

발 간 등 록 번 호

11-1543000-000320-01

# 해외 생명산업 육성정책 현황과 국내 생명산업 발전방안

2013. 12.

연구기관: 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 「해외 생명산업 육성정책 현황과 국내 생명산업 발전방안」에 관한 연구용역 최종보고서로 제출합니다.

2013. 12.

연구기관 : 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단

연구진 : 김 호(연구책임자)

허승욱(공동연구원)

양성범(공동연구원)

강성필(연구보조원)

홍인기(연구보조원)

## 요약 문

### 연구의 필요성

- 농생명자원은 미래 사회를 지탱하는 무궁한 가치의 미래자원이자 발전 가능성이 높은 거대 시장임. 인류가 이용하는 천연자원(특히, 석유 및 석탄 등 화학산업 원료)의 고갈 및 환경 문제의 대두로 인해 생명자원을 소재로 한 바이오산업 분야가 각광을 받고 있는 상황임.
- 신물질 탐색 등 생명산업의 기본소재로 생물자원의 중요성 증가, 동·식물자원 활용 산업이 새로운 농가소득원으로 부상하고, 종래 먹을거리 생산의 농어업에서 동·식물 등 생명자원을 활용하는 고부가 생명산업으로 육성 필요함.
- 생명산업 분야 R&D 및 산업화 지원이 초기 단계로 미래성장 생명산업으로 영역을 확장하기 위한 기반구축 필요.

### 연구의 목적

- 생명산업은 광의적 개념에서 생명공학산업(Biotechnology Industry) 분야에 속하는 산업분야로서 이와 관련한 용어 및 산업 범위에 대한 이해를 통해 생명산업 분야에 대한 이해를 높이고자 함.
- 국내외 생명산업 시장 현황 및 육성 정책 현황 분석을 통해 농식품 분야의 생명산업 육성 방안과 발전방안을 수립하고자 함.

### 연구결과 및 시사점

#### □ 국내외 생명산업의 현황

- 본 과업에서의 생명산업은 국내외 다양한 생명산업 관련 정의 중에서 생명자원에 바탕을 둔 ‘동·식물, 미생물 등 생명자원과 이를 관리·활용하여 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업’이라 정의함.
- 2009년 세계 생명공학 시장규모는 전년대비 5% 성장한 2,271억 달러 규모임. 또한 2013년

3,057억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있으며 연평균 성장률은 약 7.2%로 예상됨.

- 2011년 국내 생명공학산업 생산규모는 총 6조 6,019억 원으로 전년대비 13.1% 증가, 최근 5년간('07~'11년)간 약 2배 수준으로 증가함(3.7조원→6.6조원).
- 2010년 기준 농식품 생명산업의 전체 시장규모는 2008년 116조 4,520억 원에서 14% 증가한 132조 7,910억 원임. 국내총생산(GDP)중 농식품분야 생명산업이 11.3% 차지함(2010년 GDP 1,173조).
- 생명산업은 크게 생명자원 그 자체와 이를 이용하여 가공한 산업, 그리고 생명공학기술을 이용한 고부가가치 생명산업을 구분할 수 있음. 생명공학기술을 이용한 고부가가치 생명산업으로는 발효식품, 기능성식품, 바이오사료첨가제, 종자, 동물약품, 바이오의약품, 관상동식물로 구분되며, 2010년 기준 약 10조 2,640억 원 규모임

#### □ 국내외 농식품분야 생명산업 육성정책

- 외국의 정책 성공요인은 크게 중장기계획수립 및 단계적 사업추진과 바이오산업의 클러스터링을 들 수 있음.
  - 중장기계획수립 및 단계적 사업추진과 관련해서는 미국과 유럽 등 모든 국가들은 생명산업 육성에 대한 중장기계획을 국가적 단위에서 수립하고 있으며, 설정한 단계별로 사업들을 추진해 나가고 있음.
  - 바이오산업의 클러스터링과 관련해서는 생명공학기술을 정보기술을 대체할 새로운 성장동력으로 간주하고, 관련 산업간 클러스터 조성에 주력하고 있음(미국 보스턴, 샌디에이고 등 11개 지역, 스위스 바이오 밸리 등 4개 지역, 독일 베를린, 뮌헨, 하이델베르크 등, 스웨덴 스톡홀름, 옘살라 등, 일본 고베(긴키), 도쿄(간토) 등)
- 우리나라도 주요 선진국들의 BT산업 클러스터에 버금가는 경쟁력 있는 클러스터를 형성하여 국민의 삶의 질 향상과 국가경쟁력 강화에 기여할 필요가 있음. 꾸준한 연구개발 지원과 벤처투자, 사업화 기반 조성 등 정부의 역할이 클러스터 형성에 매우 중요함.
- 국내 생명산업 관련 법·제도에 대해서는 크게 생명산업의 기초가 되는 법률(기반조성, 지원, 기술이전 등), 안전성 및 생명윤리 관련 법률로 구분할 수 있음.
  - 생명산업의 기반조성 및 지원, 기술이전 등과 관련된 법률에는 농림축산식품부의 농수산 생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률, 농림수산식품과학기술 육성법, 축산법 등과

미래창조과학부의 생명공학육성법, 생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률 등과 산업통상자원부의 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률 등이 있음.

- 생명산업의 안전성 확보, 생명윤리 등과 관련된 법률에는 농림축산식품부의 농수산물품질관리법, 동물보호법, 산림보호법 등과 산업통상자원부의 유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률 등과 보건복지부의 생명윤리 및 안전에 관한 법률 등과 환경부의 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률과 생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 등과 식품의약품안전처의 실험동물에 관한 법률 등이 있음.
- 농림수축산 생명연구자원을 이용한 고품질·안전 신제품 및 기능성식품개발, 기능성식품·의료·산업용 소재 생산 및 이들 산물의 안전성 평가기술을 확립하고, 관련 산업을 육성하기 위해 생명공학기술을 개발 및 응용하려고 함
- 주요추진방향으로는 ① 농림수축산 생명연구자원 확보 및 오믹스 활용기술 개발, ② 신제품 육종 기술 및 유전자 변형 농림수축산생물 개발, ③ 농림수축산 자원 활용 바이오에너지 기술 개발, ④ 기능성 식품 및 소재 개발, ⑤ 안전성 평가 및 관리 기술 확립이 있음.

## □ 농식품분야 생명산업 육성 및 발전방안

- 농식품분야에서의 생명산업을 발전시키기 위해서는 다음과 같은 성과가 있어야 함.
- 농산물 투입요소인 종자, 천적곤충, 미생물 등을 개발하여 농산물 생산에 이용하여 생산성을 높여 농가소득이 증대되어야 함
- 고품질 농산물 생산 및 생산성 증대로 수요자 및 소비자의 요구를 충족시킬 수 있어야 함
- 생명공학기술 개발로 신규시장을 창출하여 농업·농가의 소득에 긍정적인 영향을 미쳐야 함.
- 농식품생명산업 발전을 위해서는 기술개발 기반 강화, 법·제도 정비, 시장 확대, 정부의 관리체계 정비 등이 이루어져야 함.
- 기술개발 기반강화를 위해서는 R&D의 확대, 산·학·연·관 공동연구와 해외기술이전, 인력양성이 필요함
- 법·제도 정비를 위해서는 「친환경농어업육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」, 「농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률」, 「기술이전 및 사업화 촉진제도」, 「가축전염병예방법」, 「유전자변형 생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」, 「농수산물품질관리법」 등을 시대와 환경에 맞게 개정·보완하여야 함.
- 시장확대를 위해서는 기술의 상품화 및 생산물의 마케팅 강화, 현장 수요자 중심의 기술개발, 잠재적인 기술수요 창출을 위해 기술 수요자를 대상으로 한 기술 홍보 및 마케팅 강화, 농업과 생명산업의 시너지 효과를 위한 정부와 기업 간의 협력의지 강화, 외국인 투

자유치 및 해외 새로운 시장 개척, 창업 활성화 정책이 필요.

- 정부의 관리체계 정비 및 역할 강화를 위해서는 농식품 생명산업의 기술개발 개념을 확대하여 기술과 시장을 수직계열화하는 R&BD(Research and Business Development) 역량 강화, 생명공학 조정기능을 강화가 필요함. 또한 농어민의 수요를 반영하여 지속적인 정책과 강력한 정부의 의지가 동시에 진행되어야 하며, 특히 유사분야(바이오산업, 보건의료산업 등)에 대한 관계부처와의 협의를 통한 협력관계 마련이 필요함.
  - 이외에 생명산업을 육성하여 신 시장 창출 등 생명산업 범위를 확대해야 함. 이를 위해서는 부처 간 중복을 방지함과 동시에 일부 관계되는 분야의 역할분담을 통해 함께 연구할 수 있는 범부처 사업을 확대해 나가야 함.
- 농업생명산업의 분야별 국내 기술수준과 경제적 파급효과를 비교·분석한 결과, 가장 효과가 높을 것으로 예상되는 산업은 [기능성식품, 전통발효식품, 미생물산업]으로 나타남. 그 다음으로는 [종자산업, 곤충산업, 동물의약품], [바이오에너지, 바이오의약품]의 순임.
- 기능성식품의 경우 웰빙 트렌드를 바탕으로 한 수요증가와 관련 업체 수의 지속인 증가 및 기능성 신소재 개발이 가속화되고 있어 발전가능성이 높은 산업임
  - 발효식품의 경우 발효기술수준의 성장, 장류의 CODEX규격화, 김장의 유네스코 인류무형문화유산 등재 등으로 인해 지속적인 시장규모 확대가 예상됨
  - 미생물산업의 경우 웰빙 트렌드를 바탕으로 한 친환경농산물 및 안전한 먹거리에 대한 수요증가로 인해 화학농약, 화학비료, 항생제, 사료첨가제의 대체품으로 시장규모가 꾸준히 확대되고 있음
  - **종자산업**의 경우 등록업체가 지속적으로 증가하고 있으나 그 규모가 영세한 수준임. 또한 다국적 기업에 의한 토종 유전자원의 유출과 전문인력 양성이 부족한 실정임
  - 곤충산업의 경우 현재까지 본격적인 산업화가 미흡하며 또한 농가소득과의 직접연계가 미흡함
  - 동물의약품의 경우 세계적으로 생명공학 산업에서 차지하는 비중이 높으나, 현재 국내 기술수준이 낮은 편이며 전문기관 및 인력 부족한 상황임
  - 바이오의약품 및 바이오에너지의 경우 세계적으로 생명공학 산업에서 차지하는 비중이 높으나, 현재 국내 기술수준이 낮은 편이며 전문기관 및 인력 부족한 상황임
- 국내 농업과 직·간접적으로 연계한 지속가능한 농업생명산업의 성공적인 육성을 위해서는,
- 단기 차원에서는 직접적으로 농업소득과 관련있는 전통·발효식품, 기능성식품을,
  - 중기 차원에서는 미생물산업, 바이오에너지(매스) 산업, 고기능성식품산업을,
  - 장기 차원에서는 바이오의약 산업을 육성하는 것이 필요함

# 목 차

<b>I. 서 론</b>	<b>1</b>
1. 연구목적 및 필요성 .....	1
2. 연구내용 및 방법 .....	3
<b>II. 국내외 생명산업의 현황</b>	<b>5</b>
1. 생명산업이란 .....	5
2. 국내외 생명 관련 산업의 전반적 규모 .....	11
3. 시장규모 현황 및 향후 전망 .....	23
4. 국내외 기술현황 및 발전 가능성 .....	36
5. 분야별 시장동향 조사 및 유망산업 발굴 .....	48
<b>III. 국내외 농식품분야 생명산업 육성정책 현황</b>	<b>73</b>
1. 주요국의 생명산업 육성정책 현황 .....	73
2. 국내 생명산업 관련 법·제도 및 정책, 투자 현황 .....	101
<b>IV. 농식품분야 생명산업 육성 및 발전 방안</b>	<b>125</b>
1. 생명산업 육성의 필요성 및 경제적 파급효과 .....	125
2. 농식품분야 생명산업 발전방안 .....	132
3. 생명산업 육성을 위한 사업 및 지원방안 .....	142
<b>V. 요약 및 결론</b> .....	<b>154</b>
• 참고문헌 .....	158

## 표차례

<표 2-1> 생명산업의 정의 및 범위 .....	7
<표 2-2> 국내 바이오산업의 분류 체계 .....	8
<표 2-3> OECD 생명공학산업 분류체계 .....	9
<표 2-4> 글로벌 생명공학 시장현황 및 전망, 2008~2013, (단위: \$ 십 억) .....	12
<표 2-5> 생명공학산업 생산규모 변화 추이(2007년~2011년) .....	13
<표 2-6> 생명공학산업 수급 변화(2007년~2011년) .....	13
<표 2-7> 생명공학산업 분야별 수급 변화 추이(2007년~2011년) .....	14
<표 2-8> 생명공학산업 수출 변화 추이(2007년~2011년) .....	14
<표 2-9> 생명공학산업 수입 변화 추이(2007년~2011년) .....	15
<표 2-10> 2011년 생명공학산업 주요 수출 제품 .....	15
<표 2-11> 생명공학산업 분야별 생산규모 변화 추이(2010년~2011년) .....	16
<표 2-12> 생명공학산업 분야별 투자규모 변화 추이(2010년~2011년) .....	17
<표 2-13> 생명공학산업 분야별 종사자 인력 분포(2011년 기준) .....	19
<표 2-14> 생명공학산업 부문 연구·생산인력의 학위별 변화 추이(2007~2011년) .....	20
<표 2-15> 농식품 분야 생명산업 시장규모(2010년 기준) .....	21
<표 2-16> 국내외 종자산업 시장규모 .....	23
<표 2-17> 세계 농산물 종자 판매액 전망 .....	24
<표 2-18> 국내 식품 시장규모 .....	25
<표 2-19> 바이오의약 및 바이오식품의 시장규모(2010년) .....	26
<표 2-20> 바이오에너지 및 자원의 시장규모(2010년) .....	27
<표 2-20> 바이오에너지 및 자원의 시장규모(2010년)(계속) .....	28
<표 2-21> 동물의약품 시장규모 추정 .....	29
<표 2-22> 애완견 관련 산업 규모(2010년) .....	31
<표 2-23> 국내 곤충산업 시장규모 추정 .....	32
<표 2-24> 미생물제품과 화학제품의 비교 .....	34
<표 2-25> 해외 농축산 미생물 산업 시장 전망 .....	35
<표 2-26> 농림수산식품 육성 7대 산업과 생명산업과의 관계 및 기술수준 .....	36
<표 2-26> 농림수산식품 육성 7대 산업과 생명산업과의 관계 및 기술수준(계속) .....	37

<표 2-26> 농림수산식품 육성 7대 산업과 생명산업과의 관계 및 기술수준(계속) .....	38
<표 2-27> 농식품분야 생명공학기술수준의 선진국과 비교 .....	39
<표 2-28> 특허기술의 질적 분석을 위한 지표 .....	40
<표 2-29> 생명공학산업분야의 특허활동 지수 변화 .....	41
<표 2-30> 농식품분야에 대한 미래유망 연구테마 .....	42
<표 2-31> 기술개발에 대한 우선 순위 .....	43
<표 2-32> 부처별 생명공학산업 분야 정부 연구개발 투자 현황 .....	44
<표 2-33> 농림수산식품 부처의 생명공학산업 분야 정부 연구개발 투자 현황(2010년) .....	45
<표 2-34> 세계 10대 종자기업 현황(2007년 기준) .....	49
<표 2-35> 다국적 종자회사의 국내회사 인수합병 내역(1차) .....	53
<표 2-36> 국내 진출 다국적 종자회사의 인수합병(2차) .....	54
<표 2-37> 종자업 등록업체 수 .....	55
<표 2-38> 국내 김치산업 시장 현황 .....	57
<표 2-39> 국내 건강기능식품 생산현황 .....	58
<표 2-40> 국내 기능성 원료 및 품목 인정 현황 .....	58
<표 2-41> G20 국가 청정에너지 투자액 .....	61
<표 2-42> 바이오에너지 기업동향 .....	62
<표 2-43> 국내 동물약품 시장 현황 .....	63
<표 2-44> 해외 대표적인 미생물농약 제조업체 .....	67
<표 2-45> 해외 대표적인 미생물비료 제조업체 .....	68
<표 2-46> 국내 미생물비료 시장규모 추정액(단위: 억 원) .....	68
<표 2-47> 해외 대표적인 미생물사료 제조업체 .....	70
<표 2-48> 해외 백신시장 규모 및 전망 .....	71
<표 3-1> 생명산업 관련 법률(생명산업의 기초 : 기반조성, 지원, 기술이전) .....	102
<표 3-2> 생명산업 관련 법률(안전성, 생명윤리) .....	105
<표 3-3> 종자산업 관련 법률 .....	107
<표 3-4> 기능성 식품 및 의약품 소재산업 관련 법률 .....	108
<표 3-5> 바이오에너지 산업 관련 법률 .....	109
<표 3-6> 미생물 및 곤충산업 관련 법률 .....	111
<표 3-7> 동물약품 및 사료산업 관련 법률 .....	112
<표 3-8> 애완 및 관상동식물 관련 법률 .....	112
<표 3-9> 생명공학육성기본계획의 기술적 범위 .....	116
<표 3-10> 6개 부처별 27개 법과 31개 중장기 계획 .....	117

<표 3-11> 재원별 연구개발비 추이 .....	121
<표 3-12> 미래 유망 신기술(6T)별 연구개발비 추이 .....	123
<표 3-13> 부처별 생명공학분야 투자실적 .....	124
<표 3-14> 생명공학기술(BT) 분야 정부 R&D 투자 계획 .....	124
<표 4-1> 농식품 생명산업의 경제적 파급효과 분석 .....	131
<표 4-2> 정부재정의 국가 전체 및 농림식품분야 R&D 투자 현황 .....	134
<표 4-3> 민간재원의 농림식품분야 R&D 투자 현황 .....	134
<표 4-4> 농업기술 기술격차 국제비교(2010년 기준) .....	135
<표 4-5> 농식품 분야 생명산업 육성 세부사업별 기술수준 및 경제적 파급효과 검토 ..	143
<표 4-6> 농식품 분야 생명산업 세부사업별 문제점 및 전망에 대한 검토 .....	146



## 그림차례

<그림 2-1> 생명산업의 범위와 대상 .....	10
<그림 2-2> 세계 생명공학 시장규모 및 점유율(생명공학연구원, 2011) .....	12
<그림 2-3> 생명공학산업 수급 변화 추이(2007년~2011년) .....	17
<그림 2-4> 생명공학산업체의 종사자 규모별 분포(2011년 국내 바이오산업 실태조사) .....	18
<그림 2-5> 생명공학산업체의 소재지별 분포(2011년 국내 바이오산업 실태조사) .....	18
<그림 2-6> 고부가가치 생명산업 .....	22
<그림 2-7> 농축산용 미생물산업 범위 .....	33
<그림 2-8> 해외 농축산 미생물 제품 시장 전망 .....	35
<그림 2-9> 부청별/연도별 생명공학산업 분야 연구개발 투자 추이 .....	44
<그림 2-10> 부청별 생명공학산업 분야 세부기술별 연구개발 투자 비중(2010년) .....	46
<그림 2-11> 해외 미생물농약 시장 전망 .....	65
<그림 2-12> 미생물농약 및 화학 농약 성장 비교 .....	66
<그림 2-13> 해외 미생물비료 시장 전망 .....	68
<그림 2-14> 해외 미생물사료첨가제 시장 전망 .....	69
<그림 2-15> 해외 동물용백신 시장 전망 .....	71
<그림 2-16> 해외 환경개선제 제품별 시장점유율 .....	72
<그림 3-1> 미국 BT 산업 클러스터 .....	86
<그림 3-2> 스위스의 4대 BT 산업 클러스터 .....	87
<그림 3-3> 독일의 4대 BT 산업 클러스터 .....	89
<그림 3-4> 옹살라-스톡홀름 BT 산업 클러스터 .....	90
<그림 3-5> 일본의 바이오벤처 클러스터 .....	92
<그림 3-6> 2007년도 미국 농업 및 식품 연구체계도(단위 : 백만 달러) .....	94
<그림 3-7> 연도별 총 연구개발비 추이 .....	120
<그림 3-8> GDP 대비 연구개발비 비율 .....	121
<그림 3-9> 자원별 연구개발비 추이 .....	122

<그림 4-1> 생명공학산업 규모 비중 전망 .....	126
<그림 4-2> 농식품 생명산업의 생산유발효과 .....	128
<그림 4-3> 농식품 생명산업의 부가가치유발효과 .....	129
<그림 4-4> 농식품 생명산업 육성 기본방향 .....	133
<그림 4-5> 정부주도의 연구개발 분야 .....	137
<그림 4-6> 농식품 분야 생명산업 육성 세부사업별 경제적 파급효과 비교 .....	144
<그림 4-7> 전통·발효·기능성식품 육성을 위한 로드맵 .....	149
<그림 4-8> 농식품 분야 생명산업 육성을 위한 로드맵 .....	153

# I. 서론

## 1. 연구목적 및 필요성

### 가. 연구의 필요성

- 농생명자원의 중요성 및 높은 잠재적 가치
  - 농생명자원은 미래 사회를 지탱하는 무궁한 가치의 미래자원이자 발전 가능성이 높은 거대 시장임
    - 지구상에 존재하는 모든 생물, 생물의 구성물 및 정보를 포괄하는 생명자원은 농축산업, 발효산업 및 고부가가치 제품 개발을 위한 필수 소재임
  - 인류가 이용하는 천연자원(특히, 석유 및 석탄 등 화학산업 원료)의 고갈 및 환경 문제의 대두로 인해 생명자원을 소재로 한 바이오산업 분야가 각광을 받고 있는 상황
    - 전 세계적으로 자원부족 문제가 발생하고 있고, 친환경 공정 개발 등 바이오 기술을 활용한 제품 개발은 글로벌 산업계의 화두
    - 재생가능한 생명자원(식물, 동물, 미생물 곤충 등)을 원료로 하여 생물학적·화학적 전환 과정을 통한 농생명소재산업은 미래 성장동력 전략산업 분야임
    - 자원 사용의 한계를 극복하기 위해서 폐목재나 볏짚, 해조류 등과 같은 비식용자원을 이용한 관련 기술 개발이 활성화되고 있으며, 이는 석유산업을 대체할 수 있을 것으로 기대되고 있음
- 신물질 탐색 등 생명산업의 기본소재로 생물자원의 중요성 증가, 동·식물자원 활용 산업이 새로운 농가소득원으로 부상
- 바이오(BT) 경제시대로 전환 등 패러다임 변화에 부응하여 ‘생명산업 육성’을 농식품 산업의 새로운 정책방향으로 추진
- 종래 먹을거리 생산의 농어업에서 동·식물 등 생명자원을 활용하는 고부가 생명

산업으로 육성 필요

- 생명산업 분야 R&D 및 산업화 지원이 초기 단계로 미래성장 생명산업으로 영역을 확장하기 위한 기반구축 필요
- 생명자원을 농업소득과 연계시키는 지원 사업이 부족한 실정

## 나. 연구의 목적

- 생명산업 범위의 이해
  - 생명산업은 광의적 개념에서 생명공학산업(Biotechnology Industry) 분야에 속하는 산업분야로서 이와 관련한 용어 및 산업 범위에 대한 이해를 통해 생명산업 분야에 대한 이해를 높이고자 함
- 농식품 분야 생명산업 육성 및 발전방안 수립
  - 국내외 생명산업 시장 현황 및 육성 정책 현황 분석을 통해 농식품 분야의 생명산업 육성방안과 발전방안을 수립하고자 함

## 2. 연구내용 및 방법

### 가. 연구 내용

#### (1) 생명산업 국내외 현황파악

- 생명산업 국내외 전반적 규모 파악
  - 시장규모, 매출액, 기업, 부가가치, 고용 등
- 생명산업 분야별 국내외 시장규모 현황 및 향후 전망
- 생명산업 분야별 국내외 기술현황 파악 및 발전 가능성
- 생명산업 분야별 시장동향 조사 및 유망산업 발굴

#### (2) 국내외 농식품분야 생명산업 육성 정책 현황조사

- 선진국의 생명산업 육성 정책 조사
- 국내 생명산업 관련 법·제도 및 정책, 투자현황 조사
  - 문제점 분석, 산업화 제약 요인 파악 등
  - 전반적인 생명산업 현황조사를 통하여 향후 정책방향 정립

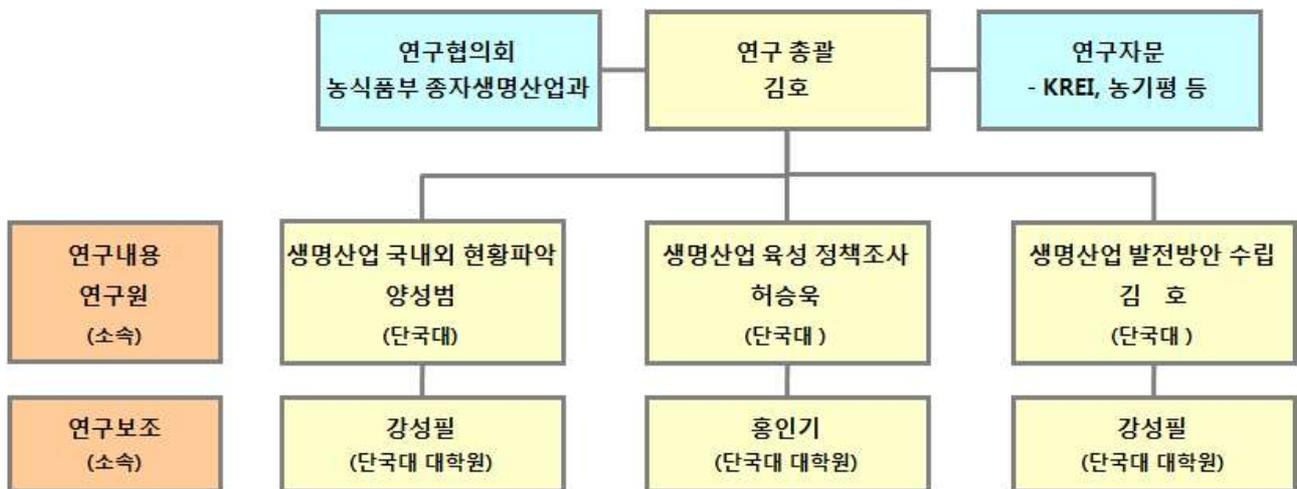
#### (3) 농식품분야 생명산업 육성 및 발전방안 수립

- 생명산업 육성의 필요성 및 경제적 파급효과 분석

○ 농식품 분야 생명산업 육성을 위한 정책 대안 마련

○ 생명산업 육성에 필요한 사업 및 지원내용

## 나. 연구팀 구성



## II. 국내외 생명산업의 현황

### 1. 생명산업이란

#### 가. 생명산업의 정의

##### (1) 국내외 생명산업 관련한 정의

- 국내외에서 생명산업의 개념 및 범위는 일반화되어 있지 않음
  - 생명산업, 바이오산업, 생물산업, 생명공학산업 등으로 다양하게 부르고 있음
  - 해외에서도 국가별, 국제기구(OECD), 시장조사기관마다 생명산업의 개념 및 범위가 달라 정확한 생명산업을 규정하지 못하고 있음
- 지식경제부 기술표준원의 생명공학산업이란 지식, 재화 및 서비스의 생산을 목적으로 생물 또는 무생물을 변형시키는 과정에서 생물체 혹은 그 일부, 산물 및 그로부터의 모델에 과학과 기술을 적용하는 활동으로 ‘생명공학기술 분류체계의 기술’을 의미함<sup>1)</sup>.
- 한국산업기술진흥원의 생명공학이란 생물체 기능을 이용하여 제품을 만들거나 유전적 구조를 변형해 어떠한 특성을 나타내게 하는 복합적 기술을 의미함<sup>2)</sup>
- OECD에 의하면 생명공학산업은 지식, 재화 및 서비스의 생산을 목적으로 생물 또는 무생물을 변형시키는 과정에서 생물체 혹은 그 일부, 산물 및 그로부터의 모델에 과학과 기술을 적용하는 활동으로, 모든 현대 생명공학기술뿐만 아니라 많은 전통적인 또는 경계선상의 활동을 포함하며 생명공학기술 분류 체계를 생

1) 2008년도 국내 바이오산업 통계(2009.12)

2) 산업원천기술로드맵 바이오(2009.10)

명공학기술 정의에 대한 가이드라인으로 제시, 생명공학기술의 발전에 따라 분류체계가 변화하고 있음

## (2) 생명산업 개념 정의의 문제점

- 국내에서는 생명산업, 바이오산업, 생물산업, 생명공학산업, 바이오테크 산업 등 다양하게 생명산업을 명명하고 있음
- 해외에서도 국가, 국제기구, 시장조사기관마다 생명산업의 개념 및 범위가 달라 정확한 생명산업 규모 역시 정의 및 범위에 따라 큰 차이가 있어 국가간 생명산업의 규모를 일정한 기준없이 비교하는 것이 무리
- 생명과학(Life science, Biology)은 기관마다 해석상 조금씩 차이가 있을 수 있으나 공통적으로 ‘생명현상을 연구하는 자연과학’으로 정의할 수 있으며, 생명공학(Biotechnology)은 ’75년 인간의 손으로 생명체의 기본물질인 유전물질을 변형시킬 수 있는 분자생물학과 유전공학 학문이 발전하면서 ‘산업 목적으로 신기술을 이용해 생물체를 활용하는 학문과 기술’로 정의되고 있어 생명과학 내에 생명공학이 포함되어 있다고 할 수 있음. 따라서 생명산업은 생명과학이 정의하는 산업, 생명공학산업은 생명공학이 정의하는 산업으로 인식할 수 있음(농림수산식품기술기획평가원, 2010, 생명산업의 현황 및 전망, 서울대학교)

## (2) 생명산업의 정의

- 생명산업(Life Industry)은 자연자원 그 자체 또는 이를 관리·활용하여 인간에게 유익한 부가가치를 제품 및 서비스를 창출하는 산업이라고 정의함<sup>3)</sup>
- 또는 생명공학기술(Biotechnology)을 바탕으로 동물·식물·미생물 등 생물체가 가지고 있는 기능과 정보를 활용하여 인류가 필요로 하는 유용물질을 생산하는

3) 2012 생명산업과학기술대전, 2012.9

## 산업이라고도 정의함

- 농식품부는 ‘농림수산식품 생명산업 2020+ 발전전략’에서 생명산업을 동·식물, 미생물 등 생명자원과 이를 관리·활용하여 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업이라 정의함
- 본 과업에서는 국내외 다양한 생명산업 관련 정의 중에서 생명자원에 바탕을 둔 ‘동·식물, 미생물 등 생명자원과 이를 관리·활용하여 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업’을 생명산업이라 정의함

〈표 2-1〉 생명산업의 정의 및 범위

산업	정의		산업 범위
생명공학 산업	협의	생명공학기술을 바탕으로 생물체(동물, 식품, 미생물)의 기능과 정보를 활용하여 인류가 필요로 하는 유용한 물질을 상업적으로 생산하는 산업	바이오의약품, 바이오화학, 바이오식품, 바이오환경, 바이오전자, 바이오에너지 및 자원, 바이오공정 및 기기, 바이오검정, 정보개발서비스 및 연구개발
	광의	생명공학기술을 바탕으로 생명체의 능력을 활용하거나 목적에 맞는 새로운 생명체를 만들어 인간생활에 유용하게 응용하려는 산업	생명공학산업(협의)+종자, 의약
생명산업	협의	생명자원 그 자체 또는 이를 관리·가공함으로써 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업	생명공학산업(광의)+농림수산물(농작물, 축산물, 수산물, 임산물, 농자재) 및 식품가공, 유통
	광의	자연자원 그 자체 또는 이를 관리·가공하여 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업	생명산업(협의)+환경복원, 토양 및 수자원 관리, 자연경관 유지, 자원 재활용 등 인간과 자연이 연계된 모든 산업

자료: 농림수산식품기술기획평가원, 2010, 생명산업의 현황 및 전망, 서울대학교

## 나. 생명산업의 분류 및 범위

### (1) 국내외 생명산업 관련 분류

- 생명산업과 관련하여 바이오산업에 대한 분류는 8개로 코드화된 국가표준(KS) KS J 1009(바이오산업분류코드: Bioindustry Classification Code)가 제정됨(기술 표준원, 2008.1). 그러나, 이 분류 체계는 앞에서 정의한 협의의 생명산업에 해당함.

〈표 2-2〉 국내 바이오산업의 분류 체계

대분류	코드	중분류	대분류	코드	중분류
바이오 의약	1000	기타 바이오의약품	바이오 환경	4020	미생물고정화 소재 및 설비
	1010	항생제		4030	바이오환경제제 및 시스템
	1020	항암제		4040	환경오염 측정시스템
	1030	백신(동물백신 포함)	바이오 전자	5000	기타
	1040	호르몬제		5010	DNA칩
	1050	면역제제		5020	단백질칩
	1060	혈액제제		5030	세포칩
	1070	성장인자		5040	바이오센서
	1080	신개념치료제(복제장기 포함)		5050	바이오멤스
	1090	진단키트		6000	기타
1100	동물약품(생균제 포함)	바이오 공정 및 기기	6010	바이오반응기	
바이오 화학	2000		기타	6020	생체의료기기 및 진단기
	2010		바이오고분자	6030	바이오공정 및 분석기기
	2020		산업용 효소 및 시약류	6040	공장 및 공정설계
	2030	연구·실험용 효소 및 시약류	바이오 에너지 및 자원	7010	바이오연료
	2040	바이오화장품 및 생활화학제품		7020	인공종자 및 묘목
	2050	바이오농약 및 비료		7030	실험동물
3000	기타	7040		유전자변형 동식물	
바이오 식품	3010	건강기능식품	바이오 검정 정보개 발 서비스 및 연구개 발	8000	기타
	3020	아미노산		8010	바이오정보서비스
	3030	식품첨가물		8020	유전자관련 분석 서비스
	3040	발효식품		8030	단백질관련 분석 서비스
	3050	사료첨가제(생균제 제외)		8040	연구개발 서비스
바이오 환경	4000	기타		8050	바이오안전성 및 생리활성 평가서비스
	4010	환경처리용 미생물제제	8060	진단 및 보관 서비스	

자료: 지식경제부

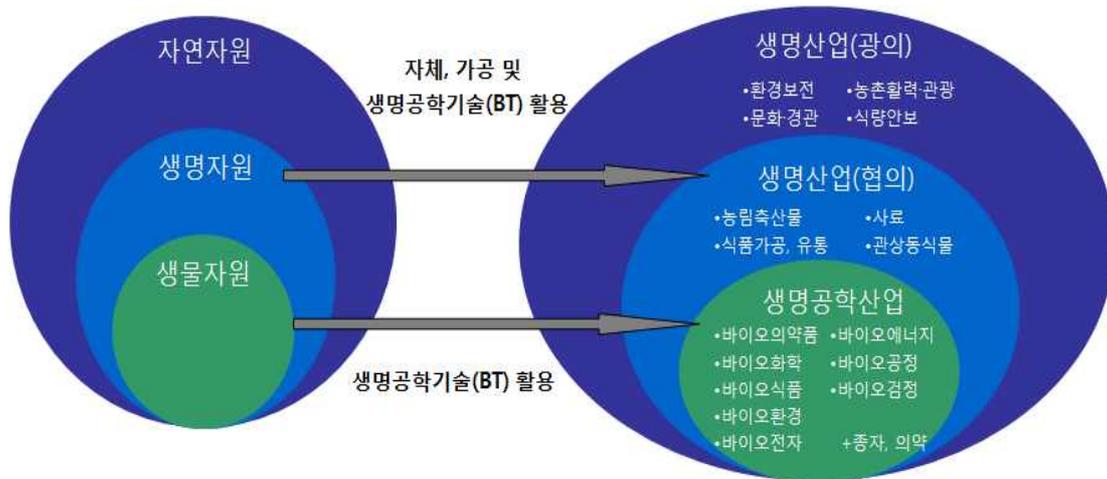
- OECD는 2002년 생명공학기술의 정의 및 분류를 개발하였으며, 2005년에 분류체계를 개정함
- 생명공학기술의 적용대상에 따라 인체보건, 동물보건 등 8개 대분류체계를 가지고 있으며, 하부 세부분류에 대한 기준을 제시하고 있지만 명확한 분류체계는 현재 가지고 있지 않음

〈표 2-3〉 OECD 생명공학산업 분류체계

대분류	중분류	소분류
인체보건	재조합 DNA 기술을 이용하여 생산된 고분자 치료제 및 단세포군 항체	
	기타 치료제, 인공적 기질, 진단제 및 약물전달기술 등	기타 치료제, 약물전달기술 등 기질(인공, 뼈, 피부 등) 진단제
동물보건	상기와 같은 동물 용도	상기 동일
농업	농업, 양식, 임학용 유전자변형 식물, 동물, 미생물의 신규 종	과일나무, 꽃, 원예작물, 곡물 등을 포함하는 유전자변형 식물 농업용 유전자변형 동물 유전자변형 고기 산림용 유전자변형 종 농업용 유전자변형 미생물(바이오곤충 조절)
	농업, 양식, 임학, 바이오곤충조절용 비 유전자변형 식물, 동물, 미생물 및 바이오테크놀로지를 이용하여 개발된 진단제	과일나무, 꽃, 원예작물, 곡물 등을 포함하는 비-유전자변형 식물 농업용 비-유전자변형 동물 비-유전자변형 고기 산림용 비-유전자변형 종 농업용 비-유전자변형 미생물(바이오곤충 조절)
천연자원	제련, 석유/에너지 추출 등의 응용	제련: 미생물 등을 이용하여 추출
		석유/에너지: 미생물을 이용하여 추출 기타 자원 응용
환경	진단제, 토양 바이오리메디에이션, 수 및 대기처리, 미생물 및 청정 생산공정을 이용한 산업적 오수	진단제
		파이토리메디에이션 포함 토양 바이오리메디에이션 오수처리 청정 생산공정
산업공정	신제품 생산 생물반응기 투입물 변형 바이오테크놀로지	세부기술목록은 기업의 활용 범주에 부합되는 것으로 함
비-특이적 응용	연구도구 등	
기타		

## (2) 생명산업 범위 및 대상 제시

- 국내외적으로 생명산업을 생명공학산업으로 인식하여(표 2-1 생명공학산업 정의 참고) 이에 대한 범위와 세부분류체계를 운영하고 있음. 그러나, 생명공학산업의 근원이 생명자원(동·식물, 미생물)이므로 이에 바탕을 둔 범위 설정이 필요함
- 따라서 본 과업에서 생명산업에 대해 정의한 ‘동·식물, 미생물 등 생명자원과 이를 관리·활용하여 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업’을 바탕으로 한 범위와 대상을 다음과 같이 설정함



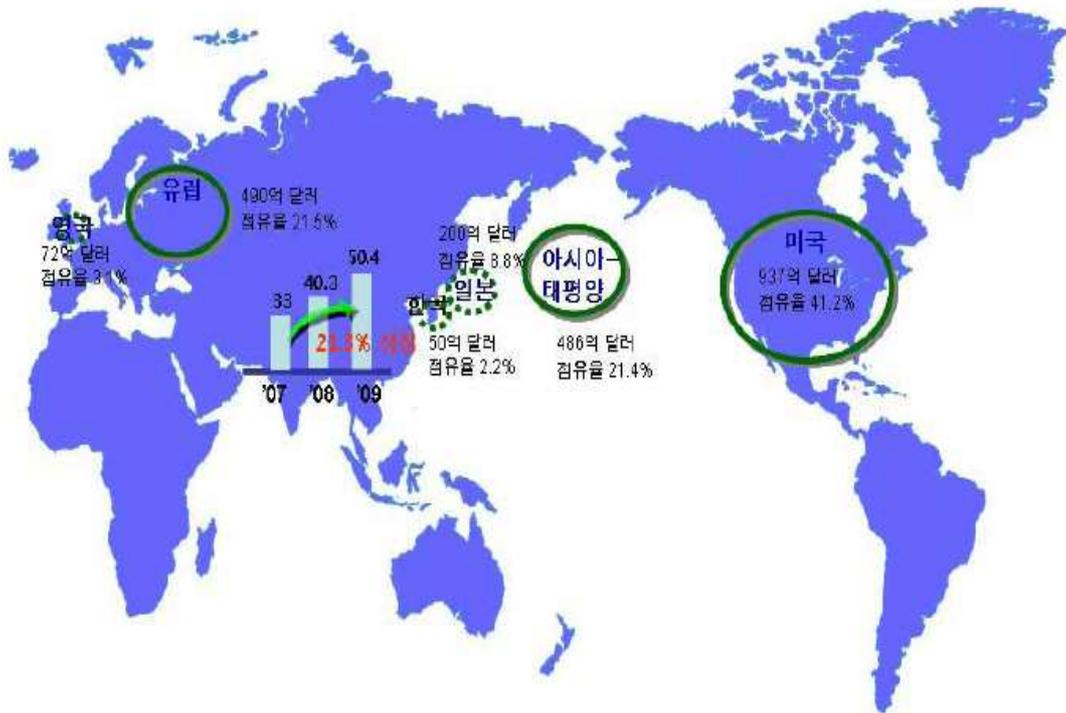
〈그림 2-1〉 생명산업의 범위와 대상

## 2. 국내외 생명 관련 산업의 전반적 규모

### 가. 해외 생명공학산업 시장규모

- 앞선 생명산업의 정의에서 언급한 바와 같이 해외의 경우 ‘생명산업=생명공학산업’으로 인식되고 있으며, 따라서 해외 시장규모는 본 과업의 정의 중 생명공학산업(협의)에 해당함
  
- Datamonitor 최신 자료에 의하면 2009년 세계 생명공학 시장규모는 전년대비 5% 성장한 2,271억 달러 규모임. 또한 2013년 3,057억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있으며 연평균 성장률은 약 7.2%로 예상됨<sup>4)</sup>
  - 미국의 경우 937억 달러로 전체 시장의 41.2%를 점유하는 등 세계 생명공학 산업을 주도하고 있음
  - 유럽의 경우 490억 달러로 전체 생명공학 시장의 21.5%를 점유하고 있음
    - 유럽 국가 중 스페인의 생명공학 시장이 가장 커 80억 달러 규모를 형성하고 있으며, 영국은 72억 달러, 이탈리아 67억 달러 순으로 유럽 생명공학 산업을 이끌고 있음
    - 2008년~2013년 사이 연평균 성장률을 기준으로 볼 때 벨기에가 9.4%로 가장 높은 성장률이 전망되고 있으며, 이탈리아는 8.5%의 성장률로의 성장이 전망되어 향후 유럽 및 세계 시장에서의 입지가 확대될 전망
  - 아시아-태평양 지역의 2009년 생명공학 시장 규모는 486억 달러로 전체 생명공학 시장의 21.4%를 점유하고 있음
    - 일본이 200억 달러의 시장으로 전체 생명공학 시장의 8.8%를 점유, 아시아 지역에서 가장 큰 시장을 형성함
    - 한국의 2009년 생명공학 시장은 50억 달러로 전체 세계 시장의 2.2%를 점유하여 미미한 수준이나, 최근 3년간('07~'09) 21.3%의 높은 성장률로 성장하고 있음

4) 생명공학연구원, 생명공학 시장현황 및 전망분석 보고서, 2011.2



〈그림 2-2〉 세계 생명공학 시장규모 및 점유율(생명공학연구원, 2011)

〈표 2-4〉 글로벌 생명공학 시장현황 및 전망, 2008~2013, (단위: \$ 십 억)

국가명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	CAGR ('08~'13)
미국	91.9	93.7	101	108.9	117.3	126.4	6.6%
유럽	46.1	49	51.8	54.7	57.6	60.5	5.6%
스페인	7.6	8	8.3	8.8	9.2	9.8	5.0%
영국	7	7.2	7.3	7.5	7.7	7.9	2.3%
이탈리아	6.2	6.7	7.3	7.9	8.6	9.3	8.5%
독일	5.3	5.6	6	6.4	6.8	7.3	6.6%
프랑스	4.3	4.6	5	5.5	5.9	6.4	8.0%
네덜란드	0.34	0.35	0.79	0.40	0.42	0.45	5.9%
벨기에	4.9	5.4	6	6.5	7.1	7.7	9.4%
아시아-태평양	45.1	48.6	52.1	55.7	59.2	62.8	10.1%
일본	18.6	20	21.5	23.1	24.8	26.5	7.4%
중국	6.3	7.3	8.3	9.5	10.9	12.3	14.3%
한국 <sup>1)</sup>	4.21	4.99	5.44	6.15			15.5%
합계 <sup>2)</sup>	216.3	227.1	244.7	263.5	283.8	305.7	7.2%

주1) 지식경제부 보도자료(2013.4.19.)에 제시된 시장규모를 \$로 환산

(2013년 9월 30일 기준 1\$=1,073원)

주2) 글로벌 생명공학 시장 규모 합계는 상기 제시된 국가외에 모든 국가의 규모를 포함함

자료: Datamonitor, "Biotechnology : Global Industry Guide", 2009.10

## 나. 국내 생명공학산업 시장규모

- 2011년 국내 생명공학산업 생산규모는 총 6조 6,019억 원으로 전년대비 13.1% 증가, 최근 5년간('07~'11년)간 약 2배 수준으로 증가함(3.7조원→6.6조원)
- 연평균 증가율('07~'11년)도 15.5%로 제조업 12.2%, 전자산업 12.7%에 비해 높은 수준으로 조사됨

〈표 2-5〉 생명공학산업 생산규모 변화 추이(2007년~2011년)

(단위 : 십억원, %)

구분		2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	CAGR ('07~'11)
제조업	금액	948,643	1,122,986	1,121,973	1,283,491	1,502,353	12.2
	증감률	10.4	18.4	-0.1	14.4	17.1	
전자산업	금액	158,004	175,717	210,782	246,791	254,710	12.7
	증감률	4.5	11.2	20.0	17.1	3.2	
바이오산업	금액	3,714	4,512	5,355	5,838	6,602	15.5
	증감률	17.5	21.5	18.7	9.0	13.1	

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

〈표 2-6〉 생명공학산업 수급 변화(2007년~2011년)

(단위 : 억 원, %)

구분		2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	연평균 증감률
수급 (생산+수입)	금액	47,347	56,589	66,841	72,264	80,996	14.4
	증감률	15.6	19.5	18.1	8.1	12.1	
생산 (국내판매+수출)	금액	37,139	45,120	53,549	58,381	66,019	15.5
	증감률	17.5	21.5	18.7	9.0	13.1	
내수 (국내판매+수입)	금액	32,632	37,551	42,367	47,868	52,718	12.7
	증감률	18.9	15.1	12.8	13.0	10.1	

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

〈표 2-7〉 생명공학산업 분야별 수급 변화 추이(2007년~2011년)

(단위 : 억 원, %)

구 분	생 산							내 수						
	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	전년 대비 증감률	연평균 증감률	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	전년 대비 증감률	연평균 증감률
전 체	37,139	45,120	53,549	58,381	66,019	13.1	15.5	32,632	37,551	42,367	47,868	52,718	10.1	12.7
바이오의약산업	16,858	20,245	24,921	24,052	26,076	8.4	11.5	20,581	23,104	25,363	26,557	28,306	6.6	8.3
바이오화학산업	2,339	2,767	3,303	3,206	4,677	45.9	18.9	2,734	3,176	3,721	3,366	4,552	35.2	13.6
바이오식품산업	13,161	13,564	15,593	23,692	27,243	15.0	19.9	3,953	4,349	5,148	10,223	12,197	19.3	32.5
바이오환경산업	2,008	2,141	2,281	1,060	1,092	3.0	-14.1	1,981	2,066	2,192	1,037	1,066	2.8	-14.4
바이오전자산업	579	622	699	1,212	1,822	50.3	33.2	238	272	369	489	238	-51.3	0.0
바이오공정 및 기기산업	848	2,640	2,127	963	794	-17.6	-1.6	1,856	2,495	2,952	2,405	2,479	3.1	7.5
바이오에너지 및 자원산업	254	632	1,208	2,581	2,713	5.1	80.8	284	791	1,216	2,437	2,564	5.2	73.3
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업	1,092	2,509	3,417	1,615	1,602	-0.8	10.1	1,005	1,298	1,406	1,355	1,316	-2.9	7.0

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

〈표 2-8〉 생명공학산업 수출 변화 추이(2007년~2011년)

(단위 : 억 원, %)

구 분		2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	연평균 증감률
수 출	금 액	14,715	19,038	24,474	24,396	28,278	17.7
	증감률	9.0	29.4	28.6	-0.3	15.9	

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

〈표 2-9〉 생명공학산업 수입 변화 추이(2007년~2011년)

(단위 : 억 원, %)

구 분		2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	연평균 증감률
수입	금 액	10,208	11,469	13,292	13,883	14,978	10.1
	증감률	9.1	12.3	15.9	4.4	7.9	

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

〈표 2-10〉 2011년 생명공학산업 주요 수출 제품

(단위 : 백만 원, %)

순위	코드명	제 품 명	수출액	구성비
1	3050	사료첨가제	1,088,476	38.5
2	3030	식품첨가물	373,617	13.2
3	1030	백신	251,849	8.9
4	1020	항암제	245,145	8.7
5	1090	진단키트	133,110	4.7
6	5040	바이오센서	89,843	3.2
7	1010	항생제	85,959	3.0
8	1060	혈액제제	70,614	2.5
9	1000	기타바이오의약품	69,374	2.5
10	5000	기타바이오전자제품	68,069	2.4
11	1040	호르몬제	58,339	2.1
12	3020	아미노산	42,402	1.5
13	1100	동물약품	35,034	1.2
14	2030	연구실험용효소및시약류	26,978	1.0

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

- 생명공학산업 분야별 생산규모는 바이오식품(41.3%)과 바이오의약(39.5%)이 전체의 80.8%를 차지
  - 생산증가율은 바이오화학(45.9%), 바이오전자(50.3%)가 가장 크게 증가함
    - 바이오화학: 식물 바이오매스를 원료로 하여 화학제품을 제조하는 산업
    - 바이오전자: 전자기술과 생명공학기술을 이용하여 의료·분석 목적의 제품을 제조하는 산업

〈표 2-11〉 생명공학산업 분야별 생산규모 변화 추이(2010년~2011년)

(단위 : 억원, %)

구분	2010년	비중	2011년	비중	증감률
바이오의약	24,052	41.2	26,076	39.5	8.4
바이오화학	3,206	5.5	4,677	7.1	45.9
바이오식품	23,692	40.6	27,243	41.3	15.0
바이오전자	1,212	2.1	1,822	2.7	50.3
기타	6,219	10.6	6,201	9.4	-0.3
전체	58,381	100	66,019	100	13.1

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

- 생명공학산업 수출규모는 2011년 2조 8,278억 원으로 '07년~'11년 연평균 17.7% 증가하여, 동 기간 연평균 수입 증가율 10.1%보다 높은 수치를 보임('11년 수입 규모는 1조 4,978억 원)
  - 수출액 및 비중 : 사료첨가제(1조 885억 원, 38.5%), 식품첨가물(3,736억 원, 13.2%), 백신(2,518억 원, 8.9%), 항암제(2,451억 원, 8.7%) 순
- 생명공학산업 내수규모는 2011년 5조 2,718억 원으로 2010년(4조 7,868억 원) 대비 10.1% 증가하였으며, '07년(3조 2,632억 원) 대비 61.6% 성장하였음

(단위 : 억원)



자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

<그림 2-3> 생명공학산업 수급 변화 추이(2007년~2011년)

- 생명공학산업 투자규모는 2011년 1조 2,915억 원으로 2010년(1조 205억 원) 대비 26.6% 증가
  - 바이오산업 분야별 투자규모는 바이오의약의 비중(66.7%) 및 증가율(34.8%) 이 가장 높음

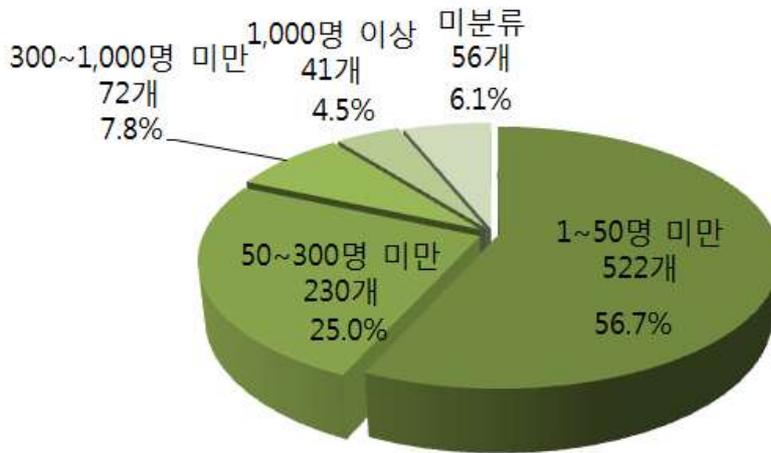
<표 2-12> 생명공학산업 분야별 투자규모 변화 추이(2010년~2011년)

(단위 : 억원, %)

구분	2010년	비중	2011년	비중	증감률
바이오의약	6,390	62.6	8,611	66.7	34.8
바이오화학	1,267	12.4	1,521	11.8	20.0
바이오식품	1,240	12.2	1,530	11.8	23.3
기타	1,308	12.8	1,253	9.7	-4.2
전체	10,205	100	12,915	100	26.6

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

- 생명공학산업 관련 기업규모는 '50명 미만'이 전체의 절반이 넘는 56.7%를 차지하고 있음
- 본사기준 소재지는 서울에 가장 많이 위치해 있으며, 사업장기준 소재지로는 경기도에 가장 많이 위치함(사업장은 공장>연구소>본사의 순서로 소재지 분석)



〈그림 2-4〉 생명공학산업체의 종사자 규모별 분포(2011년 국내 바이오산업 실태조사)

(단위 : 개)



〈그림 2-5〉 생명공학산업체의 소재지별 분포(2011년 국내 바이오산업 실태조사)

- 생명공학산업 2011년 종사인력은 연구(10,622명), 생산(11,470명)과 영업/관리(13,504명) 인력을 포함하여 35,596명으로 파악

- 연구·생산인력의 경우 박사(7.0%), 석사(25.7%), 학사(29.8%)로 고학력자 비중이 높으나, '07년 대비 다소 하락한 것으로 조사(2007년 박사 8.1%, 석사 30.9%, 학사 34.6%)

〈표 2-13〉 생명공학산업 분야별 종사자 인력 분포(2011년 기준)

(단위 : 개, 명, %)

구 분		업체수	연구인력	생산인력	영업/관리	계	산업별 구성비
전 체	인력	921	10,622	11,470	13,504	35,596	100.0
	비율	100.0	29.8	32.2	37.9	100.0	
바이오의약산업		275	4,144	4,716	7,149	16,009	45.0
바이오화학산업		195	2,312	1,521	1,151	4,984	14.0
바이오식품산업		206	1,833	3,363	3,163	8,359	23.5
바이오환경산업		74	350	396	471	1,217	3.4
바이오전자산업		27	310	451	224	985	2.8
바이오공정 및 기기산업		67	368	404	413	1,185	3.3
바이오에너지 및 자원산업		20	283	466	420	1,169	3.3
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업		57	1,022	153	513	1,688	4.7

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

〈표 2-14〉 생명공학산업 부문 연구·생산인력의 학위별 변화 추이(2007~2011년)

(단위 : 명, %)

구 분	2007년		2008년		2009년		2010년		2011년		전년 대비 증감	
	인원	구성비	인원	증감률								
전 체	20,236	100.0	20,547	100.0	22,817	100.0	21,357	100.0	22,092	100.0	735	3.4
박 사	1,648	8.1	1,599	7.8	1,632	7.2	1,472	6.9	1,555	7.0	83	5.6
석 사	6,259	30.9	6,247	30.4	6,660	29.2	5,493	25.7	5,686	25.7	193	3.5
학 사	6,998	34.6	7,365	35.8	8,992	39.4	6,712	31.4	6,575	29.8	-137	-2.0
기 타	5,331	26.3	5,336	26.0	5,533	24.2	7,680	36.0	8,276	37.5	596	7.8

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부

## 다. 국내 생명산업 시장규모

- 2010년 기준 농식품 생명산업의 전체 시장규모는 2008년 116조 4,520억 원에서 14% 증가한 132조 7,910억 원임
- 국내총생산(GDP)중 농식품분야 생명산업이 11.3% 차지(2010년 GDP 1,173조)
- 의약품(인체)를 제외함

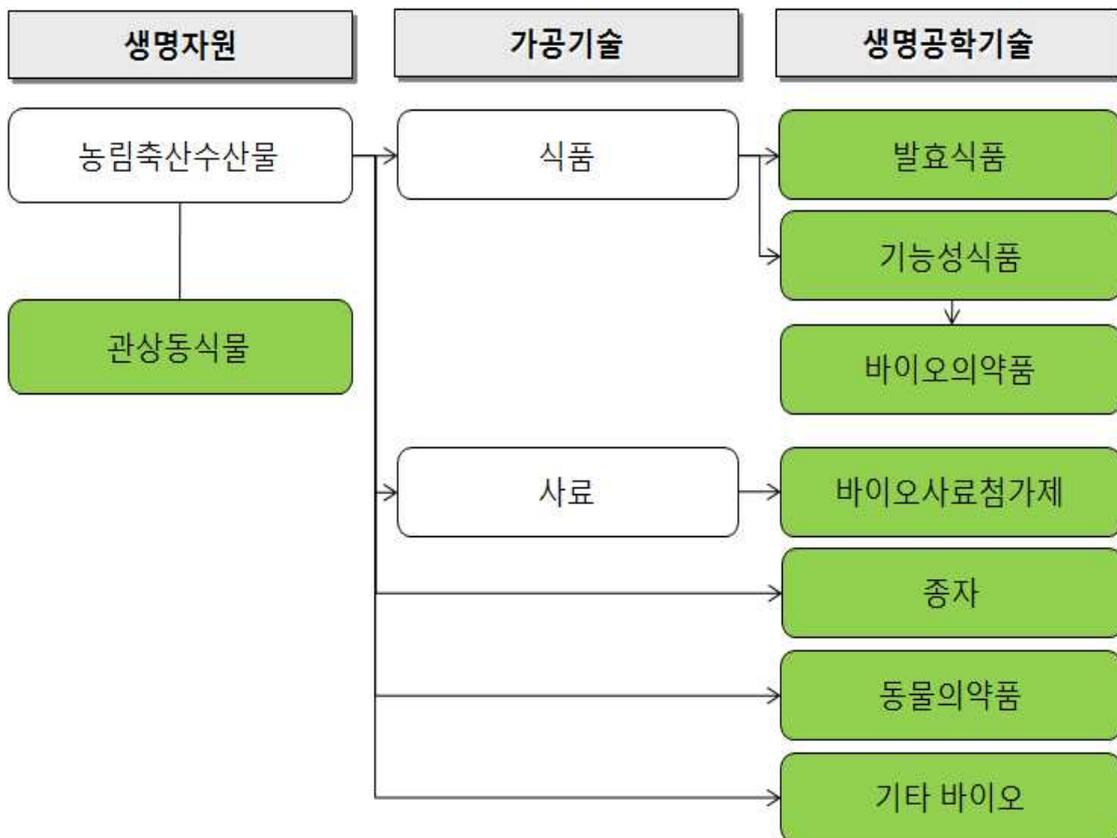
〈표 2-15〉 농식품 분야 생명산업 시장규모(2010년 기준)

(단위 : 십억 원, %)

구분	2008년	2010년	증가율	비고	
전체	116,452	132,791	14.0		
농림수산업	46,030	50,949	10.7	농축산업 41,677, 임업 1,846, 수산 7,426	
식품	55,211	63,725	15.4	발효식품 2,365, 기능성식품 1,067	
배합사료	7,226	8,206	13.6		
종자	1,500	1,340	-10.7	농산 510, 축산 607, 수산 202	
관상동식물	1,407	2,097	49.0	애완 1,916, 곤충 181, 관상어 제외	
생명공학 산업	바이오의약	2,025	2,405	18.8	
	바이오사료첨 가제	837	1,387	65.7	
	기타바이오	1,131	1,064	-5.9	바이오화학 321, 바이오환경 106, 바이오전자 121, 바이오공정 96, 바이오에너지 258, 바이오검정 162
의약품	동물	566	636	12.4	국내 판매 551, 수출 85
	인체	13,894	15,710	13.1	

자료: '11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부  
한국농촌경제연구원, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 2012

- 생명산업은 크게 생명자원 그 자체와 이를 이용하여 가공한 산업, 그리고 생명공학기술을 이용한 고부가가치 생명산업을 구분할 수 있음
  - 생명자원 그 자체를 활용한 분야로는 농림축산물과 수산물로 구분됨
  - 생명자원을 가공한 분야로는 식품과 사료로 구분됨
  - 생명공학기술을 이용한 고부가가치 생명산업으로는 발효식품, 기능성식품, 바이오사료첨가제, 종자, 동물의약품, 바이오의약품, 관상동식물로 구분되며, 2010년 기준 약 10조 2,640억 원 규모임



〈그림 2-6〉 고부가가치 생명산업

### 3. 시장규모 현황 및 향후 전망

#### 가. 종자산업

- 2008년 기준 세계 시장규모는 695억 달러이며, 농작물분야가 367억 달러로 전체의 52.8%를 차지하고 있고, 다음은 축산 171억 달러(24.6%), 수산 157억 달러(22.6%) 순임
  - 다국적기업이 M&A를 통해 시장지배력을 확대하는 추세
    - 10대 다국적기업 세계시장 점유율: ('96) 14% → ('04) 49% → ('07) 67%
- 국내 종자산업의 규모는 10.5억 달러로 세계 시장규모의 1.51%에 불과함
  - 농작물은 4억 달러(38.1%), 축산(종축) 4.76억 달러(45.3%), 수산 1.58억 달러(15%)
  - 채소종자는 IMF 이후 다국적기업이 M&A를 통해 국내시장 진출
    - 5대 회사(농우바이오, 몬산토, 신젠타, 다끼이, 동부하이텍)가 시장의 80% 점유
- 수술전략 품종개발을 통해 수입대체 및 수출 확대 가능
  - 중국·인도 등의 경제성장에 따른 채소종자수요증가로 시장 확대 전망
  - 2011년 기준 종자 수출은 약 39백만 달러 수준(작물 10백만 달러, 채소 29백만 달러)

〈표 2-16〉 국내외 종자산업 시장규모

단위: 억 달러, 억 원

구분	농작물	축산(종축)	수산	산림	합계
세계시장 (A)	367	171	157	-	695
한국시장 (B)	4	4.76	1.58	0.18	10.5
(원화) <sup>1</sup>	5,104	6,074	2,016	230	13,398
B/A (%)	1.09	2.78	1.01	-	1.51

주1) 1\$=1,276원 적용

자료: International Seed Federation(ISF, 2009) 및 FAO

- 전 세계 농산물 종자시장 규모는 2008년 약 367억 달러에서 2012년 400억 달러, 2015년 468억 달러로 2008년 대비 28% 증가할 것으로 추정됨
- 국가별로는 종자 강국인 미국을 비롯하여 네덜란드, 프랑스, 독일 등의 유럽이 종자시장을 지속적으로 지배할 것으로 예상되는 가운데, 아시아 국가에서는 일본, 중국, 인도의 확대가 두드러질 것으로 전망됨

〈표 2-17〉 세계 농산물 종자 판매액 전망

(단위: 백만 달러)

	2011	2012	2013	2014	2015
미국	9,681	10,125	10,595	11,094	11,622
캐나다	725	753	783	815	849
일본	2,068	2,167	2,272	2,384	2,504
유럽	9,878	10,366	10,887	11,443	12,037
아시아-태평양	10,032	10,573	11,151	11,770	12,434
라틴아메리카	4,594	4,816	5,051	5,301	5,568
기타	1,521	1,574	1,630	1,689	1,752
합계	38,499	40,373	43,368	44,496	46,766

자료: Global Industry Analysts, Inc., 'Seeds a global strategic business report', 2008.3

## 나. 발효식품 · 기능성식품 · 바이오의약품

- 세계 기능성식품 시장규모는 738억 달러 수준이며, 2013년까지 883억 달러 수준으로 성장이 예상됨(2008, Euromonitor)
- 식품제조업의 시장규모는 2005년 43조 6,682억 원이었던 것이 2010년 63조 7,250억 원으로 성장
  - 기능성식품은 2005년 6,860억 원에서 2010년 1조 670억 원으로 약 50% 성장
  - 전통발효식품은 2007년 1조 9,617억 원에서 2010년 2조 3,654억 원으로 증가

〈표 2-18〉 국내 식품 시장규모

단위: 억 달러, 억 원

연도	음식료품 제조업	기능성식품	전통·발효식품
2005	436,682	6,860	
2006	443,814	7,010	
2007	481,491	7,240	19,617
2008	552,117	8,030	22,218
2009	607,713	9,600	22,494
2010	637,250	10,670	23,654

자료: 식품의약품안전처, 식품의약품통계연보, 2011년

: 식품의약품안전처, 식품 및 식품첨가물 생산실적, 2011년

- 바이오의약품의 세계 시장규모는 2008년 1,046억 달러, 2010년 1,442억 달러 수준(2008, IMS)
  - 국내 시장규모는 2008년 2조 245억 원, 2010년 2조 4,052억 원 수준('11년도 국내 바이오산업 실태조사, 산업통상자원부)

○ 2010년 기준 바이오의약은 2조 4,052억 원, 바이오식품은 2조 3,692억 원 규모임

〈표 2-19〉 바이오의약 및 바이오식품의 시장규모(2010년)

단위: 백만 원

구분		국내판매액	수출액	합계
바이오의약	항생제	66,934	120,222	187,156
	항암제	41,693	162,451	204,144
	백신	378,321	289,887	668,208
	호르몬제	102,118	65,354	167,472
	면역제제	66,735	6,436	73,171
	혈액제제	334,743	53,418	388,161
	성장인자	2,050	44	2,094
	신개념치료제	42,992	2,061	45,053
	진단키트	45,729	68,304	114,033
	동물약품	50,492	29,566	80,058
	기타	424,084	51,577	475,661
	소계	1,555,891	849,320	2,405,211
바이오식품	건강기능식품	124,642	29,209	153,851
	아미노산	949	23,743	24,692
	식품첨가물	172,540	390,414	562,954
	발효식품	102,142	5,574	107,716
	사료첨가제	498,717	887,828	1,386,545
	기타	113,877	19,585	133,462
	소계	1,012,867	1,356,353	2,369,220

자료: '10년 기준 국내 바이오산업 실태조사, 지식경제부, 한국바이오협회

○ 건강과 식생활을 통한 질병예방의 중요성에 대한 인식 제고로 기능성식품 및 의약 등의 수요 증가 예상됨

## 다. 바이오에너지 등 첨단 생명공학산업

- 바이오에너지의 세계 시장규모는 200억 달러로 추정되며(2010년), 2030년에는 10배까지 성장이 전망됨
  - 미국은 옥수수를 이용하여 바이오에탄올을, 독일은 유채를 이용한 바이오디젤을 생산
- 바이오에너지의 국내 시장규모는 2008년 현재 339억 원으로 추정됨
  - 바이오디젤의 경우 원료의 대부분을 외국에서 수입(약 164천톤, 2008년)하고 있으며, 이중 수입대두유(37%), 폐식용유(36%), 팜유(27%), 국산유채(0.1%)의 순
  - 바이오에탄올의 경우 전분질계(시범생산)와 셀룰로오스계(실험실 수준)를 이용하여 개발되고 있음
- 향후 바이오에너지는 화석연료 고갈, 기후변화 대응, 에너지 안보 등으로 그 수요가 증가할 것으로 예상됨

〈표 2-20〉 바이오에너지 및 자원의 시장규모(2010년)

단위: 백만 원

구분		국내판매액	수출액	합계
바이오에너지 및 자원	바이오연료	145,900	0	145,900
	인공종자 및 묘목	73,581	20,775	94,356
	실험동물	9,755	0	9,755
	유전자변형 동식물	930	19	949
	기타	5,991	1,156	7,147
	소계	236,157	21,950	258,107
바이오공정 및 기기	바이오반응기	145,900	0	145,900
	생체의료기기 및 진단기	73,581	20,775	94,356
	바이오공정 및 분석기기	9,755	0	9,755
	공장 및 공정 설계	930	19	949
	기타	5,991	1,156	7,147
	소계	236,157	21,950	258,107

〈표 2-20〉 바이오에너지 및 자원의 시장규모(2010년)(계속)

단위: 백만 원

구분		국내판매액	수출액	합계
바이오화학	바이오품분자	21,573	23,509	45,082
	산업용 효소 및 시약류	1,281	1,274	2,555
	연구실험용 효소 및 시약류	41,924	17,841	59,765
	바이오화장품 및 생활화학제품	129,169	15,189	144,358
	바이오농약 및 비료	29,889	1,100	30,989
	기타	35,678	2,205	37,883
	소계	259,514	61,119	320,632
바이오환경	환경처리용 미생물제제	31,451	2,891	34,342
	미생물 고정화 소재 및 설비	60,433	0	60,433
	바이오환경제제 및 시스템	5,000	0	5,000
	환경오염 측정시스템	4,000	0	4,000
	기타	2,168	12	2,180
	소계	103,052	2,902	105,954
바이오전자	DNA 칩	4,346	416	4,762
	단백질 칩	371	26	397
	세포칩	0	0	0
	바이오센서	43,322	72,738	116,060
	바이오멤스	0	0	0
	기타	0	0	0
	소계	48,039	73,181	121,220
바이오검정, 정보개발서비스 및 연구개발	바이오정보 서비스	357	0	357
	유전자관련 분석서비스	40,800	13,958	54,758
	단백질관련 분석서비스	1,248	92	1,341
	연구개발 서비스	22,138	6,541	28,679
	바이오안정성 및 생리활성	46,327	6,482	52,809
	진단 및 보관서비스	19,850	0	19,850
	기타	3,431	236	3,667
	소계	134,151	27,309	161,460

자료: '10년 기준 국내 바이오산업 실태조사, 지식경제부, 한국바이오협회

## 라. 동물의약품

- 동물의약품의 세계시장규모는 186억 달러로 성장 추세(연평균 6.3%)(농림수산식품부, 농림수산식품 생명산업 2020+ 발전전략, 2010)
  - EU의 경우 2006년 사료내 항생제 첨가 전면금지를 계기로 생약재 등의 항생제 대체 물질 개발 연구를 집중 진행
- 국내 동물의약품 전체 시장규모는 2005년 5,800억 원대였으나 수출액이 급감하면서 2007년과 2008년에는 4,000억 원 후반대로 감소한 후, 2010년에는 수출과 내수 시장이 확대되면서 6,000억 원을 상회한 6,360억 원으로 나타남
  - 국내 총판매액은 2005년 4,000억 원 초반 수준에서 점차 증가하여 2010년 5,514억 원으로 증가(한국농촌경제연구원, 생명산업의 현황 및 시장규모, 2012)
  - 수출액은 2005년과 2006년에 1,000억 원을 상회했으나, 2007년 500억 원 이하로 감소했다가 그 이후 서서히 증가해 800억 원대 수준으로 회복

〈표 2-21〉 동물의약품 시장규모 추정

단위: 억 원

연도	국내 총판매액				수출액	총시장규모
	사료첨가	동물투여	원료	계		
2005	1,045.6	2,850.4	271.3	4,167.3	1,672.2	5,839.5
2006	871.7	2,958.6	290.2	4,120.5	1,210.9	5,331.4
2007	890.7	3,038.8	169.6	4,099.1	457.6	4,556.7
2008	1,051.1	3,089.5	153.0	4,293.6	598.0	4,891.6
2009	1,219.2	3,350.1	133.7	4,703.0	854.6	5,557.6
2010	1,291.1	4,075.5	147.8	5,514.4	846.3	6,360.7

자료: 한국동물약품협회 내부자료

- 향후 세계일류 상품을 육성으로 세계시장 진출 확대 가능
  - 수출상대국 (85개, 2009년)은 대부분 동남아시아 및 아프리카에 위치
  - 최근 3년간 수출실적은 2007년 49백만 달러, 2008년 54백만 달러, 2009년 74백만 달러임

## 마. 애완 · 관상동식물

### (1) 애완견

- 전세계적으로 애견 등 반려동물과 관련한 산업은 성장 추세임(농림수산식품부, 농림수산식품 생명산업 2020+ 발전전략, 2010)
  - 미국의 경우 약 50조 원, 일본의 경우 약 12조 원
- 애완견(반려견)의 2010년 기준 전체 국내시장 규모는 1조 9,160억 원
  - 반려견 시장규모가 1조 8,360억 원이며(농촌진흥청, 인테러뱅 43호, 2011.11), 분양견 시장규모는 800억 원(인터넷한국일보, 급성장하는 애완동물 용품산업, 2011.7.14.)
  - 반려견 관련시장은 연평균 11% 성장률로 1995년 5,000억 원에서 2010년 1.8조 원 규모로 성장함
    - 시장규모 (조 원): 1995년 0.5 → 2002년 1 → 2003년 1.2 → 2010년 1.8
  - 반려견 수는 2010년 기준 약 250만 마리로 추정되며, 연평균 관리비용은 마리당 73.4만원 수준
    - 관리비용: 서울·경기지역은 연평균 81.6만원(2006년, 한원숙)이며, 지방까지 고려할 경우 90% 수준을 적용하면 73.4만원으로 추정
  - 관련 시장 중 가장 큰 분야는 의료 및 미용시장으로 1.1조 원(57.5%), 사료 및 식품시장 4,957억 원(25.9%), 의류 및 용품 1,836억 원(9.6%), 기타서비스 551억 원(2.9%)으로 추정
- 반려견 시장은 반려동물 등록제 시행 및 소득 증대, 핵가족화, 고령화, 독신가구

증가로 지속적인 성장이 예상

- 등록제 시행으로 애완견이 반려견 문화로 이어지고, 사료 및 의료의 수준도 고  
급화되어 시장은 지속적으로 성장이 예상됨
- 낮은 출산율, 고령화로 정서적 유대감을 원하는 계층의 반려견에 대한 선호도  
가 높아질 것

〈표 2-22〉 애완견 관련 산업 규모(2010년)

구분	시장규모(억 원)	비율(%)
의료 및 미용	11,016	57.5
사료 및 식품	4,957	25.9
의류 및 용품	1,836	9.6
기타 서비스	551	2.9
분양건	800	4.2
합계	19,160	100.0

자료: 농촌진흥청, 인테러뱅 43호, 2011.11

: 인터넷한국일보, 급성장하는 애완동물 용품산업, 2011.7.14

## (2) 곤충

- 국내 곤충산업 규모는 1,805억 원으로 화분매개곤충이 597억 원으로 가장 많으며, 다음으로 지역행사곤충 427억 원, 학습·애완곤충 423억 원 순

〈표 2-23〉 국내 곤충산업 시장규모 추정

활용분야	대상곤충종류	시장규모(억 원)		
		2009년	2010년 <sup>1</sup>	2015년 추정
학습·애완곤충	장수풍뎅이, 사슴벌레, 꽃무지 등 50여 종	400	423	540
화분매개곤충	뒤영벌, 가위벌, 꿀벌 등	540	597	880
천적곤충	무당벌레, 잔디혹파리, 칠레이리응애 등 34종	230	242	300
지역행사곤충	나비류, 반딧불이 등	400	427	560
사료용·의약용	동애등애, 풍뎅이 유충, 거미, 거머리 등	0	117	700
합계		1,570	1,805	2,980

1: 2010년 자료는 2009년과 2015년간의 평균 증가율을 감안하여 추정함

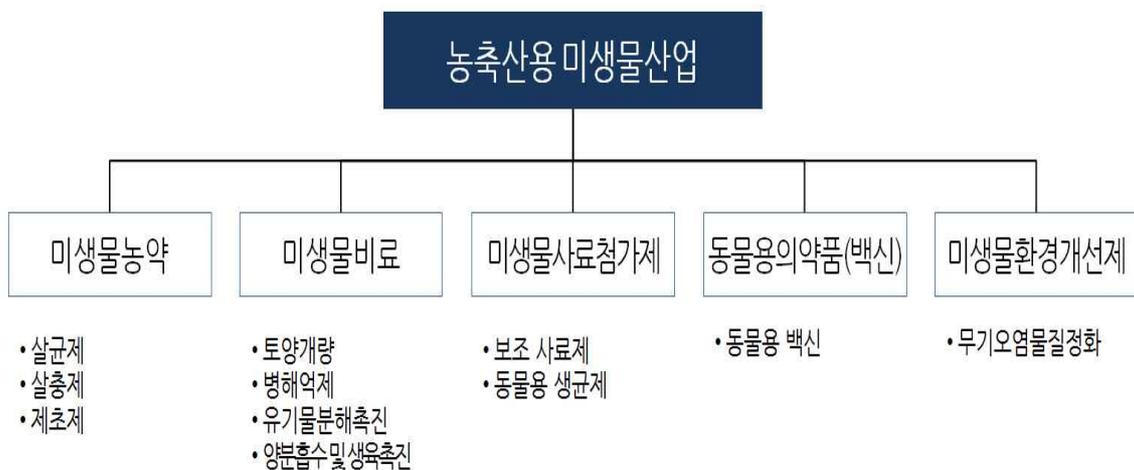
자료: 농식품부, 제1차 곤충산업육성 5개년 계획(안), 2011

: 한국농촌경제연구원, 한국양봉협회(꿀벌 화분매개 시장규모, 2010)

## 바. 미생물산업<sup>5)</sup>

### (1) 분류

- 미생물산업은 세균, 곰팡이, 바이러스, 원생동물 등 살아있는 미생물을 이용한 농축산 용 제품·서비스 산업으로 친환경농업의 기반이 되는 산업임
- 농축산용 미생물산업의 범위를 미생물농약, 미생물비료, 미생물사료첨가제, 동물용의약품(백신), 미생물환경개선제의 5개 분야로 설정



〈그림 2-7〉 농축산용 미생물산업 범위

5) '농축산용 미생물산업육성지원센터 설립 기본조사, 농림축산식품부, 2013'을 재구성함

- 미생물 제품은 화학제품과 비교하면 기술적 한계로 효능이 불안정하지만 친환경적이라는 장점이 있음

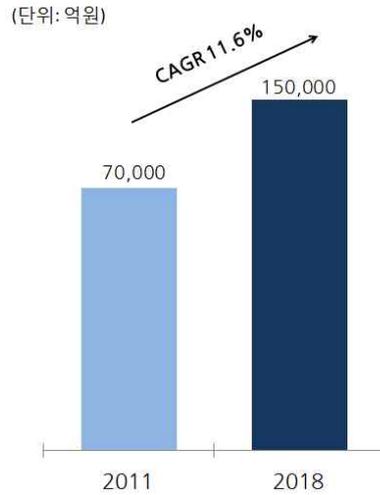
〈표 2-24〉 미생물제품과 화학제품의 비교

구분	미생물 제품	화학 제품
효능	- 효능의 지속성 - 기술적 한계로 효능이 불안정 (기술발전 필요)	- 안정되고 우수한 효능 - 특정목적에 한정된 효능
안전성	- 인체 및 생태계 안전성 우수	- 엄격한 독성실험 필요
사업성	- 친환경농업으로 고성장(10-20%), 초기성장단계 - (개발) 3년, 50-100억원 - 성공확률: 1/2,000	- 친환경농업으로 수요 감소 - (개발) 7-10년, 2,000억원 - 성공확률: 1/150,000

자료: 생물농약의 연구개발 동향, Bioin 스페셜 WebZine, 2009년 10호

## (2) 해외 시장규모

- 2011년 해외 농축산 미생물제품 시장규모(동물용의약품, 환경개선제 제외)는 7조원이고 연평균 성장률이 11.6%로 2018년 15조원에 이를 것으로 전망.
  - 친환경 농산물 수요 증대, 항생제사료첨가제 사용금지 등으로 농축산 미생물제품 수요가 급성장하고 있음
    - 식품안전에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 친환경농산물 수요 및 시장 규모는 확대될 것으로 전망
- 미생물농약, 미생물사료첨가제, 미생물비료의 연평균성장률은 2011년에서 2018년까지 11.6%로 예측



〈그림 2-8〉 해외 농축산 미생물 제품 시장 전망

〈표 2-25〉 해외 농축산 미생물 산업 시장 전망

(단위: 조 원)

구분	2011년	2018년	연평균 성장률
미생물농약	0.7	1.9	15.5%
미생물비료	4.4	10.2	12.9%
미생물사료첨가제	1.9	3.0	6.7%
합 계	7.0	15.1	11.6%

자료: Transparency Market Research 웹사이트 조사, 2013

### (3) 국내 시장규모

- 현재 국내 농축산 미생물산업이 명확히 정의되어 있지 않아 시장규모는 정확히 파악하기는 어려우나, 산업계 전문가들은 4,720억 원으로 절대규모가 크지 않은 것으로 추정

## 4. 국내외 기술현황 및 발전 가능성

### 가. 생명공학기술 수준<sup>6)</sup>

- 농림수산물에서 육성해야 하는 산업과 생명산업과의 관계된 핵심 전략 기술 개발 분야는 생산시스템, 자원·환경·생태기반, 생산·가공, 유통·식품, IT·BT, 문화산업 총 7개 산업으로 분류
  - 7대 산업은 20대 세부산업으로 구분되고, 세부산업별 생명공학기술은 50개로 세분할 수 있음
  - 생명공학 범위에 맞춰 50개 생명공학기술을 분류하면, 생명공학(협의) 13개, 생명공학(광의) 1개, 생명산업(협의) 23개, 생명산업(광의) 10개, 범위에 해당하지 않는 것 3개로 분류됨

〈표 2-26〉 농림수산물 육성 7대 산업과 생명산업과의 관계 및 기술수준

7대 산업	20대 세부산업	중점 전략기술	생명산업 범위	기술수준	
				현재	2014년
생산 시스템	기계·설비·자재산업	환경친화형·생산비 절감기술	△	62	78
		지능형 농어업기계·첨단 융복합 생산 및 효율증진기술	□	66	81
	종자산업	우수 농림축수산 종자육성 및 생산기술	■	67	80
		농림수산 유전자원 보존 및 정보화	■	68	82
비료·농약 산업	친환경 농자재(비료·농약) 개발	■	66	82	
자원·환경·생태 기반	기후변화 대응·환경 생태	기후변화 적응 및 생태환경 건강진단 관리기술	△	66	83
		탄소저장 및 평가기술	△	65	84
		자원순환형 친환경 생산기술	□	65	83
	토양·수자원 관리	수자원 확보 및 관리기술	△	71	86
		토양검정 및 작물영양 종합관리기술	□	70	85
	재해·질병 방제	인수공통 전염병 진단 및 제어기술	■	65	81
		가축질병 예방·제어 기술	■	65	82
		재해방지 및 산림 복원·복구기술	△	72	86
	작물·산림 병해충 예찰 및 방제기술	□	68	81	

6) '농림수산물기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010'과 '한국농촌경제연구원, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 2012'를 재구성함

〈표 2-26〉 농림수산물 육성 7대 산업과 생명산업과의 관계 및 기술수준(계속)

7대 산업	20대 세부산업	중점 전략기술	생명산업 범위	기술수준	
				현재	2014년
생산 및 가공	식량작물 생산	식량작물 육성 및 생산기술	□	72	82
		식량작물 부가가치 향상기술	□	71	83
	원예·특용작물 생산	원예·특용작물 육성 및 생산기술	□	72	82
		농산물 품질관리 교육	□	69	84
	축산물 생산	축산물 고품질 안전 생산기술	□	68	82
	산림자원 조성·생산	우수 산림자원 육성 및 이용기술	□	78	91
		산림작업시스템 기술	×	72	87
	양식업	환경친화형 양식시스템 및 생산기술	□	69	80
	해외농림수산업	수출용 농축산물 생산·유통기술	□	61	78
		농수축산물 해외생산기술	□	57	79
		국제협력과 해외임업	□	70	91
		해외 신어장 탐색 및 개발	□	80	94
		다확성 및 원양 수산물 고도 이용기술	□	70	77
	목재산업	목재성능 및 목구조 기술	×	76	86
		목재가공기술 및 목질재료기술	×	63	81
		목재화학 및 펄프·제지기술	△	68	83
산림경영 및 정책개발		□	72	85	
유통 및 식품	전통식품·한식세계화	생물전환 및 발효기술	■	67	86
		전통식품기술	□	70	88
		한식 상품화기술	□	60	87
	식품안전	농축수산물 품질 및 안전성 관리기술	□	72	84
		식품위해인자 검출 및 추적기술	■	65	86
		식품 품질관리 유통기술	□	64	86
	식품가공·제조	저탄소 녹색 및 첨단 융·복합 식품개발	■	63	81
		식품 기능성 탐색 및 특수목적 식품개발	■	63	85
		식품 신소재 개발	■	65	84
	동물·식의약품 및 소재	BT 융합기술 산업화기술	■	64	80
		기능성 신소재 개발	■	62	76
	바이오에너지	바이오에너지 생산 및 시스템 개발	■	58	78

〈표 2-26〉 농림수산물 육성 7대 산업과 생명산업과의 관계 및 기술수준(계속)

7대 산업	20대 세부산업	중점 전략기술	생명산업 범위	기술수준	
				현재	2014년
IT·BT 융합	융복합·정보 기술	IT기반 센싱 및 정밀농업기술	□	66	84
		IT·BT 융합 농림축수산 고유유전자 대량 발굴시스템 구축	■	64	81
		지리정보 이용 농림수산업 환경 예·계측 및 자원조사기술	△	69	84
문화	문화·관광·휴양	농림어업·농산어촌 환경자원 유지 및 이용 기술	△	68	86
		수목원조성 및 경관 관리	△	75	90
		산림휴양·보건 및 산림문화·교육	△	71	87
		반려·레저동물자원 활용기술	□	54	72

주: ■-생명공학산업(협의), ▣-생명공학산업(광의), □-생명산업(협의), △-생명산업(광의), ×-관계없음

자료: 농림수산물기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010

- 선진국 기술수준을 100으로 가정했을 때 우리나라는 현재 66~68% 수준으로 열위에 있으며, 2014년에는 80~82%까지 높아질 것으로 전망
- 생명산업 전문가 설문조사결과에 의하면, 우리나라 농식품분야 생명공학 기술은 선진국 대비(100% 기준) 현재 69%로 나타남
  - 기술수준이 높은 것은 세포 및 조직공학기술 73.9%, 유전자 공학기술 73.3%, 생물자원 생산 및 이용기술 생물공정 기술 71.3%, 생물공정기술 72.3% 임
  - 기술수준이 낮은 것은 생물안정성 및 효능평가 62.6%, 환경공학 및 바이오에너지 63.9%임
  - 단일기술로 높은 것은 세포배양 83.5%, 조직배양 78.9%, 발효기술 77.9%, 미생물 76.4%, 식품공학 75%, 생물다양성 보존 70%임
  - 단일기술로 낮은 것은 환경오염관리, 해양·담수, 생물재해관리, 효능 평가, 안전성 관리, 안전성 평가 등은 약 60% 수준임
- 2020년 기술수준 전망에 대해 선진국(5.0점 만점) 기준으로 우리나라는 현재 3.1점으로 낮게 평가함

- 유전공학기술이 3.6점, 생물공정기술이 3.4점, 세포 및 조직공학기술이 3.3점으로 세계 기술수준에 비해 낮지만 우리나라 기술내에서는 상대적으로 높은 수준
- 환경, 바이오에너지, 생물안전성, 효능 평가기술 수준은 3.0 이하로 낮게 평가됨

〈표 2-27〉 농식품분야 생명공학기술수준의 선진국과 비교

관련기술		현재기술수준		2020년 전망	
		선진국(100)	평균	선진국(5.0)	평균
유전자공학기술	유전자변형(동물, 식물, 미생물)	73.3	73.3	3.6	3.6
세포 및 조직 공학기술	기능성 지사체개발	66.9	73.9	3.1	3.3
	조직배양, 조직조작	78.8		3.5	
생물공정기술	발효기술	77.9	72.3	4.1	3.4
	세포배양	83.5		3.6	
	생물전환	68.8		3.2	
	생물분리공학	68.8		3.2	
	산업적 기술	62.3		3.1	
생물자원 생산 및 이용기술	식물	78.9	71.3	3.5	3.2
	동물	75.7		3.4	
	미생물	76.4		3.4	
	곤충	67.5		2.8	
	해양·담수	60.8		2.6	
	식품공학	75.0		3.5	
	생물소재화	66.4		3.1	
생물다양성 보존	70.0	2.9			
환경공학 및 바이오에너지	청정기술(생물농약)	70.4	63.9	3.1	2.8
	환경오염 관리	60.8		2.7	
	바이오에너지	60.4		2.7	
생물안전성 및 효능 평가	안전성 평가	65.0	62.6	3.0	2.8
	안정성 평가	63.8		2.9	
	환경영향 평가	61.2		2.8	
	생물재해 관리	61.2		2.6	
	효능 평가	61.9		2.8	
평균		69		3.1	

## 나. 특허분석에 의한 생명공학기술의 질적 수준<sup>7)</sup>

- 특허의 질적 수준을 파악하기 위해 특허활동지수를 이용함
  - 특허활동지수로는 인용도지수, 영향력지수, 기술력지수가 있음
    - 인용도지수는 전체 특허등록 건수 중에서 피인용 횟수
    - 영향력지수는 전체 인용도 지수 중에서 특정 출원인의 인용도 지수
    - 기술력지수는 특허 건수에 인용도 지수를 곱한 것

〈표 2-28〉 특허기술의 질적 분석을 위한 지표

분석지표	약어	계산식
인용도 지수	CPP (Cites per Patent)	$\frac{\text{피인용 횟수}}{\text{전체 등록 건수}}$
영향력 지수	PII (Patent Impact Index)	$\frac{\text{특정 출원인의 인용도 지수}^1}{\text{전체 인용도 지수}}$
기술력 지수	TS (Technology Strength)	$NP(\text{특허수}) \times PII$

주1: 특정 출원인의 인용도 지수는 어떤 특정 출원인의 특허를 여러 사람이 인용한 비중

- 생명산업보다 작은 개념의 생명공학산업 분야 기술력 수준은 높음
  - 1990년 기술력 수준은 세계 15위였으나, 2010년 8위로 급성장
    - 1990년에 생명공학산업 분야의 특허수가 6건 밖에 되지 않으나, 인용도 지수(27.16)와 영향력지수(1.31)가 다른 국가들에 비해 월등히 우수한 수준
    - 출원 및 등록된 특허수가 너무 적어 기술력지수(7.90)는 상대적으로 낮은 편
    - 2010년 총 363건으로 출원국 중 여섯 번째로 다출원 국가에 속하면서 1990년에 비해 빠른 속도로 발전

7) '농림수산식품기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010'과 '한국농촌경제연구원, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 2012'를 재구성함

〈표 2-29〉 생명공학산업분야의 특허활동 지수 변화

1990년						2010년					
순위	국가	특허수	인용도	영향력	기술력	순위	국가	특허수	인용도	영향력	기술력
1	US	2,432	24.0	1.16	2,825.9	1	US	16,023	0.18	1.18	18,864.8
2	JP	404	12.0	0.58	235.9	2	JP	1,372	0.09	0.61	831.3
3	GB	142	15.1	0.73	103.9	3	EP	1,663	0.07	0.43	713.5
4	DE	169	12.5	0.61	102.3	4	GB	725	0.10	0.69	497.5
5	FR	107	14.2	0.69	73.6	5	DE	387	0.12	0.81	314.2
6	CH	32	14.9	0.72	23.1	6	FR	313	0.10	0.67	209.5
7	SE	24	18.0	0.87	20.9	7	AU	223	0.13	0.82	183.3
15	KR	6	27.2	1.32	7.9	8	KR	363	0.05	0.34	124.4

#### 다. 특허분석에 의한 농업분야기술 개발분야<sup>8)</sup>

- 특허분석 결과 농업분야의 미래유망 연구테마는 GMO 및 LMO에 해당하는 형질전환 식물체를 통한 신식품종 개량과 동물모델을 활용한 질환관련 치료제 등이 도출됨
- 종자산업 활성화를 위한 육종 기술개발에 필요한 생물자원 탐색 및 확보 기반 기술 개발 및 인프라 구축을 지원(식물품종 개량)하고, 전통적 방식의 육종기술과 함께 고부가 GM 작물 등 바이오기술이 융합된 첨단 육종기술을 개발해야 함
- 동물형질전환 기술개발 및 고생산·고효율 형질전환 동물모델을 개발하고(LMO 기술개발), 치료용 단백질, 항체, 백신 등 바이오의약품 생산용 형질전환 식물체의 개발과 식물공장의 기술개발 및 안정성 문제 등 제도적 개선과 이에 따른 연구 환경의 활성화 및 인프라의 구축이 필요

8) '농림수산식품기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010'과 '한국농촌경제연구원, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 2012'를 재구성함

- 살균 및 살충제 기술개발을 위해 곤충병원성 균주 등을 수집 및 보존할 수 있는 전문기관에 대한 인프라 구축이 필요(생물학적 방제기술). 또한 방제기술의 조기 실용화를 위한 다양한 연구분야와 연계지원 및 산·학·연 협동연구가 필요
- 인삼 및 매실 등의 발효를 통한 와인 제조와 대량생산을 위한 플랫폼 기술 개발이 필요
  - 대량생산을 통해 발효된 주류의 장기보관을 위한 보존제 개발 및 저장용 탱크 기술 개발 필요

〈표 2-30〉 농식품분야에 대한 미래유망 연구테마

분야	글로벌동향	국내동향	미래유망 연구테마
농업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열대식물 및 관상용 식물 등 다양한 식물품종에 대한 관련 연구 활발</li> <li>• 동물모델 형질전환 및 줄기세포 연구 등 관련 연구분야 새롭게 부각</li> <li>• 식물관련 유전자 조합인 형질전환 식물체에 대한 재배품종 연구영역 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LMO에 대한 관심이 급증하면서 형질 전환 식물체 및 동물모델에 대한 연구 영역 확대 및 부각</li> <li>• 병해충 예방을 통한 식량의 생산성 제고를 위해 생물학적 방제기술을 활용한 살균 및 살충제 관련 연구 활발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 식물품종 개발 연구</li> <li>• 형질전환 동물모델 개발</li> <li>• 형질전환 식물체를 활용한 신품종 연구</li> <li>• 의약품 생산용 식물체 개발</li> <li>• 살균제 및 살충제 등 병해충 방제기술</li> </ul>
식품	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주류 보존제 및 보관 저장기술 개발에 관심 증대</li> <li>• 와인에 첨가되는 알코올 성분 연구 등 제조기술 개발 부각</li> <li>• 아밀라아제와 핵산 관련 인코딩 및 형질전환 연구 관심 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 원료를 활용 및 첨가한 전통주 제조방법에 대한 관련 연구 활발</li> <li>• 국내 과일 및 작물의 발효를 통한 식초 제조방법 연구 관심 증대</li> <li>• 인삼 및 매실 등의 발효를 활용한 와인생산 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주류 보관 및 저장기술 개발연구</li> <li>• 다양한 원료를 활용한 와인 제조기술 연구</li> <li>• 발효기술을 활용한 식초 및 전통주 제조방법 연구</li> </ul>

## 라. AHP 분석을 이용한 농식품분야 기술개발 우선순위<sup>9)</sup>

- 농식품분야 전문가(생명산업 관련 학계, 연구기관, 정부기관 관계자) 26명을 대상으로 의사결정모형으로 사용되는 계층분석법(AHP)를 사용하여 분석
- 기술개발분야 분석결과, 생물자원 이용기술이 1위였으며, 그 다음으로는 생물안전성 및 효능평가 개발, 환경공학 및 바이오에너지 개발, 생체 유전정보 분석 및 활용기술 개발, 유전자 변형기술 개발의 순임

〈표 2-31〉 기술개발에 대한 우선 순위

	전체	학계·연구기관	정책기관
생물자원 이용기술 개발	0.37	0.36	0.36
생물안전성 및 효능평가 개발	0.22	0.27	0.16
환경공학 및 바이오에너지 개발	0.17	0.17	0.17
생체 유전정보 분석 및 활용기술 개발	0.16	0.11	0.23
유전자 변형기술 개발	0.09	0.10	0.08

자료: 한국농촌경제연구원 농식품 생명산업 전문가 설문조사 결과(2012)

## 마. 산업화 제약요인 및 발전방향

### (1) 제약요인

- 보유한 생명자원의 특성평가 실적이 낮고 이용율이 저조
  - 농업분야 식물자원(187천 점)은 양적으로 세계 6위 수준이나, 식량작물(76%)에 편중되고 정밀 특성평가는 15%로 미흡
  - 농촌진흥청 농업유전자원센터 분양 비율이 11%(2009년)로 낮음
    - 미국은 51만점 중 연간평균 13만점을 연구자에게 분양(25%)

9) '농림수산식품기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010'과 '한국농촌경제연구원, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 2012'를 재구성함

○ 생명산업 R&D 투자 부진

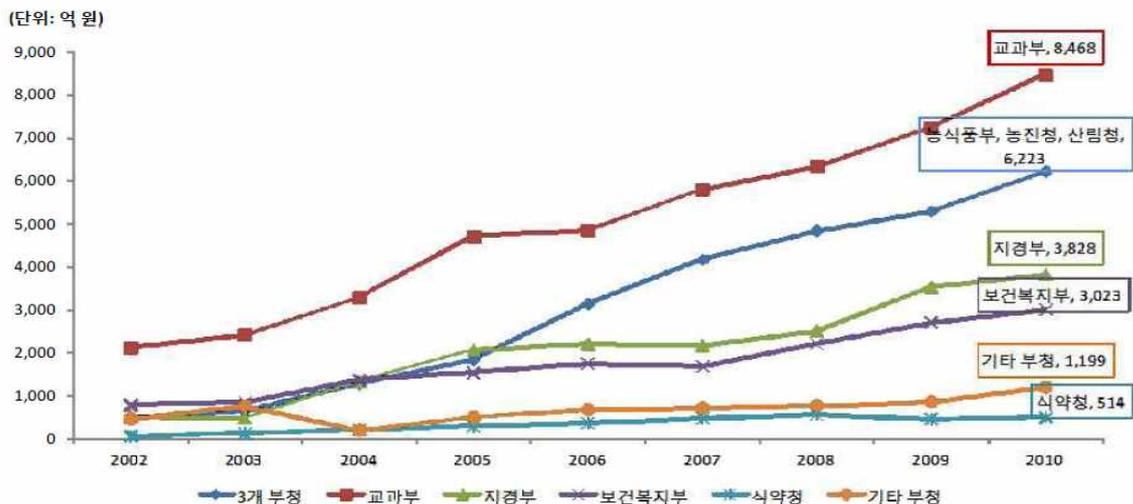
- 농림수산 생명산업에 대한 R&D 투자 규모가 적고 유망분야에 대한 선택과 집중이 필요
- 애견, 곤충 등은 품종개량, 질병치료, 사료·의약품 등에 대한 기술개발 지원이 미흡

〈표 2-32〉 부처별 생명공학산업 분야 정부 연구개발 투자 현황

(단위: 억 원, %)

부처	2008년		2009년		2010년		합계	
	정부연구비	비중	정부연구비	비중	정부연구비	비중	정부연구비	비중
농식품부	1,214	7.0	1,229	6.1	1,537	6.6	3,980	6.6
농진청	3,198	18.5	3,595	17.9	4,166	17.9	10,959	18.1
산림청	429	2.5	470	2.3	520	2.2	1,419	2.3
소계	4,841	28.0	5,294	26.3	6,223	26.8	16,358	27.0
교과부	6,334	36.7	7,233	36.0	8,468	36.4	22,035	36.3
지경부	2,511	14.6	3,534	17.6	3,828	16.5	9,873	16.3
보건복지부	2,213	12.8	2,712	13.5	3,023	13.0	7,948	13.1
식약청	580	3.4	470	2.3	514	2.2	1,564	2.6
기타	780	4.5	870	4.3	1,199	5.1	2,849	4.7
합계	17,259	100	20,113	100	23,255	100	60,627	100

자료: NTIS



〈그림 2-9〉 부처별/연도별 생명공학산업 분야 연구개발 투자 추이

○ 2010년 기준 생명공학산업 세부기술별 농림수산식품 관련 3개부청의 연구개발 투자 비중이 높은 분야는 ‘농업/해양/환경 관련 응용’ 분야로 4,824억 원(78%) 규모

- 세부기술 중 기타 관련 기술을 제외하면 ‘농업/해양 생물자원의 보존 및 이용 기술’ 분야에 대한 투자 규모가 2,623억 원으로 가장 높게 나타남
  - 농업/해양 생물자원의 보존 및 이용 기술: 생물다양성 활용기술, 국가 생물다양성 조사·보존, 농업·해양 생물자원 확보 및 유전체 분석·활용기술, 분자표지를 이용한 작물 및 가축의 분자유종 체계 확립, 해양자원을 이용한 신의약·신소재 탐색 개발 및 활용기술 등
- 이외에도 기능성식품 개발 분야와 농생명자원을 활용한 바이오신소재 개발 및 활용기술 분야의 투자 비중이 높게 나타남

〈표 2-33〉 농림수산식품 부청의 생명공학산업 분야 정부 연구개발 투자 현황(2010년)

중분류	소분류	농식품부	농진청	산림청	합계
기초/기반 기술	유전체기반기술	32	76	1	109
	단백질체 연구	2	1	-	3
	생물정보학 기술	13	12	-	25
	생명현상 및 기능연구	4	39	12	55
	뇌신경과학연구	1	2	11	14
	생물공정기술	18	15	1	34
	생명공학 산물 안전성 및 유효성 평가기술	7	30	-	37
	바이오칩 개발기술	6	4	-	10
	기타 기초/기반기술	654	54	2	710
보건의료 관련 응용	바이오신약개발기술	4	7	-	11
	난치성 질환치료기술	2	6	-	8
	생체조직 재생기술	-	6	-	6
	유전자 치료기술	-	-	-	-
	기능성 바이오소재 기반기술	32	62	12	106
	한방응용기술	-	3	3	6
	의과학/의공학기술	-	11	-	11
	식품생명공학기술	122	109	1	232
	기타 보건의료관련 응용기술	7	14	-	21
농업/해양/ 환경 관련 응용	유전자 변형 생물체 개발기술	86	327	6	419
	농업/해양 생물자원의 보존 및 이용 기술	210	938	209	1,357
	동식물 병해충 제어기술	76	266	25	367
	환경생명공학기술	-	55	3	58
	기타 농업/해양/환경 응용기술	262	2,129	232	2,623
합계		1,537	4,166	520	6,223

자료: 국가과학기술위원회·KISTEP(2011)



## (2) 발전 방향

- 적극적인 생명자원 확보와 DB를 구축하여 활용도를 높이고 타부처 생명공학자  
원으로 제공
- 품종개량 등 전통적인 연구외에 기능성소재, 바이오에너지, 동물의약품 및 애견·  
관상동식물분야 등으로 R&D 확대할 필요
  - 유망분야를 발굴하여 장기 프로젝트화할 필요
  - 생명산업 R&D 산업화 촉진을 위한 민간기업 참여 확대
  - 농식품부, 농진청, 산림청 등의 생명산업 분야 우수기술에 대한 산업화 기술개  
발 지원 확대 필요
- 생명산업단지 및 투자펀드 등 기반조성, 개발제품의 사업화 등에 지원 필요
  - 지역별 바이오센터지원 등의 지원이 있으나, 천연물질 활용 등 생명산업분야는  
소극적
- 안정적인 국내산 원료확보와 농어업소득과의 연계 지원 프로그램 개발 필요
  - 국내산 원료의 우수성(유용성분 다량함유 등)으로 원료의 수입대체가능 및 계  
약재배로 농가소득증대 기여
  - 애견, 곤충의 경우 사육시설 개선 및 전문화 필요
- 생명산업 중 성장가능성이 높은 유망분야의 선택 및 집중육성 필요
  - 종자, 발효·기능성·바이오의약품, 미생물산업, 바이오에너지, 동물의약품, 관상동  
식물 등

## 5. 분야별 시장동향 조사 및 유망산업 발굴

### 가. 종자산업<sup>10)</sup>

#### (1) 선진 농업국의 종자산업 시장동향

##### (가) 주요기업현황

- 세계 10대 주요 종자기업은 미국의 3개사, 독일과 일본의 각 2개사, 스위스, 프랑스, 덴마크의 각 1개사로 구성되어 있음
- 세계 10대 기업의 종자 매출액은 148억 달러로 전체 종자시장의 약 67%를 차지하고 있어 상위 기업 집중도가 높은 편임<sup>11)</sup>. 즉 종자산업은 소수의 다국적 기업이 유용형질을 독점하여 특허화하고 그 유용형질을 활용한 품종개발을 통하여 시장을 점유하고 있음
  - 1996년 세계 10대 기업 점유율이 14%에 불과하였으나, 2004년에는 49%, 2007년 67%로 집중도가 더욱 높아지고 있음
    - 유전자변형(GM) 종자의 재배면적 및 활용도의 증대에 따른 매출증대와 기업 간의 인수합병이 주요 원인으로 판단됨
  - 세계 종자시장은 상위 4개 기업이 유통되는 종자의 50% 이상을 공급하고 있는 구조이므로 만약 어느 한 기업이 종자생산에 실패할 경우 세계 식량수급에 커다란 위기가 올 수 있는 위험성이 내재되어 있음
  - 더욱이 이러한 현상은 농업인 입장에서 상품 선택의 폭이 좁아지고 특정기업에 종속될 수 있는 부작용도 나타날 우려가 있음

10) '한국농촌경제연구원, 종자산업의 동향과 국내 종자기업 육성 방안, 2010.6'을 재구성함

11) 산업별 10대 기업의 집중도를 살펴보면, 농약이 89%로 가장 높으며, 의약품이 55%, 생명공학 66%, 수의약 63%, 식료품소매 40%, 식음료가공 26%로 나타나고 있어 종자의 상위 기업 집중도가 높음(ETC Group(2008.11))

- 세계 종자시장의 경쟁심화로 글로벌 기업 간의 인수합병이 활발하게 진행되어 상위 10개 기업의 규모가 확대되고 있는 상황을 고려하면 향후에도 집중도는 심화될 것으로 예상됨

〈표 2-34〉 세계 10대 종자기업 현황(2007년 기준)

(단위: 백만 달러, %)

기업명 및 국적	종자 매출액	종자시장 점유율
1. Monsanto(미국)	4,964	23
2. Dupont(미국)	3,300	15
3. Syngenta(스위스)	2,018	9
4. Groupe Limagrain(프랑스)	1,226	6
5. Land O' Lakes(미국)	917	4
6. KWS AG(독일)	702	3
7. Bayer Crop Science(독일)	524	2
8. Sakata(일본)	396	<2
9. DLF-Trifolium(덴마크)	391	<2
10. Takii(일본)	347	<2
합계	14,785	67

자료: ETC group, Action Group on Erosion, Technology and Concentration, 2008.

- 세계 최대의 다국적 종자기업 몬산토의 주사업분야는 종자, 생명공학 제품, 농약(제초제)이며, 2008년 기준 농약, 종자 및 로열티 등의 총매출이 13조 3,800억 원, 영업이익 3조 2,000억 원
  - 이 중 종자매출은 5조 원 정도이며, 종자부분의 영업이익률은 60%로 국내 기업 평균 영업이익률 5% 내외와 비교하면 매우 높은 수익성을 나타냄
  - 최근 몬산토는 농약부분의 비중을 줄이고 종자와 생명공학 분야 사업을 더욱 확대하기 위해 세계 각국의 종자관련 기업을 인수합병하고 있음
    - 2008년 12월에는 브라질의 사탕수수 생산 및 기술 회사인 Cana Vialis SA와 Alellyx SA가 가지고 있는 Aly Participacoes Ltd.의 주식 100%를 인수
    - 2009년 7월에는 밀 유전자원 전문회사이며 몬타나주에 기반을 가지고 있는 WestBred를 인수

## (나) 종자산업을 둘러싼 최근 동향

### ○ 인수합병과 전략적 제휴를 통한 종자기업의 규모 확대

- 전 세계 종자산업은 2000년대 들어 경쟁이 심화됨에 따라 글로벌 종자기업 간의 인수합병이 활발하게 전개되고 있음. 여기에는 몇 가지 주요한 요인이 작용하고 있음
  - 위험요소 회피: 최근 각국은 유전자원의 가치를 인식하여 국가 간 이동을 제한하고 있어 손쉽게 유전자원을 확보하는 방법은 유용 유전자원을 보유한 각국의 종자기업을 인수하는 것임
  - 시장의 다변화: 전 세계적으로 교역이 증대되고 농산물 생산 및 소비가 글로벌화됨에 따라 한정된 시장을 넘어 인수합병한 회사의 종주국 종자시장 역시 손쉽게 접근하여 장악 가능
  - R&D 비용 효율성 제고: 몇 가지 주력 상품에 대한 시장 지배력을 증대시켜 시장을 독과점하면 신제품 개발비용을 절감하고 기존 상품의 수명을 극대화하며 가격하락을 막을 수 있는 효율적인 전략이 됨
  - 기상이변: 다양한 기후대의 생산적지를 확보

### ○ GM 작물 면적 증가로 이에 대한 집중 투자<sup>12)</sup>

- GM 작물의 재배면적이 매년 증가하고 있으며, 이 원인들로는
  - 첫째 경작지 감소 및 노동력 부족과 함께 농약과 비료 등의 투입비용 증가
  - 둘째 개발도상국들의 경제성장에 따른 식량 및 사료 수요 증가
  - 셋째 국가유가 상승 및 대체에너지에 대한 관심 증가로 바이오에탄올 및 바이오디젤 수요 확대 등
- GM 작물의 재배면적이 지속적으로 증가하고 있으며, 향후에도 증가할 것으로 전망됨<sup>13)</sup>

### ○ 기후변화에 대한 선제적 대응

- 최근 기후변화로 인해 전 세계 농업 생산이 위협받고 있음

12) 전 세계적으로 GM 작물을 재배하고 있는 농업인은 총 25개국 1,400만명이며(2009년 기준), 재배면적은 1억 3,400만 ha 임

13) 향후 2015년까지 GM 작물이 2009년 대비 약 두 배 이상 증가할 것이라는 전망이 지배적임

- 다국적 종자기업들은 기후변화에 관련되는 유전자를 선점하기 위해 많은 연구개발비를 투자
  - 물부족에 대응하기 위해 식물이 가뭄에 견딜 수 있는 유전자 탐색을 통해 많은 특허를 확보. 몬산토의 경우 가뭄저항성 옥수수 품종을 출시하는 등 2008년 기준으로 532건의 특허가 출원되거나 등록됨
  - 다국적 종자기업들은 개별 기업뿐 아니라 의약 및 화학기업들과의 다양한 전략적 제휴를 통해 기후변화 유전자(Climature ready gene)의 독점을 진행
- 건강에 대한 관심 고조로 관련 품종 개발 경쟁
- 각종 성인병에 대한 예방 및 치료에 대한 관심 고조로 종자산업에서도 기능성 품종의 개발에 대한 연구가 집중
    - 이미 비타민A 강화 벼(Golden Rice), 항암성분 강화 브로콜리, 리코펜 강화 토마토 품종 등이 출시
    - 올리브유 성분과 오메가 3 성분을 함유한 콩이 상업화 직전 단계
    - 유기농에 적합한 내병성·내충성 품종 개발도 가속화
    - HMR(Home Meal Replacement)용 가공전용품종 등이 개발 출시
    - 식이성 섬유질 함유량이 높은 다양한 채소 및 곡물류의 새로운 품종 개발

## (다) 세계 종자산업의 전망

- 종자시장 규모의 지속 확대
- 종자산업과 밀접한 관련이 있는 농업생산과 소비 전망을 살펴보면, 2050년까지 최소한 40% 이상 증가할 것으로 예측됨(Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006)
- 종자산업의 외연확대
- 전통적인 교배육종을 통한 신품종 개발이라는 단순한 접근에서 벗어나 점점 더 다양한 산업과 접목하여 융복합 산업으로 변화하는 등 단순히 1차 산업이 아니라 의약 및 재료산업 등과의 융복합 산업으로 발전이 예상
  - 기존의 IT, BT 및 NT 산업과의 접합을 통한 새로운 신물질 개발이 광범위하

게 시도될 것으로 예상되며, 나노기술을 활용한 종자 개발 연구도 활발히 전개될 것으로 보임

○ 종자기업의 집중화 및 대형화 가속

- 종자 개발에는 많은 자본과 시간이 소요되므로 이를 절약하기 위해 군소 종자 기업들을 다양한 방법으로 인수 합병하고 있으며 향후 보다 심화될 것으로 예상됨
- 상업용 종자 및 유전자원의 독과점화 체계 심화에 따른 다양한 부작용 예상됨
  - 상업용 종자시장의 독과점 체제로 세계 식량 수급 불안정성 우려
  - 전 세계 농업인의 품종선택 다양성이 감소될 것으로 우려
  - 경쟁 감소로 인한 R&D 비용 축소
  - 유용 유전자원 및 원천기술의 독과점화로 타 업체의 진입 차단

○ 유용형질(Trait)의<sup>14)</sup> 확보 경쟁 심화

- GM 작물 재배 면적이 급속히 확대됨에 따라 새로운 성장 동력 및 수익원으로 서 유용형질에 대한 중요성 인식이 크게 높아짐
- 최근 글로벌 종자기업들은 단독 또는 전략적 제휴를 통해 막대한 연구비를 투입하여 유용형질에 관여하는 원천 유전자를 탐색하고, 탐색된 유전자의 기능을 확인하여 특허출원
- 지구온난화와 세계적인 물 부족 문제 등 기후변화에 대한 선제적 대응 차원에서 생명공학 기술을 활용한 차세대 유전자변형 작물 개발을 위해 유전자 탐색에 몰두

---

14) 형질(trait)이란 관찰 또는 측정이 가능한 특성으로 생물체를 규정짓는 여러 특성들을 의미함. 따라서 유용형질이란 형질 중에서 가치가 높고, 활용성이 높아 새로운 품종을 개발하는 데 있어 중요한 형질을 말함. 내병충성 및 내환경재해성 등이 그 예임.

## (2) 국내 종자산업 시장동향

### (가) 종자업계의 인수·합병 현황

- 우리나라의 경우 경제 악화로 인한 IMF 관리체제하에서 종자기업의 인수·합병이 본격화됨
  - 1997년 3월 일본의 Sakata사가 청원종묘를 인수한 것을 시작으로 1997년 10월 서울종묘가 스위스 Novatis사에 인수합병되었으며, 미국 Seminis사는 홍농종묘와 중앙종묘를 인수함

〈표 2-35〉 다국적 종자회사의 국내회사 인수합병 내역(1차)

인수회사	피인수회사	신고일자	투자액(천달러) (지분율)	투자형태	생산품목
Sakata	청원종묘(주)	1997.3.6	10,472(100%)	-	채소
Novatis	서울종묘(주)	1997.10.9	38,078(100%)	-	채소
Seminis	홍농종묘(주)	1998.6.26	148,518(100%)	신규, 증액	채소
Seminis	중앙종묘(주)	1998.9.24	18,376(100%)	구주 인수	채소
Seminis	세미니스아시아(주)	1998.12.9	1,000(100%)	신규법인 설립	채소

자료: 박현태 외, '21세기 종자산업의 발전방향', 한국농촌경제연구원, 2001

- 1990년대 후반 국내 종자회사에 대한 다국적 기업의 1차 M&A 이후, 2001년 1월에는 세계 최대 농업전문기업인 신젠타가 작물보호 분야의 신젠타 코리아(주) 한국법인을 설립하고, 국내 노바티스사를 인수하여 종묘사업 부문의 신젠타종묘가 업무를 개시
  - 씨텍스사는 2007년 7월 바이엘 크롭사이언스가 인수하여 종자사업
  - 세미니스 아시아(주)는 2008년 1월 몬산토에 합병되어 현재는 몬산토 코리아가 종묘사업을 실시
  - 일본 다끼이 종묘회사는 신규법인 설립형태로 국내에서 종묘사업 실시

〈표 2-36〉 국내 진출 다국적 종자회사의 인수합병(2차)

	합병 이전 기업명	1차 인수합병	2차 인수 합병	업체명
M&A	청원종묘	Sakata		사카타 코리아
	서울종묘	Novatis	신젠타	신젠타 종묘
	홍농종묘	Seminis	몬산토코리아	몬산토코리아
	중앙종묘	Seminis	마이엘 크롭사이언스	마이엘 크롭사이언스
	씨텍스	-		
비M&A	한국 다끼이 신규법인			

자료: 신종수, 종자강국 세계시장에서 답을 찾다, 농촌진흥청, 2010

### (나) 종자업체 현황

- 국내 종자업 등록업체 수는 1998년 332업체에서 2009년 819업체로 1998년 대비 2.5배 증가하는 등 지속적인 확대
  - 재배품목이 다양화되고 각 품목별 품종도 다양화되면서 민간의 종자업계 참여가 크게 늘어났기 때문
  - 작물별로는 과수가 전체의 30.5%로 가장 많으며, 다음으로 채소(21.1%), 화훼(14.8%), 벼(13.4%) 등의 순
  
- 종자관련 업체 수가 증가 추세임에도 불구하고 업체의 규모가 영세
  - 유전자원의 수입 및 관리, 신품종육성, 종자품질관리, 처리 및 가공 등의 기술력과 경쟁력을 갖춘 전문업체는 소수에 불과
  - 더욱이 전문업체도 선진국의 글로벌 종자기업과 비교하면 규모가 작고, R&D 예산 또한 매우 적기 때문에 글로벌 기업과 경쟁이 어려움

〈표 2-37〉 종자업 등록업체 수

(단위: 업체, %)

	식량	과수	채소	화훼	벼섯	뽕	기타	계
1998	11(3.3)	162(48.8)	50(15.1)	23(6.9)	70(21.1)	11(3.3)	5(1.5)	332
2002	8(1.6)	188(38.8)	93(19.2)	58(12.0)	100(20.6)	18(3.7)	20(4.1)	485
2004	16(2.8)	210(36.8)	117(20.5)	78(13.7)	104(18.2)	20(3.5)	26(4.6)	571
2006	18(2.4)	235(31.9)	163(22.1)	110(14.9)	115(15.6)	26(3.5)	69(9.4)	736
2008	37(4.5)	250(30.5)	173(21.1)	121(14.8)	110(13.4)	30(3.7)	98(12.0)	819

자료: 신종수, 종자강국 세계시장에서 답을 찾다, 농촌진흥청, 2010

### (다) 국내 종자산업의 문제점

#### ○ 국내 종자시장 정체 및 영세성

- 전반적인 농업부분 축소로 인해 종자에 대한 수요가 감소하면서 국내 종자시장 규모가 정체 내지는 축소 경향
  - 종자품질의 향상과 육묘산업의 성장으로 자가육묘에 비해 손실률이 크게 감소하면서 단위면적당 종자 소요량 감소
  - 기업의 종자산업 투자 기피
- 많은 업체들이 제한된 내수시장에 진입함으로 규모가 영세한 종자업체가 난립
  - 채소종자의 경우 상위 10개 업체가 차지하는 비중이 81.5%(2008년 기준)
  - 영세업체 난립으로 인해 가격덤핑, 종자 사고에 대한 불명확한 책임 소재와 취약한 배상 능력 등의 문제 발생

#### ○ 글로벌 품종의 육종기술 취약

- 채소종자의 경우 김치의 주원료인 배추, 고추, 무 품목에 대한 품종 육종 기술은 세계적인 수준이나, 고부가가치 글로벌 품목인 양파, 토마토, 양배추, 파프리카 등의 육종기술과 유전자원은 부족
- 식량작물의 경우 국가 주도로 조곡인 벼에 집중한 결과, 보리, 옥수수, 콩, 감자 등 다양한 식량작물의 종자산업이 활성화되지 못함

○ M&A 이후 종자산업의 역효과

- 다국적 종자회사들의 국내 진출은 국제수준의 품질관리, 종자처리 기술 등으로 종자품질의 향상을 촉진함
- 그러나 다국적 기업을 통해 우리나라 토종 유전자원이 유출되는 부정적 요소도 발생
- 다국적 기업 진출로 국내 종자시장 규모가 확대될 것으로 기대했으나, 몬산토나 신젠타 등의 시장점유율이 1997년 65%에서 2008년 43%로 축소됨
- 국내 종자산업의 M&A에 따른 구조조정의 영향으로 개인육종가 및 종자기업 종사자들의 창업이 확대되면서 단순히 종자를 생산, 수입 판매하는 영세업자 양산으로 신품종을 개발·공급하고 있는 기업들의 품종보호권 침해 사례가 빈발

○ 종자관련 전문인력 양성 부족

- 대부분의 국내 농과대학들이 첨단 생명공학 분야 위주의 인력양성 프로그램으로 교육과정을 전환시켜 전통육종을 연구할 전문 인력의 양성이 미흡
- 종자업계조차 육종 전문가를 양성하고 있지 않아 향후 종자산업 발전의 커다란 걸림돌이 될 것으로 예상됨

○ 수출시장 개척 미흡

- 수출 대상 국가에 적합한 수출 품종개발이 미흡하며, 수출 대상국의 종자시장에 대한 정보 및 소비자 기호 분석도 미흡

## 나. 발효식품 · 기능성식품 · 바이오의약품

### (1) 발효식품

- 2009년 국내 자가제조를 제외한 상품김치시장 규모는 1조 767억 원
  - 1990년대 이후 위생적인 기계설비 등을 보유한 기업형태의 공장들이 건설되면서 본격적인 김치 시개 개막
  - 연매출 1억 미만 또는 종업원 수 5인 이하의 업체가 전체의 74%를 차지할 정도로 대부분 영세한 규모
  
- 식생활 서구화, 외식기회 확대 등으로 1인당 김치소비량 감소
  - 배추김치 1인당 소비량(kg/년): 24.8(1995) → 21.3(2003) → 18.5(2005)
  - 저가 수입김치 국내시장 비중이 점진적으로 증가 추세
  - 2005년 김치 기생충알 파동 이후 수입 증가
    - 29백만\$(2004)→88백만\$(2006)→111백만\$(2007)
  - 세계 10대 주요 종자기업은 미국의 3개사, 독일과 일본의 각 2개사, 스위스, 프

〈표 2-38〉 국내 김치산업 시장 현황

(단위: 억 원)

구분	2006년	2007년	2008년	2009년
상품김치시장	8,608	9,560	10,741	10,767
가정용	2,018	2,179	2,253	2,194
업소용	6,590	7,381	8,488	8,573

자료: 식품유통연감, 2010

- 2008년 출하액 기준 장류산업 규모는 고추장 2,948억 원, 간장 2,812억 원, 메주 1,152억 원, 된장 1,331억 원 등 총 8,900억 원
  - CJ 해찬들과 대상 청정원 양대 브랜드가 90%의 점유율
  - 2009년 7월 로마 CODEX에서 고추장, 된장, 인삼이 아시아 지역 국제식품규격으로 통과됨

## (2) 기능성식품

- 2010년 건강기능식품 총생산액은 1조 600억 원 규모이며, 이중 4,000만 달러를 수출하고 있음.
- 한국인삼공사는 2006년 26.7%에서 2008년 39.1%의 점유율로 건강기능식품시장을 주도하고 있으며 한국인삼공사에 대한 업체 편중이 심화되고 있음

〈표 2-39〉 국내 건강기능식품 생산현황

연도	업체수	품목수	출하액(10억 원)	수출액(백만 \$)
2005	283	1,279	633	41
2006	297	1,501	664	39
2007	345	1,956	689	37
2008	325	2,667	752	39
2009	372	11,185	918	36
2010	343	8,526	1,021	40

자료: 식품의약품안전처, 2011년 식품 및 식품첨가물 생산실적

- 2009년 말 기준 기능성 원료 수는 107종, 품목 인정 수는 278건이며, 기능성 표기는 해마다 증가하여 20종에 이룸
- 신규 기능성원료의 인정이 총 30종으로 전년 대비 76.5%로 크게 증가함
- 2009년 현재 ‘체지방 감소’의 효과를 나타내는 기능성소재가 27품목(27.8%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 ‘간 건강’이 12품목(12.4%), ‘관절/뼈건강’이 9품목(9.3%), ‘전립선건강’이 6품목(6.2%), ‘장건강’이 6품목(6.2%)의 순
- 최근 6년간(2004-2009년) 인정된 기능성원료 중 다품목(3건 이상) 원료는 ‘가르시니아 캄보지아 껍질 추출물’이 24품목(8.6%), ‘공액리놀레산’이 22품목(7.9%), ‘코엔자임Q10’이 19품목(6.8%)으로 가장 많음

〈표 2-40〉 국내 기능성 원료 및 품목 인정 현황

연도	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	합계
원료수	9	14	21	16	17	30	107
품목수	9	23	29	36	84	97	278
기능성	8	9	11	15	18	20	-

### (3) 바이오의약품

#### (가) 세계 바이오의약산업 현황

- 글로벌 의약(제약) 산업(헬스케어제품, 동물 의약품 제외)은 2005년 5,453억 달러에서 2009년 6,442억 달러로 연평균 4.3%의 완만한 성장(Datamonitor, 2009.12)
  - 주로 대형품목의 특허만료에 따른 제너릭 공세와 혁신신약의 부재, 제약사들의 R&D 생산성 위기, 정부주도의 강력한 약가인하 정책 등의 요인으로 의약산업이 심각한 위기에 직면
  - 매출 성장세 둔화로 주요국의 연평균 성장률(2005년-2009년)이 미국 2.8%, 일본 2.3%, 유럽 4.1%로 세계 평균 4.3%에 비해 다소 낮은 성장을 보인 반면, 바이오 부문의 역량을 강화하고 있는 한국은 7.0%의 다소 높은 성장률을 보임
  - 중국의 경우 20.1%로 타 국가보다 4-5배 높은 성장률을 기록함
  
- 또다른 자료를 종합하면 2008년도 의약산업(동물의약품 및 의약외품 포함) 시장 규모는 약 7,697억 달러이며, 바이오의약산업은 1,046억 달러로 의약산업에서 13.6%의 점유율(IMS, International Medical Statistics)
  - 2008년도 바이오의약품은 단백질 의약품(치료용 단백질, 치료용 항체, 백신)이 967억 달러로 92.4%를 차지하고 있으며, 세포치료제 및 유전자치료제 시장 규모가 단백질 의약품 시장보다 빠른 성장세
  
- 다국적 제약 기업들은 바이오의약부문에 대한 R&D 강화와 제품 다양화를 위해 기업간 치열한 M&A 진행
  - 화이자의 와이어스 인수, 머크의 쉐링프라우 인수, 로슈의 제넨텍 인수 등 초대형 M&A 사례에서 보듯이 바이오부문에 대한 역량을 강화
  - 다국적 제약 기업은 직면한 신약개발의 어려움을 타파하고 기술을 추가로 확보하기 위해 우수한 기술력 및 제품을 보유한 바이오기업과 인수합병 및 대규모의 전략적 제휴를 추진

## (나) 국내 바이오의약산업 현황

- 국내 의약품 총 생산액은 2009년 현재 약 14.8조 원으로 GDP의 1.44%
  - 그동안 기초연구, 인프라 구축에 투자하였으나, 글로벌 네트워크/마케팅 등 해외진출 기반이 열악하여 수출경쟁력이 취약한 내수 위주의 시장 형성
  - 고령화와 건강에 대한 관심증대로 의약품에 대한 수요가 확대될 전망이며 의약품 시장은 GDP 성장률을 상회하는 고성장을 유지할 것으로 예측
  
- 2010년 기준 국내 바이오의약품 시장 규모가 2조 4,052억으로 전체 생명공학산업의 41.2%를 차지
  - 분자수준의 질병진단 및 원인물질 치료를 위한 유전자 기반의 바이오의약품 개발로 개인 맞춤형 바이오의약품 개발이 진행
  - 바이오의약품의 응용범위 확대로 바이오시밀러에 대한 관심이 증가
    - 바이오시밀러: 특허가 만료된 바이오의약품의 복제약
  - 변화와 기술 혁신으로 바이오의약산업은 더욱 확대중이며, 새로운 질병이나 난치성 질환 등에 대한 관심 고조, 기술혁신 및 소득 증대로 인한 개인별 맞춤의료의 유행, 조기진단 및 예방치료를 위한 기술 및 제품 개발이 진행

## 다. 바이오에너지 등 첨단 생명공학산업

- 2009년 G20 국가들이 청정에너지 투자 성적표를 담은 보고서에서 청정에너지 투자액 1위를 지켜왔던 미국을 제치고 중국이 선두로 올라섰으며, GDP 대비 투자비는 스페인이 미국보다 5배나 많으며 중국, 브라질, 영국은 3배 가량 더 많음 (Pew Charitable Trust)

〈표 2-41〉 G20 국가 청정에너지 투자액

순위	국가	투자액(억 달러)
1	중국	346
2	미국	186
3	영국	112
4	기타 EU-27	108
5	스페인	104
6	브라질	74
7	독일	43
8	캐나다	33
9	이탈리아	26
10	인도	23
11	멕시코	21
12	터키	16
16	인도네시아	3.5
18	아르헨티나	0.8
19	대한민국	0.2

자료: Pew Charitable Trust, 2010

주) 이 수치는 발전시설에 투자한 액수만을 계산한 것으로 모든 청정에너지 산업을 포괄하지는 않음

- 2009년 12월 4일 미국 에너지성과 농무성은 미국경제 회복 및 재투자법 (American Recovery and Reinvestment Act)에 근거해 바이오에너지 연구프로젝트를 19개 선정해 약 5억 6,600만 달러를 제공한다고 발표
  - 미국도 바이오연료의 보급이 연방정부의 재생에너지 기준에 모자라는데, 그 중요한 이유는 기존에 바이오연료의 원료로 사용되던 콩, 옥수수 등에 대한 규제

로 대체할 다른 원료가 마땅치 않기 때문임

- 미국, 브라질, EU와 같은 대체에너지 선진국은 국가 주도 하에 조세감면, Proalcohol 정책, 최소혼입비율 의무화 등과 같은 전략적 정책으로 바이오에너지분야와 관련된 산업을 집중투자 및 육성하고 있어 관련기술과 산업이 급속히 발전

〈표 2-42〉 바이오에너지 기업동향

구분	기업	사업영역 및 내용
국외기업	Shell(미국)	-미국 1,000여 곳의 E85(에탄올이 85%) 주유소 설립 -독일 바이오기업 코렌사와 합작하여 세계 최초의 BtL 양산공장을 짓고 있으며, 조만간 연간 최대 100만톤을 생산하는 5개 공장건설 목표
	Logen Corporation (캐나다)	-밀짚에서 에탄올 생산기술 개발 -벼짚이나 밀짚 및 곱팡이균을 혼합하고 발효하여 셀룰로오스를 분해 에탄올을 생산하는 방법으로 2007년 첫 상업용 플랜트 가동
	BP(미국)	-에너지 가격의 고공 행진에 대응해 9,000만 달러를 투자해 Verenium의 셀룰로오스 에탄올 제조공법을 라이선싱 받고 Verenium의 R&D 지원
	오엘필레 레아코네만(독일)	-연간 11만 톤의 바이오디젤 생산 -독일최대 규모
	VeraSun Energy (미국)	-연간 1억 2천만 갤런의 바이오에탄올 생산 -최근 에탄올 생산공정의 부산물인 주박에서 추출한 기름으로부터 바이오디젤 생산계획
	Novozyme(미국)	-전처리용 분해효소 개발, 효소시장 거의 장악 -최근 곡식의 전분에서 여러 단계의 공정을 거치지 않고 곧바로 에탄올을 만들어 낼 수 있는 효소시스템을 개발하는 등 바이오연료 관련 효소시장의 주도권 장악
국내기업	씨에스엠	-인도네시아 주정부와 협약 체결, 2009년부터 바이오에탄올 생산 계획
	청해에탄올	-과푸아뉴기니 정부와 협약 체결, 미국, 브라질 등으로 바이오에탄올 수출 계획
	에코솔루션	-바이오디젤에 325억 투자 -최종 목표는 연 50만 톤 규모 바이오디젤 공장완공
	씨티씨바이오	-3-HP 대량생산이 목적 -지식경제부 차세대 신기술개발사업 중 바이오디젤 연구 기업으로 선정
	SK케미칼	-바이오디젤 생산설비에 300억 원 투자 -연 12만 톤의 바이오디젤 생산 가능
	KCI	-유채프로젝트 진행 -유채로부터 바이오디젤 생산을 위한 R&D 진행

자료: 한국산업기술진흥원, 산업원천기술로드맵, 2009

## 라. 동물약품<sup>15)</sup>

- 2008년 현재 국내 동물약품 시장규모는 약 4,928억 원 규모
  - 바이엘코리아(6.9%), LG 생명과학(5.1%), 다원케미칼(4.3%), 한국썸벨(3.9%), 한국화이자(3.8%), 디에스엠(3.7%) 등의 점유율을 점하고 있음
  - 1위 기업인 바이엘코리아의 점유율은 지속적으로 감소
    - 2006년 12.1%, 2007년 10.8%, 2008년 6.9%

〈표 2-43〉 국내 동물약품 시장 현황

(단위: 백만 원)

연도	국내생산		수입	합계
	원료	완제품	완제품	
2000	158,379	309,445	81,534	549,358
2001	191,172	322,180	96,783	610,135
2002	176,529	314,777	108,762	600,068
2003	165,019	281,576	120,274	566,869
2004	178,856	273,686	111,837	564,379
2005	171,779	293,236	118,927	583,942
2006	132,946	282,463	117,739	533,148
2007	34,116	297,919	123,632	455,667
2008	15,300	347,032	130,433	492,765

자료: 2008년 12월 한국동물약품협회, VPDP 기준

- 국내 동물약품 업계는 대부분의 원료를 외국에서 수입하여 제조하여 판매하는 제조회사와 외국에서 제조된 완제품을 수입하여 판매하는 수입상으로 구성
  - 제조회사 숫자는 동물용의약품 및 의약외품을 포함하여 약 120개 회사, 수입상사는 약 120개 회사로 전체 약 240개 회사(2008년 기준)

15) '농림수산식품기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010'을 재구성함

- 동물의약품 산업은 축산 산업 시장 변화에 영향을 받음
  - 1995년 WTO 체계의 전환으로 축산물 시장도 개방되어 중국, 태국 등으로부터 값싼 축산물의 수입이 증가
  - 2000년, 2008년 구제역 발생으로 인한 돼지고기 대일 수출부진 등으로 국내 축산 산업은 큰 위기
  
- 축산농가의 질병치료보다 예방을 강화하는 추세에 따라 가축전염병 예방용 제제(백신)의 수요가 증가하는 추세
  - 2008년 해외시장규모는 백신 4조 7,580억 원, 질병진단키트, 1,440억 원으로 추정<sup>16)</sup>
  
- 국내 동물의약품 산업은 잔류와 내성문제로 인해 인수공용 의약품이나 대단위로 사용되는 사료첨가제의 규제 강화 등으로 시장 규모가 점차 축소되면서 이를 해결하기 위한 방안으로 생약에 대한 관심이 집중
  - 축산물 생산성 제고를 위해 첨단 기술을 이용한 가축질병 조기진단키트 개발이 새로운 분야로 부각
  - 주로 동남아시아와 남미로 수출이 이루어지고 있으며, 그 시장은 아직까지는 미비하나 점차 시장을 확대해가고 있음

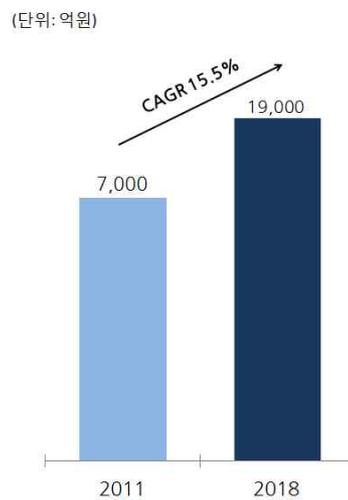
---

16) 수의과학검역원 추정치

## 마. 미생물산업<sup>17)</sup>

### (1) 미생물농약

- 세계 미생물농약 시장은 2011년 0.7조원이고 15.5%의 연평균성장률로 2018년에는 1.9조원을 기록할 것으로 전망

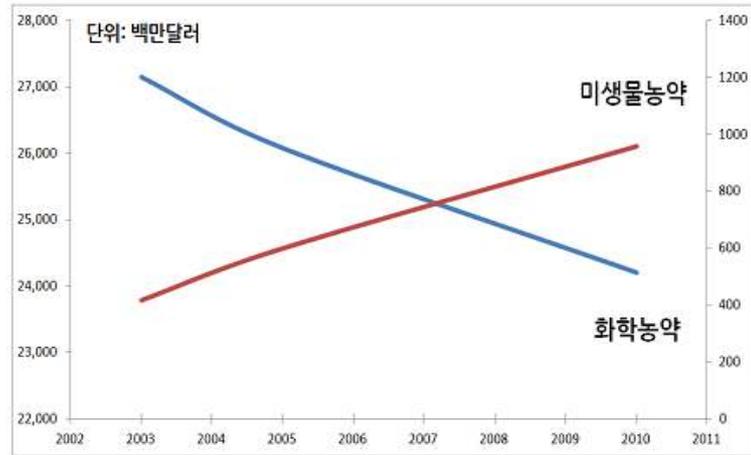


자료: Transparency Market Research 웹사이트조사, 2013

〈그림 2-11〉 해외 미생물농약 시장 전망

- 화학 농약 사용의 규제로 화학 농약 사용은 줄어들고 있으며, 그 대안으로 미생물농약이 사용되고 있으며, 2003년부터 지속적인 시장규모 증가를 보이고 있음

17) '농축산용 미생물산업육성지원센터 설립 기본조사, 농림축산식품부, 2013'을 재구성함



자료: 친환경 농업과 생물농약, 전라남도 생물방제센터, 2011

### 〈그림 2-12〉 미생물농약 및 화학 농약 성장 비교

- 미생물농약 시장을 선도하는 대표적인 기업은 <표 2- >와 같으며, 미국 국적의 기업이 시장을 주도하고 있음
- 글로벌 화학기업들은 미생물농약 시장을 선도하는 기업을 인수·합병하여 운영하는 추세임
  - Agraquest사는 Serenade, Sonata 등의 대표 미생물농약 제품을 생산하는 기업으로, 2012년 8월 21일 Bayer Crop Science에게 \$500million에 합병됨
  - 2012년 예상 매출액이 \$240million에 달하는 대표 미생물농약 제조업체인 Becker Underwood는, 2012년 독일 기업 BASF에게 \$1.03billion에 인수됨
- 국내 미생물농약 시장규모는 약 1,200억원으로 추정
  - 농산물 유통시장규모(약 33조원) × 친환경 농산물 비율(10%) × 농약제품 비율(4%)
  - 화학농약 시장 규모 (1조 2000억원) × 미생물 제품 비율(10%)

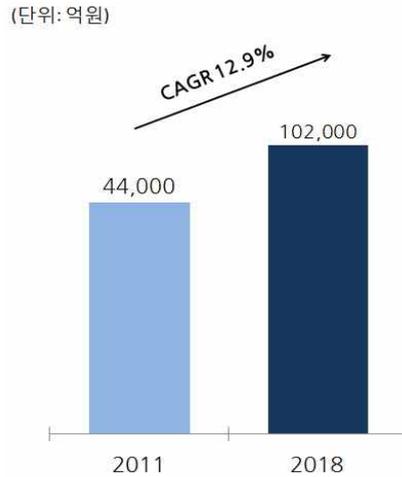
〈표 2-44〉 해외 대표적인 미생물농약 제조업체

기업명	국적	미생물 종류	대표제품
Becker Underwood	미국	Nematode	Nemasys®
Becker Microbial Products	미국	Bacterial	BMP 123 (2X WDG)
BioWorks	미국	Bacterial, Fungal	RootShield® PLUS+ Granules
Certis	미국	Bacterial, Fungal	Agree WG, CoStar
Jet Harvest Solutions	미국	Bacterial	Bio-Save®
Laverlam International	미국	Fungal	MycoSTAR® WP, Mycobac® WP
Marrone Bio Innovations	미국	Bacterial	Grandevo®
Valent Biosciences	미국	Bacterial	XenTari®
Prophyta	독일	Fungal	Contans®WG
Bayer CropScience	독일	Bacterial	SERENADE®
Plant Health Care	영국	Bacterial	Compete Plus
Novozymes Biologicals	덴마크	Bacterial, Fungal	Met52® G, Taegro®

자료: Microbial Products: Technologies, Applications and Global Markets, BCC Research, 2011

## (2) 미생물비료

- 2011년 국외 미생물비료 시장은 4.4조원이었고, 12.9%의 연평균 성장률을 보이기 때문에 2018년에는 10.2조원을 기록할 것으로 전망
  - 소비자들의 유기농 농작물 선호로 인해, 향후 화학비료의 사용량이 줄어들고 퇴비 등 유기질 비료 사용을 위주로 한 농업이 주류를 보일 것으로 전망
- 대표적인 미생물비료의 종류로는 세균비료(Bacterial fertilizer), 곰팡이를 이용한 비료(Fungal fertilizer)가 있으며, 시장에서 세균비료가 차지하는 비중은 84%로 가장 큰 점유율을 차지했으며 곰팡이를 이용한 비료는 16%를 차지.



자료: Transparency Market Research 웹사이트조사, 2013

### 〈그림 2-13〉 해외 미생물비료 시장 전망

- 다양한 국적의 메이저 플레이어들이 미생물 비료 시장을 선도

〈표 2-45〉 해외 대표적인 미생물비료 제조업체

기업명	국적	대표제품
CBF China Biofertilizers AG	독일	Xin Sheng Li
Mapleton Agribiotec PTY Ltd.	호주	TwinN
Nutramax Laboratories Inc.	미국	Quelant-Minors
Novozyme	덴마크	TagTeam LCO
Growing Power Hairy Hill L.P.	캐나다	Growing Power™ bioFertilizer
Rizobacter Argentina S.A.	아르헨티나	RizofosLiq Maíz

자료: Global Fertilizers Market by Types, Applications & Geography – Trends & Forecasts to 2017

- 국내 미생물비료의 연평균성장률이 9.8%(2006년~2008년)인 것을 감안하면, 시장규모는 2007년 약 200억원에서 2012년 약 320억원으로 상승한 것으로 추정

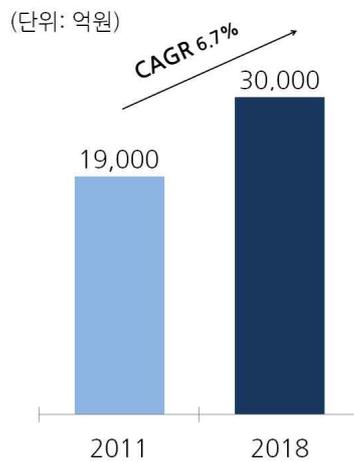
〈표 2-46〉 국내 미생물비료 시장규모 추정액(단위: 억 원)

2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	CAGR
200.0	219.6	241.1	264.8	290.7	319.2	9.8%

자료: (주)테크노베이션파트너스, 업계 수요조사, 2013

### (3) 미생물사료첨가제

- 세계 미생물사료첨가제 시장은 2011년 1.9조원이고, 2018년에는 3.0조원에 이를 것으로 예상되어, 연평균 성장률은 6.7%일 것으로 전망
- 항생제 사료첨가제의 사용이 금지되는 추세로, 이에 따라 미생물사료첨가제 시장이 빠르게 성장



자료: Transparency Market Research 웹사이트조사, 2013

#### 〈그림 2-14〉 해외 미생물사료첨가제 시장 전망

- 업체들은 효소 사료 첨가제, Probiotics, Prebiotics 등 다양한 종류의 미생물사료 첨가제를 개발하여 시장에 공급하고 있음
- 국내 미생물사료첨가제의 시장규모는 배합사료에 첨가되는 보조사료제와 별도로 판매되는 보조사료제 등을 고려하여, 약 1,000억원으로 추정
- 국내 배합사료에 들어가는 보조사료 생균제의 규모는 약 320억원
  - 1,600톤(배합사료에 들어가는 보조사료 생균제 총량) × 2,000원(보조사료 생균제 평균가격/1ton)

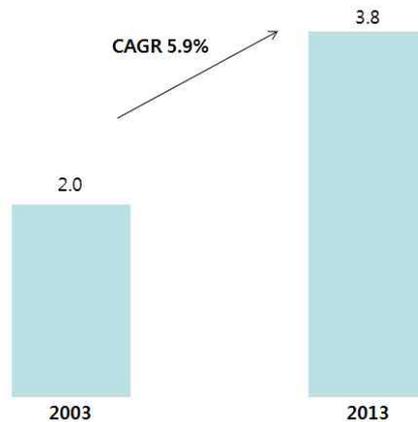
〈표 2-47〉 해외 대표적인 미생물사료 제조업체

기업명	국적	종류	대표제품
DSM	네덜란드	효소 사료첨가제	Roxozyme, Ronozyme
Danisco Animal Nutrition	덴마크	효소 사료첨가제	Avizyme, Grindazyme, Phyzyme
BASF Corporation	독일	효소 사료첨가제	Natugrain, Natuphos
Alltech	미국	효소 사료첨가제	Allzyme SF
Chr Hansen A/S	덴마크	Probiotics	Bioplus, Yieldcure, Lactiferm
Lohman Animal health & Co.	독일	Probiotics	Microbisan®
LeSaffre	프랑스	Probiotics	BioSaf®, Procreatin-7®
BioArmor Development SARL	프랑스	Probiotics	Bioacton®
ADM	미국	Prebiotics	PremiDex
Alltech	미국	Prebiotics	Gallipro

자료: U.S. Market for Nutritional Ingredients in Animal Feed, Frost & Sullivan, 2010

#### (4) 동물의약품(백신)

- 동물용백신시장은 2008년 3.8조원을 기록하였으며, 5.9%의 연평균 성장률로 2013년에는 5조원에 이를 것으로 전망
  - 전 세계 백신 시장은 인간백신시장과 동물용백신시장으로 구분되며, 전체 시장은 2008년 22.4조원이고, 2014년에는 36.3조원의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 10.1%일 것으로 전망
- 동물용백신시장은 주로 미국 기업들에 의해 주도되고 있음
  - Celldex Therapeutics, Fort Dodge Animal Health, Heska Corporation, Merck&Co., Pfizer Inc.(이상 미국)
  - 그 외에 Bayer HealthCare AG(독일), Lohman Animal Health(독일), Imugene Limited(호주) 등의 기업들이 있음



자료: Vaccine Technologies and Global Markets, BCC, 2008

〈그림 2-15〉 해외 동물용백신 시장 전망

〈표 2-48〉 해외 백신시장 규모 및 전망

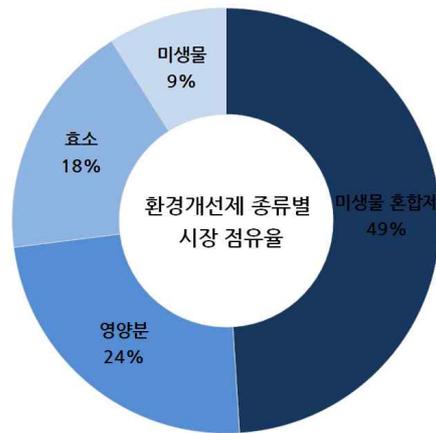
구분	2003	2008	2013	CAGR %
인간백신시장	6.3	18.7	31.3	10.9
동물용백신시장	2.0	3.8	5.0	5.9
합계	8.3	22.5	36.3	10.1

자료: Vaccine Technologies and Global Markets, BCC, 2008

- 국내 동물용백신시장의 시장규모는 약 700억원으로 추정
  - 국내 백신시장을 주도하고 있는 5개 기업의 백신분야 매출액을 추정하여 합산한 결과

#### (5) 미생물환경개선제

- 환경개선 분야의 시장은 2001년 기준 32.5조원이었고, 이중 미생물을 이용한 환경개선제 시장은 1.5조원으로 추정됨
  - 미국의 경우 생명공학을 이용한 환경개선제 시장은 2007년에는 1668억원, 2008년에는 1830억원이었고, 2013년에는 2613억원에 이를 것으로 예상되며, 연평균 성장률은 7.7%일 것으로 전망
    - 생명공학을 이용한 환경개선제의 종류에는 미생물 혼합제, 영양분, 효소, 미생물이 있으며 미생물 제제가 총 76%의 시장 점유율을 차지



자료: Environmental Markets for Biotechnology, BCC Research

〈그림 2-16〉 해외 환경개선제 제품별 시장점유율

- 대부분의 대표 환경개선제 제조업체는 글로벌 화학업체로 Du Pont(미국), Dow Chemical(미국), ABB Environmental(스위스) 등이 있음
- 국내 미생물을 활용한 환경개선제는 1,500억 원 정도로 추정

### Ⅲ. 국내외 농식품분야 생명산업 육성정책 현황

#### 1. 주요국의 생명산업 육성정책 현황

- 주요국의 생명산업 육성정책을 살펴보기 위해서는 우선 외국에서는 생명산업을 어떻게 정의하고 있는지를 고찰하여야 하며, 이 보고서에서 정의하고 있는 생명산업과 가장 유사한 개념은 바이오산업임.
  - 바이오산업은 생명공학기술을 바탕으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 인류의 건강증진, 질병예방 진단 치료에 필요한 유용물질과 서비스 등 다양한 부가가치를 생산하는 산업을 총칭하는 개념임.
  - 생명공학기술을 중심으로 IT 등 신기술과의 융합을 통해 창출되는 신산업과 함께 의약, 화학, 전자, 에너지, 농업, 식품 등 다양한 산업부문에서 생명공학기술의 접목을 통해 창출되는 새로운 개념의 산업들을 포함함.
  - OECD에서는 생명공학기술을 ‘지식, 재화 및 서비스의 생산을 목적으로 생물 또는 무생물을 변형시키는 과정에서 생물체, 혹은 생물체의 일부, 제품 및 제품 관련 모델에 과학적인 논리와 기술을 적용하는 활동’으로 정의하고 있음(KIAT, 2013).
- OECD는 OECD는 ‘바이오 경제 2030 (The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda)’보고서에서 2030년경 농업(Primary production)과 산업(Industry) 분야가 75% 이상의 경제적 기여를 할 것으로 전망하고 있음.
- 이러한 생명산업을 선점하기 위한 각 국은 치열한 ‘총성 없는 전쟁’을 이미 시작하였으며, 궁극적인 방향은 식량, 환경, 에너지분야이며, 생명산업의 혁신적 발전이 이루어지고 있기도 함.
  - 특히, 생명공학기술은 정보기술을 대신할 세계의 새로운 경제엔진으로 대두되었음.
  - 경제발전에 따른 환경문제, 기후변화 등 인류가 직면하고 있는 문제해결을 위

하여 세계 각국은 바이오테크놀로지에 기반한 관련 산업 발전의 중요성을 강조하고 있음.

## 가. 주요국 생명산업 관련 정책 및 제도

### (1) 미국

- 2012년에 ‘국가 바이오경제 청사진(National Bio-Economy Blueprint)’을 발표하고 미국 바이오경제의 완전한 잠재력을 실현시키기 위해 연구개발 역량강화 등 5대 세부전략을 제시하였음.
- ① 연구개발 역량 강화 : 과학기술에 대한 정부 투자의 주요 목적은 시장실패를 극복하기 위함이며, 미래 미국 바이오경제의 토대를 제공할 R&D 투자를 지원
  - 연방 바이오경제 연구활동의 조정은 관련 투자의 효율성과 효과를 향상시킬 수 있고, 예산이 제한적인 경우 특히 중요
  - 향후, 조정된 통합적 R&D 활동은 국가 바이오경제 R&D 아젠다의 전략적 설정을 지원할 계획
  - 필수적인 바이오경제 기술의 확대 및 개발, 다양한 학문분야의 접근법을 통합, 개선된 자금지원 메커니즘의 실행
- ② 연구결과의 상업화 촉진 : 바이오 연구결과의 시장 전환을 촉진하고 이를 위해 중개과학 및 규제과학에 대한 초점을 강화
  - 발견과 혁신 및 상업화를 지원하는 생태계를 촉진하기 위해 정책을 개발하고 세금을 책임 있게 사용
  - 향후, 적극적인 중개(translational) 활동은 생명공학 연구결과의 시장이동을 가속화할 전망
  - 시장으로의 이동 가속화, 대학의 기업가정신 강화 등과 함께 새로운 바이오경제 시장의 형성과 성장을 위해, 연방기관들은 바이오기반의 지속가능한 제품 조달을 우선적으로 추진

- ③ 규제 완화 : 인간 건강 및 환경 보호, 장애물 축소, 규제 과정의 속도 및 예측가능성 증진, 비용 절감 등을 위한 규제 개발과 개혁
  - 규제는 인간 건강과 환경을 보호하고 잠재적인 기술 오용과 관련된 안전성 위험을 축소하는데 필수적이나, 신중하지 않거나 시대에 뒤진 규제는 혁신과, 시장 확장 및 투자의 장애물이 될 수 있음에 주목
  - 향후, 개선된 규제 과정은 미래 바이오경제 전망의 신속하고 안전한 달성을 지원할 것으로 기대
  - 규제 과정 및 규제의 개선과 이해관계자들과의 협력
  
- ④ (바이오 경제를 위한 인력 개발) 교육 프로그램의 업데이트, 국가의 인력 요구에 대한 학생 교육에 맞추어 대학의 인센티브 조정
  - 지역 실업률은 높지만, 과학기술 관련 기업들은 여전히 인력 부족을 겪고 있으므로, 변화하는 경력 경로에 맞추기 위해, 모든 단계에서 교육 활동을 강화
  - K-12(유치원~고등학교) 및 대학 단계에서, 미 행정부는 과학, 기술, 공학, 수학 교육 향상을 위한 접근법 개발에 상당한 진전을 거듭
  - 향후, 연방기관들은 미래 바이오경제가 지속가능하고 적합한 교육을 받은 인력을 확보하도록 조치를 취할 계획
  - 고용주-교육자 파트너십과 교육 프로그램의 재설계
  
- ⑤ (파트너십 촉진) 공공-민간 파트너십 및 경쟁이전 협력 개발을 위한 기회 파악과 지원: 자원, 지식 및 전문기술 풀링(pooling)
  - 파트너십은 민간기업, 정부기관, 대학이 아이디어에 관한 자원과 전문기술을 풀링하여 성공의 기회를 크게 향상시킬 수 있게 함
  - 향후, 연방기관들은 바이오경제의 광범위한 이익을 위해, 공공-민관 파트너십 및 경쟁이전 협력에 대한 인센티브를 제공
  - 공공-민관 파트너십 촉진
  
- 위의 보고서를 통해 합성 생물학(Synthetic Biology), 프로테오믹스(Proteomics), 정보기술 등을 미국의 바이오 경제를 위한 유망기술로 선정하고 있음.
  - 합성 생물학(Synthetic Biology)은 생물학, 분자생물학 등 생명과학과 전기전자, 컴퓨터 등의 기술과학을 결합하여 탄생한 새로운 과학 분야로서, 생명공학을

더욱 쉽고, 빠르고, 예측가능하게 할 것으로 기대하고 있음.

- 프로테오믹스(Proteomics)은 유전자 명령으로 만들어진 프로테옴(단백질체)을 대상으로 유전자의 기능, 단백질의 기능이상 및 구조변형 유무 등을 규명하고 질병 과정을 추적하는 분석기술로서, 고부가가치, 고성장 산업으로 기대되며 다른 산업에 대한 파급 효과가 클 것으로 예상하고 있음.
  - 정보기술 : 바이오인포매틱스(bioinformatics), 컴퓨터 생명공학(computational biology) 등의 연구분야는 바이오경제에서 중요한 영역으로 대두되어 왔으며, 점차 복잡해지고 있는 연구데이터를 더욱 용이하게 저장하고, 분석하고, 공유하도록 함.
- 바이오경제를 주도해 나가기 위해서는 신규 인력이 필요하기 때문에 주와 연방 정책적 지원이 요구되며, 연방 재생가능연료기준(RFS: Renewable Fuel Standard) 하에서 고급 바이오연료 생산으로 2030년까지 미국에서 80만 개 이상의 일자리가 창출될 것으로 전망하고 있음.
- 미 행정부는 세계 1위의 바이오 기술 경쟁력을 바탕으로 바이오산업을 전략적인 국가개발육성분야로 선정하고 정부의 지속적인 관심과 투자를 강화하고 있음.
- 국립보건원(NIH)이나 국립과학재단(NSF) 중심의 연구비 지원으로 연구개발 및 산업분야의 연구 촉진과 우수 연구인력 창출하며, 정부의 집중적인 투자를 바탕으로 대학·연구기관·기업의 상호 협력과 세계의 고급 인력의 유치 등으로 지속적인 연구역량 제고하고 있음.
  - 연방정부차원의 생명과학투자의 대부분은 보건성(Department of Health and Human Services; HHS)의 NIH를 비롯한 그 산하기관에 의해 이루어짐.
    - NIH의 예산은 1998년부터 2003년까지 꾸준히 증가하여 2배까지 증가하였으나, 2003년부터 NIH 연구비는 미국 경제회복 및 재투자법(American Recovery and Reinvestment Act of 2009; ARRA)에 의해 2009년 일시적으로 상승한 것 외에는 실질적으로 정체상태
    - 2012년 NIH 요구예산은 320억불로 2010년 대비 7.45억불(2.4%)가 증가된 금액으로 2004년 이후 ARRA에 의한 지원을 제외하고는 2번째로 높은 예산 증가율을 보임

- NIH 예산은 주로 경쟁과 동료평가에 의해 선정된 연구자 주도의 Research Project Grants(RPG)를 통해 외부에서 수행되며, NIH 프로젝트의 수는 36,809개(2010년)에서 36,852개(2012년)로 소폭 증가할 것으로 예상
- 2012년 SBIR 및 STTR 프로그램을 제외한 연구과제 수는 35,177개로 예상되며, NIH는 2012년에 9,158개의 신규 RPG가 지원되는데 이는 228개가 감소한 결과이며, RPG에 대한 전체 지원금은 169억불임

## (2) 유럽

- 유럽 지역은 바이오산업 분야에 뒤늦게 관심을 갖기 시작하여 수익이나 R&D 투자, 종사자수 등에 있어 미국에 훨씬 뒤쳐져 있지만 유럽 내 대학들이 바이오산업 관련 분야의 세계적인 기초과학 기술을 보유하고 있고, 벤처기금의 유입을 위해 기업들이 지속적인 노력을 기울이고 있음.
  - 또한 기존의 유럽 내 유수의 제약 및 화학 관련 대기업들이 미국의 바이오벤처 기업에 적극적인 투자 활동을 수행한 결과로 우수기술을 확보하고 있으며, 생산과 마케팅 관련 전략적 제휴가 매우 활성화되어 있음.
  - 산업 내에서는 1996년 산업계 단체인 SAGB와 ESNBA가 합병하여 유럽바이오산업연합(EuropaBio)을 설립하여 EU 또는 유럽의회에 대한 영향력을 강화하고 있음.
  - 현재의 유럽 지역의 바이오산업은 규모 확장에서 이익 증대로의 모멘텀을 확보하는 단계로 많은 바이오벤처기업들의 전략적 제휴와 M&A가 활발히 일어나고 있음.
- 유럽의 주요 정책은 2020년까지 글로벌 경쟁력을 갖춘 바이오기반 경제를 본격화한다는 목표를 수립하였으며, 이러한 목표는 유럽경제부흥계획(European Economic Recovery Plan)과 ‘신(新)유럽 2020 아젠다’의 목표와 전적으로 부합함.
  - 유럽에서 산업 바이오기술 및 바이오기반 제품의 발전을 지원하는 분야별 정책과 자금지원 메커니즘이 다수 도입됐지만, 상당부분이 서로 독립적으로 운영
    - EU 차원에선 유럽집행위원회의 리서치 총국(DG: Directorate General)이 제7차 연구개발 프레임워크 계획(FP7: Seventh Framework Programme)과 지식기반

바이오 경제를 통해 산업 바이오기술 연구를 지원

- 기업 총국 정책 사업부는 산업 바이오기술을 5대 '핵심 기반기술(Enabling Technologies)' 중 하나로 선정하였으며, 바이오기술 사업부는 '선도시장 이니셔티브(Lead Market Initiative)'의 일환으로 바이오기반 신제품의 조기 도입을 촉진
- "연구와 기술개발을 위한 프레임워크 프로그램(Framework Programme for Research & Technological Development)"을 통해 바이오 산업의 연구 및 혁신을 지원하고 있음
  - 현재 7차 프레임워크 프로그램(FP7)이 2007년부터 시작되어 2013년까지 진행되며, 전체 예산은 505억 유로임.
- 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 해당됨.
  - 건강 세부 프로그램은 협력 프로그램의 주요주제이며, FP7 기간 동안 60억 유로의 예산이 배정되었으며 이는 전체 협력 프로그램 예산(324억 유로)의 18.5%에 해당되며, 이와 관련된 대표적 연구는 미생물 저항, HIV/AIDS, 말라리아, 결핵, 유행병 등임. 주요 지원 분야는 기초적 발견들의 임상적용, 새로운 치료법의 개발과 확인, 연구결과의 커뮤니케이션, 건강증진과 질병예방 방법, 진단기법과 기술, 지속가능하고 효율적인 헬스케어 시스템의 개발 등이고, 주요 연구사업은 인류건강을 위한 생명공학 및 유전공학기술, 인류 건강을 위한 전이연구, 헬스케어를 유럽시민들에게 파급 및 최적화 등임.
  - 식품·농업·바이오테크놀로지 세부 프로그램의 목적은 유럽 지식기반 바이오 경제를 구축하는 것으로, 유럽연합국가들은 FP7 기간 동안 19억 유로(전체 협력과제 대비 5.9%) 이상을 배정, FP7에 이어 FP8은 유럽이 직면하고 있는 도전과제와의 연관성, 연구경영 및 관리 개선, 상호보완적 접근, 로드맵 기반의 연구 수행 등에 중점을 두고 2014년부터 2020년까지 진행 될 예정임.
  - 이외에도 유럽연합 GDP 대비 3%를 R&D에 투자하는 것을 목표로 삼고 있으며, 생명공학 관련 기술을 유럽의 지속적 경제성장을 위해 필수적인 기술로 제시하고 있음.

## ○ 영국

- BBSRC(Bioscience 2015)는 경기침체로 인해 한정된 예산을 바이오산업화, 글

로별식량안보, 바이오에너지 분야에 선택과 집중하고 있으며, 신 전략계획 (2012~2015)에서 ‘건강을 위한 생명과학’을 3대 핵심전략 중 하나로 선정하고 있음.

- 현재 유럽내 1위, 세계 2위의 바이오 선도국가로서, 이미 지난 2003년에 ‘BIOSCIENCE 2015’를 수립하고, 바이오 분야에서 글로벌 리더로서의 위상을 공고히 하기 위해 영국 정부는 기존의 Department of Trade and Industry (DTI)에서 2009년 6월 28일 새로운 Department for Innovation, Universities and Skills (DIUS)을 분리하여 조직하였음.
- 2010년에는 ‘바이오 전략계획 2010-2015 (The Age of Bioscience-Strategic Plan 2010-2015)’를 수립하여 집중분야 및 세부 전략을 제시하고 있음.
  - 집중 연구분야는 크게 식량안보, 바이오에너지 및 산업생명 공학, 건강유지를 위한 기초생명공학의 3가지이며, 영국은 향후 인류가 맞이하고 있는 주요 도전과제에 대한 해결책 제시를 중심으로 바이오 연구를 이어나갈 전략을 마련
  - 이에 따라, 2010년 3월에는 Global Food Security programme이 마련되었으며, 혁신 및 기술 개발과 국제협력 등에 대한 지원을 강화
  - 영국은 국내의 독자적 연구 외에도 기존의 유럽연합, 미국, 중국, 일본, 인도 그리고 2009년 3월 새롭게 맺은 브라질과의 연구협력을 통해서도 과학기술의 발전을 꾀하려 적극적으로 노력

## ○ 독일

- 독일의 국가전략산업은 바이오산업이며, 바이오산업을 연관 산업 발전을 이끄는 융합산업의 성장엔진화하고 있음.
- 독일 연방정부는 바이오산업을 간접적으로는 IT, 기계, 플랜트, 자동차, 풍력, 환경, 건설 등 연관 산업 발전을 이끄는 융합산업의 추동력으로 판단했음. 이를 대응해야 할 21세기 핵심도전과제로 여기고, 이러한 경제구조를 바이오경제로 정의해 산업발전을 모색 중임.
  - 현 독일의 바이오기술산업은 꾸준히 성장하는 단계로 전문기업 550여 개, 총 매출액 26억 유로, 고용인력 약 3만3800여 명 규모로 매년 증가함.
  - BT(Biotechnology)와 IT를 융합한 첨단응용기술 BIT(생물정보학; Bioinformatics, 생물전자공학; Bioelectronics) 등에 대한 관심도 점점 확대됨.
- “Bio industrie 2021”을 수립하여 연방정부 차원의 바이오 산업 성장을 위한 지

원을 강화하여 경제 위기에도 불구하고 10억 유로의 R&D 투자 시행하였으며, 생명공학 전문 기업 중 약 45%가 의약 분야에 집중하고 있음.

- 독일정부는 2011년 ‘바이오 경제 2030년 국가 연구 전략’을 통해 ‘정상적인 범위에서의’ 생태계 순환에 가장 큰 초점을 두고 있으며, 이를 통해 전세계에 양질의 제품·식료품을 제공하는 등과 같은 지속가능한 바이오 기반의 경제 시대를 구축하고, 글로벌 경쟁력제고를 도모하고 있음.
- 독일 산업 경쟁력 강화와 바이오기반 경제 구조 변화 촉진을 위해 ① 식량안보, ② 지속가능한 농업분야 생산, ③ 건강하고 안전한 식품, ④ 재생가능한 산업 자원, ⑤ 바이오매스 기반 에너지 수단 개발 등 5대 핵심분야를 제시하고 있음.
- 독일은 유럽국가들 중에서 가장 많은 약 500개의 바이오 관련 회사들이 있으며, 20개 이상의 기업이 주식 시장에 상장되어 있고, 59개의 기업이 혁신적인 기업으로 분류되어 있음
  - 1995년부터 2011년 사이에 독일 바이오 기업이 70개에서 약 500여개로 증가하였는데, 독일 바이오 산업의 성장은 신기술을 지원하는 정부의 적극적인 지원을 통해 더욱 가속화되고 있음.
  - 독일연방교육연구부는 “BioChance”, “Bioindustries 2021”, “GO-Bio” 등의 프로그램을 통해 생명공학기술 활성화를 지원함.

## ○ 프랑스

- 2010년 국가혁신촉진계획(’09) 수립시 생명(Bio), 환경(Eco), 나노(Nano)기술 등을 3대 핵심분야로 지정하고, 폭넓은 계층간의 연구협력을 통한 향후 수년간의 연구방향 설정 및 연구기관과 기업간의 협력을 촉진하고 있음.
- 국가투자전략기금은 생명공학 부분을 고성장 잠재산업으로 분류하고, 생명공학 기업에 대해 ’09년부터 2년간 7천5백만 유로 지원 추진함.
  - 지원기업선정은 프랑스 혁신청(OSEO)을 통해 선정하며, 프랑스 생명공학기업협회와 공동으로 사업을 주관
- 정부와 지자체 간의 긴밀한 협력으로 연구기관·기업·대학병원 등으로 형성된 바이오산업클러스터를 육성하고, 클러스터 중심으로 바이오산업 진흥을 촉진하고 있음.
  - 주요 바이오클러스터는 알자스 Bio Valley, 리용 Biopole, 파리 Medicine Paris
  - Region 등

### (3) 일본

- 일본은 매우 발달된 발효기술 등 응용기술을 이용하여 개량제품의 개발에 뛰어나며, 미국과 유럽의 바이오벤처 형태의 바이오기업 대신 제약, 화학, 식품 등 대기업의 일개 사업부문을 중심으로 산업화를 추진하고 있는 것이 특징임.
  
- 일본의 바이오벤처에 투자되는 자금은 최근 급격히 증가하였는데 일본의 2004년 바이오 투자 전문펀드의 수는 10개사의 18개 펀드로 총 자금 규모가 517억 엔 수준이고, 바이오 이외의 투자 대상도 포함하는 펀드의 바이오 투자 비율까지 감안한 실제 펀드 자금 규모의 총 합은 37개 펀드의 1,059억엔에 이르고 있음.
  
- 일본은 관 주도로 바이오산업을 육성하고 있으며 경제산업성이 바이오산업 육성을 이끌고 있음.
  - 경제산업성은 ‘2010년 시장규모 25조엔, 1,000개 바이오기업’의 목표 실현을 위해 ‘헬릭스(Helix) 계획’과 ‘밀레니엄 프로젝트’ 등 국가 차원의 대형 프로젝트를 잇달아 추진하고 있음.
  
- 일본 정부는 이미 지난 1981년부터 바이오 기술을 중점 성장분야로 지정하고, 과학기술기본계획과 신성장전략기본정책 등을 통해 바이오 분야의 경쟁력을 강화하는 정책을 적극적으로 추진하고 있음.
  - 1981년, 일본 통상산업성(현 경제산업성)은 「차세대산업기반기술연구개발제도」를 통해 바이오 기술을 3대 중점 성장분야로 지정하고 10년에 걸친 바이오 테크놀로지 기초 연구를 진행하였음.
  - 1997년 5월 “경제구조의 변혁과 창조를 위한 행동계획”을 시행하면서 바이오 테크놀로지를 15개 신성장 분야 중 하나로 정하고, 1999년에 “바이오 테크놀로지 산업의 창조를 위한 기본 방침”과 “바이오 테크놀로지 산업의 창조를 위한 기본 전략”을 수립하였음.
  - 2009년 글로벌 금융 위기에 불구하고 일본 경산성은 바이오산업정책의 지속적인 시행을 위해 185억 엔을 투자
    - “건강 안심 이노베이션 프로그램”(128.9억 엔), “환경 안심 이노베이션 프로그램

램”(20.3억 엔) 및 “안전관리 수준 향상 및 바이오 테크놀로지에 대한 국민 인식 강화”(35.6억 엔) 등을 투자

- 재생의료 분야에 대한 범부처 연구개발, 뇌과학연구의 단계적 추진, 기관 간 통합 데이터베이스 센터 구축 등 고령사회를 대응하기 위한 생명공학 분야의 전략적 육성 추진 중임.
- 2009년에 수립한 신성장전략 기본정책(Basic Policy for New GrowthStrategy)에서는 2020년 시장규모 45조엔 및 신규고용 280만명 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 설정하였음.
- 2011년 5월에 발표된 정책 추진 지침에서는 바이오 분야의 혁신 활성화를 위해 ① 개별화된 의료 추진계획, ② 재생의료 추진계획, ③ 바이오벤처 재활성화 계획이 3대 핵심전략으로 제시하였음.
  - 주요과제로는 게놈 연구와 같은 신약 개발 방법의 세계적인 경쟁력 확보, 관계 부처간 제휴를 강화하고 자금 투입 및 예산 배분을 전략적으로 개선, 국제 경쟁력을 갖춘 임상시설의 공통 기반을 통합·집약하여 글로벌화 대응 등을 선정하고 있음.
- 일본은 전 세계적인 현안과 더불어 2011년 동일본 대지진과 원자력발전 사고 등에 직면한 이후, 효율 우선의 경제 지상주의에서 벗어나 “국민이 안심할 수 있는 질 높은 생활의 실현”으로 국가 정책 초점을 전환하고 있음.
  - 4기 과학기술기본계획(2011-2015)에서는 자원 및 에너지의 제약과 고령화와 같은 범 지구적 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 제시하고 있음.
    - ‘건강한 장수사회 실현’을 명제로 포스트 게놈연구, 의료공학, 뇌신경과학, 의료기기, 생물공정 등 5개 분야를 중심으로 지원을 강화하기 위해 2011년 바이오 분야 예산을 3,471억엔 요구
  - 비전 달성을 위하여 녹색 혁신(Green Innovation), 생명 혁신(LifeInnovation), 안전·안심·혁신(Safe·Security Innovation)을 3대 핵심 혁신으로 제안하고 있음

며, 이중 생명 혁신이 바이오 분야에 해당함.

- 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 보유하고 있음.
  - 긴키지역에는 고베의 KTI(Kobe Tissue Engineering Initiative) 클러스터가 인공피부 등 조직재생 분야에서 경쟁력을 보유하고 있음.
  - 홋카이도 클러스터에는 홋카이도 대학과 오비히로 대학에서 차세대 포스트 계놈 연구를 추진하고 있으며, 동식물 관련 생명공학 분야의 핵심역량을 보유하고 있음.

## 나. 외국의 정책 사례 및 성공요인

### (1) 중장기계획 수립 및 단계적 사업추진

- 주요국들의 생명산업 관련 정책의 추진은 생명공학기술을 활용한 BT(Biotechnology)산업은 고부가가치를 창출하며, 첨단산업 중 가장 높은 성장세를 전망하고 있음.
- 이에 부합하기 위하여 미국과 유럽 등 모든 국가들은 생명산업 육성에 대한 중장기계획을 국가적 단위에서 수립하고 있으며, 설정한 단계별로 사업들을 추진해 나가고 있음.

### (2) 바이오산업의 클러스터링

- 주요 5개국 사례를 중심으로 선진국의 바이오산업 관련 정책의 공통점은 생명공학기술을 정보기술을 대체할 새로운 성장동력으로 간주하고, 관련산업간 클러스터 구성에 주력하고 있다는 것임.
- 선진국들은 기초연구성과가 바로 산업화로 연계되는 생명공학 관련 분야에 많은 연구개발투자를 하고 있으며, 연구개발투자 지역 중심으로 집적지가 형성되어 있음.
- 미국 보스턴, 샌디에이고 등 11개 지역, 스위스 바이오 밸리 등 4개 지역, 독일 베를린, 뮌헨, 하이델 베르크 등, 스웨덴 스톡홀름, 옘살라 등, 일본 고베(긴키), 도쿄(간토) 등에 BT산업 클러스터가 형성 되어 있음
- 이런 BT 집적지 중에서는 다수의·다양한 경쟁력 있는 클러스터가 있으며, 이들이 국가경쟁력의 핵심으로 대두되고 있음.
- BT산업 클러스터란 병원, 대학, 연구소, 제약·의료기기 기업들과 가치사슬로 연계된 전후방 산업의 다양한 주체들이 집적되어 상호작용·협력하는 지리적 집중체를 일컫으며, 바이오 클러스터, 메디컬 클러스터, 신약개발 클러스터, 복합형 클러스터 등 다양한 유형이 있음.

- 우리나라도 주요 선진국들의 BT산업 클러스터에 버금가는 경쟁력 있는 클러스터를 형성하여 국민의 삶의 질 향상과 국가경쟁력 강화에 기여할 필요가 있음.
  - 꾸준한 연구개발 지원과 벤처투자, 사업화 기반 조성 등 초기 정부의 역할이 클러스터 형성에 매우 중요함.
  - BT 분야 중 지역의 핵심역량을 중심으로 특화하여 부가가치체 인상에 연계된 주체들을 집적시키되, 다국적 기업유치와 벤처기업 창출 등 이중 전략을 추진할 필요성이 있음.
  
- 미국의 BT산업은 연구 및 상업화 능력이 세계최고이며, 이 또한 대도시를 중심으로 클러스터를 형성하고 있음.
  - 샌프란시스코-오클랜드-산호세(약 150개), 보스턴(약 140개), 뉴욕(약 130개), 샌디에이고(94개), 필라델피아(50개 이하), 라레이더람, 시애틀, 워싱턴·볼티모어, LA 등
  - 보스턴 중심의 매사추세츠주는 미국 9개 바이오 클러스터 중 샌프란시스코에 이어 높은 바이오 연구 및 상업화 능력으로 BT산업을 선도하고 있음
    - 하버드대학, MIT대학, 매사추세츠 종합병원, 생명과학연구소 및 노바티스 같은 세계적인 제약회사, 바이오젠 같은 바이오 벤처기업들이 주도적 역할 수행함.
  - 코네티컷주는 세계 4대 제약회사인 바이엘, 뵘링거잉겔하임, 브리스톨-마이어, 화이자와 코네티컷대, 예일대 및 최첨단 바이오텍 기업 등 100개 이상의 BT관련 기업과 연구소, 병원 및 지원기관이 입지해 있음
    - 4개의 대표적인 제약회사들은 각기 대규모 연구단지과 주요 R&D센터 보유
  - 펜실베이니아주는 의료치료, 백신, 첨단의료장비, 신약개발 등의 분야에서 선두이며 생명공학분야의 허브 역할을 수행하고 있음
    - 세계 최초 소아마비 백신개발, 세계최초 심장·간·콩팥의 동시 이식 성공실적 보유
    - 의료장비, 진단기, 실험/실습기자재 및 기타 의료(BT) 연관분야 1,914개 기업에 5만 7천여명이 종사하고 있음(의료기기 및 진단분야 300개사, 1만 8천여 명)
  - 텍사스 메디컬 센터는 앤더슨 암센터를 중심으로 약학대학입지, 의학센터의 확

장/설립, 의학회의 이전으로 메디 클러스터가 자생적으로 발생하였음

- 세계 최고 암센터(M.D.앤더슨 암센터), 심장치료기관(Texas Heart INs), 내분비학, 비뇨기학(Baylor 대학), 재활의학(텍사스 재활연구소)
- 2004년 방문환자수 540만 명, 병상 약 6천 개, 의사 4천 명, 종사자 약 6만 5천 명, 면적 297만m<sup>2</sup>



〈그림 3-1〉 미국 BT 산업 클러스터

자료: 선진국의 바이오산업 클러스터와 시사점, 국토연구원, 2009

- 스위스는 4개의 대표적인 BT산업 클러스터가 형성되어 있으며, 스위스 생명공학 기업의 대부분이 이 지역들에 위치해 있는데, 생물학, 의학, 재생의료, 분자생물학 등에 특화되어 있음.
- 바이오 밸리(서북부; 바젤)는 프랑스 알사스 지방, 독일 프라이부르크시 및 남바덴지방, 스위스 바젤시로 구성되며, 3국 연합 클러스터를 형성하고 있음.
  - 과거 15년간 화학 및 의학 분야 노벨상 수상자 5명 배출, 생명과학분야 특허 등록 416건(1998~2000년)을 보유하고 있고, 40여 개의 과학연구기관이 소재함.
  - 전통적으로 생물학 중심지역으로 노바티스, 로슈 등 약 600개 바이오기업이 입지해 있고 40%가 외국계기업으로 사노피-아반티스, 바이엘, 제넨텍, GE 헬스케어 등 입지

- 바이오 알프스(서남부; 제네바)는 스위스 바이오인포매틱스 연구소를 중심으로 제네바 대학(의학부, 대학병원), 로잔대학, 스위스 암연구소, 루드비히 암연구소, 글락소 웰컴 연구소 등 세계적으로 우수한 기관이 입지하여 생물정보학과 프로테오믹스 분야를 연구함.
  - 로잔 중심의 바이오 알프스에는 세로노 등 200여 개 바이오 및 의료업체가 입지해 있으며, 인근 프랑스 리옹시와 재생의료 연구분야의 국제 바이오 클러스터를 구축·운영함.
- 바이오 폴로(동남부; 티치노)는 티치노 주립은행, 스위스-이탈리아어권 대학, 티치노 주정부, 연방경제성 경제사무국, 벨린조나시 등 여러 단체가 투자하여 비영리단체로 설립함.
  - 파마톤 등 30여 개 생명공학업체 집적, 이탈리아와 연계
- 취리히 광역권(동북부; 취리히: 2002년 취리히 메드넷으로 개칭)은 400여 개 이상의 생명공학기업과 70여 개이상의 대학 및 연구기관, 20개 이상의 대학병원 등 의료기관이 입지해 있음
  - 취리히 대학에 분자생물학, 신경가소성(Neuro), 고도정보화의료 전문연구센터가 소재함



〈그림 3-2〉 스위스의 4대 BT 산업 클러스터

자료: 정무섭, 외국인 직접투자의 부진과 시사점, CEO Information 제674호, 삼성경제연구소, 2008

- 독일의 경우 다수의 BT산업 클러스터가 형성되어 있으나 베를린, 뮌헨, 하이델베르크 지역이 대표적이며, 각각 유전자, 치료 및 진단의학, 분자생물학 등에 특화되어 있음.
  - 베를린-브란덴부르크(Berlin-Brandenburg) 바이오테크놀로지 지역은 최근 10년 사이 독일 내에서 가장 성장성이 두드러지는 BT산업 클러스터로 주목받고 있음.
    - 유전자 분야 및 프로테오믹스 연구분야가 핵심이며 최근 진단, 치료, 재생의료의 각 분야에서 새로운 연구개발이 증가하고 있음.
    - 7개 종합대학교, 21개 전문대학교에서 매년 3천 명 이상의 생명공학분야 졸업생을 배출하며, 350개 이상의 연구단체들이 소재해 있는 등 약 5만여 명의 우수한 종사자가 집적되어 있어 학제적 연구와 바이오테크놀로지 관련 기능적인 네트워크가 활발함.
  - 뮌헨 지역은 유럽 내 최고의 BT산업 클러스터로 많은 연구개발시설이 입지해 있어 연구개발에서 제품시장화로 이어지는 시간이 단축되기 때문에 많은 기업들이 집적되어 있음.
    - 1972년 막스플랑크 바이오화학 연구소 설립 이후 180개 업체가 집적하여 약 2만 3천여 BT 산업 일자리를 창출하고 있음.
    - 루드비히-막시밀리안 대학교, 대학 부설 클리닉 2개, 막스 플랑크 연구소 3개 등 대학 및 연구기관의 우수한 인력들이 치료의학 및 진단의학 분야에 집중되어 있음.
  - 라인-네커-드라이에크 지역은 독일 남서부의 바덴 뷔템베르크주, 라인란트 팔츠주, 헤센주를 중심으로 형성되어 있고, 바이오 의료 기술분야에서 유럽 최고인 하이델베르크가 경쟁력의 가장 핵심임.
    - 연구시설, 종합대학, 단과대학에서 3,200여 명의 분자생물학자가 특히 의료부문 세포분자학을 연구하고 있으며, 이 분야에서 세계적 위상을 갖고 있음.
    - 4개 글로벌 기업 포함, 총 90여 개 업체에서 1만여 개 일자리를 제공하고 있으며, 새로운 시장의 창출이 활발하여 벤처캐피탈이 성공을 거두고 있음.



- 외레순은 덴마크와 스웨덴, 두 나라 사이의 복수 제휴도시를 골격으로 한 인구 약 250만 명의 지역으로, 스웨덴 쪽에는 생명과학과 생명공학이 발달한 말피와 룬트가 위치해 있음.
  - 룬트지역에는 스웨덴 5위 내 기업이자 신장관련 의약품, 의료기기, 의료서비스 분야에서 세계적인 경쟁력을 가진 다국적 제약기업인 갬브로(Gambro)사가 입지해 있음.
  - 룬트대학은 세계 최초로 인공신장(갬브로사), 인공호흡기(Siemens Elema)를 발명.
- 요테보리에는 스웨덴 5대 BT 기업이자 다국적 제약기업인 아스트라 제네카가 입지해 있고 아스트라 제네카는 전 세계 13곳에서 R&D센터를 운영하고 있음.



〈그림 3-4〉 읍살라-스톡홀름 BT 산업 클러스터

자료: 선진국의 바이오산업 클러스터와 시사점, 국토연구원, 2009

- 일본의 BT산업 육성정책은 국제경쟁력 확보를 위한 발전기반을 조성하고 기초 연구에서부터 응용 및 상품화단계까지 집중 추진하는 데 정부 관련부처가 적극적인 투자를 지원함
  - 경제산업성, 후생노동성, 문부과학성, 환경성, 농림수산성 등 5개 부처가 관련됨
  - 일본에서 BT에 중점을 둔 산업 클러스터는 광역적으로 홋카이도, 간토, 토카이,

긴키 지역이며, 이 지역 내에 다수의 클러스터가 있고, 지역 밖에도 소규모로 다수의 클러스터가 있음

- 간토지역에는 수도권 바이오 네트워크 재팬하에 도쿄와 요코하마 클러스터에 다수의 대학과 연구소가 연계되어 있고, 바이오 의료(신약개발, 의료장비 등) 및 계놈 등 분야의 핵심기술을 보유하고 있음
  - 도쿄대학 의과학연구소, AIST 츠쿠바 임해부도심센터, RIKEN 요코하마연구소, 카즈사 DNA연구소 등이 탁월한 역량을 보유하고 있음
  
- 긴키지역은 간토지역과 함께 대표적인 광역클러스터인데 긴키의 대표적인 예는 고베의 KTI(Kobe Tissue Engineering Initiative) 클러스터이며, KTI는 인공피부 등 조직재생분야에서 선진적인 기술을 확보하고 클러스터 운영도 모범적으로 추진하고 있음
  - 사업화지원 기능을 수행하는 시설로는 바이오 메디컬창조센터, 고베 국제비즈니스센터, 고베인큐베이션 오피스, KIMEC센터13 등이 있는데, 바이오 메디컬창조센터는 세포배양, 동물실험실, 방사성 동위원소시설 등을 갖추고 자금·인력 등도 지원함
  
- 홋카이도 BT산업 클러스터 역시 홋카이도대학과 오비히로 대학(농학 및 수의학)에서 차세대 포스트 계놈 연구를 추진하고 있으며, 동식물 관련 바이오 기술분야에서 핵심 역량을 보유하고 있고, 다수의 바이오벤처 기업이 소재하고 있음



〈그림 3-5〉 일본의 바이오벤처 클러스터

자료: 일본 바이오벤처협회, 2007

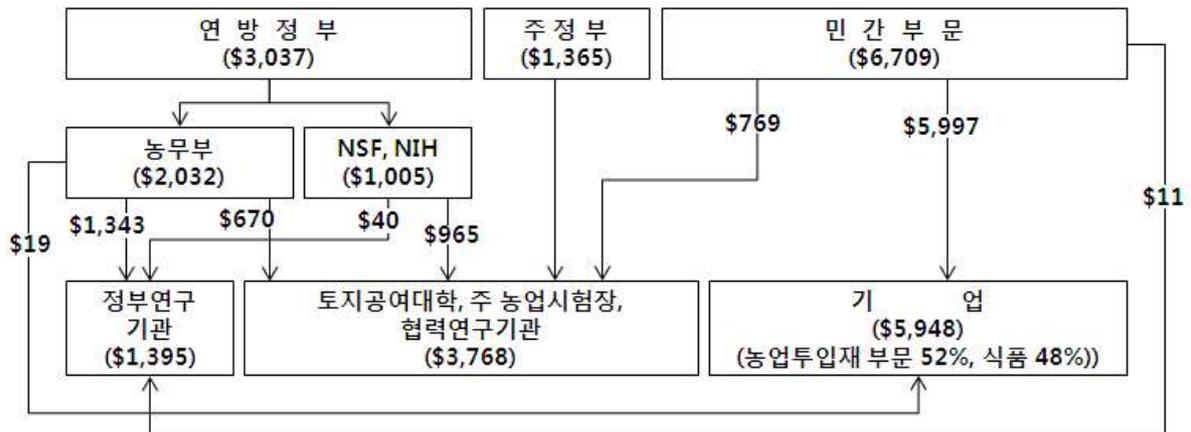
### (3) 정부의 융복합적 투자지원

- 일본의 BT산업 육성정책은 국제경쟁력 확보를 위한 발전기반을 조성하고 기초 연구에서부터 응용 및 상품화단계까지 집중 추진하는 데 정부 관련부처가 적극적인 투자를 지원하고 있음.
  - 경제산업성, 후생노동성, 문부과학성, 환경성, 농림수산성 등 5개 부처가 공동의 목표와 과제를 지향하며, 정책적 융복합을 구현하고 있음.
  - 또한 정부를 중심으로 BT에 중점을 둔 산업 클러스터를 광역적으로 조성함으로써 거점역할을 분명히 하고 있으며, 지역 내에서는 바이오 네트워크를 구성하여 다수의 대학과 연구소가 연계되는 시스템으로 운영되고 있음.
  
- 세계 주요 선진국들은 다수의·다양한 BT산업 클러스터를 정책적으로 지원하여 육성 중에 있으며, 이 클러스터들이 지역 및 국가 경쟁력에 기여하고 있음
  
- 주요 선진국들의 클러스터에 버금가는 경쟁력 있는 클러스터를 압축적으로 형성하기 위해서는 정부는 시장창출, 연구개발, 클러스터 조성 등 혁신환경을 조성해줄 필요가 있음
  - 꾸준한 연구개발 지원, 연금펀드의 창업기업투자, 공공 지적재산권의 민간이전이 필요
  - 지역별 특화, 선택과 집중을 통해 차별화된 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원할 필요
  - 다국적 기업을 유치하고 바이오 벤처기업을 육성하는 등 이중전략이 필요함

## 다. 미국 · 일본의 농업생명산업 추진

### (1) 미국의 농업생명산업의 추진체계

#### ○ 농업 및 식품에 관한 연구 체계



주 : NSF(National Science Foundation), NIH(National Institutes of Health)

자료 : John King, Andrew Toole and Keith Fuglie(2013)

〈그림 3-6〉 2007년도 미국 농업 및 식품 연구체계도(단위 : 백만 달러)

#### ○ 농업생명산업 추진기구 및 역할

- 농산물유통국(Agricultural Marketing Service; AMS) : 식물품종 및 종자법에 따라 생명공학에 의해 개발된 종자의 관리, 종자 인증 및 표시, 유전공학에 의한 식품 및 섬유제품의 실험 및 입증 등
- 농업연구국(Agricultural Research Service; ARS) : 가축 및 작물과 미생물의 새로운 형질 도입과 기존 형질의 개선, 생명공학 생산물의 안전성 평가 및 향상, 농업자원 및 계능 정보의 개발 및 공급 등
- 동식물 건강 검사국(Animal and Plant Health Inspection Service; APHIS) : 농업생명공학의 안전성 확보를 위해 유전공학물질의 현장 실험, 주(State)간 이동 및 수입 등에 대한 감독 등
- 경제연구국(Economic Research Service; ERS) : 유전공학 물질 이용의 경제적 측면에 대한 연구. 즉 농가에서 생명공학기술 도입 비율 및 이유, 생명공학 생

산물의 유통 및 표시와 무역 등에 관한 경제적 과제 등

- 식품안전 및 검사국(Food Safety and Inspection Service; FSIS) : 생명공학에 의한 동물을 포함한 축산물의 상업적 공급의 안전성과 건전성, 표시 및 포장 등에 대한 확인 등
- 농무부 생명공학 및 21세기 농업에 관한 자문위원회(USDA Advisory Committee on Biotechnology and 21ST Century Agriculture : AC21)
  - 목적 : 첫째, 생명공학이 미국의 식품·농업시스템과 농무부에 장기적으로 미치는 영향에 대해 검토하고 둘째, 농업에 대한 생명공학의 응용과 관련된 긴급한 과제에 관해 농무부에 조언하는 것임.
  - 법적 근거 : 연방자문위원회법(Federal Advisory Committee Act : FACA)
  - 설치연도 : 2003년 2월
- 생명공학합동감독기구(US Regulatory Agencies of Biotechnology)
  - 설치 : 농업생명공학에 의한 생산물의 감독 책임을 갖는 미국 정부기구는 1986년의 과학기술정책실(Office of Science and Technology Policy)에 의해 설치되었음.
  - 구성 : 농무부 동식물 건강 검사국(Animal and Plant Health Inspection Service; APHIS), 환경보호국(Environmental Protection Agency; EPA), 보건사회복지부의 식품의약품국(Food and Drug Administration; FDA) 등임. 이 세 기관의 감독관은 정보를 교환·소통하여 안전성과 규제 관련 과제를 확인하고 있음.
  - 역할 : 현대 생명공학을 이용하여 개발된 생산물을 연방정부 차원에서 평가하는 것임. 기본적으로 국민의 건강과 환경을 보호하기 위한 기존 법률에 근거하여 생명공학에 의해 생산된 생산물에 대해 감독, 정책, 자문 등을 수행

## (2) 일본의 농림수산연구기본계획에 의한 농업생명산업 추진<sup>18)</sup>

- 2010년 3월 30일에 일본 농림수산성은 「농림수산연구기본계획」을 발표하였음. 이 기본계획은 농림수산연구의 5가지 중점 목표, 농림수산연구 추진에 관한 시책, 구(舊)농림수산연구기본계획의 검증, 농림수산연구의 장기적 전망 등 4개의 장으로 구성되어 있음. 그리고 2015년까지 주요 연구달성 목표를 제시하고 있음.
- 농림수산연구의 중점목표 5가지는 다음과 같음.
  - 첫째, 식량안정공급 연구로서 농업 생산력 향상과 농산물의 안정공급, 수산물의 안정공급과 지속가능한 수산업의 확립, 고도 생산·유통 관리 시스템의 개발, 식품의 안전과 소비자 신뢰 확보 등임.
  - 둘째, 지구규모과제 대응연구로서, 지구온난화에 대한 대응과 바이오매스 이용 및 활용, 개발도상국의 농림수산업 기술 향상 등임.
  - 셋째, 신수요창출 연구로서, 고품질 농림수산물 및 식품의 개발, 새로운 분야의 추진 등임.
  - 넷째, 지역자원 활용 연구로서 농산어촌의 풍요로운 환경형성과 지역자원 활용, 삼림정비와 임업·목재산업의 지속적 발전 등임.
  - 다섯째, 종자개발 연구로서, 농림수산생물의 기능을 비약적으로 향상시키는 생명현상의 해명·기반기술의 확립, 유전자원·환경자원의 수집·보존·정보화와 활용 등임.
- 위의 5가지 연구 중점목표 중 농업생명산업과 관련된 내용은 다음과 같음.
  - 식량안정공급 연구 : 고품질 다수확의 소맥 및 대두 품종개발, 10당 1톤 수확의 사료용 쌀 품종 개발, DNA 마커에 의한 선발과 유전자 도입에 의해 병해충 및 제초제 저항성을 가진 저투입 노동력 절감형 다수확 사료용 품종 개발, 원예작물의 노동력 절감 기술 개발, 가축 중요질병 및 인수공통감염증 등 방제 기술 및 신속한 간이검사 기술 개발, 농림수산물·가공품의 DNA 마커에 의한 원료품종의 식별기술 및 유전자변형 농산물에 대한 간편한 분석법 개발 등
  - 지구규모과제 대응연구 : 농림수산분야의 온실효과 가스의 발생·흡수 메커니즘 해명 및 온실효과 가스 저감·흡수 기능의 보전·강화에 기여하는 기술 개발, 목

18) 日本 農林水産省, 農林水産研究基本計劃, 2010.3.

질계 바이오가스의 소규모 고효율 가스화와 축매 등에 의한 액체 바이오연료 등 유용물질 제조기술 등의 실증 실험 및 개량에 의한 실용화, 농림수산업·식품 산업에서 발생하는 부산물과 폐기물로부터 고부가가치 소재로 변환 및 이용기술 개발 등

- 신수요창출 연구 : 농림수산물 및 식품의 기능성 해명과 기능성에 관한 신뢰성이 높은 정보의 정비·활용, 농상공 연대와 브랜드화를 목표로 고품질 농림수산물 및 식품의 개발 및 상품개발 시스템 구축, 타 분야와 융복합을 통한 새로운 산업의 창출\* 등
- 지역자원활용 연구 : 지역의 바이오매스 활용에 따른 환경부하, 에너지 수지, 경제성 등을 종합적으로 평가하는 방법 개발, 토양진단 기술의 확립을 통한 지역특성에 부합되는 친환경농업 생산시스템 구축 등
- 종자개발 연구 : DNA 마커 선발에 의한 효율적인 신품종·신계통 육성 시스템 개발 및 유전자변형 기술의 실용화를 위한 신행질 부여 기술의 개발, 가축·임목·수산생물의 유용 DNA 마커 개발 등

## ※ 새로운 산업의 창출

- 농림수산업의 잠재력을 발휘하기 위해서는 전통적인 농림수산연구의 틀을 넘어 의학, 약학, 공학 등 타 분야와 융합·제휴를 통한 기술개발, 민간기업에 의한 최종제품 생산 등 산업화를 추진할 필요성이 있음.
  - 새로운 기술에 대한 유효성 확인과 안전성 확보
  - 국민과 연구자 간 쌍방향 커뮤니케이션 활동을 통해 국민의 이해를 도모
  
- 중점목표
  - 새로운 생물산업 창출을 위한 생물기능 이용기술의 개발 : 건강 기능성 성분과 의약품 성분을 생산하는 벼와 유전자변형 누에·동물을 이용한 의약품·의료용 소재의 개발 및 농림수산생물의 의료·간호에 이용 등 식물, 곤충, 동물 및 미생물이 가지고 있는 기능을 새롭게 이용하는 기술의 개발
  - 바이오매스 유래의 소재 생산기술 개발 : 농림수산업·식품산업에서 발생하는 부산물 및 폐기물 등으로부터 고부가가치 소재의 생산 등 바이오연료·소재의 종합적 이용 시스템 구축
  
- 2015년까지의 주요 연구달성 목표
  - 새로운 생물산업 창출을 위한 생물기능 이용기술의 개발
    - 삼나무 꽃가루증을 완화하는 쌀(삼나무 꽃가루증 완화미)을 동물에 대해 안전성·유효성을 확인하고 사람에게 대해 안전성을 확인할 수 있는 치료 실험(의약품 등의 임상실험 3단계 중 첫 번째 단계)에 의한 지식 및 견해의 집적과 해석
    - 유전자변형 누에에 의한 인공혈관, 연골재생 소재 등 의료용 소재의 동물에 대한 안전성·유효성의 확인과 항체 단백질 등 검사용 시약의 실용화
    - 의료용 실험모델 돼지의 기능성 등 평가기술 개발
    - 동물에서 유래된 신소재(고밀도 콜라겐 조직)를 이용한 동물실험 대체 모델 등의 개발

- 계놈정보를 활용한 효모, 버섯, 누룩균 등 고등미생물에서 유용 유전자 도입 등을 통해 유용물질과 바이오 전지 등 새로운 분야에 이용 가능한 효소 등을 생산하는 기술의 개발
- 효과적인 치료 프로그램(therapy program) 등의 개발을 위해 꽃의 모양과 향기 성분이 가진 효과에 대한 해명
- 바이오매스 유래의 소재 생산기술 개발
  - 수초(藻類)의 효과적인 배양기술의 개발 및 배양된 수초를 바이오 연료·소재 등으로 이용하는 기술의 개발
  - 농림수산업·식품산업에서 발생하는 부산물 및 폐기물로부터 고부가가치 소재로 변환 및 이용 기술의 개발

## 라. 우리나라 생명산업 육성정책에 대한 시사점

### (1) 경쟁력·지역발전전략에 부합하는 생명산업 클러스터 조성

- 세계 주요 선진국들은 다수의·다양한 BT산업 클러스터를 정책적으로 지원하여 육성 중에 있으며, 이 클러스터들이 지역 및 국가 경쟁력에 기여하고 있음.
- 우리나라도 주요 선진국들의 BT산업 클러스터에 버금가는 경쟁력 있는 클러스터를 형성하여 국민의 삶의 질 향상과 국가경쟁력 강화에 기여할 필요가 있음.
  - 이를 위해서는 꾸준한 연구개발 지원과 벤처투자, 사업화 기반 조성 등 초기 정부의 역할이 클러스터 형성에 매우 중요함.
  - BT 분야 중 지역의 핵심역량을 중심으로 특화하여 부가가치세 인상에 연계된 주체들을 집적시키되, 다국적 기업유치와 벤처기업 창출 등 이중 전략을 추진할 필요성이 있음.
- 주요 선진국들의 클러스터에 버금가는 경쟁력 있는 클러스터를 압축적으로 형성하기 위해서는 정부는 시장창출, 연구개발, 클러스터 조성 등 혁신환경을 조성

해줄 필요가 있음.

- 꾸준한 연구개발 지원, 연금펀드의 창업기업투자, 공공 지적재산권의 민간이전이 필요함.
- 지역별 특화, 선택과 집중을 통해 차별화된 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원할 필요성이 큼.
- 다국적 기업을 유치하고 바이오 벤처기업을 육성하는 등 이중전략이 필요함.

## (2) 융복합적 혁신기술 개발체계 확립과 확산

- 생명산업과 관련된 정부산하 연구기관과 사업본부의 유기적인 네트워크와 함께 바이오산업의 한계를 극복할 혁신기술 개발이 선결과제임.
  - 한국산업기술평가관리원에 따르면, 정부에서는 생명산업의 핵심기술을 다른 분야 기술과 융합해 기존 기술의 한계를 극복하는 데 필요한 핵심원천기술 확보에 적극 나섰다 함.
- 이미 선두자리를 차지한 바이오 관련 선진국 정부출연 연구기관의 발표, 바이오 산업 관련 전시회·포럼 등을 꾸준히 벤치마킹하고 참관 및 참여함으로써 우리에게 필요한 흐름과 연구 트렌드를 우리 실정에 맞게 흡수하는 일이 필요함.

## 2. 국내 생명산업 관련 법·제도 및 정책, 투자 현황

### 가. 생명산업 관련 법률

- 생명산업 관련 법률에 대해 우선 생명산업의 기초가 되는 법률(기반조성, 지원, 기술이전 등), 안전성 및 생명윤리 관련 법률로 구분하여 살펴보았음.
- 그리고 생명산업의 6개 주요 분야별 즉, 종자산업, 기능성식품 및 의약품 소재, 바이오에너지, 미생물, 동물의약품, 애완 및 관상동식물 등으로 구분하여 조사하였음.

#### (1) 생명산업의 기초 : 기반조성, 지원, 기술이전 등

- 생명산업의 기반조성 및 지원, 기술이전 등과 관련된 법률은 농림축산식품부의 농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률, 농림수산식품과학기술 육성법, 축산법 등이 있음. 그리고 미래창조과학부의 생명공학육성법, 생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률이 있으며 산업통상자원부의 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률 등이 있음.
- 농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률에서는 농수산생명자원, 농수산물자원, 농수산유전자원 등으로 구분하고 있음. 이러한 농수산생명자원의 다양성 확보와 안전한 보존·관리에 규정하고 지속 가능한 이용방안을 모색할 수 있게 하였음.
  - 농수산생명자원의 확보·보존·관리 및 이용, 통합정보시스템 구축, 증장기 보존 및 연구, 국제협력 등의 근거를 제시하였음.
  - 그리고 재래종 생명자원을 재배·사육 또는 양식하여 보존·관리할 수 있도록 농어가를 지원하며, 이러한 자원의 이용을 촉진시키기 위해 특성평가, 정보화 등을 시행할 수 있음.

〈표 3-1〉 생명산업 관련 법률(생명산업의 기초 : 기반조성, 지원, 기술이전)

법률명	관련 내용	소관부처
농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농수산생명자원, 농수산생물자원, 농수산유전자원의 다양성 확보와 안전한 보존·관리, 지속 가능한 이용</li> <li>• 농수산생명자원의 확보·보존·관리 및 이용, 통합정보시스템 구축, 중장기 보존 및 연구, 국제협력 등</li> <li>• 재래종 생명자원의 재배·사육 또는 양식하여 보존·관리할 수 있도록 농어가 지원, 이용 촉진을 위한 특성평가, 정보화 등</li> </ul>	농림축산식품부
농림수산식품과학기술 육성법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농림수산식품과학기술 연구개발사업</li> <li>• 농림수산식품과학기술 정보의 수집·분석, 보급</li> <li>• 신기술 인증, 이전, 사업화, 제품화</li> </ul>	농림축산식품부
축산법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물유전자원의 다양성 확보를 위한 동물유전자원의 수집·평가·보존 및 관리 등에 관한 사항 고시</li> </ul>	농림축산식품부
생명공학육성법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명공학 육성 기본계획의 수립</li> <li>• 학계·연구기관 및 산업계간의 공동연구</li> <li>• 생명공학의 연구 및 기술에 관한 국제협력</li> <li>• 생명공학의 산업적 응용촉진에 대한 지원</li> <li>• 농림축산식품분야 : 동·식물 및 미생물의 육종·품종개량 및 식품소재의 개발 등 응용연구의 지원, 농림분야의 유용한 유전자의 확보·분석·이용·보존 등 기초연구의 지원 및 연구기관의 육성·발전을 위한 시책 등</li> </ul>	미래창조과학부
생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업적으로 유용한 동물, 식물, 미생물, 인체유래 연구자원 등 생물체의 실물과 정보 등 생명연구자원의 조사, 연구 개발, 산업화</li> <li>• 생명연구자원의 확보·관리 및 활용을 위한 투자의 확대</li> <li>• 국가생명연구자원정보센터의 지정</li> <li>• 전문인력의 양성, 정보유통</li> </ul>	미래창조과학부
기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술이전·사업화 촉진계획의 수립 및 시행</li> <li>• 기술이전·사업화 기반의 확충 및 촉진, 금융지원 등</li> <li>• 기술평가체제의 확립</li> </ul>	산업통상자원부

- 농수산식품과학기술육성법은 농림수산식품과학기술 연구개발사업과 농림수산식품과학기술 정보의 수집·분석 및 보급에 대해 규정하고 있음. 그리고 신기술에 대한 인증과 기술이전, 개발된 기술을 이용한 사업화와 제품화의 근거를 제시하고 있음.

- 축산법은 가축의 개량·증식, 축산업의 구조개선, 가축과 축산물의 수급조절·가격안정 및 유통개선 등에 관한 사항을 규정하고 있는 법률임.
  - 축산법에서 생명산업과 관련이 있는 내용은 동물유전자원의 다양성 확보를 위한 동물유전자원의 수집·평가·보존 및 관리 등에 관한 사항 고시한다는 부분임.
- 미래창조과학부의 생명공학육성법에 의거하여 매년 생명공학육성기본계획을 발표하고 있음. 2012년에는 생명공학육성기본계획 2단계 계획('12~'16)을 발표하였는데, 각 부처별로 중장기계획을 주요 내용으로 하고 있음.
  - 학계·연구기관 및 산업계 간의 공동연구, 생명공학의 연구 및 기술에 관한 국제협력, 생명공학의 산업적 응용촉진에 대한 지원 등을 규정하고 있음.
  - 농림축산식품분야에 대해서는 동·식물 및 미생물의 육종과 품종개량 및 식품소재의 개발 등 응용연구에 대해 지원하고, 농림분야의 유용한 유전자의 확보·분석·이용·보존 등 기초연구의 지원 및 연구기관의 육성·발전을 위한 시책 등을 제시하고 있음.
- 또한 생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률에서는 산업적으로 유용한 동식물, 미생물, 인체유래 연구자원 등 생물체의 실물과 정보 등 생명연구자원에 대해 조사하고 연구 개발하며, 산업화를 촉진시키고자 하고 있음. 그리고 생명연구자원의 확보·관리 및 활용을 위한 투자를 확대할 수 있는 근거를 가지고 있음.
- 산업통상자원부의 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률에 의해 기술이전 및 사업화 촉진계획을 수립 시행하고 기술이전, 사업화 기반의 확충 및 촉진, 금융지원 등을 함. 그리고 이 법률에 의거 기술평가체제를 확립하고자 함.

## (2) 생명산업의 안전성, 생명윤리 등

- 생명산업의 안전성 확보, 생명윤리 등과 관련된 법률은 농림축산식품부의 농수산물품질관리법, 동물보호법, 산림보호법 등이 있음. 그리고 산업통상자원부의 유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률이 있고, 보건복지부의 생명윤

리 및 안전에 관한 법률, 환경부의 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률과 생물 다양성 보전 및 이용에 관한 법률 등이 있음 또 식품의약품안전처의 실험동물에 관한 법률 등이 있음.

- 농수산물품질관리법은 농수산물의 안전을 위해 유전자변형 농수산물의 표시의무를 규정하고 있음. 거짓표시나 혼동할 수 있는 표시는 금지하고 있으며, 식약처에서 표시의 조사와 표시 위반에 대한 처분을 하고 있음.
- 동물보호법은 동물에 대한 학대행위의 방지, 동물의 생명보호, 안전 보장 및 복지 증진 등에 대해 규정하고 있음.
  - 동물의 보호 및 관리, 동물실험은 인류의 복지 증진과 동물 생명의 존엄성을 고려하여 실시하는 원칙을 제시하고, 동물실험윤리위원회 설치 등을 통해 동물의 생명 존중의 정서를 함양하고자 함.
- 산림보호법은 산림보호구역의 관리, 산림병해충 예찰 및 방제, 산불 예방 및 진화, 산사태 예방 및 복구 등의 내용을 가지고 있는데, 생명산업과 관련된 조항은 산림유전자원에 관한 것임.
  - 산림유전자원보호구역을 지정하여 보호·관리하고 산림유전자원보호구역을 관리하는 기본계획을 수립 시행하는 것임.
- 산업통상자원부의 유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률은 유전자변형생물체의 안전관리와 수출입과 관련된 규제 내용을 가지고 있음.
  - 정부는 유전자변형생물체 안전관리계획을 수립·시행해야 하며 신규 유전자변형생물체의 수입·생산·이용자에 대한 위해성 심사를 하게 되어 있음.
  - 그리고 유전자변형생물체의 수출입 등의 관리와 안전관리, 유전자변형생물체의 개발 이용하여 실험을 하는 시설의 설치 및 운영의 허가내용을 가지고 있음.
- 보건복지부의 생명윤리 및 안전에 관한 법률은 생명윤리 및 안전을 확보하여 인간의 존엄성과 가치를 침해하거나 인체에 위해를 주는 행위를 방지하는 것임.
  - 국가생명윤리심의위원회 및 기관생명윤리위원회 설치하고 인간대상 연구 및 연구대상자를 보호함.

- 인간복제와 이종 간의 착상 등을 금지하고 배아줄기세포주의 등록, 인체유래물 연구의 심의, 인체유래물 은행의 허가 및 신고에 대해 규정하고 있음.

〈표 3-2〉 생명산업 관련 법률(안전성, 생명윤리)

법률명	관련 내용	소관부처
농수산물품질관리법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유전자변형 농수산물의 표시의무</li> <li>• 거짓표시 등의 금지, 표시의 조사, 표시 위반에 대한 처분</li> </ul>	농림축산 식품부
동물보호법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물의 보호 및 관리</li> <li>• 동물실험의 원칙 및 금지</li> <li>• 동물실험윤리위원회</li> </ul>	농림축산 식품부
산림보호법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산림유전자원보호구역을 보호·관리</li> <li>• 산림유전자원보호구역 관리기본계획 수립</li> </ul>	농림축산 식품부
유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유전자변형생물체 안전관리계획의 수립·시행</li> <li>• 신규 유전자변형생물체의 수입·생산·이용자에 대한 위해성 심사</li> <li>• 유전자변형생물체의 수출입 등 및 안전관리</li> <li>• 유전자변형생물체의 개발, 이용하여 실험을 하는 시설의 설치·운영허가</li> </ul>	산업통상 자원부
생명윤리 및 안전에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가생명윤리심의위원회 및 기관생명윤리위원회 설치</li> <li>• 인간대상연구 및 연구대상자 보호</li> <li>• 인간복제의 금지, 이종 간의 착상 등의 금지</li> <li>• 배아줄기세포주의 등록, 인체유래물 연구의 심의, 인체유래물 은행의 허가 및 신고</li> </ul>	보건복지 부
야생생물 보호 및 관리에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 야생생물과 그 서식지의 보호, 야생생물의 멸종 방지, 생태계 균형 유지</li> <li>• 멸종위기 야생생물의 보호</li> <li>• 멸종위기 야생생물 외의 야생생물 보호</li> <li>• 학술 연구 또는 야생동물의 보호·증식 및 복원이나 사람 및 동물의 질병 진단·치료 또는 예방 목적의 경우 예외</li> </ul>	환경부
생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가의 생물다양성 보전과 지속가능한 이용을 위한 전략(국가생물다양성 전략)의 수립</li> <li>• 생물다양성 보전을 위한 연구 및 기술개발</li> </ul>	환경부
실험동물에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 식품·건강기능식품·의약품·의약외품·생물의약품·의료기기·화장품의 개발·안전관리·품질관리 등에 적용</li> <li>• 동물실험의 윤리성, 안전성 및 신뢰성 등 확보</li> </ul>	식약처

- 환경부의 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률은 야생생물과 그 서식지를 보호하고 야생생물의 멸종을 방지하며 생태계 균형을 유지하고자 하는 것임.
  - 멸종위기 야생생물 뿐 아니라 멸종위기 야생생물 외의 야생생물도 보호하고자 함.
  - 단, 학술 연구 또는 야생동물의 보호·증식 및 복원이나 사람 및 동물의 질병 진단·치료 또는 예방 목적의 경우에는 예외로 하고 있음.
  
- 또 환경부의 생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률에 의해 국가의 생물다양성 보전과 지속가능한 이용을 위한 전략(국가생물다양성 전략)을 수립하고 생물다양성 보전을 위한 연구 및 기술개발을 촉진하고자 함.
  
- 식품의약품안전처의 실험동물에 관한 법률은 생명공학의 발전에 따라 동물실험과 실험동물을 적절히 관리하여 동물실험의 윤리성과 안전성 및 신뢰성을 높이고자 하고 있음.
  - 이 법률은 식품·건강기능식품·의약품·의약외품·생물의약품·의료기기·화장품의 개발·안전관리·품질관리 등에 적용됨.

### (3) 종자산업

- 종자산업과 관련된 법률은 종자산업법, 식물신품종보호법, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 등이 있음.
  
- 종자산업법은 종자산업의 기반조성을 위해 전문인력을 양성하고 종자산업진흥센터 및 종자기술연구단지 등을 설치할 수 있음. 그리고 국가품종목록의 등재, 종자의 보증, 종자의 유통 관리 등을 규정하고 있음.
  
- 식물신품종보호법은 신품종 육성자의 권리를 보호하기 위한 것임. 품종보호 요건은 신규성, 구별성, 균일성, 안정성, 품종명칭 등이 있으며 품종보호 출원과 품종보호권 등에 대해 규정하고 있음.
  
- 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률에 의해 산림용 종자의 개발 및 등록, 우

량종자 체종립의 지정 및 보호·관리 등이 시행됨.

〈표 3-3〉 종자산업 관련 법률

법률명	관련 내용	소관부처
종자산업법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종자산업 기반조성 : 전문인력 양성, 종자산업진흥센터, 종자기술 연구단지 등</li> <li>• 국가품종목록의 등재, 종자의 보증</li> <li>• 종자의 유통 관리</li> </ul>	농림축산 식품부
식물신품종보호법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신품종 육성자의 권리 보호</li> <li>• 품종보호 요건(신규성, 구별성, 균일성, 안정성, 품종명칭) 및 품종보호 출원, 품종보호권</li> </ul>	농림축산 식품부
산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산림용 종자의 개발·등록</li> <li>• 우량종자 체종립의 지정, 보호·관리</li> </ul>	농림축산 식품부

#### (4) 기능성 식품 및 의약품 소재 산업

- 기능성 식품 및 의약품 소재 산업과 관련된 법률에는 식약처의 식품위생법과 건강기능식품에 관한 법률, 농림축산식품부의 가축전염병예방법, 보건복지부의 천연신약 연구개발촉진법 등이 있음.
- 식약처의 식품위생법에서 기능성 식품과 관련된 조항은 유전자재조합식품 등의 안전성 평가에 관한 것임.
- 또 건강기능식품에 관한 법률에서는 판매 목적의 건강기능식품의 제조·사용 및 보존 등에 관한 기준과 규격을 고시하도록 되어 있음. 또한 기준 및 규격, 안전성 및 기능성 등에 대한 검사를 실시하고 건강기능식품의 품질향상과 연구·개발을 위한 지원을 규정하고 있음.
- 농림축산식품부의 가축전염병예방법은 수의과학기술 개발계획을 수립하여 가축의 전염성 질병의 예방 및 진단, 예방약 개발 및 공중위생 향상에 관한 기술 개발 등을 시행하도록 하고 있음.

- 보건복지부의 천연물 신약 연구개발 촉진법은 천연물과학의 육성 등 천연물신약연구개발의 기반을 조성하고 천연물을 이용한 신약연구개발과 그 개발기술의 산업화를 촉진시키고자 한 것임.
- 천연물 신약 연구개발 계획을 수립하여 투자를 확대하고 공동 및 협동연구개발을 촉진함. 또한 관련 산업체에 대한 지원과 천연물과학 등을 육성하고자 함.
- 농림축산식품분야에 있어서는 육상 천연물 자원의 개발·보존·생산·이용 등에 관한 기초연구의 육성 및 지원에 대해 규정하고 있음.

〈표 3-4〉 기능성 식품 및 의약품 소재산업 관련 법률

법률명	관련 내용	소관부처
식품위생법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유전자재조합식품 등의 안전성 평가</li> </ul>	식약처
건강기능식품에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 판매 목적의 건강기능식품의 제조·사용 및 보존 등에 관한 기준과 규격 고시</li> <li>• 기준·규격, 안전성 및 기능성 등에 대한 검사</li> <li>• 건강기능식품의 품질향상, 연구·개발 지원</li> </ul>	식약처
가축전염병예방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가축의 전염성 질병의 예방, 진단, 예방약 개발 및 공중위생 향상에 관한 기술 개발 등 종합 수의과학기술 개발계획 수립 시행</li> </ul>	농림축산식품부
천연물 신약 연구개발 촉진법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 천연물 신약 연구개발 계획 수립, 투자 확대</li> <li>• 농림축산식품분야 : 육상 천연물 자원의 개발·보존·생산·이용 등에 관한 기초연구의 육성 및 지원</li> <li>• 공동·협동연구개발의 촉진, 관련 산업체에 대한 지원, 천연물과학 등의 육성</li> </ul>	보건복지부

#### (5) 바이오에너지 산업 관련 법률

- 바이오에너지 산업과 관련된 법률은 산업통상자원부의 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법과 환경부의 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 등이 있음.
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법에 의해 신재생에너지의 기술

개발 및 이용·보급을 촉진하고 신재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지원을 다양화하고자 함.

- 신재생에너지 기술을 개발 이용하고 보급하는 사업비를 조성하며, 신재생에너지사업에 대한 투자 권고 및 신재생에너지 이용의 의무화, 신재생에너지 이용 및 설비 설치의 권고 등을 규정하고 있음.
- 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률은 가축분뇨를 적정하게 자원화하거나 처리하여 자연환경과 생활환경의 청결, 수질오염의 감소 등을 위한 것임. 법률의 주요 내용은 가축분뇨의 처리에 관한 것이지만 재생에너지의 자원화 시설 설치 규정이 있음.
- 자원화시설이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 바이오에너지 등으로 만드는 시설로 정의하고 있음.

〈표 3-5〉 바이오에너지 산업 관련 법률

법률명	관련 내용	소관부처
신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 사업비의 조성</li> <li>• 신·재생에너지사업에의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화</li> <li>• 신·재생에너지 이용 및 설비 설치 권고</li> </ul>	산업통상자원부
가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가축분뇨의 사전관리, 공공처리</li> <li>• 가축분뇨의 퇴비·액비 이용촉진</li> <li>• 자원화시설 : 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 바이오에너지 등으로 만드는 시설</li> </ul>	환경부

#### (6) 미생물 및 곤충산업 관련 법률

- 미생물 활용 관련 산업에 관한 법률에는 농림축산식품부의 농약관리법, 비료관리법, 미래부의 생명공학육성법 등이 있음. 그리고 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률과 기능성 양잠산업 육성 및 지원에 관한 법률 등이 있음.
- 농약관리법에서는 천연식물보호제의 정의를 진균·세균·바이러스 또는 원생동물 등 살아있는 미생물을 유효성분으로 하여 제조한 농약이라고 하고 있음. 그리고

천연식물보호제의 경우에 시험성적서의 전부 또는 일부의 제출을 면제하고 있음. 즉 미생물을 활용한 바이오 농약산업의 근거가 될 수 있음.

- 비료관리법은 부산물비료의 정의를 농림축수산업·제조업 또는 판매업을 영위하는 과정에서 나온 부산물, 사람의 분뇨, 음식물류 폐기물, 토양미생물 제제(제제, 토양효소 제제 포함), 토양활성제 등을 이용하여 제조한 비료라고 하고 있음.
  - 부산물비료의 지정 요청과 부산물비료와 원료에 대한 검사 등에 관한 규정이 있음.
- 생명공학육성법에서 규정하고 있는 농림축산식품분야와 관련된 내용은 동·식물 및 미생물의 육종·품종개량 및 식품소재의 개발 등 응용연구의 지원, 농림분야의 유용한 유전자의 확보·분석·이용·보존 등 기초연구의 지원 및 연구기관의 육성·발전을 위한 시책 등에 대한 것임.
- 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률에서 곤충산업이란 곤충을 사육하거나 곤충의 산물 또는 부산물의 생산·가공·유통·판매 등 곤충과 관련된 재화 또는 용역을 제공하는 산업으로 규정하고 있음.
  - 이 법률에 의해 곤충산업의 육성 및 지원을 위한 중·장기 투자, 기술교육 및 전문인력의 육성, 안정적 소득증대를 위한 연구개발 등이 가능함.
  - 곤충산업 관련 기술개발의 촉진 및 산업화 지원, 위해성 평가 등
- 기능성 양잠산업 육성 및 지원에 관한 법률은 기능성 양잠산업의 진흥을 위한 기술개발 및 산업화 촉진, 기능성 양잠산업의 중장기 투자, 기술교육 및 지원인력 육성, 안정적 소득증대를 위한 연구개발 등에 대해 규정하고 있음.

〈표 3-6〉 미생물 및 곤충산업 관련 법률

법률명	관련 내용	소관부처
농약관리법	<ul style="list-style-type: none"> <li>천연식물보호제 : 진균·세균·바이러스 또는 원생동물 등 살아있는 미생물을 유효성분으로 하여 제조한 농약 등</li> <li>천연식물보호제 시험성적서의 전부 또는 일부의 제출 면제</li> <li>인체 및 환경에 주는 영향이 경미하고 그 제조 및 사용에 특별한 지식이나 주의가 요구되지 않는 천연식물보호제는 농약관리법 적용 예외</li> </ul>	농림축산 식품부
비료관리법	<ul style="list-style-type: none"> <li>부산물비료 : 농림축수산업·제조업 또는 판매업을 영위하는 과정에서 나온 부산물, 사람의 분뇨, 음식물류 폐기물, <u>토양미생물 제제</u>(제제, 토양효소 제제 포함), 토양활성제 등을 이용하여 제조한 비료</li> <li>부산물비료의 지정 요청</li> <li>부산물비료와 원료에 대한 검사</li> </ul>	농림축산 식품부
생명공학육성법	<ul style="list-style-type: none"> <li>농림축산식품분야 : 동·식물 및 미생물의 육종·품종개량 및 식품 소재의 개발 등 응용연구의 지원, 농림분야의 유용한 유전자의 확보·분석·이용·보존 등 기초연구의 지원 및 연구기관의 육성·발전을 위한 시책 등</li> </ul>	미래창조 과학부
곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>곤충을 사육하거나 곤충의 산물 또는 부산물의 생산·가공·유통·판매 등 곤충과 관련된 재화 또는 용역 제공</li> <li>곤충산업의 육성 및 지원을 위한 중·장기 투자, 기술교육 및 전문인력의 육성, 안정적 소득증대를 위한 연구개발 등</li> <li>곤충산업 관련 기술개발의 촉진 및 산업화 지원, 위해성 평가</li> </ul>	농림축산 식품부
기능성 양잠산업 육성 및 지원에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>기능성 양잠산업의 진흥을 위한 기술개발 및 산업화 촉진</li> <li>기능성 양잠산업의 중장기 투자, 기술교육 및 지원인력 육성, 안정적 소득증대를 위한 연구개발</li> </ul>	농림축산 식품부

### (7) 동물의약품 및 사료산업 관련 법률

- 가축전염병예방법에 의해 생약제 등 항생제 대체물질 등 동물의약품의 개발 근거가 있으며, 사료관리법에서는 보조사료가 사료의 종류에 포함되어 있음. 따라서 바이오사료첨가제의 개발이 가능할 것임.

- 그러나 법률의 내용이 미흡한 실정이므로 내용의 보완이 필요하다고 생각됨.

〈표 3-7〉 동물의약품 및 사료산업 관련 법률

법률명	관련 내용	소관부처
가축전염병예방법	• 가축의 전염성 질병의 예방, 진단, 예방약 개발 및 공중위생 향상에 관한 기술 개발 등	농림축산 식품부
사료관리법	• 보조사료의 사료 종류에 포함 : 사료의 품질저하 방지 또는 사료의 효용을 높이기 위하여 사료에 첨가하는 것	농림축산 식품부

### (8) 애완 및 관상동식물 관련 법률

- 애완 및 관상동식물 산업과 관련된 법률에는 동물보호법을 들 수 있음. 동물의 보호 및 관리에 있어 반려동물 배송 방법의 제한, 등록대상동물의 등록, 동물의 구조·보호, 동물보호센터의 설치·지정, 동물의 분양·기증 등을 규정하고 있음.
- 법률의 제정 또는 내용의 보완이 요구됨.

〈표 3-8〉 애완 및 관상동식물 관련 법률

법률명	관련 내용	소관부처
동물보호법	• 동물의 보호 및 관리 : 반려동물 배송 방법의 제한, 등록대상동물의 등록, 동물의 구조·보호, 동물보호센터의 설치·지정, 동물의 분양·기증 등	농림축산 식품부

## 나. 생명산업 관련 제도 및 정책<sup>19)</sup>

### (1) 생명공학육성 시행계획의 수립 및 관계부처 역할

#### ○ 연도별 생명공학육성 시행계획 수립 및 제출

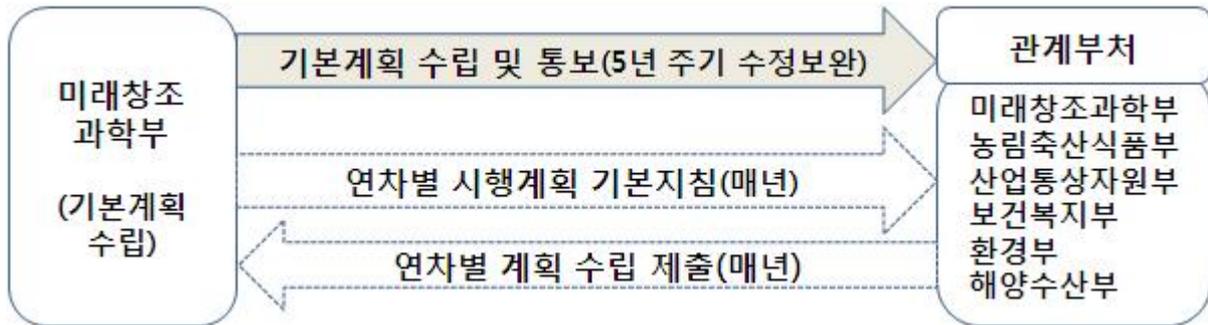
- 근거 : 생명공학육성법 제5조 및 시행령 제3조
- 관계부처는 시행계획(당해년 계획 및 전년도 실적 포함)을 수립하여 미래창조과학부에 제출
- 미래창조과학부는 생명공학육성기본계획에 따라 연도별 생명공학육성시행계획 수립

#### ○ 추진절차

- 차년도 시행계획 기본지침 통보 : 미래부 ⇒ 관계 중앙행정기관, 출연기관
- 부처별 차년도 시행계획 수립·제출 : 관계 중앙행정기관, 출연기관 ⇒ 미래창조과학부
- 미래창조과학부 종합
- 생명공학종합정책심의회 심의·의결 : 생명공학종합정책심의회 안건 상정/심의 확정
- 심의결과 통보 : 미래부 ⇒ 관계 중앙행정기관
  - ※중앙행정기관 : 기획재정부, 미래창조과학부, 교육부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부, 해양수산부
  - ※출연연구기관 : 한국과학기술원, 한국기초과학지원연구원, 한국생명공학연구원, 한국전자통신연구원, 한국화학연구원, 한국한의학연구원, 한국표준과학연구원, 한국에너지기술연구원, 한국해양연구원

19) 미래창조과학부, 「제2차 생명공학육성기본계획 2단계 계획('12~'16)」을 참조.

○ 수립체계



<생명공학육성법>

제5조(생명공학육성 연차별 시행계획의 수립 등) ①관계부처의 장은 기본계획에 따라 생명공학육성 연차별 시행계획(이하 ‘시행계획’이라 한다)을 수립하고 이를 시행하여야 한다.

②관계부처의 장은 시행계획을 수립하고자 할 때에는 미리 미래창조과학부장관과 협의하여야 한다.

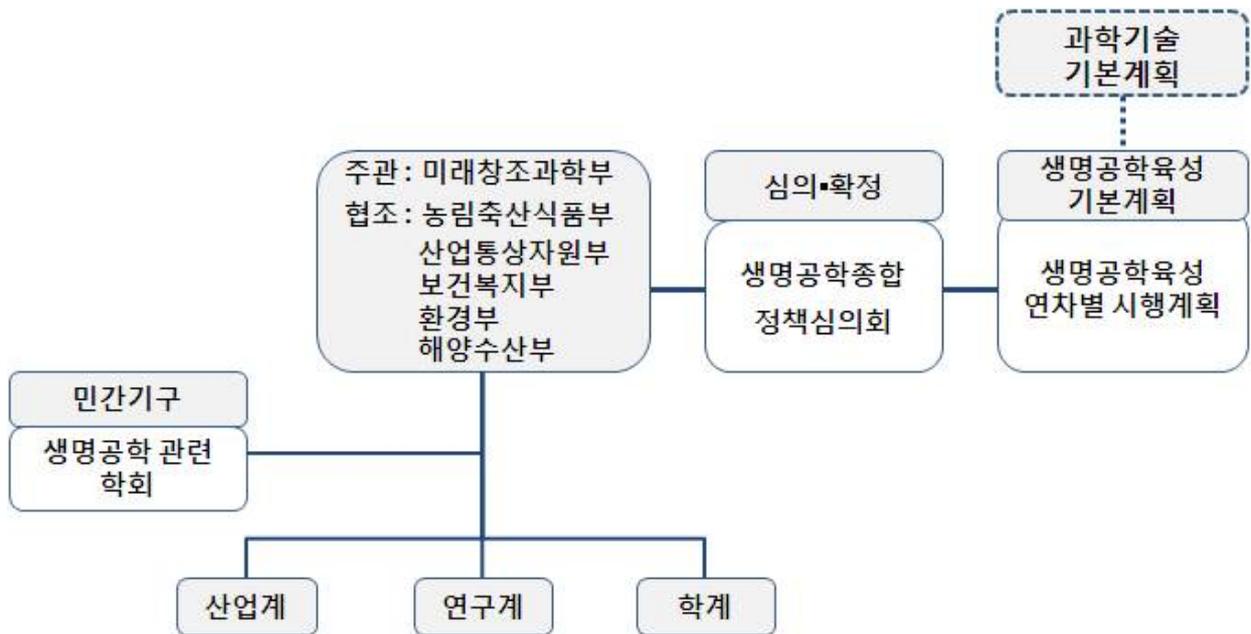
③미래창조과학부장관은 시행계획의 수립을 위하여 필요한 때에는 그 계획의 수립에 필요한 기본지침을 작성하여 관계부처의 장에게 통보할 수 있다.

④시행계획의 수립 및 그 시행에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

<생명공학육성법 시행령>

제3조(생명공학육성연차별시행계획의 수립 및 변경통보) 법제13조제1항제2호부터 제7호까지의 관계부처의 장은 법 제5조제1항의 규정에 의하여 생명공학육성연차별시행계획(이하 ‘시행계획’이라 한다)을 수립하거나 변경한 때에는 이를 미래창조과학부장관에게 통보하여야 한다.

○ 추진체계



(2) 제2차 생명공학육성 기본계획

○ 추진 필요성

- 바이오기술의 급변과 바이오산업의 급성장에 대응하기 위해 국가생명공학육성의 새로운 도약을 위한 전략 모색

○ 기술적 범위

- 생명공학의 기초원천 개발 및 산업적 응용연구를 포함

- 생명공학육성기본계획은 관계부처의 세부계획을 총괄하여 생명공학 분야를 육성 발전시키기 위한 국가차원의 비전과 정책방향을 제시하고 있음.

〈표 3-9〉 생명공학육성기본계획의 기술적 범위

분 야	세부분류	과학기술 표준분류상의 범위
생명과학	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전체, 단백질체</li> <li>○ 세포체, 대사체</li> <li>○ 뇌과학, 생체기능</li> <li>○ 생체네트워크</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C06생화학, E01분자세포생물학, E02유전학/유전공학, E03발생/신경생물학, E04면역학/생리학, E05분류/생태/환경생물학, E06생화학/구조생물학 등</li> <li>• 기타(B0901, C0107, C0201, C0207 등)</li> </ul>
보건의료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기초의과학</li> <li>○ 임상외과학</li> <li>○ 제품화기술</li> <li>○ 인허가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G01의생명과학, G02임상의학, G03의약품/의약품개발기술, G04치료/진단기기, G06의료정보/시스템, G07한외과학, G08보건학, G09간호과학, G10치의과학, G15독성/안정성관리 기반기술 등</li> <li>• 기타(G1206 등)</li> </ul>
농림수축산·식품	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농림수축산 생명연구자원확보 및 오믹스 활용 기술</li> <li>○ 농림수축산자원 활용 바이오에너지 개발</li> <li>○ 기능성식품 및 소재개발</li> <li>○ 신제품 육종기술 및 유전자변형 농림수축산 생물개발</li> <li>○ 안정성 평가 기반</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F01식량작물과학, F02원예작물과학, F03농생물학, F06동물자원과학, F07수의과학, F13수산양식, F17식품과학, F18식품영양과학</li> <li>• 기타(F0401, F0506 등)</li> </ul>
산업공정/환경·해양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생물산업공정</li> <li>○ 환경생명공학</li> <li>○ 해양생명공학</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E05분류/생태/환경생물학, E08생물공학, E09산업바이오, E10바이오공정/기기, J04생물화학공정기술, D10해양생명, O04생태계복원/관리, O06해양환경, E11생물위해성 등</li> <li>• 기타(C1002, D0803, D1109, M0603 등)</li> </ul>
바이오 융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ BT-IT 융합기술</li> <li>○ BT-NT 융합기술</li> <li>○ BT-IT-NT 융합기술</li> <li>○ BT-타기술(BT-RT, GT, CS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E07 융합바이오</li> <li>• 기타(C1006, E1002 등)</li> </ul>

자료 : 미래창조과학부, 제2차 생명공학육성기본계획 2단계 계획('12~'16), 2012.

〈표 3-10〉 6개 부처별 27개 법과 31개 중장기 계획

부처	법률	중장기 계획
미래창조 과학부	<ul style="list-style-type: none"> <li>생명공학육성법(1995)</li> <li>뇌연구촉진법(1998)</li> <li>생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률(2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제2차 생명공학육성기본계획</li> <li>줄기세포종합추진계획</li> <li>제2차 뇌연구촉진기본계획</li> <li>국가융합기술발전기본계획</li> <li>국제과학비즈니스벨트종합계획</li> <li>해양바이오R&amp;D 활성화대책(해수부 공동주관)</li> <li>생명연구자원관리기본계획</li> </ul>
농림축산 식품부	<ul style="list-style-type: none"> <li>가축전염병예방법(1961)</li> <li>동물보호법(1991)</li> <li>종자산업법(1995)</li> <li>친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률(2013)</li> <li>산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률(2005)</li> <li>식품산업진흥법(2007)</li> <li>농림수산물품질관리법(2009)</li> <li>농수산물유통자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률(2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수의과학기술개발연구사업중장기계획</li> <li>국가식품클러스터조성기본계획</li> <li>식품산업 R&amp;D 중장기계획</li> <li>농림수산물품질관리법육성종합계획(해수부 공동)</li> <li>종자산업육성중장기 계획</li> <li>제2차 농업생명공학육성계획</li> <li>산림과학기술개발기본계획</li> </ul>
산업통상 자원부	<ul style="list-style-type: none"> <li>신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(1987)</li> <li>신기술혁신촉진법(1994)</li> <li>화학·생물무기의 금지에 관한 법률(1996)</li> <li>유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률(2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제5차 산업기술혁신 5개년 계획</li> <li>제3차 신재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획</li> <li>바이오 전문인력육성계획</li> <li>신재생에너지산업기반 강화계획</li> </ul>
보건복지 부	<ul style="list-style-type: none"> <li>보건의료기술진흥법(1996)</li> <li>천연물신약연구개발촉진법(2000)</li> <li>암관리법(2003)</li> <li>생명윤리 및 안전에 관한 법률(2004)</li> <li>저출산 고령사회 기본법(2005)</li> <li>첨단의료복합단지 지정 및 지원에 관한 특별법(2008)</li> <li>실험동물에 관한 법률(2008)</li> <li>감염병의 예방 및 관리에 관한 법률(2010)</li> <li>제약산업육성 및 지원에 관한 특별법(2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제2기 암정복 10개년 계획</li> <li>한의학 R&amp;D 중장기육성계획</li> <li>제2차 천연물신약 연구개발촉진 계획</li> <li>신종플루 등 판데믹 대응 범부처 R&amp;D 추진전략</li> <li>제2차 한의학 육성발전 5개년 종합계획</li> <li>보건의료 R&amp;D 중장기 추진전략</li> <li>한방치료기술 연구개발사업 중장기 발전계획</li> </ul>
환경부	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경기술개발 및 지원에 관한 법률(1994)</li> <li>생물다양성보전 및 이용에 관한 법률(2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제2차 환경기술개발종합계획</li> <li>생물자원산업육성 및 지원기본계획</li> </ul>
해양수산 부	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양수산물발전 기본법(2002)</li> <li>해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(2006)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양바이오 R&amp;D 활성화 대책</li> <li>해양과학기술(MT) 개발계획</li> <li>해양생명공학육성 기본계획</li> <li>해양과학기술(MT) 중장기 계획</li> <li>수산연구중장기기본계획</li> </ul>

자료 : 미래창조과학부, 제2차 생명공학육성기본계획 2단계 계획('12~'16), 2012.

### (3) 농림축산식품분야

#### ○ 적용범위

- 농림수축산 생명연구자원을 이용한 고품질·안전 신제품 및 기능성식품개발, 기능성식품·의료·산업용 소재 생산 및 이들 산물의 안전성 평가기술을 확립하고, 관련 산업을 육성하기 위해 생명공학기술을 개발 및 응용하는 분야
- 농림수축산 생명연구자원 확보 및 오믹스 활용기술, 신제품육종기술 및 유전자 변형생물 개발, 농림수축산 자원으로부터 바이오에너지 개발, 기능성 식품 및 소재 기술개발, 농림수축산 자원 및 식품의 안전성 평가 기술개발 등을 포함

#### ○ 추진방향

- 농림수축산 생명연구자원 확보 및 오믹스 활용기술 개발
- 신제품 육종 기술 및 유전자 변형 농림수축산생물 개발
- 농림수축산 자원 활용 바이오에너지 기술 개발
- 기능성 식품 및 소재 개발
- 안전성 평가 및 관리 기술 확립

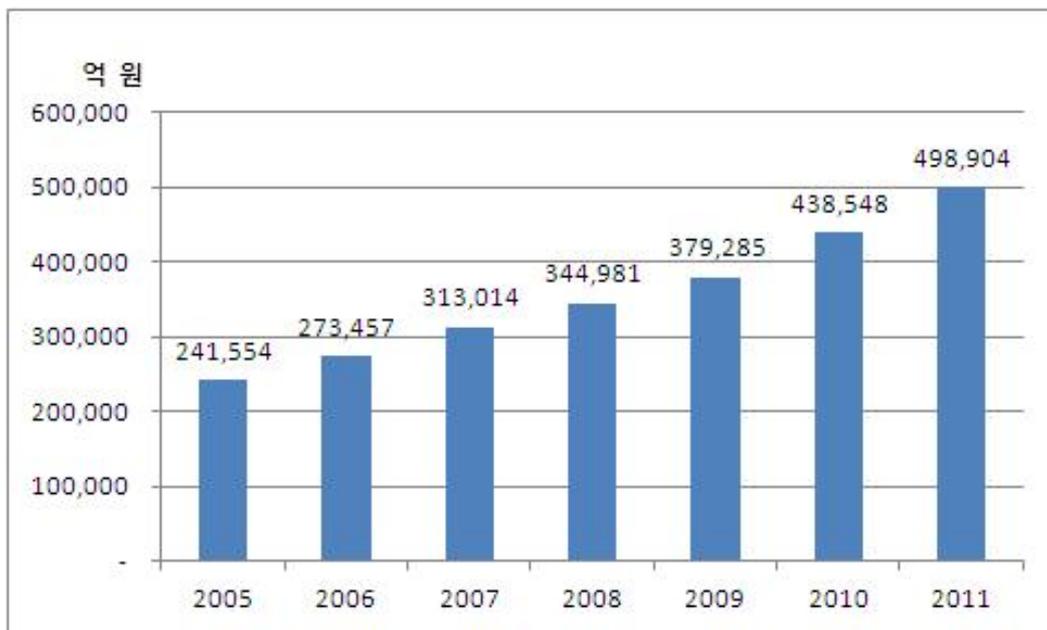
#### ○ 추진전략

- 농림수축산 분야 생명연구자원 확보 및 오믹스 활용 기술 확립
  - 농림수축산 분야의 체계적인 생명연구자원 확보를 통한 다양성 증대
  - 오믹스 기반을 통한 농림수축산 분야 유전체 구조 및 기능 분석으로 신규 유용 유전자 발굴
  - 오믹스 기술의 확대를 통한 다양한 소재 개발 확대
- 신제품 육종 기술 및 유전자 변형 농림수축산 생물 개발
  - 작물/가축 분자유종 기반 구축 및 활용을 통한 농림 수축산물의 안정적 생산
  - 생산성 향상을 위한 형질 전환 신제품 개발
  - 고부가가치 GM제품·작물, 의료용 소재 등의 개발 및 실용화
  - 국제식물신제품보호연맹(UPOV)협약에 따른 품종보호제도 전면 시행('12.1월)에 대응
- 농림수축산 자원 활용 바이오에너지 기술 개발

- 농림수축산 자원으로부터 활용 가능한 바이오매스자원 확보
- 바이오에너지 작물개발기술 및 생산기술 확보
- 바이오연료 생산용 바이오 리파이너리 변환 기술 확보
- 기능성 식품 및 소재 개발
  - 오믹스 기반 과학기술의 발전으로 수명연장 및 웰빙을 위한 고기능성 식품개발
  - 고기능성 식품·소재 발굴 및 실용화 연구
  - 오믹스 연구를 활용한 개인 맞춤형 기능성 식품 구현
- 농림수축산 자원 및 식품의 안전성 평가기반 확립
  - GM작물 위해성 평가 관련 기술 확립으로 등록심사 선진화
  - BT기반 신개념의 융합 식품기술을 개발하여 인체 위해요소를 신속하게 검출, 제어 및 평가
  - GMO 안전평가기술 확립 및 전문인력 양성
  - 소비자의 올바른 인식을 위한 홍보 및 교육 강화

#### 다. 생명산업 관련 투자 현황

- 2011년 총 연구개발비는 약 49조 8,904억 원이었으며, 2010년 약 43조 8,548억 원에 비해 13.8% 증가하였음. 2005년의 약 24조 1,554억 원에 비해 2배 이상 증가한 것임(그림 3-).
- 그리고 GDP 대비 R&D 비율은 2005년 2.79%에서 2010년 3.74%, 2011년 4.03%를 차지하고 있으며, 주요 선진국에 비해 낮은 편은 아님.
- 재원별 연구개발비 구성을 보면, 2011년의 경우에 총 연구비 49조 8,904억 원에서 민간부분이 36조 7,753억 원으로 약 73.7%를 차지하고 있고 정부는 13조 33억 원으로서 약 26.1% 비중이었음. 그리고 외국인 투자는 1,118억 원으로 약 0.2%에 불과하였음.



〈그림 3-7〉 연도별 총 연구개발비 추이



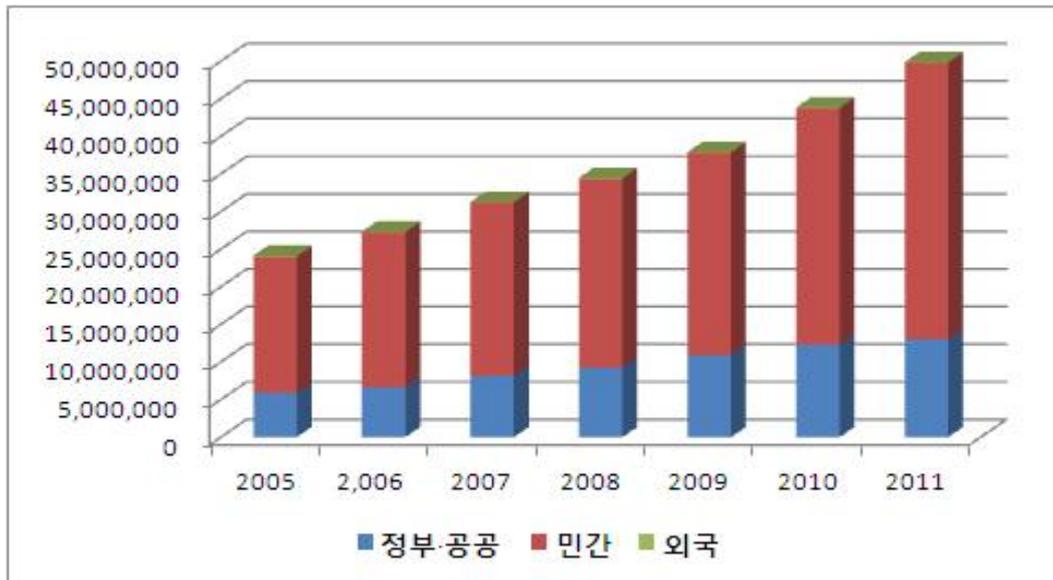
〈그림 3-8〉 GDP 대비 연구개발비 비율

〈표 3-11〉 자원별 연구개발비 추이

단위 : 억 원

구 분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
정부·공공	58,772	66,321	81,775	92,493	108,889	122,702	130,033 (26.1)
민 간	181,068	206,313	230,542	251,427	269,612	314,896	367,753 (73.7)
외 국	1,714	823	697	1,061	783	950	1,118 (0.2)
계	241,554	273,457	313,014	344,981	379,285	438,548	498,904 (100.0)

자료 : 과학기술통계서비스(<http://sts.ntis.go.kr>)



〈그림 3-9〉 재원별 연구개발비 추이

- 미래유망 신기술(6T)에 대한 연구개발비를 보면 2011년에 정보기술(IT) 분야가 16조 8,296억 원(33.7%)으로 가장 큰 비중을 차지하고 있음. 그 다음으로는 나노기술(NT)로 6조 2,200억 원(12.5%)이었으며 환경기술(ET)은 5조 4,371억 원(10.9%)이었음. 생명공학기술(BT)은 4조 48억 원으로서 전체 연구개발비의 8.0%를 차지하고 있음(표 3-12).

〈표 3-12〉 미래 유망 신기술(6T)별 연구개발비 추이

단위 : 억 원, (%)

구 분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IT(정보)	88,680	97,230	109,949	116,501	123,543	147,369	168,296 (33.7)
BT(생명공학)	14,115	18,099	23,537	26,349	30,089	34,591	40,048 (8.0)
NT(나노)	29,134	36,568	38,120	42,326	45,994	55,891	62,200 (12.5)
ET(환경)	17,424	17,408	23,680	29,330	34,651	48,196	54,371 (10.9)
ST(우주항공)	4,089	5,000	5,331	5,949	4,878	5,481	6,809 (1.4)
CT(문화)	1,249	3,345	2,406	2,986	3,574	5,029	5,054 (1.0)
기타	86,865	95,808	109,992	121,540	136,556	141,992	162,127 (32.5)
계	241,556	273,458	313,015	344,981	379,285	438,549	498,905 (100.0)

자료 : 과학기술통계서비스(<http://sts.ntis.go.kr>).

- 주요 부처별 생명공학분야 투자실적은 2011년의 경우에 1조 5,816억 원 중 교육과학기술부(미래창조부)가 가장 많은 6,263억 원으로 전체의 39.4%를 차지하고 있음. 그 다음으로는 보건복지부로서 3,463억 원으로 21.8%이었음. 농림수산식품부는 1,836억 원으로서 전체의 11.5% 비율이었음(표 3-13).
  - 2010년 대비 2011년 증가율을 보면 농림수산식품부가 35.4% 증가하였고, 출연 연구기관 26.6%와 교육과학기술부 16.1% 증가하였음.
  - 보건복지부와 국토해양부는 각각 19.4%와 18.7% 감소하였음.
- 제2차 생명공학육성기본계획 2단계 계획에 의하면 2012년~2016년 5개년 간 생명공학기술에 대한 정부 R&D 투자액은 9조 7,077억 원으로 추산됨.
  - 생명과학에 가장 많이 투자할 계획으로서 3조 9,802억 원(41.0%), 보건의료 3조 9,123억 원(30.0%), 농림수축산·식품 분야는 1조 2,620억 원(13.0%)임.

〈표 3-13〉 부처별 생명공학분야 투자실적

단위 : 백만 원, (%)

부처별	2010년	2011년				증감율
		R&D	인프라	인력양성	계	
교육과학기술부	539,213	525,925	31,744	68,623	626,292 (39.4)	16.1
농림수산식품부	135,539	179,067	1,000	3,500	183,567 (11.5)	35.4
지식경제부	168,424	116,471	51,516	3,100	171,087 (10.7)	1.6
보건복지부	429,942	280,215	64,861	1,250	346,326 (21.8)	-19.4
환경부	32,686	37,071	-	-	37,071 (2.3)	13.4
국토해양부	89,850	32,491	40,529	-	73,020 (4.6)	-18.7
출연연구기관	121,849	13,6046	18,169	-	154,215 (9.7)	26.6
계	1,517,503	1,307,286	207,819	76,473	1,581,578 (100.0)	4.2

자료 : 6개 부처, 2012년도 생명공학육성시행계획, 2012.6

〈표 3-14〉 생명공학기술(BT) 분야 정부 R&D 투자 계획

단위 : 억 원

구분	계('12~16)	생명과학	보건의료	농림수축산·식품	산업공정/환경·해양	바이오융합
투자액	97,077	39,802	29,123	12,620	7,766	7,766
비율	100.0	41.0	30.0	13.0	8.0	8.0

자료 : 미래창조과학부, 제2차 생명공학육성기본계획 2단계 계획('12~'16), 2012.

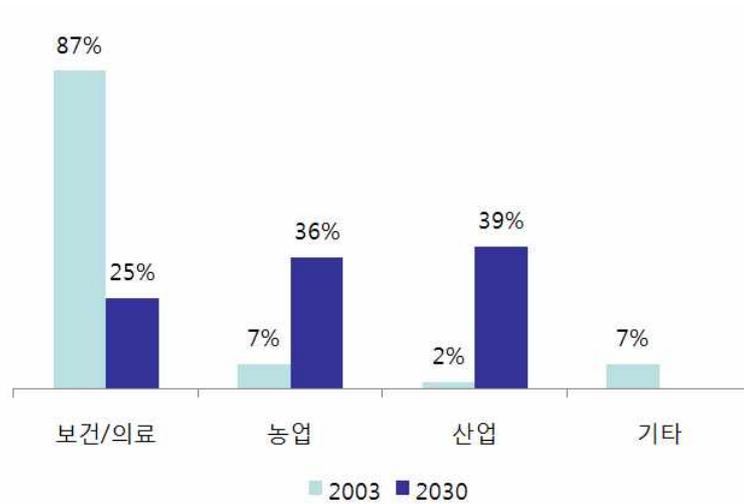
## Ⅳ. 농식품분야 생명산업 육성 및 발전 방안

### 1. 생명산업 육성의 필요성 및 경제적 파급효과

#### 가. 생명산업 육성 필요성

- 생명산업은 최근 경제, 사회, 문화 전반에서 그 중요성이 부각되고 있음
  - 생명산업은 고령화시대에 대응한 국민 건강 및 복지 향상, 농업, 환경, 에너지 문제 등을 해결해 줄 수 있는 성장 가능한 산업
  - 생명산업의 원천기술인 생명공학기술은 생명을 중요시하는 사회의 핵심기술로 인정되고 있음
  
- 생명산업의 발전을 위해서는 반드시 농업기반기술과 생명공학기술이 접목되어야 함
  - 생명공학기술은 인류의 삶의 질 향상과 고부가가치 신산업 창출의 원동력으로 주목
  - 전 세계가 직면하고 있는 식량, 에너지, 환경, 보건의료 등을 해결해 줄 수 있는 핵심기술로 평가되고 있음
  - IT, BT, NT 등의 기술이 타 기술과의 융복합되어 응용분야가 확대되고 있으며, 그 응용범위가 기존의 의약과 식품 중심에서 화학, 농업, 에너지, 전자, 환경 등으로 확대되고 있는 추세
  
- OECD에 의하면 생명산업이 2030년 정도에는 IT 산업을 넘어서 생명산업시대가 도래할 것으로 예측
  - 지금까지는 생명산업이 보건·의료분야에서 급속히 성장하여 높은 비중을 차지
  - 향후에는 그 비중이 점차 감소하여 2030년에는 약 25% 수준으로 낮아질 것으로 전망

- 반면 농업분야에서는 2000년 초 생명산업 비중이 7%에서 2030년에는 36%로 상승할 것으로 전망하고 있음



자료: The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda, OECD, 2009.

〈그림 4-1〉 생명공학산업 규모 비중 전망

- 우리나라도 세계적인 추세에 발맞춰 생명산업을 발전시키기 위해 각 부처별로 많은 정책을 수립하고 있으며, R&D 투자도 확대하고 있음
  - 이에 따른 각 부처별 사업 중복과 불분명한 역할 및 부처 간 갈등과 논란이 발생하고 있음
  - 현재의 생명산업 분류체계는 제조업 중심으로 구성되어 있음
    - 이에 따르면 농업관련 종자산업, 작물산업, 축산산업, 화훼산업 등 1차 산업과 연계된 것이 모두 제외
    - 또한 발효식품 등 영세 업체와 농업인이 생산하는 농식품은 조사대상에서 제외
- 생명산업에서의 농업부문의 중요성은 매우 큼
  - 이는 생명산업의 주요 소재가 거의 대부분 농업생산물에서 오기 때문
  - 따라서 농업부문을 중심으로 또는 연계되는 생명산업 육성 방안이 필요함

## 나. 경제적 파급효과<sup>20)</sup>

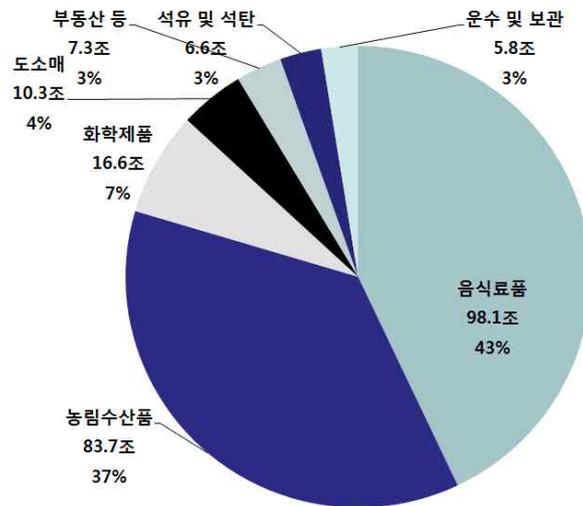
- 농업분야 생명산업의 경제적 파급효과는 농촌경제연구원의 ‘농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향’을 참고로 분석함
  - 분석방법은 첫째 한국은행이 2012년 5월에 발표한 ‘2010년 기준 산업연관모형(28개 부문)’을 이용하여 분야별 최종수요를 확정하고, 둘째 이 최종수요의 증대가 각 산업에 생산측면(생산 유발효과), 부가가치측면(부가가치 유발효과), 노동력측면(취업 유발효과)에 얼마나 영향을 미쳤는지를 분석

### (1) 생산 유발효과

- 농식품 생명산업의 최종수요(시장규모), 130조 102억 원에 의해 전 산업에서 생산 유발된 재화 및 서비스의 총액은 262조 829억 원임
  - 종자산업의 2010년 시장규모는 1조 3,398억원이며, 생산유발효과는 시장규모보다 두 배 많은 2조 4,926억 원임
  - 동물약품의 2010년 시장규모는 6,361억 원이며, 생산 유발효과는 1조 2,829억 원임
  - 식품의 2010년 시장규모는 63조 7,250억 원이며 생산 유발효과는 136조 151억 원으로 시장규모보다 두 배 많음
  - 바이오화학, 환경 등 2010년 시장규모는 1조 3,716억 원이며 생산 유발효과는 2조 6,943억 원으로 나타남.
  - 사료산업의 2010년 시장규모는 9조 5,922억 원이며, 생산 유발효과는 20조 4,738억 원임
  - 애완·관상 동식물 2010년 시장규모는 2조 3,965억 원이며, 생산 유발효과는 4조 3,365억 원임.
- 농식품 생명산업에 의해 전 산업에서 생산 유발된 재화 및 서비스의 총액은 262조 829억 원이며, 이를 28개 산업연관부문으로 나누어 분석.
  - 1위는 음식료품 98조 1,630억 원(전체의 37.5% 점유)

20) ‘한국농촌경제연구원, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 2012.12’을 재구성함

- 2위는 농림수산물 83조 7,287억 원(전체의 31.9% 점유)
- 3위는 화학제품 16조 5,943억 원(전체의 6.3%점유)
- 4위는 도소매 10조 3,066억 원(전체의 3.9% 점유)
- 5위는 부동산 및 사업서비스 7조 3,458억 원(전체의 2.8% 점유)
- 6위는 석유 및 석탄제품 6조 6,081억 원(전체의 2.5% 점유)
- 7위는 운수 및 보관 5조 8,255억 원(전체의 2.2% 점유)의 순임.



자료: 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 한국농촌경제연구원, 2012.12

〈그림 4-2〉 농식품 생명산업의 생산유발효과

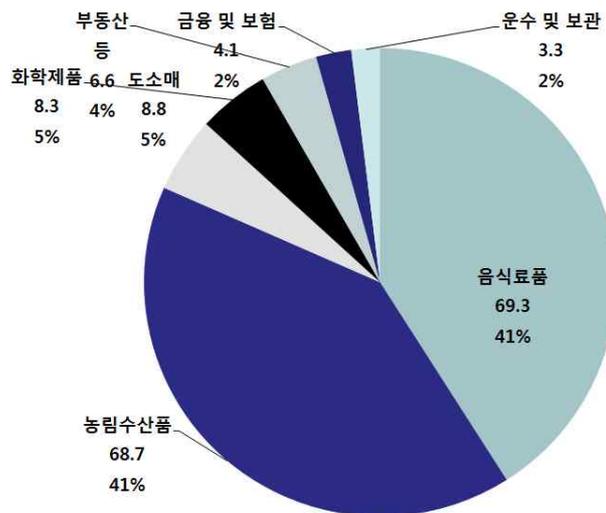
## (2) 부가가치 유발효과

- 농식품 생명산업의 2010년 총 시장규모는 130조 102억 원에 의해 전 산업에서 직·간접으로 창출된 부가가치 총액은 189조 8,701억 원임
  - 종자산업의 2010년 부가가치유발효과는 1조 8,733억 원,
  - 동물의약품 2010년 부가가치 유발효과는 6,815억 원,
  - 식료품 2010년 부가가치 유발효과는 96조 6,822억 원,
  - 바이오화학·환경 등 2010년 부가가치 유발효과는 1조 6,546억 원,

- 사료산업 2010년 부가가치 유발효과는 14조 5,531억 원,
- 애완·관상 동식물 2010년 부가가치 유발효과는 3조 1,888억 원,
- 농림수산업 2010년 부가가치 유발효과는 71조 2,365억 원으로 추정

○ 농식품 생명산업의 최종수요(시장규모)에 의해 전 산업에서 직·간접으로 창출된 부가가치 총액은, 189조 8,700억 원임

- 1위는 음식료품 69조 3,493억 원(전체의 36.5% 점유),
- 2위는 농림수산물 68조 7,434억 원(전체의 36.2% 점유),
- 3위는 도소매 8조 8,420억 원(전체의 4.7% 점유),
- 4위는 화학제품 8조 2,537억 원(전체의 4.3% 점유),
- 5위는 부동산 및 사업서비스 6조 6,308억 원(전체의 3.5% 점유),
- 6위는 금융 및 보험 4조 1,204억 원(전체의 2.2% 점유),
- 7위는 운수 및 보관 3조 2,676억 원(전체의 1.7% 점유)으로 추정



자료: 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 한국농촌경제연구원, 2012.12  
 <그림 4-3> 농식품 생명산업의 부가가치유발효과

### (3) 취업 유발효과

- 농식품 생명산업의 2010년 총 시장규모는 130조 102억 원에 의해 전 산업에서 직·간접으로 창출된 취업자 수는 331만 9,214명임
  - 종자산업의 2010년 취업 유발효과는 49,919명,
  - 동물약품 2010년 취업유발효과는 3,834명,
  - 식료품 2010년 취업 유발효과는 1,133,216명,
  - 바이오화학·환경 등 2010년 취업 유발효과는 18,958명,
  - 사료산업 2010년 취업 유발효과는 170,578명,
  - 애완·관상 동식물 2010년 취업 유발효과는 44,442명,
  - 농림수산업 2010년 취업 유발효과는 1,898,267명으로 추정
  
- 농식품 생명산업의 최종수요(시장규모) 130조 102억 원에 의해 전 산업에서 직·간접으로 창출된 전체 취업자 수 3,319,214명임
  - 1위는 농림수산물 250만 9,028명(전체의 75.6% 점유),
  - 2위는 음식료품 28만 9,987명(전체의 8.7% 점유),
  - 3위는 도소매 20만 7,167명(전체의 6.2% 점유),
  - 4위는 부동산 및 사업서비스 5만 7,459명(전체의 1.7% 점유),
  - 5위는 운수 및 보관 5만 1,016명(전체의 1.5% 점유),
  - 6위는 음식점 및 숙박 3만 5,672명(전체의 1.1% 점유),
  - 7위는 교육 및 보건 3만 4,751명(전체 1.0% 점유)으로 추정

### (4) 경제적 파급효과 종합

- 경제적 파급효과 분석결과,
  - 생산유발효과는 ‘식료품산업’ > ‘농림수산업’ > ‘사료’의 순이며
  - 부가가치유발효과도 ‘식료품산업’ > ‘농림수산업’ > ‘사료’의 순이며

- 취업유발효과의 경우는 ‘농림수산업’ > ‘식료품산업’ > ‘사료’의 순으로 나타남.

〈표 4-1〉 농식품 생명산업의 경제적 파급효과 분석

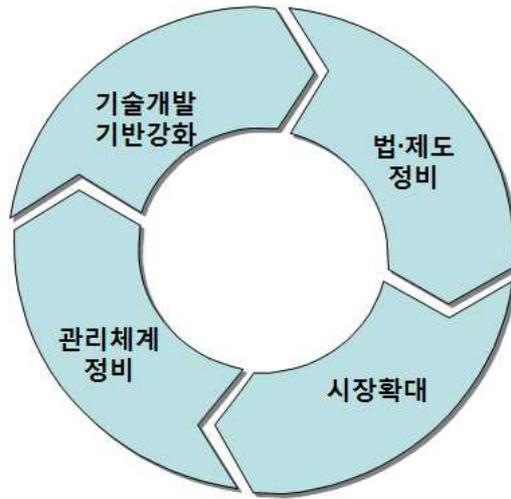
분 야	시장규모 (2010년 기준)	생산 유발효과 (억 원)	부가가치 유발효과 (억 원)	취업 유발효과 (명)
종자산업	13,398	24,926	18,733	49,919
의약품(동물)	6,361	12,829	6,815	3,834
식료품	637,250	1,360,151	966,822	1,133,216
바이오화학, 환경 등	13,716	26,943	16,546	18,958
사료	95,922	204,738	145,531	170,578
애완·관상 동식물	23,965	43,365	31,888	44,442
농림수산업	509,490	947,877	712,365	1,898,267
합 계	1,300,102	2,620,829	1,898,700	3,319,214

자료: 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 한국농촌경제연구원, 2012.12

## 2. 농식품분야 생명산업 발전방안

### 가. 기본 방향

- 생명산업은 향후 미래 신성장 동력산업으로 인식
  - 더욱 농업부문은 생명산업의 기초 원료를 제공하는 특성을 가지고 있으므로 단지 농업이 생명산업에 기초 원료를 제공하여 농가소득을 향상시키는데 그쳐서는 안 됨
- 농업은 생명산업의 발전을 위한 기초 원재료를 공급하기도 하고, 생명공학기술 개발로 개발된 생산물이 농업부문에 활용되어 부가가치를 높일 수 있어야 함.
- 더욱 농업부문에서 재배 또는 사육되지 않는 작물이나 동물이 생명공학 기술 개발로 인체에 유용한 것으로 개발되었을 때 농업부문에서 이를 재배, 사육을 통해 농가의 소득을 증대하는 방안도 모색할 필요가 있음.
- 따라서 농업부문 생명산업육성의 기본방향은 농가소득 증대 및 농업관련 산업의 부가가치 제고에 있음. 이를 위해서는 크게 4가지의 성과가 있어야 함.
  - 첫째, 농산물 투입요소인 종자, 천적곤충, 미생물 등을 개발하여 농산물 생산에 이용하여 생산성을 높여 농가소득이 증대되어야 함
  - 둘째, 농산물 수요확대를 통한 농가소득 증대임. 즉, 기존의 농산물을 원료로 부가가치가 높은 상품을 개발하여 농산물 수요 증가로 이어져 농가소득이 증대되어야 함.
  - 셋째, 고품질 농산물 생산 및 생산성 증대로 수요자 및 소비자의 요구를 충족시킬 수 있어야 함
  - 넷째, 생명공학기술 개발로 신규시장을 창출하게 되어 농가의 소득이 증대되어야 함.
- 이를 달성하기 위해서는 기술개발 기반 강화, 법·제도 정비, 시장 확대, 정부의 관리체계 정비 등이 이루어져야 함.



〈그림 4-4〉 농식품 생명산업 육성 기본방향

## 나. 기술개발 기반 강화

### (1) R&D 확대

○ 농식품 분야의 R&D 투자는 정부투자와 민간투자로 구분됨

- 정부의 농림식품 분야 R&D 투자액은 2012년 9,089억 원으로 2008년 이후 연평균 8.6% 증가 추세
  - 2008년 6,539억 원 → 2009년 7,196억 원 → 2010년 7,752억 원 → 2011년 8,625억 원 → 2012년 9,089억 원
- 정부의 농림식품 분야 R&D 투자규모는 국가 전체 R&D 투자규모의 5.7% 수준임
  - 국가 전체 R&D 투자액은 2008년 11.1조 원 → 2009년 12.3조 원 → 2010년 13.7조 원 → 2011년 14.9조 원 → 2012년 16.0조 원
  - GDP 대비 농림식품 분야의 R&D 투자규모는 1.16%로 국가 전체 1.26% 보다 낮음
  - 다만 농림식품 분야 GDP 대비 R&D 투자 비중은 지속적인 증가세(2008년

0.98% → 2012년 1.16%)

〈표 4-2〉 정부재정의 국가 전체 및 농림식품분야 R&D 투자 현황

(단위: 조 원, %)

구분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
국가 전체	GDP(a)	1,026	1,065	1,173	1,235	1,273
	R&D 투자액(b)	11.1	12.3	13.7	14.9	16.0
	비중(b/a)	1.08	1.15	1.17	1.21	1.26
농식품 분야	GDP(c)	66	70	72	77	79
	R&D 투자액(d)	0.65	0.72	0.78	0.86	0.91
	비중(d/c)	0.98	1.03	1.08	1.12	1.16
국가 전체 대비 농식품분야 R&D 투자액(d/b)		5.9	5.9	5.7	5.8	5.7

자료: 농림수산식품기술기획평가원, 과학기술통계서비스

- 국가 전체 R&D에 대한 민간투자는 증가추세이나 농림식품 분야 R&D에 대한 민간투자는 정체
  - 국가전체는 2008년 24조 원 → 2009년 26조 원 → 2010년 31조 원 → 2011년 36조 원
  - 농림식품 분야는 2008년 0.35조 원 → 2009년 0.37조 원 → 2010년 0.30조 원 → 2011년 0.41조 원

〈표 4-3〉 민간재원의 농림식품분야 R&D 투자 현황

(단위: 억 원)

구분	2008년	2009년	2010년	2011년
국가 전체	243,819	261,687	305,273	358,003
농식품 분야(a+b+c+d)	3,531	3,661	3,008	4,050
농업, 임업 및 어업(a)	190	181	180	321
담배(b)	479	286	167	237
식료품(c)	2,558	2,977	2,419	3,291
음료(d)	304	217	242	201

주: 민간재원 연구개발비는 NTIS 산업별, 재원별 통계 중 농업, 임업 및 어업, 담배, 식료품, 음료 분야의 합으로 구성

자료: 농림수산식품기술기획평가원, 과학기술통계서비스

- 선진국과 우리나라 간의 농업기술수준의 시차는 2010년 기준 미국과 3.9년, 일본이나 EU와는 각각 2.7년과 1.9년 뒤떨어진 것으로 평가됨. 농업생명공학기술 분야의 기술수준 시차는 2010년 기준 미국과 3.8년, 일본과 2.5년, EU와 2.4년, 중국과 0.4년 뒤떨어짐

〈표 4-4〉 농업기술 기술격차 국제비교(2010년 기준)

(단위: 년)

구분	미국	EU	일본	중국
농업기술 전체	3.9	1.9	2.7	-1.9
농업생명공학분야	3.8	2.4	2.5	0.4

주: 산출방법은 세계최고 수준 대비 한국의 기술격차-세계최고 수준 대비 주요국의 기술격차  
 자료: 농촌진흥청, 농업과학기술 및 농산업 국가기술수준 평가에 관한 연구, 2007

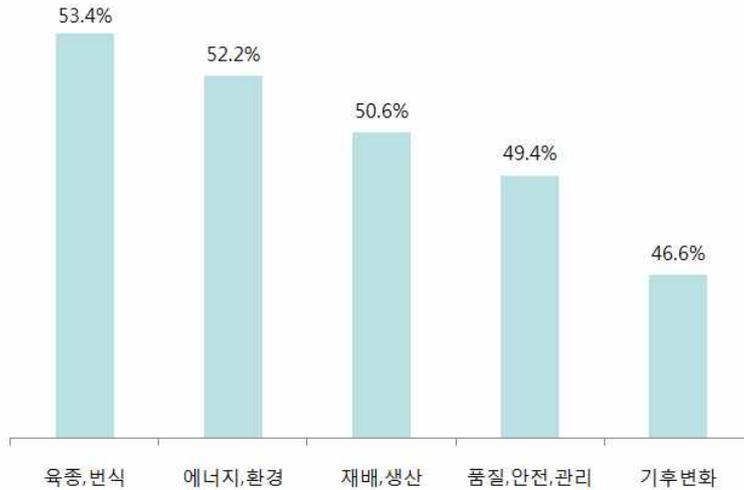
- 우리나라 생명산업의 R&D는 생물자원 이용기술을 개발, 생물안전성 및 효능평가 개발, 환경공학 및 바이오에너지 개발, 생체 유전정보 분석 및 활용기술 개발, 유전자 변형기술 개발이 중심기술임. 또한 중점개발 분야를 발굴하여 단·중기적으로 R&D 확대 전략을 구축해야 함.
  - 종자 산업은 우수 농립축수산 종자 육성 및 생산기술, 농립수산 유전자원 보존 및 정보화
    - 다양한 식물품종 개량연구와 형질전환 동물모델 개발 및 형질전환 식물체를 활용한 신품종 연구
  - 친환경 농자재(비료·농약) 및 친환경 생산기술을 개발
  - 재해 및 질병방제는 인수공통 전염병 진단 및 제어기술과 가축질병 예방 및 제어기술을 개발
  - 동물·식의약품 및 소재는 BT 융합기술의 산업화 기술과 기능성 신소재를 개발
    - 의약품 생산용 식물체 개발과 살균제 및 살충제 등 병해충과 방제기술을 개발
  - IT·BT 융합 농립축수산 고유 유전자 대량 발굴시스템을 구축
  - 식품분야에서는 전통식품인 한식 세계화를 위한 생물 전환 및 발효기술을 개발하고 식품안전을 위해 식품위해인자 검출 및 추적기술을 개발
    - 주류 보관 및 저장기술 개발 연구와 다양한 원료를 활용한 와인 제조기술을 연

구하고 발효기술을 활용한 식초 및 전통주 제조방법을 연구

- 식품가공·제조에서는 저탄소 녹색 및 첨단 용·복합식품을 개발하고, 식품 기능성 탐색 및 특수목적 식품의 개발과 식품 신소재를 개발.

## (2) 산·학·연·관 공동연구와 해외기술이전

- 주요 농업선진국의 농식품 생명산업 클러스터와 같은 산·학·연 공동연구 추진이 필요
  - 주요 농업선진국의 클러스터 연구네트워크와 같이 민간기업과 정부는 바로 사업화할 수 있는 연구 아이디어와 연구자금을 제공하고, 대학이나 연구소는 연구를 수행함
  - 농업 부문 뿐만 아니라 비농업 부분도 연구에 참여시켜 학제 간, 산업 간 연구를 통해 연구의 시너지 제고는 물론 해당 기술수준을 향상시켜야 함
  - 이를 위해 비농업 분야의 연구소 또는 대학과의 공동연구를 강화하고 필요한 경우 국제연구기관 또는 해외대학과의 공동연구도 추진할 필요가 있음
- 농식품 관련 기술 전문가 집단을 대상으로 한 설문조사 결과
  - 정부 주도로 연구개발이 이루어져야 하는 분야는 육종/번식(53.4%), 에너지/환경(52.2%), 재배/생산(50.6%), 품질/안전/관리(49.4%), 기후변화/생태(46.6%) 순임
  - 산학연 공동연구가 필요한 분야는 수확 후 관리(54.4%), 가공품저장/포장/물류(50.3%), 생물공정/시스템(49.4%), 기능성소재(47.2%), 경영정보(47.1%), BT 등(45.5%), 식재료/소재(35.2%) 순임
  - 국제공동연구가 필요한 분야는 기후변화/생태(47.5%), 바이오에너지(28.1%), BT 등(27.3%), 에너지/환경 관련 기술(16.7%)의 순임



자료: 농식품 R&D 전망과 정책 과제, 한국농촌경제연구원, 2009.10.

〈그림 4-5〉 정부주도의 연구개발 분야

### (3) 인력양성

- 한국과학기술기획평가원의 2005~2014년 농림수산부문 과학기술 인력수급 전망 (2007)에 따르면 박사급 및 학사급 인력이 공급보다 수요가 56~88% 많을 것으로 분석되어 연구개발을 담당할 인력이 부족할 것으로 예상
  - 우리나라의 국제적인 농림기술수준과 미국 특허 등록 건수를 비교할 경우 R&D 인력의 질적 수준도 낮은 것으로 평가됨
  - 농림수산부문의 연구개발 인력은 박사학위 소지자가 가장 많고 그 다음이 석사, 학사순인 역삼각형 구조이며, 40대와 50대 이상의 연령층이 각각 44%와 24%를 차지하여 연구개발인력의 고령화가 뚜렷함(과학기술정책연구원, 2009).
  
- 우리나라 생명산업은 다른 산업에 비해 노동집약적 산업이면서 어느 정도 숙련된 노동력이 필요함. 따라서 인력 양성에 대학, 전문직 대학 등에서 농생명산업 관련 학과 신설 또는 일정기간 훈련할 수 있는 교육제도가 필요함.
  - 우수한 신진 연구인력이 농식품 생명산업 R&D에 유입될 수 있도록 생물, 식품, 미생물 등 범 농학계 신진 연구인력의 학제 간 연구 협력 지원제도가 필요

- 또한 생명산업에서 요구되는 능력을 지닌 인력이 부족하고 기존 인력의 재교육 프로그램 개발과 해외 단기연수 프로그램을 추진, 개발하여 생물학에 대한 교육 훈련이 필요.
  - 학제적 접근을 통해 연구와 교육을 동시에 수행할 수 있는 프로그램 개발을 지원해야 함
  - 인터넷 교육프로그램 개발을 통해 재교육을 필요로 하는 인력들이 상시적으로 교육을 받을 수 있도록 해야 함.
  - 정식 학위과정이 아니라 단기 연수 프로그램을 개발하여 기존 인력에 대해 재 훈련 기회를 제공해야 함
    - 농업 현장에서 생산을 담당하는 농가단위에서의 연구개발도 중요하므로 자생적 민간 신제품 육종 전문가 및 경영체 지원 프로그램을 지원해야 함
  
- 효과적인 연구인력양성을 위해 연구인력 D/B 구축 및 운영
  - 세부화된 기술별로 졸업생 배출 현황과 취업 현황, 연구실적 관리
  - 현장 및 연구 분야에서 퇴직한 기술인력을 기술 분야별로 구분하여 온/오프라인 네트워크 구축
    - 현장교육전문가 또는 민간기업 및 농업인 단체 등의 기술고문으로 활용

## 다. 생명관련 법·제도 정비

- 생명산업생명산업 관련법으로 「친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」, 「농수산물생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률」, 「기술이전 및 사업화 촉진제도」, 「가축전염병예방법」, 「유전자변형 생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률」, 「농수산물품질관리법」 등이 있음
  
- 생명산업을 발전시키기 위해서는 시대와 환경에 맞게 이들 법들이 개정·보완되어야 함.
  - 「친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」은 친환경 농업인에게 세제 등 혜택이 부여되도록 하여야 함

- 또한 이 법에 의해 중장기적 투자가 가능할 수 있도록 정부 지원이 필요
- 「농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률」은 유전자원 실태조사에 대한 규정이 추가되어야 하고, 농업유전자원에 대해서는 농식품부가 관장하고 유전자원의 통합관리를 위한 표준지침 및 제도적 지원이 필요
- 「기술이전 및 사업화 촉진제도」에서는 지적재산권의 실시요건 및 계약체결 기준과 기술실시에 따른 기술료 수입의 배분 및 사용조건이 부처별로 서로 다르게 규정되어 있어 이를 정비할 필요가 있음.
- 「가축전염병예방법」에서는 가축전염병 예방 강화를 위한 규정과 가축전염병에 대한 정의 및 분류 개정, 가축전염병에 대한 기초연구에 대한 계획이 추가되어야 함.
- 「유전자변형 생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」에서는 유전자변형 동물 관련 법률 국가 간 일정한 표준지침이 필요하며, 유전자변형에 대한 기술개발 및 대국민 홍보 강화, 유전자변형작물 승인을 위한 과도한 심사항목 완화, 협의 심사 등 중복적 문제해결 및 규제완화가 필요.
- 「농수산물품질관리법」은 GMO 관련 품질관리 기능 강화, GMO에 대한 충분한 교육, 품질관리 기준과 일정한 규제 및 관리 지침이 설정되어야 함.

## 라. 시장 확대

- 기술의 상품화 및 생산물의 마케팅 강화가 필요
  - 산업화를 위해서는 개발된 기술을 특허로 출현하여 기술을 이전을 촉진해야 함
  - 농식품분야에서 산업화가 빠르게 성장할 분야는 종자분야로 종자의 내병성, 내한성 종자개발 그리고 바이오매스를 이용한 바이오연료, 미생물체제로 개발된 비료, 농약, 유기농자재 등의 수요가 늘 것으로 보여 이에 대한 상품화가 필요.
- 현장 수요자 중심의 기술개발이 필요
  - 농식품생명산업의 기술 수요자가 R&D를 직접 수행하고 평가하는 기회를 확대
    - R&D 수행 역량을 보유한 농식품업체 및 영농조합에도 연구비를 지원
    - 수요자 맞춤형 연구성과 도출을 유도하고 유기적 기술이전을 통한 시장확대를

도모해야 함

- 잠재적인 기술수요 창출을 위해 기술 수요자를 대상으로 한 기술 홍보 및 마케팅을 강화
  - 대학, 지자체, 농업인 단체, 민간기업 등을 대상으로 개발된 기술의 홍보를 강화
  - 기술실용화재단을 통한 중앙정부차원에서의 기술이전 체제 구축
- 산업화를 위한 다음은 농업과 생명산업의 시너지 효과를 위한 정부와 기업간의 협력의지 강화, 외국인 투자유치 및 해외 새로운 시장 개척, 창업 활성화 정책이 필요.

#### 마. 정부의 관리체계 정비 및 역할 강화

- 농식품 생명산업의 기술개발 개념을 확대하여 기술과 시장을 수직계열화하는 R&BD(Research and Business Development) 역량 강화
  - 연구 초기 단계부터 사업성을 검토하고 연구를 수행하면서 사업화가 가능하도록 단계마다 연구 방향을 조정해 나감으로써 성과를 극대화할 필요가 있음
  - 최근 미국과 유럽 등 농업선진국에서 적극적으로 운영하고 있음
- 생명공학 조정기능을 강화
  - ‘정책조정기구’신설, ‘생명공학종합정책심의회’의 지위 격상, 전문성 있는 민간위원의 참여 확대 등
- 농어민의 수요를 반영하여 지속적인 정책과 강력한 정부의 의지가 동시에 진행되어야 하며, 특히 유사분야(바이오산업, 보건의료산업 등)에 대한 관계부처와의 협의를 통한 협력관계 마련이 필요.
- 유사한 업무의 수행에 대하여 새로운 조직을 만들고 기존의 조직을 없애는 것

보다는 기존 조직의 배경을 바탕으로 새로운 기술을 도입하여 발전시키며, 정책은 일관성이 있되 수행기관은 근본적으로 구분한 부처 간 역할에 따라 현업 수행의 효율성을 극대화시켜야 함.

- 이들 업무와 관련하여 여러 부처가 겹칠 경우 전문성이 있는 하부부처에 역할을 할 수 있도록 업무를 배분하고, 전체를 총괄하는 부처는 종합하는 역할과 하부부처에서 관할하지 않는 사항에 대하여 사업을 할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

○ 농식품분야도 생명산업 발전전략 계획을 수립 및 추진

- 지속가능한 기술개발 로드맵 작성과 시장개발을 가속화하기 위한 사업방안 제시, 개별 프로젝트가 아니라 서로 연관된 사업이 종합적이고 유기적 연계로 추진할 수 있도록 하고, 개발기술의 실용화를 위한 다양한 시범사업 등을 추진하여 산업화 방안이 마련되어야 할 것임.

○ 또한 생명산업을 육성하여 신 시장 창출 등 생명산업 범위를 확대해야 함.

- 이를 위해서는 부처 간 중복을 방지함과 동시에 일부 관계되는 분야의 역할분담을 통해 함께 연구할 수 있는 범부처 사업을 확대해 나가야 함.

○ 기술 이전 및 사업화 활성화를 위해 지속적인 시장조사 및 설비 투자와 같은 사업화 지원이 필요함

- 실용화·산업화 과정에서 발생하는 문제점을 해결할 수 있도록 사후관리 체계 구축.

### 3. 생명산업 육성을 위한 사업 및 지원방안

#### 가. 2013~2017 농업·농촌 및 식품산업 발전계획

##### (1) 목표 및 개요

- 생명자원 수집·관리 및 산업화를 통한 새로운 농업소득 창출
- 유용 생명자원의 체계적 수집·관리 강화, 상품화 연구개발 및 차세대 바이오그린 21사업 등을 통해 생명자원의 산업화 추진

##### (2) 목표달성 추진 전략

- 국내외 유용 생명자원의 체계적인 수집을 통한 다양성 증대
  - 생명자원 수집계획은 2013년 2,460종(138천 점)에서 2017년 4,240종(260천 점) 수준으로 확대
- 생명자원의 활용성 제고를 위한 특성평가 강화 및 관련 DB 구축
  - 작물 특성평가(병해충 저항성·기능성 등) 매년 21,000점 이상 추진
  - 생명자원 통합 D/B 구축(2011~2014년)
- 곤충, 오디 등 생명자원을 활용한 제품개발 및 상품화 연구 추진(2011~2015년)
  - 곤충의 식약용·사료화
  - 오디·누에 활용 제품 개발
- 차세대 바이오그린 21사업 등 농생명공학 기술개발 추진
  - 농생명 식의약 소재, 바이오장기 등 7개 분야에 총 1조원 투자
- 생명자원 산업화 기반조성을 위한 지원센터 건립(9개소, 2011~2016년)
  - 미생물센터 1개소, 곤충센터 3개소, 양잠산물종합단지 3개소, 천연색소센터 2개소

## 나. 기술수준 및 경제적 파급효과 분석을 통한 우선순위 도출

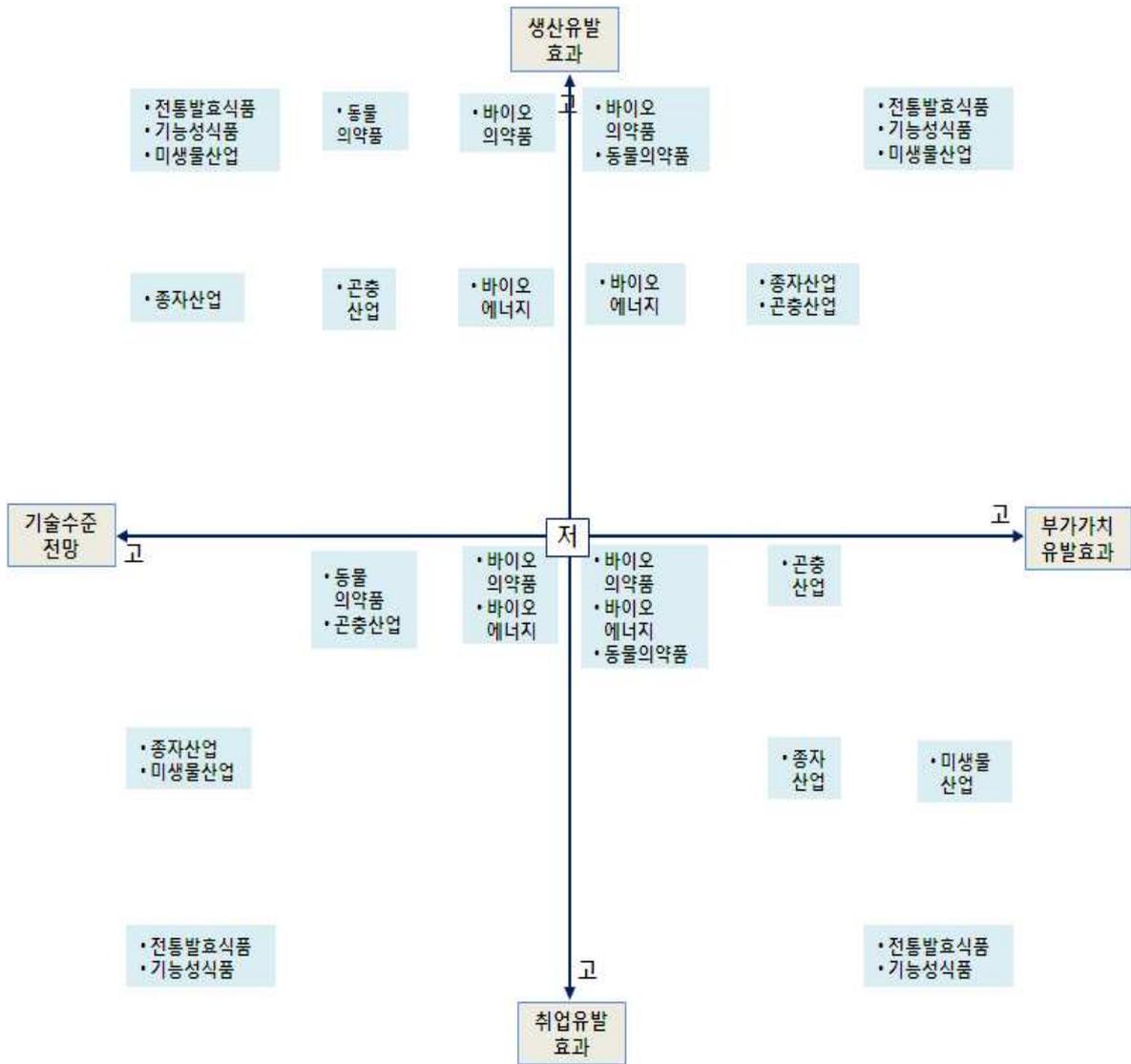
- 농업생명산업의 분야별 국내 기술수준과 경제적 파급효과를 비교·분석한 결과,
  - 가장 효과가 높을 것으로 예상되는 산업은 [기능성식품, 전통발효식품, 미생물 산업]으로 나타남. 그 다음으로는 [종자산업, 곤충산업, 동물약품], [바이오에너지, 바이오약품]의 순임

〈표 4-5〉 농식품 분야 생명산업 육성 세부사업별 기술수준 및 경제적 파급효과 검토

구 분		국내시장규모 (억 원)	생산유발효과	부가가치 유발효과	취업 유발효과	기술수준 전망
종자 산업	농산	5,104	○	○	○	◎
	축산	6,074				
	수산	2,016				
전통·발효식품		23,654	◎	◎	◎	◎
기능성식품		10,670	◎	◎	◎	◎
바이오약품		24,052	◎	△	△	△
바이오에너지		2,581	○	△	△	△
미생물산업		4,720	◎	◎	○	◎
동물약품		6,361	◎	△	△	○
곤충산업		1,570	○	○	△	○

주 : ◎ 양호, ○ 보통, △ 미흡

자료 : 김연중 외(2012), 서울대학교(2010), 한국농촌경제연구원(2013) 등을 참조하여 작성.



〈그림 4-6〉 농식품 분야 생명산업 육성 세부사업별 경제적 파급효과 비교

- 기능성식품의 경우 웰빙 트렌드를 바탕으로 한 수요증가와 관련 업체 수의 지속인 증가 및 기능성 신소재 개발이 가속화되고 있어 발전가능성이 높은 산업임
  - 그러나 전통소재인 홍삼에 대한 편중 현상이 심하며, 일부 대기업(KT&G)의 점유율 편중이 심화되고 있음
  - 또한 대부분의 기능성원료를 해외에서 수입해옴으로써 국내 농업과의 연계성이 낮은 상태임

- 발효식품의 경우 발효기술수준의 성장, 장류의 CODEX규격화, 김장의 유네스코 인류무형문화유산 등재 등으로 인해 지속적인 시장규모 확대가 예상됨
  - 그러나 생명공학기술 요구 수준이 낮은 편이며, 원료 농산물의 수입비중이 점차 증가하고 있는 것이 문제점임
  
- 미생물산업의 경우 웰빙 트렌드를 바탕으로 한 친환경농산물 및 안전한 먹거리에 대한 수요증가로 인해 화학농약, 화학비료, 항생제, 사료첨가제의 대체품으로 시장규모가 꾸준히 확대되고 있음
  - 그러나 비교적 낮은 국내 기술수준과 전문기관 및 인력이 부족한 상태로 인해 국내 산업화가 지연되고 있어 이에 대한 대응이 필요함
  
- 종자산업의 경우 등록업체가 지속적으로 증가하고 있으나 그 규모가 영세한 수준임. 또한 다국적 기업에 의한 토종 유전자원의 유출과 전문인력 양성이 부족한 실정임
  - 향후 세계종자시장 규모는 종자기업의 집중화 및 대형화로 인해 확대될 것으로 예상되며, 유용형질의 확보 경쟁이 심화될 것으로 예상됨
  
- 곤충산업의 경우 현재까지 본격적인 산업화가 미흡하며 또한 농가소득과의 직접연계가 미흡함
  - 향후 곤충의 다양한 활용을 통해 새로운 산업영역 창출이 가능할 것으로 예상
  
- 동물의약품의 경우 세계적으로 생명공학 산업에서 차지하는 비중이 높으나, 현재 국내 기술수준이 낮은 편이며 전문기관 및 인력 부족한 상황임
  - 따라서 이 분야에 대한 중·장기적인 기술개발과 투자가 이루어져야 함
  
- 바이오의약품 및 바이오에너지의 경우 세계적으로 생명공학 산업에서 차지하는 비중이 높으나, 현재 국내 기술수준이 낮은 편이며 전문기관 및 인력 부족한 상황임
  - 따라서 이 분야에 대한 중·장기적인 기술개발과 투자가 이루어져야 함

〈표 4-6〉 농식품 분야 생명산업 세부사업별 문제점 및 전망에 대한 검토

구 분	현 황	문 제 점	전 망
종자산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>•등록업체의 지속적 증가</li> <li>•규모의 영세</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•국내 종자시장의 정체, 영세성</li> <li>•글로벌 품종 육종기술 취약</li> <li>•다국적 기업에 토종 유전자원 유출</li> <li>•전문인력 양성 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•종자시장 규모의 확대</li> <li>•종자기업의 집중화 및 대형화</li> <li>•유용형질의 확보 경쟁 심화</li> </ul>
전통·발효 식품	<ul style="list-style-type: none"> <li>•공장 김치시대 도래</li> <li>•김치수입의 증가</li> <li>•장류 CODEX 통과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발효기술 수준이 낮은 편</li> <li>•생명공학기술 요구 수준 낮은 편</li> <li>•원료농산물의 수입비율이 높음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기술수준 급성장</li> <li>•시장규모 확대</li> <li>•생산 및 부가가치 증대</li> </ul>
기능성식품	<ul style="list-style-type: none"> <li>•업체 수의 지속 증가</li> <li>•수출 증가</li> <li>•기능성 원료 인정 증가 추세</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•KT&amp;G에 대한 업체 편중 심화</li> <li>•특정 기능성 소재에 대한 편중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•수요 증가</li> <li>•기능성 신소재 개발 가속화</li> </ul>
바이오 의약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>•다국적 제약기업의 경쟁 치열</li> <li>•국내에서 기초연구, 인프라 구축 투자 지속</li> <li>•생명공학 산업에서 차지하는 비율 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•해외 진출기반 열악</li> <li>•내수 위주 시장 형성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•시장의 고성장 유지</li> <li>•유전자 기반 바이오의약품 개발</li> <li>•다국적 제약기업의 M&amp;A 지속</li> </ul>
바이오 에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>•미국과 중국의 투자 확대</li> <li>•선진국의 기술개발 가속화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•국내 원료 확보의 부족</li> <li>•국내 기술수준 낮은 편</li> <li>•전문기관 및 인력 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•선진국의 집중 투자</li> <li>•기후변화 대응 시장규모 확대</li> <li>•기술수요의 급증</li> </ul>
미생물산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>•화학농약·화학비료·항생제 사료첨가제의 대체품으로 시장규모의 지속 확대</li> <li>•선진국 기업이 시장 주도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•국내 산업화 지연</li> <li>•국내 기술수준 낮은 편</li> <li>•전문기관 및 인력 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•미생물산업의 시장규모 확대</li> <li>•다양한 상품의 개발 출시</li> </ul>
동물의약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>•예방용 제재의 수요 증가</li> <li>•잔류 및 내성 문제로 생약에 대한 관심 증가</li> <li>•값싼 수입축산물 유입 증가로 시장규모 축소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•원료 수입·제조 판매 또는 완제품 수입 형태가 대부분</li> <li>•기술수준 낮은 편</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•가축질병 조기진단 키트 개발 부각</li> <li>•개도국에 대한 수출 기회 증가</li> <li>•생약 계통의 제품 수요 증가</li> </ul>
곤충산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>•화분매개용, 천적용, 학습애완용, 환경정화용, 식·약용 곤충 연구 지속</li> <li>•곤충산업 육성정책 추진</li> <li>•곤충산업 기반 형성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•곤충 산업화 미흡</li> <li>•농가소득 연계 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•곤충의 다양한 활용 증가</li> <li>•새로운 산업영역 창출 가능성</li> </ul>

자료 : 김연중 외(2012), 서울대학교(2010), 한국농촌경제연구원(2013) 등을 참조하여 작성.

## 다. 생명산업 육성을 위한 발전방안 및 로드맵

### (1) 전통·발효·기능성 식품

#### ○ 전통·발효식품의 패러다임 전환을 통한 시장 확대

- 농식품 생명산업의 중·장기적인 기술개발 개념을 기술과 시장요구를 조합한 단기적인 R&BD 전략 수립 및 수행
  - 미국, 유럽 등 농업선진국에서 운영하는 것과 같이 제품 개발 초기부터 사업성을 고려한 개발 방향을 설정
  - 산학연의 전문가집단, 유통업체 등이 참여하는 ‘전통식품활성화지원단(가칭)’을 운영

#### - 전통식품품질인증제도

- 국산 농산물을 주원(재)료로 하여 제조·가공·조리되어 우리 고유의 맛, 향, 색을 내는 우수한 전통식품에 대해 정부가 품질을 보증하는 제도

#### - 종류

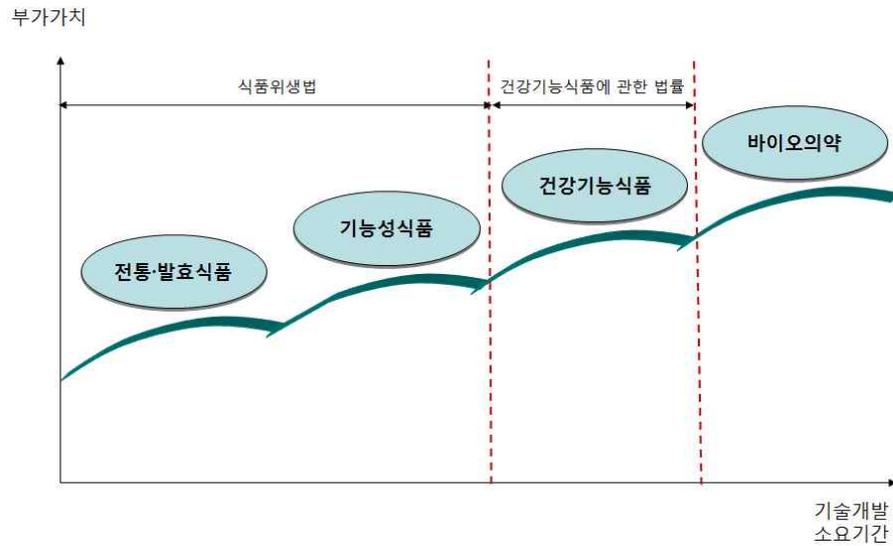
- 장류: 메주, 고추장, 청국장, 된장, 간장
- 차류: 녹차, 인삼차, 감잎차, 구기자차, 둥굴레차
- 식초류: 감식초, 현미식초, 곡물식초
- 전통주: 탁주, 약주, 청주, 증류식소주, 리큐르
- 기타: 김치류, 한과류, 두부류, 미숫가루, 기름류, 죽류 등

#### ○ 기능성식품 및 기능성소재 발굴

- 현행 ‘건강기능식품에 관한 법률(식품의약품안전처)’ 제26조 유사표시 등의 금지에 의하면 ‘건강기능식품이 아닌 것은 그 용기·포장에 인체의 구조 및 기능에 대한 식품영양학적·생리학적 기능 및 작용 등이 있는 것으로 오인될 우려가 있는 표시를 하거나 이와 같은 내용의 광고를 하여서는 아니되며, 이와 같은 건강기능식품과 유사하게 표시되거나 광고되는 것을 판매하거나 판매의 목적으로 저장 또는 진열하여서는 아니된다’라고 명시됨.

- 또한 차별화된 건강기능식품과 건강기능식품소재 개발을 위해 개별인정형 제품이 허용되고 있으나, 이는 해당 제품 개발 후 기능성 인정까지 약 2-3년의 시간이 소요됨.
  - 따라서 현재 농가 또는 영농조합법인의 시설·기술 수준에서는 건강기능식품을 직접 가공·제조함에 한계가 있음
  - 한편, 식품위생법 시행규칙 제8조 ‘허위표시, 과대광고, 비방광고 및 과대포장의 범위’와 관련된 별표 3 ‘허위표시·과대광고로 보지 아니하는 표시 및 광고의 범위’에서 ‘신체조직과 기능의 일반적인 증진을 주목적으로 하는 표현(건강유지·건강증진·체력유지·체질개선·영양보급 등에 도움을 줌)’의 표시는 가능
- 농식품생명산업 육성전략을 통해 바이오의약(동물 및 인체) 등의 연구개발 및 상용화에는 많은 시간과 비용 투자가 예상됨
- 따라서 단계적인 농식품생명산업 육성전략이 필요함.
  - 이에 전통·발효식품 → 기능성식품 → 건강기능식품 → 바이오의약의 단계적인 추진이 필요
    - 1단계에서는 현행 식품위생법과 건강기능식품에 관한 법률에서 정하고 있는 수준의 유용성 표시를 한 기능성식품(건강즙류, 단순가공식품(선식 등) 등)의 개발 전략을 추진
    - 2단계에서는 바이오의약품을 목표로 기능성식품 → 건강기능식품 → 바이오의약의 연구개발 수행
- Metabolomics를 활용한 전통발효식품의 고기능화 및 표준화능성 소재 개발
- 전통발효미생물의 유전체·단백질체 분석 및 metabolomics 활용하여 전통·발효식품의 표준화, 기능성 증진, 실용화 추진
    - metabolomics: 대사물질을 분석해 숨어있는 돌연변이를 찾아내는 학문으로 대사체학이라고도 함. 유전체의 염기서열을 결정해 알려지지 않은 새로운 유전자의 기능을 연구하는 유전체기능학의 하위개념임.
    - 최근 세계 각국에서는 오믹스 기술을 활용한 전통·발효식품의 고부가가치 제고에 연구역량을 집중

- 국내 농업 및 식품산업과 관련하여 지속가능한 산업의 발전을 위해 전통식품의 고부가가치 상품화에 대한 연구가 필요



〈그림 4-7〉 전통·발효·기능성식품 육성을 위한 로드맵

## (2) 바이오의약산업

### ○ 오믹스 기반 과학기술을 통한 고기능성 식품 및 바이오의약품 개발

- 오믹스기술(Omics technology)
  - 세포 또는 개체 내에서 계놈에 의해 발현되는 RNA, 단백질 등 생명현상과 관련된 중요한 물질에 대한 대량의 정보를 획득하여 이를 전산학적 기법으로 분석하여 전체적인 생명현상을 밝히는 학문
- 오믹스 기반의 개인 맞춤형 고기능성 식품 및 바이오의약품 개발
  - 영양체학, 단백체학, 생물정보학 등을 활용하여 개인의 질병 감수성을 미리 예측하고 개인별 질병발생 예방을 위한 맞춤형 고기능성 식품 및 바이오의약품 개발
  - 한국인 특이 질병 및 비만, 당뇨, 고혈압, 정신건강 등 주요 질환 맞춤형 고기능성 식품 및 바이오의약품 개발

### ○ 고기능성 소재 개발

- 작용기전 및 체내대사 규명 연구 등 신기술 개발을 통한 고기능성 소재 탐색 및 발굴
  - 기능성 소재의 효능평가 및 기능성 증진 기술 개발
  - 신기술 방식에 의한 기능성소재 생산기술 개발
- 소재의 체내 전달 및 발현 제어용 나노소재 실용화
  - 식품나노에멀전 제조기술 및 나노입자 기술 개발
  - 식품산업용 바이오칩 및 식품산업용 나노이미징 응용기술 개발
- 기능성 바이오소재의 탐색, 특성분석 및 활용연구
  - 농축산용 친환경 바이오 첨가제(면역증강제, 수질개선제, 항생제대체제 등) 개발

### ○ 동물질병, 인수공통 전염병 진단 바이오칩 및 예방·치료의약품 개발

- 광우병, 중요 약성(조류인플루엔자, 구제역 등) 및 소모성 질병 유발 병원체의 농장내 유입 감시용 검출장치 및 운용체계 개발이 필요
- BT, IT, NT 융합기술에 의한 농장 내 병원체 상시 감시체계 개발 및 동물질병, 인수공통전염병 예방·치료제 개발이 필요
  - 바이러스 백신개발과 면역증강제의 동물이용에 대한 세계적 연구개발은 현재 바이오신약 개발과 맞물려 매우 활발히 진행되고 있음

### (3) 바이오에너지

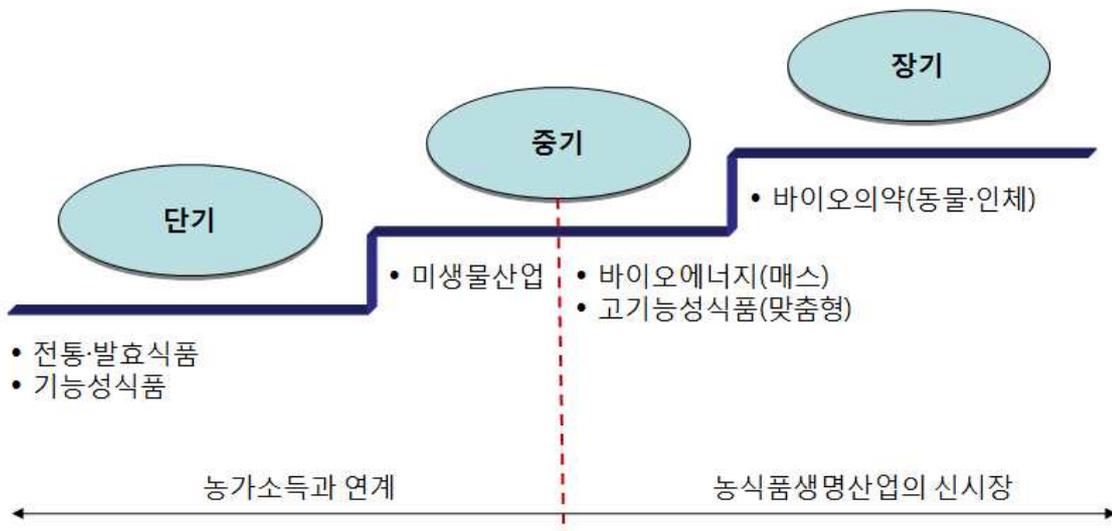
- 바이오에너지 생산을 위한 바이오(매스)에너지 개발과 활용 연구
  - 현재 농진청을 중심으로 바이오디젤 생산 목적의 유채 품종 개발 연구 진행
  - 바이오에탄올 생산을 위한 한계농지 재배용 고구마 품종 개발 진행
  - 임산 바이오매스를 활용한 바이오에너지화
  - 그러나 농림축산 자원을 활용한 바이오매스생산에서 바이오리파이너리까지 총체적인 바이오에너지 생산기술 연구는 미흡한 실정임
    - 바이오리파이너리(biorefinery): 바이오매스를 원료로 이용하여 여러 관련 제품을 생산하고자 하는 개념. 바이오매스는 lignins, carbohydrates, protein, lipids 등 다양한 성분들로 이루어져 있는데 이 성분을 분리해야 다양한 관련 제품은 화학적 또는 생물학적 전환기술을 통해 생산할 수 있음
  
- 다양한 농림축산자원을 활용한 지속가능한 바이오에너지 생산 기술
  - 바이오에너지 및 바이오매스 작물 생산 및 관련 기술 개발을 통한 농촌의 생산성 극대화 도모
  - 선진국은 기존 화석연료를 대체할 수 있으며, 환경오염 배출 물질이 적은 바이오에너지 생산 기술개발 및 보급을 위해 적극 지원하고 있음
  - FTA 등 무역 자유화로 인한 국내 농촌 경제 활성화를 위한 새로운 고부가가치 경제작물의 도입이 필요함
    - 미국은 비식용 섬유질계 바이오매스(억새, 갈대 등)를 활용한 당화 및 바이오에탄올 생산 기술개발을 추진
    - EU는 풍부한 유지작물(유채, 해바라기 등)을 이용하여 바이오디젤 보급에 주력
  
- 바이오에너지 연구개발은 축적된 기초과학기술의 집중적인 응용이 가능한 분야
  - 식물과학, 전분 및 셀룰로오스 당화·발효기술
  - 휴경지와 한계지를 활용할 수 있는 새로운 바이오에너지 경제작물의 개발과 생산으로 농촌 경제 활성화에 기여할 수 있음

#### (4) 미생물산업

- 농림축산 관련 미생물은 거의 모든 분야에서 다양한 소재로 이용되고 있음
  - 미생물농약 및 비료, 사료첨가제, 발효식품, 바이오에너지 등 유용 미생물의 활용
  - 백신 및 식품 검사키트 개발을 위한 유해 미생물까지도 활용하고 있음
  
- 최근에는 배양이 어려운 미생물에 대한 유전체적 접근 방법으로 메타게놈연구 (metagenomics)가 시도되고 있음.
  - 현재 자연계에서 배양 가능한 미생물은 전체의 1%에 지나지 않음
  - 선진국의 경우 미생물 수집에 노력하고 있으며 특히 특수한 환경에 서식하는 미생물의 탐색, 확보, 보존, 특성 연구를 강화하는 추세임
  - 국내에서도 토착미생물, 희귀미생물, 전통발효식품 개발 수요 등에 대응한 다양한 고품질 미생물 수집을 확대하고 있음
    - 농진청의 농업미생물자원센터(KACC)를 통해 미생물의 염기서열 및 단백질 분석 등 특성평가 확대
  
- 가용한 유전자원, 유전자, 유전자 조절요소 등을 결합하여 새로운 기능을 발휘하거나 새로운 물질을 생산하는 미생물을 개발
  - 형질전환 미생물을 이용한 바이오신약 개발 및 산업화가 필요
  
- 미생물산업 발전을 통해 협의적으로는 친환경농업에서의 활용, 광의적으로 생명공학분야로의 산업영역 확장이 가능
  - 배양이 어려운 미생물 및 토착 미생물자원 다양성 확보
  - 유전자 및 그 산물의 배타적 이용권, 국제특허권의 제약을 극복
  - 유용 미생물을 활용한 친환경소재 개발의 다양화

### (5) 농식품생명산업 육성을 위한 로드맵

- 국내 농업과 직·간접적으로 연계한 지속가능한 농식품생명산업의 성공적인 육성을 위해서는,
  - 단기 차원에서는 직접적으로 농업소득과 관련있는 전통·발효식품, 기능성식품을
  - 중기 차원에서는 미생물산업, 바이오에너지(매스) 산업, 고기능성식품산업을
  - 장기 차원에서는 바이오의약 산업을 육성하는 것이 필요함



〈그림 4-8〉 농식품 분야 생명산업 육성을 위한 로드맵

## V. 요약 및 결론

- 농생명자원은 미래 사회를 지탱하는 무궁한 가치의 미래자원이자 발전 가능성이 높은 거대 시장임. 인류가 이용하는 천연자원(특히, 석유 및 석탄 등 화학산업 원료)의 고갈 및 환경 문제의 대두로 인해 생명자원을 소재로 한 바이오산업 분야가 각광을 받고 있는 상황임.
- 신물질 탐색 등 생명산업의 기본소재로 생물자원의 중요성 증가, 동·식물자원 활용 산업이 새로운 농가소득원으로 부상하고, 종래 먹을거리 생산의 농어업에서 동·식물 등 생명자원을 활용하는 고부가 생명산업으로 육성 필요함. 생명산업 분야 R&D 및 산업화 지원이 초기 단계로 미래성장 생명산업으로 영역을 확장하기 위한 기반구축 필요.
- 생명산업은 광의적 개념에서 생명공학산업(Biotechnology Industry) 분야에 속하는 산업분야로서 이와 관련한 용어 및 산업 범위에 대한 이해를 통해 생명산업 분야에 대한 이해를 높이고자 함. 국내외 생명산업 시장 현황 및 육성 정책 현황 분석을 통해 농식품 분야의 생명산업 육성방안과 발전방안을 수립하고자 함.
- 본 과업에서의 생명산업은 국내외 다양한 생명산업 관련 정의 중에서 생명자원에 바탕을 둔 ‘동·식물, 미생물 등 생명자원과 이를 관리·활용하여 인간에게 유익한 부가가치 제품 및 서비스를 창출하는 산업’이라 정의함.
  - 2009년 세계 생명공학 시장규모는 전년대비 5% 성장한 2,271억 달러 규모임. 또한 2013년 3,057억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있으며 연평균 성장률은 약 7.2%로 예상됨.
  - 2011년 국내 생명공학산업 생산규모는 총 6조 6,019억 원으로 전년대비 13.1% 증가, 최근 5년간(’07~’11년)간 약 2배 수준으로 증가함(3.7조원→6.6조원).
  - 2010년 기준 농식품 생명산업의 전체 시장규모는 2008년 116조 4,520억 원에서 14% 증가한 132조 7,910억 원임. 국내총생산(GDP)중 농식품분야 생명산업이 11.3% 차지함(2010년 GDP 1,173조).
    - 생명산업은 크게 생명자원 그 자체와 이를 이용하여 가공한 산업, 그리고 생명

공학기술을 이용한 고부가가치 생명산업을 구분할 수 있음. 생명공학기술을 이용한 고부가가치 생명산업으로는 발효식품, 기능성식품, 바이오사료첨가제, 종자, 동물의약품, 바이오의약품, 관상동식물로 구분되며, 2010년 기준 약 10조 2,640억원 규모임

- 미국의 농업생명산업 추진기구는 농산물유통국(Agricultural Marketing Service; AMS), 농업연구국(Agricultural Research Service; ARS), 동식물건강검사국(Animal and Plant Health Inspection Service; APHIS), 경제연구국(Economic Research Service; ERS), 식품안전 및 검사국(Food Safety and Inspection Service; FSIS), 농무부 생명공학 및 21세기 농업에 대한 자문위원회(USDA Advisory Committee on Biotechnology and 21ST Century Agriculture : AC21), 생명공학합동감독기구(US Regulatory Agencies of Biotechnology) 등으로 구성되어 있음.
- 일본의 경우 2010년 3월 30일 「농림수산연구기본계획」을 발표하였음. 이 기본계획은 농림수산연구의 5가지 중점 목표, 농림수산연구 추진에 관한 시책, 구(舊) 농림수산연구기본계획의 검증, 농림수산연구의 장기적 전망 등 4개의 장으로 구성되어 있음. 그리고 2015년까지 주요 연구달성 목표를 제시하고 있음. 5가지 연구 중점목표는 ① 식량안정공급 연구, ② 지구규모과제 대응연구, ③ 신수요창출 연구, ④ 지역자원활용 연구, ⑤종자개발 연구임.
- 외국의 정책 성공요인은 크게 중장기계획수립 및 단계적 사업추진과 바이오산업의 클러스터링을 들 수 있음.
  - 중장기계획수립 및 단계적 사업추진과 관련해서는 미국과 유럽 등 모든 국가들은 생명산업 육성에 대한 중장기계획을 국가적 단위에서 수립하고 있으며, 설정한 단계별로 사업들을 추진해 나가고 있음.
  - 바이오산업의 클러스터링과 관련해서는 생명공학기술을 정보기술을 대체할 새로운 성장 동력으로 간주하고, 관련 산업간 클러스터 조성에 주력하고 있음(미국 보스턴, 샌디에이고 등 11개 지역, 스위스 바이오 밸리 등 4개 지역, 독일 베를린, 뮌헨, 하이델베르크 등, 스웨덴 스톡홀름, 옘살라 등, 일본 고베(긴키), 도쿄(간토) 등)

- 국내 생명산업 관련 법·제도에 대해서는 크게 생명산업의 기초가 되는 법률(기반조성, 지원, 기술이전 등), 안전성 및 생명윤리 관련 법률로 구분할 수 있음.
  - 생명산업의 기반조성 및 지원, 기술이전 등과 관련된 법률에는 농림축산식품부의 농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률, 농림수산식품과학기술 육성법, 축산법 등과 미래창조과학부의 생명공학육성법, 생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률 등과 산업통상자원부의 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률 등이 있음.
  - 생명산업의 안전성 확보, 생명윤리 등과 관련된 법률에는 농림축산식품부의 농수산물품질관리법, 동물보호법, 산림보호법 등과 산업통상자원부의 유전자변형 생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률 등과 보건복지부의 생명윤리 및 안전에 관한 법률 등과 환경부의 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률과 생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 등과 식품의약품안전처의 실험동물에 관한 법률 등이 있음.
  
- 농림수축산 생명연구자원을 이용한 고품질·안전 신제품 및 기능성식품개발, 기능성식품·의료·산업용 소재 생산 및 이들 산물의 안전성 평가기술을 확립하고, 관련 산업을 육성하기 위해 생명공학기술을 개발 및 응용하려고 함
  - 주요추진방향으로는 ① 농림수축산 생명연구자원 확보 및 오믹스 활용기술 개발, ② 신제품 육종 기술 및 유전자 변형 농림수축산생물 개발, ③ 농림수축산 자원 활용 바이오에너지 기술 개발, ④ 기능성 식품 및 소재 개발, ⑤ 안전성 평가 및 관리 기술 확립이 있음.
  
- 농식품분야에서의 생명산업을 발전시키기 위해서는 첫째 농산물 투입요소인 종자, 천적곤충, 미생물 등을 개발하여 농산물 생산에 이용하여 생산성을 높여 농가소득이 증대되어야 함. 둘째 고품질 농산물 생산 및 생산성 증대로 수요자 및 소비자의 요구를 충족시킬 수 있어야 하며, 셋째 생명공학기술 개발로 신규시장을 창출하여 농업·농가의 소득에 긍정적인 영향을 미쳐야 함.
  
- 농식품생명산업 발전을 위해서는 기술개발 기반 강화, 법·제도 정비, 시장 확대, 정부의 관리체계 정비 등이 이루어져야 함. 주요 선진국들의 BT산업 클러스터에 버금가는 경쟁력 있는 클러스터를 형성하여 국민의 삶의 질 향상과 국가 경쟁력 강화에 기여할 필요가 있음. 꾸준한 연구개발 지원과 벤처투자, 사업화

기반 조성 등 정부의 역할이 클러스터 형성에 매우 중요함.

- 농업생명산업의 분야별 국내 기술수준과 경제적 파급효과를 비교·분석한 결과, 가장 효과가 높을 것으로 예상되는 산업은 [기능성식품, 전통발효식품, 미생물산업]으로 나타남. 그 다음으로는 [종자산업, 곤충산업, 동물약품], [바이오에너지, 바이오약품]의 순임.
  
- 국내 농업과 직·간접적으로 연계한 지속가능한 농업생명산업의 성공적인 육성을 위해서는,
  - 단기 차원에서는 직접적으로 농업소득과 관련있는 전통·발효식품, 기능성식품을,
  - 중기 차원에서는 미생물산업, 바이오에너지(매스) 산업, 고기능성식품산업을,
  - 장기 차원에서는 바이오의약 산업을 육성하는 것이 필요함

## 참고문헌

- 6개 부처, 2012년도 생명공학육성시행계획, 2012.6.
- 과학기술정책연구원, 농림수산식품 과학 기술 기본계획 수립연구, 2009
- 과학기술통계서비스(<http://sts.ntis.go.kr>).
- 국토연구원, 선진국의 바이오산업 클러스터와 시사점, 2009.
- 김연중·한혜성·임수현, 농식품분야 생명산업 현황 및 발전방향, 한국농촌경제연구원, 2012.
- 농림수산식품기술기획평가원, 농생명소재산업 국내외 시장현황 및 연구개발 동향, 2011.
- 농림수산식품기술기획평가원, 생명산업의 현황 및 전망, 2010.
- 농림축산식품부, 농림수산식품부 바이오분야 우수성과 및 2013년 추진전략, 2013.
- 농림축산식품부, 농축산용 미생물산업육성지원센터 설립 기본조사, 2013.
- 농림축산식품부, 생명산업 2020+ 발전전략, 2010.
- 농촌진흥청, 견우시대, RDA Interrobang 43, 2011.
- 농촌진흥청, 농업과학기술 및 농산업 국가기술수준 평가에 관한 연구, 2007
- 미국 농무부 홈페이지, [www.usda.gov](http://www.usda.gov)
- 미래창조과학부, 제2차 생명공학육성기본계획 2단계 계획('12~'16), 2012.
- 박기환·박현태·정정길·유일웅·신중수, 종자산업의 동향과 국내 종자기업 육성 방안, 한국농촌경제연구원, 2010.
- 법제처 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>).
- 산업통상자원부, 국내 바이오산업 성장세 이어져, 보도자료(2013.4.19.).
- 생명공학정책연구센터, 생명공학 시장현황 및 전망분석 보고서 Ser.2, 2011.
- 생명공학정책연구센터, 종자산업(이슈분석보고서), 2010.
- 식품의약품안전처, 2011년도 식품 및 식품첨가물 생산실적, 2012.
- 양승룡·임송택·양혜경·이춘수, 농업·농촌의 가치평가, 농촌진흥청, 2011.
- 유럽연합 홈페이지, [www.europa.eu](http://www.europa.eu)
- 일본 농림수산성 홈페이지, [www.maff.go.jp](http://www.maff.go.jp)
- 정무섭, 외국인 직접투자의 부진과 시사점, CEO Information 제674호, 삼성경제연구소, 2008.
- 지식경제부, 2010년 기준 국내 바이오산업 실태조사, 2012.

- 한국농촌경제연구원, 농식품 R&D 전망과 정책 과제, 2009.
- 한국과학기술기획평가원, 농업과학기술 및 농산업의 국가기술수준 평가에 관한 연구, 2007.
- John King, Andrew Toole and Keith Fuglie, The complementary of the public and private sectors in U.S. agricultural research and development, USDA ERS, 2013.
- USDA, Bylaws and operating procedures for the USDA advisory committee on biotechnology and 21<sup>st</sup> century agriculture.
- 日本 農林水産省, 農林水産研究基本計劃, 2010.3.