

발 간 등 록 번 호

11-1543000-003170-01

최종보고서

그린바이오 분야 신산업 육성 연구

2020. 5.



서울대학교 산학협력단

제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

본 보고서를 “그린바이오 분야 신산업 육성 연구” 과제의
최종보고서로 제출합니다.

제출일시: 2020년 5월 28일

연구기관명: 서울대학교 산학협력단

연구책임자: 유 도 일

연 구 원: 정 인 석

연구보조원: 김 현 응

연구보조원: 권 지 수

요 약 문

- 본 연구는 국내·외 그린바이오 분야 업종별 시장 규모 현황을 파악하고 2030년까지 전망치를 제시함.
- 글로벌 바이오산업 시장 규모는 2017년 현재 12,805억 달러에서 2030년 29,053억 달러까지 성장할 것으로 전망되며, 동 기간 연평균성장률은 6.5% 수준으로 예측됨.
- 글로벌 그린바이오 분야는 2017년 1,274억 달러에서 2030년 3,226억 달러에 달할 것으로 전망되며, 동기간 연평균성장률은 7.4% 수준으로 예측됨.
- 국내 바이오산업 시장 규모는 2017년 12.3조 원에서 2030년 30.4조 원으로 증가할 것으로 전망되며 동기간 연평균성장률은 7.2% 수준으로 추산됨.
- 국내 그린바이오 분야 시장 규모는 2017년 4조 원에서 2030년 12.5조 원으로 증가할 것으로 전망되며, 동기간 연평균성장률은 9.1% 수준으로 추산됨.
- 국내 그린바이오 분야 고용 현황은 2016년 16,234명에서 2030년 44,435명으로 증가할 것으로 전망되며, 동기간 연평균성장률은 7.5% 수준으로 예측됨.

- 국내 그린바이오산업 분야는 1) 마이크로바이옴, 2) 종자, 3) 대체식품 및 메디푸드, 4) 동물용 의약품, 5) 곤충, 6) 기타 장비 및 서비스로 구분되며, 각 분야별 시장 규모 및 고용 현황과 함께 2030년까지 전망치가 제시됨.
- 마이크로바이옴 국내 시장 규모는 2017년 2.7조 원에서 2030년 7.4조 원으로, 고용은 2016년 6,452명에서 2030년 16,781명으로 각각 성장할 것으로 전망됨. 2018~2030년 기준 연평균성장률은 8.7%로 예측됨.
- 종자 국내 시장 규모는 2017년 1,542.8억 원에서 2030년 5,210.95억 원으로, 고용은 2016년 846명에서 2030년 2,775명으로 각각 성장할 것으로 전망됨. 2018~2030년 기준 연평균성장률은 9.3%로 예측됨.
- 대체식품 국내 시장 규모는 2017년 1,923.7억 원에서 2030년 7,782.2억 원으로, 2018~2030년 기준 연평균성장률은 11.9%로 예측됨. 또한 고용은 2016년 275명에서 2030년 625명으로 성장할 것으로 전망되며, 2018~2030년 기준 연평균성장률은 8.4%로 예측됨.
- 메디푸드 국내 시장 규모는 2017년 4,734.3억 원에서 2030년 2.9조 원으로, 고용은 2016년 736명에서 2030년 3,771명으로 각각 성장할 것으로 전망됨. 2018~2030년 기준 연평균성장률은 13.8%로 예측됨.
- 동물백신 국내 시장 규모는 2017년 1,315억 원에서 2030년 3,235.2억 원으로, 고용은 2016년 590명에서 2030년 1,309명으로 각각 성장할 것으로 전망됨. 2018~2030년 기준 연평균성장률은 7.8%로 예측됨.

- **곤충 국내 시장 규모**는 2017년 345억 원에서 2030년 860.2억 원으로, 고용은 2016년 1,821명에서 2030년 7,660명으로 각각 성장할 것으로 전망됨. 2018~2030년 기준 연평균성장률은 7.2%로 예측됨.
- **기타 바이오 장비, 기기, 서비스 국내 시장 규모**는 2017년 2,950.7억 원에서 2030년 5,625.7억 원으로, 고용은 2016년 5,515명에서 2030년 11,514명으로 각각 성장할 것으로 전망됨. 2018~2030년 기준 연평균 성장률은 4.5%로 예측됨.
- **국내 그린바이오 분야 R&D 투자 현황**은 2016년 2,294억 원에서 2018년 2,518억 원으로 연평균성장률 4.8%의 성장세를 보였는데, 동기간 전체 바이오산업 R&D 투자액이 7.8%의 성장률을 보인 점을 감안하면 민간 부문의 그린바이오 분야 R&D 투자가 상대적으로 저조함을 시사함.
- **그린바이오 분야 국내·외 정책**을 살펴보면, 미국은 오바마 정부 이후 Bioeconomy에 대한 정책을 강화하고 있으며, EU도 유럽2020 전략을 통해 Bio-based economy를 강화하는 등 선진국 위주로 바이오산업을 신성장 동력의 일환으로 삼고 있음을 확인할 수 있음.



목 차



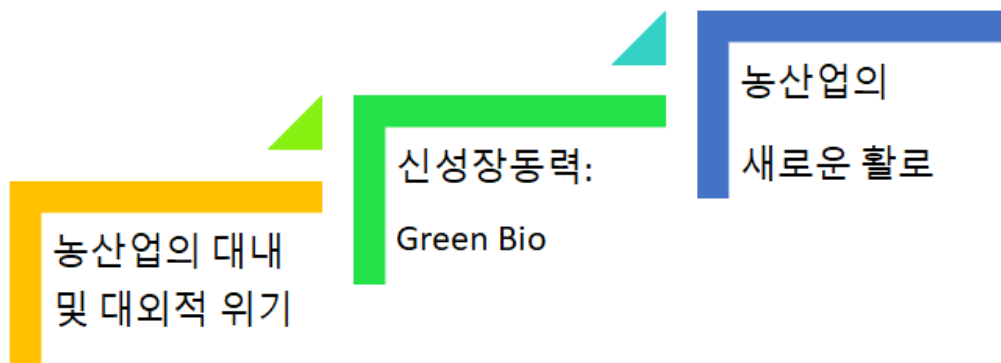
I. 서론	1
1. 연구배경 및 필요성	1
2. 선행연구	3
3. 연구목적 및 내용	4
II. 그린바이오 산업 분야 현황 분석	6
1. 그린바이오 산업 국내·외 시장 현황	6
2. 그린바이오 산업 국내·외 R&D 투자 현황	50
III. 그린바이오 산업 활성화를 위한 제도 개선 및 사업화 추진 방안	56
1. 그린바이오 분야 국내·외 정책 현황	56
2. 그린바이오 정책 방향성 사례 분석	75
참고문헌	86

I. 서 론

1. 연구배경 및 필요성

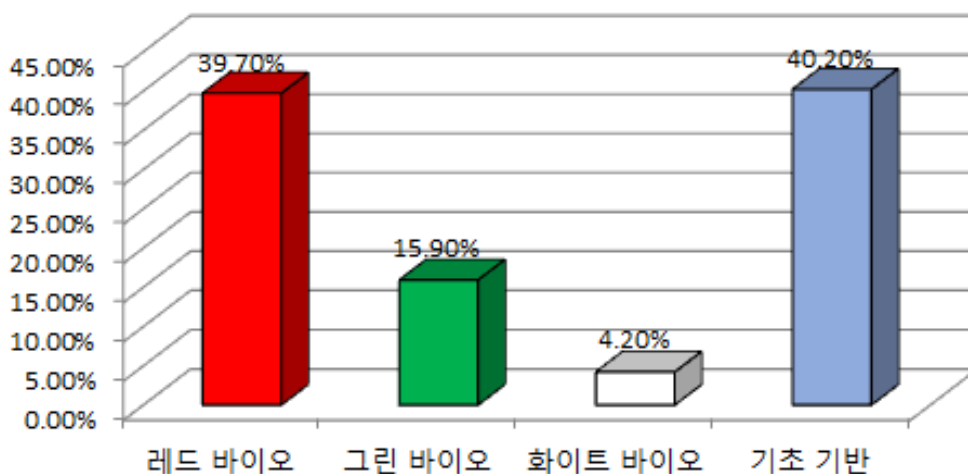
- 글로벌 경기침체로 저성장이 일반화된 시대에 농산업의 위상은 더욱 저하되고 있음.
 - 대내적으로는 고령화, 일손부족, 농촌지역 소멸 등의 문제가 더욱 심화되고 있음.
 - 대외적으로는 해외 농산물 시장 개방에 따른 사양산업화가 가속화되고 있음.
- 따라서 농산업계의 신성장 동력을 확보하고자 하는 노력이 그 어느 때 보다 중요한 시점이며, 이러한 상황에서 신흥기술로 각광받는 바이오 테크놀로지 및 이를 기반으로 하는 바이오 분야에 주목할 필요가 있음.

[그림 1] 농·식품산업의 신성장동력 확보: 그린바이오(Green Bio)



- 바이오산업은 크게 레드바이오, 화이트바이오, 그린바이오 분야로 구분되는데, 이 중 농업·식품 분야를 포괄하는 그린바이오는 의료·제약 위주의 레드바이오, 환경·에너지 중심의 화이트바이오 발전에 중추적인 역할을 담당하고 있음.
 - 왜냐하면 농·식품분야의 식물 및 동물자원 없이 의료·제약(레드바이오) 산업이 융성할 수 없기 때문임.
 - 이와 같은 연유로 환경생태 문제 및 신재생에너지(화이트바이오) 산업의 재편도 농·식품산업과 직접적인 연관을 맺고 있음.
- 이러한 중요성에도 불구하고 레드바이오 및 화이트바이오에 비해 그린바이오 분야 신산업 육성은 더디게 이루어지고 있는 실정임.
 - 일례로 2019년 기준 바이오 분야 R&D 정부 예산은 2조 9,300억 원에 달하지만 상당 비율이 레드 및 화이트바이오 분야에 집중되고 있음.

[그림 2] 바이오 분야별 정부 R&D 투자 비율(2019)



자료: <http://dongascience.donga.com/news.php?idx=33589>을 재구성

- 한편, 정부는 바이오산업 혁신을 위해 범부처 바이오산업 TF를 구성하고, 혁신성장전략회의(‘20.1.15)를 통해 그린바이오 융합형 신산업 육성을 포함한 5대 전략분야 10대 핵심과제를 추진하기 위한 ‘바이오산업 혁신 정책방향 및 추진과제’를 발표, 핵심과제별 대책을 수립 중에 있음.
 - 이상에서 그린바이오 분야 신산업 육성을 위해 효과적이고 효율적인 정책 수립이 그 어느 때보다 강조되고 있는 시점임.

2. 선행연구

- 그린바이오 신산업 분야는 신흥기술(emerging technology)과 주로 연관됨에 따라 선행 연구는 많지 않은 편임.
 - 의료·제약 관련 레드바이오 분야에 대한 시장 분석 및 R&D 투자 등에 대한 연구는 상대적으로 활발히 이루어지고 있으며, 화이트바이오 분야에 대한 실증 데이터 집계도 용이한 상황임.
 - 그러나 그린바이오 분야의 경우 GDP 내에서 농·식품산업이 차지하는 비중이 상대적으로 적은 관계로 관련 연구나 투자가 활발히 이루어지는 편은 아님.
- 그린바이오 분야에 대한 선행 연구는 그린바이오 산업의 정의 및 범위를 제시하는 이주량 외(2011)를 필두로 최근까지 관련 기술을 중심으로 소개되는 형태로 이루어져 왔음.
 - 이주량 외(2011)는 바이오 경제시대의 전개와 동향을 분석하고, 바이오산업 연구개발 투자의 국제 비교 및 과학기술·사회경제 영역에서의 현황과 대응과제를 제시하며, 대응시나리오에 따른

- 산업연관효과를 추정하고 정책적 시사점을 발굴함.
- 남연정 외(2020)는 2020년 10대 바이오 미래유망기술을 선정하면서, 그린바이오 분야에서는 '엽록체 바이오공장' 및 '식물 종간 장벽제거기술'을 유망기술로 제시함.
 - 홍윤정 외(2020)는 바이오분야 중소벤처업체를 조사하여 분야별·지역별 경영성과 및 연구개발 현황, 정부 R&D수행 현황 등을 정리함.
 - 박수철(2019)은 그린바이오 핵심기술로 종자개발을 위한 육종기술, 고부가 의약소재 생산을 위한 Bio-pharming 기술, 식물 마이크로 바이옴, 스마트팜을 제시하였으며, 기술혁신을 통한 그린바이오산업 활성화를 강조함.
 - 김민정·박주연(2018)은 기후변화 및 석유자원 고갈 등 환경·사회적 위기의 대응책으로 바이오연료, 리파이너리, 바이오소재 등이 부상하며 바이오기반 경제 시대가 도래할 것으로 전망하며, 공급·수요 측면을 아우르는 기술혁신 및 투자유인 등 정책 프레임워크 설정의 필요성을 강조함.

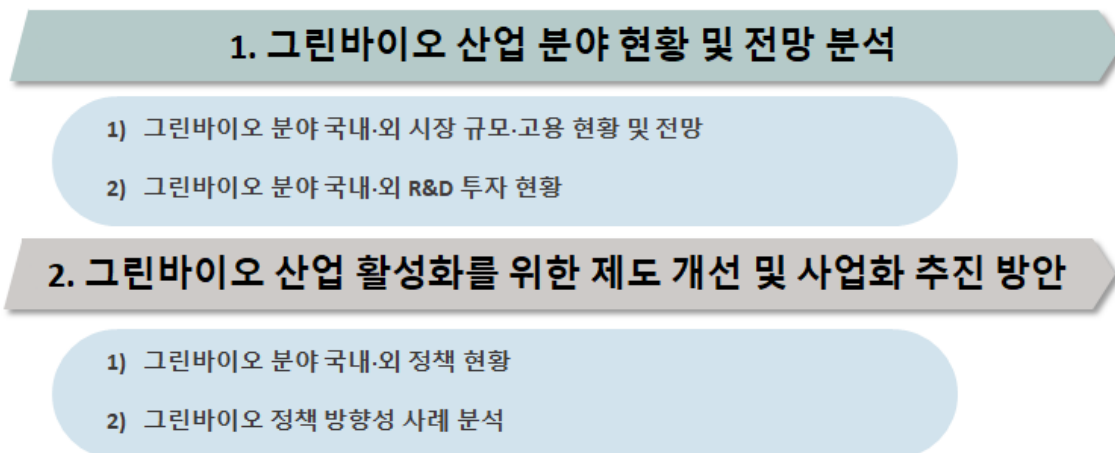
3. 연구목적 및 내용

- 이에 본 연구의 목적은 그린바이오 산업 분야 현황을 분석하고 해당 산업 활성화를 위한 제도 개선 및 사업화 추진 방안을 위한 시사점을 도출하는 데에 있음.
- 구체적으로 그린바이오 산업의 국내·외 시장 규모 및 고용 현황을 파악하는 한편, 이를 기반으로 향후 시장 규모 및 고용을 전망함. 아울러 국내·외 그린바이오 분야 R&D 투자 현황 및 정책 현황을 기반으로 향후

그린바이오 분야 국내·외 정책 방향성 사례를 분석함.

- 이를 위해 국내 자료의 경우 국가승인통계인 “국내 바이오산업 실태조사”를, 국외 자료의 경우 OECD에서 제공되는 “Biotechnology statistics”의 최근 자료와 기타 국내·외 연구보고서를 참조하여 문헌 조사를 통해 시장 상황을 파악하는 한편, 해당 분야의 시장 및 고용 전망을 제시함.
- 국내·외 정책의 경우 OECD 및 EU 등 각 국 정부에서 제시하는 바이오테크놀로지 관련 정책 현황을 파악하여 그 방향성을 설정하는데 사례 연구로 제시함.

[그림 3] 연구목적 및 내용



II. 그린바이오 산업 분야 현황 분석

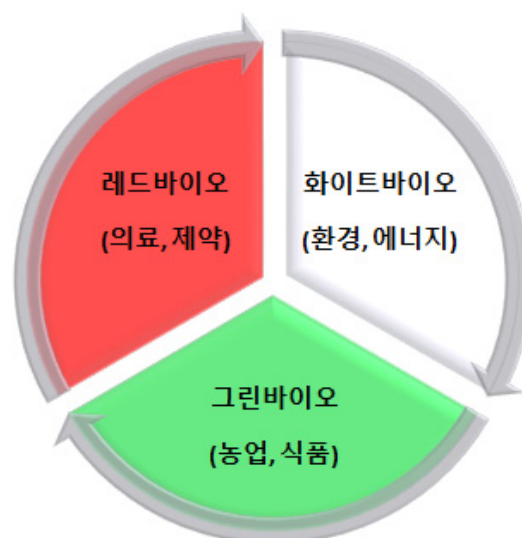
1. 그린바이오 산업 국내·외 시장 현황

1) 그린바이오 산업의 정의 및 범위

가. 그린바이오 산업의 정의

- 바이오산업은 일반적으로 레드, 화이트, 그린 바이오의 3가지로 분류됨.
 - 레드바이오는 의료·제약 분야, 화이트바이오는 환경·에너지 분야, 그린바이오는 농업·식품 분야를 각각 의미함.
 - 레드바이오: 질병 극복 및 건강 증진을 위해 연구
 - 화이트바이오: 환경 변화 대응 사업 및 서비스 창출

[그림 4] 바이오산업 분류: 레드, 화이트, 그린바이오



- 이 중 그린바이오 산업을 보다 엄밀하게 정의하면 생명자원 및 정보에 생명공학기술(biotechnology)을 적용하여 고부가가치를 창출하는 산업이라고 정의할 수 있음(박수철, 2019).
 - 보다 구체적으로 그린바이오는 안전한 먹거리 공급 및 고부가가치 창출이 가능한 농생명 소재산업 육성을 위한 바이오테크놀로지 분야를 의미함.

- 그린바이오의 목적은 다음과 같이 설정됨(과학기술정보통신부, 2017; 관계부처합동, 2017).
 - 첫째, 지속가능한 환경 친화적 식량자원 및 농림·축수산 생명자원의 안정적 생산
 - 둘째, 고부가가치 농생명 신소재 개발 기반 신산업 창출
 - 셋째, 건강하고 안전한 먹거리 공급 및 국민건강·웰빙 실현

나. 그린바이오 산업의 범위

- 그린바이오는 자원생산, 산업, 웰빙 분야에 바이오테크놀로지가 적용될 수 있도록 세분화됨.
 - 자원생산 그린바이오는 수요·공급 맞춤형 최적 생산 시스템 구축, 고부가 농생명산업 육성 지원, 글로벌 시장 경쟁력 및 기술주도권 확보에 초점을 맞춤.
 - 산업 그린바이오는 고부가가치 신소재 발굴 및 산업 육성, 고기능성·고부가가치 식품산업 육성, 첨단 융·복합 신산업 창출 및 육성 등이 주가 됨.

- 웰빙 그린바이오는 개인맞춤형 기능식품, 식품 전과정 관리기술 고도화, 웰빙 농업 및 문화 콘텐츠 융합형 브랜드 개발 등으로 요약됨.

[그림 5] 그린바이오 세부 분야

자원생산 그린바이오	산업 그린바이오	웰빙 그린바이오
<ul style="list-style-type: none"> • 수요·공급 맞춤형 최적 생산시스템 구축 • 고부가 농생명산업 육성 지원 • 글로벌 시장 경쟁력·기술주도권 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 고부가가치 신소재 발굴 및 산업 육성 • 고기능성·고부가가치 식품산업 육성 • 첨단 융·복합 신산업 창출 및 육성 	<ul style="list-style-type: none"> • 개인맞춤형 기능식품 • 식품 전과정 관리기술 고도화 • 웰빙 농업 및 문화 콘텐츠 융합형 브랜드 개발

자료: 제 3차 생명공학육성기본계획(2017)을 재구성

□ 그린바이오 기술이 접목된 산출물은 그 자체로 하나의 최종 상품일 수도 있지만 농업 및 식품 분야의 특성 상 타 바이오 분야, 즉 레드 및 화이트바이오 분야의 원료 소재로 쓰이는 중간재(intermediate good) 역할을 하기도 함.

- 그러나 레드바이오 및 화이트바이오 분야의 원료 소재까지 그린바이오 범위에 포함시킬 경우 시장 규모가 과대 추정(over estimation)되거나 바이오 분야별 중복 계상의 가능성이 존재함.
- 따라서 본 연구에서는 그린바이오의 범위를 제 3차 생명공학육성기본계획에 제시된 자원생산, 산업, 웰빙 그린바이오의 3가지 분야를 기본으로 하되, 레드 및 화이트바이오의 소재로 활용되는 부분은 분석 대상에서 제외함.

□ 이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 본 연구의 목적에 부합하도록 그린바이오 분야의 범위를 다음과 같이 설정함.

- 먼저 산업통상자원부 국가기술표준원이 국내 바이오테크놀로지에 기반하여 바이오산업의 범위 및 정의 등을 표준으로 제·개정한 ‘바이오산업 분류코드(KSJ 1009)’에 근거하여 바이오산업을 분류함.
 - 분류코드를 기초로 그린바이오 분야에 해당하는 코드를 선정함.
 - 단, 앞 서 언급하였듯이 레드 및 화이트바이오 분야에 중복되는 항목을 제외하여 선정함. 이 경우 시장 규모를 축소할 수도 있지만, 관련 분야 생명공학기술을 농·식품산업에 모두 포함시키기에는 논리적 비약이 있으므로 국내 바이오산업 내에서 그린바이오 분야 산업이 차지하는 비중을 고려하여 일정 부분만이 포함된다고 가정함.
 - * 예) 바이오장비 및 기기산업(Bioprocess and equipment industry)의 경우 세포분석·배양장비(Cell analysis and cultivation equipment)나 유전자/단백질/펩타이드 분석·합성·생산 기기(Gene/protein/peptide analysis, synthesis, and manufacturing instruments)’ 등은 비록 대상이 미생물, 곤충, 동물, 식품 등 농업 관련 생명소재이기는 하지만 해당 분야가 전량 그린바이오에 전용된다고 보기에는 무리가 있음.
 - * 따라서 바이오산업 분류 코드 중 순수하게 그린바이오 분야에 해당하는 항목들이 전체 바이오 분야에서 차지하는 비중을 산출. 바이오장비 및 기기산업과 바이오서비스 산업의 해당 비중만큼이 그린바이오 분야에 포함된다고 설정하는 방식을 취함.
 - 선정된 분류코드를 기초로 제 3차 생명공학육성기본계획에서 제시된 그린바이오 세부 분야와 부합하는 식품, 미생물, 유전자, 종자, 동물용 의약품, 바이오 농약 및 비료를 분석 범위에 포함함.
- 최종적으로 본 연구에서 국내·외 그린바이오 분야 시장 및 고용 관련 항목에 포함되는 산업 분류 및 세부 업종들은 다음 <표 1>에 정리되며, 크게 1) 마이크로바이옴, 2) 종자, 3) 대체식품 및 메디푸드, 4) 동물용

의약품, 5) 곤충, 6) 기타 장비 및 서비스의 여섯 가지 분야로 구분됨.

○ 공식적 통계 자료가 제시되는 바이오산업실태조사에 기반해서는 바이오식품산업, 바이오자원산업이 그린바이오 분야의 주를 이룸.

○ 바이오의약품 분야에서는 동물용 바이오의약품, 바이오화학·에너지산업에서는 바이오농약 및 비료, 바이오환경산업에서는 환경처리용 생물제제 및 시스템과 환경처리, 자원재활용 제제 및 시스템이 그린바이오 분야에 포함됨.

○ 그 외 바이오장비 및 기기산업과 바이오서비스산업의 경우 산업분류 내 업종들은 레드 및 화이트바이오 분야에 해당하는 비중을 제외한 나머지 비중이 그린바이오 분야에 포함된다고 설정함.

* 순수 그린바이오 분야라고 정의될 수 있는 바이오식품산업, 바이오자원산업, 바이오환경산업 내 환경처리용 생물제제 및 시스템과 환경처리, 자원재활용 제제 및 시스템, 바이오의약품 내 동물용 바이오의약품, 바이오화학·에너지산업 내 바이오농약 및 비료의 국내 시장규모를 추산하여 전체바이오산업 대비 비중을 추정함.

* 이를 토대로 해당 비중을 바이오장비 및 기기산업과 바이오서비스산업에 각각 곱하여 그린바이오에 해당하는 시장 규모를 추산함.

* 일례로 전체 바이오산업 내 순수 그린바이오 분야 비중은 2016년 31%, 2017년 30%, 2018년 29%로 각각 추산되며, 해당 년도에 바이오장비 및 기기산업과 바이오서비스산업 내 그린바이오 분야 비중이 각각 31%, 30%, 29%라고 설정됨.

□ 한편 바이오산업 실태조사를 통해 파악되지 않는 통계자료는 시장 조사 관련 문헌을 통해 그린바이오 분야에 포함됨.

○ 관련 항목으로는 대체식품 중 식물기반제품, 메디푸드 중 고령친화식품, 곤충 등이 해당됨.

[표 1] 그린바이오 시장 구분

분야	분류 코드	산업분류 내 업종	산업분류	비고	출처
마이크로 바이옴	2050	바이오농약 및 비료	바이오화학·에너지 산업		바이오산업실태 조사
	3020	식품용 미생물 및 효소	바이오식품산업		바이오산업실태 조사
	3030	식품첨가물	바이오식품산업		바이오산업실태 조사
	3050	사료첨가제	바이오식품산업		바이오산업실태 조사
	7030	실험동물	바이오 자원		바이오산업실태 조사
	4010	환경처리용 생물제제 및 시스템	바이오환경산업		바이오산업실태 조사
	4030	환경처리, 자원재활용 제제 및 시스템	바이오환경산업		바이오산업실태 조사
종자	7010	종자 및 묘목	바이오자원산업		바이오산업실태 조사
	7020	유전자변형 생물체	바이오자원산업		바이오산업실태 조사
	7000	기타 바이오자원	바이오자원산업		바이오산업실태 조사
대체식품 및메디푸드	3040	발효식품	바이오식품산업	대체식품	바이오산업실태 조사
	N/A	식물기반제품	N/A	대체식품	박미성 외(2019), Statistics Market Research Consulting (2019)
	3000	기타 바이오식품	바이오식품산업	대체식품	바이오산업실태 조사
	3010	건강기능식품	바이오식품산업	메디푸드	바이오산업실태 조사
	N/A	고령친화식품	N/A	메디푸드	김상효 외(2017)
동물용의약품	1120	동물용 바이오약품	바이오의약산업	동물백신	바이오산업 실태조사

그린바이오 분야 신산업 육성 연구

분야	분류 코드	산업분류 내 업종	산업분류	비고	출처
곤충	N/A	곤충	N/A	사육곤충	농림축산식품부 (2018; 2020)
기타 장비 및 서비스	6010	유전자/단백질/펩타이드 분석·합성·생산 기기	바이오장비 및 기기산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	6020	세포 분석·배양 장비	바이오장비 및 기기산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	6030	다기능 및 기타 분석기기	바이오장비 및 기기산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	6040	연구 및 생산장비	바이오장비 및 기기산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	6050	공정용 부품	바이오장비 및 기기산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	6000	기타 바이오장비 및 기기	바이오장비 및 기기산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	8010	바이오 위탁생산·대행 서비스	바이오서비스산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	8020	바이오 분석·진단 서비스	바이오서비스산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	8030	임상·비임상 연구개발 서비스	바이오서비스산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	8040	기타 연구개발 서비스	바이오서비스산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	8050	가공 및 처리·보관 서비스	바이오서비스산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사
	8000	기타 바이오서비스업	바이오서비스산업	레드, 화이트바이오 분야 제외	바이오산업 실태조사

주: N/A(Not available): 바이오산업실태조사 내에 없는 항목으로 분류코드 및 상위 산업분류가 제시되지 않음.

2) 글로벌 그린바이오 시장 현황 및 전망

가. 글로벌 바이오산업 시장 규모

- 그린바이오 산업 분야 국내·외 시장 규모 현황을 파악하고 향후 전망치를 제시하기 위해서는 우선적으로 바이오산업 전체 분야 및 그린바이오 분야의 글로벌 시장 규모를 가늠할 필요성이 제기됨.
 - 이는 미국, EU 등이 바이오산업 분야를 선도함에 따라 국내 시장은 그 규모가 상대적으로 작기 때문에 글로벌 바이오산업 시장 규모 내에 국내 바이오산업이 차지하는 비중을 가늠함으로써 글로벌 시장에서의 지위 파악을 용이하게 하기 위함임.
- 글로벌 바이오산업은 연구 기관에 따라 바이오산업 분야가 달라 시장 규모가 상이하게 나타남(홍윤정, 김무웅, 2019b).
 - 대표적으로 MarketLine(2018)은 2017년 3,802억 달러(2017년 환율 적용, 약 427조 원) 규모로 추산하며, 연평균 7.8% 성장률을 보여 2022년 5,536억 달러(약 621조 원) 규모를 형성할 것이라고 전망하였음(김무웅 외, 2019).
 - 반면 Frost & Sullivan(2018)은 글로벌 바이오 시장 규모가 12,805억 달러(2017년 환율 적용, 1,370조 원)에 달한다고 추산한 바 있음(홍윤정, 김무웅, 2019a).
- 각 기관별로 글로벌 바이오시장 규모가 차이가 나는 이유는 앞서 기술한 바와 같이 바이오산업 분야에 해당하는 항목을 어떻게 설정하는가에 따라 달라짐.
 - MarketLine(2018)의 경우 바이오산업 분야를 의료·헬스케어, 농·식품,

환경 및 산업공정, 서비스 제공, 기술서비스 등으로 구분함.

- 따라서 본 연구의 서론에서 기술한 레드바이오(의료), 화이트바이오(환경), 그린바이오(농·식품) 분류 방식에 보다 적합한 형태를 취함.
- 그러나 이 경우 농림축산식품부나 바이오산업 관련 학계에서 추산하는 바이오산업 규모에 비해 과소 추정된(under-estimated) 시장 규모를 보임.
- 이에 본 연구에서는 바이오산업 관련 학계 및 유관 기관에서 주로 인용하는 Frost & Sullivan(2018)의 시장 규모 추산액에 준하여 글로벌 바이오산업 및 그린바이오 분야 시장 현황과 전망치를 추산함.

□ 단, Frost & Sullivan(2018)에서 포괄하는 바이오산업 분야를 활용할 경우 MarketLine(2018)과 달리 레드바이오, 화이트바이오, 그린바이오 분야를 명확하게 구분할 수 없다는 단점이 있음.

- 이는 Frost & Sullivan(2018)이 의약 및 바이오테크산업(Pharma & Biotech), 체외진단 의료기기(In-vitro diagnostics, IVD), 연구 장비(research tools) 등 생명과학(life science) 전반에 관련된 산업 분야를 포괄하기 때문임.
- 동시에 Frost & Sullivan(2018)은 레드바이오산업에 대한 시장규모를 제시하는데, 이를 통해 전체 생명과학 산업 분야 중 레드바이오 부문과 처방의약 관련 생명과학 산업 규모를 제외한 나머지로부터 그린바이오 분야 시장 규모를 추산하는 방식을 취함.
- 구체적으로 2017년 기준 Frost & Sullivan(2018)의 전체 바이오산업 시장 규모 12,805억 달러 내 의약 및 바이오테크 산업 11,952억 달러 중 바이오산업이라기보다는 기존 제약산업에 해당하는 의약품(Pharma)을 우선 제외함.

- 다음으로 바이오산업 분야와 관련이 있는 연구 장비 및 IVD(체외진단 의료기기) 등을 더하여 본 연구 주제에 부합하는 레드, 화이트, 그린바이오 분야로 이루어진 바이오산업의 규모를 추산함(<표 2>).

[표 2] 글로벌 바이오산업 시장 규모 추산(2017년 기준)

(단위: 십억 달러)

구분	시장 규모	출처
(a) 전체 바이오산업	1,280.5	Frost & Sullivan(2018)
(b) Pharma and Biotech	1,195.2	Frost & Sullivan(2018)
(c) 체외진단 의료기기(IVD)	19.9	Frost & Sullivan(2018)
(d) 연구 장비(research tools)	65.3	Frost & Sullivan(2018)
(e) 의약품(Pharma)	789.0	한국제약바이오협회(2019)
(f) 바이오산업(레드/화이트/그린)	491.4 = {(b) - (e)} + (c) + (d)	

주: (a) 전체 바이오산업은 의약 및 제약 분야까지 포함된 생명과학(life science) 산업 전반을 의미하며, (f) 바이오산업은 본 연구 서론에서 설정한 레드, 화이트, 그린바이오 분야의 합으로 정의된 바이오산업을 의미함.

□ 즉 <표 2>에서 레드, 화이트, 그린바이오 분야의 합으로 표현된 순수 바이오산업은 의약 및 바이오테크 분야에서 의약을 제외하고 나머지 IVD 및 연구 장비를 합산한 4,914억 달러(2017년 기준) 규모로 추산됨.

- 단, 이는 순수하게 레드, 화이트, 그린바이오 분야 시장 규모의 합을 의미하며, 글로벌 바이오산업 전체를 다룰 때에는 선행 연구 및 유관 기관에서 활용하는 생명과학 포함 전체 바이오산업 시장 규모 (즉, 12,805억 달러)를 고려할 필요가 있음.

□ 또한 조사 대상 및 규모에는 다소 차이가 있어 직접 비교는 어렵지만, 앞서 레드, 화이트, 그린바이오 분야로 구분하여 시장 규모를 추산한 MarketLine(2018)의 2017년 기준 바이오산업 시장 규모가 3,802억

달러라는 점에서 4,914억 달러와 차이가 상대적으로 크지 않다는 점에 주목할 만함.

- 즉, MarketLine(2018)의 3,802억 달러는 Frost & Sullivan(2018)의 전체 바이오산업 시장 규모 12,805억 달러와는 네 배가량 큰 차이가 나지만, <표 2>의 추산액 4,914억과는 1.3배 정도 차이가 나기 때문에 근사치로 활용할 여지가 있음.
- Frost & Sullivan (2018)에 따르면 레드바이오 분야 시장 규모는 2017년 기준 2,757억 달러로 추산되는데, 이를 <표 2>에서 도출한 4,914억에서 제외한 차액 2,157억 달러가 화이트바이오 및 그린바이오 분야 시장 규모라고 유추할 수 있음.
- 최종적으로 화이트와 그린바이오 분야의 합산액인 2,157억 달러 중 앞 서 <표 1>에 제시된 그린바이오 분야의 6개 항목(마이크로바이옴, 종자, 대체식품 및 메디푸드, 동물용 의약품, 곤충, 기타 장비 및 서비스)에 대한 각 시장 규모를 추산 및 합산함으로써 그린바이오 분야의 시장 규모를 추정할 수 있음.

나. 글로벌 그린바이오 분야 시장 현황

- 앞 절에서 제시한 바와 같이 그린바이오 분야 6개 항목에 대한 개별 시장 규모를 조사하여 합산함으로써 글로벌 그린바이오 분야 시장 현황을 파악하는 것이 가능함.
- 국내·외 시장 및 문헌 조사를 통해 파악한 글로벌 그린바이오 분야 세부 분야별 시장 규모는 <표 3>에 요약됨.
- 관련 문헌에 따라 시장 규모 조사 시점이 다르기 때문에 이를 2017년도 기준으로 환산할 필요가 있으며, 이 경우 전망치에서 함께 제시된 연평균성장률(compound annual growth rate, CAGR)을 할인율

또는 이자율로 활용함.

- 즉, 관련 연평균성장률을 r 로 표기하고 n 을 경과 연수로 표기할 때, 시점 t 에 대하여 다음이 성립함.

$$a_{t+n} = a_t \times (1+r)^t,$$

$$a_{t-n} = \frac{a_t}{(1+r)^t}$$

- 이 때 a_{t+n} 은 a_t 기준 미래시점, a_{t-n} 은 a_t 기준 과거시점을 각각 의미함.

[표 3] 글로벌 그린바이오 분야 항목별 시장 규모 추산(2017년 기준)

(단위: 십억 달러)

분야	세부 분야	시장 규모	기준 연도	CAGR (측정 기간)	출처
(a) 마이크로바이옴	식음료 (F&B)	66.4	2017	6.09% (2019~2023)	Frost & Sullivan(2019), Global Microbiome Industry
(b) 종자		24.6	2017	8.30% (2017~2022)	ISAAA(2017)
(c) 대체식품 및 메디푸드	대체 단백질	9.0	2017	9.50% (2019~2025)	Meticulous Research(2019)
	메디푸드	16.3	2017	6.30% (2020~2017)	Grand View Research(2020)
(d) 동물용 의약품	동물용 백신	5.4	2017	7.7% (2017~2022)	Medical Research Council(2017)
(e) 소계	(a) + (b) + (c) + (d) = 121.7				
(f) 기타	기술 및 서비스	5.6	2017	4.9% (2017~2022)	MarketLine(2018)
(g) 총계	(e) + (f) = 127.4				

주: (a) 마이크로바이옴 시장 규모는 2019년 기준 747억 달러를 2017년 기준 664억 달러로 할인한 수치임.

(f) 기타 기술 및 서비스는 (e)소계/전체 바이오산업 시장규모(12,805억 달러) = 9.5%를 레드, 화이트바이오 분야 기술 및 서비스까지 합산한 588억 달러에 곱해서 나온 값임.

□ 마이크로바이옴은 기술별로 프리바이오틱스, 프로바이오틱스, 표적 항균제, 기타 등으로 구분되며, 활용산업별로 식음료(food and beverage, F&B), 헬스케어, 개인관리, 공기조화기술(heating, ventilation, and air conditioning, HVAC)로 세분화됨.

○ 2019년 기준으로 마이크로바이옴 전체 시장 규모는 811억 달러 규모로 추산됨(조운정, 양준혁, 2019; Frost & Sullivan, 2019).

○ 기술별로는 프리바이오틱스 602억 달러, 프로바이오틱스 126억 달러, 표적 항균제 63억 달러, 기타 21억 달러 규모임.

○ 활용산업별로는 식음료(F&B)가 747억 달러로 전체 811억 달러의 92.1%를 차지하며, 헬스케어, 개인관리, HVAC 등이 모두 레드 및 화이트바이오 분야에 해당되므로 사실상 그린바이오 관련 마이크로바이옴의 시장 규모는 식음료(F&B)의 747억 달러로 추산할 수 있음.

* 이를 2017년 기준으로 할인하면 664억 달러임.

○ 아울러 2023년까지 1,004억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며 연평균성장률은 2019~2023년 기간 동안 6.09%로 예측됨.

□ 종자는 유전자 조작(genetically modified, GM) 및 non-GM 종자를 포함하여 2017년 기준 글로벌 246억 달러의 시장 규모로 추산됨(ISAAA, 2017).

○ 또한 2022년까지 367억 달러까지 확대될 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2017~2022년 사이 8.3% 수준일 것으로 예측됨.

□ 대체식품은 대체단백질이 주류를 이루며, 2017년 기준 90억 달러 규모인 것으로 파악됨(박미성 외, 2019; Meticulous Research, 2019).

○ 제품유형별로 식물단백질 기반 제품(79억 달러), 곤충단백질 기반

제품(5억 달러), 해조류단백질 기반 제품(5억 달러), 미생물단백질 기반 제품(1억 달러) 등으로 분류될 수 있음.

○ 시장 규모는 2025년까지 179억 달러 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2019~2025 사이 9.5% 수준인 것으로 추산됨.

□ 메디푸드 시장 규모는 2017년 기준 163억 달러 수준으로 추산되며 2027년에는 304억 달러 수준으로 증가할 것으로 전망됨(Grand View Research, 2020).

○ 연평균성장률은 2020~2027 사이 6.30% 수준인 것으로 추산됨.

□ 동물용 의약품 중 그린바이오 분야에 해당하는 것은 동물용 백신 시장이며, 2017년 기준 54억 달러로 추산됨(Medical Research Council, 2017).

○ 향후 시장 전망은 2022년까지 91억 달러 규모로 증가할 것으로 추산되며, 연평균증가율은 2017~2022년 기간 내 7.7%로 예측됨.

□ 글로벌 바이오산업 내 기타 기술 및 서비스 중 레드 및 화이트바이오 분야를 제외한 그린바이오 분야 시장 규모는 2017년 기준 56억 달러로 추산됨.

○ 이는 <표 3>에서 기타 분야를 제외한 그린바이오 분야 시장규모의 합 1,218억 달러가 전체 바이오산업 규모 12,805억 달러(Frost & Sullivan, 2018)에서 차지하는 비중인 9.5%를 전체 그린바이오산업 내 기타 기술 및 서비스 시장 규모 313억 달러에 곱하여 추정된 수치임.

○ 한편 해당 시장은 2022년까지 69억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2017~2022 기간 동안 4.9% 수준일 것으로 예측됨.

□ 이상에서 글로벌 그린바이오 분야 시장 규모는 2017년 기준 1,274억 달러로 추산됨(<표 3>).

- 최종적으로 2017년 기준 글로벌 바이오산업을 레드, 화이트 및 기술·서비스, 그린바이오 분야로 구분하고 제약 산업까지 포괄하면 <표 4>로 정리됨.

[표 4] 글로벌 그린바이오 분야 시장 규모 추산(2017년 기준)

(단위: 십억 달러)

구분	시장 규모	전체 바이오산업 대비 비중
레드바이오 분야	275.7	21.5%
화이트바이오 및 기술·서비스	88.4	6.9%
그린바이오 분야	127.4	9.9%
제약 산업	789.0	61.9%
전체 바이오산업	1,280.5	100%

- 2017년 기준으로 그린바이오 분야는 전체 바이오산업의 9.9% 정도를 점유 중인 것으로 파악됨.
 - 2017년 글로벌 바이오산업 시장 규모인 12,805억 달러 중 가장 큰 비율을 차지하는 것은 제약 및 기타 생명과학 분야로 전체의 61.6%인 7,890억 달러 규모임.
 - 레드바이오, 그린바이오, 화이트바이오는 각각 21.5%, 9.9%, 6.9%의 점유율을 보임.

다. 글로벌 그린바이오 시장 전망

□ 앞 절 <표 3>에는 국내·외 보고서 및 문헌을 바탕으로 그린바이오 세부 분야별 연평균성장률(CAGR)과 전망 기간이 제시되어 있음.

- 대개의 경우 2017년을 기점으로 2022년 혹은 2025년까지 전망치를 산출하는 반면, 본 연구는 상대적으로 더 장기적인 2030년까지의 전망치를 제시함.
- 구체적으로, 세부 분야별로 2022 혹은 2025년까지는 각 국내·외 문헌 및 보고서가 제시한 CAGR을 적용하고, 이를 전망치가 제시되지 않는 2026년 이후로 확장하여 적용함.
- 2026~2030년 연평균성장률은 시나리오에 따라 국내·외 문헌에 제시된 수치보다 상향 조정할 수도 있지만, 2019~2020년 코로나19 팬데믹 상황에 따라 글로벌 경제 성장이 둔화 혹은 정체된다는 전제 하에 기존 CAGR을 변화 없이 그대로 적용함으로써 향후 성장에 다소 보수적인 방식으로 접근함.
- 단, 종자산업의 경우 팬데믹 상황에서 각 국가별로 식량 문제 해결을 위해 활발한 성장을 한다는 가정 하에 기존 ISAAA의 8.2% 대신, Progressive Markets(2017)가 제시한 2017~2025년 기간의 10.5%의 CAGR로 상향 조정함.
- 이상의 조정된 CAGR은 <표 5>에 제시됨.

[표 5] 글로벌 그린바이오 분야별 성장률

(단위: %)

구분	2017 ~2018	2018 ~2019	2019 ~2020	2020 ~2021	2021 ~2022	2023 ~2024	2024 ~2025	2026 ~2030
마이크로바이옴	6.1%	6.1%	7.9%	7.6%	7.4%	7.8%	6.1%	6.1%
종자	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	10.5%	10.5%	10.5%
대체식품 및 메디푸드	대체식품	7.1%	7.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%
	메디푸드	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%
동물백신	16.3%	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%
서비스 제공	4.2%	4.5%	4.5%	4.6%	4.3%	4.5%	4.5%	4.5%
기술서비스	4.2%	4.5%	4.5%	4.6%	4.3%	4.5%	4.5%	4.5%

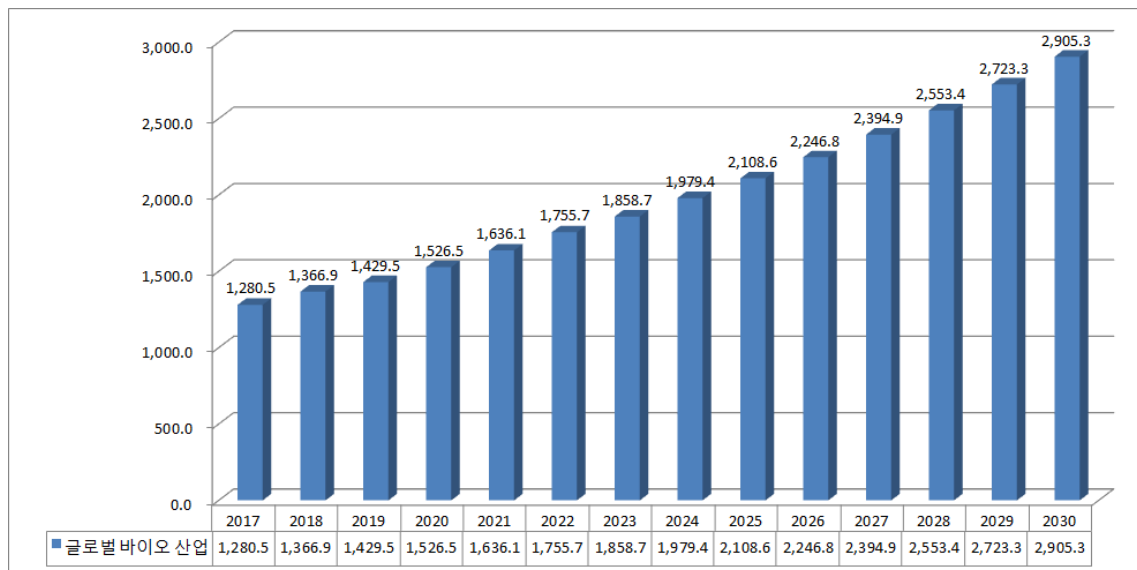
□ 글로벌 바이오산업 시장은 2017년 현재 12,805억 달러로 추산되며, 2030년까지 29,053억 달러 규모로 성장할 것으로 전망됨.

○ 2017~2030년 연평균 성장률(CAGR)은 6.5% 수준을 보일 것으로 예측됨.

○ 이를 2020년 1월~5월 평균 환률(매대기준율)인 1,207.87원을 적용하여 환산하면 2017년 1,546.7조 원이며, 2030년 전망치는 3,509.3조 원 규모에 해당됨.

[그림 6] 글로벌 바이오산업 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 십억 달러)



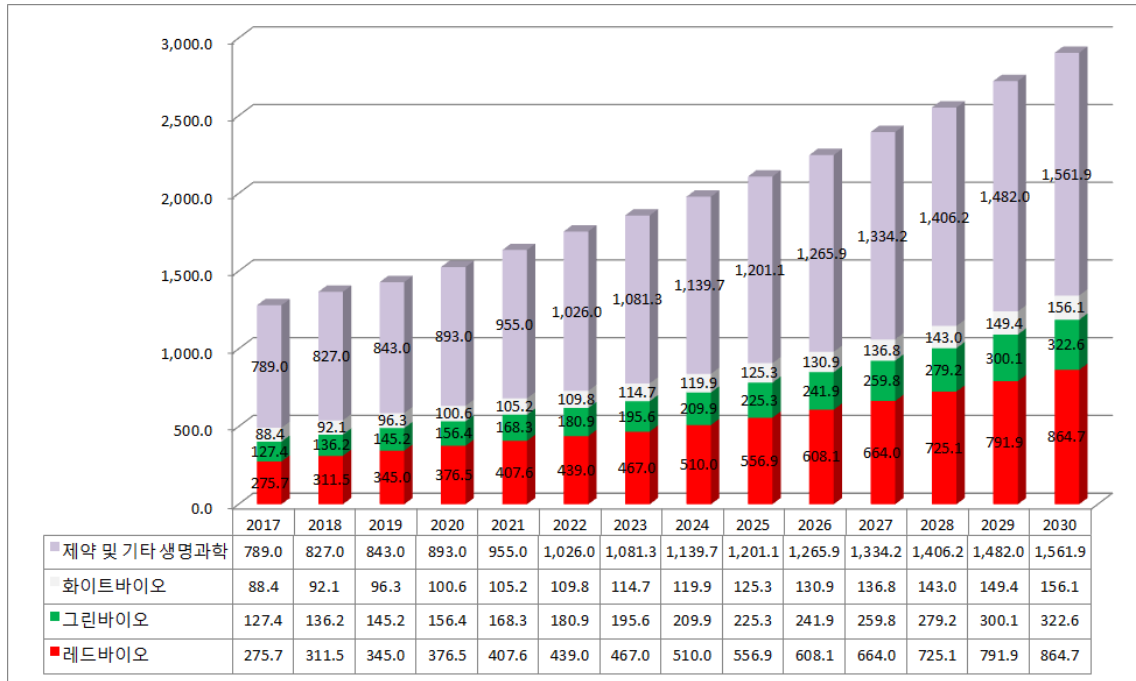
자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

□ 전체 바이오산업 시장에서 분야별로 세분할 경우 그린바이오 분야는 2017년 1,274억 달러(153.8조 원) 규모이며, 2030년에는 그 규모가 3,226억 달러(389.7조 원)에 달할 것으로 전망됨.

○ 2017~2030년 연평균 성장률은 7.4% 수준을 보일 것으로 추산됨.

[그림 7] 분야별 글로벌 바이오산업 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 십억 달러)



자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

3) 국내 그린바이오 시장 및 고용 현황과 전망

가. 국내 그린바이오 시장 현황 및 전망

□ 앞 서 <표 1>에 제시된 국내 그린바이오 세부 분야를 대상으로 국가 승인 통계인 바이오산업실태조사와 국내·외 문헌과 보고서를 참고하여 국내 그린바이오 시장 규모를 파악함.

- 먼저 바이오산업실태조사를 통해 그린바이오 분야 해당 업종의 국내 판매액, 수출액, 수입액의 총합인 수급 규모를 본 연구의 시장 규모로 설정함.
- 바이오산업실태조사를 통해 확보 가능한 가장 최근의 수급 규모는

2018년까지의 자료이며, 동 기간에 바이오산업실태조사에서 집계되지 않는 고령친화식품과 곤충 등에 대한 자료는 김상효 외(2017)와 농림축산식품부(2018) 및 곤충산업 실태조사(농림축산식품부, 2020)를 통해 각각 확보함.

- 이에 대한 시장 규모 현황은 <표 6>에 정리됨.

[표 6] 국내 그린바이오 시장 규모, 2017~2018

(단위: 백만 원)

구분		2017	2018
(a) 마이크로바이옴		2,742,504	2,714,976
(b) 종자		154,280	178,957
대체식품 및 메디푸드	(c) 대체식품	192,373	202,122
	(d) 메디푸드	473,430	609,600
(e) 동물백신		131,516	132,055
(f) 곤충		34,501	37,506
(g) 기타 장비 및 서비스		295,074	332,451
(h) 그린바이오 소계		4,023,678	4,207,667
(i) 전체 바이오산업		12,292,959	12,913,514
(h/i)		32.7%	32.6%

주: 시장 규모 = 수급 규모 = 국내 판매액 + 수출액 + 수입액

(d) 메디푸드: 김상효 외(2017)

(f) 곤충: 곤충산업 실태조사(농림축산식품부, 2020)

□ <표 6>에 제시된 2017~2018 그린바이오 분야 시장 규모를 기초로 2030년까지 시장 규모 전망치를 제시하기 위해서 세부 분야별 연평균성장률(CAGR)을 다음과 같은 기준에 의해 설정함.

- 첫째, <표 5>에 제시된 글로벌 그린바이오 분야 CAGR을 기초로 하되, 국내·외 문헌 및 보고서에 국내 시장 전망치가 있는 경우 이를 적용함.

- * 대체식품 중 식물기반제품, 메디푸드, 동물백신, 곤충이 이에 해당함.
 - 둘째, 국내 시장 전망치를 확보하지는 못하지만 부차적으로 아시아 지역 CAGR이 확보 가능할 경우 해당 수치를 적용함.
 - * 종자가 이에 해당함.
 - 셋째, 국내 및 아시아 지역 CAGR을 확보하지 못할 경우 글로벌 그린바이오 분야 CAGR을 적용함.
 - * 마이크로바이옴, 대체식품 중 기타바이오식품과 발효식품, 기타 장비 및 서비스가 해당됨.
 - 넷째, 코로나19 팬데믹 상황에서 바이오테크놀로지에 기반한 바이오 산업의 중요성이 더욱 강조됨에 따라 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」이 마련되는 등(관계부처합동, 2020b)¹⁾ 그린바이오 분야에 대한 정부 투자가 증가할 것이라는 전망을 고려, 연평균성장률이 소폭 증가하는 추세를 반영할 수 있도록 설정함.
- 위 기준에 따라 국내 그린바이오 분야별 전망치를 산출하기 위한 CAGR의 근거 및 세부사항은 <표 7>에 정리됨.
- 대체식품 중 기타바이오식품과 발효식품의 경우 Meticulous Research (2019)에서 제시하는 글로벌 전망치를 적용하는데, 보다 엄밀한 전망치를 얻기 위해 식물단백질 및 곤충을 제외한 8.4%(2019~2025 기간)를 활용함.

1) 2020년 6월 1일 대통령 주제 제6차 비상경제회의를 개최, '2020년 하반기 경제 정책방향'을 확정 및 발표.

[표 7] 국내 그린바이오 분야별 전망치 CAGR

(단위: %)

구분	근거	비고
마이크로바이옴	Frost & Sullivan(2019)	글로벌 전망치 적용 CAGR(2019~2023) 글로벌: 6.09%~7.9%
종자	ISAAA(2017)	아시아 지역 전망치 적용 CAGR(2017~2022) 글로벌: 8.3%, 아시아: 7.6%
대체 식품 및 메디 푸드	대체식품: 기타바이오식품 , 발효식품	글로벌 전망치 적용 CAGR(2019~2025) 대체단백질(전체): 9.5% 식물단백질 및 곤충 제외: 8.4%
	대체식품: 식물기반제품	국내 전망치 적용 CAGR(2017~2018): 20.9% CAGR(2018~2022): 19.0% CAGR(2022~2026): 11.4% CAGR(2017~2026): 15.7%
	메디푸드	국내 전망치 적용 CAGR(2020~2021): 14.9% CAGR(2021~2022): 14.2% CAGR(2022~2023): 12.9% CAGR(2023~2024): 11.3% CAGR(2024~2025): 9.6%
동물백신	한국동물약품협회 http://kahpa.or.kr	국내 전망치 적용 CAGR(2017~2019): 7.5%
곤충	농림축산식품부(2018)	국내 전망치 적용 CAGR(2018~2020): 8.7% CAGR(2020~2030): 6.9%
기타 장비 및 서비스	Frost & Sullivan(2019)	글로벌 전망치 적용 CAGR(2017~2022): 4.5%

○ 대체식품 중 식물기반제품은 박미성 외(2019) 및 Statistics Market Research Consulting(2019)의 국내 전망치를 활용함.

□ <표 7>에서 제시된 CAGR을 활용하여 실제 국내 그린바이오산업 분야별 전망치는 <표 8>과 같이 제시됨.

○ 앞 서 글로벌 그린바이오 시장 전망치의 경우와 유사하게 2022년 혹은 2025년까지 전망치 산출을 위한 CAGR은 비교적 근거가 뚜렷이

- 제시되나 2026~2030년 기간의 CAGR은 명확하게 제시되지 않음.
- 따라서 2026~2030년 기간 전망치의 경우, 앞 서 언급한 ‘2020년 하반기 경제정책방향’(관계부처합동, 2020b) 및 CAGR 관련 기준에 근거하여 국내 그린바이오 분야 성장이 글로벌 시장 대비 소폭 증가하는 추세를 반영함.
 - 구체적으로 분야별 차이는 있지만, 2026년 이후부터는 2017~2025 기간의 CAGR을 기본적으로 적용하되, 2027~2028 기간에는 0.1% 상향 조정하고, 2028~2030 혹은 2028~2030 기간에 다시 0.1% 상향 조정하는 가정을 취함.
 - 이상의 논의를 활용, 앞 서 산출된 <표 6>의 2017~2018년 기준 시장 규모에 적용하여 2030년까지 전망치를 산출함.

[표 8] 국내 그린바이오 분야별 성장률

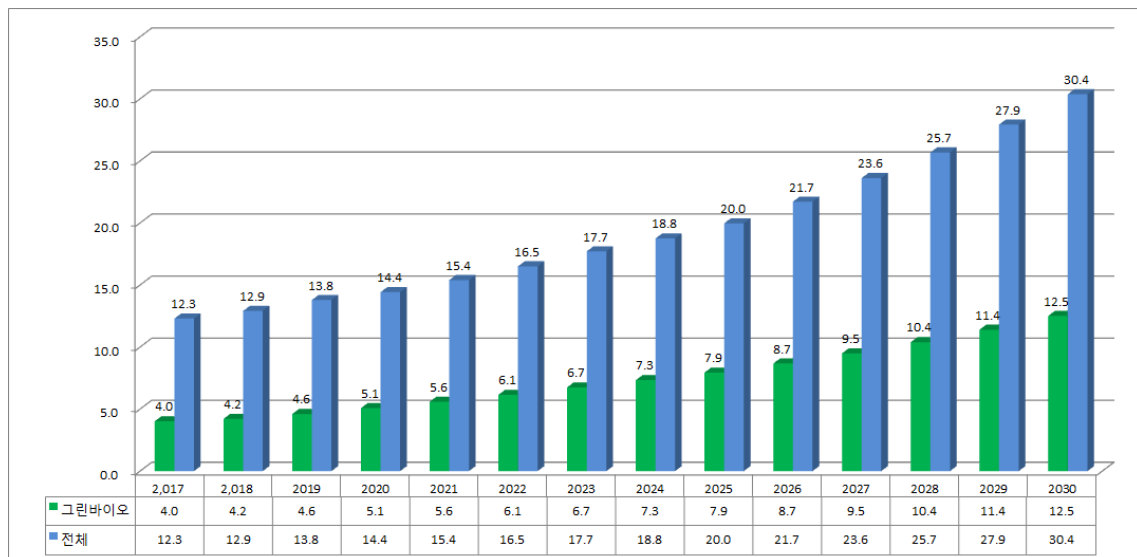
(단위: %)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
	~ 2019	~ 2020	~ 2021	~ 2022	~ 2023	~ 2024	~ 2025	~ 2026	~ 2027	~ 2028	~ 2029	~ 2030	
마이크로 바이옴	9.9	9.6	9.3	9.8	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	
종자	7.6	7.6	7.6	7.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.7	10.7	
대체식품 및 메디푸드	대체식품: 기타바이오 식품 및 발효식품	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.6	8.6	8.7
	대체식품: 식물기반제 품	19.0	19.0	19.0	11.4	11.4	11.4	11.4	15.7	15.7	15.8	15.8	15.9
	메디푸드	15.7	14.9	14.2	12.9	11.3	9.6	13.8	13.8	13.8	13.9	13.9	14.0
동물백신	7.5	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
곤충	8.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	
기타 장비 및 서비스	4.5	4.6	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	

- 먼저 레드, 화이트, 그린바이오 분야를 구분하지 않은 국내 전체 바이오 산업 시장은 2017년 12.3조 원 규모에서 2030년까지 30.4조 원 규모로 증가할 것으로 전망됨. 이 때 연평균성장률은 7.2% 수준으로 추산됨.
- 동 기간 그린바이오 분야는 2017년 4조 원에서 2030년 12.5조 원 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 9.1%로 추산됨.

[그림 8] 국내 그린바이오 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)



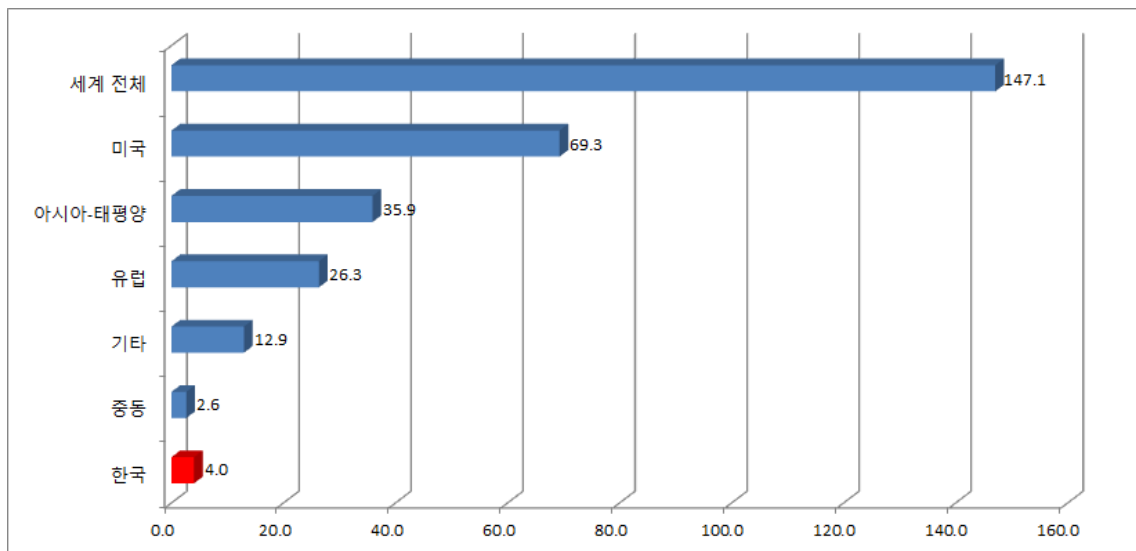
자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 2030년 기준 국내 그린바이오 전망치인 12.5조 원은 2030년 글로벌 그린바이오 시장 규모 전망치인 391.3조 원의 약 3.2% 수준일 것으로 추산됨.
- 국내 바이오산업 전체 시장 규모 대비 그린바이오 분야 시장 규모 점유율은 2017년 32.7%(4조 원/12.3조 원)에서 2030년 41.2%(12.5조 원/30.4조 원) 수준까지 약 10% 정도 상승할 것으로 전망됨.

- 그린바이오 분야 시장 지역별 점유율은 2017년 기준 미국이 47.1%로 가장 크며, 아시아-태평양이 24.4%, 유럽이 17.9%, 중동이 1.8%, 아프리카 및 기타 지역이 8.8% 수준을 보임.
- 국내 그린바이오 시장 규모 4조 원은 세계 그린바이오 시장 규모 147.1조 원의 2.7%, 아시아-태평양 지역 그린바이오 시장 규모 35.9조 원의 11.2% 수준임.

[그림 9] 그린바이오 분야 국내·외 지역별 시장 규모, 2017년 기준

(단위: 조 원)



자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 한편, 그린바이오 시장 규모를 추산함에 있어 국내·외 전체 수급 규모가 아니라 국내 수입액을 제외하고 순수하게 국내 판매액과 수출액만을 고려한 국내생산시장에 초점을 맞출 경우 2017~2018년 시장 규모는 <표 9>와 같이 요약됨.
- 이를 <표 6>의 수급 규모와 비교하면, 국내생산시장의 경우 그린바이오가 전체 바이오산업에서 차지하는 비중은 수급 규모에 비해

상대적으로 더 높게 파악됨.

* 단, 메디푸드와 곤충의 경우 순수 국내생산시장 계상이 어려워 수급 규모 수치를 동일하게 적용하여 다소 높게 나타날 수 있음은 감안해야 함.

[표 9] 국내 그린바이오 국내생산시장 규모, 2017~2018

(단위: 백만 원)

구분		2017	2018
(a) 마이크로바이옴		2,718,364	2,689,544
(b) 종자		147,979	154,739
대체식품 및 메디푸드	(c) 대체식품	192,141	198,646
	(d) 메디푸드	473,430	609,600
(e) 동물백신		130,841	131,505
(f) 곤충		34,501	37,506
(g) 기타 장비 및 서비스		276,923	313,931
(h) 그린바이오 소계		3,974,179	4,135,471
(i) 전체 바이오산업		10,723,656	11,208,173
(h/i)		37.1%	36.9%

주: 국내생산시장 규모 = 국내 판매액 + 수출액 = 수급 규모(<표 6>) - 수입액

(d) 메디푸드(김상호 외, 2017)와 (f) 곤충(농림축산식품부, 2018)의 경우 수입액이 별도로 산정되어 있지 않으므로 <표 6>의 수급 규모와 동일함.

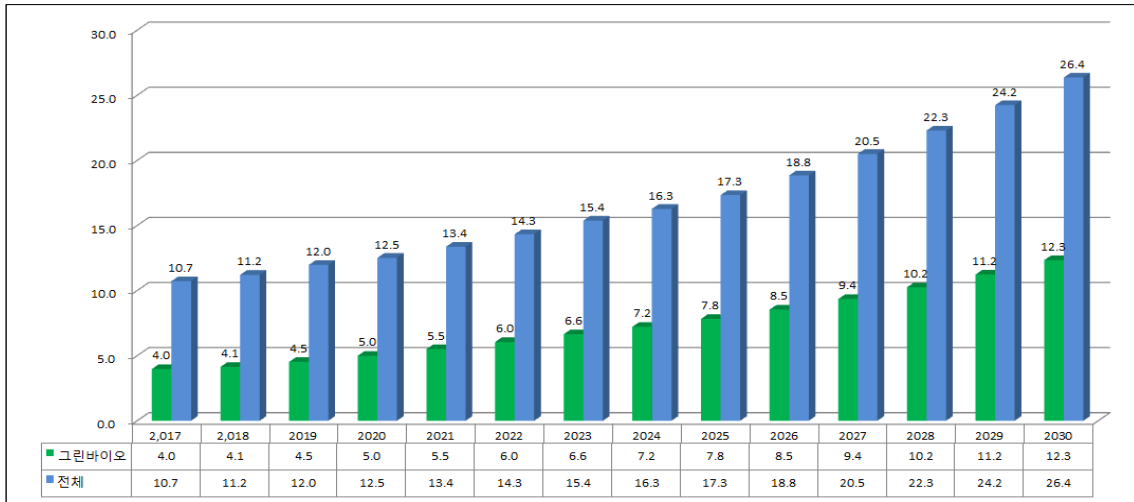
□ <표 8>에 제시된 CAGR을 활용하여 2030년까지 국내생산시장 규모 전망치를 추산하면 <그림 10>과 같이 도식됨.

○ <그림 8>의 수급 규모와 비교할 때, 2017년 기준 국내생산시장 규모는 3.97조 원으로 수급 규모 4.02조 원보다 수입액을 제외한 금액만큼 소폭 낮게 추산됨.

○ 2030년 전망치는 12.3조 원 규모로 역시 수급 규모 전망치 12.5조 원 보다 수입액 전망치를 제외한 만큼 0.2조 원 가량 낮게 추산됨.

[그림 10] 국내 그린바이오 국내생산시장 규모 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)



자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

나. 국내 그린바이오 분야 고용 현황 및 전망

□ 국가 승인 통계인 국내 바이오산업 실태조사에서 제공하는 2016~2018 바이오산업 인력 현황을 대상으로 <표 1>의 그린바이오 업종 구분을 적용할 경우 다음과 같은 가정이 필요함.

- 바이오산업 인력 현황의 경우 <표 1>과 같이 바이오산업 내 세부 업종을 구분할 수 없다는 한계가 있음.
- 즉, 바이오산업 실태조사에서 제공하는 인력 현황은 상위 분류인 바이오의약산업, 바이오화학·에너지산업, 바이오식품산업, 바이오환경산업, 바이오의료기기산업, 바이오장비 및 기기산업, 바이오원자산업, 바이오서비스산업에 대한 고용 현황이며 본 연구에서 설정하는 그린바이오 분야에 대한 인력을 파악하기는 불가능함.
- 이에 본 연구에서는 <표 6>의 시장 규모를 활용, 각 세부 업종의 시장 수급액이 해당 상위 업종의 시장 수급액에서 차지하는 비율을 계산,

이를 상위 업종 고용 현황에 곱하여 비례식으로 세부 업종별 고용 현황을 파악함.

○ 다음으로 <표 1>의 분류에 따라 해당 인력을 합하여 각 그린바이오 분야 고용 현황을 도출함.

* 일례로 2016년 기준 기타바이오식품과 발효식품이 바이오식품 시장규모에서 차지하는 비중은 각각 1.4%, 2.9%이며, 이를 바이오 식품 인력 6,286명에 곱해서 도출되는 91명과 184명이 각각 해당 업종의 고용 현황이 됨.

* 또한 <표 1>의 정의에 따라 기타바이오식품과 발효식품 고용 인력의 합인 275명이 그린바이오 내 대체식품 분야의 인력이 됨.

□ 곤충의 경우 고용 현황은 바이오산업 실태조사 외에 농림축산식품부(2020)의 곤충산업 실태조사 내 고용 현황을 활용함.

□ 이상에서 <표 1>의 그린바이오 업종 구분을 적용할 경우 그린바이오 분야 고용 현황은 <표 10>과 같이 요약됨.

[표 10] 국내 그린바이오 분야 고용 현황, 2016~2018

(단위: 명)

구분	2016	2017	2018	
(a) 마이크로바이옴	6,452	6,390	6,179	
(b) 종자	846	641	953	
대체식품 및 메디푸드	(c) 대체식품	275	255	237
	(d) 메디푸드	736	774	803
(e) 동물백신	590	534	534	
(f) 곤충	1,821	3,194	3,341	
(g) 기타 장비 및 서비스	5,515	6,202	6,804	
(h) 그린바이오 소계	16,234	17,989	18,852	
(i) 전체 바이오산업	43,380	48,089	50,388	
(h/i)	37.4%	37.4%	37.4%	

주: (f) 곤충은 곤충산업 실태조사(농림축산식품부, 2020) 집계 자료를 사용

□ 위 <표 10>의 고용 현황을 바탕으로 <표 8>에 제시된 그린바이오 분야별 성장률을 고려하여 2030년까지 그린바이오 분야 고용 전망을 제시함.

- 해당 인력은 2030년까지 44,435명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2016~2030년 기준 7.5%, 가장 최근 통계치를 반영한 2018~2030년 기준 7.4% 수준임.
- 인력은 연구직, 생산직, 영업·관리·기타직 및 곤충산업 종사자로 구분되며, 2016년 기준 연구직 4,328명, 생산직 5,565명, 영업·관리·기타직 4,520명, 곤충산업 종사자 1,821명으로 총 16,234명으로 파악됨.
- 2030년까지 연구직은 10,657명, 생산직은 13,547명, 영업·관리·기타직은 12,572명, 곤충산업 종사자는 7,660명 수준으로 고용이 창출될 것으로 기대되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 각각 7.1%, 7.5%, 7.7%, 7.2% 수준으로 파악됨.

□ 단, <그림 11>에서 곤충산업 종사자에 대한 해석은 주의할 필요가 있음.

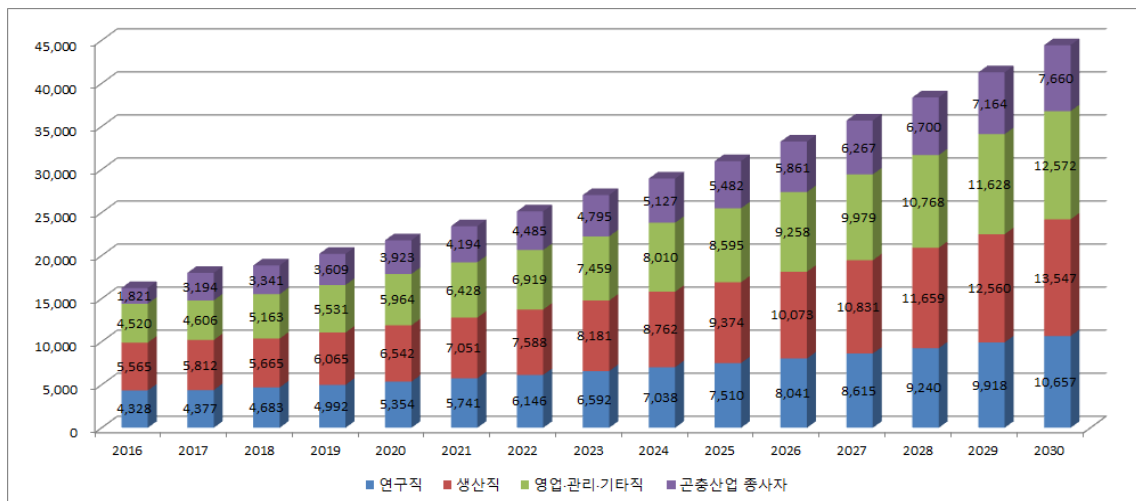
- 즉, 연구직, 생산직, 영업·관리·기타직의 경우 바이오산업 실태조사에서 산출된 고용 현황으로, 그 합계는 바이오산업 실태조사에 기초한 바이오산업 고용 현황과 일치함.
- 그러나 곤충산업 종사자의 경우 농림축산식품부(2020)의 곤충산업 실태조사에서 제시된 고용 현황으로 바이오산업 실태조사와 이질적 성격을 가지게 됨.
- 예컨대 바이오산업 실태조사는 바이오산업 관련 기업을 대상으로 고용 현황을 파악하지만, 곤충산업 실태조사는 조사 대상이 곤충사육 농가이므로 통계 조사 대상 간 차이가 있음.
- 아울러 곤충사육 실태조사에서 제공된 곤충산업 종사자 고용 현황은

생산, 유통, 가공 등이 구분 없이 총계로 조사되며, 바이오산업 실태조사와 같이 연구, 생산, 영업·관리·기타직의 구분을 명확히 하는 것이 불가능함.

- 따라서 두 조사 집단 간 질적 차이를 감안하여 해석하되, 본 연구에서는 전체적인 시장 관련 고용 현황 및 전망을 개략적으로 파악하는 데에 주력함을 주지할 필요가 있음.

[그림 11] 그린바이오 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019) 및 곤충산업 실태조사(2019)

4) 국내 그린바이오 분야별 시장 및 고용 현황과 전망

가. 마이크로바이옴

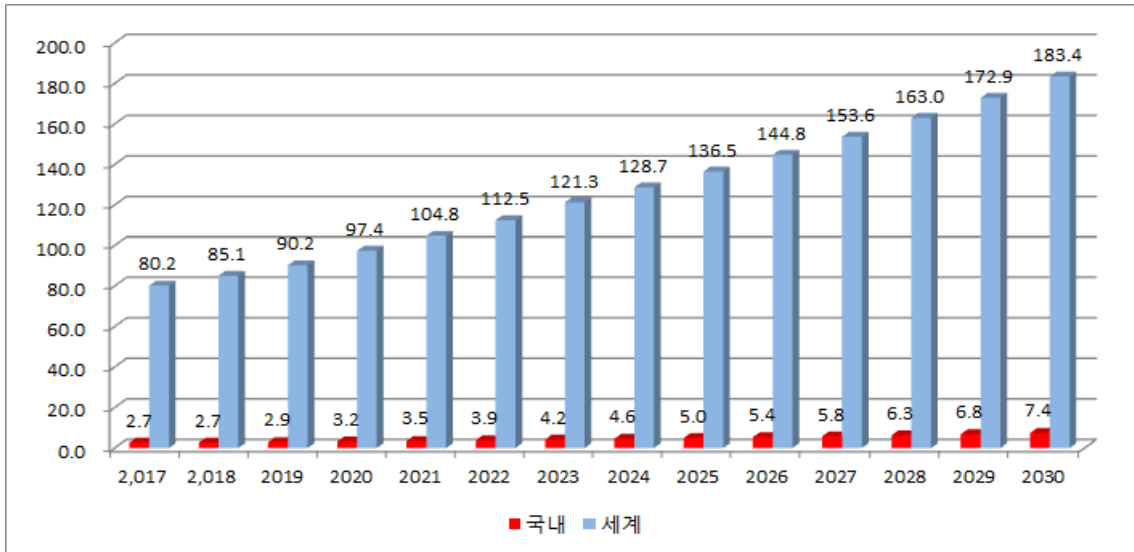
□ 마이크로바이옴 국내 시장은 2017년 2.7조 원 규모에서 2030년 7.4조 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기준 8.7%로 예측됨.

- 동 기간 세계 마이크로바이옴 시장은 2017년 80.2조 원에서 2030년

183.4조 원 규모로 확대될 것으로 전망되며, 연평균성장률은 국내 시장보다 2.1% 낮은 6.6%로 예측됨.

[그림 12] 국내외 마이크로바이옴 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)

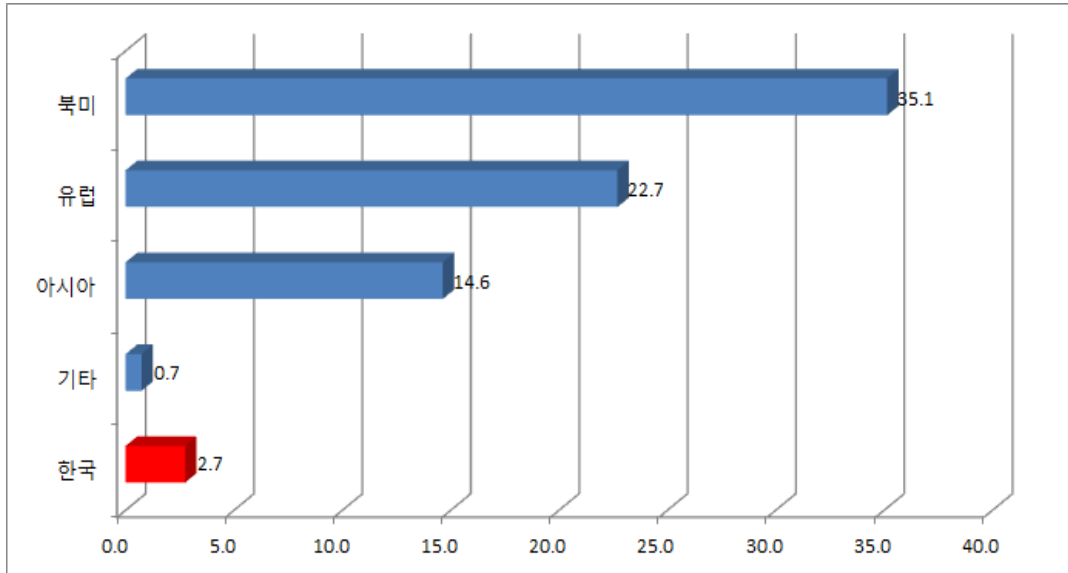


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

□ 2017년 기준 마이크로바이옴 시장의 지역별 점유율은 북미 38.94%, 유럽 25.15%, 아시아·태평양 16.22%, 기타 0.81%이며, 국내 마이크로바이옴 시장 규모는 세계 시장 대비 3.8% 수준, 아시아 시장 대비 18.7%의 시장 규모를 보임.

[그림 13] 마이크로바이옴 국내·외 지역별 시장 규모, 2019년 기준

(단위: 조 원)

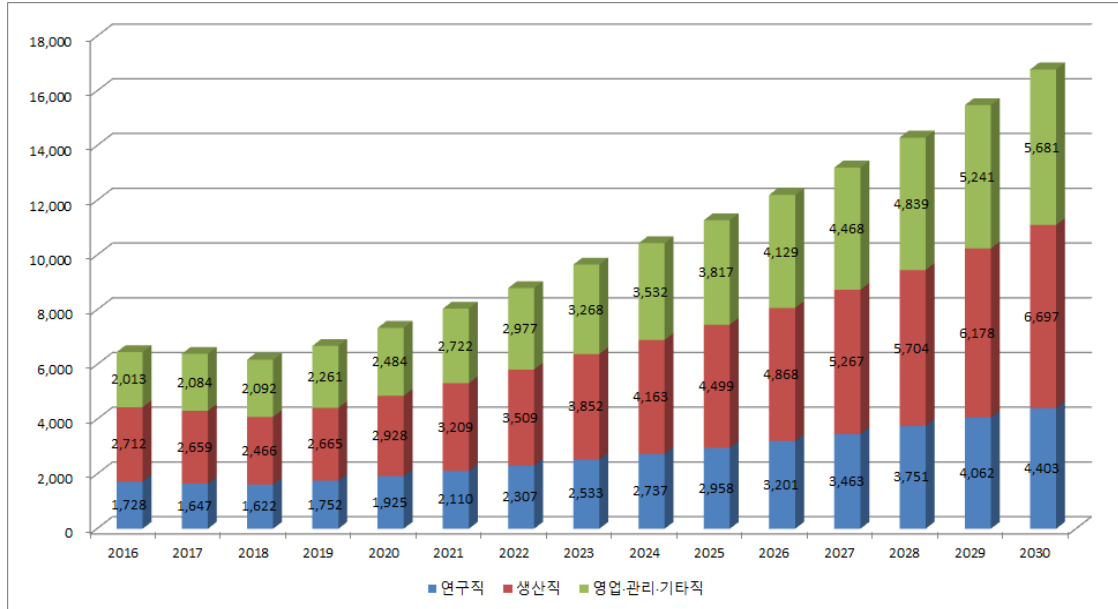


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 국내 마이크로바이옴 시장 분야 인력은 2016년 기준 연구직 1,728명, 생산직 2,712명, 영업·관리·기타직 2,013명으로 총 6,452명으로 파악됨.
- 해당 인력은 2030년까지 16,781명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 8.7% 수준으로 추산됨.
- 2030년까지 연구직은 4,403명, 생산직은 6,697명, 영업·관리·기타직은 5,681명 수준으로 고용이 창출될 것으로 전망됨.

[그림 14] 마이크로바이옴 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019)

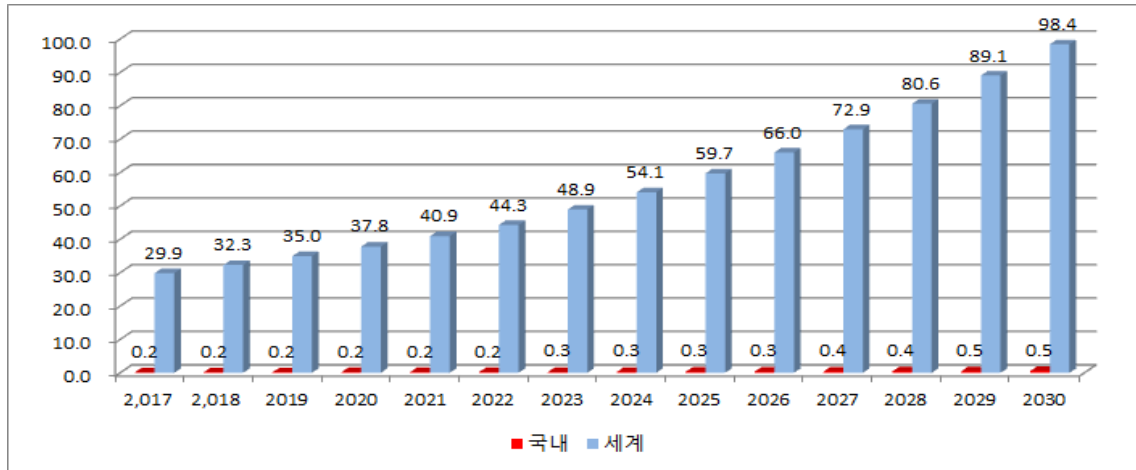
나. 종자

□ 국내 종자 시장은 2017년 1,542.8억 원 규모에서 2030년 5,210.95억 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기간 9.3%로 예측됨.

○ 동 기간 세계 종자 시장은 2017년 29.9조 원에서 2030년 98.4조 원 규모로 확대될 것으로 전망되며, 연평균성장률은 국내 시장보다 소폭 높은 9.7%로 예측됨.

[그림 15] 국내외 종자 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)

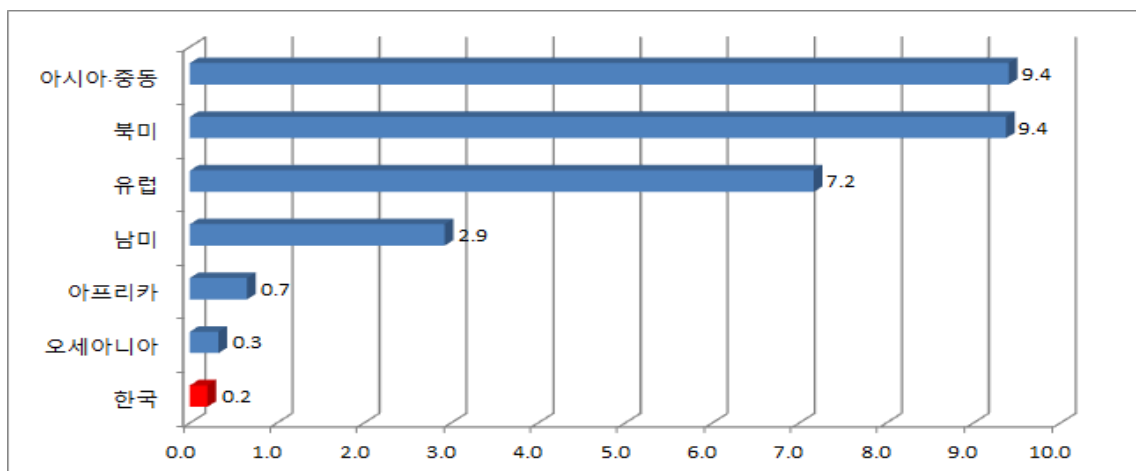


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

□ 2017년 기준 종자 시장의 지역별 점유율은 아시아·중동 31.5%, 북미 31.4%, 유럽 24.0%, 남미 9.8%, 아프리카 2.2%, 오세아니아 1.1%이며, 국내 종자시장 규모는 세계 시장 대비 0.5%, 아시아·중동 시장 대비 1.6% 수준의 시장 규모를 보임.

[그림 16] 종자산업 국내외 지역별 시장 규모, 2017년 기준

(단위: 조 원)

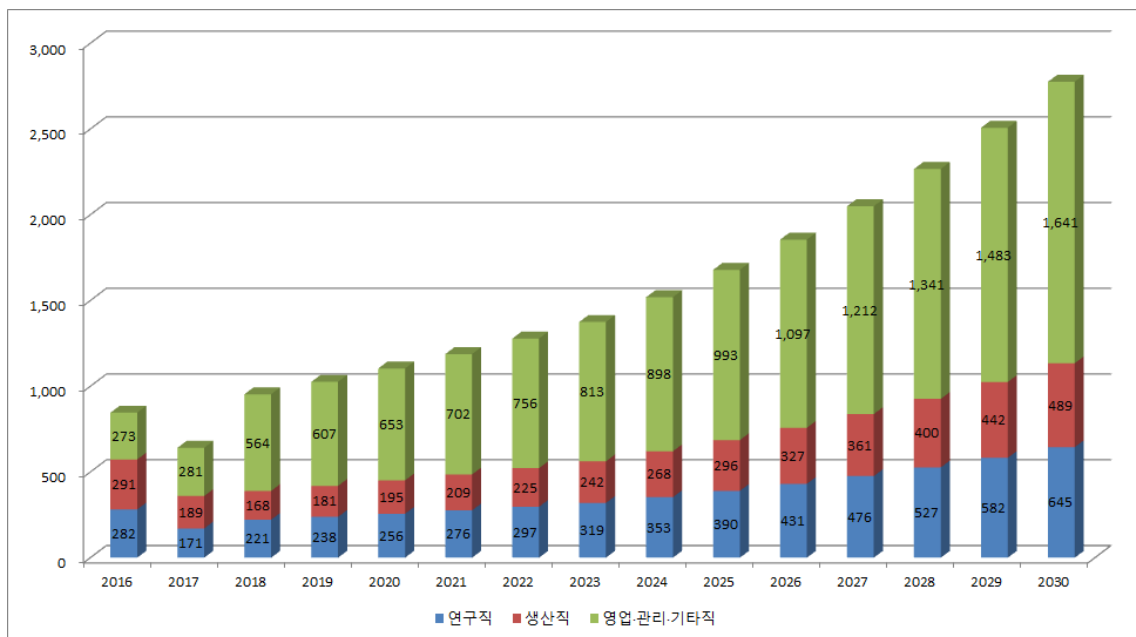


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 국내 종자 시장 분야 인력은 2016년 기준 연구직 282명, 생산직 291명, 영업·관리·기타직 273명으로 총 846명으로 파악됨.
- 해당 인력은 2030년까지 2,775명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 9.3% 수준으로 추산됨.
- 2030년까지 연구직은 645명, 생산직은 489명, 영업·관리·기타직은 1,641명 수준으로 고용이 창출될 것으로 전망됨.

[그림 17] 종자 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019)

다. 대체식품 및 메디푸드

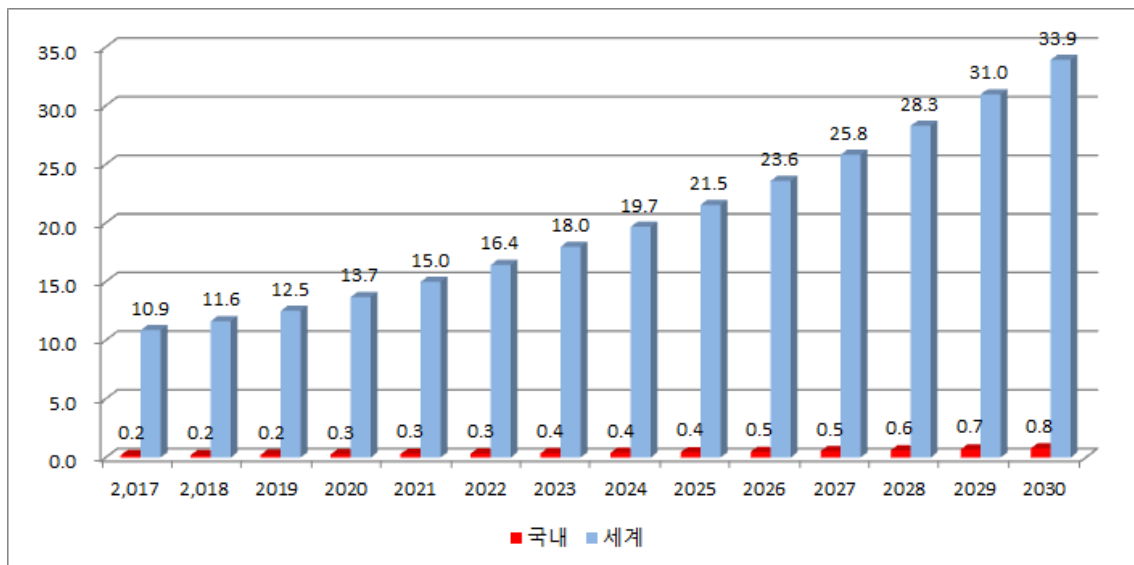
- 국내 대체식품 시장은 2017년 1,923.7억 원 규모에서 2030년 7,782.2억 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기준

11.9%에 이를 것으로 예측됨.

- 동 기간 세계 대체식품 시장은 2017년 10.9조 원에서 2030년 33.9조 원 규모로 확대될 것으로 전망되며, 연평균성장률은 국내 시장보다 2.6% 낮은 9.3%로 예측됨.

[그림 18] 국내·외 대체식품 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)



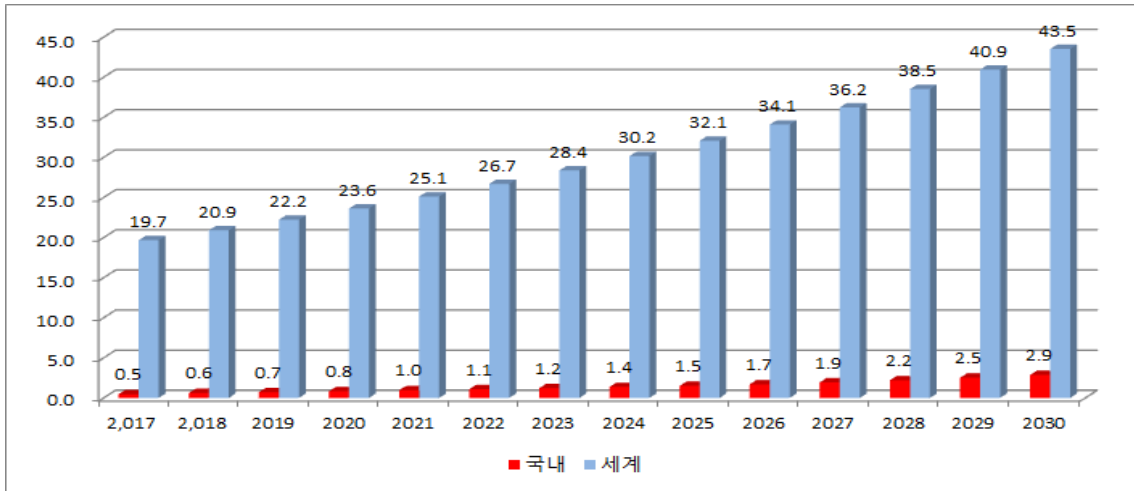
자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 또한 메디푸드 시장은 2017년 4,734.3억 원 규모에서 2030년 2.9조 원 규모로 대폭 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기준 13.8%에 달 할 것으로 예측됨.

- 동 기간 세계 메디푸드 시장은 2017년 19.7조 원에서 2030년 43.5조 원 규모로 확대될 것으로 전망되며, 연평균성장률은 국내 시장보다 절반 이하 수준인 6.3%로 예측됨.

[그림 19] 국내·외 메디푸드 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)

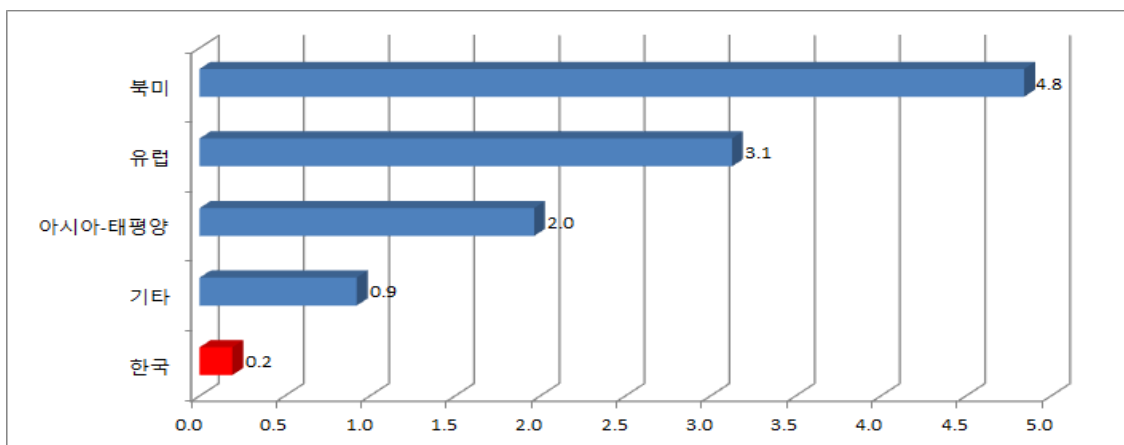


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

□ 2017년 기준 대체식품 시장의 지역별 점유율은 북미 44.6%, 유럽 28.8%, 아시아·태평양 18.1%, 기타 8.5%이며, 국내 대체식품 시장 규모는 세계 시장 대비 1.8%, 아시아-태평양 시장 대비 9.8% 수준의 시장 규모를 보임.

[그림 20] 대체식품 국내·외 지역별 시장 규모, 2017년 기준

(단위: 조 원)



자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

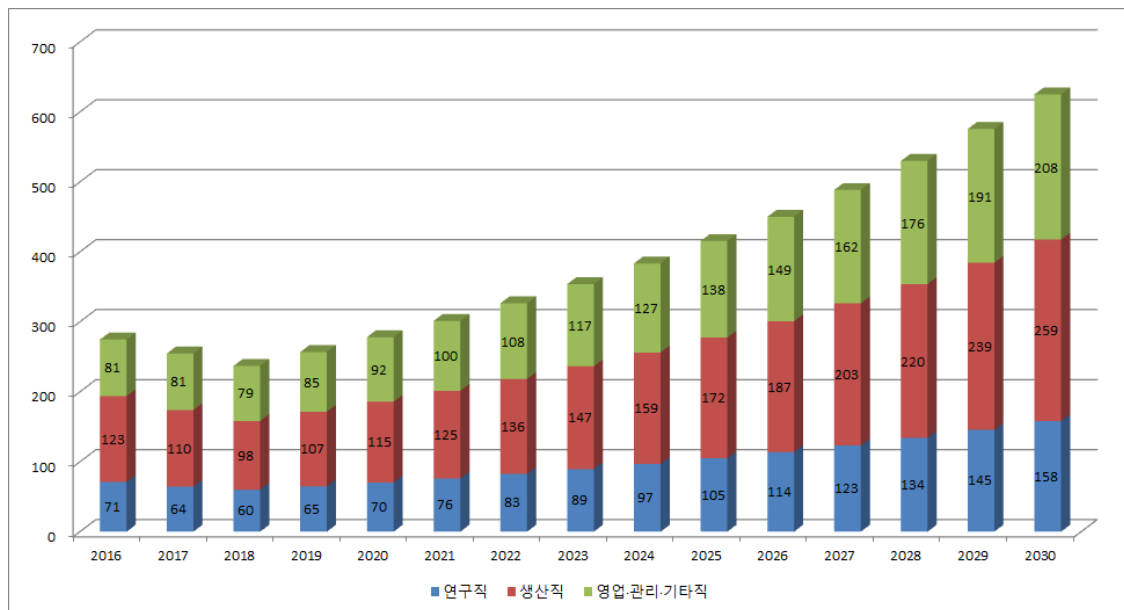
□ 국내 대체식품 시장 분야 인력은 2016년 기준 연구직 71명, 생산직 123명, 영업·관리·기타직 81명으로 총 275명으로 파악됨.

○ 해당 인력은 2030년까지 625명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 8.4% 수준임.²⁾

○ 2030년까지 연구직은 158명, 생산직은 259명, 영업·관리·기타직은 208명 수준으로 고용이 창출될 것으로 전망됨.

[그림 21] 대체식품 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019)

2) <표 8>에 제시된 CAGR을 사용하여 전망치를 도출할 경우 2018~2030년 기준 고용 관련 연평균성장률 8.4%는 앞서 동 기간 시장규모 연평균성장률 11.9%와 차이가 있는데, 이는 대체식품 중 식물기반제품이 바이오산업실태조사에는 포함되지 않아 고용을 산출할 수 없는 점에서 기인함. 즉, <그림 21>의 대체식품 관련 고용 전망치는 바이오산업실태조사에서 파악 가능한 대체식품 중 기타바이오식품과 발효식품의 통계로 이해되어야 함.

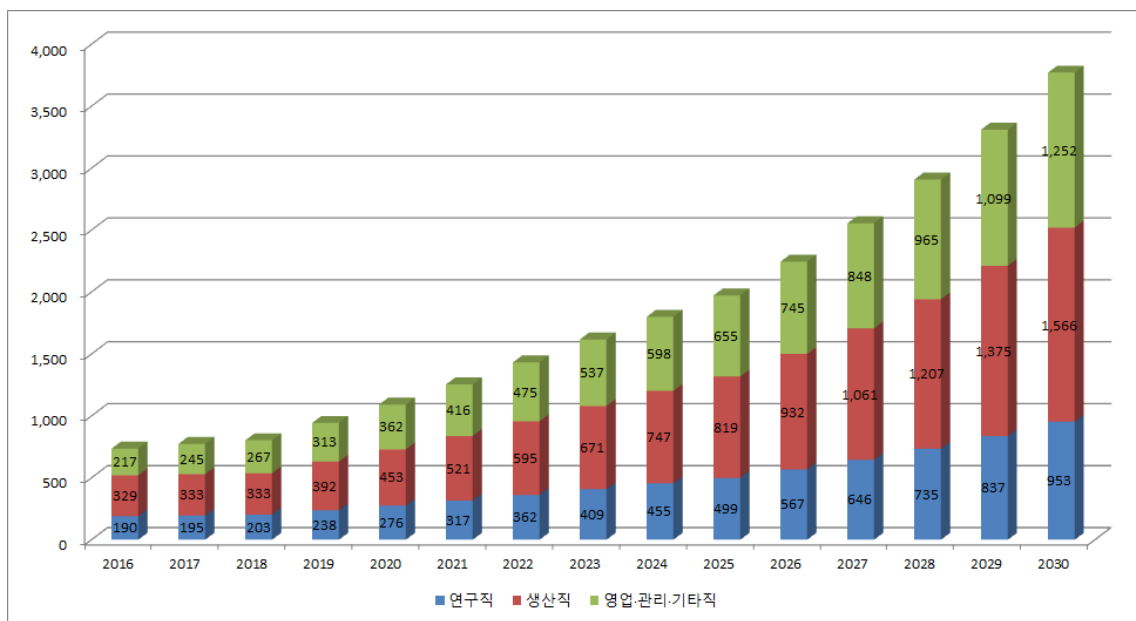
□ 국내 메디푸드 시장 분야 인력은 2016년 기준 연구직 190명, 생산직 329명, 영업·관리·기타직 217명으로 총 736명으로 파악됨.

○ 해당 인력은 2030년까지 3,771명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 13.8% 수준으로 예측됨.

○ 2030년까지 연구직은 953명, 생산직은 1,566명, 영업·관리·기타직은 1,252명 수준으로 고용이 창출될 것으로 전망됨.

[그림 22] 메디푸드 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019)

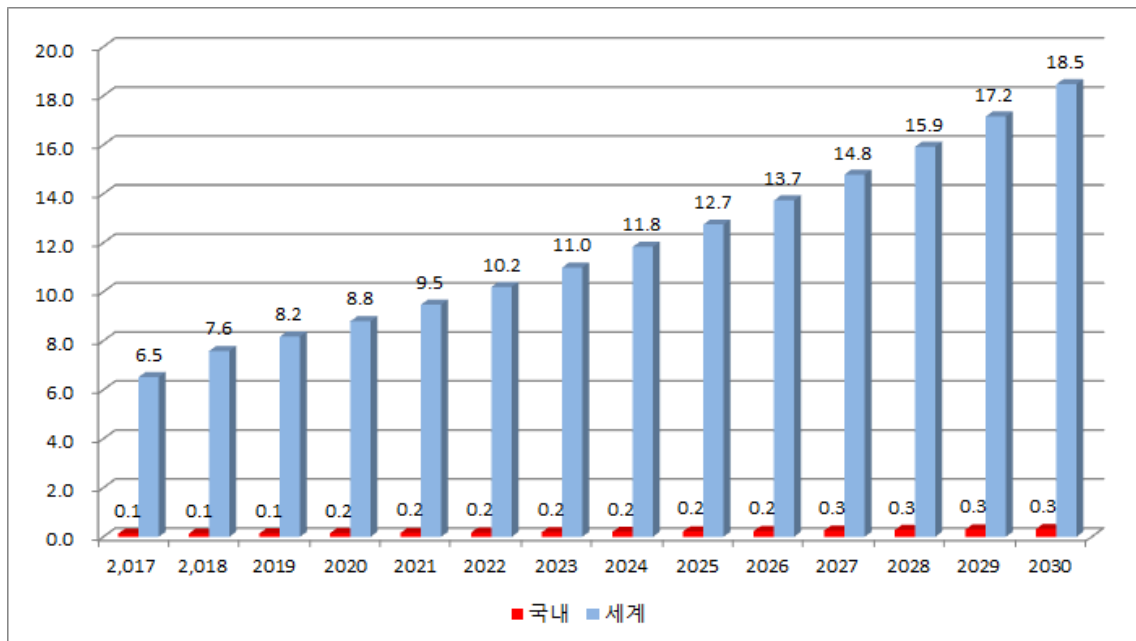
라. 동물백신

□ 국내 동물백신 시장은 2017년 1,315억 원 규모에서 2030년 3,235.2억 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기준 7.8%로 예측됨.

- 동 기간 세계 동물백신 시장은 2017년 6.5조 원에서 2030년 18.5조 원 규모로 확대될 것으로 전망되며, 연평균성장률은 국내 시장보다 0.1% 낮은 7.7%로 예측됨.

[그림 23] 국내·외 동물백신 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)

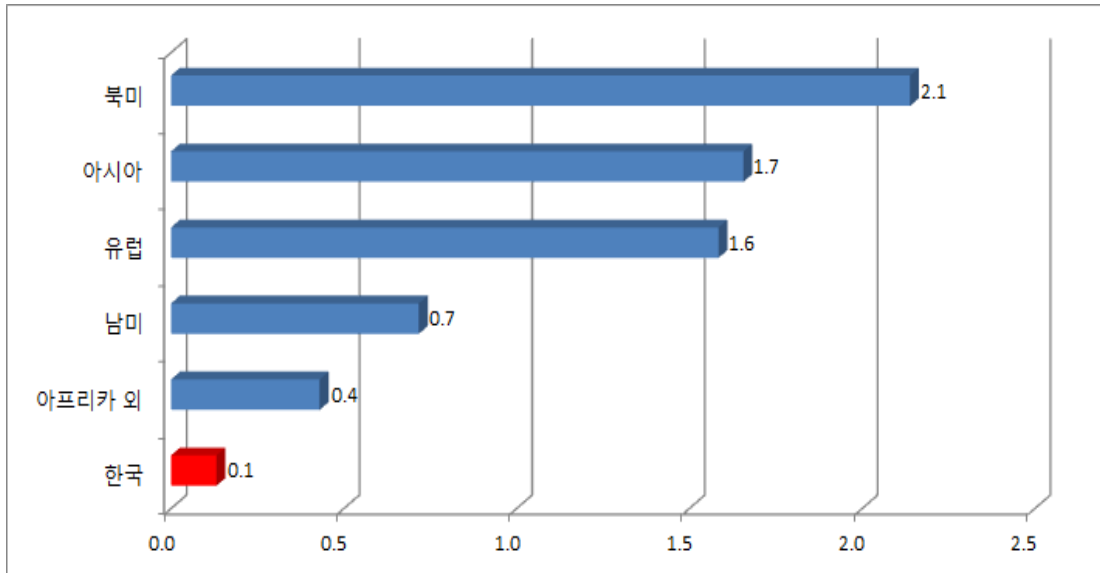


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 2017년 기준 동물백신 시장의 지역별 점유율은 북미 32.8%, 아시아 25.4%, 유럽 24.3%, 남미 0.7%, 아프리카 외 지역 6.60%이며, 국내 동물백신 시장 규모는 세계 시장 대비 2%, 아시아 시장 대비 7.9% 수준의 시장 규모를 보임.

[그림 24] 동물백신 국내·외 지역별 시장 규모, 2017년 기준

(단위: 조 원)

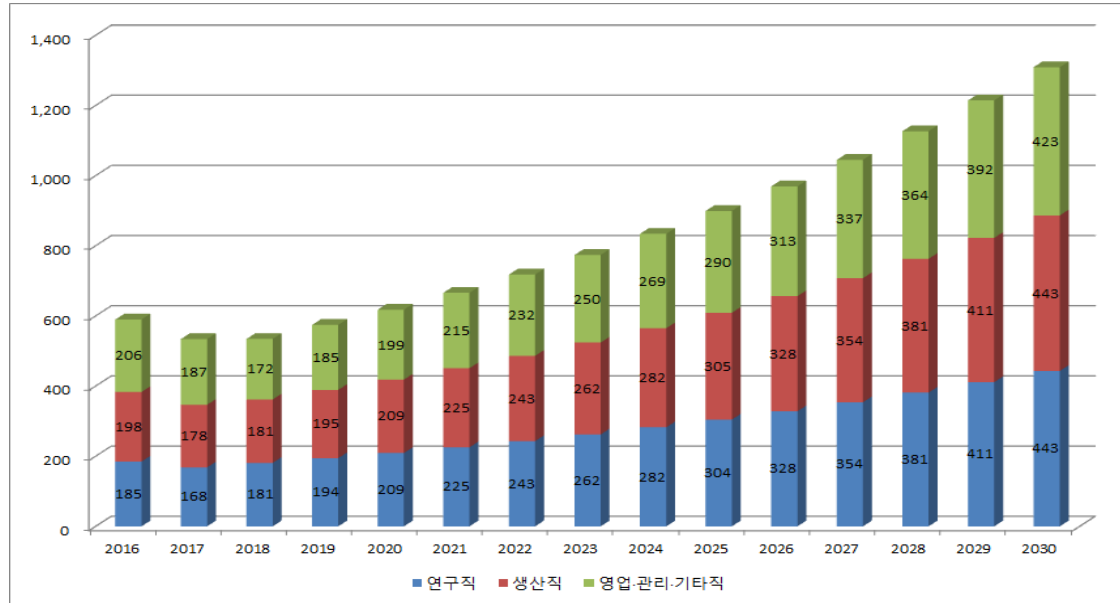


자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

- 국내 동물백신 시장 분야 인력은 2016년 기준 연구직 185명, 생산직 198명, 영업·관리·기타직 206명으로 총 590명으로 파악됨.
 - 해당 인력은 2030년까지 1,309명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 7.8% 수준임.
 - 2030년까지 연구직은 443명, 생산직은 443명, 영업·관리·기타직은 423명 수준으로 고용이 창출될 것으로 전망됨.

[그림 25] 동물백신 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



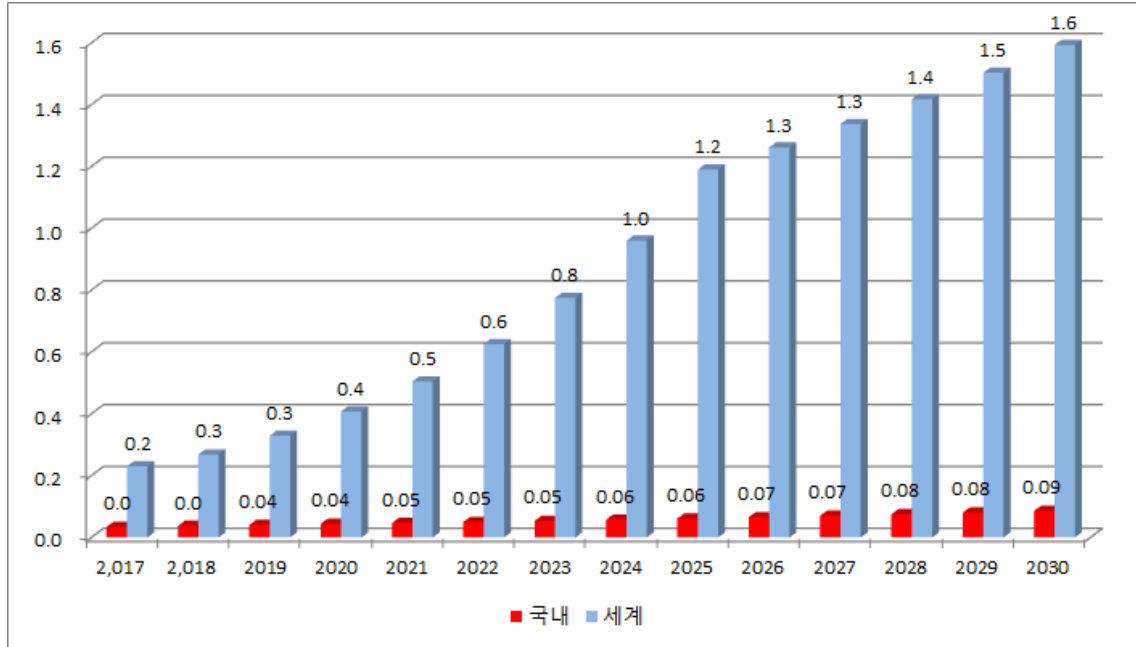
자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019)

마. 곤충

- 국내 곤충 시장은 2017년 345억 원 규모에서 2030년 860억 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기준 7.2%로 예측됨.
- 동 기간 세계 곤충 시장은 2017년 0.2조 원에서 2030년 1.6조 원 규모로 확대될 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 국내 시장보다 두 배 이상 높은 16%로 예측됨.

[그림 26]국내·외 곤충 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)



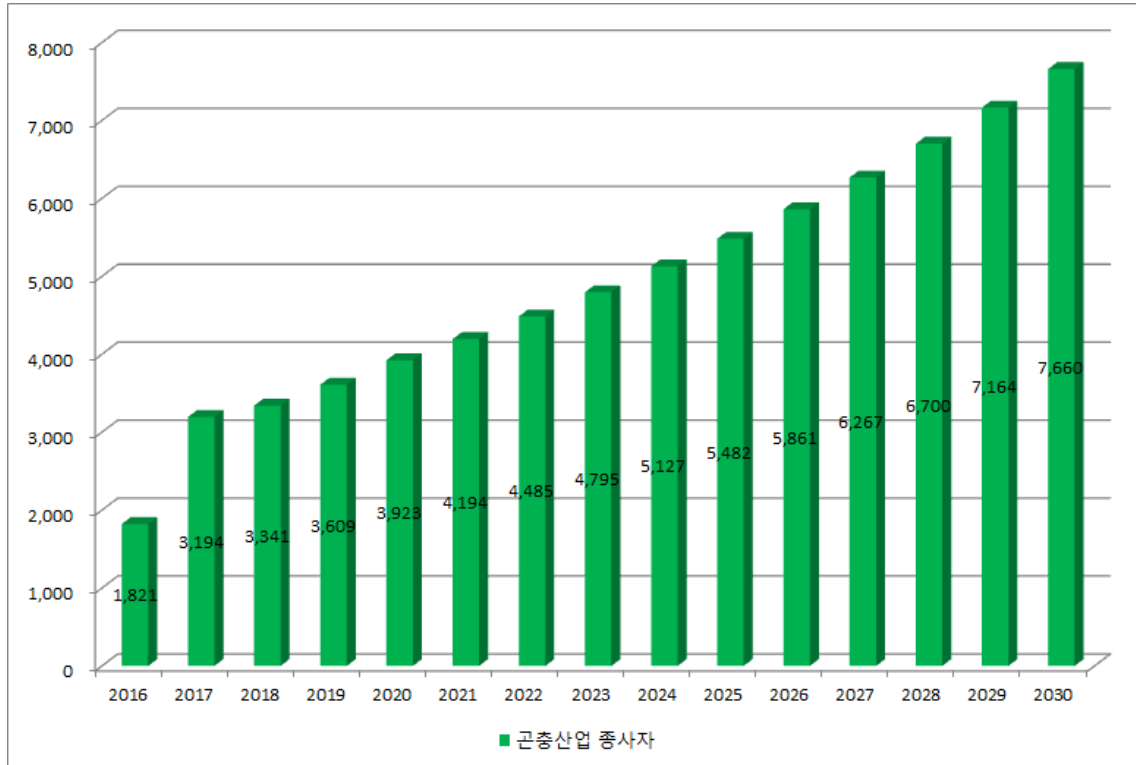
자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

□ 국내 곤충산업 인력은 생산, 유통, 가공 등 관련 산업 분야 종사자로 2016년 기준 1,821명으로 파악됨.

○ 해당 인력은 2030년까지 7,660명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 7.2% 수준임.

[그림 27] 곤충 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 곤충산업 실태조사(농림축산식품부, 2020)

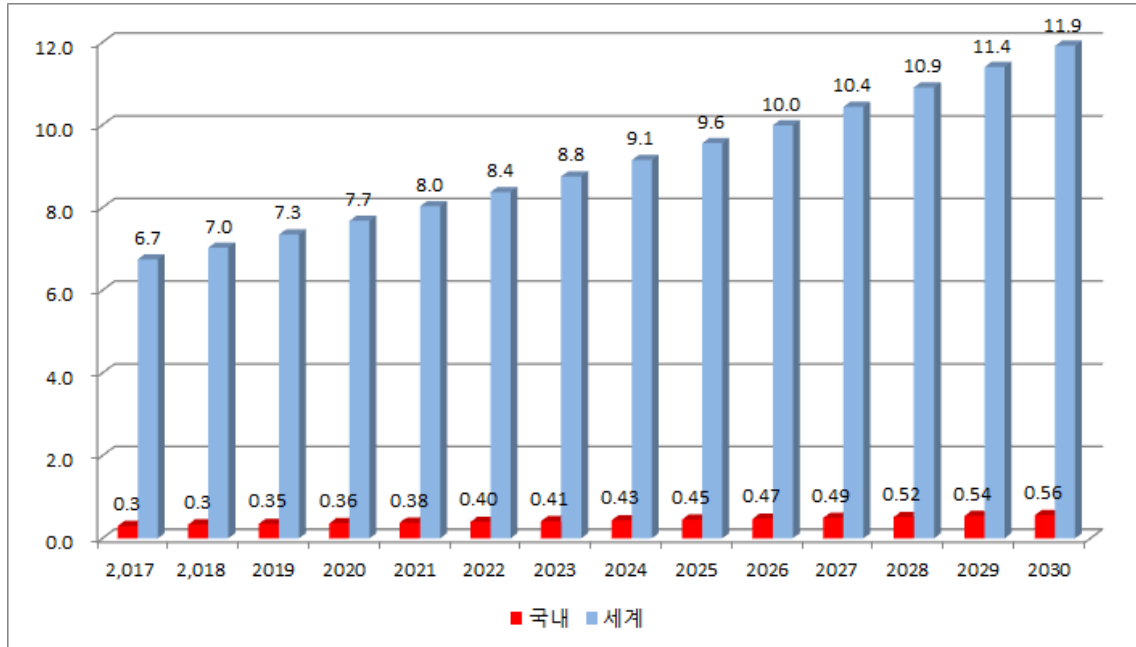
바. 기타 바이오 장비, 기기, 서비스

□ 그린바이오 분야 바이오 장비, 기기, 서비스 및 기타 국내 시장은 2017년 2,950.7억 원 규모에서 2030년 5,625.7억 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 2018~2030년 기준 4.5%로 예측됨.

- 동 기간 세계 그린바이오 분야 바이오 장비, 기기, 서비스 및 기타 시장은 2017년 6.7조 원에서 2030년 11.9조 원 규모로 확대될 것으로 전망됨.
- 연평균성장률은 글로벌 전망치를 동일하게 사용했기 때문에 4.5%로 예측됨.

[그림 28] 국내·외 기타 바이오 장비, 기기, 서비스 시장 현황 및 전망, 2017~2030

(단위: 조 원)



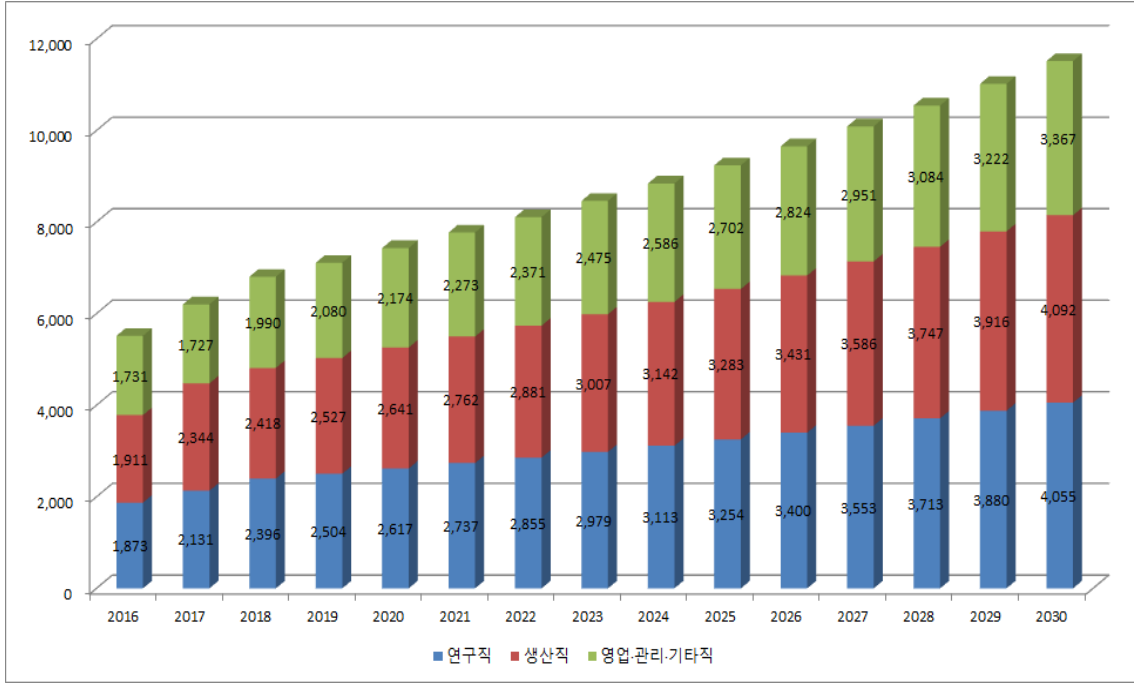
자료: 생명공학정책연구센터(2019), 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019), Frost & Sullivan (2018), MarketLine(2018) 등을 기반으로 재구성

□ 국내 그린바이오 장비, 기기, 서비스 및 기타 분야 인력은 2016년 기준 연구직 1,873명, 생산직 1,911명, 영업·관리·기타직 1,731명으로 총 5,515명으로 파악됨.

- 해당 인력은 2030년까지 11,514명 규모로 증가할 것으로 전망되며, 연평균성장률은 2018~2030년 기준 4.5% 수준으로 예측됨.
- 2030년까지 연구직은 4,055명, 생산직은 4,092명, 영업·관리·기타직은 3,367명 수준으로 고용이 창출될 것으로 전망됨.

[그림 29] 기타 바이오 장비, 기기, 서비스 분야 인력 현황 및 고용 전망, 2016~2030

(단위: 명)



자료: 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2019)

2. 그린바이오 산업 국내·외 R&D 투자 현황

1) 국내 R&D 투자 현황

□ 국내 바이오산업 실태조사에서 제공하는 2016~2018 바이오산업 연구개발비(R&D) 투자 현황을 대상으로 <표 1>의 그린바이오 업종 구분을 적용할 경우 앞서 고용 현황의 경우와 유사하게 다음과 같은 가정이 필요함.

○ 바이오산업 R&D 투자 현황의 경우 <표 1>과 같이 바이오산업 내 세부 업종을 구분할 수 없는 한계가 있음.

- 즉, 바이오산업 실태조사에서 제공하는 R&D 투자 현황은 상위 분류인 바이오의약산업, 바이오화학·에너지산업, 바이오식품산업, 바이오환경산업, 바이오의료기기산업, 바이오장비 및 기기산업, 바이오원자산업, 바이오서비스산업에 대한 R&D 투자 현황으로. 본 연구에서 설정하는 그린바이오 분야에 대한 R&D 투자 현황을 파악하기는 불가능함.
- 이에 본 연구에서는 앞 서 고용 현황을 산출하는 방식과 마찬가지로 <표 6>의 시장 규모를 활용, 각 세부 업종의 시장 수급액이 해당 상위 업종의 시장 수급액에서 차지하는 비율을 계산, 이를 상위 업종 R&D 투자 현황에 곱하여 비례식으로 세부 업종별 R&D 투자 현황을 파악함.
- 다음으로 <표 1>의 분류에 따라 해당 R&D 투자 규모를 합산하여 각 그린바이오 분야 R&D 투자 현황을 도출함.
 - * 앞 서 고용 관련 예시와 유사하게 2016년 기준 기타바이오식품과 발효식품이 바이오식품 시장규모에서 차지하는 비중 1.4%, 2.9%를 바이오식품 R&D 투자 1,042.8억 원에 곱해서 도출되는 15.1억 원과 30.5억 원이 각각 해당 업종의 R&D 투자 현황이 됨.
 - * 또한 <표 1>의 정의에 따라 기타바이오식품과 발효식품 R&D 투자현황의 합인 45.6억 원이 그린바이오 내 대체식품 분야의 R&D 투자 현황이 됨.
- 이상의 논의에 근거하여 <표 1>의 업종 구분을 적용할 경우 그린바이오 분야 R&D 투자 현황은 <표 11>로 요약됨.

[표 11] 국내 그린바이오 분야 R&D 투자 현황, 2016~2018

(단위: 백만 원)

구분	2016	2017	2018	CAGR (2016~2018)	
(a) 마이크로바이옴	99,552	103,435	117,023	8.4%	
(b) 종자	19,467	19,700	9,108	-31.6%	
대체식품 및 메디푸드	(c) 대체식품	4,556	4,301	4,740	2.0%
	(d) 메디푸드	12,205	13,069	16,069	14.7%
(e) 동물백신	32,756	29,085	29,930	-4.4%	
(f) 곤충	N/A	N/A	N/A	N/A	
(g) 기타 장비 및 서비스	60,878	63,752	74,884	10.9%	
(h) 그린바이오 소계	229,414	233,342	251,753	4.8%	
(i) 전체 바이오산업	1,411,799	1,497,274	1,640,593	7.8%	
(h/i)	16.2%	15.6%	15.3%		

주: (f) 곤충은 바이오산업 실태조사나 곤충산업 실태조사에 R&D 관련 자료가 없어 파악 불가

□ 위 <표 11>의 결과, 전체 바이오산업의 경우 R&D 투자액이 2016~2018 기간 연평균성장률 7.8%로 증가 추세에 있지만, 그린바이오 분야의 경우 동기간 성장률이 4.8%로 상대적으로 투자가 저조한 것을 파악할 수 있음.

- 아울러 전체 바이오산업 R&D 투자 대비 그린바이오 R&D 투자 비중도 2016년 16.2%에서 2018년 15.3%로 소폭 하락 추세임.
- 해당 결과는 바이오 기업체를 대상으로 조사하는 바이오산업 실태조사의 특성 상 민간 부문 R&D에 대한 시사점을 제시하는 것으로, 민간 부문 R&D에 있어 그린바이오 분야에 대한 R&D 투자가 저조함을 시사함.

- 2016~2018년 조사기간 내 민간 부문의 R&D 투자가 하락세를 기록하는 것은 동기간 연평균성장률이 -31.6%에 달하는 종자산업과 -4.4% 수준의 동물백신 분야임을 확인할 수 있음.
 - 종자의 경우 민간 부문보다는 농촌진흥청 등 공공 부문에서의 연구가 활발하다는 점이 작용하는 것으로 이해되나, 동물백신 분야는 <그림 23>에 나타난 바와 같이 향후 성장세가 두드러지는 것으로 전망되는 만큼 민간 부문 투자 증대가 필요할 것으로 판단됨.

- 2016~2018년 조사기간 내 가장 큰 성장세를 보인 것은 연평균성장률 14.7%의 메디푸드 분야임.
 - 이는 앞 서 그린바이오 분야 전망치 중 2018~2030년 기준 가장 큰 연평균성장률을 보인 분야가 13.8%를 기록한 메디푸드 분야라는 점을 고려할 때, 민간 부문에서의 활발한 R&D 투자가 곧 시장 성장 상황을 반영한다고 이해할 수 있음.

2) 해외 R&D 투자 현황

- 본 연구에서 구분하는 레드, 화이트, 그린바이오 분야에 대한 해외 R&D 투자 현황을 파악하기는 쉽지 않음.
 - 이는 바이오산업에 대한 기준을 일괄적으로 레드, 화이트, 그린바이오로 분류하기에는 무리가 있으며, 해당 국가에서 공식적으로 통용되는 개념이 아니라는 점에서 기인함.
 - 또한 바이오테크놀로지 및 의약 분야, 즉 레드바이오 관련 R&D 투자는 비교적 파악하기 용이하나 그린바이오 투자 현황을 별도로 추산하기에는 무리가 있음.

- 이에 본 연구에서는 글로벌 그린바이오 분야 R&D 관련 자료 취득상 한계를 감안하여 세부 분야별 R&D 투자 현황을 파악하는 대신, OECD에서 제공하는 공식 통계인 “Key biotechnology indicators”³⁾를 통해 바이오테크놀로지 관련 해외 R&D 투자 현황을 간접적으로 파악함.

- OECD에서 제공되는 바이오테크놀로지 관련 R&D 통계는 ‘Business enterprise expenditure on R&D, BERD’를 활용하여 표시됨.
 - 즉, 기업 분야 R&D 투자액을 의미하는 BERD 내에서 바이오테크놀로지 R&D가 얼마나 큰 비중을 차지하는 가로 바이오 분야 R&D 투자 현황이 파악됨.

- <표 12>에는 OECD내 주요 국가별 BERD 대비 바이오테크놀로지 R&D 비중(%)이 제시됨.
 - 분석의 편의를 위해 2014~2017년 기간 동안 결측치 없이 관련 지수가 집계된 국가를 대상으로 연평균성장률을 계산한 결과, 노르웨이 11.8%, 프랑스 5.6%, 미국 4.7%, 스페인 3.8% 등 EU 및 미국의 투자가 여전히 강세인 점을 파악할 수 있음.

3) <https://www.oecd.org/innovation/inno/keybiotechnologyindicators.htm>

[표 12] 주요 국가별 BERD 대비 바이오테크놀로지 R&D, 2014~2017

(단위: %)

국가	2014	2015	2016	2017	CAGR (2014~2017)
Czech Republic	4.7	4.8	4.4	3.7	-7.5%
Estonia	12.9	13.2	10.9	12.7	-0.4%
France	7.6	7.8	9.0	8.9	5.6%
Germany	1.7	1.8	1.8	1.8	2.2%
Italy	3.5	3.6	3.4	3.5	-0.1%
Korea	2.5	2.6	2.6	2.4	-1.5%
Lithuania	16.3	24.2	28.1	17.9	3.1%
Norway	4.9	5.6	6.1	6.8	11.8%
Poland	4.4	3.9	2.0	3.2	-10.4%
Portugal	5.4	3.2	2.3	2.6	-22.0%
Russian Fed.	0.7	0.9	1.0	0.5	-7.8%
Slovenia	10.0	12.1	6.4	6.1	-15.1%
Spain	7.9	8.4	8.6	8.8	3.8%
United States	11.3	11.2	12.3	13.0	4.7%

자료: OECD Key Biotechnology Indicators,

<https://www.oecd.org/innovation/inno/keybiotechnologyindicators.htm>

Ⅲ. 그린바이오 산업활성화를 위한 제도개선 및 사업화 추진방안

1. 그린바이오 분야 국내외 정책 현황

1) 그린바이오 국내 정책 및 제도 조사

가. 그린, 레드, 화이트바이오 부처 정책 현황

□ 우리나라 바이오산업은 최상위 계획인 생명공학육성기본계획에 의거 총괄적으로 기획되고 투자되고 있음.

○ 현재 시행중인 제3차 생명공학육성기본계획(2017~2026년)을 통해 바이오경제를 본격적으로 구현할 계획임.

- 1994년 제1차 생명공학육성기본계획으로 바이오 R&D 기반이 확충되었고 2007년 제2차 생명공학육성기본계획을 통해 투자 성과가 가시화됨.

* (1차) 연구기반 조성(1994~2006) → (2차) 원천기술 확보/산업인프라 구축(2007~2016) → (3차) 바이오경제 본격 구현(1단계 : 2017~2021, 2단계 : 2021~2026)

[그림 30] 생명공학육성기본계획 주요 성과



자료: 정부부처 보도자료(2017.9.27), 바이오경제 혁신으로 혁신성장·미래일자리·국민건강 이끈다.

- 생명공학육성기본계획을 시행하여 바이오 R&D 역량 확충 및 창업사업화 등 기업지원, 바이오 클러스터 조성 등 바이오 인프라 조성에 주력함.
- 글로벌 정책 여건에 대응해 바이오를 국가차원에서 전략적으로 육성하여 바이오경제 시대를 주도하는 글로벌 강국으로 도약하기 위해 수립함.
- * OECD는 2030년 바이오경제 시대가 올 것으로 예측하는 등 고령화와 감염병, 안전한 먹거리 등과 같은 인류 공통의 난제를 해결하고 경제성장을 이끌 새로운 패러다임으로 바이오경제의 시대가 도래할 것으로 예상
- 제3차 계획은 글로벌 바이오강국 실현을 위해 구체적이고 도전적인 목표와 과제를 제시함,
 - 한국의 글로벌 바이오 시장 점유율을 현재 1.7% 수준에서 2025년 5%까지 달성을 목표로 함.
 - 국산 신약 개발, 바이오 분야의 과학기술기반 고급 일자리 창출, 글로벌 기술이전 성과제고, 사회문제 해결 기여 등 국민 생활과 직결되는 4대 세부목표를 제시함.

- 이를 위해 바이오 R&D 혁신, 바이오경제 본격 창출, 국가 바이오 생태계 기반 조성 등 3대 전략을 수립함.

[그림 31] 제3차 생명공학육성기본계획

3대 전략 9대 중점과제	
바이오R&D 혁신	①-1 글로벌 선도 창의/도전적 연구 촉진 ①-2 미래 대비 R&D 강화 ①-3 바이오 기반 융합연구 확산
바이오경제 창출	②-1 과학 창업·사업화 활성화 ②-2 융합형 바이오 新산업 육성 ②-3 클러스터 중심의 바이오 생태계 확충
국가생태계 기반조성	③-1 국가 바이오경제 혁신시스템 정비 ③-2 바이오 규제혁신 및 사회적 합의 체계 마련 ③-3 바이오 혁신 플랫폼 구축(기술, 자원, 정보)

- 글로벌 바이오 강국 도약, 혁신 신약과 같은 글로벌 최초 성과 창출, 신규 일자리 창출, 사회문제 해소 기술수출 확대 등 경제사회기술 측면의 다양한 효과를 기대함.

- 기술간 융합을 바탕으로 혁신기술, 미래신산업 등 부가가치 창출을 모색함.
- 바이오분야 핵심·원천 기술 보유할 경우 글로벌 시장을 주도하고 바이오 기술 기반의 양질의 일자리 창출도 가능할 것으로 기대됨.

□ 각 정부부처별로 다양한 연구개발 정책을 수립하고 추진 중에 있음.

- 생명공학육성기본계획과 연계 또는 별도의 계획과 전략을 다부처 합동으로 수립함.
 - 줄기세포추진계획, 제약산업 육성·지원계획, 의료기기산업 중장기

발전계획, 포스트게놈 다부처 유전체사업계획, 바이오헬스 미래 신산업육성계획 등이 포함됨.

- 여러 정책을 통해 혁신형 제약사 중심의 신약개발 경쟁력 강화, 바이오시밀러 분야 경쟁력 확보, 줄기세포치료제 및 유전자치료제 글로벌 경쟁력 제고 등의 효과를 기대하고 있음.

[표 12] 국내 바이오 연구개발 주요 정책

계획 및 기간	추진주체	대상분야	비전	목표
줄기세포연구 종합추진계획 (2007~2016)	교과부, 농식품부, 지경부, 복지부	재생의료(줄기세포)	줄기세포 분야 글로벌 TOP3 진입	주요 난치질환 임상적용가능 기술확보 세계 줄기세포 시장의 10% 이상 점유
제약산업 육성·지원 5개년 종합계획 (2013~2017)	복지부	제약, 백신, 줄기세포, 의약품규제, 바이오의약품	2020년 세계 7대 제약강국 도약	- 전략적 R&D 투자강화 투융자 자본조달 활성화 핵심전문인력 유치양성 전략적 해외진출 확대 지속발전형 인프라 구축
의료기기산업 중장기 발전계획 (2014~2018)	기재부, 미래부, 복지부, 산업부, 식약처, 중기청, 특허청	의료기기	2020년 세계 7대 의료기기 강국 진입	수출액 13.5조원 고용 13만명 생산규모(GDP대비) 1% 세계시장점유율 3.8% 세계 100대 기업 2
포스트게놈 다부처 유전체사업 추진계획 (2014~2021)	복지부, 농식품부, 농진청, 산림청, 해수부, 미래부, 산업부	맞춤의료	유전체 연구를 통한 국민건강 증진과 산업화 연계시스템 구현	맞춤의료 및 예방의료 구현을 위한 예방진단치료기술 개발 동식물, 해양생물 등 유전정보를 활용한 고부가가치 생명자원 개발 유전체 기초원천기술 및 고도의 정보 분석기술 확보
바이오헬스 미래신산업육성전략 (2015~2020)	미래부, 산업부, 복지부, 식약처	제약, 의료기기	태동기 바이오산업을 미래성장동력으로 육성	글로벌 바이오기업 50개 바이오의약품 수출 10개 세계 의료기기 시장 대비 국내시장 규모 확대

자료: 한국과총(2017). 신정부 바이오 과학기술 발전방향. 제1회 과총 바이오경제포럼.

□ 농촌진흥청은 그린 바이오기술 선진강국으로 도약하기 위한 차세대 바이오그린21 사업을 2011년 출범시킴.

○ 차세대 바이오그린21 사업은 농업생명과학 원천기술과 국가전략적 대응을 위한 기술개발을 통해 미래 성장동력 확보를 목적으로 추진되는 사업임.

- 2001년부터 10년간 수행해온 1세대 바이오그린21 사업을 통해 농업 생명공학의 기반을 다짐.

* 1세대(2001~2010년) 사업에 이어 총 10년간 추진되는 사업

- 1단계 4년간 2,808억 원이 투자되며, 이후 추가 예타를 통해 2단계 6년간 7,800억 원 투입을 기획해 총 1조608억 원이 투입되는 국내 최대의 농업생명공학 연구개발사업임.

* 한국 농축산업의 국제기술 경쟁력과 미래가치를 확보하기 위한 산학 연관 협력 국책사업

○ 본 사업을 통해 그린바이오 기술 선진강국으로 도약하고 2020년 세계 4위권 진입 비전을 수립함.

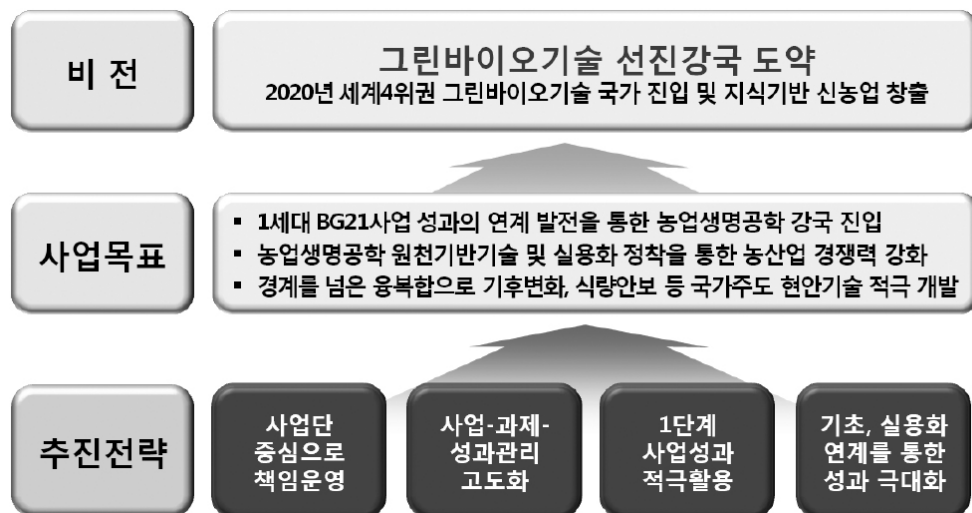
- 본 사업은 독립성이 강화된 7개 사업단장에 의한 책임운영으로 상호 경쟁과 협력을 통해 성과제고와 글로벌화를 도모함.

* 차세대 유전체, 동물유전체 육종, 식물분자 육종, GM작물 실용화, 농생명바이오 식의약소재 개발, 시스템합성 농생명공학, 동물방오 신약·장기 개발 등

- 국가원천기술지원 분야에서는 한국 고유 생물자원 250종에 대한 유전체 구조해독 및 기능분석을 추진하여 식량안보 및 기후변화에 대응할 수 있는 100여종의 신생물체 개발을 목표로 함.

- 생명공학실용화지원 분야에서는 고유 유전자를 이용한 GM작물의 개발 및 안전성 평가를 추진해 실용적 품종 20종을 확보하고, 세계종자시장에 진출하는 신품종을 개발함.
 - 미래선도기술지원 분야는 인류에 유용한 생물의 물질대사를 재설계하는 제어기술을 개발해 동식물을 통한 인간 치료제 6종과 이종장기이식 전임상 5건 완료를 목표로 함.
- 정부는 2020년 1월 바이오산업의 혁신을 지향하는 정책방향을 수립하고 핵심과제를 제시함.
- 도래하는 바이오경제 시대의 글로벌 주도권 확보를 위해 범부처 역량을 집중하고 경쟁력을 확보함.
 - 바이오산업을 차세대 주력산업으로 육성하고 바이오경제 선도국가로 도약하기 위해 5대분야, 10대 핵심과제를 추진함.

[그림 32] 차세대바이오그린21 사업의 비전 및 목표



자료: 이규성, 박종석(2013). 국가농업생명공학사업을 선도하는 차세대바이오그린21사업. 과학기술정책 제23권 제1호.

- 본 정책의 기본방향은 바이오사업 혁신 패러다임을 전환하여 신성장동력으로 활용하고 추진체계를 정비하는 것임.
- 기존 레드바이오 위주에서 그린·화이트 바이오 분야까지 확대하고, 공급 분야 확충 중심에서 수요측면의 시장창출을 병행하는 방향으로 전환함.
- 이를 통해 기업·시장이 원하는 수요자 맞춤형 혁신 및 혁신주체 간 협업 촉진으로 민간의 혁신을 유도함.
- 기재부가 주재하고 10개 부처·연구기관 등이 참여하는 범부처 TF를 구성하고 작업반을 설치·운영함.

[그림 33] 바이오산업 혁신 방향

5대 추진전략		10대 핵심과제
R & D	<전략1> 글로벌 경쟁력 강화를 위한 R&D 혁신 ■ 생명연구자원 고도화 ■ 공통 기반기술 및 분야별 미래 핵심기술 확보	① 바이오 연구자원 빅데이터 인프라 구축 ② 바이오 부가가치의 원천인 미래 유망기술 확보
	<전략2> 바이오 분야 전문 인력 중점 육성 ■ 제약바이오 전문인력 양성 ■ 바이오산업 첨단 핵심인력 양성	③ 바이오산업 우수 핵심인재 양성
규제·제도	<전략3> 시장성장 촉진을 위한 규제제도 선진화 ■ 바이오헬스 규제 개선 ■ 바이오 분야 금융제도 정비	④ 바이오헬스 분야 합리적 규제환경 조성 ⑤ 바이오산업 금융분야 제도 정비
	<전략4> 바이오 생태계 조성 및 해외진출 지원 ■ 상용화 지원 R&D 강화 ■ 오픈 이노베이션 활성화 ■ 바이오 창업·수출 지원 ■ 바이오 클러스터 효율화	⑥ 바이오산업 기반조성 및 해외진출 지원 ⑦ 바이오 클러스터 재정비를 통한 지역거점 육성
사업화	<전략5> 바이오기반 기술융합 사업화 지원 ■ 바이오 기술 기반 신산업 육성 ■ 미래 유망 제품·비즈니스 모델 발굴	⑧ K-뷰티 글로벌 경쟁력 강화 ⑨ 그린바이오 융합형 신산업 육성·활성화 ⑩ 화이트바이오 초기시장 창출

자료: 관계부처합동(2020a). 바이오산업 혁신 정책방향 및 핵심과제

나. 그린바이오 분야 제도 및 규제 관련 케이스 스터디

- 그린바이오 분야는 고부가가치를 창출할 수 있는 분야임에도 불구하고 다른 분야에 비해 산업 생태계가 형성되지 않은 초기 단계임.
 - 그린바이오산업은 식품, 의학, 농업 등 분야에서 바이오기술을 접목한 산업으로 확장가능성이 높음.
 - 유기화학, 생화학 등 인접 기술과의 융복합을 통해 고부가가치 창출을 기대할 수 있는 분야임.
 - 식량안보와 같이 안보 측면에서도 중요한 의미를 지님.
 - 정부에서도 최근 바이오산업 혁신성장정책을 수립했지만 산업 생태계를 형성하기 위한 사회적 관심이 필요한 상황임.
 - 윤리문제, 생명건강 우려 등으로 바이오식품, 헬스케어 등 바이오 신서비스에 대한 수용성이 낮은 상황임.
 - 유전자변형 기술과 같이 안전성 논란이 있는 기술에 대한 규제와 일반인의 이해 제고 여부는 중요한 논의사항임.
- 생명을 다루는 바이오분야가 가지고 있는 특성을 고려하여 일반적인 규제와 차별화된 접근이 필요함.
 - 바이오기술의 경제적·사회적 파급효과가 커지면서 기술과 규제 상호관계에 대한 이해가 필요함.
 - 유전자 및 세포 단위의 조작, 변형, 합성 등 유전학의 발달로 인해 기존 사회나 생태계에 위협요인으로 작용할 수 있음.
 - 규제를 수립하는 과정에서 다양한 이해관계자 사이에 서로 다른 가치들이 대립하거나 갈등하는 경우가 있음.

- 바이오기술에 대한 사회적 수용범위 및 합의가 중요한 논의사항이 되었음.
 - 그린 바이오산업의 경쟁력 확보를 위해 유전자 변형 기술에 대한 정부 규제의 합리적인 적용과 국민들의 이해를 구하는 과학자들의 목소리가 높음.

- 그린바이오 분야에서 규제와 사회적 합의에 대한 과학계의 목소리가 지속된 이슈는 유전자변형작물(GMO)로서 현재 논의현황과 시사점을 분석하고자 함.
 - 유전자변형작물이 전 세계적으로 증가하고 있지만 한국에서는 개발·재배된 경우는 없음.
 - 1980년대 중반부터 유전자변형작물이 등장하기 시작해서 세계적으로 콩, 옥수수, 면화 등 작물이 재배되고 있음.
 - 한국에서는 상업적으로 생산하고 있지 않지만 사료용 옥수수, 식용 콩 등 지속적으로 수입하고 있는 상황임.
 - 1990년 농수산물품질관리법 제정으로 GMO 표시에 대한 법적 근거가 마련되었고 2001년부터 본격적으로 시행됨.

 - GMO에 대한 안전성·위해성·환경영향 등 논란은 여전히 지속되고 있음.
 - 2000년 생물다양성협약(CBD)은 유전자변형생물체(LMO)의 국가 간 이동시 바이오안전성을 고려하여 수송, 취급 및 이용 등에 관한사항을 다루는 카르타헤나 의정서를 체결했고 이는 사전예방의 원칙을 제도화하는 계기로 작용함.
 - 2008년 한국정부는 카르타헤나 의정서 국내발효 및 유전자변형

생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률을 시행하여 수입 GMO를 규제할 정당성을 확보함.

- GMO로 인한 잠재적 위해에 대해 유럽은 사전예방주의 원칙, 미국은 실질적 동등성 원칙을 적용하여 대립 중임.
- 국내에서는 바이오산업의 후발주자임을 감안하여 GMO 이용 및 이동을 허용하여 바이오산업의 경쟁력을 제고할 필요성도 제기됨.
- GMO 관련 식물 유전자 편집기술 개발은 한국이 앞선 기술을 보유 중임.
 - 유전자편집 기술로 GMO 종자 개발 사업에서 생산기간을 단축하고 비용도 절감함.
 - 유전자 편집 기술을 활성화하기 위해서는 규제를 좀 단순화해서 이런 기술들이 고사되지 않고 상업화로 잘 연결시킬 필요가 있음.
- 한국은 GMO 관련 형식적 측면에서의 강한 규제를 부과한 반면, 실천적 의지는 다소 약한 것으로 나타남.
 - GMO 표시제 도입, 바이오안전성에 관한 카르타헤나 의정서 가입 등 형식적 측면에서 사전예방원칙에 기반한 강한 수위의 규제를 정비해 왔음.
 - 하지만 GMO로 인한 위해성평가 인프라 및 기술역량이 부족한 상태로 사전예방원칙을 실천하려는 의지는 미흡함.
 - GMO 규제는 바이오산업의 후발주자로서 전략적으로 육성하고자 하는 정부정책과 상충되는 측면도 존재함.

- 국내에서 상용화된 GMO가 없는 상황에서 연구개발 활동이 위축되어 산업화의 잠재력이 약화된다는 우려가 존재함.
- 과학계에서는 규제의 단순화, 규제에 대한 합리적 정책결정 등을 주장함.
 - 식품의약품안전처, 질병관리본부, 농촌진흥청, 국립수산물과학원, 국립생태원 등 각 기관 내의 순차적, 중복적 심사체계 대신에 관계 부처가 모두 참여하는 위원회에서 한 번에 심사할 수 있게 하는 규제의 단순화 필요함.
 - 산·학·연·관 공통의 전략적인 목표, 정보, 재료 등을 공유하며 협력하여 규제에 대한 합리적 정책 결정을 추진할 필요가 있음.
 - 부처마다 흩어진 심의시스템을 단일창구로 만드는 등 프로세스의 불확실성을 줄일 필요가 있음.

2) 해외 사례 정책 조사

가. 미국 정책 현황

- 2012년 4월 오바마 정부는 바이오산업 육성 계획을 수립하고 국가적인 차원에서 전략적으로 지원함.
 - 미국 행정부는 국가 바이오경제 청사진(National Bio-Economy Blueprint)을 발표하고, 바이오경제의 완전한 잠재력을 실현시키기 위한 계획을 수립함.
 - 연구개발 역량강화, 연구결과의 상업화 촉진, 규제완화, 바이오경제를 위한 인력개발, 파트너십 촉진 등 5대 전략 목표를 제시함.
 - 바이오경제 실현을 위한 인력양성을 위해 연방정부 및 주정부 차원의 지원이 필요함.

- 재생가능연료기준(Renewable Fuel Standard)에 따라 바이오연료 생산 목표를 설정하고 이와 관련된 일자리가 장기적으로 창출될 전망이다.
- 본 계획에서는 합성생물학, 정보기술 등을 향후 바이오경제를 위한 유망기술로 선정함.

□ 바이오경제 청사진의 5대 전략은 다음과 같이 제시됨.

- (연구개발 역량 강화) 정부가 과학기술에 대한 투자를 장려하는 것은 정부가 개입하지 않았을 경우 발생하는 시장실패를 극복하기 위한 목적이며, 연구개발 역량을 강화하여 미래 미국 바이오경제의 토대를 구축함.
 - 연방 정부 차원에서의 바이오경제 연구 활동을 조정함으로써 관련 투자의 효율성과 효과를 향상시킬 수 있음.
 - 통합적인 연구개발 활동을 통해 미국 바이오경제 아젠다를 전략적으로 설정할 수 있을 것으로 기대함.
 - 필수적인 바이오경제 기술의 개발 및 확대, 다양한 학문분야에 대한 접근방식을 연계, 향상된 재정 메커니즘의 구현 등을 추진함.
- (연구결과의 상업화 촉진) 바이오분야 연구개발 투자의 결과를 상업화하기 위해 중개연구(translational research)를 강화함.
 - 중개연구는 제약 분야에서 기초생물학이나 임상실험의 지식을 중요한 의학적 수요에 대응할 수 있도록 시행하는 연구과정을 의미함.
 - 혁신 및 상업화를 촉진하는 생태계를 형성하기 위해 필요한 정책을 개발함.
 - 중개연구를 적극적으로 장려하여 바이오분야의 상업화를 촉진할 것으

로 기대함.

- (규제 완화) 건강 및 환경 보호, 장애요인 제거, 빠른 규제 과정, 규제에 대한 예측가능성 증진, 비용 절감 등을 위한 규제 개혁을 의미함.
 - 목적이 적절하지 않거나 시대환경에 적합하지 않은 규제는 바이오분야 혁신과, 시장 확대, 투자 약화 등을 초래하는 요인임.
 - 규제 개혁 또는 완화를 통해 미래 바이오경제의 신속하고 안전한 달성이 가능할 것으로 전망됨.
- (바이오 경제를 위한 인력 개발) 바이오 관련 교육 프로그램을 환경변화에 맞게 개선하고 바이오경제에 적합한 인력교육을 강화함.
 - 인력 부족을 겪고 있는 바이오 분야 기업들에게 적절한 인력공급을 하기 위해 모든 직업경로에 필요한 교육활동을 강화함.
 - 미국의 유치원부터 대학 과정에서 과학, 기술, 공학, 수학 교육 향상을 위한 방식을 적극적으로 개발함.
 - 향후, 연방기관들은 지속가능한 바이오경제를 구축하기 위해 필요한 인력을 확보할 수 있도록 정책적 조치를 취할 계획임.
- (파트너십 촉진) 자원, 지식 및 기술 정보 공유를 통해 공공-민간 파트너십 및 경쟁 협력 관계를 활성화함.
 - 기업, 정부기관, 대학이 아이디어, 연구자원, 전문기술에 대한 정보공유를 촉진하여 바이오경제 성공가능성을 향상시킴.
 - 연방기관들은 바이오경제로 인한 성과를 다양한 영역에서 창출하고 확산하기 위해 공공-민간 파트너십에 대한 인센티브를 제공함.

□ 미국은 지난 2015년 새로운 미국혁신전략(New strategy for American innovation)을 발표함.

○ 국가 R&D 우선과제로 투자를 확대하고 데이터 활용 혁신 및 혁신 기반에 대한 투자 전략과 함께 보건의로 혁신과제를 국가 우선과제로 선정함.

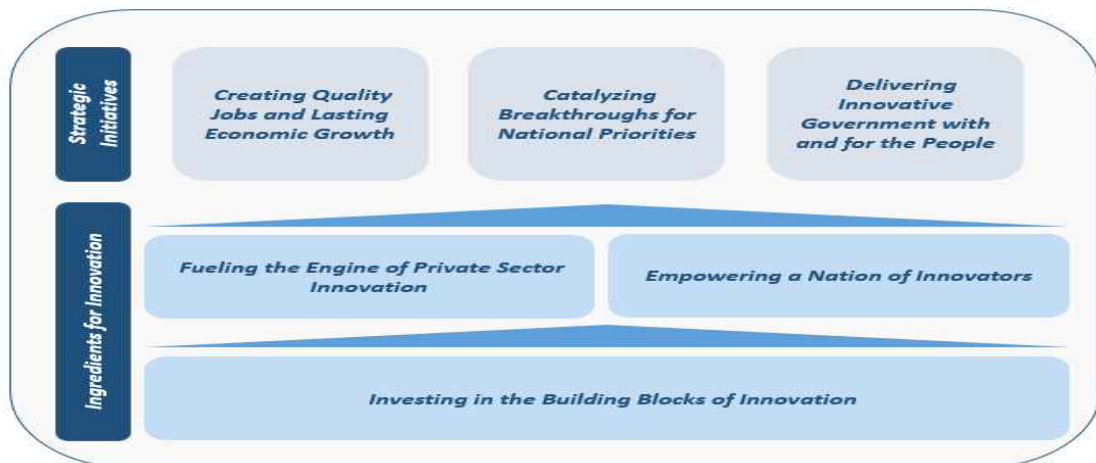
- 데이터 활용 혁신 및 혁신 기반에 대한 투자 전략은 정부데이터 개방 및 클라우드 소싱, 시민과학을 통한 혁신가의 창의성 발굴, 기초 연구 투자 및 차세대 디지털 인프라 지원 등을 핵심 내용으로 하고 있음.

- 보건의로 혁신과제는 정밀의학을 통한 질병 타겟팅, 브레인 이니셔티브를 통한 새로운 신경기술 개발, 의료전달체계 등 보건의로 전반의 획기적 혁신 추진 등의 내용을 포함함.

○ 2019년 5대 R&D 우선과제로 국방, 에너지 등과 함께 건강을 선정함.

- 대부분의 주요 R&D 기관의 예산을 축소하고, 미국국립보건원의 예산 증액을 통해 효율적·효과적인 건강관리를 위한 정부 연구개발투자의 목적과 방향을 제시함.

[그림 34] 미국을 위한 새로운 전략



자료 : New Strategy for American Innovation, OSTP (2015)

□ 최근에 미국 정부는 바이오헬스 분야 대규모 프로젝트들을 수행함.

- 뇌 기능의 비밀을 밝히는 뇌 추진계획(BRAIN Initiative)에 4억 달러를 투자할 계획임.
 - 2013년 4월 발표된 BRAIN Initiative는 전 세계적으로 10억 명 이상의 환자가 있을 것으로 추정되는 뇌질환 치료제 개발 촉진을 목표로 꾸준히 예산이 투자되고 있음.
 - 본 이니셔티브를 통해 기술융합에 기반한 뇌와 질병 간의 연관성을 분석하여 차세대 치료제 개발이 가속화될 전망이며, 알츠하이머, 파킨슨병, 우울증, 외상성 뇌손상 등의 뇌질환 연구에 중점을 두고 있음.
- 2015년 1월 오바마 대통령의 연두교서에서 정밀의료 추진계획(PMI, Precision Medicine Initiative)을 발표함.
 - 본 계획은 유전정보, 환경, 생활습관 등의 차이를 종합적으로 고려한 개인 맞춤형 질환치료 및 예방법 개발을 목표로 하고 있음.
 - 유전·환경 등 빅데이터를 활용해 질병을 정밀하게 치료하는 계획으로 총 2.2억 달러의 예산을 책정함.
- 항생제 면역 바이러스 치료, 마약중독 치료 및 항암 항체 개발을 주도하는 암정복계획(Cancer Moonshot Initiative)에 약 20억 달러를 투자할 계획임.
 - 본 프로젝트는 MD 앤더슨 암센터 등 미국 내 주요 암 전문병원들이 정부 지원을 통해 대규모 암 환자 유전체를 분석하고, 그 데이터와 정보를 통해 환자 맞춤형 항암 치료를 실시하려는 목적을 가지고 있음.

- 이를 통해 종양 지표를 개발하고, 신약과 백신을 제작하여 궁극적으로 이며 암을 극복할 수 있는 토대를 마련할 계획임.
- 바이오연료 분야를 육성하기 위한 계획(President's Climate Action Plan)을 발표함.
 - 에너지 안보 개선 및 기후변화 대응, 신산업 창출 등의 핵심 수단으로서 바이오연료 분야를 육성하기 위해 2020년까지 이산화탄소 배출량 기준 17% 감축, 2022년까지 바이오연료 보급량을 약 3배 증가시키고자 함.
 - 2018년에 미국 에너지부는 바이오에너지 R&D 총 36개 분야에 8,000만 달러를 투자함.
 - 경제성이 있고 즉시 재활용이 가능한 탄화수소 연료와 비식품 바이오매스와 폐작물 등 바이오 기반의 제품 생산 및 발전을 목표로 설정함.
 - 에너지부는 이를 통해 2022년까지 바이오 기반의 연료비용을 갤런 당 3달러로 낮출 수 있을 것으로 기대함.

나. 일본 정책 현황

- 일본 정부는 1981년부터 바이오 기술을 중점 성장분야로 지정하고, 과학 기술기본계획과 신성장전략기본정책 등을 통해 바이오 분야의 경쟁력을 강화하는 정책을 적극적으로 추진 중에 있음.
 - 1981년, 일본 통상산업성(현 경제산업성)은 「차세대산업기반기술연구 개발제도」를 통해 바이오 기술을 3대 중점 성장분야로 지정하고 10년에 걸친 바이오기술 기초 연구를 진행함.
 - 1997년 5월 “경제구조의 변혁과 창조를 위한 행동계획”을 시행하면서

바이오기술을 15개 신성장 분야 중 하나로 정하고, 1999년에 “바이오기술 산업의 창조를 위한 기본 방침”과 “바이오기술 산업의 창조를 위한 기본 전략”을 수립함.

- 2009년 글로벌 금융 위기에도 불구하고 일본 경산성은 바이오산업정책의 지속적인 시행을 위해 185억 엔을 투자함.
- 2009년에 수립한 신성장전략 기본정책(Basic Policy for New Growth Strategy)에서는 2020년 시장규모 45조 엔 및 신규고용 280만 명 창출을 목표로 의료·간호 및 보건관련 산업을 성장산업으로 육성하고, 연구개발 성과의 제약 및 의료기기 분야 응용을 촉진하며, 아시아와 여타 해외시장 진출을 촉진하고자 하는 3대 추진방향을 설정함.
- 2011년 5월에 발표된 정책 추진 지침에서는 바이오 분야의 혁신 활성화를 위해 ①개별화된 의료 추진계획, ②재생의료 추진계획, ③바이오벤처 재활성화 계획이 3대 핵심전략으로 제시됨.
 - 주요 과제로는, 게놈 연구와 같은 신약 개발 방법의 세계적인 경쟁력 확보, 관계 부처 간 제휴를 강화하고 자금 투입 및 예산 배분을 전략적으로 개선, 국제 경쟁력을 갖춘 임상시설의 공통 기반을 통합 및 집약하여 글로벌화 대응 등이 선정됨.

□ 특히, 2011년 동일본 대지진과 원자력 발전 사고 등에 직면한 이후, 효율 우선의 경제 지상주의에서 벗어나 “국민이 안심할 수 있는 질 높은 생활의 실현”으로 국가 정책 초점을 전환함.

- 4기 과학기술기본계획(2011-2015)에서는 자원 및 에너지의 제약과 고령화와 같은 범지구적 문제를 극복하고 이를 새로운 산업과 고용 창출로 연결하고자 하는 “지속적인 성장을 이룰 나라”에 이어 사회구조 변화에 대응하면서 “안전하고 풍부하며 질 높은 국민생활을 실현하는

나라”를 비전으로 제시함.

- 비전 달성을 위하여 녹색 혁신(Green Innovation), 생명 혁신(Life Innovation), 안전·안심·혁신(Safe·Security Innovation)을 3대 핵심 혁신으로 제안하고 있으며, 이중 생명 혁신이 바이오 분야에 해당함.

□ 또한, 일본은 지방정부 차원에서 산업클러스터 설립을 적극 지원하고 있으며 생명공학에 초점을 맞춘 산업 클러스터로는 홋카이도, 간토, 긴키 지역 등이 있음.

- 간토지역에는 도쿄와 요코하마 클러스터에 다수의 대학과 연구소가 연계되어 신약개발과 의료장비, 계놈 등 분야의 핵심기술을 보유함.

- 긴키지역에는 고베의 KTI(Kobe Tissue Engineering Initiative) 클러스터가 인공피부 등 조직재생 분야에서 경쟁력을 보유함.

- 홋카이도 클러스터에는 홋카이도 대학과 오비히로 대학에서 차세대 포스트 계놈 연구를 추진하고 있으며, 동식물 관련 생명공학 분야의 핵심역량을 보유함.

□ 초고령 사회에 대응하기 위해 바이오기술 혁신을 달성하고 이를 통해 사회문제를 해결하고자 노력함.

- 2016년부터 2020년까지 시행된 제5차 과학기술기본계획에서는 초고령화·인구감소 사회 등에 대응하는 지속가능한 사회실현을 중요 과제로 설정함.

- 제4차 과학기술기본계획의 핵심이 되는 그린 및 라이프 이노베이션에서 재생의료의 실현화 프로젝트를 중점적으로 지원함.

- 2013년 8월 일본의 의료 R&D를 활성화 및 효율화하고자 의료

연구개발의 사령탑으로 건강의료전략추진본부를 내각에 설치함.

- 건강의료전략추진본부는 바이오의료 연구개발을 위한 추진계획 수립 및 실시, 연구개발 예산의 배분 조정 등을 담당함.
- 또한 의료분야 연구개발 예산을 일원화하여 관리하고, 기초연구에서 제품화까지 지속적으로 지원하는 국립연구개발법인 일본의료연구개발 기구를 2015년 4월에 설립함.

□ 일본 정부는 미래투자전략 2017 및 신산업구조비전을 수립하고 미래 헬스케어 산업변화와 발전에 대응함.

○ 2016년 9월 총리실 산하에 미래투자회의를 설치하고, 미래투자전략 2017 : Society 5.0. 실현계획을 발표함.

- 이 가운데 5대 신성장 전략분야 중 하나로 '건강수명연장'을 선정함.
- 데이터 활용기반구축, 보험자에 의한 행동변화(예방, 건강경영), 원거리진료, AI개발·실용화, 자립지원을 위한 과학적 간호(데이터 활용 및 로봇 도입), 혁신적 재생의료, 제품 창출을 제시함.

○ 2017년 4차 산업혁명 대응 정부합동보고서 '신산업구조비전'을 발표함.

- 일본의 강점인 제조업과 데이터를 기반으로 한 플랫폼 창출과 사회문제 해결을 제시하고자 4대 전략분야로 이동, 스마트 서플라이 체인구축, 제조 생산현장의 고도화·효율화, 건강·의료·간병, 생활을 제시함.
- 이 중 건강·의료·간병(건강유지와 생애활력) 전략분야는 단기·중기·장기로 로드맵을 나누어 추진함.
- 단기 로드맵은 2018년까지 원격진단 관련 진료수가를 개정하고,

로봇활용 간병수가를 재검토함.

- 중기 로드맵은 2020년까지 자신의 건강·의료데이터 파악 기반 구축 및 데이터에 따른 생활습관 개선서비스 확립과 AI 알고리즘을 개발함.
- 2020년 이후 장기 로드맵은 자신의 건강·의료데이터 파악기반을 본격 활용할 수 있도록 추진할 계획임.

2. 그린바이오 정책 방향성 사례 분석

1) OECD의 바이오경제 및 바이오기술 논의 사례

- OECD는 1994년 과학기술정책위원회(CSTP)내에 생명공학작업반을 설치하여 바이오기술에 대한 정책을 논의함.
 - OECD 국가간 협의를 통해 생명공학정책을 마련함.
 - 보건 및 지속가능한 산업개발 등 생명공학 이슈와 관련한 정책을 수립하고 제안함.
 - 생명공학에서의 과학, 기술, 혁신 등에 대해 평가하고 과학기반 원리 및 실제에 대해 국제적 조화를 추구하고 과학기술협력을 신속하게 함.
 - 바이오기술 활용 관련 기준 및 국제적 확산을 추진하고 글로벌 도전과제에 대한 해결책을 마련함.
 - 생명자원센터 운영지침 및 가이드마련을 개발하고 국제적 확산을 위한 워크숍을 개최함.
 - 기후변화, 고령화, 전염병 등 글로벌 도전과제에 대한 해결책을 제시함.

- 생명공학작업반 내에 인간보건관련 생명공학작업반과 산업지속발전을 위한 생명공학 태스크포스를 설치함.
 - 1995년에 설치된 인간보건관련 생명공학작업반은 2008년 보건혁신을 위한 태스크포스(Task Force on Health Innovation)로 변경됨.
 - 유전자시험, 노화, 전염병, 음용수 안전성, 장기이식, 유전자발명 등 프로젝트를 추진함.
 - 산업지속발전을 위한 생명공학 태스크포스(Task Force on Biotechnology for Sustainable Industrial Development)는 1998년 캐나다의 제안으로 설립됨.
 - 생물공정기술의 확산을 통해 환경보호와 산업지속발전을 모색하기 위한 4개의 프로젝트를 수행함.
 - 캐나다 주도의 연구개발 관련 국가별 기관편람 발간함.
 - 미국, 일본, 캐나다 주도의 산업지속성에 관한 기술평가가 이루어짐.
 - 미국, 독일 주도의 커뮤니케이션 교육이 이루어짐.
 - EU, 일본 주도의 관련 정부정책 개발이 이루어짐.
 - 2008년 산업적 바이오기술 실무작업반으로 변경됨.
- 생명공학작업반은 1995년부터 회원국 간 활발한 활동을 전개함.
 - 1차 활동기간(1995년~1998년)에는 보건 및 환경중심 활동이 주를 이룸.
 - 보건과 환경에 우선순위를 두었으며 유전자 자원에 관계된 이슈를 포함함.

- 1995년 바이오테크놀로지에 대한 규제의 조화에 대한 전문가 그룹을 형성함.
- 생명공학기술의 개발을 위한 방향성을 수립하고 국제적 이슈 및 개발정책에 대해 OECD 회원국의 이해 증진에 기여함.
- 2차 활동기간(1998년~2000년)에는 핵심적인 TF를 구성함.
 - 보건 분야, 지속가능한 발전 분야 등 세부 TF를 구성함.
 - 캐나다 주도로 설립된 산업지속발전을 위한 생명공학 TF는 청정산업 제품 및 생산 공정의 개발과 기술평가에 대해 선진국들이 적극적인 태도를 취함.
- OECD는 2000년 이후 보건혁신에 대한 관심이 증대함.
 - OECD 과학기술정책국은 장관급 회담에서 보건 분야에서 바이오테크놀로지 혁신을 달성하고 확산과 수용을 증진시키는 방안을 2006년까지 수립하기로 함.
 - 바이오파마, 지식시장, 합성생물학 등 보건혁신 분야의 여러 이슈를 발굴하고 정책과 가이드라인을 개발함.
- OECD는 2009년 2030년 바이오경제를 실현하기 위한 정책 아젠다를 제안하는 보고서를 발표하여 미래사회에 영향을 미치게 될 바이오테크놀로지에 대해 포괄적으로 분석함.
 - “The Bioeconomy to 2030 - designing a policy agenda” 보고서는 바이오경제를 바이오 기술이 경제부분에 크게 기여하고 있는 경제로 정의함.
 - 바이오산업은 농업, 보건의료, 생물공학, 생물전자, 환경, 에너지 등

분야를 포함하고 이는 미래 성장을 견인하는 중요한 동력으로 작용할 것이라고 전망함.

- 앞으로 바이오 응용부문들의 통합을 통해 경제와 환경의 지속가능한 발전을 위한 기반을 제공할 것으로 예견함.
- 바이오 기술의 발전은 1차 생산, 보건의료, 산업 등 세 가지 응용부문간 융합을 촉진함.
- 인구변화, 기후변화, 환경문제 등은 1차 생산, 보건의료, 산업 등 모든 부문에 강한 영향을 미칠 것임.
- 인구와 경제, 인구학적 추이와 인적자원, 에너지와 기후변화, 식량가격 및 수자원, 의료비용, 경쟁기술 등 핵심요인이 2030년 바이오경제에 영향을 미칠 것으로 전망함.

[그림 35] 2030 바이오경제

	시사점				
	2030년의 모습	바이오경제	그린 바이오	레드 바이오	화이트 바이오
식량 가격과 물 부족	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오연료와 식량 수요 증가로 식량 가격 상승 • 물 부족 지역 확대되고, 전세계 67%가 하수도 처리 시설 미확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 식량 가격으로 인한 경제 문제 발생 • 식량과 환경 문제 해결 위한 R&D 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 식량과 물 부족 문제 해결을 위해 바이오기술 활용 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 물과 정수 시설 부족으로 인한 질병 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오기술 활용 물 소비 및 수질 오염 문제 해결 • 바이오매스 가격과 물 부족 문제로 바이오연료 개발 지연
보건의료 비용	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 혁신으로 인해, 의료 소비 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 비용 부담으로 보건의료 R&D의 잠재적인 수익성 제한 • 비용 부담이 적은 농업과 산업 부문에 바이오 R&D 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 건강기능식품 확대 • 식물에서 의약품 생산함으로써 보건의료 비용 절감 노력 	<ul style="list-style-type: none"> • 비용 부담으로 인해 R&D 인센티브 감소 • 비용 부담이 큰 혁신적인 보건의료 시스템 도입 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> • 질병 예방을 위한 정수 시스템 확보에 바이오기술 활용
관련 핵심기술	<ul style="list-style-type: none"> • IT와 나노기술은 바이오기술 발전을 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털기술 발전은 바이오정보기술과 시너지 창출 • R&D 자금 조달에 대한 경쟁 심화 	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀한 농업 기술과 수질 보존 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 나노기술을 약물 투여 및 치료에 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 나노기술 활용 환경 기술 개발 • 다양한 신재생에너지 간 경쟁 심화

III. 그린바이오 산업활성화를 위한 제도개선 및 사업화 추진방안

	시사점				
	2030년의 모습	바이오경제	그린 바이오	레드 바이오	화이트 바이오
인구 증가와 경제	<ul style="list-style-type: none"> 세계 인구 83억명, 증가분 97%가 개도국에서 발생 전세계 GDP는 2005년 대비 2배 수준이지만 빈곤계층 확대 OECD국가 1인당 소득은 세계 평균의 3~6배 수준 유지 	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발 투자 확대 비OECD 국가 바이오R&D센터 확보 개도국 소득상승으로 음식, 의료, 여행 등에 대한 소비 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 인구 증가와 농수산물 수요 확대로 물가 상승 농수산물 생산 증대를 위해 바이오기술을 적극적으로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 인구와 소득수준 증가로 의료 서비스 수요 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 인구 증가로 환경 오염 심화 산업 바이오기술 (IB) 확대
인구 구조와 인적 자원	<ul style="list-style-type: none"> 전세계 노동자 25% 증가 OECD 국가는 근로 연령 젊은 인력 감소 교육 수준 상승으로 직업분포가 1차 산업에서 제조업 및 서비스 산업 중심 이동 	<ul style="list-style-type: none"> 재정 지원에 한계 교육 수준의 상승으로 R&D 인력 공급 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 개도국 농업 자동화로 에너지 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 노년층 증가로 의료 서비스, 특히 장기 의료 서비스 수요 증가 퇴행성/난치성/만성 질환 확대 고령화 관련 질환 극복은 제한적 	<ul style="list-style-type: none"> 개도국 농업 자동화와 에너지수요 증가에 대한 대응 농업 폐기물 에너지화에 바이오기술 적극 활용
에너지와 기후 변화	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 수요 증가로 화석연료와 온실가스 배출량 증가 전세계 온도 1.0C 상승 및 해수면 상승 	<ul style="list-style-type: none"> 온실 가스와 기후 변화 대응 R&D 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 작물 생산량 감소, 가뭄과 염분 상승 문제 등 대응 생산성 높은 작물 개발과 재배 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 온난화 등 환경 변화로 인한 질병 확대 이를 해결하기 위한 공공 보건과 바이오 기술 발전 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 에너지 가격과 환경 규제로 IB 이용 에너지 절약과 온실가스 감축

자료: 한국과총(2017). 신정부 바이오 과학기술 발전방향. 제1회 과총 바이오경제포럼.

○ 2030 바이오경제를 실현하기 위해 정책 아젠다를 제시함.

- 바이오경제가 창출할 것으로 예상되는 사회적, 경제적 혜택은 다양한 분야에서의 정책개발과 실행으로 가능함.
- 지적재산, 지식확산과 통합, 지구적 도전과제, 장단기적으로 개발해야 할 과제 등에 대해 논의해야 함.
- 기술적, 경제적, 제도적으로 과제를 해결할 수 있는 정책적 틀이 필요함

□ 최근 OECD 지속가능한 바이오경제를 위한 혁신방안 논의현황은 다음과 같음.

○ 2017년 11월 개최된 바이오나노융합기술작업반(BNCT)은 지속가능한

바이오경제를 위한 혁신방안, 유전자편집 프로젝트, 뇌과학 연구의 윤리, 법, 사회적 이슈를 공유함.

- 지속가능한 바이오경제를 위한 혁신 사례조사를 위한 가이드라인은 세 가지 이슈에 따라 총 26개의 문항으로 구성됨.

① 바이오매스 활용 가치사슬, ② 산업 네트워크 및 산업 생태계 간 가치사슬의 확장, ③ 사례조사 국가의 우선순위 및 정책의 역할

- 바이오순환경제 정책보고서 3가지 분야(자원 효율성, 폐기물 바이오리파이닝(biorefining), 바이오도시)에 집중하여 순환 경제의 자원 생산성과 전환에 대해 살펴봄.

○ BNCT 과학기술혁신 정책 동향 분석 보고서 내용 및 연구 결과 총 49개 국가(혹은 지역)의 BT, NT, ICT 관련 192개 정책이 분석되었으며, 각 정책의 기술 특이성 및 정책 방향성 등에 대해 분석함.

- 정책 방향성은 크게 “기술집약적(technology-push)”, “적용중심(application-pull)”으로 나누어짐.

- 순수 기술집약적 정책은 주로 적용분야(헬스, 농업, 광업 등)와 관련 없이 광범위한 기술 분야(바이오, 나노, ICT 등)육성에 목적을 둠.

- 순수 적용중심의 정책은 주로 특정 목표를 가지고 해당 적용 분야의 혁신을 목적으로 하며, 활용하는 기술 분야를 한정짓지 않음.

- 신기술 분야일수록 기술집약적 정책이 적용되는 경향이 크며, 기술 성숙도가 높은 분야일수록 활용 중심의 정책이 적용 됨.

○ 보건 분야 개방 및 책임혁신: 신경기술과 사회

- “Neurotechnology and Society” 워크샵은 1) 과학적, 기술적으로

발생할 수 있는 윤리, 법, 사회적 이슈 조사, 2) 이해관계자 간 국제적 차원의 소통, 협력, 협업 도모, 3) 연구개발 뿐 아니라 상업화 및 상용화 단계에서의 사회과학자 및 인문과학자 참여 독려 등을 논의함.

- 참가자 간 cross-cutting 이슈로는 1) 뇌 조절 및 행동 조절, 2) 뇌 건강 및 행동 예측, 3) 진단 및 치료 분야 신규 신경과학 3개 분야로 도출함.

○ BNCT 의장은 차기 사업계획 2019-20에 대한 3가지 컨셉을 제시함.

- (1) 신기술 분야 협력혁신을 위한 거버넌스 모델: ① 보건 분야 유전학 및 유전체학, ② 바이오경제를 위한 합성생물학, ③ 응용 소재를 위한 나노기술
- (2) 책임혁신을 위한 신경기술과 사회: ① 뇌 조절과 행동 조정, ② 뇌 건강 / 행동 예측, ③ 진단과 치료 분야 신규 신경기술
- (3) 바이오 순환경제의 거버넌스와 기준: OECD Recommendation 바이오기반 생산의 지속가능성 평가(2012) 제고

2) EU의 Bio-based economy 관련 정책(유럽2020전략) 시사점

□ 유럽집행위원회는 2012년 바이오경제 혁신전략을 수립하고 유럽의 지속 가능한 발전을 위한 혁신 기반을 마련함.

○ 2012년 2월 지속가능한 발전을 위한 혁신: 유럽을 위한 바이오경제(Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe) 전략을 수립함.

- 본 계획에서는 식량안보와 환경보호를 보장하는 동시에 재생가능한

자원의 산업적 사용을 위한 혁신적이고 자원 효율적이며, 경쟁력 있는 사회로 나아가는 포괄적인 접근방안을 제안함.

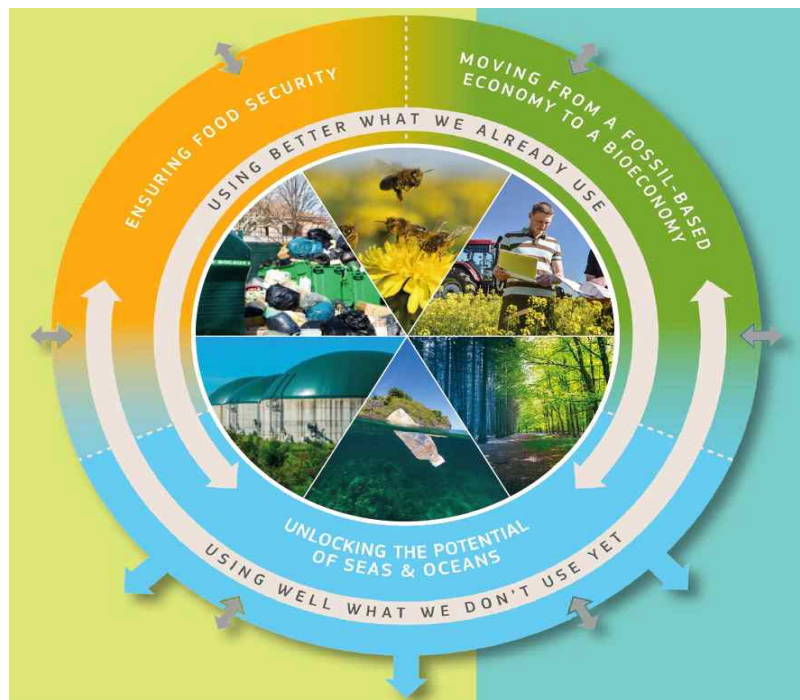
○ 본 계획의 수행으로 유럽의 바이오경제 토대마련에 기여한 것으로 평가함

- 연구와 혁신 장려, 민간투자 촉진, 새로운 가치사슬 개발, 국가 및 지역 단위 바이오경제 전략의 이해 및 이해관계자의 참여 부분 등에서 성공적으로 수행

□ 유럽은 2020년까지 글로벌 경쟁력을 갖춘 바이오기반 경제를 본격화한다는 목표를 수립

○ 이러한 목표는 유럽경제부흥계획(European Economic Recovery Plan)과 ‘신(新)유럽 2020 아젠다’의 목표와 전적으로 부합함.

[그림 36] 유럽을 위한 바이오경제



자료 : Innovating for sustainable growth: A Bioeconomy for Europe, EC (2012)

○ 유럽에서 산업 바이오기술 및 바이오기반 제품의 발전을 지원하는 분야별 정책과 자금지원 메커니즘이 다수 도입됐지만, 상당부분이 서로 독립적으로 운영됨.

- EU 차원에서 유럽집행위원회의 리서치 총국이 제7차 연구개발 프레임워크 계획(FP7: Seventh Framework Programme)과 지식기반 바이오 경제를 통해 산업 바이오기술 연구를 지원함.

- 기업 총국 정책 사업부는 산업 바이오기술을 5대 '핵심 기반기술' 중 하나로 선정함.

- 바이오기술 사업부는 '선도시장 이니셔티브'의 일환으로 바이오기반 신제품의 조기 도입을 촉진함.

- FP7의 4개의 특정 프로그램들과 1개의 핵연구프로그램 중 바이오와 관련이 있는 프로그램은 협력 프로그램으로써, 총 10개의 세부 프로그램이 있고, 그중 건강과 식품·농업·생명공학 세부 프로그램들이 바이오 관련분야에 해당함.

- FP7에 이어 FP8(2014~2020년)은 유럽이 직면하고 있는 도전과제와의 연관성, 연구경영 및 관리 개선, 상호보완적 접근, 로드맵 기반의 연구 수행 등에 중점을 둠.

- 유럽연합은 GDP 대비 3%를 R&D에 투자하는 것을 목표로 삼고 있으며, 생명공학 관련 기술을 유럽의 지속적 경제성장을 위해 필수적인 기술로 제시함.

□ 2018년에 기존 전략을 보완하는 추가적인 전략을 발표함.

○ 지속가능한 유럽을 위한 새로운 바이오경제전략을 수립함(A new bioeconomy strategy for a sustainable Europe).

- 현재와 미래 EU의 우선순위에 대응할 수 있도록 초기전략의 범위, 실천전략 등을 재조정하는 업데이트가 필요함.
- 새로운 바이오경제전략은 정책변화 및 2030 아젠다와 지속가능개발 목표(SDGs), 파리협약 등을 반영함.
- 지속가능한 유럽의 바이오경제 가속화를 위한 기존 5대 목표의 범위와 연계하여 3대 실천계획을 제안함.
 - 3대 실천계획은 ① 바이오기반 확대 및 강화, ② 유럽 전역에 바이오경제의 신속 확산, ③ 바이오경제의 생태계적 경계 이해로 구성됨.
 - 지속가능한 순환형 바이오경제 실현을 위한 정부와 민간의 공동 노력을 나타냄.
- EU는 호라이즌 2020(Horizon 2020, 2014~2020년) 및 호라이즌 유럽(Horizon Europe, 2021~2027년) 프로그램을 통해 연구개발 예산을 지원함.
 - 호라이즌 유럽 프로그램에서 식품, 천연자원 등을 포함한 바이오경제에 100억 유로를 지원할 계획임.
 - 직접적으로 R&D 프로그램에 지원되는 예산은 ① 질병연구(만성 질환, 감염병 등), ② 특정 과제(의료 시스템의 효율화, 신약과 백신 개발, 의료 공평화), ③ 방법론, 도구, 기술 개발(희귀 질환 치료법, 맞춤 의료, 원격 의료 등) 등에 최대 7년간 약 75억 유로가 배분되어 있음.
 - 호라이즌 2020의 후속 프로그램인 호라이즌 유럽은 연구 및 혁신을 위해 1,000억 유로의 예산이 투자 될 계획임.

- 바이오에너지 관련, 바이오기업과 석유화학기업의 연합체인 유로파바이오 (EuropaBio)를 구성함.
 - 호라이즌 2020 산하에 바이오기반산업연합을 설치하여 총37억 유로를 바이오매스 확보, 바이오리파이너리, 시장·제품·정책 개발 중심으로 투자함.
 - 유럽집행위원회의 2018년 유럽 산업 R&D 투자 스코어보드에 따르면 유럽의 R&D 투자 중 헬스 분야(22.4%)는 자동차(30.5%) 다음으로 높은 것으로 나타남.

참고문헌

과학기술정보통신부, 2017, 제3차 생명공학육성기본계획 - 과학기술 기반 바이오경제 혁신전략 2025.

관계부처합동, 2017.9.27, 바이오경제 혁신으로 혁신성장·미래 일자리·국민 건강 이끈다, 보도자료.

관계부처합동, 2020a, 2020.01, 바이오산업 혁신 정책방향 및 핵심과제.

관계부처합동, 2020b, 2020.06.01., 2020년 하반기 경제정책방향.

김상효, 이용선, 허성윤, 2017.10.1., 고령친화식품시장 현황 및 활성화 방안, 한국농촌경제연구원.

김유선, 2019, 국외 바이오 정책동향. 생명공학정책연구센터.

김무웅, 홍윤정, 김은중, 남연정, 하선권, 김영철, 2019, 2019년 BioINdustry 산업동향 보고서.

김민정, 박주연, 2018, OECD Bio Policy Review 지속가능한 바이오경제를 위한 정책과제, 생명공학정책연구센터.

남연정, 김무웅, 김홍열, 2020, 2020 바이오 미래유망기술 발굴, 생명공학정책연구센터.

농림축산식품부, 2018, 곤충산업클러스터조성 및 타당성 용역.

- 농림축산식품부, 2020, 2019년 곤충산업 실태조사 결과 발표, 보도자료.
- 박미성, 이용선, 김경필, 박시현, 한정훈, 2019.10.1., 식품산업의 푸드테크 적용 실태와 과제, 한국농촌경제연구원.
- 박수철, 2019, 그린바이오 국내 동향 및 시사점, 생명공학정책연구센터.
- 생명공학정책연구센터, 2008, OECD 생명공학작업반 활동 분석, BT 정책연구 보고서, 생명공학정책연구센터.
- 이규성, 박종석, 2013, “국가농업생명공학사업을 선도하는 차세대바이오 그린21사업”, 과학기술정책(190): 90-108.
- 이명화, 신은정, 양승우, 류이현, 권보경, 2014, 바이오 분야 규제형성과정 개선방안, 과학기술정책연구원.
- 이주량, 주원, 임재혁, 정운정, 김석관, 정기철, 박미영, 2011, 바이오 경제시대 과학기술 정책의제와 대응전략, 과학기술정책연구원.
- 조윤정, 양준혁, 2019.04., 글로벌 마이크로바이옴 시장현황 및 전망, 생명공학정책연구센터.
- 한국과학기술단체총연합회, 2017, 신정부 바이오 과학기술 발전방향, 제1회 과총 바이오경제포럼.
- 한국산업기술진흥원, 2013, 미국의 바이오산업 현황 및 정책 동향, 산업기술정책 브리프, 한국산업기술진흥원.

한국제약바이오협회, 2019, 2019 제약산업 DATABOOK 통계 정보.

한성구, 유승준, 한민규, 2009, 2030년 바이오경제 실현을 위한 정책방향과 시사점, 한국과학기술기획평가원.

홍윤정, 김무웅, 2019a, 글로벌 Red 바이오 시장현황 및 전망, 생명공학정책연구센터.

홍윤정, 김무웅, 2019b, 내 손 안의 바이오 통계, 생명공학정책연구센터.

홍윤정, 김무웅, 김석관, 김홍열, 2020, 2018년 국내 바이오 중소·벤처기업 현황 통계, 생명공학정책연구센터.

European Commission, 2012, Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe.

Frost & Sullivan, 2018.04, Global Life Science Industry Outlook 2018.

Frost & Sullivan, 2019.04, Global Microbiome Industry.

Grand View Research, 2020.02, Medical Foods Market Size, Share & Trends Analysis Report by Route of Administration (Oral, Enteral), By Product (Pills, Powder), By Application, By Sales Channel (Online, Institutional, Retail), and Segment Forecasts, 2020-2027.

International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA), 2017, Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years.

MarketLine, 2018.06, Global Biotechnology.

Medical Research Council, 2017, Vaccine Technologies and Global Markets.

Meticulous Research, 2019, Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geography.

Office of Science and Technology Policy (OSTP), 2015, New Strategy for American Innovation.

Progressive Markets, 2017, Global Seed Market - Size, Trend, Share, and Opportunity Analysis and Forecast for 2014-2025.

Statistics Market Research Consulting, 2019, Plant-based Meat-Global Market Outlook (2017-2026).