

# Business Focus

## 레드·그린·화이트 바이오 시장의 부상과 기업의 대응 동향

September 2022

—  
삼성KPMG 경제연구원



# Contacts

## 삼성KPMG 경제연구원

정미주

선임연구원

T 02-2112-4802

E mijujung@kr.kpmg.com

김나래

수석연구원

T 02-2112-7095

E nkim15@kr.kpmg.com

엄이슬

책임연구원

T 02-2112-3918

E yeom@kr.kpmg.com

본 보고서는 삼성KPMG 경제연구원과 KPMG member firm 전문가들이 수집한 자료를 바탕으로 일반적인 정보를 제공할 목적으로 작성되었으며, 보고서에 포함된 자료의 완전성, 정확성 및 신뢰성을 확인하기 위한 절차를 밟은 것은 아닙니다. 본 보고서는 특정 기업이나 개인의 개별 사안에 대한 조언을 제공할 목적으로 작성된 것이 아니므로, 구체적인 의사결정이 필요한 경우에는 당 법인의 전문가와 상의하여 주시기 바랍니다. 삼성KPMG의 사전 동의 없이 본 보고서의 전체 또는 일부를 무단 배포, 인용, 발간, 복제할 수 없습니다.

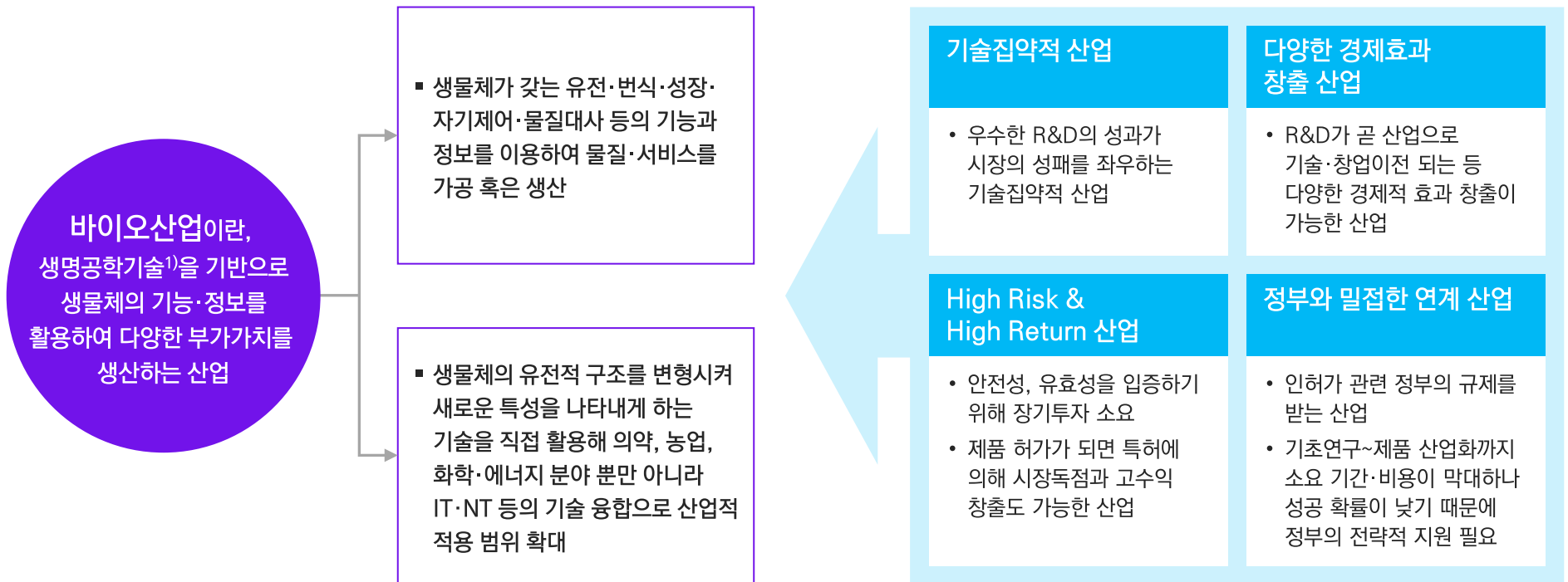
# Contents

I. 바이오산업 현황	3
II. 레드·그린·화이트 바이오 개념과 범위	10
III. 레드·그린·화이트 바이오 시장 현황 및 전망	21
IV. 국내 레드·그린·화이트 바이오 시장 주요 이슈	30
V. 부상하는 바이오산업 선점을 위한 민·관 대응 방향	36

# 바이오산업이란

바이오산업은 생명공학기술(Biotechnology, BT)을 기반으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 제품 및 서비스 등 다양한 부가가치를 생산하는 산업. 바이오산업은 생명공학기술 발전에 따라 의약, 농업, 화학·에너지 분야에 적용될 뿐만 아니라 기술이 융합되면서 적용되는 산업의 범위가 확대되고 있음

## 바이오산업 정의 및 특징



Source: 중소벤처기업부, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

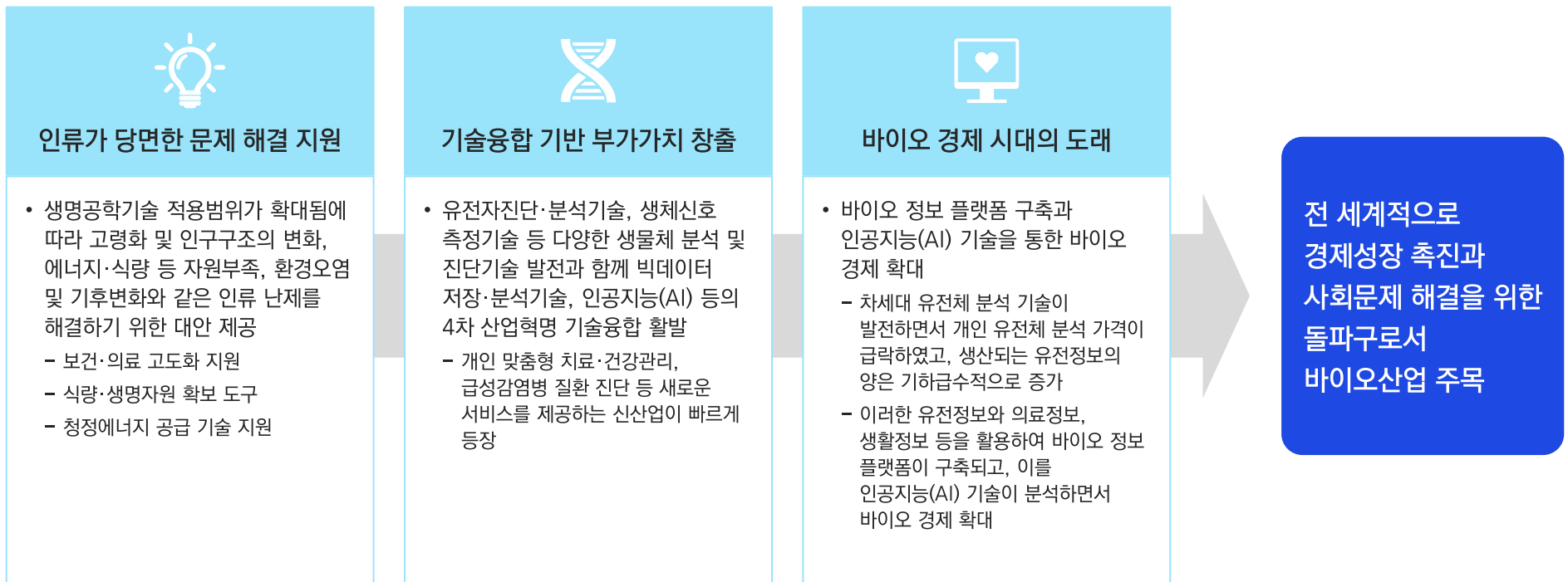
Note 1): 생물이 가지고 있는 고유한 기능을 높이거나 개량하여 필요한 물질을 대량으로 생산해 내거나 유용한 물질을 만들어내는 기술



# 바이오산업에 주목하는 이유

바이오산업은 생명공학기술 발전에 따라 산업 전반에 걸쳐 경제 성장을 주도함과 동시에 건강·식량·환경 문제 등 인류 난제를 해결함으로써 삶의 질을 향상시킬 수 있는 미래 유망산업으로 주목. 특히, 기술융합을 통해 신부가가치 창출이 가능하여 바이오 경제가 부각되고 있음

## 미래 유망산업으로 주목받는 바이오산업



Source: 중소벤처기업부, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

# 주요국 바이오산업 육성 정책

세계 주요국들은 글로벌 바이오 경제 시대의 주도권을 획득하고자 전략적으로 중장기 계획을 수립하고 관련 제도와 규제를 개혁하는 등 바이오산업을 육성. 우리나라 역시 국제사회의 노력에 발맞춰 바이오 분야를 차세대 주력산업으로 육성하고자 정책 추진 및 R&D 투자를 확대하고 있음

## 주요국 바이오산업 정책 이슈

 <p><b>미국</b> '바이오 시장 선점을 위한 법률 제정'</p>	 <p><b>EU</b> '바이오 경제를 위한 혁신 전략 추구'</p>	 <p><b>일본</b> '바이오 전략 수립을 통한 산업 성장 추진'</p>	 <p><b>대한민국</b> '바이오산업 혁신 정책 및 과제 추진'</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>2019 생물공학 육성법 제정 (Engineering Biology Research and Development Act)</li> <li>2022 회계연도 정부 R&amp;D 예산 배분 시 고려해야 할 5대 우선 분야로 공공보건 안보 및 혁신 제시                     <ul style="list-style-type: none"> <li>진단·백신·치료제 R&amp;D, 감염병 모델링·예측·전망, 바이오 의약품 및 생명공학, 바이오 경제 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018 지속가능한 유럽을 위해 새로운 바이오 경제 전략(A new Bioeconomy Strategy for a Sustainable Europe) 발표                     <ol style="list-style-type: none"> <li>바이오 기반 산업의 확대 및 강화</li> <li>유럽 전역에 바이오 경제 신속 확산</li> <li>바이오 경제 생태계 이해</li> </ol> </li> <li>Horizon Europe(2021~2027)                     <ol style="list-style-type: none"> <li>과학수월성</li> <li>글로벌 과제 해결 및 산업경쟁력 강화</li> <li>오픈 이노베이션</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오 전략 2019 수립                     <ol style="list-style-type: none"> <li>모든 산업이 연동된 순환형 사회</li> <li>다양화하는 니즈를 만족시키는 지속적 일차생산이 이루어지는 사회</li> <li>지속적 제조법으로 소재나 자재를 바이오화하는 사회</li> <li>의료와 헬스케어가 연계된 사회</li> </ol> </li> <li>법정부 차원의 컨트롤타워를 설치하고, 투자의 효율성을 높이기 위해 일본의료연구개발기구(AMED) 등을 설치 및 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>혁신성장전략회의에서 '바이오산업 혁신 정책방향 및 핵심과제' 발표('20.11)를 계기로 레드·그린·화이트 바이오 전체에 대한 바이오산업 혁신을 위한 대책 마련 추진                     <ul style="list-style-type: none"> <li>윤석열정부 110대 국정과제 발표</li> <li>백신·레드 바이오·융합 바이오 등 신규 산업 관련 규제완화, 제도·인프라 구축</li> <li>그린 바이오·신소재 R&amp;D강화 및 산업적 활용 촉진을 위한 제도개선, 차세대 수출 유망식품 발굴</li> </ul> </li> </ul>

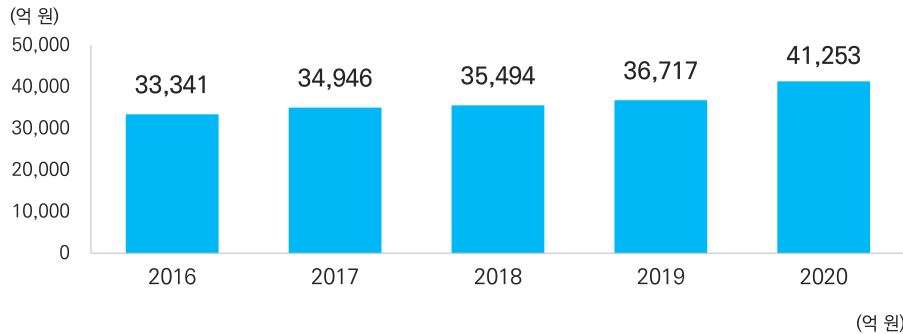
Source: 중소벤처기업부, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

# 국내 바이오산업 현황 - ① 투자

바이오산업 특성상 R&D 성과가 시장 점유율 향상으로 직결되어 정부는 바이오 기술(BT) 분야 R&D에 적극적으로 투자하고 그 규모를 지속 확대 중. 바이오 기술 분야 R&D 투자는 정부 위주로 수행되어 왔으나, 2019년 처음으로 민간투자 규모가 정부투자를 넘었으며 2020년에도 민간투자 비중이 54%로 정부투자 비중을 상회하고 있음

## 국내 바이오 기술(BT) 분야의 정부 R&D 투자 추이

- 최근 5년간(2016년~2020년) BT 분야의 정부 R&D 투자규모가 꾸준히 증가하여 2020년 전년 대비 12.3% 증가한 4조 1,253억 원 기록

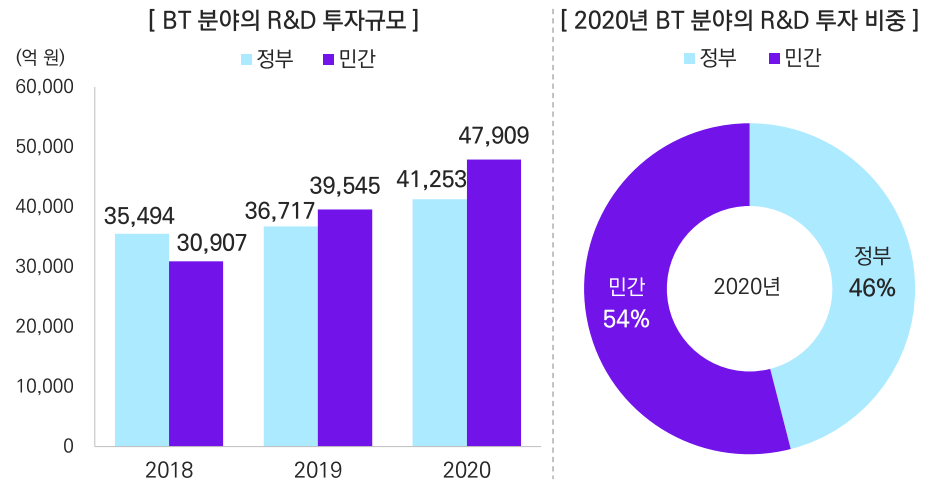


구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
BT 분야 정부 R&D 투자액	33,341	34,946	35,494	36,717	41,253
전년대비 증가액		322	1,605	548	1,222
전년대비 증가율		1.0%	4.8%	1.6%	3.4%

Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, KISTEP, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 국내 바이오 기술(BT) 분야의 정부와 민간 R&D 투자 비교

- BT 분야 R&D 총 투자 규모(정부+민간)는 2018년 6조 6,401억 원에서 2020년 8조 9,162억 원으로 증가
- 2019년 처음으로 국내 BT 분야 총 R&D 투자규모(7조 6,262억 원)에서 민간 투자가 정부 투자를 넘어 2020년에도 유지



Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, KISTEP, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

# 국내 바이오산업 현황 - ② 기술

2020년 국내 바이오산업 중 생명·보건의료 분야의 기술격차는 최고기술 보유국인 미국 대비 3.1년, 기술수준은 77.9%로 평가. 국내 바이오산업은 제약산업을 필두로 기술수출 등의 가시적인 성과를 창출하고 있으며, 기술수출 발생 시 계약조건도 2021년에 13조 원 이상의 최고치 기록함

## 국내 생명·보건의료 분야 기술수준 및 기술격차

- 2020년 국내 바이오산업 중 생명·보건의료 분야 기술격차 축소
  - 미국(100.0%), EU(92.2%), 일본(81.6%), 한국(77.9%) 순으로 평가
  - 2018년 대비 한국 기술수준은 2.7% 증가, 기술격차는 0.4년 감소
  - 최근 코로나19 사태로 신·변종 감염병에 대한 정부와 기업의 R&D 투자가 증가하고, 특히 K-Bio의 위상이 높아지면서 백신 생산이 가능한 GMP 사이트 구축 등 인프라도 확충되면서 기술수준 향상으로 이어짐
  - 아울러 생체공학 기반 인공장기 등 차세대 바이오 기술에 대한 연구개발이 활발히 지속되고 있으며, 첨단 재생바이오 법안 통과 및 범부처 재생의료기술개발 사업 등이 추진되면서 선진국과의 기술격차를 좁혀 나가는 상황임

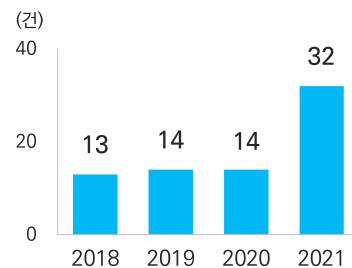
국가	년도	기술수준(%)	기술격차(년)	기술수준 그룹
한국	2018	75.2	3.5	추격
	2020	77.9	3.1	추격
일본	2018	83.8	2.2	추격
	2020	81.6	2.4	추격
EU	2018	91.0	1.2	선도
	2020	92.2	1.1	선도
미국 <sup>1)</sup>	2018	100.0	0.0	최고
	2020	100.0	0.0	최고

Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, 삼성KPMG 경제연구원 재구성  
 Note: 생명·보건의료 분야 21개 중점과학기술 중 20개 기술의 최고기술 보유국이 미국으로 평가

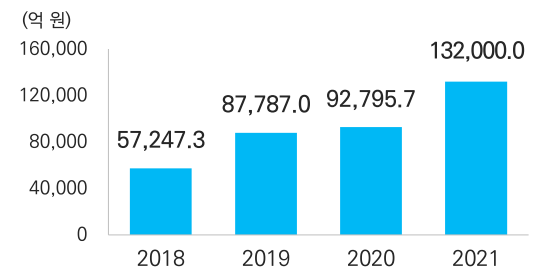
## 국내 제약·바이오산업의 기술수출 실적

- 국내 제약·바이오산업의 기술수출 실적은 2018년 13건에서 2021년 32건이 발생하면서 상승 추세
- 기술수출 발생 시 계약조건은 2021년 13조 2,000억 원으로 역대 최고치 기록 (비공개 자료 제외)
  - 기술거래의 주체도 다변화되어 국내 대형 제약사 뿐만 아니라 상장 혹은 비상장 바이오 벤처기업들의 라이선스 아웃 계약 성사
  - 글로벌 오픈 이노베이션(Open Innovation, 개방형 혁신)<sup>1)</sup> 기반의 대규모 기술이전을 통해 국내 제약·바이오 기업의 신약 제조 플랫폼 및 후보물질의 우수성 입증

[ 제약·바이오산업 기술수출 체결수 ]



[ 제약·바이오산업 기술수출 발생 시 계약 조건 ]



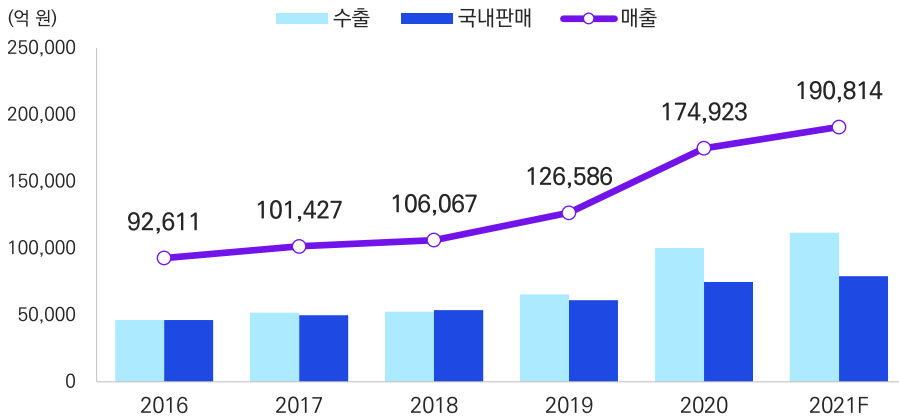
Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, KISTEP, 삼성KPMG 경제연구원 재구성  
 Note 1): 기업이 다른 기업이나 연구기관 등 외부로부터 특정 기술과 정보를 도입하는 동시에 기업 내부의 자원이거나 기술을 외부와 공유하면서 새로운 제품이나 서비스를 만들어내는 전략

# 국내 바이오산업 현황 - ③ 시장

국내 바이오산업은 R&D 투자규모와 기술수준이 향상됨에 따라 국내 뿐만 아니라 해외진출도 확대되어 2020년 시장규모가 17조 원을 돌파하며 지속적으로 규모가 성장하는 추세. 바이오산업 성장세와 향후 시장 성장 잠재력에 따라 벤처캐피탈(VC)의 신규투자 중 바이오 기술(BT) 분야의 신규투자 증가가 두드러지고 있음

## 국내 바이오산업 시장규모

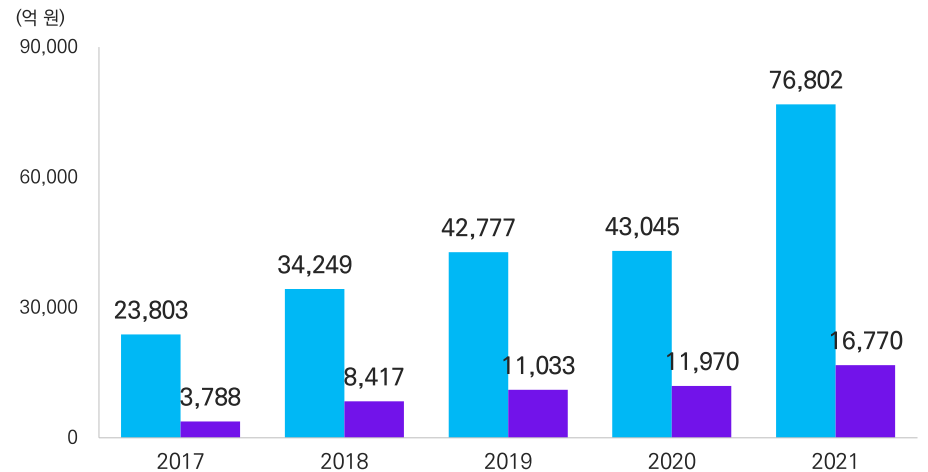
- 2016년~2020년 바이오산업 시장 규모는 꾸준히 성장하여 2020년에는 17조 4,923억 원 기록, 2021년의 경우 19조 원 수준으로 전망
  - 차세대 항체약품의 시장진입 및 바이오시밀러의 시장 확대
  - 코로나19 확산으로 인해 국내외 체외진단 의료기기 수요 증가
  - 바이오 의약품 위탁생산(CMO<sup>1)</sup>), 기술이전 확대 등 글로벌 백신허브로 급부상
  - 2021년 시장 규모는 '10-'19년 CAGR 고려하여 도출 (코로나 효과 배제)



Source: KISTEP, 삼정KPMG 경제연구원 재구성  
Note 1): Contract Manufacturing Organizations

## 국내 벤처캐피탈(VC) 신규투자 현황

- 국내 벤처캐피탈(VC) 신규투자 중 BT 분야 비중은 2017년 15.9%에서 2021년 21.8%로 증가하면서 투자규모 증가가 두드러짐
- 2021년 벤처캐피탈(VC) 신규투자 총 7조 6,802억 원에서 BT 분야 투자는 총 1조 6,770억 원으로 전년 대비 40% 증가



Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, KISTEP, 과학기술정보통신부, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

# Contents

I. 바이오산업 현황	3
<b>II. 레드·그린·화이트 바이오 개념과 범위</b>	<b>10</b>
III. 레드·그린·화이트 바이오 시장 현황 및 전망	21
IV. 국내 레드·그린·화이트 바이오 시장 주요 이슈	30
V. 부상하는 바이오산업 선점을 위한 민·관 대응 방향	36

# 바이오산업 분류

바이오산업은 의료 분야를 넘어 농업과 화학·에너지 등 다양한 분야로 확장됨에 따라 레드 바이오, 그린 바이오, 화이트 바이오로 분류. 생명공학기술이 의·약학 분야에 응용된 레드 바이오 중심에서 자원·환경 등 글로벌 난제에 대한 대안으로 그린 바이오 및 화이트 바이오 분야가 신성장 산업으로 대두되고 있음

## 레드·그린·화이트 바이오 시장으로 분류한 바이오산업

3색 바이오 시장		정의	주요 하위 분야	관련 산업	주요 기업
바이오 산업	<b>1</b> <b>레드 바이오</b> Red Biotechnology	✓ 생명공학기술이 의·약학 분야에 응용된 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오 의약품                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오 신약, 바이오시밀러 등</li> </ul> </li> <li>바이오서비스                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- CDMO<sup>1)</sup>, CRO<sup>2)</sup> 등</li> </ul> </li> <li>바이오 진단 및 분석</li> </ul>	보건·의료	셀트리온 삼성바이오로직스 씨젠
	<b>2</b> <b>그린 바이오</b> Green Biotechnology	✓ 생명자원 및 정보에 생명공학기술을 적용하여 다양한 부가가치를 창출하는 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>식량 작물·축산                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 마이크로바이옴, 종자 등</li> </ul> </li> <li>식품                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대체식품·메디푸드 등</li> </ul> </li> <li>천연·바이오 소재                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동물용 의약품, 사료첨가제 등</li> </ul> </li> </ul>	농업·식품·자원	신세계푸드 CJ제일제당 팜한농
	<b>3</b> <b>화이트 바이오</b> White Biotechnology	✓ 화학·에너지 산업에 바이오 기술을 응용하여 부가가치를 창출하는 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오 연료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오 에탄올, 바이오 디젤 등</li> </ul> </li> <li>바이오 플라스틱                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생분해성 플라스틱, 바이오 매스 기반 플라스틱</li> </ul> </li> </ul>	에너지·화학	GS칼텍스 LG화학 CJ제일제당

Source: 중소벤처기업부, 관계부처합동, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

Note 1): Contract Development and Manufacturing Organization(의약품 위탁개발 및 생산)

Note 2): Contract Research Organization(임상시험수탁기관)

# 1 레드 바이오 – 개념 및 범주 (1/2)

레드 바이오는 생명공학이 의·약학 분야에 응용된 개념으로, 바이오의약, 바이오서비스, 바이오인포매틱스가 핵심적인 세부 분야로 꼽히며 각 분야별 개념은 다음과 같이 정의됨

## 레드 바이오 개념 정의 및 세부 분야

[ 레드 바이오 세부 분야 ]			[ 분야별 개념 ]
레드 바이오	바이오의약 (Biopharmaceuticals)	바이오 신약	• 합성화학물질이 아닌 사람이나 다른 생물체에서 유래된 것을 원료 또는 재료로 하여 제조한 의약품 혹은 생물공학기술을 이용하여 만든 의약품
		바이오시밀러	• 바이오 의약품(바이오 신약)의 복제약품으로 오리지널 제품의 주성분, 제형, 함량, 효능·효과 및 용량이 유사한 의약품
	바이오서비스 (Bioservices)	CDMO	• 제약사와 계약을 통해 의약품 위탁 개발 및 생산 서비스를 제공
		CRO	• 제약사의 전임상 개발부터 마케팅 연구까지 다양한 연구 활동을 지원
	바이오인포매틱스 (Bioinformatics)	NGS <sup>1)</sup> 인포매틱스	• 유전공학과 같은 복잡한 생물학적 데이터를 수집, 분석, 평가하는 생물학 및 데이터 분석 결합 분야

Source: 중소벤처기업부, 관계부처합동, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

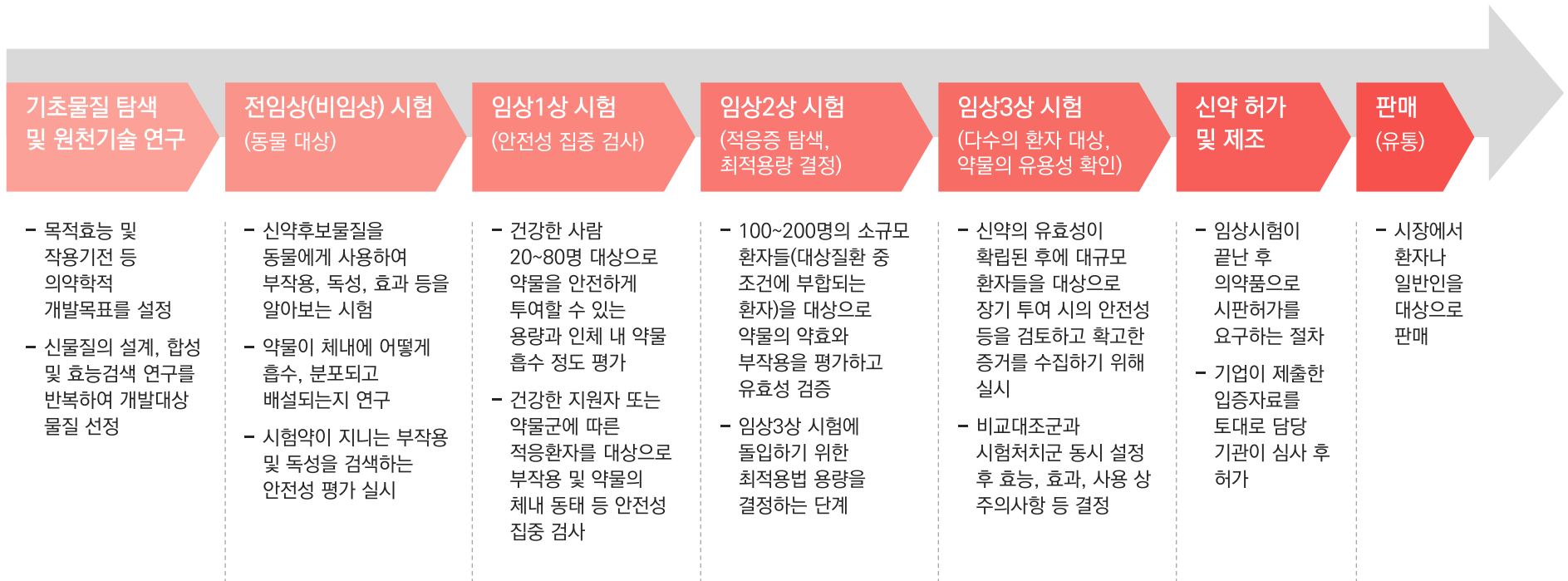
Note 1): Next Generation Sequencing(차세대 염기서열 분석)



# 1 레드 바이오 – 개념 및 범주 (2/2)

레드 바이오산업은 의약학적 개발목표를 설정하고 신물질의 설계, 합성 및 효능검색 연구를 반복하여 개발대상 물질을 선정하는 기초물질 탐색 및 원천기술 연구 단계를 시작으로 동물 대상의 전임상 시험과 안전성 검사, 최적용량 결정, 약물의 유효성 등을 확인하는 임상시험을 거쳐 신약 허가 및 제조, 판매 단계로 이루어짐

## 레드 바이오산업 밸류체인

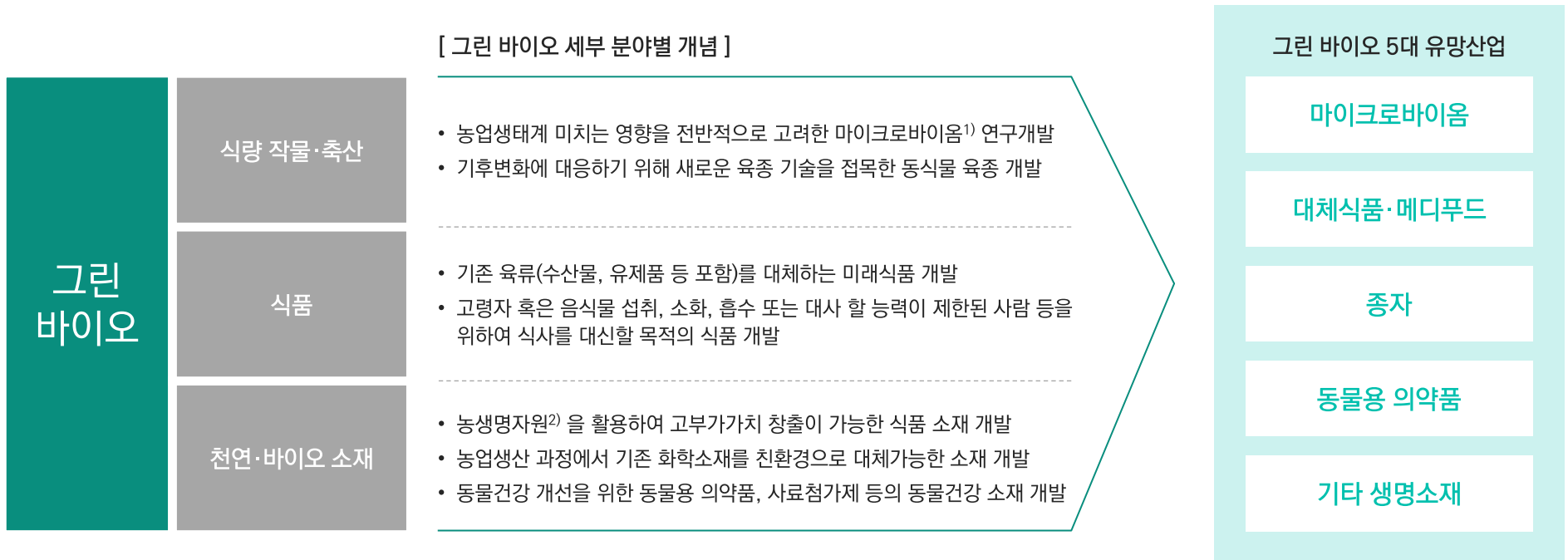


Source: 중소벤처기업부, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 2 그린 바이오 – 개념 및 범주 (1/2)

그린 바이오는 생명자원 및 정보에 생명공학기술이 적용된 개념으로, 지속가능하고 환경 친화적인 식량 작물·축산, 식품, 천연·바이오 소재 세부 분야로 구분. 특히 기술의 중요성과 산업적 실현가능성, 파급효과 등을 토대로 그린 바이오 5대 유망산업이 선정됨

### 그린 바이오 분류 및 5대 유망산업



Source: 중소벤처기업부, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

Note 1): 특정 환경(장(腸)내, 토양 등)의 미생물 총합을 의미

Note 2): 식물, 동물, 미생물, 곤충 등에서 유래한 유용하고 특수한 기능을 가진 농생명자원 그 자체, 또는 분리·정제 등 가공을 거친 물질

## 2 그린 바이오 – 개념 및 범주 (2/2)

그린 바이오 5대 유망산업은 마이크로바이옴, 대체식품, 종자, 동물용 의약품 등의 생명자원에 따라 분류. 해당 산업은 소재탐색 및 발굴부터 제품 설계 및 개발, 시험 평가, 생산 단계를 거쳐 최종 제품화되기까지 오믹스 분석기술, 유전자가위기술, 배양기술 등 다양한 생명공학기술이 개별 혹은 융합되어 활용되고 있음

### 그린 바이오 5대 유망산업 사업화 단계

	소재탐색 및 발굴	제품 설계 및 개발	시험 평가	생산	최종 제품
마이크로바이옴	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유익균 및 대사산물 소재 발굴</li> <li>- 오믹스<sup>1)</sup> 분석(유전체, 단백질 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소재 특성 확립(장내 미생물 정보 및 식품용 미생물 유전체 DB 구축)</li> <li>- 순수 분리 배양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기능성·안정성 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 복합균주 개발, 맞춤형 종균 개량 및 대량 배양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 프로바이오틱스</li> <li>- 생물농약·비료, 사료첨가제</li> <li>- 수질개선제, 폐기물 처리제</li> </ul>
대체식품·메디푸드	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 섭취대상군별·질환별 등 맞춤형 신소재 발굴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소재 특성 확립(식품 성분 및 유전정보 DB 구축)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 효능 검증 및 안정성 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 육류 모사 가공 기술, 세포 배양 기술 등을 활용한 식품 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물 대체육, 배양육</li> <li>- 고령친화식품</li> </ul>
종자	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 육종 소재분석 및 유용물질 발굴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자가위, 디지털 육종 등 첨단기술을 활용하여 신육종 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기능 성분 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 채종<sup>2)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 내재해성 종자, 고기능성 종자</li> </ul>
동물용 의약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소재분리 추출 및 유용물질 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단백질재조합, 유전자 분석 기술 등을 활용하여 제품 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전성·유효성 시험(임상, 비임상, 성능시험)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소재 제형화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생물학적 제제(백신)</li> <li>- 줄기세포치료제</li> </ul>
기타 생명소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 곤충·해조류·식물 등 생물 유래 소재 발굴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소재 분쇄 및 가공(건조, 압착 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 임상실험</li> <li>- 안전성 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소재 제형화</li> <li>- 대량생산(스마트팜)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 생물소재를 활용한 건강기능식품</li> </ul>

Source: 관계부처합동, 한국과학기술기획평가원, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

Note 1): 유전체, 단백질 등 생명체를 총체적으로 이해하기 위한 방법론과 학문을 포괄적으로 아우르는 첨단기술

Note 2): 농작물의 종자를 채취하는 기술

### 3 화이트 바이오 - 개념 및 범주 (1/3)

2016년 이후로 정부를 중심으로 화이트 바이오산업을 규명하는 연구를 수행해왔으며, 이들 연구가 공통적으로 제시하는 화이트 바이오 개념은 화학·에너지 산업에 바이오 기술을 응용하여 부가가치를 창출한다는 데 있음

#### 주요 정책·연구를 토대로 본 화이트 바이오 개념 및 범주

<p>2016 기준 바이오산업 분류체계 (국가기술표준원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오산업 내 바이오 화학·에너지 산업으로 분류하여 범위를 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 바이오 고분자(바이오폴리머), ② 산업용 효소 및 시약류, ③ 연구·실험용 효소 및 시약류, ④ 바이오 화장품 및 생활화학제품, ⑤ 바이오 농약 및 비료, ⑥ 바이오 연료, ⑦ 기타 바이오 화학·에너지 제품</li> </ul>
<p>2017.09 제3차 생명공학육성 기본계획 (정부)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지구온난화, 자원고갈 등 환경변화에 대응하여 생물자원 및 생물공학기술을 활용해 에너지, 소재 등 생산하고 관련 산업과 서비스를 창출하는 바이오 분야</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 바이오 화학·에너지: 바이오 화학소재, 고분자소재 등</li> <li>② 생물자원관리: 육·해상 생물자원, LMO 자원</li> <li>③ 환경 바이오: 환경관리소재발굴, 환경관리 및 생태계복원</li> </ul>
<p>2020.01 바이오산업 혁신 정책방향 및 핵심과제 (정부)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명공학기술을 기반으로 생물체의 기능·정보를 활용하여 다양한 부가가치를 생산하는 바이오산업이 화학·에너지 분야에 응용된 융복합 산업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 바이오 연료: 바이오 알코올·디젤 등 바이오 매스 기반 연료</li> <li>② 바이오 리파이너리: 바이오 화학제품 등 생산하는 공정 과정</li> <li>③ 바이오 플라스틱: 바이오 매스 기반의 고분자 플라스틱</li> </ul>
<p>2020.12 화이트 바이오산업 활성화 전략 (정부)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 식물 등 재생 가능한 자원을 이용하거나 미생물, 효소 등을 활용하여 기존 화학산업의 소재를 바이오 기반으로 대체하는 산업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 바이오 연료 → ② 바이오 플라스틱 → ③ 바이오 기반 정밀·특수화학 제품(의약품 중간체, 화장품 원료, 효소 등) 분야로 발전</li> </ul>
<p>2022.02 그린뉴딜 연계 화이트 바이오 핵심분야 도출 및 정부R&amp;D 지원방향 수립 연구 (한국과학기술평가원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄소자원을 활용하여 탄소중립 구현 및 환경 친화적인 에너지·산업소재의 안정적 생산과 고부가가치화를 통한 지속가능한 신시장 창출을 목적으로 하는 생물공학 기반의(에너지·화학) 바이오 분야</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 바이오 탄소: 미활용 탄소 활용, 바이오 매스의 탄소자원화</li> <li>② 바이오 에너지: 바이오 원료 전환해 고체·액체·기체연료 化</li> <li>③ 바이오 화학소재: 생물공학적 방법 기반 생산 제품 혹은 기술</li> </ul>

Source: 국가기술표준원, 관계부처 합동, 한국과학기술기획평가원, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 3 화이트 바이오 - 개념 및 범주 (2/3)

화이트 바이오는 원유·천연가스를 기반으로 한 기존 석유화학 산업과 달리 바이오 매스 기반이라는 점, 납사·에틸렌에 화학 공정을 가해 기초화학물질에 해당하는 중간체를 만드는 것이 아니라 바이오 슈가에 생물공정을 적용하여 기초화학물질을 만든다는 점에서 차이 존재

#### 화이트 바이오산업 vs. 석유화학 산업



Source: 화이트 바이오산업 활성화 전략, 관계부처 합동, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

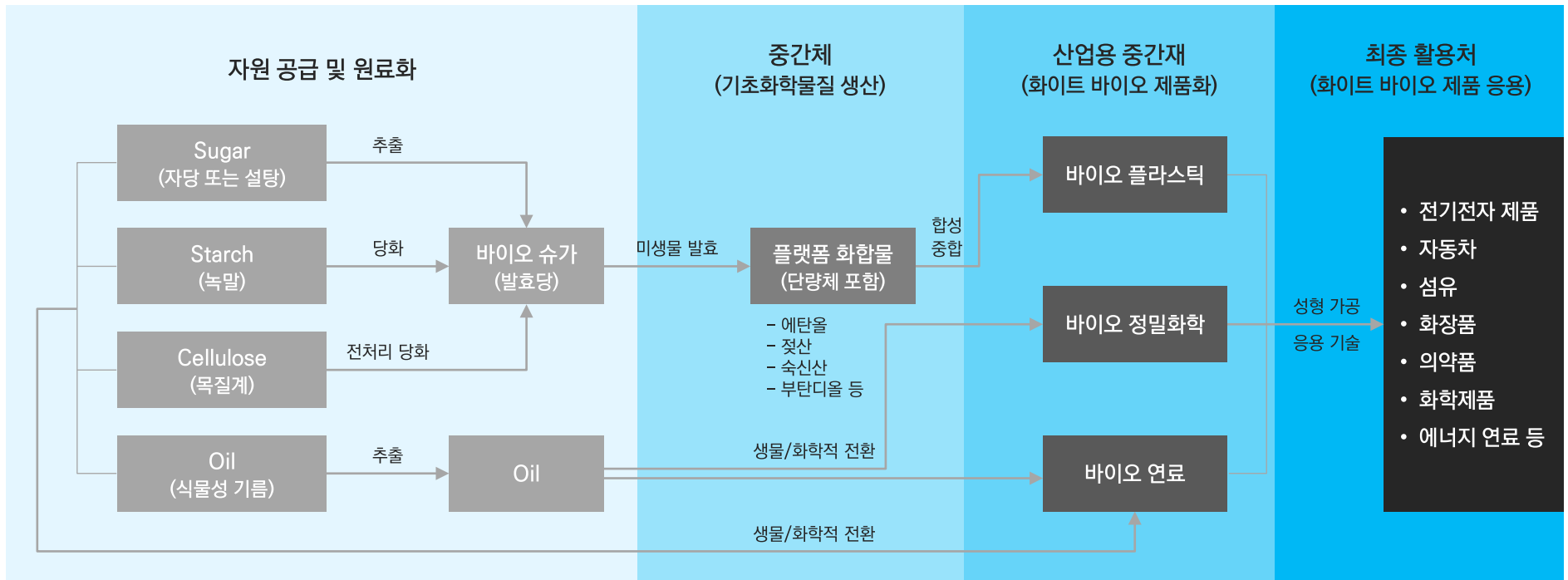
Note 1): 통상적으로 에너지화 할 수 있는 동식물체를 말하나, 볏짚, 하수 슬러지 등 유기성 부산물과 폐기물도 포함

Note 2): 역새 등 식물로 만드는 포도당으로 바이오 연료와 플라스틱, 섬유, 포장재 등 다양한 바이오 화학제품의 기초 원료로 사용됨

### 3 화이트 바이오 - 개념 및 범주 (3/3)

화이트 바이오산업은 공정 관점에서 바이오 매스 기반의 자원 공급 및 원료화, 기초화학물질 생산, 바이오 플라스틱 및 바이오 정밀화학 제품 등을 생산하는 화이트 바이오 제품화 단계를 거쳐 다양한 활용처에 응용되고 있음

#### 화이트 바이오산업 주요 공정

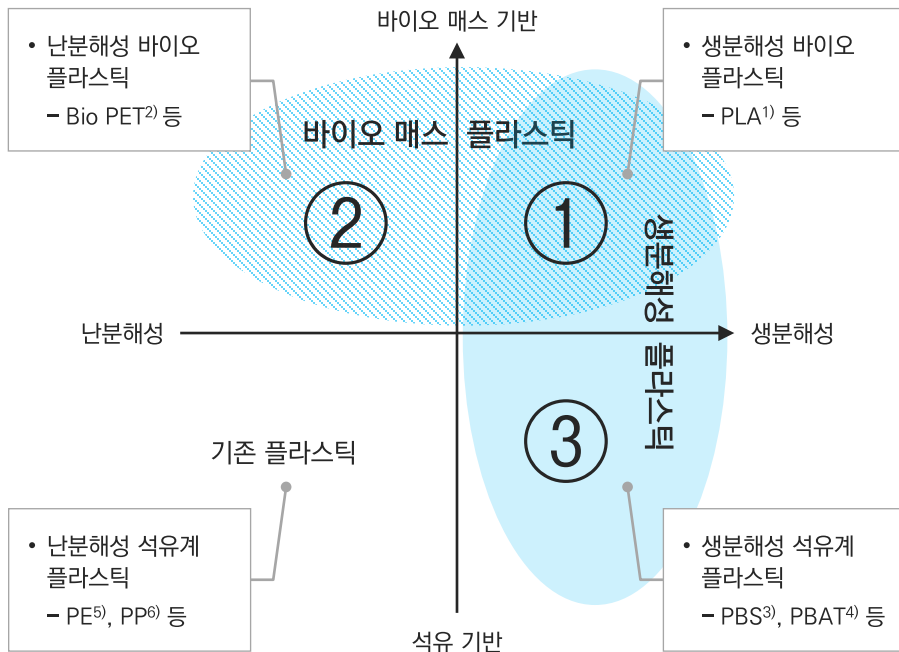


Source: 한국화학연구원 바이오화학연구센터, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 3 화이트 바이오 - 바이오 플라스틱 정의 및 분류

바이오 플라스틱은 석유 기반의 플라스틱을 대체할 수 있는 친환경 플라스틱 원료 및 제품으로, 생분해 여부와 원료 종류에 따라 크게 바이오 매스 플라스틱과 생분해성 플라스틱으로 분류됨

#### 생분해성 및 원료 기반 플라스틱 시장 구분



Source: 관계부처 합동, 화이트산업 활성화 전략, 삼정KPMG 경제연구원 재구성  
 Note 1): Poly Lactic acid, Note 2): Bio Polyethylene terephthalate, Note 3): Poly Butylene Succinate, Note 4): Poly butylene adipate terephthalate, Note 5): Polyethylene, Note 6): Polypropylene

#### 바이오 플라스틱 시장 정의 및 분류

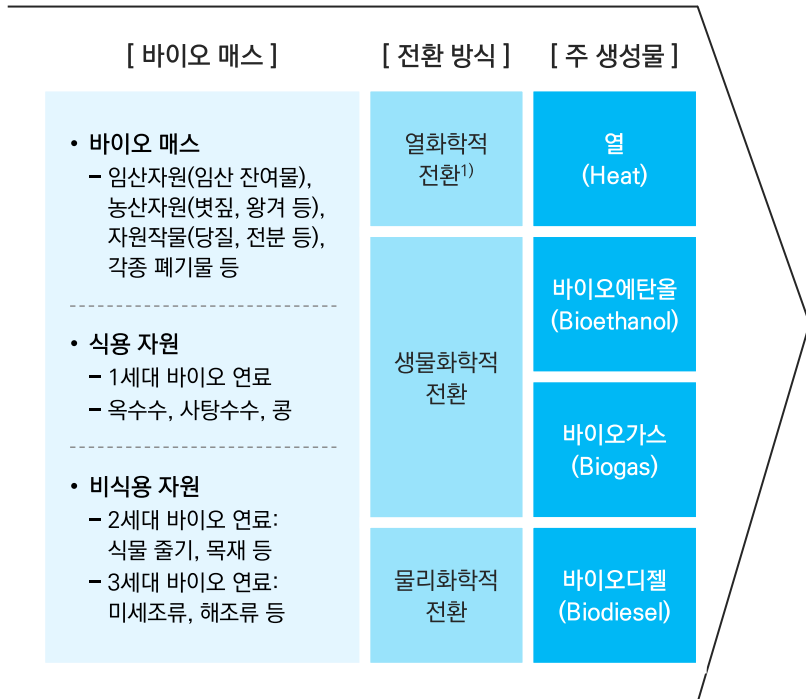
구분	내용
바이오 매스 플라스틱	<ul style="list-style-type: none"> <li>① + ② 영역에 해당</li> <li>바이오 매스를 20~25% 이상 함유한 플라스틱</li> <li>옥수수나 사탕수수 등이 원료로 사용</li> <li>석유계 플라스틱 대비 온실가스 배출량이 적어 탄소중립에 기여하나 생분해성 여부와 무관</li> </ul>
생분해성 플라스틱	<ul style="list-style-type: none"> <li>① + ③ 영역에 해당</li> <li>생분해 기간이 180일 이내 표준물질 셀룰로오스 대비 90% 이상 생분해</li> <li>바이오 매스 함유 여부와 무관</li> <li>가격 경쟁력, 유통기간 중 분해가능성, 물성약화 등의 문제점은 있으나, 플라스틱 폐기물 문제의 심화로 일회용 편의용품 중심으로 사용 확산 중</li> </ul>

Source: KISTEP, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 3 화이트 바이오 - 바이오 연료 정의 및 분류

바이오 연료는 바이오 매스를 기반으로 열화학적 생물화학적·물리화학적 변환을 통해 얻어지는 연료를 의미. 바이오 연료는 크게 고체 연료인 바이오 고형연료, 바이오에탄올과 바이오디젤과 같은 액체연료, 기체연료인 바이오 가스로 분류됨

#### 바이오 연료 추출 방식



#### 바이오 연료 분류 및 정의

구분		내용	
바이오 연료	고체연료	바이오 고형연료	• 바이오 매스 연소 또는 연료전환 기술을 이용한 지역 분산형 고효율 청정 발전 및 열 생산에 이용되는 연료
		바이오 에탄올	• 재생가능한 바이오 매스로부터 주로 생물학적 방법으로 합성된 바이오에탄올로 주로 자동차용 휘발유에 혼합 사용
	액체연료	바이오 부탄올	• 폐목재, 폐농작물을 생물학적 방법으로 전환시켜 자동차용 휘발유에 혼합 사용 또는 가공하여 항공연료, 경유로 전환
		바이오 디젤	• 식물성 유지, 동물성 지방을 메탄올과 화학적 방법으로 제조된 지방산 메틸에스테르로, 자동차용 경유에 혼합 사용
		바이오 중유	• 동·식물성 유지, 지방산 메틸에스테르, 지방산 에틸에스테르 및 그 부산물을 원료로 한 발전용 연료
	기체연료	바이오 가스	• 유기성 바이오 매스, 부산물, 폐기물을 원료로 생성, 고질화하여 바이오메탄 또는 바이오수소 전환 원료로 사용

Source: KIST, KISTEP, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

Note 1): 열화학적 전환 중 열분해와 가스화 방식을 통해 생성되는 바이오오일, 합성가스의 경우, 열분해 및 가스화 방식이 본격적인 상용화 단계에 있지 않으므로 제외



# Contents

I. 바이오산업 현황	3
II. 레드·그린·화이트 바이오 개념과 범위	10
<b>III. 레드·그린·화이트 바이오 시장 현황 및 전망</b>	<b>21</b>
IV. 국내 레드·그린·화이트 바이오 시장 주요 이슈	30
V. 부상하는 바이오산업 선점을 위한 민·관 대응 방향	36

## 레드·그린·화이트 바이오산업 내 핵심 분야

레드 바이오산업에서는 바이오의약·바이오서비스·바이오인포매틱스 시장, 그린 바이오산업에서는 마이크로바이옴·대체식품/메디푸드·종자·동물용 의약품 시장, 화이트 바이오산업에서는 바이오 연료·바이오 플라스틱 시장 주목 필요

### 레드·그린·화이트 바이오 시장 내 9가지 핵심 시장은 지속 성장 중

레드 바이오 (Red Biotechnology)	그린 바이오 (Green Biotechnology)	화이트 바이오 (White Biotechnology)
<p>① <b>바이오의약 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>바이오 신약이 바이오의약 시장을 주도하여 2017년부터 연평균 8.4%로 성장세</li></ul>	<p>④ <b>마이크로바이옴 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>마이크로바이옴은 신시장으로 각광받아 연평균 8.7%로 성장 중</li></ul>	<p>⑧ <b>바이오 연료 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>전세계 바이오 에너지 생산량 2011년부터 연평균 6.5%로 성장</li><li>국내 바이오 에너지 생산량 2011년부터 연평균 16.8%로 성장</li></ul>
<p>② <b>바이오서비스 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>의약품 개발 및 제조를 위한 제조·연구 수탁 활동이 증가하면서 바이오서비스 시장은 연평균 12.8%로 성장세</li></ul>	<p>⑤ <b>대체식품·메디푸드 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>기후변화, 자원고갈 및 고령화에 따라 연평균 13.1%로 성장</li></ul>	<p>⑨ <b>바이오 플라스틱 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>전 세계 시장 성장률 2020년부터 2025년까지 연평균 21.7%로 성장</li><li>동기간 국내 시장 성장률은 13.5%</li></ul>
<p>③ <b>바이오인포매틱스 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>레드 바이오 시장 중 가장 작은 비중을 차지하는 반면 연평균 성장률은 18.0%로 가장 높은 편</li></ul>	<p>⑥ <b>종자 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>분자유종, 디지털 육종 등의 기술 발전에 따라 연평균 9.5%로 성장세</li></ul> <p>⑦ <b>동물용 의약품 시장</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>생물학적 제제 중심의 동물약품 시장이 확대되면서 연평균 8.0%로 성장</li></ul>	

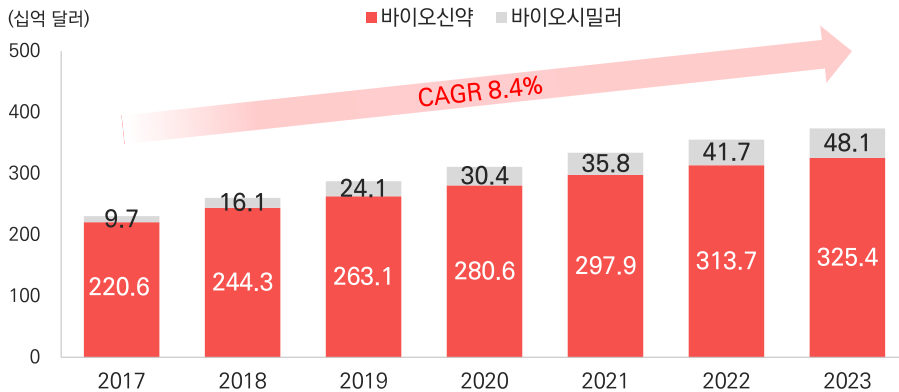
Source: 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 레드 바이오 - ① 바이오의약 시장

레드 바이오 시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 바이오의약 시장은 연평균 8.4%로 성장하는 추세이며, 세포 및 유전자치료제와 같은 바이오 신약 개발이 시장 성장을 견인. 전체 의약품 중 합성의약품 대비 바이오 의약품 비중도 지속적으로 증가하고 있음

### 글로벌 바이오의약 시장 현황 및 전망

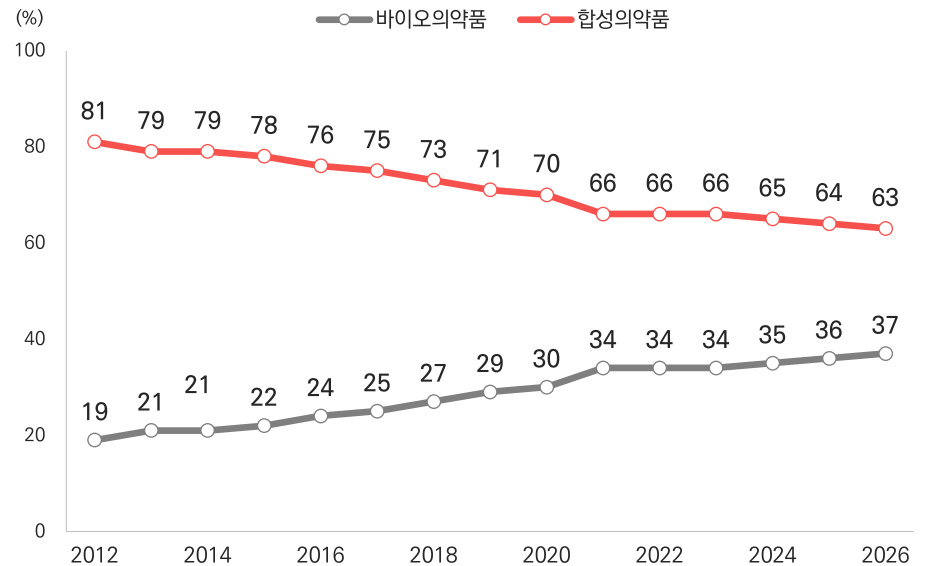
- 바이오의약 시장은 2017년 2,303억 달러에서 연평균 8.4%로 성장하여 2023년 3,735억 달러 규모로 확대될 전망
  - 바이오 신약 시장은 세포 및 유전자치료제 등으로 바이오의약 시장을 주도하여 연평균 5.9%로 성장할 전망
  - 바이오시밀러 시장은 바이오 신약에 비해 소규모를 형성하고 있으나, 향후 주요 블록버스터 바이오 신약의 특허 독점권이 만료되면서 연평균 24.6%로 급속히 확대될 것으로 전망



Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 글로벌 전체 의약품 중 바이오 의약품 비중 변화

- 전체 의약품에서 바이오 의약품 비중은 2012년 19%에서 2020년 30%로 증가하였으며, 2026년 37%까지 지속적으로 증가할 전망



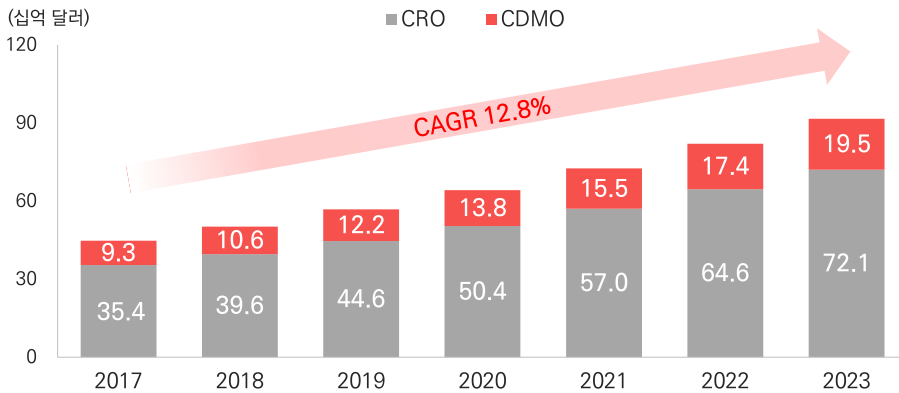
Source: 한국바이오의약품협회, Evaluate Pharma World Preview 2021, Outlook to 2026(2021), 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 레드 바이오 - ② 바이오서비스 시장, ③ 바이오인포매틱스 시장

바이오의약 시장 성장세에 따라 의약품 개발 및 제조를 위한 제조·연구 수탁 활동이 증가하면서 CRO, CDMO와 같은 바이오서비스 시장과 바이오인포매틱스 시장도 꾸준히 확대되고 있음

### 글로벌 바이오서비스 시장 현황 및 전망

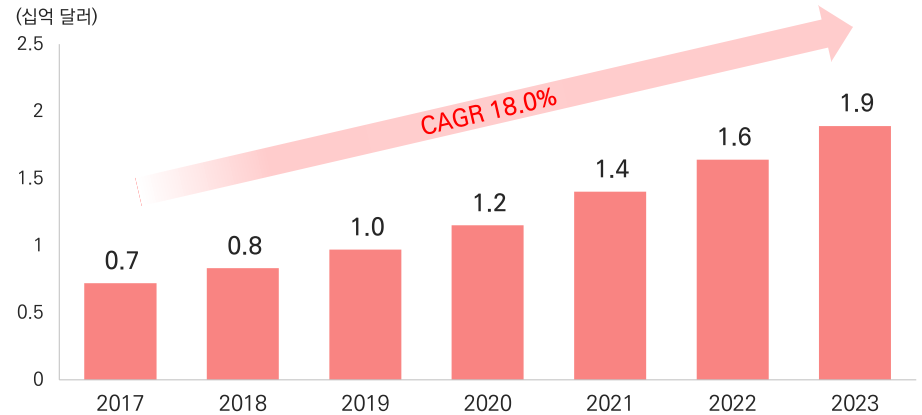
- 바이오서비스 시장은 2017년 447억 달러에서 연평균 12.8%로 성장하여 2023년 916억 달러 규모로 확대될 전망
  - 생물제제 및 바이오시밀러에 대한 R&D 활동 증가 → CRO 시장 성장 촉진
  - CDMO 기업들은 대기업을 대상으로 생산역량을 강화할 수 있는 탄력적인 채널이자 소규모 바이오 제약사에게는 전문기술 제공 및 위험성을 공유하는 역할을 하며, 바이오의약 산업의 글로벌 분업화 추세에 따라 의약품 생산 시장에서 차지하는 비중이 늘어나고 있음



Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 글로벌 바이오인포매틱스 시장 현황 및 전망

- 바이오인포매틱스 시장은 2017년 7.2억 달러에서 2023년 19억 규모로 성장할 것으로 예상되면서 레드 바이오 시장 중 가장 작은 비중을 차지하는 반면 연평균 성장률은 18.0%로 가장 높은 편으로 확인
  - 종양학 및 희귀병 치료, 진단 응용 프로그램에 대한 연구가 시장 성장을 이끌 전망
  - 공공 시퀀싱 프로젝트의 발달 및 연구 분석 비용 관련 투자 증가는 시장 성장을 뒷받침할 전망



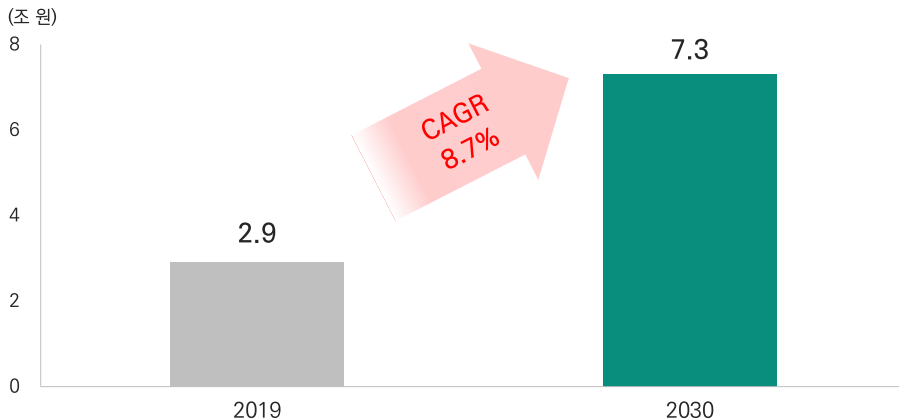
Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 그린 바이오 - ④ 마이크로바이옴 시장, ⑤ 대체식품·메디푸드 시장

그린 바이오 분야에서 가장 비중이 큰 마이크로바이옴 국내 산업규모는 연평균 8.7%로 성장하여 2030년 7.3조 원으로 확대 될 전망. 대체식품·메디푸드 산업 역시 성장세로 연평균 13.1%로 2030년 3.6조 원에 이를 것으로 예상됨

### 국내 마이크로바이옴 산업규모

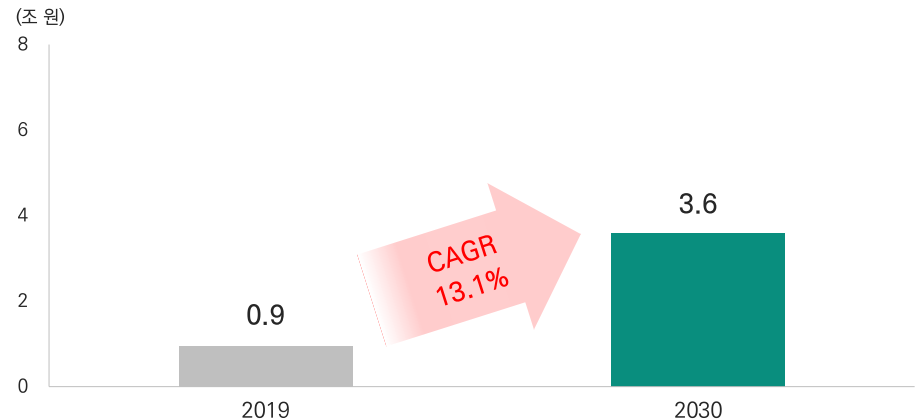
- 국내 마이크로바이옴 산업 규모는 2019년 2.9조 원에서 연평균 8.7%로 2030년 7.3조 원으로 확대 예상
  - 마이크로바이옴은 유전체 분석기술 발달로 인체·작물 등과 미생물 군집 간의 상호작용 분석이 가능해져 새로운 영역으로 부상
  - 마이크로바이옴은 프로바이오틱스, 생물농약·비료, 축산·수산 사료첨가제 등에 활용되는 신시장으로 각광받아 성장 중



Source: 관계부처합동, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

### 국내 대체식품·메디푸드 산업규모

- 국내 대체식품·메디푸드 산업규모는 2019년 9,403억 원에서 연평균 13.1%로 2030년 3.6조 원으로 확대 예상
  - 기후변화, 자원고갈 및 고령화로 대체식품과 메디푸드에 대한 관심 증가
  - 맞춤형 식이 설계 알고리즘 개발 등 R&D 중점의 투자가 활발해지면서 식품산업과 신가공기술 관련 산업과의 융복합을 통해 산업 성장세



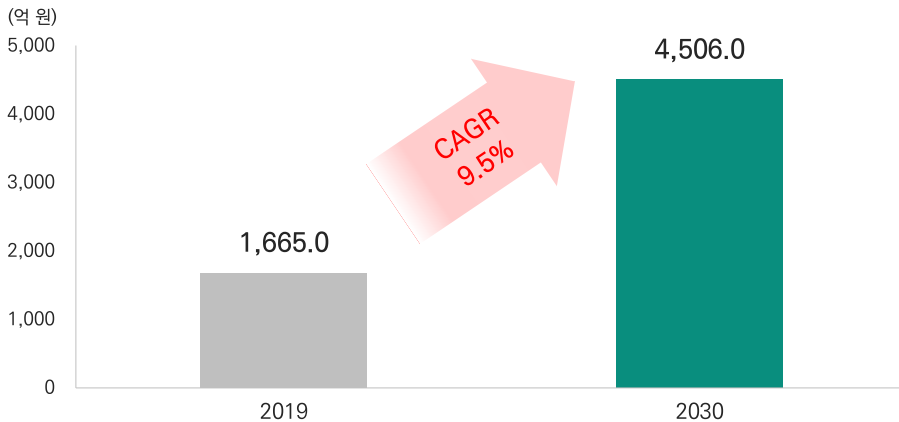
Source: 관계부처합동, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

## 그린 바이오 - ⑥ 종자 시장, ⑦ 동물용 의약품 시장

국내 종자 산업규모는 분자유종, 디지털육종 및 신육종 등의 기술발전으로 연평균 9.5%로 성장하여 2030년 4,506억 원으로 확대될 전망이다. 그린 바이오 분야 중 동물용 의약품 산업규모가 가장 적으나, 생물학적 제제 중심의 새로운 동물용 의약품 시장이 확대되면서 성장하는 추세

### 국내 종자 산업규모

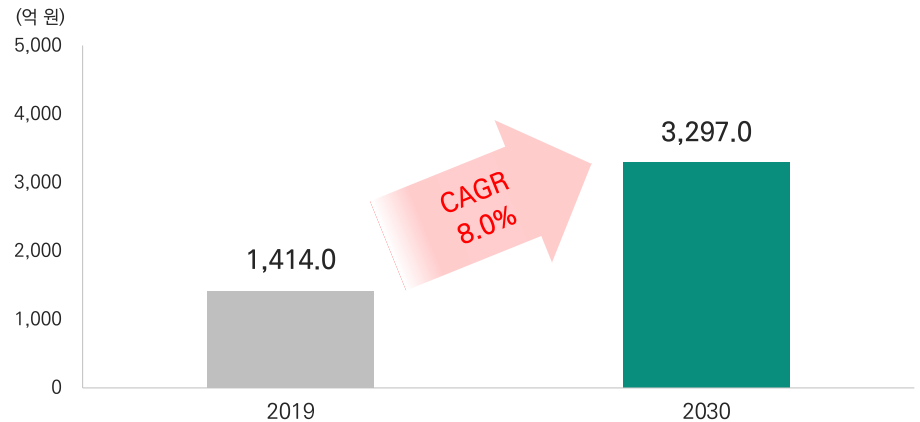
- 국내 종자산업 산업규모는 2019년 1,665억 원에서 연평균 9.5%로 2030년 4,506억 원으로 확대 예상
  - 분자유종, 디지털육종 및 신육종(NBT) 등의 기술발전 촉진을 통해 미래 종자시장 성장 중
  - 선진국 수준의 종자기술 확보를 위해 빅데이터, 디지털 분자 육종, 유전자가위, 제형화 등 신육종 관련 기술개발 투자가 확대되는 중



Source: 관계부처합동, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

### 국내 동물용 의약품 산업규모

- 국내 동물용 의약품 산업규모는 2019년 1,414억 원에서 연평균 8.0%로 2030년 3,297억 원으로 확대 예상
  - 기존 복제약 중심의 화학제제 시장에서 단백질 재조합 기술 등을 활용한 동물백신, 인의학 분야 줄기세포 치료제 등 생물학적 제제 중심의 새로운 동물용 의약품 시장이 확대



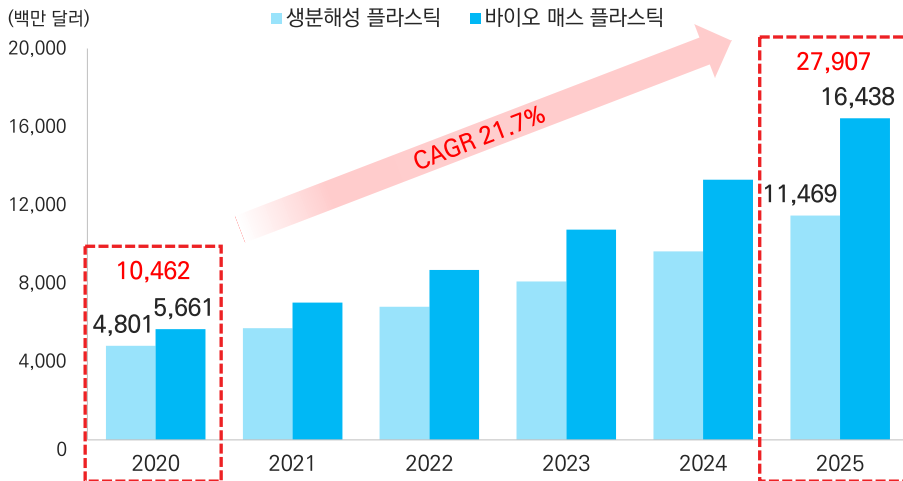
Source: 관계부처합동, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

# 화이트 바이오 - ⑧ 바이오 플라스틱 시장 (1/2)

전 세계적으로 탄소중립 달성을 위해 바이오 플라스틱 시장은 2020년부터 2025년까지 연평균 21.7%로 성장 전망. 국내 시장 역시 동기간 연평균 13.5%로 성장하여 2025년에 2억 9,400만 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 예상됨

## 글로벌 바이오 플라스틱 시장 전망

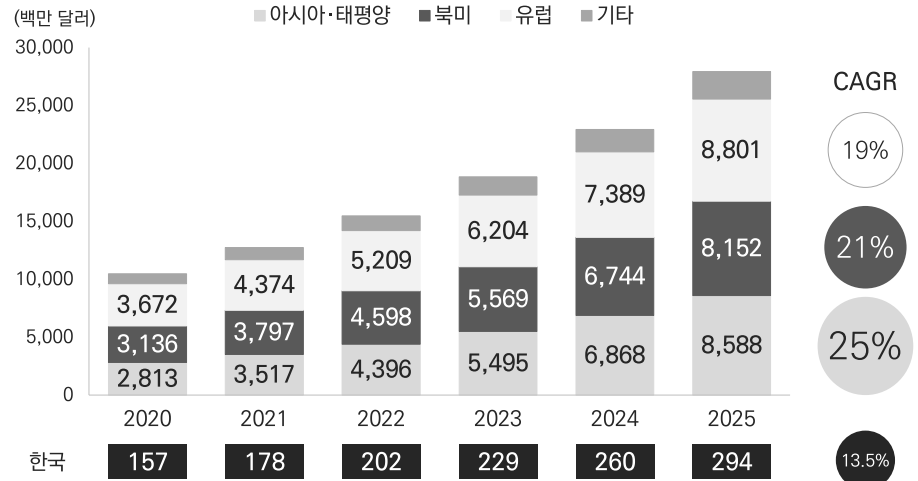
- 글로벌 바이오 플라스틱 시장은 2020년부터 2025년까지 연평균 21.7%로 성장 전망
- 동기간 생분해성 플라스틱은 연평균 19.0%, 바이오 매스 플라스틱은 연평균 23.8%로 성장 전망



Source: Marketsandmarkets(2020), KISTI, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 지역별 바이오 플라스틱 시장 전망

- 전 세계 바이오 플라스틱 시장 중 유럽, 아시아·태평양, 북미 시장 비중이 92%
- 아시아·태평양 시장이 2020년부터 2025년까지 연평균 성장률이 25%로 가장 높을 것으로 전망되며 북미(21%), 유럽(19%) 순으로 예상
  - 중국의 연평균 성장률이 27.4%로 예상되며 한국의 경우 연평균 13.5%로 성장 예상



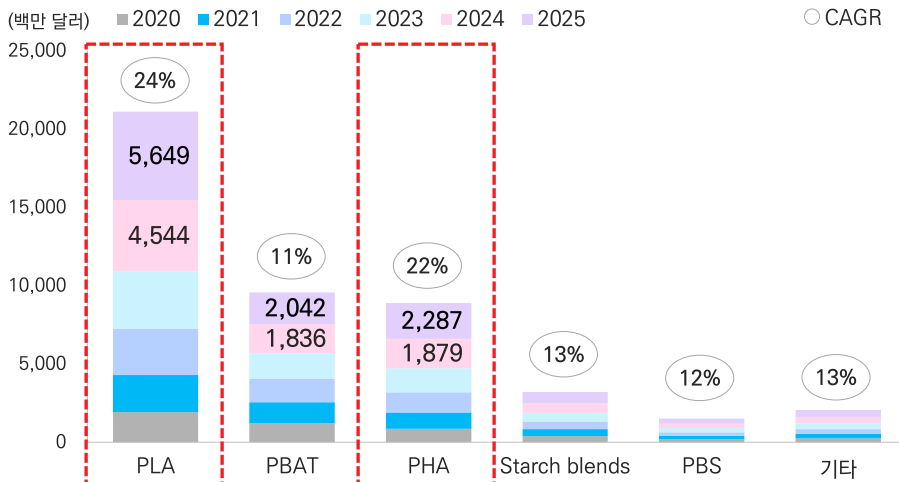
Source: Marketsandmarkets(2020), KISTI, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 화이트 바이오 - ⑨ 바이오 플라스틱 시장 (2/2)

생분해성 플라스틱 시장에서는 시장 규모가 가장 클 것으로 전망되는 PLA, 해양에서 생분해 되는 PHA<sup>1)</sup> 시장이 주목. 한편, 바이오 매스 플라스틱 시장에서는 기존 PET 사용 분야의 대부분을 대체할 수 있는 Bio-PET가 시장 규모 뿐만 아니라 연평균 성장률도 가장 높게 나타남

### 글로벌 생분해성 플라스틱 시장 전망

- 생분해성 플라스틱 시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 PLA로 2025년에 56억 4,900만 달러 규모 시장이 형성될 것으로 전망
- 토양뿐 아니라 해양에서도 분해되는 특성을 가진 PHA도 2020년-2025년 연평균 성장률 22%로 성장하여 22억 8,700만 달러 규모를 형성할 것으로 예상

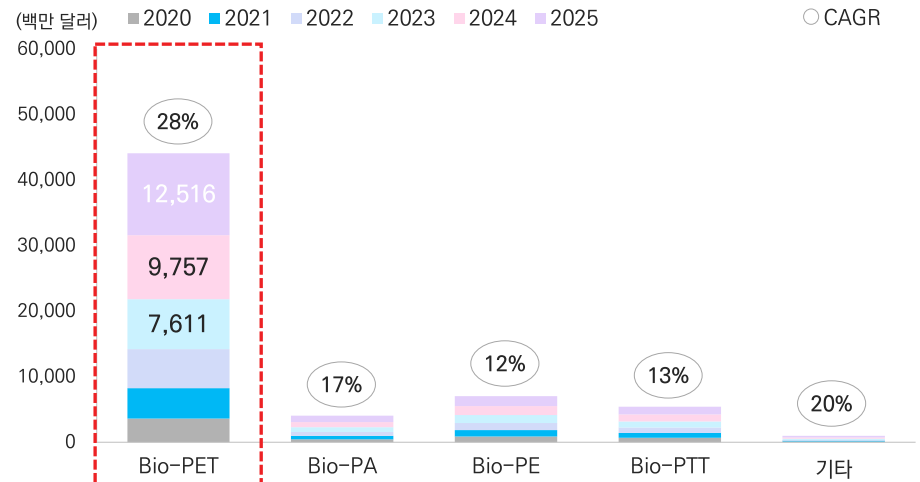


Source: Marketsandmarkets(2020), KISTI, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

Note 1): Polyhydroxyalkanoate

### 글로벌 바이오 매스 플라스틱 시장 전망

- 2025년 전망치 기준 Bio-PET는 바이오 매스 플라스틱 시장의 76% 차지하며 125억 달러 규모의 시장 형성 전망할 뿐 아니라 CAGR도 28%로 가장 높음
  - Bio-PET는 기존 PET 사용 분야의 대부분을 대체할 수 있으므로 시장 수요가 높음
  - Bio-PET는 생분해성은 없으나 이산화탄소 저감에 효과적



Source: Marketsandmarkets(2020), KISTI, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

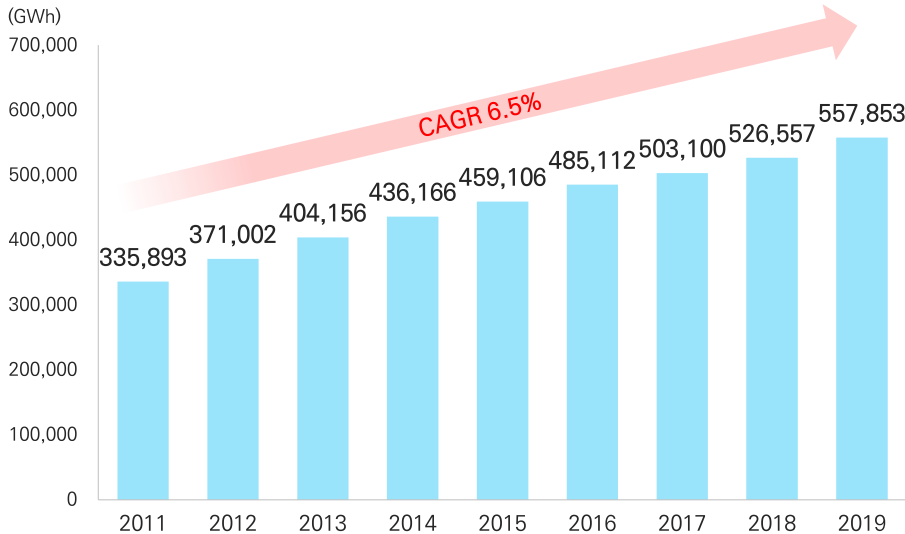


## 화이트 바이오 – ⑩ 바이오 연료 시장

글로벌 바이오 연료 생산량은 2011년부터 연평균 6.5%로 성장하여 2019년 55억 7,853GWh 수준의 전력을 공급. 국내의 경우 2011년부터 연평균 16.8%로 성장하여 2020년 약 390만 TOE<sup>1)</sup> 수준의 바이오 연료를 생산

### 글로벌 바이오 연료 생산량 추이

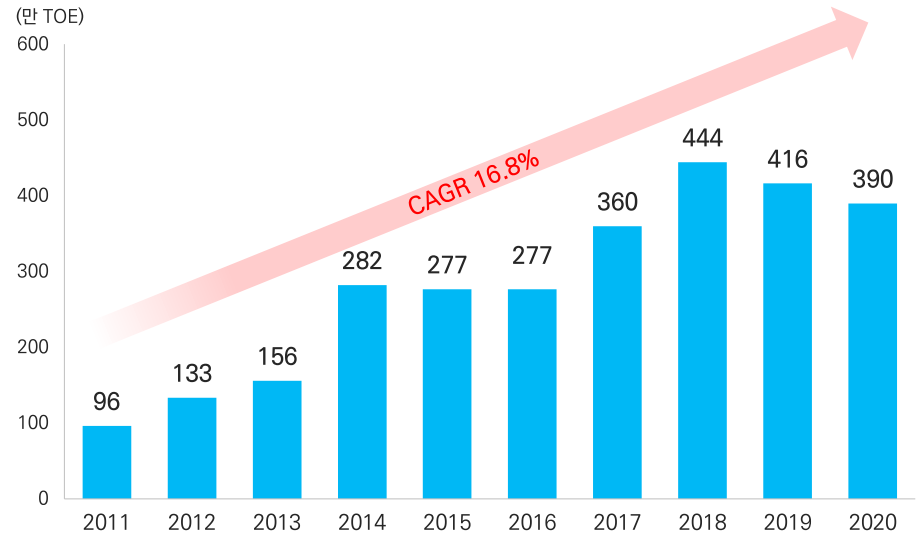
- 2019년, 전 세계 바이오 연료 생산량은 55억 7,853GWh 수준
- 전 세계 생산량 중 유럽과 아시아의 비중이 각각 36%, 35%로 가장 높은 편



Source: IRENA(2021), 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 국내 바이오 연료 생산량 추이

- 2020년, 국내 바이오 연료 생산량은 약 390만 TOE에 해당
- 바이오 연료는 목재펠릿, 바이오 디젤, 바이오 중유, 바이오 가스 등 포함



Source: 한국에너지공단

Note 1): 석유환산톤은 석유 1미터톤을 연소할 때 발생하는 에너지로 석유 1톤의 발열량 10<sup>7</sup> kcal를 1TOE(Ton of oil equivalent)로 정의

# Contents

I. 바이오산업 현황	3
II. 레드·그린·화이트 바이오 개념과 범위	10
III. 레드·그린·화이트 바이오 시장 현황 및 전망	21
<b>IV. 국내 레드·그린·화이트 바이오 시장 주요 이슈</b>	<b>30</b>
V. 부상하는 바이오산업 선점을 위한 민·관 대응 방향	36

# 국내 레드·그린·화이트 바이오산업 주요 이슈

국내 바이오산업 주요 이슈로는 ① 밸류체인 전반에 걸친 투입 비용이 높아 경제성이 떨어진다는 점, ② 선도 기업(국가) 대비 기술격차가 존재한다는 점, ③ 글로벌 시장에서 주목받는 비즈니스 모델이 부족하다는 점을 들 수 있음

## 국내 레드·그린·화이트 바이오산업의 경제성·기술력·시장지배력 측면 이슈



## ① 높은 투입비용으로 인한 경제성 하락 (1/2)

바이오산업 특성상 매출 대비 연구개발비 비중이 높은 구조이며, 특히 바이오 의약품의 경우 생산설비 구축 시 높은 투자 비용이 발생하여 개발부터 생산까지 전체 밸류체인을 영위할 경우 대규모 자금 투자가 발생하여 경제성 하락

### 매출 대비 연구개발비 비중 높은 구조

- 바이오 의약 개발에 막대한 비용과 소요되는 기간에 비해 성공 확률이 낮은 바이오산업 특성상 매출보다 연구개발비 비중이 높은 구조
  - 국내 바이오 기업은 외부에서 조달한 자금으로 연구개발비를 충당하거나 초기 단계의 후보물질을 기술이전(L/O)하는 방식으로 수익 창출
  - 연구개발에 대규모 자금이 투입되면서 영업손실이 이어지는 구조
- 바이오 기업의 경우 연구개발비 대비 개발비 자산화율이 낮은 편
  - 바이오 신약 개발 기업의 파이프라인이 대부분 전임상과 초기임상 단계에 집중되어 연구개발비를 모두 경상개발비로 처리
  - 금융감독원에 따르면, 바이오 신약 임상3상이 개시된 연구 과제부터 개발비를 무형자산으로 인식 가능

기업	연도	연구개발비	연구개발비/매출액 비율
알테오젠	2020년	186억 원	70.61%
	2021년	253억 원	61.51%
제넥신	2020년	435억 원	210%
	2021년	387억 원	84%
현대바이오	2020년	20억 원	15.7%
	2021년	48억 원	51.5%

Source: 해당 기업 사업보고서(2021), 삼정KPMG 경제연구원 재구성  
 Note: 연구개발비(정부보조금 포함), 연구개발비/매출액 비율은 연구개발비용계/당기매출액\*100

### 바이오 의약품 생산설비 구축 시 높은 투자 비용 발생

- 바이오 의약품의 경우 사업 초기 대규모 자본투자 필요
  - 일부 대형 제약사를 제외한 대다수 바이오 신약 개발 기업에게 대규모 자본이 소요되는 생산설비 확충은 신약 개발 성공 가능성을 감안할 때 비합리적 투자
- Credit Suisse Research에 따르면, 합성의약품 생산설비 비용은 약 2천만 달러로 바이오 의약품 생산설비 비용에 비해 일반적으로 현격히 낮은 편

회사	공장	투자 비용	발표 시기
삼성바이오로직스	바이오 의약품 CDMO 1공장(30,000L)	3,500억 원	2016년 발표, 공장 운영 중
	바이오 의약품 CDMO 3공장(180,000L)	8,500억 원	
LONZA(론자)	포유류 약물 물질 제조 시설	9억 3,500만 달러	2021년 발표
Boehringer Ingelheim	바이오 의약품 생산 시설 (185,000L)	7억 유로	2021년 10월 발표
FUJIFILM(후지필름)	첨단치료법, 백신 제조 목적 1회용 제조시설	3억 달러	2022년 발표

Source: 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## ① 높은 투입비용으로 인한 경제성 하락 (2/2)

그린 바이오산업의 경우 시장 진입 시 소재 및 핵심 원천기술 확보에 있어 인력, 연구개발비 등에 높은 투자 비용이 발생하며 개발 후 상용화를 위한 인프라 구축에도 고비용과 장기간이 소요. 화이트 바이오산업의 바이오 연료에서는 높은 바이오 매스 수집 비용, 바이오 플라스틱에서는 가격 경쟁력이 저유가 시기에 낮아진다는 점이 이슈

### 그린 바이오 소재 및 원천기술 확보와 상용화에 높은 투자비용 필요

- 그린 바이오 기업이 초기시장 진입 시 대체식품·메디푸드 등 미래 파급효과를 창출 할 수 있는 소재 및 핵심 원천기술 확보에 있어 전문연구인력이 필요하고 대규모 연구개발비 투자 필요
- 대규모 장치산업으로 임상시험 및 대량생산 인프라 시설 구축에 높은 투자 비용 발생

#### 대규모 연구개발비 필요

- 시장 진입 시 대체육 및 배양육, 백신 등 미래 파급효과를 창출 할 수 있는 소재 및 핵심 원천기술 확보를 위한 대규모 투자 필요
- 마이크로바이옴 분야의 경우, 연구가 미진한 영역에 대해 전주기 연구개발이 지속적으로 필요하여 개발 비용 과다

#### 임상 및 대량생산에 높은 투자비용

- 동물용 의약품이나 해양 바이오 소재를 활용한 건강기능식품, 의료 소재 등의 개발 및 상용화를 위한 임상시험, 대량생산 인프라 구축에 높은 투자비용과 장기간 소요

Source: 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 바이오 연료·바이오 플라스틱 제조를 위한 원료 조달·처리 비용

- 국내 바이오 매스 발생량 중 가장 많은 비중을 차지하는 산림 폐잔재의 경우, 국내 지형 구조 특성으로 인해 인력 투입 필요하며 수집 비용이 높은 구조
- 바이오 플라스틱의 경우 대체제인 기존 플라스틱 생산 비용이 유가에 따라 변동되므로 저유가 시대에는 가격경쟁력이 약화됨

#### 바이오 매스 수집 및 처리 비용 과다

- 국내 바이오 매스 발생량 중 산림 폐잔재가 37%로 가장 많은 부분 차지
- 국내 산림의 경우 경사가 급하여 소형 기계장비 투입이 어렵고 다수 인력을 투입해야 하므로 수거 비용이 높음

#### 저유가 시대에는 바이오 플라스틱의 가격경쟁력 하락

- 저유가 시대에 투자가 중단되거나 바이오 플라스틱 판매가 부진하여 사업에서 철수하는 등 이슈 발생 가능
- 2013~2015년 국내 화학사에서 가격경쟁력 약화 문제로 인해 PLA 사업을 철수하거나 바이오 플라스틱 실증 사업 투자를 중단하는 등의 사례 존재

Source: 한국에너지기술평가원, 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## ② 기술경쟁력 격차 존재

국내 바이오산업의 경우 선진국 대비 기술수준이 70~80% 수준으로 나타나고 있음. 레드 바이오의 경우 기술격차를 좁혀가고 있으나, 여전히 선진국가와 기술격차가 존재하고 후발주자인 중국으로부터 기술수준 추월 당함. 화이트 바이오 역시 미국 대비 기술격차가 약 3~4년인 것으로 조사됨

### 선진국가와의 기술격차 및 후발 주자의 추격

- 한국은 기술격차를 좁혀가고 있으나, 여전히 선진국가(유럽, 미국) 대비 2년 이상의 기술격차가 존재함
- 2018년 한국은 후발주자인 중국보다 기술수준이 높게 평가되었으나, 2020년 기술수준과 기술격차에서 모두 추월 당함
  - 2020년 미국(100.0%), EU(92.2%), 중국(78.0%), 한국(77.9%) 순으로 평가

국가	년도	기술수준(%)	기술격차(년)
한국	2018	75.2	3.5
	2020	77.9	3.1
중국	2018	73.2	3.7
	2020	78.0	3.0
EU	2018	91.0	1.2
	2020	92.2	1.1
미국 <sup>1)</sup>	2018	100.0	0.0
	2020	100.0	0.0

Source: 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 그린 바이오 분야의 산업화 기술 미흡

#### 식물 유전자원

- 국내 약 26만점 보유 (농업유전자원센터, '20년 1월 기준)
  - 세계 국가기관 중 5위 수준
- 차세대 유전체 서열 분석(NGS) 정보는 4,756건 ('20년 5월 기준)

- ✓ 우리나라는 그린 바이오산업 육성에 필요한 많은 유전자원을 확보하고 있으나, IT/BT 등을 활용한 산업화 기술은 선도국 대비 75~80% 수준 (KISTEP-농기평, '18)
  - ✓ 그린 바이오산업의 핵심기술인 新육종(NBT) 기술, 유전체 등 빅데이터 기술, AI를 활용한 분석기술 등이 초기 단계
- \* (바이엘) AgraQuest를 인수하여 생물농약 시장을 선도하고, 차세대 염기서열 분석 및 빅데이터를 활용한 디지털 육종을 종자 개발에 활용

Source: 관계부처합동, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### 화이트 바이오 주요국 기술 격차 (2021년 4월 기준)

- 우리나라의 친환경 바이오 소재 기술과 바이오 및 폐자원 에너지화 기술 수준은 미국의 70~80% 수준이고, 기술 격차는 3년 이상으로 확인됨
  - OECD는 2030년 세계 바이오 경제에서 화이트 바이오산업의 총부가가치 비중이 약 39%로 레드 바이오(25%), 그린 바이오(26%) 분야를 제치고 가장 클 것으로 전망했으나, 국내 화이트 바이오산업 경쟁력은 다소 낮은 편에 속함

국가	친환경 바이오 소재 기술		바이오 및 폐자원 에너지화 기술	
	기술수준(%)	기술격차(년)	기술수준(%)	기술격차(년)
한국	85	-3	78	-4
일본	90	-2	85	-3
EU	96	-1	100	0
미국	100	0	100	0

Source: 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

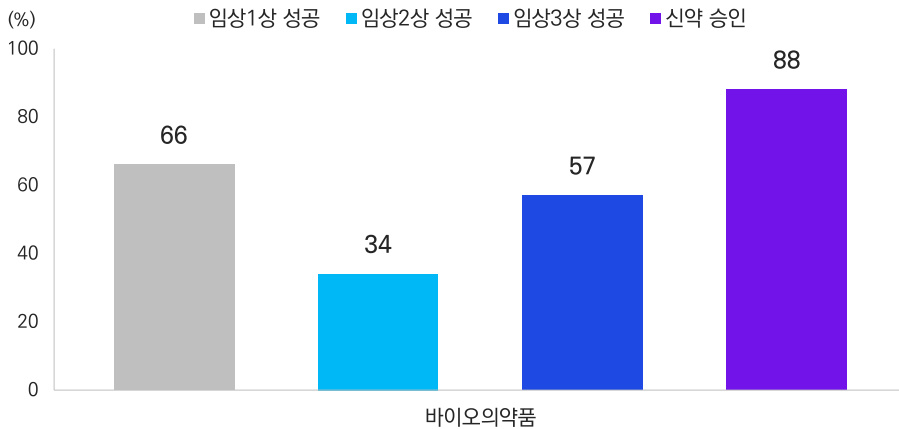
### ③ 글로벌 시장 내 성공으로 이어지는 비즈니스 모델 부족

레드 바이오산업 구조적 특성으로 인해 R&D에서 부터 사업화에 성공할 확률은 약 11% 수준임을 감안하더라도, 국내의 경우 미국과 같은 바이오산업 선도 국가 뿐만 아니라 중국에 비해서도 저조한 글로벌 시장 점유율을 보이고 있음

#### 구조적 특성으로 인한 낮은 성공 확률

- 2006~2015년 동안 미국 FDA에서 임상을 수행했거나 진행 중인 자료를 조사하여 임상단계별 성공률을 분석
- 100개의 바이오 의약품 중에서 최종적으로 신약으로 승인되는 것은 10개 수준으로 R&D가 사업화까지 연결되는 데 확률이 낮은 특징 존재

[ 바이오 의약품 임상시험 단계별 성공률 ]

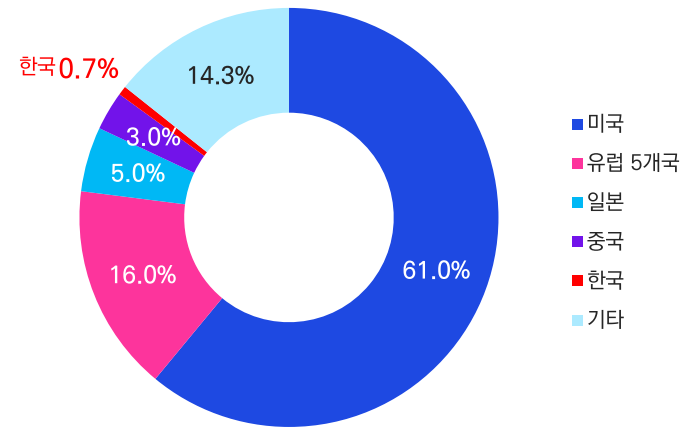


Source: BIO, Biomedtracker, Amplion, Clinical Development Success Rates 2006-2015, 2016

#### 선진국 대비 국내 바이오산업의 글로벌 시장경쟁력 저조

- 글로벌 바이오 의약품 시장에서 한국이 차지하는 비중은 2019년 매출 기준으로 0.7% 수준으로 1%에 못 미침. 미국은 61.0%를 차지하며 글로벌 시장 주도하고 있으며 일본과 중국도 5위권 내 진입
- 그린 바이오 및 화이트 바이오산업의 경우 초기 단계로 경쟁력 극히 저조

[ 국가별 바이오 의약품 글로벌 시장 점유율 ]



Source: 한국바이오의약품협회, IQVIA(2021), 삼정KPMG 경제연구원 재구성  
 Note: 2019년 매출 기준, 유럽5개국은 독일, 프랑스, 이탈리아, 영국, 스페인 대상



# Contents

I. 바이오산업 현황	3
II. 레드·그린·화이트 바이오 개념과 범위	10
III. 레드·그린·화이트 바이오 시장 현황 및 전망	21
IV. 국내 레드·그린·화이트 바이오산업 주요 이슈	30
<b>V. 부상하는 바이오산업 선점을 위한 민·관 대응 방향</b>	<b>36</b>



# 바이오산업 선점을 위한 민·관 대응 방향

레드·그린·화이트 바이오산업의 핵심 이슈를 해결하고 글로벌 시장에서 경쟁력을 제고하고자 밸류체인 전반 비용 절감을 통한 경제성 확보, 자체 기술개발과 제휴를 통한 기술력 제고, 다양한 사업화 시도가 이루어지는 시장 환경 마련이 필요할 것으로 분석됨

## 바이오산업 주요 이슈별 대응 방향과 예시

주요 이슈	대응 방안	예시
<p><b>경제성</b></p> <p>밸류체인 전반 높은 투입 비용으로 인한 경제성 하락</p>	<p><b>01</b></p> <p>밸류체인 전반 비용 절감 또는 품질 경쟁력 제고를 위한 혁신 추구</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신약 설계와 생산을 분리하여 신약 생산은 CDMO 업체를 활용하며 생산 비용 절감</li> <li>• 생분해 플라스틱인 PLA를 대량으로 생산하여 규모의 경제 효과를 통해 생산 비용 절감</li> <li>• 생산 비용 절감 외에도 ESG 목적 달성을 위하여 경제성이 확보된 바이오 원료를 찾는 투자를 진행 중이며, 이를 달성 시 향후 형성될 시장에서 선점효과를 가질 것으로 기대</li> </ul>
<p><b>기술력</b></p> <p>선도 기업과 후발 주자 간 기술력 차이 존재</p>	<p><b>02</b></p> <p>자체 기술개발과 기술을 가지고 있는 기업과의 제휴하는 전략 병행</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존에 밸류체인 중 일부만 영위했던 사업 모델에서 벗어나 전체 밸류체인에서 경쟁력을 갖추기 위해 자체적으로 기술개발</li> <li>• 시장을 이끄는 선진 기업과 합작법인 설립 등, 적극적인 제휴 방식을 통해 선진 기업의 기술경쟁력을 확보해 나가는 방식도 존재</li> </ul>
<p><b>시장 지배력</b></p> <p>성가로 이어지는 비즈니스 모델(BM) 부족</p>	<p><b>03</b></p> <p>다양한 사업화 기회 시도 및 시장 규모를 확대하기 위한 투자 촉진 정책 필요</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국은 정부가 주도적으로 고위험 연구를 기획하며 수행하고 있으며, 바이오 에너지 분야에서도 8,000만 달러를 투자하며 국가적 차원의 지원을 아끼지 않고 있음</li> <li>• 영국과 독일 등 유럽 국가 역시 국가적 차원의 바이오산업 활성화를 위한 정책을 수립하며 전략적으로 중요한 연구주제에 대해 연구비를 지원하고 있음</li> </ul>

Source: 삼정KPMG 경제연구원

# ① 밸류체인 전반 비용 절감을 통한 경제성 확보

레드 바이오의 경우, 신약 설계와 생산을 분리하거나 신약 개발에 들어가는 비용을 줄이고자 CDMO, 오픈 이노베이션 또는 SI를 활용하고 있음. 화이트 바이오의 경우, 규모의 경제를 확보하거나 원재료 가격을 낮춤으로써 경제성을 확보하고자 함

## CDMO·오픈 이노베이션·AI 활용하며 신약 개발 비용 절감 중

- 일부 대형 제약사를 제외한 대다수 바이오 신약 개발사들이 고정비 부담 축소를 위해 자체 생산시설을 보유하고 있지 않거나 소규모로 보유
  - 높은 수익성이 예상되는 신약 개발에 역량과 비용을 투입하고 CDMO 활용
- 오픈 이노베이션을 통한 신약 개발 확대
  - 후보물질 발굴에 들어가는 시간과 비용을 절약하고 상호 협력을 통해 신약 개발의 성공 확률을 높일 수 있는 방안으로 주목
- AI를 활용한 신약 개발
  - 대형 제약사와 달리 자금력이 부족한 중소/중견 제약사는 신약 개발에 드는 전문학적 비용을 줄이고 개발 기간을 단축하고자 AI 기술 도입

### 유한양행

- '15년, 오픈 이노베이션 기반 미국 제노스코에서 폐암 치료제 '렉라자(성분명:레이저티닙)' 도입
- '18년 해당 기술 부가가치를 높여 미국 안센바이오텍에 기술 수출

### 삼진제약

- AI 기반 신약 개발 기업인 '심플렉스'(국내)와 공동 연구
- AI 신약 개발 기업인 '사이클리카'(캐나다)와 공동 연구 협약 체결

Source: 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## 규모의 경제·원재료 가격 절감을 통해 시장 대응

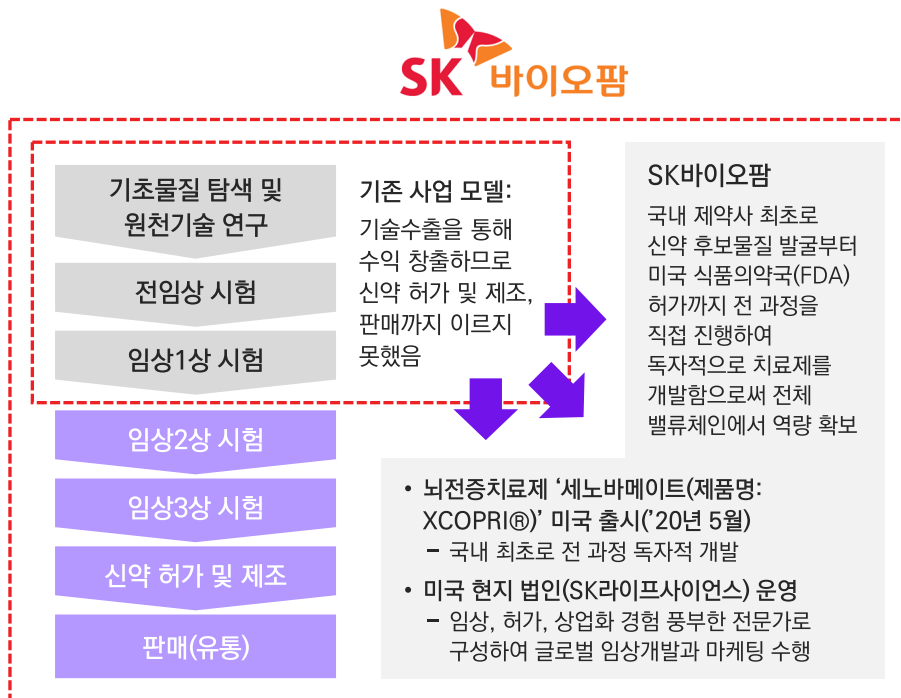
구분		내용
규모의 경제 확보	NatureWorks (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국 Cargill과 태국의 PHH Corporation의 합작사</li> <li>• 미국 바이오 플라스틱 시장의 약 28% 점유하며 락탄산, 락티드, PLA 생산에 독보적 기술 보유</li> <li>• 연간 15만 톤의 PLA를 생산하며 규모의 경제 확보하여 가격경쟁력 제고</li> </ul>
	Novozymes (덴마크)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오 플라스틱 원재료 가격을 낮추고자 옥수수 전분 분해 효소 시스템을 개발</li> <li>• 이 외에도 다양한 전분의 원료에 적합한 효소를 개발 중으로 원재료 가격 절감 시 최종재의 가격경쟁력 제고 가능</li> </ul>
원재료 가격 절감	Genomatica (미국) + Unilever (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 팜유와 화석연료를 대체할 수 있는 바이오 기반 소재(식물성 원료) 개발에 1억 2천만 달러 투자</li> <li>• 대체성분이 팜유와 화석연료를 대신할 경우, 지속가능성, 투명성, 공급망 다양화에 기여할 뿐 아니라 비용 효율성을 달성할 것으로 기대</li> </ul>

Source: 연구개발특구진흥재단, 한국에너지기술연구원, 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

## ② 자체적인 기술개발과 적극적인 제휴를 통한 기술력 제고

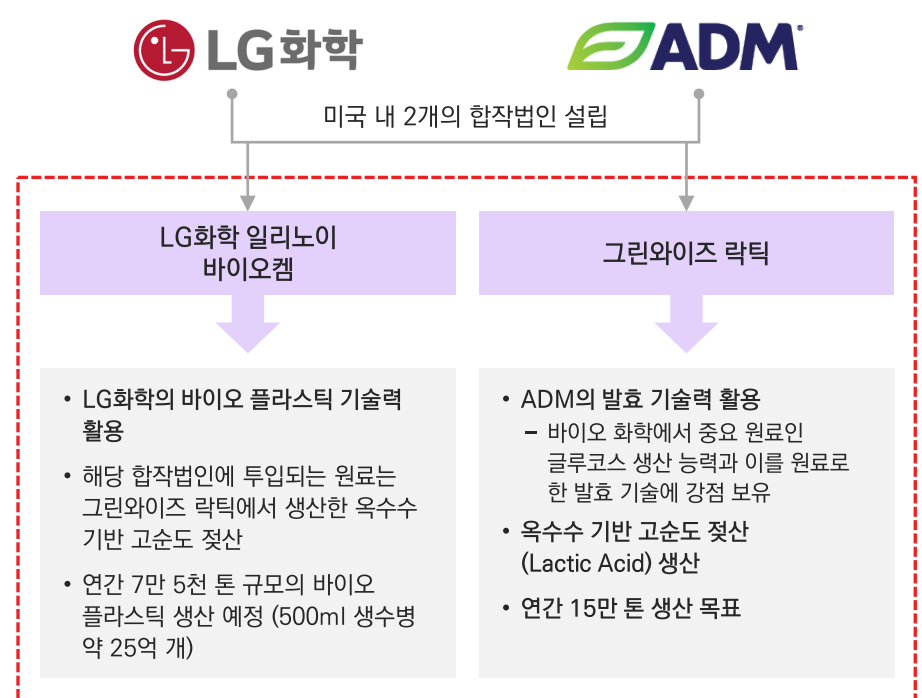
바이오산업에서 선도적인 기업들과 기술경쟁력 차이를 좁히기 위하여 국내 기업들은 기술수출을 통해 수익을 창출하는 기존 사업 모델에서 벗어나 신약 허가 및 제조, 판매까지의 역량을 갖추는 시도를 하거나 선진사와의 적극적인 제휴를 통해 기술을 확보해 나가고 있음

### SK 바이오팜: 기존 사업 모델에서 벗어나 임상1상 이후 역량 확보



Source: 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### LG화학: ADM 발효 기술력 활용하여 바이오 플라스틱 시장 대응



Source: 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

### ③ 규제 개선과 전략적 투자를 통한 시장 활성화 촉진

바이오산업을 주도하고 있는 미국, EU 국가들의 경우, 바이오산업에 대한 국가 차원의 전략적 투자와 규제 개선을 수행하고 있으며, 이는 시장 활성화를 촉진하여 레드·그린·화이트 바이오산업 내 사업화 기회를 발굴하는 데 기여

#### 레드 바이오 규제·제도 개선 및 전략적 지원 필요

“비즈니스모델 실현을 위해 레드 바이오 규제·제도 개선 및 전략적 지원 등을 통한 시장 경쟁력 확보 필요”



미국

- 국립보건원(National Institutes of Health, NIH)이 앞장서 다양한 기관 간 연계 프로그램과 고위험 연구 기획을 진행
  - 미국은 대통령실 중심 바이오산업 정책 거버넌스 체계가 바이오산업 생태계 전체를 조율하는 형태
  - 특히 보건의료 분야 R&D 혁신 정책은 NIH 중심으로 일원화
  - 중복 투자 방지하며 연구개발 투자를 전략적으로 진행 중



영국

- 생명과학전략(Life Science Strategy) 발표
  - 임상연구와 의학혁신의 글로벌 허브로 만드는 것을 비전으로 20년 동안 신산업 창출 로드맵 제시
- 생명공학/생물과학연구회(BBSRC)
  - 전략적으로 중요한 연구주제 우선순위를 정해 연구비 지원
  - 연구 인력 지원 외 경제적 파급효과를 위한 산업화 목적 연구도 지원

Source: 관계부처 합동, 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

#### 그린·화이트 바이오 시장 형성을 위한 정부 차원의 전략 및 투자

“초기 단계인 그린 바이오와 화이트 바이오산업 활성화를 위해 연구 개발부터 사업화까지 정부 차원의 지원 필요”



미국

- 에너지부는 바이오 에너지 R&D 총 36개 분야에 8,000만 달러 투자
  - 제품 합성을 위한 바이오 에너지 엔지니어링, 해조류 시스템 내 탄소 폐기물 재활용 효율성 개선, 첨단 바이오 연료 및 바이오 발전을 위한 공정 발전, 저렴하고 지속가능한 에너지 작물 생산 목표



영국

- 국가바이오 경제전략 2030 수립
  - 영국을 2030년까지 세계적 바이오산업 리더로 만들기 위한 바이오 경제 표방
  - 식품, 건강, 에너지, 농업 등 바이오 경제가 영국의 산업 전반을 지원하며 경제적 이익과 일자리 창출 목표



독일

- 국가바이오 경제전략 발표
  - 생물학 지식과 기술로 미래지향적이고 지속 가능하며 기후변화를 유발하지 않는 경제
  - 바이오 유래 원료를 통한 지속가능하고 순환적인 경제 구현

Source: 관계부처 합동, 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

# Business Contacts

## 바이오·화학산업 전문팀

### Audit

변영훈  
부대표

T 02-2112-0506  
E ybyun@kr.kpmg.com

조승희  
전무

T 02-2112-0846  
E seungheecho@kr.kpmg.com

지동현  
상무

T 02-2112-7662  
E dchi@kr.kpmg.com

이주영  
상무

T 02-2112-7881  
E jooyounglee@kr.kpmg.com

엄준식  
상무

T 02-2112-7858  
E junsikuhm@kr.kpmg.com

박상훈  
상무

T 02-2112-7839  
E sanghoonpark@kr.kpmg.com

나재광  
상무

T 02-2112-6877  
E jra@kr.kpmg.com

[home.kpmg/kr](https://home.kpmg/kr)

[home.kpmg/socialmedia](https://home.kpmg/socialmedia)



The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavor to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.

© 2022 KPMG Samjong Accounting Corp., a Korea Limited Liability Company and a member firm of the KPMG global organization of independent member firms affiliated with KPMG International Limited, a private English company limited by guarantee. All rights reserved.

The KPMG name and logo are trademarks used under license by the independent member firms of the KPMG global organization.