

해양수산과학기술 정책·기술동향

KIMST Insight

2023. 03



해양수산과학기술진흥원
Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion

발행처 해양수산과학기술진흥원
주소 06775 서울특별시 서초구 마방로 60
동원에프앤비 빌딩 8~10층
자료문의 연구개발본부 정책개발실



I. 정책동향

국내정책 : 해양바이오 산업 신성장 전략(2022~2027)	2
국내정책 : 글로벌 해양바이오시장 선점전략	
해양바이오산업 활성화 기본 계획(2021-2030)	5
해외정책 : 지속가능한 EU 해조류산업 촉진 통신문	8

II. 기술동향

전문가칼럼 : 신약개발에 있어 해양천연물 연구개발의 기술적 파급 효과	12
해외단신 : 생분해성 우레탄폼 / 바이오플라스틱	16

I 정책동향

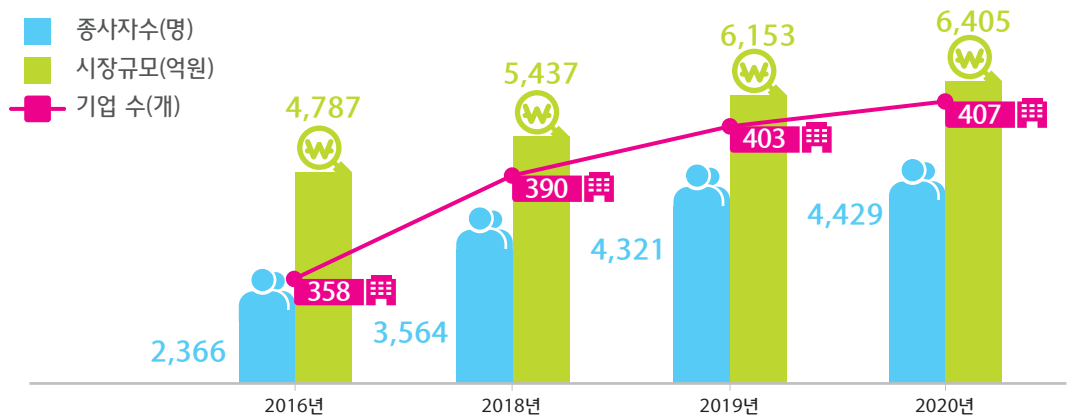
국내정책
해양바이오 산업 신성장 전략(2022~2027)

정의

해양생명자원에 생명공학기술을 적용하여 생산활동을 하는 산업 식량, 의약, 에너지, 환경 등 모든 바이오 분야의 소재 및 제품을 생산

현황

- 국제 규모 : 2027년 약 11조원 규모(2020년 약 7.4조원)
- 국내 규모 : 2020년 약 6400억원, 연평균 7.6% 성장
- 국내 정책 : 근거 법령 제정, 전담기관 설립 등 산업화 기반 마련
태동기로 국가 주도 정책 수립 및 투자 확대 필요



국내 해양바이오 시장 매출액 및 고용 현황

성장 제약 요인

- 자원확보 역량 미흡 : 해양생명자원 70% 수입에 의존
- 핵심기술 개발 지원 부족 : 타분야 대비 미흡한 투자로 중국보다 낮은 기술 수준
- 산업생태계 조성 미흡 : 영세한 기업과 전문인력 육성 인프라 부족

비전 및 목표

[비 전]

첨단 해양바이오 산업으로 미래 발전의 혁신동력 구현

[목 표]

국내 해양바이오 산업 시장 규모 확대(억원) : (20) 6,400 ⇒ (27) 1조 2,000

국내 해양바이오 산업 고용 규모 확대(명) : (20) 4,400 ⇒ (27) 13,000

해양바이오 소재 국산화(%) : (20) 30 ⇒ (27) 50

추진전략 및 주요과제

추진 전략	주요과제
핵심기술	- 기초소재 개발 및 고도화 - 해양생명자원 유전체 분석 확대
	- 합성생물학 등 첨단 바이오 기술을 통한 대량생산 및 표준화 - 해양수산 부산물을 활용한 유용소재 기술개발
	- 그린바이오 융합형 기술개발 - 화이트바이오 기술개발 확대 - 레드바이오 소재개발
산업생태계	- 해양바이오 투자 확대 - 해양바이오 빅데이터 및 산업지원 플랫폼 구축 - 해양생명자원 조사 및 개발 확대 - 권역별 클러스터 및 산업지원 인프라 구축
기업 지원체계	- 기업 수요 기반 규제혁신 - 해양바이오 전문인력 육성 - 해양바이오 산업협회 설립 및 제도개선

세부 추진전략 : 핵심기술

1 기초소재 개발 및 고도화

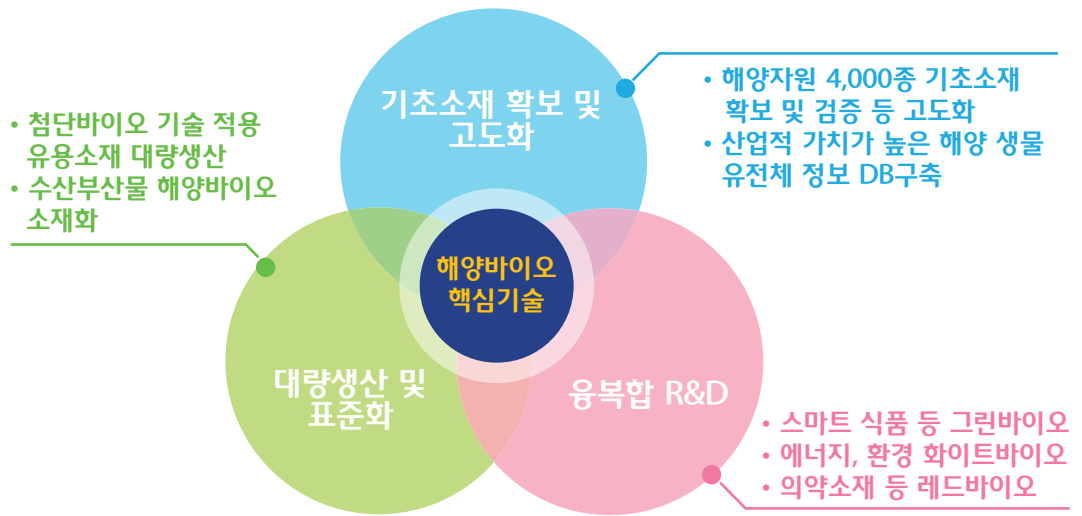
- **기초소재** : 해양자원 4천여종 분석을 통한 기초소재 확보, 주요소재 국산화 기술 개발
- **고도화** : 유용소재 안정성 및 표준성 확보, 해양바이오 बैं크 확대 및 첨단기술 접목
- **유전체 분석** : 유용소재 함량 증대 및 대량생산을 위한 기술 적용을 위해 유전체 분석

2 대량생산 및 표준화 기술 개발

- **첨단 바이오** : 합성생물학* 기반으로 저비용·대량생산 기술 개발, 상용화 인프라 구축
*DNA와 시스템을 공학적 방법을 통해 인공적으로 설계·제작·합성 하는 분야
- **수산 부산물** : 해양바이오 소재화 기술 개발, 전처리·규격화·보관 기술 개발

3 상용화 기반 조성을 위한 융·복합 R&D 확대

- **그린 바이오 융합형 기술** : 마린 바이오텍스 제품 상용화 및 고부가 제형기술 개발
해양생물 질병 바이러스 진단·치료기술 개발
우수 유전형질 발굴로 양식 생산성 제고
- **화이트 바이오 기술** : 해조류 기반 바이오 플라스틱 개발
심해 고세균 활용 바이오수소 생산 기술 고도화
해양정화 생물 및 미생물 활용 해양환경 예측·대응기술 개발
- **레드 바이오 소재** : 해양생물 기원 물질 활용 의약품 소재 개발
'해양바이오 의료·헬스케어 연구센터' 설립을 통한 천연물질 발굴 및 혁신소재 개발 관계기관 협업



해양바이오 핵심기술 개발 주요과제 추진전략

세부 추진전략 : 산업생태계

1 해양바이오 투자 확대

- R&D 투자 : 핵심기술 R&D 집중 투자를 통한 선진국 80% 수준 해양바이오 기술 확보
- 펀드 : 정부·민간 매칭펀드 조성을 통한 우수기술 보유기업 자금 지원

2 해양바이오 빅데이터 및 산업지원 플랫폼 구축

- 빅데이터 : '해양바이오 데이터센터' 구축 및 '국가 바이오 데이터 스테이션'과 연계
- 스마트 플랫폼 : 기업에 투자·경영 자문과 연구성과 제공 및 첨단장비 공동 활용을 위한 혁신 플랫폼 구축

3 해양생명자원 조사 및 개발 확대

- 자원확보 : '공해·EEZ 해양생명자원조사 계획' 수립 및 해외자원 확보 거점 확대
- 인프라 확충 : 자원조사 전용선 건조 추진과 공동활용 방안 마련

4 권역별 해양바이오 클러스터 및 인프라 구축

- 클러스터 조성 : 지역별 산업생태계 특성 고려 권역별 해양바이오 특성화 거점 조성
- 인프라 : 산업화 지원센터와 GMP(Good Manufacturing Practice, 우수 의약품 제조·관리 기준) 생산시설 구축을 통한 산업화 전주기 지원

세부 추진전략 : 기업 지원체계

- 규제혁신 : TF를 통한 민간 주도 규제 발굴 및 기술-규제 정합성 검토와 신소재 인증 기준 마련 등 상용화 단계별 규제 정비
- 전문인력 : '해양바이오 인력양성센터' 설립 및 전문 교육과정 개설로 전문인력 육성
- 제도개선 : '해양바이오산업협회' 설립과 산업 실태조사를 통한 지원방안 마련, 해양생명 자원법 개정 등 기업 지원 확대

I 정책동향

국내정책

글로벌 해양바이오시장 선점전략

해양바이오산업 활성화 기본 계획(2021-2030)

추진배경

중요성	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 해양바이오는 바이오산업 중 해양생물을 소재로 제품·서비스를 생산하는 분야 ◆ 육상자원 탐색이 상당부분 완료됨에 따라 개발 초기 단계인 해양생물에 새로운 바이오소재를 개발하고 신기술을 선점할 필요 ◆ OECD는 해양바이오산업이 글로벌 문제 해결과 경제 성장의 원동력이 될 것으로 전망 ◆ 저차가공 중심의 국내 수산업을 고부가가치화 하고 해양환경 오염 등 문제 해결을 위한 대안
현황	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 국내 해양바이오 시장 규모는 5,437억원(390개 기업, 매출 기준)으로 바이오시장(10.5 조원, 2018)의 5% 수준 ◆ 대부분 영세기업으로 소재 대량 확보 곤란과 임상정보 및 전문인력, 자금 부족 등이 주요 애로사항 ◆ 해양바이오 R&D 투자(2021, 1,040억원)는 증가 추세이나 범정부 바이오투자(약 4조원)의 2.4%에 불과하며 우수 기술의 사업화 연계 미흡 ◆ 정책 수요는 기초연구부터 제품화에 이르기까지 다양하나 지원은 R&D에 집중됨
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 국소재 공급 및 임상부터 제품화까지 단계별 지원, R&D 투자와 사업화 연계 강화 ◆ 해양바이오 분야 대표 성공 사례 창출을 통한 국가 성장동력 마련

2대 전략 및 중점 추진 과제

산업기반 조성	해양바이오 R&D 혁신
1. 해양수산생명자원 확보·관리 체계화	1. 성과 연계형 연구개발 지원
2. 중간소개 대량공급	2. 문제해결형 R&D 집중 투자 <ul style="list-style-type: none"> - 해양환경 개선 - 수산업 혁신 - 신소재 개발
3. 산업화 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 인허가 지원 - 기술이전 및 제품화 지원 - 권역별 특성화 거점 마련 	

**중점 추진 과제
세부 전략 :
산업기반 조성**

1 해양수산생명자원 확보·관리 체계화

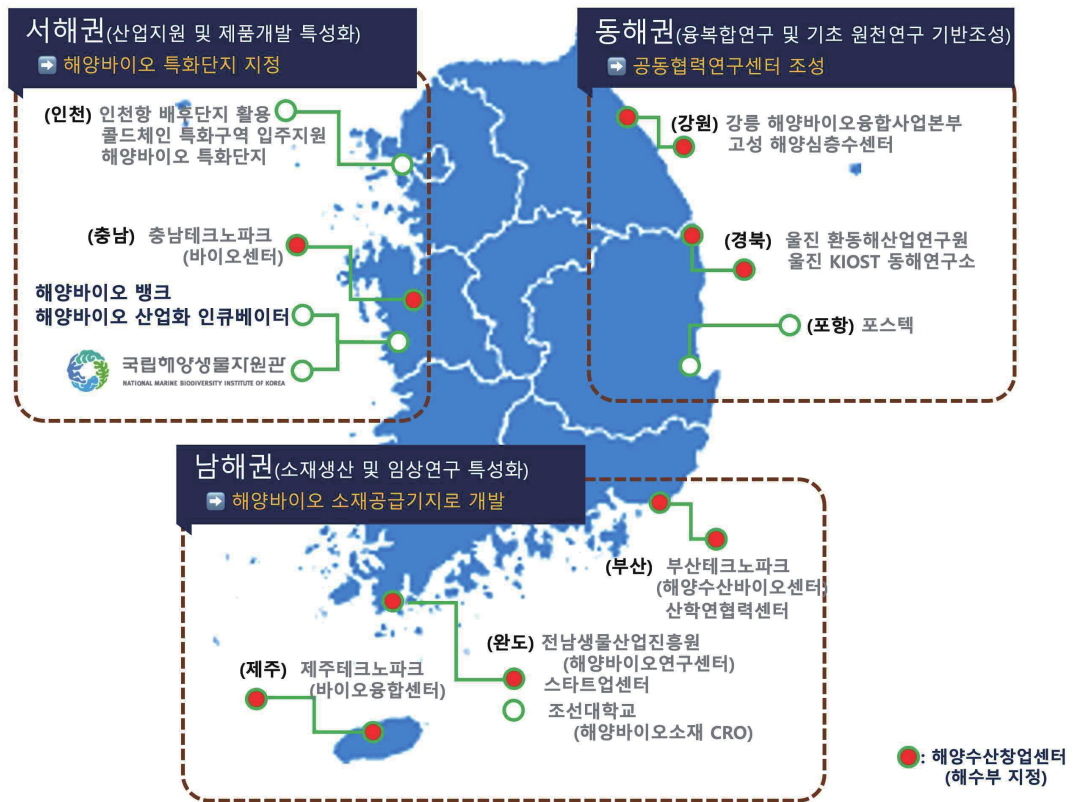
- 해양바이오뱅크의 소재 정보 확대 및 연구성과 범부처 연구데이터 플랫폼 연계
- 해양소재 맞춤형 장비 개발을 통한 자원 확보 및 분석 역량 강화

2 중간소재 대량공급

- 대량 생산 기술 개발 및 테스트베드 구축과 해양특화 생산시설 조성을 통해 바이오소재 대량 공급
- 산업 활용도 높은 소재(콜라겐, 유글레나 등) 전문기업 육성

3 산업화 지원

- 우수 R&D 성과의 제품화 연계를 위한 인허가에서 생산까지 전주기 특화 지원체계 마련
(인허가 지원) : 해양소재 특성 고려한 인허가 기준 정비와 종합 가이드라인 마련 등을 통한 임상 지원 강화
(기술이전 및 제품화 지원) : 기술개발 및 사업화 자금 지원 확대, 제형화 기술 개발과 국제 인증 지원을 통한 제품 수요 확대, 전문인력 양성 추진
(권역별 특성화 거점 마련) : 주요 시설 간 연계를 통한 권역별 특성화 거점 조성



권역별 특성화 거점

중점 추진 과제 세부 전략 : 해양바이오 R&D 혁신

1 성과 연계형 연구개발 지원

- 타분야 전문가 협력 강화를 위한 '해양바이오 연구혁신 추진단' 구성 및 공동연구를 통한 도전형 R&D 수행

2 문제해결형 R&D 집중 투자

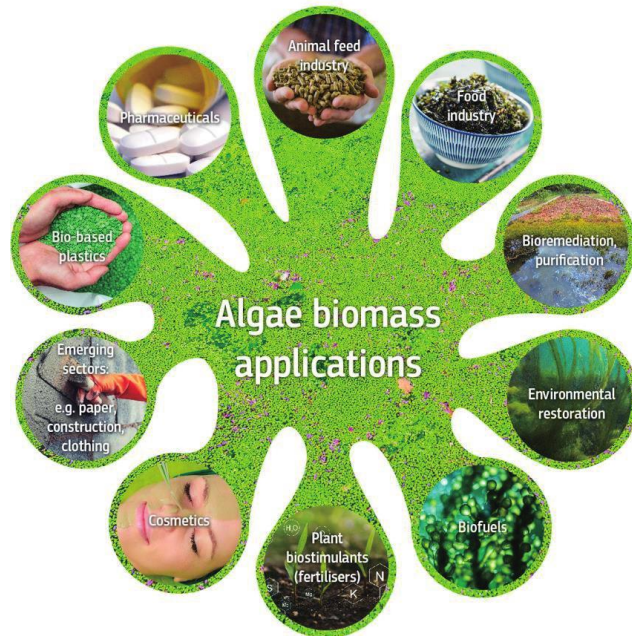
- 사회문제 해결을 위한 수요 기반 R&D 중점 투자
 - (해양환경 개선) : 폐어구 해소를 위한 생분해성 바이오 플라스틱, 미생물 기반 유해 플랑크톤 제어 등 해양환경 개선소재 개발
 - (수산업 혁신) : 디지털 육종과 고부가수산물 가공, 수산물 전주기 질병 관리 등 바이오 기술을 통한 수산업 고부가가치화 도모
 - (신소재 개발) : 고령화 대응 항노화·웰에이징 식품 및 의약 등 신산업 소재 발굴

I 정책동향

해외정책
지속가능한 EU 해조류산업 촉진 통신문¹⁾

배경

- 우크라이나 전쟁으로 원자재 및 에너지 공급이 불안해짐에 따라 재생 가능한 자원으로서는 조류의 잠재력이 대두되고 있음
- 인구 증가에 따른 자원 고갈에 대응하기 위해서는 지표의 70%에 달하는 해양의 자원의 활용이 중요함
- 유럽 사회는 저탄소 발자국 식품 및 사료로 조류의 잠재력에 주목하고 있음
- ‘EU 양식업을 위한 전략 지침(Strategic guidelines for EU aquaculture)’은 조류의 중요성을 강조하며, 바이오 기반 화학 물질 및 기타 재료, 바이오 연료로 활용될 수 있음
- ‘해양 식품 보고서(Food from the Oceans)’는 해 조류가 향후 20년간 1억 톤 이상의 식량 공급 잠재력이 있음을 보고함
- 조류와 기타 해양 자원의 생산 및 가공은 식품 뿐 만 아니라 다양하게 활용 가능함
- ‘유럽 해조류 연합(Seaweed for Europe)’은 유럽 조류 분야가 현재 규모는 작으나 2030년에는 시장 규모가 90억 유로에 달할 것으로 예상됨



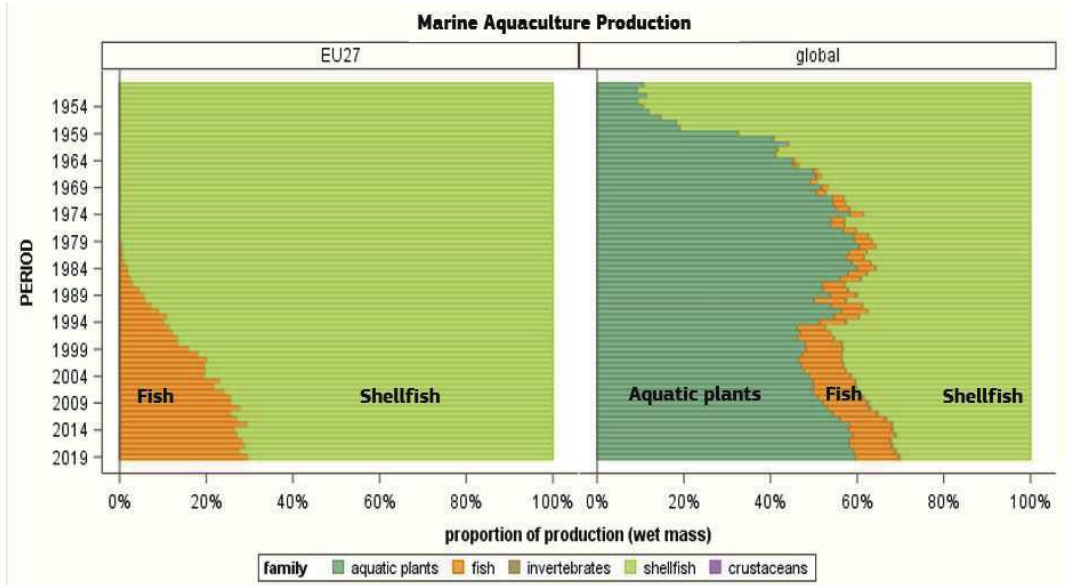
조류 활용 방안

(출처: Towards a Strong and Sustainable EU Algae Sector)

¹ https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/publications/communication-commission-towards-strong-and-sustainable-eu-algae-sector_en

**유럽에서
조류가 미개발
자원인 이유**

- 유럽 해조류 산업은 아시아처럼 시설에서 양식하는 것이 아니라 야생에서의 수확 중점을 두고 있는 초기 단계이며 생산량이 미미함



EU 및 전세계 해양 양식 생산량

(출처: Data source: FAO)

- 유럽은 세계 최고 조류 제품 수입국으로 조류 수요가 높음(2016년, 5억 5,400만 유로)
- 조류와 조류 제품에 대한 수요는 인구증가와 소비 패턴 변화에 따라 계속 증가할 것으로 예상됨

조류 및 조류 기반 제품에 대한 유럽 수요

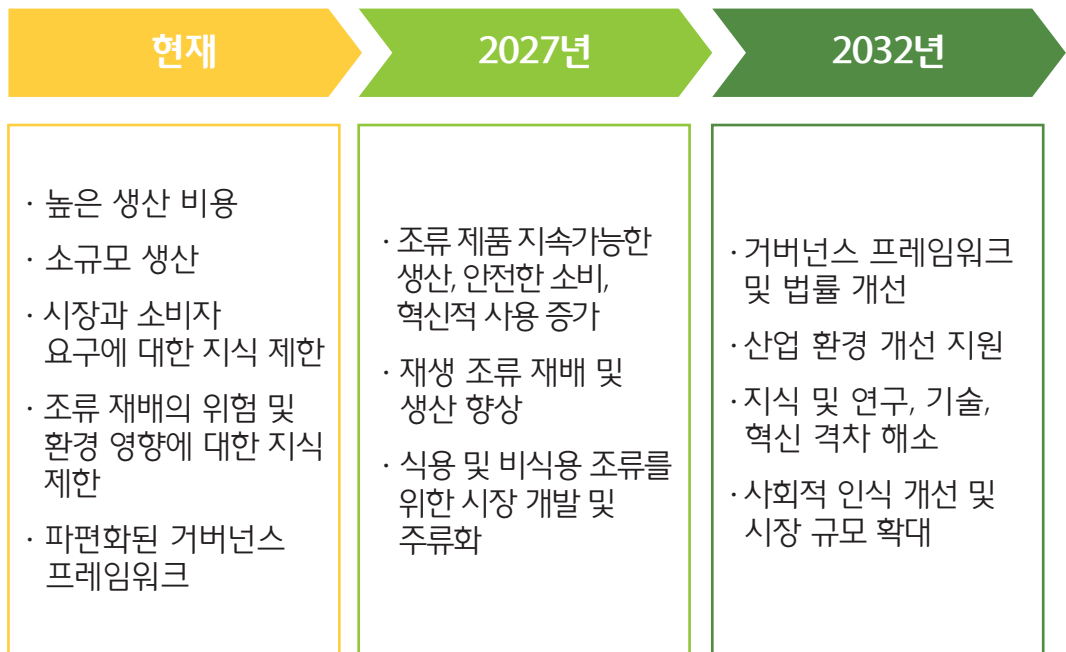
	<p>해조류에 대한 EU 수요는 2023년에 최대 90억 유로에 달할 수 있음 (최대 3,000% 증가)</p>		<p>EU는 해조류 제품의 전 세계 최대 수입국 2016년, 5억 5,400만 유로</p>
	<p>클로렐라 시장은 2025년까지 연간 6.4% 성장률로 가속될 것 스피루리나 시장은 2025년까지 연간 8.7% 성장률 가속될 것</p>		<p>전 세계적 인구 증가 유럽 비건 및 채식주의자 7,500만 인구 고령화 및 건강에 대한 소비자 인식 향상</p>

조류 기반 제품에 대한 수요 증가 예상

(출처: Towards a Strong and Sustainable EU Algae Sector)

EU 조류 산업 현황

- 2019년 ‘Roadmap for the Blue Bioeconomy’는 EU의 조류 산업이 고비용, 소규모, 제한된 시장 지식, 소비자 요구 및 위험요인 등에 의해 저해되고 있다고 판단
- 유럽 위원회는 2021-2023년 사이 조류 산업 관련 계획들 시작 및 지원
- 조류관련 지식 축적을 위한 계획 수립 및 지원을 통한 조류관련 연구 활성화
- 이해 관계자 및 과학자들 간의 토론을 통한 시너지 효과 창출 및 경쟁적 사용 조정을 통한 환경 보호 및 보존 수행

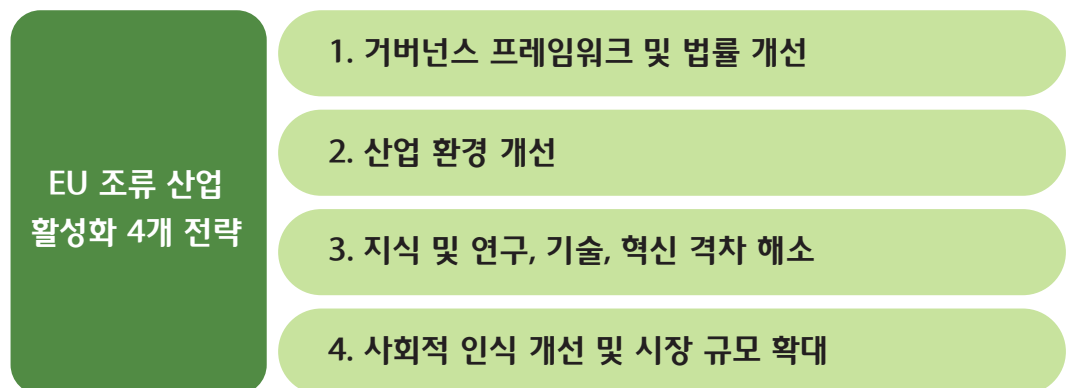


EU 조류관련 이니셔티브의 문제와 목적 해결 방안

(출처: Information based on the work of DG for Maritime Affairs and Fisheries)

향후 방향

- EU 조류 산업 활성화를 위해 조류 생산 확대 및 시장 개발과 주류화, 지속적 공급, 소재 공급 자율화 등을 목표로 광범위한 분석 및 협의를 통해 구체적 전략 수립



전략별 세부 추진 계획

4개 전략	23개 세부 추진 계획
<p>1. 거버넌스 프레임워크 및 법률 개선</p>	<p>1) 2023년부터 조류 재배자를 위한 새로운 툴킷을 개발 2) 협력을 통한 해양 접근성을 향상, 해조류 양식 적지 식별, 해양 공간 계획에 해조류 양식 및 다목적 해양 이용 추가 3) 조류 성분 및 오염물질 표준 테스트, 정량화 및 추출 방법 개발(~'26) 4) 표준 및 다양한 운송 부문 조류 바이오 연료 인증 방법 개발(~'26) 5) 비료용 조류 기반 물질의 시장 잠재력, 효율성 및 안전성 평가, 비료 내 조류 기반 물질 포함케 하는 규정의 필요성 평가</p>
<p>2. 산업 환경 개선</p>	<p>6) 연구에서 시장으로의 기술 이전 지원 및 촉진을 위한 메커니즘 제안 7) 사례 및 지표 기반 조류로 사료 원료 대체를 위한 구체적 지침 개발 8-1) 조류재배및유기농인증을위한영양소와 CO₂ 사용대안식별 8-2) 조류 바이오매스에서 영양분 추출 촉진 8-3) 해조류 재배 및 생산의 환경과 기후 영향에 대한 평가 지원 9) 어업에서 재생 해양 농업으로 전환 지원 시범 프로젝트 지원 10) BlueInvest 플랫폼을 통해 혁신 중소기업 및 프로젝트 지원 강화 11) 스마트 전문화 전략과 지속 가능한 블루 이코노미 플랫폼으로 지역 간 혁신적 파트너십을 촉진하여 해역 및 거시 지역 협력 촉진</p>
<p>3. 지식 및 연구, 기술, 혁신 격차 해소</p>	<p>지식 12) 조류 부문 지식 EU 양식 지원 메커니즘에 통합 13) 연구를 통해 해조류의 기후 변화 완화 기능에 대한 지식 향상 14) 중앙 집중식 바이오뱅크 네트워크 또는 데이터뱅크에 유럽 해조류 계통 유지 및 문서화, 해조류 생물다양성 보존 방안 평가 15) 조류 내 오염 물질 및 요오드 최대 수준 설정, 데이터 불충분한 종에 대한 모니터링 권장 사항 채택 논의 16) EU 해안에서 수확한 해조류 모니터링 체계 및 가용 데이터 연구</p> <p>기술 개발 및 혁신 17) 조류 처리 시스템 개발 및 고부가가치 화합물 생산 방법 지원 18) 조류 생산 시스템 기술적 제약 개선 및 새로운 생산법 개발 지원 19) 조류 바이오 연료 관련 기술 및 시스템 문제 해결과 시장 선별</p> <p>데이터 20) 조류 관련 데이터 가용성 개요 마련 및 중앙 집중화 권장 사항 공표</p>
<p>4. 사회적 인식 개선 및 시장 규모 확대</p>	<p>21) 소비자 인식 제고 21-1) 소비자 행동 및 선호도 분석 21-2) 조류 기반 제품 홍보를 위한 EU 전역 및 지역 캠페인 유치 22) 지속 가능한 식품 라벨링 프레임워크의 조류 제품 지속 가능성 제고 23) 블루 바이오경제와 재생 양식 해결책에 대한 학교 및 대학 인식 제고 조치 촉진</p>

II 기술동향

전문가칼럼

신약개발에 있어 해양천연물 연구개발의 기술적 파급 효과

이연주(한국해양과학기술원
해양생명공학연구센터 센터장)

들어가며

신약개발에 있어 천연물 연구가 차지하는 비중은 현재까지 승인된 신약의 성격 분석에서 확연하게 드러난다. 1981년부터 2019년까지 미국 FDA(Food and Drug Administration)의 승인을 받은 신약 1,881개 중 천연물이나 그 유도체인 것들의 비중은 23%(441개)에 달하며 천연물의 구조나 활성을 바탕으로 설계한 물질을 합하면 개발 과정에 천연물이 연루된 물질은 49%(930개)에 달한다 (그림 1). 이 930개 중 해양천연물과 관련한 의약품은 13개로 천연물 관련 의약품 중 1.4%, 전체 승인 의약품 중 0.7%의 미미한 비중을 차지한다. 이러한 낮은 비중은 상황과 필요에 따라 아직 온전히 연구/개발되지 못한 해양천연물의 가능성을 나타내는 지표로 설명되기도 하고, 정반대로 낮은 개발 가치를 나타내는 지표로 해석되기도 한다. 그러나 신약개발에 있어서 해양천연물이 차지하는 위치를 온전하게 파악하기 위해서는 상기의 수치를 넘어서는 디테일에 대한 분석이 필요하며, 이에 기반하여 상기의 수치들이 해양 천연물의 유망함을 나타내는지 아니면 그 반대인지 올바르게 판단할 수 있을 것이다.

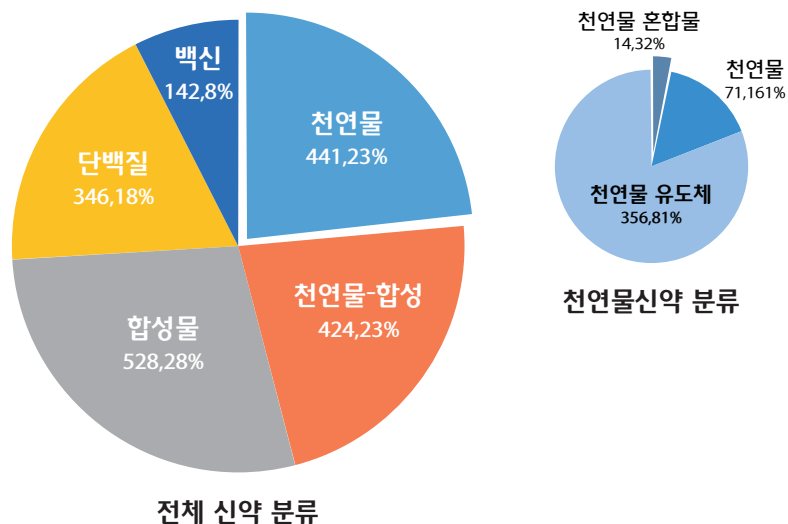


그림 1. 미국 FDA 승인 ('81.1~'19.9) 신약 분류
(출처: D. J. Newman 외, Journal of Natural Products, 2022)

해양천연물 신약 현황

시타라빈이 해양 천연물 최초로 신약 승인을 획득한 1960년대부터 10년 단위로 해양천연물 신약의 FDA 승인 현황을 살펴보면 1990년까지 각 10년에 한 개의 해양천연물이 승인을 받았고, 1991-2000년 사이에는 2개, 2001-2010년에는 4개, 2011-2020년에는 10개의 신약이 승인을 받은 것으로 확인된다 (그림 2, 여기서 해양천연물 신약이란 해양천연물과 그 유도체까지를 포함한다). 해가 거듭될수록 승인 신약의 수가 늘어나, 특히 최근 10년간 그 수가 기하급수적으로 증가한 것을 확인할 수 있는데 일단은 이로부터 해양천연물 신약의 낮은 비중이 낮은 개발 가치 보다는 높은 기술적 난이도에 기인했던 것임을 확인할 수 있다. 생명공학 분야의 다양한 기반 기술들이 더 성숙되기 시작하면 우리가 가용할 수 있는 해양천연물의 범위도 더욱 넓어질 것이다. 그러나 신약개발 기술 발전의 측면에서 해양천연물의 가치는 최근의 기하급수적 증가 양상조차도 넘어선다. 어떠한 물질들이 어떠한 기술들과 만나 의약품 승인 1건 이상의 결과를 거두었는지 그 기술적 함의를 좀 더 자세히 살펴볼 필요가 있다.

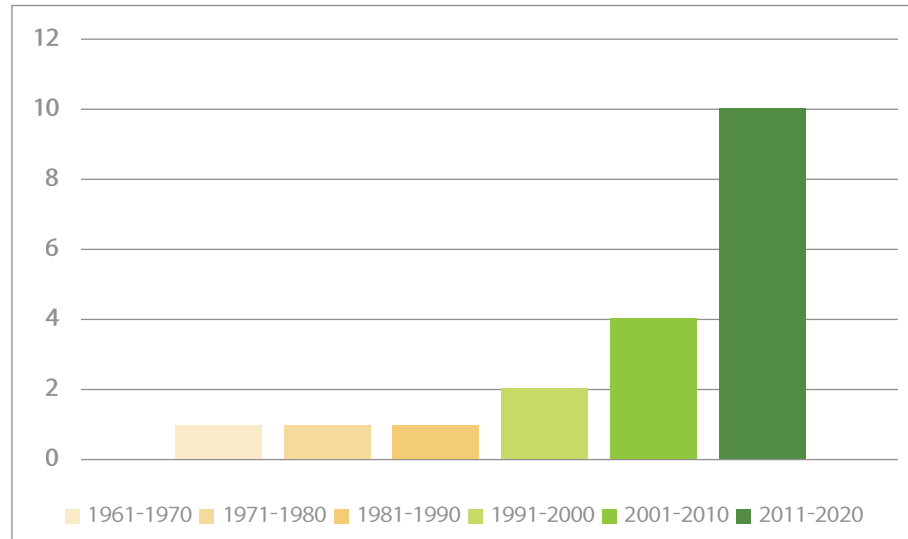


그림 2. 해양천연물 신약 승인 추세 ('61-'20)

(출처: N. Haque 외, Marine Drugs, 2022)

해양천연물 신약 개발의 기술적 함의

천연물 분리나 분석 기술이 턱없이 부족했던 1951년 이미 해면 *Cyptotethya*로부터 얻어진 두 개의 뉴클레오사이드계 화합물(spongouridine, spongothymidine)의 완전한 구조가 보고되었다. 뉴클레오사이드는 DNA, RNA의 구성 물질인데, 상기의 두 해양천연물은 일반적인 뉴클레오사이드와는 구조가 미미하게 달라 오히려 생물에서 DNA, RNA 합성을 억제하는 것으로 확인되었다. 지속적인 연구를 통해 이러한 뉴클레오사이드계 화합물의 특성이 암세포나 바이러스 증식을 억제하는데 활용될 수 있다는 것이 입증되었고, 1969년에는 항암제 시트라빈이, 1976년에는 항바이러스제 비다라빈이 FDA의 승인을 획득하였다. 항바이러스제의 경우 비다라빈이 끝이 아니었다.

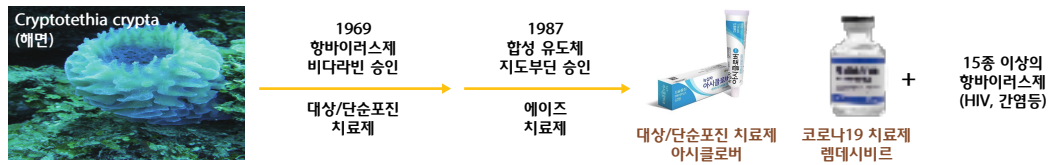
이후 수십여 종의 뉴클레오사이드계 항바이러스제가 개발, 승인되었는데 여기에는 최초의 에이즈 치료제 지도부딘, 현재에도 대상포진이나 단순포진 치료에도 널리 사용되고 있는 아시클로버, 최근 코로나19치료제로 승인을 획득한 렘데시비르가 포함된다. 해면 유래 뉴클레오사이드계 천연물 발굴이 항바이러스제 개발에 활용될 수 있는 화합물 골격에 대한 지식을 제공하였고, 이것이 유사한 구조를 가지는 계열 수십여 종의 항바이러스제의 개발로 연결된 것이다.

해양천연물이 신약개발의 기술적 돌파구를 제공한 예는 다른 경우에서도 확인된다. 운동성이 떨어지는 청자고동이 빠르게 유평하는 물고기를 잡아먹을 수 있는 것은 청자고동이 쓰는 독에 물고기가 마비되기 때문이다. 이러한 청자고동 독을 신경을 마비시켜 통증을 억제하는 용도로 사용한 것이 만성통증 치료제 프리알트이다. 동물 세포의 표면에 존재하면서 칼슘의 이동을 매개하여 감각의 발생과 전달을 매개하는 칼슘 채널(Calcium channel)이라는 단백질이 있는데, 이 중 한 부류(N-type Calcium channel)의 기능을 억제하면 진통이나 신경보호(neuroprotection) 효능이 나타난다. 프리알트는 이러한 칼슘 채널을 표적(target)으로 하는 최초의(the first-in-class) 신약이었으며, 이후로 같은 표적을 대상으로 하는 진통제, 알츠하이머나 파킨슨병 치료제 등 25종 이상의 의약품 개발 성공이 이어졌다.

또 다른 예는 항암제 애드세트리스이다. 해양동물 군소(Dolabella auricularia)로부터 분리된 천연물(auristatin)은 암세포를 사멸시키는 효과는 탁월하였으나, 정상세포에 대한 공격성도 가지고 있어 독성의 문제가 심각한 ‘독소’였다. 이 독소가 암세포에만 전달이 될 수 있도록 배달하는 기술에 대한 연구가 진행되었는데, 그 결과물로 개발된 것이 항체-약물 접합(ADC, antibody-drug conjugate) 기술이다. 암세포 표면에만 존재하는 단백질(항원)에 대한 항체에 약물을 결합시켜 이 항체가 암세포 표면에 부착할 때 약물, 즉 독소가 전달될 수 있도록 하는 기술이다. 군소 천연물-항체 접합으로 개발되어 2011년 림프종 치료제로 승인을 획득한 신약이 애드세트리스로 최초의 항체-약물 접합 의약품인데, 2019년에서 2020년사이 폴리비, 파드세브, 블렌렙 등 다른유도체와 항체 결합체가 항암제로서 승인을 받기도 하였다. 최근에는 여러 암에 대한 효과적인 치료제 개발을 위해 다방면의 약물-항체 접합체 개발 연구가 진행되고 있다.

오메가3 지방산은 대사 질환이나 면역력에 장복 효능이 있는 것으로 알려져 건강기능성 식품으로 널리 사용되고 있으며 특히 어유로부터 쉽고 싸게 구할 수 있는 물질이다. 그러나 이 물질의 구조를 소위 에스테르화(esterification)로 불리는 매우 간단한 반응으로 변환시키면 특히 고지혈증에 대한 효능이 강한 유도체를 얻을 수 있다. 다국적 제약사 글락소 스미스 클라인은 어유에 대한 간단한 화학적 공정을 거쳐 얻을 수 있는 유도체 로바자에 대한 고지혈증 처방의약품의 FDA 승인을 2004년에 획득하였다. 이후 화학 공정의 변주 만으로 쉽게 확보할 수 있는 다른 유도체들에 대한 개발이 경쟁적으로 진행되었고, 이는 3종의 추가적인 고지혈증 치료제 (배세파, 에파노바, 오메가벤) 승인으로 연결 되었다.

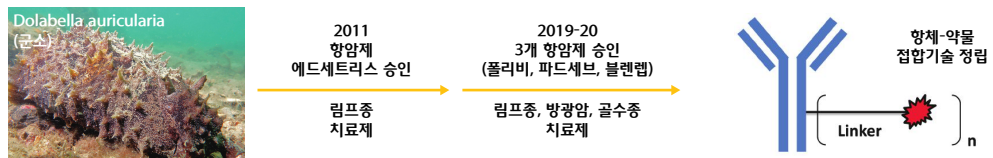
✓ 새로운 구조 - 뉴클레오사이드계 항바이러스제



✓ 새로운 기전 - Ca 채널 조절의 만성통증 치료제



✓ 새로운 개념 - 항체-약물 접합제 (ADC, Antibody-Drug Conjugate)



나가며

상기에서 제시한 예들을 살펴보고 나면 해양천연물 개발의 유망성에 대한 처음의 질문에 대하여 조금 더 확실한 대답을 할 수 있다. 해양천연물 신약 개발은 어렵다. 이를 입증하는 것이 전체 신약 혹은 천연물 신약 중 해양천연물 신약의 낮은 비중이다. 그럼에도 불구하고 해양천연물 신약의 발굴은 대체로 1개의 신약 승인으로 끝나지 않는다. 어려운 만큼 기술적 혁신이 필요하고 기술적 혁신이 이루어진 만큼 그 효과가 지속되기 때문이다. 아직 우리나라에서는 해양천연물 신약 개발과 관련한 이렇다 할 성과가 없다. 수많은 항암제와 항바이러스제의 개발을 가능하게 했던 뉴클레오사이드계 해면 천연물의 발견이 미국화학회 학술지(The Journal of Organic Chemistry)에 최초로 보고된 것이 1951년이었다. 그로부터 40년 이상이 지나서야(1995년) 국내 연구팀이 해양천연물 연구결과를 최초로 같은 학술지에 보고하였다. 이제 우리나라 해양천연물 연구 역사도 30년에 접어들고 있다. 국내에서도 해양천연물 연구의 저변이 지속적으로 확장해왔고, 해양수산부가 추진한 해양 생명자원에 대한 관리는 그 방식과 결과물에 있어 체계적인 발전이 있었다. 이제 지금까지 축적된 기술과 자원을 모아 인류 건강에 직접적으로 공헌할 수 있는 가시적 성과를 지향해볼 때가 되지 않았을까 싶다.

II 기술동향

해외단신

생분해성 우레탄폼 / 바이오플라스틱

생분해성 우레탄폼(Biodegradable polyurethane foams)



11주 동안 해수에 투입된 후
생분해된 Blueview 신발

(출처: Daniel Zhen, Algenesis Inc.)

해수에서 생분해되는 신소재 우레탄폼²⁾(22.9)

현대 유키키퍼터스인 플라스틱은 전 세계적으로 다양하게 사용되며 오염이 심각해지고 있다. 해마다 80억 kg의 플라스틱이 바다로 유입되어 태평양에 160만 km²가 넘는 거대 쓰레기 섬을 형성한다. 이는 작게 분해 되어 미세 플라스틱으로 수 세기 동안 남아 있게 된다. 샌디에이고 대학에서는 이에 대응하기 위해 생분해성 우레탄폼을 개발했다. 육지 퇴비에서 생분해가 입증된 우레탄폼을 해수에 투입한 결과, 4주 만에 분해되기 시작했고 미생물의 영양분으로 소비된다는 사실을 발견했다. 추가로 샌디에이고 주변 6개 해역에서 폴리우레탄 분해 미생물을 확인했다. 전 세계적인 환경 문제를 해결할 수는 없지만 해양 생물에 해를 끼치는 플라스틱 쓰레기가 아닌 미생물의 먹이가 되며 생분해될 수 있는 제품을 만들 수 있다고 제시하였다.

바이오플라스틱(Bioplastic)



식품, 화장품 등
다양한 용도로 수출되는 필리핀 해조류

(출처: Keith Anthony Fabro)

플라스틱 포장지를 대체할 해조류 기반 바이오플라스틱³⁾(23.01)

많은 식품 용기와 포장지는 화석 연료 기반 플라스틱으로 만들어지는데 이는 생분해되지 않고 미세 플라스틱으로 분해되어 환경을 오염시키고 해양생태계에 해를 끼친다. 플린더스 대학(Flinders University)과 독일 생명공학 회사 원파이브(one five)의 개발자들은 패스트푸드 포장에 사용되는 플라스틱의 대체재로 해조류 기반 포장지를 개발하였다. 또한 필리핀의 덴시벨 몬티놀라(Denxybel Montinola) 연구원은 망고와 해조류로 바이오플라스틱(bioplastic)을 개발하여 올해 상용화를 목표로 두고 있다. 해초 기반 바이오플라스틱은 자연 분해되고 미세 플라스틱을 생성하지 않아 기존 플라스틱에 대한 대안이 될 수 있으며 해조류 양식을 하는 어민들이 생계를 창출하는 데 도움이 될 수 있다.

2 <https://phys.org/news/2022-09-sea-plastic-pollution-material-biodegrades.html>

3 <https://news.mongabay.com/2023/01/innovators-develop-seaweed-based-alternatives-to-plastic-food-wrappers/>



해양수산과학기술진흥원 Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion

실종아동을 찾습니다

**발생일자**

2000년 3월 1일

발생장소

서울특별시 서초구

신체특징

키 155cm, 체중 50kg

곽희진

당시 14세 10개월

**발생일자**

2006년 05월 13일

발생장소


경남 양산시

신체특징

키 151cm, 체중 40kg, 코와 입사이에 2cm정도의 흉터, 검정색 긴머리

이은영

당시 13세 0개월

문의·제보처 02-777-0182 (혹은 국번없이 182) 자료제공  아동권리보장원

콘텐츠 문의 및 구독 신청 박정미 연구원 T 02-3460-4077 E wjdal0659@kimst.re.kr