

# 국가 기술개발 전략 실증분석을 통한 R&D 효율성 제고방안 연구

## - 농생명자원 활용분야 중심으로 -

김은정\* · 전은진\*\*

### I. 서론

농림수산식품분야는 선사시대에서부터 현대에 이르기까지 인류 생존에 필수불가결한 식량 수급을 최우선 목적으로 하여 수행되어 온 1차 산업분야이다. 그러나, 최근 바이오기술의 발달로 사회·경제적 패러다임이 생명자본주의로 이동하고 소득 증대로 인한 생활 수준 향상으로 삶의 질 추구 경향이 대두됨에 따라 농림수산식품 분야 역시 식량수급을 위한 산업이라는 전통적인 관념에서 벗어나 미래 성장동력산업으로써 새롭게 평가되고 있다.

농림수산식품분야가 고부가가치를 창출할 수 있는 첨단 생명산업으로 안착하기 위해서는 산업의 기본재료가 되는 생명자원의 효율적 확보·관리·활용이 핵심 관건이 된다. 현재 바이오경제 시대로의 전환을 앞두고 세계 각국에서 자국의 생명자원을 중요 자원으로써 취급하여 자원주권을 강화하고 있으며, 해외 생명자원을 선점하기 위한 국제적인 경쟁 역시 치열해지고 있는 상황이다. 이에 대응하여 국내에서도 생명자원의 효율적인 관리를 위하여 다수 부처별로 기반 구축에 관한 노력을 기울이고 있는 중이며, 특히 농생명자원의 확보·관리는 농식품부, 농진청, 산림청의 주관하에 진행되어 현재 세계 6위권 수준의 유전자원을 확보하고 있다. 그러나, 국내 농림수산식품분야 기업의 규모가 영세하고 농생명자원을 산업적으로 활용할 수 있는 역량이 부족하기 때문에 아직까지 주목할만한 성과를 창출하지 못하고 있는 상태이다. 또한 생명산업의 실질적 활용 촉진을 위하여 자원의 확보 및 관리·유지 이외에도 특성평가 및 정보화 등에 관하여 여전히 지속적인 투자가 요구되고 있다. 따라서 국가가 농림수산식품분야 R&D 전주기에 걸쳐서 중추적인 역할을 수행하여야 하는 현황이다. 이에 농생명분야 산업화 촉진 및 R&D 효율성 제고를 위하여 국가 기술개발 전략을 기술개발 전주기적 관점에서 조망하여 그 전략성을 검토할 필요성이 있다.

본 연구에서는 생명산업의 기틀이 되는 농생명자원 분야를 중심으로 발굴·확보, 보존·관리, 분석·탐색, 제품개발·실용화라는 전주기 기술개발 관점에서 국내외 농생명자원분야 동향, 농생명자원분야 지원정책·관련 R&D 중장기계획, R&D 추진현황, 활용역량(성과) 등에 대한 심층분석을 진행한다. 이러한 국가 기술개발 전략 전반에 관한 실증적 분석 결과를 토대로 시사점을 도출함으로써 국가 기술개발 전략의 취약성 보완 및 정부/민간, 부·청 간 역할분담 방안을 제시하고 R&D 효율성 제고를 모색하고자 한다.

### II. 농생명자원분야 관련 해외 동향

#### 1. 자원선점을 위한 국제적 경쟁 심화

산업혁명 이후로 급격한 산업화로 자연파괴가 심각하게 진행되어 자원 고갈 및 생명다양성 위기가 고조되자 이를 방지하기 위하여 각종 국제 협약이 추진되었다. 이러한 협약들은 자원의 유출

\* 김은정, 한국과학기술기획평가원 부연구위원, 02-589-6121, ekim@kistep.re.kr

\*\* 전은진, 한국과학기술기획평가원 연구원, 02-589-6116, claudia@kistep.re.kr

을 제약함으로써 결론적으로 자원 보유국의 권한을 강화하여 외부에서의 자원 접근 및 확보를 제약하고 있다. 또한, 국외 생명자원의 접근성 확보를 위하여 기존 생명자원 및 그에 의하여 파생된 신제품 등에 관한 권리를 보호하면서도 협약 가입국간의 공조도 함께 추구하고 있다는 것이 특징이다.

### 1) 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity; CBD)

생물다양성협약은 유엔환경개발회의에서 채택되어 1993년에 발효된 협약으로 전문, 본문(42개조항), 2개의 부속서로 구성된 협약이다. 천연 서식지의 보호 등을 통한 생물다양성 보전과 지속가능한 이용 확보를 통하여 인간 경제개발 활동에 의한 생물다양성 위기를 막고, 생명자원의 이용으로부터 파생되는 혜택에 대한 생명자원 제공 국가와 이용국가간의 공평한 배분을 주된 목표로 하고 있다.

협약 가입국은 생물다양성의 보전과 지속가능한 이용을 위한 국가 전략의 수립, 생물다양성 구성요소의 조사·감시 및 보호지역의 설정 등 현지 내(in-situ) 보전조치와 종자은행 설립 등 현지 외(ex-situ) 보전 조치 시행 및 생물 다양성 보전을 고려한 환경영향평가 수행 등의 보전의무를 부담한다. 동시에 타국 보유 생명자원 접근시 해당국의 사전승인을 받도록 하는 제도, 생물다양성 보전 기술 가입국 이전 촉진, 개도국의 협약이행을 위한 재정지원 등의 사안과 관련하여 가입국간 협력할 의무를 진다. 이러한 생명자원 보유국의 주권적 권리와 생명자원 이용국에 대한 자원 접근권 규정으로 인하여 동 협약은 생명자원의 “보호”와 “이용”에 대한 국제적인 권리-의무관계상의 주된 근거로 활용되고 있다.

### 2) 국제식물신제품보호협약(Union internationale pour la protection des obtentions végétales; UPOV)

국제식물신제품보호협약은 식물 육성자에게 육성한 품종에 대한 지식재산권을 부여하기 위한 목적으로 1968년에 발효된 협약이다.

UPOV협약에 의한 보호 요건으로써는 기존 품종과의 구별성, 균일성, 안전성, 신규성 및 고유한 품종명칭이 요구된다. 품종보호기간은 20년(단, 과수 묘목은 25년)이며, 해당 보호기간 후 품종은 공공에 속하게 된다. 품종보호기간 이외에도 민간 및 비상업적 목적, 연구목적 또는 추가 신제품 육성을 위한 활용 등에 대한 육종가 권리 예외사항이 규정되어 있다.

현재 70개국(2011년 7월 기준)이 가입되어 있으며, 가입시 최소 15종(species) 또는 속(genus) 이상을 보호대상으로 하여야 하며 10년 이내 보호대상을 모든 종·속으로 확대하여야 한다. 우리나라는 2002년 1월에 협약에 가입하여, 2012년부터는 보호범위가 모든 종으로 전면 확대됨에 따라 농가 로열티 부담 가중이 우려되고 있는 상황이다.

### 3) 멸종위기에 처한 야생동식물종의 국제거래에 관한 협약

(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; CITES)

멸종위기의 야생동식물의 보호를 위하여 1975년에 발효된 '멸종위기에 처한 야생동식물종의 국제거래에 관한 협약'을 통해 보호대상 동식물의 불법적인 국제거래를 금지하고 있다. 현재 약 5천종의 동물과 28,000종의 식물이 보호받고 있으며, 보호대상 동식물을 I군(수출입으로 인한 멸종위기에 직면해 있는 종), II군(수출입을 규제하지 않을 경우 멸종 위기에 처할 종), III군(회원국이 자국의 동·식물 보호를 위해 지정한 종)으로 구분하여 보호되고 있다.

야생동식물의 멸종위기를 방지하는 것이 주된 목적으로 생명자원의 활용과 연관이 깊은 바이오경제 시장 수요 변화와는 내용상의 연관성이 미약한 편이다. 단지 국제거래를 규제하여 생명자원의 고갈을 방지할 뿐, 지속가능한 생명자원의 활용을 촉진하기 위한 것이 아니라는 점에서 자원보유국 및 육종가의 권익을 보호하기 위한 목적으로 수립된 생물다양성협약과 국제식물신품종보호협약과는 차이가 있다.

## 2. 주요 선진국의 농생명 자원의 활용을 위한 R&D 정책 및 기술개발 동향

전세계적으로 바이오경제 시대로의 전환을 위해 유망 바이오산업 분야에 대한 투자를 적극적으로 강화하고 있다. 특히, 바이오산업의 기본재료가 되는 생명자원 관리 인프라를 정비하고, 체계적인 정책·제도 하에서 R&D 프로그램을 추진하고 있다는 공통점이 있다.

### 1) 미국

미국은 세계 수위의 농산물 수출국임에도 불구하고 식료품 생산·수출 중심의 전통적인 농업 관념에서 벗어나, 생명자원의 적극적인 활용을 통한 산업화를 위하여 핵심 기술이 되는 미래융합기술을 적극 육성하고 있다. 정부·국가기관·대학 및 주요 기업들의 참여를 통하여 기초연구에서부터 산업화에 이르는 융합기술 발전계획을 수립하고 있다.

2000년부터 바이오매스 R&D촉진법 제정을 통하여 농무부와 에너지부를 중심으로 연간 15억 달러 이상을 투자하여 바이오에너지 개발에 심혈을 기울이고 있다. '07년부터 바이오에너지 및 바이오제품 로드맵'을 수립하여 원료(농생명자원) 확보에서부터 보급·확산에 이르는 전주기적인 기술 혁신 시스템을 구축하고 있다.

생명자원의 활용을 극대화하기 위하여 일찍부터 국가차원의 관리체계 강화한 결과, 현재 세계 최대의 생명자원 관리 기관인 ATCC(American Type Culture Collection) 및 국가생명공학정보센터인 NCBI(National Center for Biotechnology Information)를 운영 중이다. 현재 약 12만주 이상의 생명자원을 확보하고 있으며 매년 전세계를 대상으로 10만건 이상의 분양실적을 올리고 있다.

### 2) 유럽

유럽의 정책 및 기술개발은 연합체의 특성상 EU 전체 차원에서의 정책·기술개발 공동협력과 더불어 각 나라별 기술개발 경쟁이 병행하여 추진되는 이중 구조로 이루어져 있다.

EU에서는 대표적인 R&D 프로그램인 제7차 Framework Program을 중심으로 보건과 농식품·바이오분야에 약 95억 유로(생명자원·소재 분야 15억 유로)를 투자하고 있다. 유럽 지식기반 바이오경제(European Knowledge Bio-Economy) 구축을 목적으로 유용물질 대량생산 및 생산 신소재 생산에 초점을 두고 활발한 연구를 추진하고 있다.

개별 회원국별로 보면, 영국은 미래 성장 사업 분야로 자원·물질의 생산과 제조 및 재활용산업을 미래 성장 분야로 예측하여 고부가가치 산업으로 분류하여 집중 투자를 기획하고 있으며, 독일은 바이오 산업 부흥을 위하여 산학연 협동연구 시스템을 운영하는 바이오클러스터 조성 프로그램인 Bio Region Program을 발표하여 추진하고 있다. 생명자원 보존·관리를 위하여 국가관리기관을 운영하는 경우가 다수 있으며, 대표적인 기관으로 독일의 미생물자원은행(DSMZ) 및 영국의 왕립식물원이 있다.

또한 생명자원의 주도권 확보를 위하여 회원국간 협력을 강화를 추진하고 있어, 생물자원정보 통합관리 기능을 수행하는 생명정보네트워크(EBI), 생물자원센터네트워크(EBRCN) 등을 설치하였다. 이를 통하여 회원국간 자원정보통합시스템 구축 및 표준화가 추진되고 있다.

### 3) 일본

일본은 아시아 식량 부족 대처 및 전략적인 생명자원 정비 필요성을 인식하여 생물 기능 활용에 의한 물질생산·환경 개선 과학기술을 생명공학분야의 전략 중점과학기술로 추진하고 있다. 미생물을 이용한 생물 생산연구, 식물을 이용한 생물 생산연구, 곤충을 이용한 생물 생산연구 및 가축·어류를 이용한 생물 생산연구의 4대 추진방향을 설정하고 있다. 특히 미생물분야는 전통적으로 일본이 기술우위를 보는 분야로 효소나 미생물 등의 생물촉매나 바이오 연료 원재료 등에 신규 미생물 기능을 활용하고 있다.

또한, 바이오매스 분야의 경우는 ‘바이오매스 일본종합전략’ 등을 통하여 관련 법안을 정비하고 실용화를 위한 시범사업을 추진 중에 있다. 사탕무, 옥수수, 소맥, 당밀, 식품 부산물 등 주로 농생명자원을 활용하여 에탄올을 제조하는 실증프로젝트들이 이에 해당한다.

생명자원소재개발 실용화의 기반이 되는 생명자원을 국가적으로 정비하고 체계적으로 관리하기 위하여 2002년부터 문부성 주관 하에 내셔널 바이오리소스 프로젝트(NBRP)를 지원하여 2012년 현재 프로젝트 추진 10주년을 맞이하고 있다. 한편으로 일본판 ATCC를 목표로 이화학연구소(RIKEN) 산하에 바이오자원센터(BRC)를 설립하고 있으며 농생명자원 관리에 특화된 독립행정법인인 농업생명자원연구소(NIAS)를 두고 있다.

### 4) 중국

중국은 세계 1위의 풍부한 생명자원 보유량을 최대 강점으로 하는 국가이다. 정부차원에서도 생명공학 육성에 관한 의지가 매우 뚜렷하여 생명공학 강국 실현을 목적으로 ‘국가중장기과학과 기술발전기획강요(2006-2020)’에 근거한 ‘생물산업발전 제11차 5개년 기획’을 수립, 생물산업을 집중 육성하고 있다. 현재 형질전환 기술, 단백질 공학 등 첨단 생명공학 기술분야에서 개발도상국 중 1위의 기술수준을 보유하고 있으며, 1997년 이후로 목화, 토마토, 페튜니아 등 6종의 GM작물을 상업화하였다.

현재 중국은 동식물, 미생물 26만종, 2,000여종의 질병근원 미생물 수집 및 유용생명자원 32만종 등을 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며 미생물보존센터(CGMCC)를 중심축으로 하여 생물자원을 집중관리하고 있다.

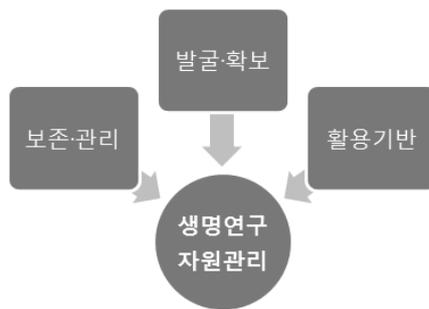
## III. 농생명분야 기술개발 전략 실증분석

본 연구에서 농생명자원 분야 국가 기술개발 전략 실증분석을 위해 관련 중장기계획, R&D 투자현황, 농생명자원 활용역량의 세가지 영역으로 구분하여 분석하였다. 특히, 농생명자원 분야 R&D 효율성 측면에서 시사점 및 향후 과제 도출을 위해 농생명자원의 실용화·산업화까지를 포함하는 전주기 기술개발 관점에서 현황을 분석하였다. 이는 기존의 생명자원 범부처 기본계획인 ‘생명연구자원관리기본계획(‘11~‘20)’ 상의 단계별 구분 및 현황분석과 차별화 되는 점이다.



- (발굴·확보4) 생명자원 발굴·확보를 위한 연구개발 및 국제협력 및 해외거점 활용을 통한 생명자원의 다양화
- (보존·관리) 생명자원 보존·관리 및 이를 위한 시설·장비 등 인프라
- (분석·탐색) 생명자원 특성분석을 통한 가치 발굴, 수요자 맞춤서비스 제공
- (제품개발·실용화) 생명연구자원 활용을 통한 부가가치 제품 및 서비스 개발

(그림 1) 농생명자원 활용분야 전주기 기술개발 단계 및 단계별 정의



- (발굴·확보) 생명연구자원 발굴·확보를 위한 연구개발 및 거점 확충·활용
- (보존·관리) 생명연구자원 보존·관리 및 이를 위한 시설·장비 등 인프라
- (활용기반) 생명연구자원 가치 발굴, 수요자 맞춤서비스를 통한 활용도 제고

(그림 2) ‘생명연구자원관리기본계획’ 상의 단계 및 단계별 정의

## 1. 농생명분야 중장기 계획 분석

R&D 투자를 통한 농산업의 경쟁력 제고를 위해 농림수산물과학기술육성법 제5조(‘09. 4)에 의거하여 ‘제1차 농림수산물과학기술육성종합계획’을 수립한 바 있다. 동 계획은 농수산물부, 농촌진흥청, 산림청 R&D계획을 총괄하는 것으로, 체계적이고 일관적인 부·청의 R&D 정책 추진방향 및 중점 전략과제를 선정하고 연도별 시행계획에 따라 R&D 투자가 결정되는 농림수산물 분야의 최상위계획으로서의 역할과 의미를 가진다. 녹색성장 및 신성장동력 확충을 위한 전략적인 R&D 투자가 7대 산업, 20대 세부산업으로 구분되어 구체화되어있다. 농생명자원 활용분야는 크게 종자산업과 동물·식의약품 및 소재 산업의 중점 추진 전략기술로 선정되어 부·청 개별 R&D 정책 및 사업으로 추진되고 있다.

농생명자원 활용분야의 각 부·청을 포괄하는 직접적인 계획으로 ‘농어업 유전자원 보존 관리 및 이용활성화를 위한 기본계획’이 있다. 동 계획에서는 농생명자원을 농업자원, 산림자원, 수의자원, 수산자원으로 구분하여 자원의 확보·보존 관리·활용 기반(인프라) 구축 등을 내용으로 부처 및 기관별 세부 실행계획, 목표 등을 제시하고 있다. 그러나 농생명자원의 산업적 활용을 위한 국가차원의 종합관리 및 기반 구축 등에 비중을 두고 있어 실용화·산업화 R&D 추진계획으로는 상대적으로 부족한 수준이다.

농림수산물 R&D의 실용화, 산업화를 담당하는 농수산물부에서 주로 산업 육성전략 수립을 주관하고 있으며, 최근 농식품 분야의 R&D 패러다임 전환 및 메가트렌드에 부합하는 정책방향을

재정립하여 생명산업으로의 전환을 모색하기 위한 ‘생명산업 2020+ 발전전략’ 수립이 그 대표적인 예이다. ‘농생명자원 확보·관리 및 활용 기반 구축’, ‘산업화 기술개발(R&BD) 강화’, ‘산업기반 조성 및 창업지원’, ‘사업 활성화 및 마케팅 지원’ 등 생명산업 육성을 위한 R&D 전주기적 지원을 내용으로 담고 있다. ‘생명산업 2020+ 발전전략’이 농생명자원 분야를 활용한 다양한 산업으로 육성을 목적으로 수립된 계획이라면, ‘2020 종자산업 육성대책’은 농림수산물 분야에 대한 대표적인 신성장동력 산업으로 꾸준히 투자를 해오고 있는 종자산업 육성을 위한 종합대책이다. 세계 각국의 유전자원 확보 경쟁의 우위 선점과 품종보호권(UPOV) 확대에 따른 농림수산물 보호의 현안해결 및 이를 기회로 새로운 수출시장을 개척하여 신성장동력 사업으로 육성할 수 있는 종자산업은 농생명 자원 분야의 대표적인 활용분야이다.

그 외에, 농촌진흥청의 ‘농업과학기술중장기연구개발계획(‘09~‘17)’, 농림수산물부의 ‘수산자원관리기본계획(‘11~‘15)’ 및 산림청의 ‘산림과학기술기본계획(‘08~‘17)’ 등을 수립하여 농생명자원의 다양성 확보와 이를 활용한 품종개발, 고부가가치 신소재 개발 등을 위한 R&D 투자의 근거로 이용되고 있다.

<표 1> ‘농림수산물과학기술육성종합계획’ 상의 농생명자원 활용분야 해당 사업 및 전략기술

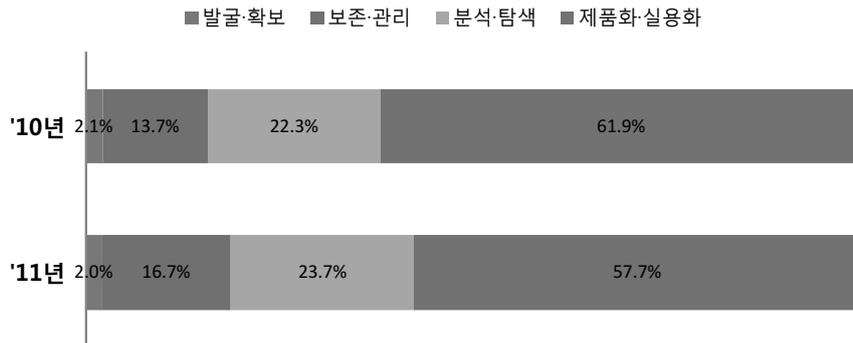
7대산업	20대 세부산업	중점 추진 전략기술
생산시스템	종자산업	우수 농림축수산 종자 육성 및 생산기술
		농림수산물 유전자원 보존 및 정보화
바이오	동물·식의약품 및 소재	BT 융합기술 산업화 기술
		기능성 신소재 개발

<표 2> ‘농어업 유전자원 보존 관리 및 이용활성화를 위한 기본계획’상의 중점 추진과제 및 세부 추진과제

중점 추진과제	세부 추진과제
유전자원의 체계적 수집을 통한 다양성 증대	‘18년까지 현재의 2배인 6,240종/333천점 확보
	토종자원에 대한 생육환경 등 기초정보 조사 강화
	국내 토종 유전자원의 수집
	국외 유전자원의 수집
유전자원의 특성평가 강화	수요자 중심의 특성평가 실시
	유전자원 관리기관 등과 산학연 협력을 통한 특성평가 강화
	유전자원 정보의 표준화로 특성평가 정보의 활용촉진
	기후변화에 대응 수의 유전자원의 유전학적·형질학적·형태학적 특성평가 강화
	국내·외에서 수집하여 현지 내·외에 보존하고 있는 유전자원의 활용도 제고를 위한 평가관리시스템 구축
유전자원의 증식 및 보존관리 강화	‘18년까지 현재의 4배 수준으로 증식확대
	보존자원 중에서 소량·저활력 유전자원의 안전한 보존 및 지속가능한 이용을 위한 증식시스템 구축
	국제사회의 유전자원 자원주권 논의에 대응, 중요 재래종 유전자원 등에 대한 DNA stock기반 구축
	생명공학 소재 활용을 위한 중요 유전자원의 DNA 프로파일 구축용 마커 개발, 대용량 DNA프로파일 분석
	국내 재래종을 중심으로 국가적으로 중요한 유전자원에 대한 DNA뱅크 통합정보시스템 구축
유전자원의 이용 활성화	보유자원의 활용도 제고를 위한 정보 DB구축 및 분양확대
	현재 분산·관리되고 있는 유전자원의 효율적인 통합관리를 위해 유전자원 종합정보관리시스템 구축
	활용 추적제 도입으로 유전자원 분양의 사후관리 강화

## 2. 농생명분야 R&D 투자현황

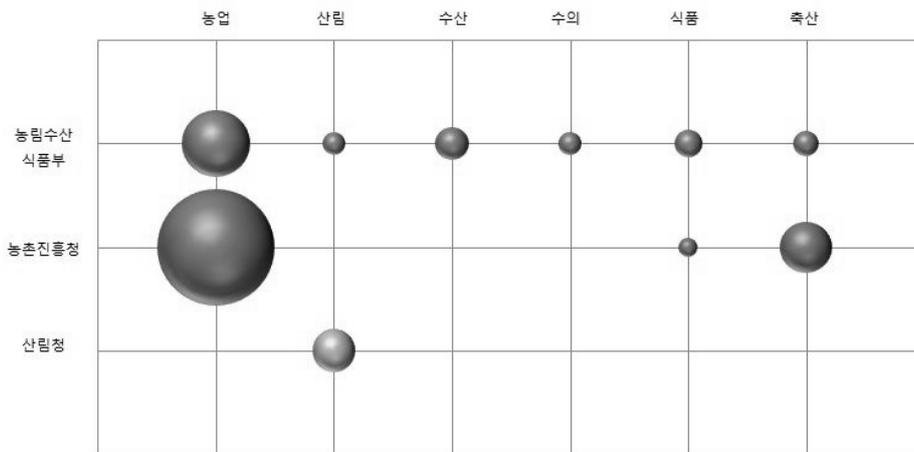
농수산물부, 농촌진흥청, 산림청의 농생명자원 활용분야 총 R&D 투자는 농림수산물 분야 전체 R&D 투자의 36.6%('10) 및 33.7%('11)로 높은 수준이며, 3개 부·청 모두 각 R&D 투자의 30% 이상의 비중으로 농생명자원 분야 R&D에 투자하고 있다. 전주기 기술개발 단계상으로 분석했을 때, '10, '11년도 동일하게 발굴·확보 < 보존·관리 < 분석·탐색 < 제품화·실용화 단계의 순으로 투자비중이 나타났다.(그림 3)



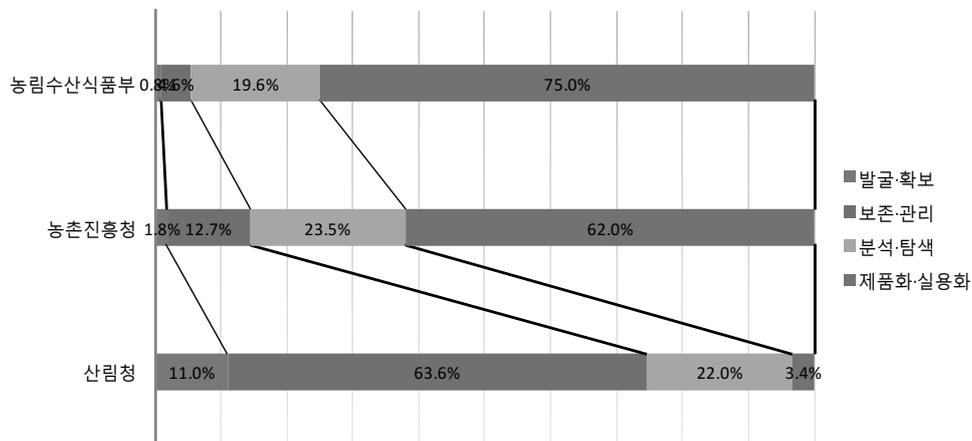
(그림 3) 농생명자원 분야 기술개발 단계상의 R&D 투자비중

다음으로는 부·청별로 농생명자원 세부분야(농업, 산림, 수산, 수의, 식품, 축산자원) 및 기술개발 단계상의 투자현황을 분석하여 시사점을 도출하였다.

농진청은 농업, 식품, 축산자원에 대해서 산림청은 산림자원에 대해서만 투자를 하고 있는 반면 농식품부는 비중의 차이가 있지만 모든 세부분야에 투자가 이루어지고 있으며, 특히 농업자원의 투자비중이 57.6%로 가장 높은 수준을 차지하고 있다.(그림 4) 이들 농생명자원 분야의 투자를 기술개발 단계상의 구분했을 때, 농식품부와 농진청이 동일하게 분석·탐색 및 제품·실용화 단계의 비중이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 농식품부보다는 농진청에서 발굴·확보 및 보존·관리 단계의 투자가 많이 이루어지고 있지만, 산림청의 투자비중과 비교하면 농진청의 제품화·실용화 단계의 투자가 두드러지는 경향이 나타났다.(그림 5) 이와 같은 현황은 농식품부와 농진청 간의 R&D 사업의 유사·중복 가능성으로 인한 투자효율성의 저하와 같은 문제점으로 제기되고 있는 점을 반증하는 결과로 볼 수 있다. 사업(과제) 수준에서의 명확한 유사·중복 투자의 현황을 분석하기 앞서, 농생명자원 분야의 지원대상 및 기술개발 단계 상에서 유사한 R&D 투자양상이 드러난 것으로 농림수산물 분야 R&D 투자 효율성 제고의 문제는 2개 부·청 간의 차별화된 투자 등의 개선으로부터 시작되어야 한다. 현재로서 농진청에 비해 산림청은 농식품부와 농생명자원 분야의 투자 차별성을 확보하고 있으나(산림자원을 대상으로 보존·관리 단계의 비중이 높음), 향후 확보된 산림자원의 활용을 위해 분석·탐색 및 제품화·실용화 단계의 투자를 확대할 것으로 예상되어, 이를 대비한 농식품부와 농진청의 역할분담이 필요할 것으로 사료된다.

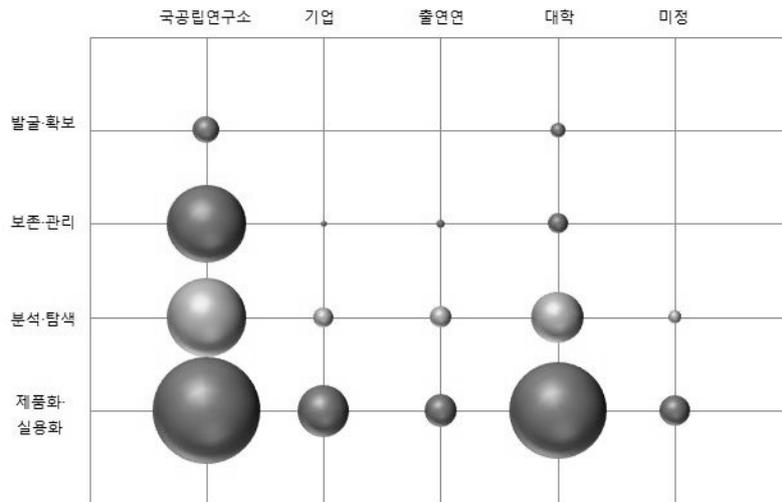


(그림 4) 부·청의 농생명자원 세부분야별 R&D 투자현황



(그림 5) 부·청의 농생명자원 기술개발 단계상 R&D 투자현황

타 분야와 비교하여, 농림수산물 분야 R&D의 특성으로 꼽을 수 있는 것은 연구수행주체별(대학, 출연연, 기업, 국공립연구소, 정부부처, 기타) 투자로 볼 때, 국공립연구소의 투자비중이 높은 점이다. 농식품부, 농진청, 산림청 각 부·청 소속 연구기관에서의 수행비율이 60%에 이르고 있고, 이들의 예산에는 기관 정상연구비·운영비·시설 관리비 등을 포함하고 있는 등의 이유로 R&D 투자 효율성의 미흡에 대한 지적이 빈번하다. 농생명자원 분야의 기술개발 단계별, 연구수행주체별 투자현황을 분석한 결과에 따르면(그림 5), 국공립연구소의 제품화·실용화 단계의 R&D 수행이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 대학의 제품화·실용화 단계 R&D 수행이 높았다. 간단하게는 농진청 소속 연구기관의 높은 자체 연구수행율 및 농식품부 사업의 높은 대학 연구수행율이 반영된 것으로 설명 가능하나, 이는 결국 각 부·청별로 농생명자원 분야 R&D 투자의 전략성 부족으로 설명할 수 있을 것으로 보인다. 즉, 농생명자원 활용(실용화·산업화)을 목적으로 농식품부와 농진청의 R&D 역할분담의 미흡, 기업 중심의 제품화·실용화 단계의 낮은 R&D 사업 수행을 등을 반영한 것으로, 투자 효율성 제고를 위해 농생명자원 활용의 각 부·청의 역할분담(농생명자원 세부분야, 연구개발 단계, 연구수행 등) 확립이 무엇보다도 필요한 것으로 보인다. 또한 농식품부를 중심으로 제품화·실용화를 위한 기업의 R&D 참여율을 제고할 수 있는 방안 마련도 필요하다.



(그림 6) 농생명자원 분야 기술개발 단계별·연구수행주체별 R&D 투자현황

### 3. 농생명분야 활용역량 분석

농생명자원의 발굴·확보 및 보존·관리는 농식품부의 총괄 주관하에 ‘농어업유전자원 보존·관리 및 이용 활성화’를 위한 기본계획’에 의거 매년 시행계획을 수립하고 추진, 시행하도록 규정하고 있다. 동 기본계획에 따라 농진청, 산림청, 수의과학검역원, 수산과학원에서 농생명자원 세부분야별로 자원관리를 담당하는 관리체계를 가지고 있으며, 자원의 실용화·산업화의 기반이 되는 식물자원의 효율적인 보존·관리를 위해 책임기관과 관리기관(기탁등록보존기관)을 지정·운영하고 있다(표 3). 세부분야별 확보된 농생명자원 보유현황을 보면 농업유전자원(271,635점) 및 산림유전자원(332,288점)으로 가장 많으며, 종 다양성 측면에서 비교했을 때 농업유전자원이 8,055종으로 가장 높은 수준을 차지하고 있다. 이러한 농업유전자원의 보유량은 미국, 중국, 인도, 러시아, 일본에 이은 세계 6위의 규모이며, 2006년에 내진설계와 자동 입출력 시스템을 갖춘 대형 자원 보존 시설을 농업유전자원센터에 갖추게 됨으로써 농업유전자원 보존관리 시설은 세계적인 수준이다(유엔 식량농업기구(FAO) 세계작물다양성 재단에 의해 노르웨이 스팔바르 국제종자저장고에 이어 세계 2번째로 ‘세계안전중복보존소’ 인증 획득).

<표 3> 농생명자원 세부분야별 책임기관 및 관리기관(기탁등록보존기관)

분야	책임기관	관리기관
농업	- 국립농업과학원 - 국립축산과학원	- 96개 기관(대학 49, 지자체 47)
산림	- 국립산림과학원 - 국립수목원 - 국립산림품종관리센터	- 50개 기관(지방산림청 5, 대학 15, 지자체 17, 사립수목원 13)
수산	-	- 수산과학원 전략양식연구소 생명공학과, 해조류 바이오연구센터(기탁등록보존기관) - 15개 기관(수산과학원 산하기관 15)
수의	-	- 29개 기관(시도 방역기관 11, 동물약품제조회사 5, 수의과대학 10, 연구기관 3)

그러나 농업유전자원 보유자원이 식량작물에(76%) 편중되어 있는 점과 우리나라 고유 유전자원 발굴·확보 노력이 미흡했던 점들이 문제점으로 지적되고 있다. 앞으로 식량작물보다 고부가가치 창출이 가능한 원예작물과 특용작물의 자원 다양성을 증대하고 특히 활용 잠재력이 큰 우리나라 토종자원 확보를 발굴·확보를 확대하는 투자의 방향성을 설정하는 것이 필요할 것으로 보인다.

국가생명연구자원 통계자료집('11, 국가생명연구자원정보센터)에 의하면 국내 생명자원의 보존·관리 수준에 대해 전문가들은 미생물을 제외하고 전반적으로 세계최고수준의 관리기관과 비교했을 때, 적지 않은 격차가(10~15년) 존재하는 것으로 평가하고 있다. 발굴·확보, 보존·관리, 분양·활용 단계 중에서는 특히 분양·활용 단계의 기술경쟁력이 세계 최고대비 15년의 격차가 나는 것으로 조사되었다. 이는 유용 생명연구자원의 특성분석을 기반한 고부가가치 발굴과 이를 고품질 제품화 기술개발로 연계할 수 있는 R&D에 대한 투자가 미비한 것을 원인으로 볼 수 있다. 농생명자원의 활용수준을 분석하기 위해 농업유전자원센터에서 관리하고 있는 식물유전자원의 분양점수를 조사하였다. 지난 3년간의('09~'11) 분양점수는 총 126,586점이고 매해 분양 점수는 증가하고 있는 추세이다. 식물유전자원을 작물군별로 구분하여 비교하면 총 분양점수 중에서 식량작물의 분양점수의 비중이 71.5%로 가장 높은 것으로 나타났고(표 4), 식물유전자원의 총 보유점수(165,303점)에 비하면 분양률은 매해 25% 내외 인 것으로 분석된다. 그러나 <표 5>에서 보인 바와 같이 대부분의 분양이 자원증식을 목적으로 자체적으로 활용된 것을 제외하면 실제 활용율은 5% 수준에 그치는 것으로 나타났다. 다른 한편으로는 자원의 산업적 활용의 전단계인 보존 자원 대비 정밀평가 수행률이 2008년도 13%로 저조한 수준임을 분석하고, 이용자의 다양한 형질별 특성평가 요구를 반영하여 정밀평가를 지속적으로 확대할 것을 향후 추진방향(계획)에 포함시킨 이후, '11년도에 41% 수준으로 증가하는 결과를 얻었다.('11년도 농어업유전자원 시행계획) 향후 농생명자원의 고부가가치의 발굴 및 산업적 활용을 위해서 특성평가에 대한 지속적인 강화계획이 필요할 것으로 보인다.

<표 4> 식물유전자원(작물별) 분양점수('09~'11)

분양연도 \ 구분	식량작물	원예작물	특용작물	기타작물	계
2009	29,552	8,374	1,878	206	40,010
2010	30,381	8,990	2,654	706	42,731
2011	30,630	9,466	3,734	15	43,845
계	90,563 (71.5%)	26,830 (21.2%)	8,266 (6.5%)	927 (0.8%)	126,586 (100%)

<표 5> 목적별 식물유전자원 분양점수('09~'11)

분양연도 \ 목적	재배육종	평가분석	증식	교육	기타	계
2009	1,440	14,073	23,109	21	1,367	40,010
2010	400	11,710	28,611	163	1,847	42,731
2011	1,438	4,564	35,422	90	2,331	43,845
계	3,278 (2.6%)	30,347 (24.0%)	87,142 (68.8%)	274 (0.2%)	5,545 (4.4%)	126,586 (100%)

확보된 농생명자원의 유용성에 대한 광범위한 특성평가 및 이를 기반으로 한 제품화·실용화 연구를 위한 기반으로 요구되는 것이 농생명자원 종합정보시스템이다(표 6). 가장 대표적인 것이 책임 및

관리기관 통합 데이터베이스 구축을 통해 정보연계를 강화한 농업유전자원종합관리시스템으로 농업 유전자원에 대한 국가관리 정보망의 역할을 하고 있다. 특히 농업유전자원 포털서비스(농업유전자원 정보센터, www.genebank.go.kr) 구축·운영을 통해 기존에 분산되어 있던 농업유전자원 전문·정보 제공사이트를 통합하여 정보의 창구를 일원화 하는데 일조하였다. 정보제공 뿐 아니라 확보된 식물자원의 온라인 분양/반출 시스템 기반 one-stop 서비스를 구축함으로써 이용자의 편의성을 극대화 하는 등 발굴·확보 및 보존·관리 이후의 기술개발에 활용할 수 있는 기반을 갖춘 것으로 평가된다. 그 외에도 현재까지 산림유전자원 분야의 국가생물종지식정보시스템과 수의유전자원 분야의 한국수의유전자원은행이 구축되어 있으며, 농생명자원의 효율적인 관리 및 수요자 활용도 제고를 위해서는 세부분야별 자체 정보시스템 보다는 농생명자원 전체를 포괄하는 종합정보관리시스템의 구축·운영이 시급한 과제로 보인다.

<표 6> 농생명자원 세부분야별 종합정보시스템

자원 분류	시스템	주요 기능
농업유전자원	농업유전자원통합 관리시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국가등록번호 체계 기반 표준화된 농업 유전자원 정보의 실시간 입력</li> <li>· 농업유전자원 전문정보 제공</li> <li>· 농업유전자원의 온라인 분양/반출 시스템</li> </ul>
산림유전자원	국가생물종지식 정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산림유전자원 관리, 분양/반출 시스템</li> <li>· 유용 특성 정보 및 산업화·품종개발 관련 기술제공</li> </ul>
수의유전자원	한국수의유전자원은행	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수집된 수의유전자원 정보입력 및 검색</li> <li>· 분양·기탁·반출 등 서비스 시스템</li> </ul>

#### IV. 주요 이슈 및 시사점

본 장에서는 제3장에서 논의했던 농생명자원 R&D 및 산업 육성정책(중장기계획), 관련 R&D 투자 포트폴리오 및 농생명자원 활용 역량에 관한 실증분석 결과를 토대로 주요 이슈를 도출하고 그에 따른 시사점을 제시하고자 한다.

##### 1. 농생명자원 분야 R&D 및 산업 육성정책

현재 농생명자원 분야의 정책은 확보·관리 및 이용 활성화를 위한 계획, 개별 농생명자원 활용 산업(종자, 곤충, 신의약소재 등) 육성전략만이 부분적으로 존재하는, 농생명자원 전체를 포괄하는 종합적인 국가 산업육성 정책(전략)은 부재한 것으로 판단된다. 이렇게 개별적으로 추진되는 단편적 R&D 계획으로는 분야별·단계별 연계가 취약해질 수 밖에 없으므로 체계적인 산업화 추진에 한계가 있다. 따라서 농생명자원 이용 활성화를 통한 실용화·산업화 성과 창출 등 동 분야의 R&D 생산성 제고를 위해서는 기초·원천연구에서 산업화까지의 전단계를 포괄하여 부·청의 역할 및 기능을 구체화하여 제시하는 R&D 종합계획이 추진되어야 한다. 종합계획내의 부·청간 역할분담, 연계협력 방안을 명확히 제시함으로써 사업간의 유사·중복 최소화 및 성과 시너지 창출 등 투자 효율성 강화가 필요하다. 또한, 생명산업·종자산업 육성전략에서 제시되었던 산업화 기술개발(R&BD) 투자 강화, 산업기반 조성 및 창업지원, 인프라 구축 등 과제의 범위를 전체 농생명자원 대상으로 확대하여 추진하는 방안이 함께 검토되어야 한다.

추가적으로 고려하여야 할 점으로는, 농업 분야에서는 농민청의 주도 하에 식물자원에 관한 수집·확보가 상당한 수준으로 이루어진 반면 기타 분야(산림, 수산, 수의, 축산) 농생명자원의 확보

수준이 상대적으로 미약하다는 점이다. 이는 해당 분야에 대한 체계적인 육성정책의 미흡으로 투자 공백이 존재했던 것으로 판단된다. 이에 대한 보완이 필요하다.

2009년부터 농림수산식품 분야 R&D 정책 최고의사결정기구로써 농림수산식품과학기술위원회(농과위)가 설치·운영되고 있다. 농과위의 주관 하에 부·청 간의 공동의 관심 및 협력분야로 농생명자원 활용분야를 선정하고, 실용화·산업화까지를 포함하는 기술개발 전주기적 종합계획을 수립이 시급하다. 특히, 상대적으로 전략 및 R&D 투자의 공백이 존재하는 농생명자원 분야에 대해 체계적인 육성계획을 추진하여 조속한 역량강화를 꾀하는 것이 필요하다.

## 2. 농생명자원 분야 R&D 투자포트폴리오

농생명자원 분야 부·청 R&D 사업(과제) 분석 결과를 살펴보면, 농생명자원 관련 R&D 투자액은 전체 농림수산식품분야 R&D투자의 30%이상(36.6%(‘10), 33.7%(‘11))을 차지하는 높은 비중으로 수행되고 있다. 그러나 연구개발 단계, R&D 사업구조, 민간참여 등에 있어서 전략적인 취약성을 보이고 있다.

우루과이 라운드 등 농업 시장개방을 계기로 그 간 정책수립을 담당했던 농식품부의 R&D 참여가 본격적으로 시작된 이후(1994년), 농식품부와 농진청 사업간의 유사·중복 문제가 지속적으로 발생되었다. 이에 따라 국과위 사무국(舊 혁신본부)에서 최초로 농식품부와 농진청 사업 간의 지원분야·연구개발 단계의 차별화를 위한 역할분담을 추진한 바 있다. 세부 내용으로 농진청에서는 농업관련 기초·응용 및 실용화 기술과 현장애로 사항 해결을, 농식품부에서는 산업화 관련 기술개발을 중점적으로 추진하는 것으로 역할을 규정하였다. 그러나, 농생명자원 분야 최근 R&D 투자현황에 대한 분석 결과 농업유전자원 분야에서 농식품부·농진청 모두 제품화·실용화 단계의 투자가 높은 것으로 나타나 양 부·처간의 R&D 투자의 차별성이 없는 것으로 보여진다.

R&D 역할분담 영역을 혼란시키는 주된 원인으로 부·청 마다 정책목표를 달성하기 위해 개별적으로 수행되고 있는 백화점식 대형사업 추진을 들 수 있다. 이러한 백화점식 사업 추진은 지속적인 유사·중복의 근본 원인이 되며 동시에 투자의 선택과 집중을 저해하기도 한다. 따라서 공동의 정책목표를 수립하고, 이에 따른 부·청간 역할분담에 기반한 고유의 전문 영역에 집중하는 것이 필요하다. 농생명자원 활용분야의 부·청의 고유 강점 분야 선정하고 이에 따른 사업을 추진하고, 성과연계를 바탕으로 산업화 단계까지를 포괄할 수 있도록 전체 사업 구조를 재설계하는 것이 바람직하다.

실효성 있는 실용화·산업화 단계 R&D를 위해서 민간 기업의 활발한 참여가 필수적임에도 불구하고 동 분야에서 대학 및 국공립연구소의 실용화·산업화 단계 R&D 수행율이 높은 것으로 분석되었다. 이는 실용화·사업화 R&D가 공급자 위주로 진행되고 있음을 시사하며, 시장수요변화 대처의 유연성을 경직시킬 우려가 있다. 농림수산식품 분야의 민간 기업 수준이 상대적으로 영세하여 자체적인 R&D 역량이 다소 부족한 현실을 감안할 때, 단순한 자금지원에서 벗어나 R&D 역량 강화를 위한 다양한 지원정책이 필요하다. 또한, 농식품부를 중심으로 기존의 R&D 사업을 실용화·산업화 단계에 특화된 R&BD 사업으로 전환하고 민간기업의 참여율을 확대시키는 것이 부·청 사업간의 유사중복의 해소 등을 통해 투자 효율성을 제고할 수 있는 방법이 될 수 있다.

## 3. 농생명자원 활용역량

농업유전자원 중 세계 6위 수준의 보유량을 확보하고 있는 식물유전자원을 제외하고, 국내 농생명자원의 보유점 수 및 종 다양성은 충분하지 못한 실정이다. 이러한 식물유전자원의 경우에도 주로 식량작물에만 편중되어 있다는 문제점을 보이고 있는 등 다양한 산업으로의 활용성을 가지는 농생명자원의 발굴·확보는 농생명자원 활용 분야의 가장 근본적인 해결과제로 남아있다. 따라서 농식품부 및 농진청의 주력분야인 종자산업 육성을 위한 육종소재로서의 농생명자원 뿐 아니라,

고 바이오매스·기후변화대응·셀룰로스 분해능 자원 등 타 산업(기타 생명산업, 녹색산업 등)으로 활용될 수 있는 자원의 지속적인 발굴·수집이 필요하다.

확보·관리되고 있는 농생명자원의 실용화·산업화 등 이용 활성화를 위해서는 분석·탐색 단계에서 자원의 잠재적 유용성에 대한 대단위 정보를 축적하고 공유할 수 있는 기반의 구축이 무엇보다도 중요하다. 그러나 투자포트폴리오 분석결과, 농생명자원의 광범위한 특성평가가 충분히 수행되지 못하고 있는 것으로 나타났다. 국공립연구소의 한정된 R&D 역량으로 광범위한 특성평가를 수행하기 보다는 대학, 출연연, 기업 등에 분양하여 다양한 유용성에 대해 탐색할 수 있는 기회를 확대하는 것이 필요하다. 이러한 민간 참여의 분석·탐색 단계 R&D의 강화에 기여할 수 있도록 농생명자원 세부분야별로 구축된 기존 정보시스템을 일원화하고 접근 편의성을 극대화하여 수요자 중심의 국가종합관리시스템으로 개선시키는 것 역시 필요한 과제이다.

## V. 결론

세계 각국은 도래하는 바이오경제시대를 대비하여, 국가 신성장동력 창출의 보고로 생명자원을 주목하고 자국의 생명자원의 확보·보존과 더불어 타국의 다양한 생명자원의 발굴 및 이익공유를 위해 경쟁을 가속화하고 있다. 우리나라의 농림수산물 분야 생명자원(농생명자원) 산업화 역시 농식품부, 농진청, 산림청 공통의 관심 R&D 분야로 매년 투자가 증가하고 있는 추세이다. 그러나 현재 추진 중인 각 부·청의 기술개발 전략을 기초·원천 연구에서 실용화·산업화 단계까지를 포함하는 전주기적 기술개발 관점에서 분석한 결과, 각 단계마다 전략적 취약성이 확인되었다. 이들 취약성은 농림수산물 분야 R&D 전반에서 지적되고 있는 정부/민간, 부·청 간 역할분담의 부재로부터 오는 투자의 비효율성 문제로 귀결되어진다. 향후 지속적인 투자증가가 예상되는 농생명자원 활용분야의 R&D 투자 효율성 제고를 위해서 부·청의 역할분담에 근거한 체계적이고 종합적인 육성계획의 수립 및 이를 근거로 한 부·청 간의 차별화된 R&D 사업의 추진 등이 우선되어야 한다. 또한 실질적인 실용화·산업화 R&D에 민간의 참여를 확대할 수 있도록 개방형 협력, 중소기업 R&D 지원, 사업화 지원사업(R&BD)의 확대, R&D 대행 및 시제품 생산·시설 서비스 전문기업 활성화 등 정부 R&D 투자의 다양한 전략이 절실하다.

## 참고문헌

- 과학기술부(2008), 「국가 생명자원 확보·관리 및 활용 마스터플랜」, 대전 : 생명공학정책연구센터.
- 과학기술혁신본부(2007), 「국가생명자원 실태조사」, 서울: 과학기술혁신본부.
- 교육과학기술부(2011), 「2010년도 국가생명연구자원 통계자료집」, 대전: 교육과학기술부.
- 농림수산물과학기술기획평가원(2010), 「생명산업의 현황 및 전망」, 서울: 서울대학교 농업생명과학정보원.
- 이세진(2006), 「유전자원 출처공개 특허요건화」, 대전: 특허청.
- 국가과학기술위원회(2011), “생명연구자원관리기본계획”.
- 국가과학기술위원회(2011), “2011년도 생명연구자원 관리 시행계획”.
- 국립수의과학검역원(2006), “수의과학기술개발 연구사업 중장기계획”. 안양: 농림수산물부.
- 농림수산물부(2009), “농림수산물과학기술육성법”.
- 농림수산물부(2009), “기능성 양잠산업 육성 및 지원에 관한 법률”.
- 농림수산물부(2009), “어젠다 중심 제5차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획”.
- 농림수산물부(2009), “농업유전자원 보존·관리 및 이용활성화를 위한 기본계획”.
- 농림수산물부(2009), “2020 종자산업 육성대책”.

농림수산식품부(2009), “제1차 농림수산식품과학기술 육성 종합계획”.

농림수산식품부(2010), “농림수산식품농산어촌 비전 2020”.

농림수산식품부(2010), “생명산업 2020+ 발전전략”.

농림수산식품부(2011), “곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률”.

농림수산식품부(2011), “2011년 농어업유전자원 시행계획”.

농림수산식품부(2011), “제1차 곤충산업 육성 5개년 계획”.

농림수산식품부(2011), “수산자원관리기본계획(2011-2015년)”.

농림수산식품부(2012), “수산자원관리법”.

농촌진흥청(2009), “농업유전자원의 보존관리 및 이용에 관한 법률”.

산림청(2006), “백두대간보호 기본계획”.

산림청(2007), “산림과학기술기본계획”.

산림청(2008), “제5차 산림기본계획”.

산림청(2011), “산림기본법”.

산림청(2011), “백두대간 보호에 관한 법률”.

산림청(2012), “산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률”.

환경부(2011), “유전자원 접근 및 이익공유(ABS)에 관한 나고야 의정서 범정부 대책”.