료업계를 중심으로 빠른 성장세가 나타나고 있음
 - 2019~2027년 기간 동안 가장 발 빠르게 성장할 지역으로 아시아·태평양 시장 선정 (전체 시장의 25% 이상 차지)
 - 미세조류 관련 제품 시장이 아직 초기 시장 형성 단계인 점을 고려할 때 다양한 업종에서 최종제품을 생산하기 위한 소재로 활용도가 높아짐에 따라 글로벌시장은 지속적으로 성장세를 유지할 것으로 전망

< 미세조류 관련 산업적 활용 분야 및 시장 전망 >

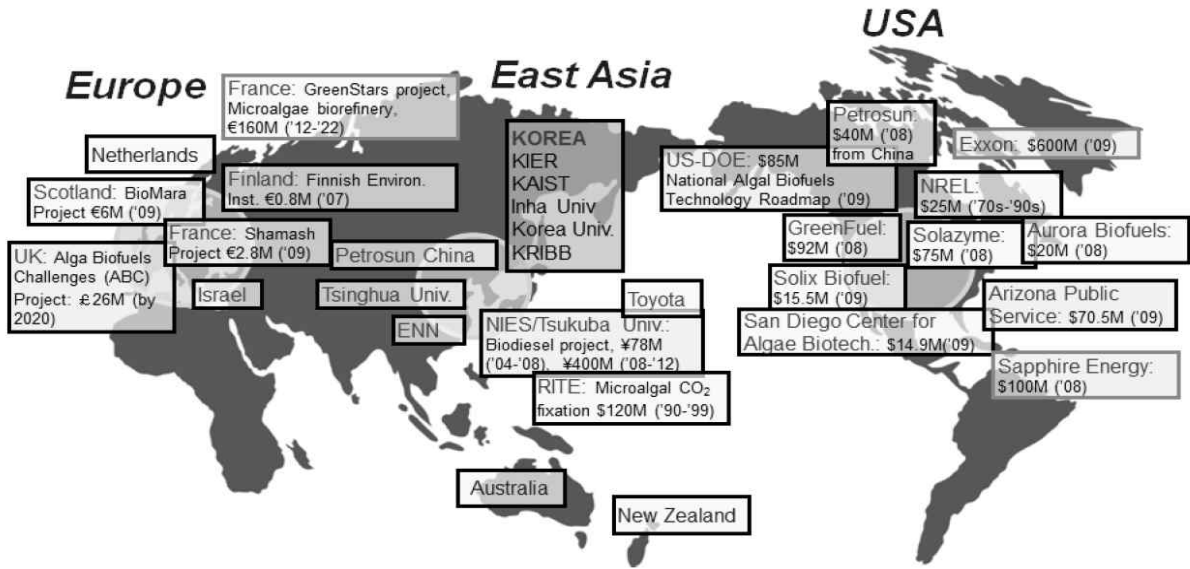
구분	주요 전망	시장 규모
농업적 활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> • 토양개량제 및 생물비료로 활용 • 주요 미세조류 : Chlamydomonas, Nostoc, Anabaena, Tolypothrix, Aulosira 	<ul style="list-style-type: none"> • 세계생물비료시장 102억 9,850만 달러(2017)
대체 에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오에탄올, 바이오디젤, amphidinol 생산 • 주요 미세조류 : Chlamydomonas, Tetraselmis, Chlorella, Euglena gracilis, Prymnesium, Amphidinium, 규조류 	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오연료 수요 2030년 기준 1억톤 전망
식품 및 의약품	<ul style="list-style-type: none"> • 식품, 건강보조식품, 의약품 원료로 활용(색소, 지방산, 항산화제, 항생물질, 항암제) • 주요 미세조류 : Chlorella, Schizochytrium, Aphanizomenon, Nostoc, 	<ul style="list-style-type: none"> • 클로렐라 전 세계 연간 사용량 5,000~7,000톤
사료 및 첨가제	<ul style="list-style-type: none"> • 생물사료, 사료첨가제 활용 • 주요 미세조류 : Tetraselmis, Chlorella, Spirulina, 규조류 	<ul style="list-style-type: none"> • 미생물 사료첨가제 시장은 5억 달러(2016)
폐수 처리 및 환경 정화	<ul style="list-style-type: none"> • 폐수처리, 중금속 흡착, 환경정화에 활용 • 주요 미세조류 : Chlorella 	<ul style="list-style-type: none"> • 미세조류 폐수처리 시장 규모 1,100억 달러 (2016)
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 건축재료, 동위원소물질, 기후변화 연구, 우주 개발, 방사능 완화 등 활용 • 주요 미세조류 : Chlorella vulgaris 	<ul style="list-style-type: none"> • 동위원소 물질 시장규모 연간 13,00만달러

출처: 미세조류 활용 기술 산업 기술 동향_2019

1) 트랜스페어런시 마켓 리서치(Transparency Market Research)_2019~2027년 전망 보고서



< 미세조류 관련 글로벌 연구 현황 >

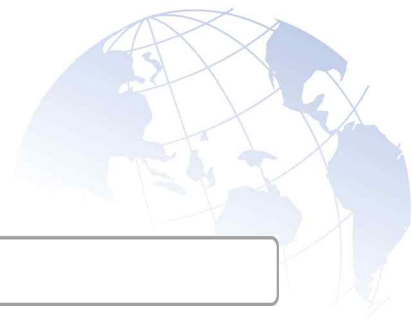


■ 국내 시장 동향

- 한국은 미세조류 사업을 펼치기 위한 이상적인 지리적 입지를 보유하고 있어 미세조류 관련 R&D 연구개발의 성과 창출 및 산업화가 이루어질 경우 글로벌 경쟁력 확보가 용이한 이점이 존재
 - 삼면의 바다를 따라 있는 2,000 km 이상의 해안과 많은 만, 보호된 수로가 조성되어 우수하고 다양한 미세조류 확보가 용이
 - 미세조류를 포함한 바이오매스 관련 시장은 국내에서 2017년 기준 1조 8,000억원 규모이며²⁾, 미세조류 관련 식품/의약품 시장규모는 국내 연간 500억원 이상의 시장 수익 창출이 가능할 것으로 추정³⁾
 - 국내의 경우 1980년 말부터 미세조류 관련 연구가 진행되었으며, 2000년 이후 대학, 민간기업을 중심으로 제품/서비스가 개발되어 상용화가 이루어지고 있는 양상
 - 現 국내의 경우 의약품 중심으로 미세조류를 활용한 오메가3 등 관련 제품이 시장의 주를 이루고 있으며, 정유, 화장품, 사료 등 다양한 분야에서 제품 출시를 통한 시장 영역이 확대되고 있음
- * 한국해양연구원, 롯데건설, 애경유화, 호남석유화학과 미세조류를 통한 바이오연료 공동연구 협력을 위한 MOU를 체결, 바이오연료와 고부가물질을 포함해 3,000억원 이상의 수익을 창출할 수 있는 10ha급 생산 단지를 조성할 계획

2) 바이오연료의 원료추출기술_한국원자력연구원

3) 미세조류 활용기술 산업동향_농업실용화재단

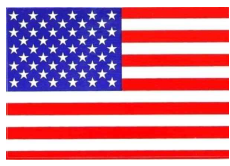





3 미세조류 관련 국내외 정책 동향

■ 국외정책 동향

- 미국, 일본 등 선도국의 미세조류 분야의 자원화 관련 연구개발 및 정책적 투자 확대

<미세조류 관련 해외 정책 동향>

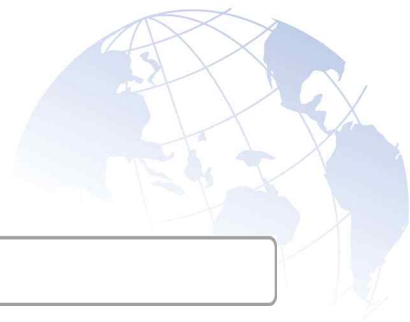
구분	내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 차원에서 미세조류에 대한 체계적 기술개발 사업 추진 - 원유 수입의 17%를 미세조류 연료로 대체 할 계획 발표(2012) • 미국 항공우주국 NASA OMEGA Project의 경우, 해양 미세조류의 실내 배양 연구 진행(200L 규모 Test-plant 운영 중)
	<ul style="list-style-type: none"> • 미세조류 자원화 및 활용에 대한 연구가 꾸준히 진행 중 • 스페인의 Algasol Renewables는 미세조류 생산 연구 추진
	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년~2020년까지 미세조류 관련 연료화를 위한 국가 기술개발 로드맵 수립 - 연료 생산 규모 10만kL/년, 기존 연료 대비 이산화탄소 배출량 50% 삭감 목표
	<ul style="list-style-type: none"> • Institute of Hydrobiology를 포함한 유수의 기관들이 해양 미세조류 대량 생산 시스템 구축 및 미세조류 유래 유용물질 생산에 대한 투자 강화

*출처: Marine Cell Factory : 해양미세조류. BioINpro_2019

■ 국내정책 동향

- 정부는 글로벌 환경변화에 발 맞추어 미세조류 분야 원천기술 확보를 위한 연구 개발에 정책적 투자 강화⁴⁾
 - 인하대 해양바이오에너지 생산기술개발 연구센터와 과학기술정보통신부 글로벌프론티어의 일환으로 창설된 차세대 바이오매스사업단에 각각 연간 50억/100억원 규모의 정부 투자 진행
 - 해양수산부도 해양수산과학기술육성을 위한 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 (2018-2022)를 수립하여 정부 출연을 중심으로 관련 연구를 추진
 - 한국해양과학기술원(KIOST)은 해양생물을 이용한 단백질의약소재 개발을 연구와 미세조류 유래 바이오디젤을 상용화하기 위해 해양육상 하이브리드 배양시스템 기술을 개발 등 성과 창출 확대

4) KBCH 브리핑. 미세조류 연구개발 및 산업적 이용_2020.09.







4 미세조류 관련 국내외 R&D 동향

■ 글로벌 미세조류 연구 R&D 동향

- 미국, 유럽을 중심으로 미세조류를 활용 수자원 관리, 바이오디젤 분야 관련된 R&D 역량을 집중
 - (미국) 2022년까지 미국 내 전 운송연료의 20%(연 1363억 리터)를 바이오에너지로 대체하기 위해 미세조류를 활용한 바이오 디젤 분야에 R&D 투자를 강화
 - * (공공분야) 미국은 바이오에너지 개발을 위하여 정부차원에서 미에너지성 8,500백만달러, 미농림성 5,000만 달러를 미세조류 분야 R&D 투자
 - * (민간분야) 대형 항공사를 중심으로 정유회사(2010년 Exxon-Mobil사의 6000억원 투자), 자동차회사 등의 연구개발 투자가 이어지고 있으며, 現 미국 내 100여개의 민간 미세조류 바이오연료 개발 회사가 있는 것으로 조사⁵⁾
 - (유럽) 유럽연합은 2020년까지 DB10(바이오디젤10% 혼합)를 목표 조류를 이용한 연료 개발 R&D가 활발히 진행 중
 - * (독일) 화장품 재료, 영양 물질, 고가의 색소 등 다양한 물질을 미세조류로부터 생산하는 기술을 확보
 - * (프랑스) 비닐하우스 형태 배양시설, 영양제, 치료제, 세조류 액체 연료 개발 분야 R&D 추진 중

< 글로벌 주요국 미세조류 관련 연구 개발 동향 >

구분	연구 내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오에너지 개발을 위한 미에너지성과 미농림성에서 투자 • 2016년~2020년까지 미해군 사용연료의 50%를 신재생 액체 에너지로 대체하기 위한 미세조류 에너지 개발 집중 투자 중
	<ul style="list-style-type: none"> • 국립연구재단(NRC)의 해양바이오사이언스연구원을 중심으로 저온에서 고속생장과 바이오연료 생산이 가능한 미세조류 종을 개발
	<ul style="list-style-type: none"> • Algae Parc라 불리는 연구단지가 있어 실내, 실외, 다양한 디자인의 광배양기 등 각종 미세조류 배양장치를 한 곳에 모아 그들의 생산성을 비교분석하는 연구 진행 중
	<ul style="list-style-type: none"> • 광활한 대지와 천혜의 기후조건으로 아쿠아캐로틴(Aquacarotene), 오로라(Aurora)사 등이 수백 헥타르에 달하는 자체 대량배양장을 운영 • 호주 동부의 오로라사는 현재 한달에 바이오매스 15톤을 수확하며, 주변에 600헥타르(180만평)를 확보해 확장 건설 중이다. 시드니 대학 제임스쿱 대학 등에서도 활발한 미세조류 연구활동이 진행 중

* 출처 : BIOIN_2020 재가공 및 인용

5) 생명공학정책연구센터_2019



■ 국내 미세조류 연구 R&D 동향

● 연구 과제 동향 개요

- 국내 미세조류 관련 연구과제 진행현황을 파악하기 위해 국가과학기술지식정보서비스 (National Science & Technology Information Service, NTIS)를 활용⁶⁾

* 2015~2019년(5년간) 연구동향 관련 비중 및 사업예산을 기준으로 분석 실시

* 주요 키워드: 미세조류, 바이오디젤, 배양, 혈질전환, 광합성, 바이오오일, 바이오연료, 바이오매스, 바이오에너지 등

● 연구 과제 분석

- 국내 미세조류 관련 연구는 기초연구와, 개발연구가 주를 이루고 있으며, 상대적으로 응용연구 비중은 매우 낮은 것으로 조사

* 기초연구 분야 49%, 개발연구 분야 35%, 응용연구 분야가 15% 순으로 조사

(단위:개,%,백만원)

	2015	2016	2017	2018	2019	계
기초연구	8(928)	7(867)	8(844)	10(1,223)	16(1,812)	49(5,673)
응용연구	2(270)	3(789)	3(575)	3(1,373)	4(667)	15(3,674)
개발연구	7(986)	5(1,242)	5(1,414)	8(2,034)	10(2,107)	35(7,784)
기타	-	-	1(20)	-	-	1(20)
계	17(2,184)	15(2,898)	17(2,853)	21(4,630)	30(4,585)	100(17,151)

- 연구 수행주체별로 보면 대학을 중심으로 연구가 활발히 진행되고 있으며, 중소기업과, 출연 연구소를 대상으로 미세조류 관련 연구가 진행 중

* 대학 52%, 중소기업 24%, 출연연 24% 순으로 조사되고 있으며, 現 기초/개발 연구가 주를 이루고 있는 특성상 대기업 참여도는 상대적으로 낮은 것으로 분석

(단위:개,%,백만원)

	2015	2016	2017	2018	2019	계
국공립연구소	-	-	-	-	-	-
출연연구소	3(505)	3(1,065)	5(1,513)	5(1,263)	5(1,020)	21(5,367)
대학	10(1,029)	7(637)	8(552)	10(1,013)	17(1,618)	52(4,849)
대기업	-	-	-	-	-	-
중견기업	-	-	-	-	-	-
중소기업	3(600)	5(1,196)	3(718)	6(2,354)	7(1,897)	24(6,765)
정부부처	-	-	-	-	-	-
병원	-	-	-	-	-	-
기타	1(50)	-	1(70)	-	1(50)	3(170)
계	17(2,184)	15(2,898)	17(2,853)	21(4,630)	30(4,585)	100(17,151)

6) 이슈로보는 R&D_미세조류_2019.12_한국과학기술정보연구원, NTIS



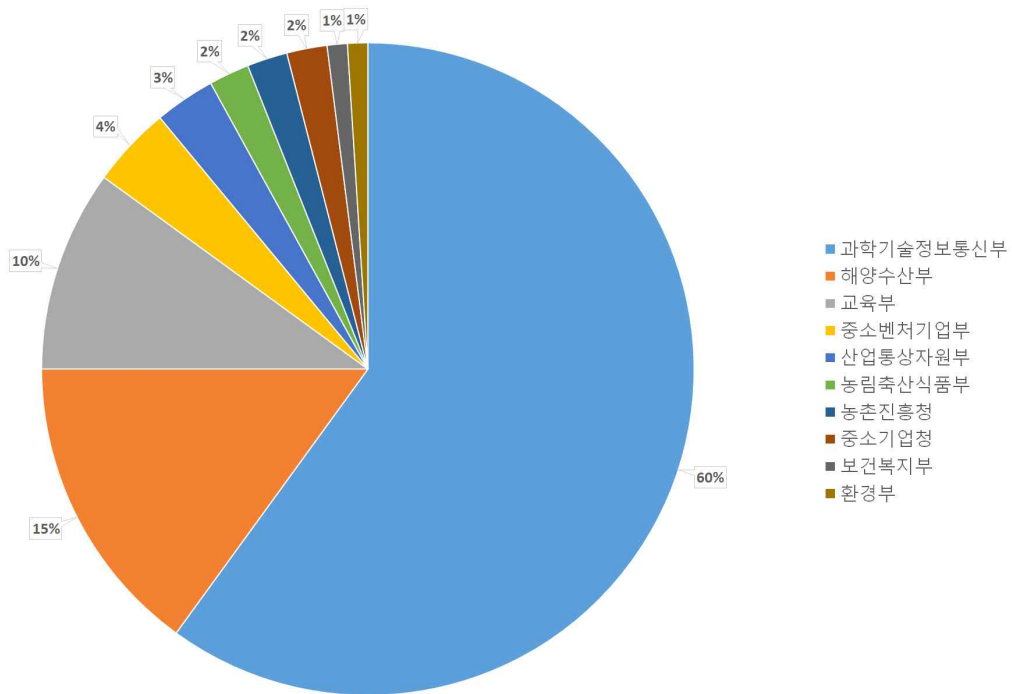
- 기술 수명 주기로 보면 도입기에서 성장기로 발전하는 과도기 단계로 분석

* 現 미세조류 관련 연구는 도입기가 전체 36%, 성장기가 27% 순으로 조사되고 있으며 성장기로 진입됨에 따라 관련 연구 기술의 고도화 및 시장 성장가능성은 매우 높아질 것으로 전망

(단위:개,%,백만원)

	2015	2016	2017	2018	2019	계
도입기	8(915)	3(295)	9(892)	6(892)	10(1,501)	36(4,495)
성장기	5(736)	6(1,409)	4(1,501)	9(2,932)	3(1,274)	27(7,852)
성숙기	-	-	-	1(250)	2(408)	3(658)
쇠퇴기	-	-	-	-	-	-
기타	4(533)	6(1,194)	4(460)	5(556)	15(1,403)	34(4,147)
계	17(2,184)	15(2,898)	17(2,853)	21(4,630)	30(4,585)	100(17,151)

- 부처별 과제 비율을 보면 과기정통부가 전체 60%를 차지하고 있으며, 해양수산부(15%), 교육부(10%), 중기부(4%) 순으로 조사





■ 국내 미세조류 관련 주요 R&D 연구개발 및 기술 동향

● 미세조류의 안정적인 대량 확보 관련 기술

- 광생물반응기, 천연 세포물질 등을 통해 산업별로 활용 미세조류의 안정적인 대량 생산과 장기보존, 안정성 확보를 위한 기술개발이 주를 이루고 있음
- * 미세조류 안전성 평가 관련 기술 개발, 미세조류 대량배양 시스템 구축과 바이오매스 대량생산, 광생물반응기를 이용한 미세조류 대량생산, 통합적인 미세조류 분석 플랫폼 등

● 미세조류를 활용한 치료 관련 기술

- 각종 질환에 대한 미세조류를 활용하여 치료 및 예방을 할 수 있는 의약품 및 원료 개발이 진행 중
- * 미세조류 기반 난청 치료 개발 연구, 미세조류 피부개선 소재 개발 연구, 기억력 향상 및 체중감소 등

● 미세조류를 활용한 식품 관련 기술

- 미래 대체 식품을 위한 미세조류 활용 및 기능식품, 건강증진, 수퍼푸드 개발을 위한 연구가 활발히 진행 중
- * 중수 배지를 이용한 미세조류 우주배양 및 방사성방호를 위한 '수퍼 푸드' 개발, 미세조류 추출물을 활용한 건강 증진형 두부제품 개발 등

● 수질 개선을 위한 미세조류 활용 관련 기술

- 수질, 환경오염 개선 및 정화를 위한 미세조류 활용 방안에 대한 연구가 추진
- * 산업폐수를 이용한 미세조류 배양 및 통합 공정 개발 연구, 중금속 오염환경에서 미세조류 및 미생물의 군집형태를 모사한 수질정화 시스템 개발, 하폐수에서 영양염류 제거 및 바이오오일 생산을 위한 미세조류 멤브레인 바이오공정 (MMBR) 개발 등





5 바이오매스를 활용한 바이오연료화(활용분야 1)

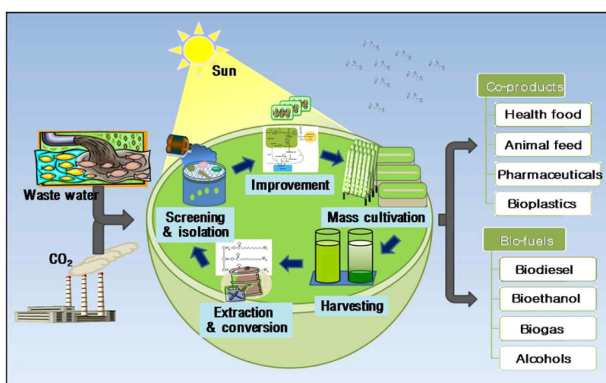
■ 미세조류 바이오연료는 친환경적이며, 높은 생산성 보유

- 3세대인 조류를 통한 바이오매스는 지상식물이 성장하지 못하는 조건에서도 배양 가능하며, 식량문제와 경쟁관계가 없고 지상식물 대비 높은 생산성 보유

* 1세대: 옥수수, 사탕수수 / 2세대: 목재류/ 3세대: 거대조류, 미세조류



- 최근 원유가격의 급격한 상승으로 생물자원을 활용한 대체에너지 개발, 특히 바이오연료 (바이오에탄올, 바이오디젤, 바이오가스 등) 생산이 주목
- 해양 미세조류는 대기나 해수 중의 이산화탄소와 물, 태양광을 에너지원으로 삼기 때문에 대규모 경작지가 필요 없고, 이산화탄소 저감에도 기여할 수 있어 기존 바이오매스를 대체할 새로운 원료로 각광



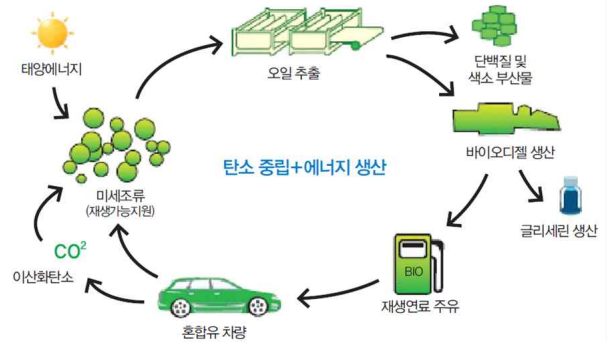
- * 광합성 미생물인 미세조류의 단위면적당 바이오디젤 생산(oil 함량이 30%인 경우)은 약 58,700 L/ha로 대두의 446 L/ha에 비해 130배에 달함
- * 미세조류는 고밀도 대량배양이 가능하고, 생명공학기술의 핵심인 형질전환 기술을 이용한 미세 조류의 분자적 개량이 고등식물보다 용이
- * 또한 미세조류는 작물과 경쟁하지 않고, 유휴 경작지를 이용하여 바이오연료를 생산할 수 있다는 장점 존재

■ 미세조류를 활용한 바이오매스 연료화 추진 현황

- 미세조류는 실외, 해양에서 대규모 성장 및 수확 가능하며, 원료물질(다당류 및 지질)을 추출하여 바이오디젤이나 다른 운송용 연료들로 전환 가능



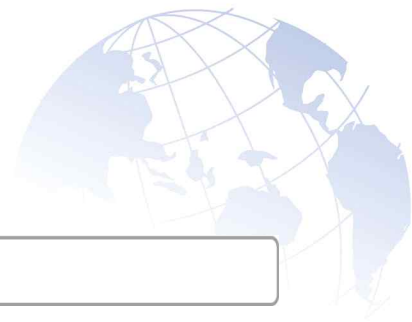
- 미세조류로부터 바이오디젤을 생산하며 미세조류 중 지질함량이 높은 종을 선별하여 육상에서 배양
- 육상에서 배양된 미세조류는 건조 후 지질을 추출하고 정제하여 연료를 획득



- 미국, 유럽 등 주요국을 중심으로 미세조류를 통한 연료화 가능성을 2000년 초부터 인지하고 엑슨모빌 등 글로벌 대형 정유업체를 중심으로 미세조류 연료화 연구개발을 위한 투자를 강화하고 있음
 - * 엑슨모빌은 2009년 기준 미세조류 바이오연료 개발에 향후 5년간 6억 달러 이상 투자 계획 발표
 - * 영국 임페리얼대학교와 사우스햄튼 대학교의 해양대학에서 미세조류 바이오에너지화 기술개발에 대한 연구가 활발히 진행 중
 - * 중국의 경우 국가의 적극적인 지원 아래 대학의 Key Laboratory와 China Petro, Jianxing Chi 에너지 등의 주요 민간 기업들이 공동 참여하여 미세조류의 에너지화 연구와 실용화 연구가 진행
 - * 일본은 쓰쿠바대학을 중심으로 국립 에너지연구소가 함께 미세조류 관련 대형 연구프로그램이 수행
- 국내에서 해수부에서 2009년부터 10년간 490억원의 예산을 투입하여 바이오디젤 생산 기술 개발 추진
 - * 2015~2018년까지 대량생산기술 확보를 통한 바이오 디젤 상용화를 추진했으며, 다양한 배양방식 개발을 통해 미세조류 생산성 제고 및 생산 경제성 향상에 역점을 두고 있음
- 2019년 4월 국내 최초 한국석유품질원의 상용제품 품질 규격을 통과 했으며, 5월 해양 바이오디젤 혼합유로 서울에서 부산까지 약 400Km 차량 주행 시험을 통해 바이오디젤의 연료 안전성과 성능 검증에 성공



- * 해수부는 2019년 연간 4,800톤을 생산하여 연 100억원 이상의 수입대체 효과 창출을 목표
- * 자동화 생산시스템을 구축하고 공정 효율성을 제고하기 위한 연구개발을 추진 계획 중
- * 現 해양 바이오디젤 생산기술은 상용화 목표 대비 60%의 생산성(12g/m²/day)을 달성하고 있으며, 해양 바이오디젤의 경제성 확보를 바탕으로 조기 상용화 및 초과 달성을 목표



6 식의약 소재 활용(활용분야 2)

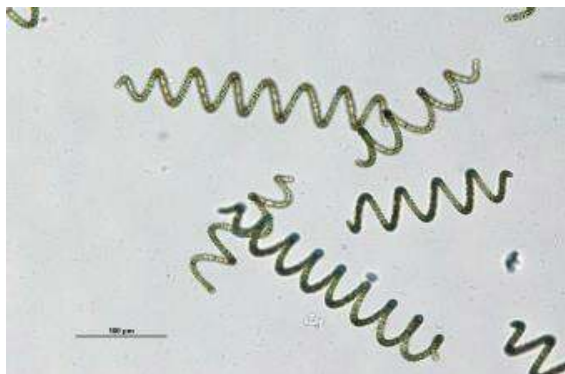
■ 미세조류 식의약 활용 분야

- 미세조류는 포유동물세포에 비해 훨씬 저렴한 비용으로 단시간에 의약 단백질을 생산할 수 있으며 미생물보다 복잡한 구조의 바이오 의약품 생산하는 데 유리
- 최근 미세조류가 체지방 감소, 기억력 증진, 안구 건강 증진 등 다양한 효과성이 입증되고 있으며, 이를 통한 건강식품, 의약품의 핵심원료로 활용되고 있음
 - 미세조류는 단백질, 지질, 탄수화물, 비타민, 미네랄 등 다양한 성분으로 구성
 - 또한, 필수지방산인 오메가3와 망막과 피부를 보호하는 루테인, 강력한 항산화 기능을 하는 아스타잔틴 등을 함유하고 있어 건강기능식품으로도 활용 가능



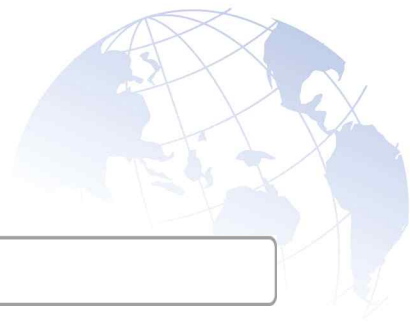
■ 미세조류 식의약 분야 효과성

- (기억력 제고) 미세조류 중 하나인 스피루리나는 녹황색 야채에 있는 베타카로틴, 단백질 등 영양성분이 풍부하며, 항산화, 면역 증진, 콜레스테롤 개선 등의 효능이 있어 건강기능식품 소재로 활용



- * 임상 실험에서 항암, 면역 향상, 장내 유산균 증가, 중금속에 의해 야기되는 신장 독성 감소, 방사선 보호에 이르는 여러 가지 약리 효과 증명
- * 치매관련 물질(Aβ1-42)이 축적된 인지 장애 동물과 정상 쥐(a)를 비교 시 치매 또는 알츠하이머 (Alzheimer's disease)에 결정적으로 관여하며, 장기기억은 약 20~60%, 단기기억은 약 40~90% 개선됨을 확인

- (체지방 감소) 해양미세조류에서 체지방 감소 효능이 있는 '푸코잔틴(fucoanthin)'을 추출하고, 동물시험을 통해 복부 지방 등이 감소하는 항비만 효과를 입증



7 농업분야 측면에서 시사점

■ 향후 새롭게 발굴된 미세조류의 식품 안전성 확보에 대한 지속적인 연구 필요

- 농업, 식품 분야에서 다양한 제품의 원료 물질로 적용하기 위해 추출된 물질에 대한 안전성 확보 및 체계적인 규격화, 표준화, 인증제도 등에 대한 보완과 노력이 요구
 - 농업분야에서 활용 시 연구 개발부터 상용화까지 장기간이 요구되고 있으며, 섭취 시 안전성에 대한 검증 및 확보가 선행되어야 함
 - 이를 위해 미세조류의 식량 자원화 적용 시 산학연정 유기적인 연계와 기술개발은 물론 선진국과 지속적인 기술 협력 연구를 통한 보완적 연구가 지속될 수 있도록 정부 및 산업계의 지속적인 관심과 투자가 요구

■ 미세조류 활용성을 제고하기 위한 유전자변형기술과 유전자가위 기술에 대한 법령 및 규제정책 개선 마련이 필요

- ‘유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률’에 따라 유전자 변형생물체를 연구개발하고 이용하기 위해서는 규제기관의 심사 또는 승인이 필요
 - 규제 장벽은 연구와 산업화를 더디게 할 수 있는 여지가 존재하며, 미국, 아르헨티나 등 주요국에서 관련 규제에 가이드라인을 마련 중
 - * 미국, 아르헨티나와 같은 몇몇 국가들은 유전자가위 기술을 사용하였지만 외부 유전자의 삽입이 없고, 대상 생물체에 외부 유전물질이 남아있지 않는다면 규제하지 않기로 함
 - 국내 미세조류 관련 조기 산업화 및 확산을 위한 국민의 건강에 위협적인 부분을 제외하고 민간 기업들이 농업 등 다양한 분야에서 제품/서비스개발이 이루어질 수 있는 제도적 규제 완화도 필요함

■ 농업분야에 적용 가능한 미세조류 대량배양기술, 수확기술, 물질전환기술 등 핵심기술 개발에 적극적인 노력과 투자가 필요

- 미세조류는 농업적 활용뿐 아니라 식품 및 의약품으로서, 대체에너지원으로서, 폐수처리 및 환경정화용으로 이용되는 등 산업적으로 다양한 분야에서 활용 가능성이 높음
 - 이 시점에서 우리나라도 미세조류의 고밀도 대량 배양기술, 수확기술, 물질전환기술 등 핵심 기술들을 발전시켜 국가적인 차원에서 소득증대뿐 아니라 고용창출 효과 및 우리 다음세대를 위한 환경 친화적인 기술 개발에도 힘써야 할 것임



붙임

참고자료

1. 해양미세조류에서 기억력을 높여주는 소재개발 (해양수산부 보도자료, 2020.7.15.)
2. 미세조류 연구개발 및 산업적 이용 (한국바이오안전성정보센터, 2020.9.3.)
3. 해양 미세조류를 이용한 바이오디젤 2019년 상용화 (해양수산부, 2020.1.2.)
4. 이슈로 보는 R&D 미세조류 (한국과학기술정보연구원, 2019.12.18.)
5. 광합성으로 유용한 물질 무한증식 녹색 황금 (한국경제, 2019.3.19.)
6. 그린바이오 융합형 新산업 육성방안 (관계부처합동, 2020.)
7. 환경 에너지 분야에서 무한한 잠재력을 가진 미세조류의 재발견 (국가환경산업기술정보시스템, 2019. 08.)
8. 건강식품부터 의약품 원료까지 미세조류의 활용가치 (한국경제, 2017.11.29.)
9. 기후변화 대응 핵심기술 분야 기초·원천 R&D 동향 조사·분석 (녹색기술센터, 2016.)
10. 미세조류 바이오매스의 자원화 활용에 대한 연구 (한국환경정책평가연구원, 2016.)
11. 미세조류에 의한 이산화탄소의 생물학적 유기자원화 (한국경제, 2012.10.19.)

본 보고서는 농림식품기술기획평가원의 공식적인 의견이 아님을 밝히며, 보고서의 내용을 인용할 때에는 반드시 출처를 명기하여 주시기 바랍니다.