

韓國의 生命工學 技術과 産業

The R&D paradigm for the Materials Technologies involving Environmental

현 병 환*, 조 성 복**

〈目 次〉

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| I. 서론 | IV. 우리나라 생명공학산업 현황 및 정부정책 |
| II. 생명공학기술의 개요 | V. 생명공학산업 활성화 방안 |
| III. 선진국 생명공학기술 산업화 동향 | VI. 결론 |

〈Abstract〉

생명공학기술(biotechnology)은 보건·의료, 농업, 환경, 자원분야에서의 급격한 산업적 응용에 따라 21세기에는 세계경제에 막대한 파급효과를 보일것으로 예상된다.

경제구조가 점점 고도화되어 한 국가의 기술능력이 산업경쟁력의 확보를 위해 그 중요성이 강조되는 상황에서, 미래첨단기술이라고 할 수 있는 생명공학기술에서의 성공여부는 앞으로 다가올 21세기의 국가 경쟁력 결정에 중요한 열쇠가 될 것이다. 본 연구는 이러한 상황인식하에 생명공학 기술에 대한 일반적인 현황과 전망을 살펴본 뒤 선진국의 생명공학기술 산업화 동향을 진단하고, 우리나라 생명공학산업 현황과 정부의 지원 정책을 조망한 뒤 생명공학산업의 활성화 방안에 대하여 의견을 제시하고 있다.

우리나라의 생명공학기술은 정부의 주도하에 산업계의 연구투자비 및 연구인력의 꾸준한 증대와 아울러 생명공학 제품도 수적으로나 판매규모면에서 큰 증가가 이루어져 왔다. 그러나 본질적으로 우리나라 생명공학기술에 대한 연구는 선진국에 뒤져있기 때문에 기초연구의 역량이 부족하고, 산업계의 과감한 기술개발 투자가 이루어지지 못하였으며, 또한 기술개발과 상업화를 위한 기술하부구조의 구축이 매우 미흡한 실정이다. 또한 WTO체제의 출범에 따른 지적재산권 보호의 압력이 높아지는 상황에서 설상가상으로 IMF체제까지 당하여 기업의 연구개발 능력은 매우 심각한 위기에 봉착하고 있는 것이다. 이러한 상황에서 생명공학산업의 활성화를 위해서는 정부의 역할이 더욱 필요하게 되었다. 본 연구에서는 이러한 상황인식하에 정부의 생명공학산업 활성화를 지원정책으로 연구자금, 시설 등 직접적인 지원정책 중심의 한계적 시각에서 벗어나 기업을 비롯한 기술혁신 주체간 상호작용과 기술혁신 환경조성을 위한 간접적 지원중심의 정책전환 필요성을 제시하고 있다. 또한 우리나라 생명공학 기술혁신시스템을 재정비하기 위한 중점 개선방안으로 연구개발 투자의 확대, 기초연구 역량의 강화, 벤처기업형 생명공학기업의 육성, 기술하부구조의 구축, 산업계·학계·연구소간 연계·교류 시스템의 강화를 제시하고 있다.

* 생명공학연구소 기술정보실(e-mail : hyeon@kribb4680.kribb.re.kr)

** 생명공학연구소 기술정보실(e-mail : sbcho@kribb4680.kribb.re.kr)

I. 서론

생명공학기술(biotechnology)은 보건·의료, 농업, 환경, 자원분야에서의 급격한 산업적 응용에 따라 21세기에는 세계경제에 막대한 파급효과를 보일것으로 예상된다. 생명공학기술은 1970년대 유전자재조합 기술이 발명되면서부터 생물체의 개조와 생체기능의 응용이 가능해짐에 따라 인류에게 유전자 혁명이라는 새로운 기술패러다임을 제공하고 있을 뿐만 아니라 농업, 의약산업에서 전자산업에 이르기까지의 산업적 응용에 있어서도 무한한 잠재력을 지닌 핵심기술로 그 중요성을 평가받고 있는 것이다.

이러한 평가의 바탕에는 생명공학이 다른 기술들과 비교하여 가지는 독특한 기술적 특성인 과학과의 연계성에 의한 높은 특허출원율(Schmoch 1994)을 가지며, 학제성의 그물(multidisciplinary web)의 중앙에 위치(Reiss, 1996)하고 있으며, 거대과학(big science) 혹은 거대기술(big technology)의 성격이기 보다는 모듈생산구조를 가지고 있고, 마지막으로 높은 혁신 동력성(innovation dynamism)을 가지고 있다는 기술특성에 기인한다(정선양, 1997. 11). 한편 기술혁신론적 관점에서 보면 생명공학기술 및 산업은 초기의 과학(기술)주도 모형에서 새로운 필요성과 새로운 기술이 아이디어를 탄생시키는 상호작용성 모형으로 이동된 상태에 있다고 파악된다.¹⁾

경제구조가 점점 고도화되어 한 국가의 기술능력이 산업경쟁력의 확보를 위해 그 중요성이 강조되는 상황에서, 미래첨단기술이라고 할 수

있는 생명공학기술에서의 성공여부는 앞으로 다가올 21세기의 국가 경쟁력 결정에 중요한 열쇠가 될 것이다.²⁾ 전세계적인 기술경제적 패러다임이 변화되고 국가간 경쟁이 심화되고 있는 상황에서 지난 10여년간 구축한 기술기반과 성과를 토대로 생명공학기술의 개발과 상업화를 촉진시키기 위해서는 국가 총체적인 연구개발체제와 전략을 재정비해 나가지 않으면 안된다. 더구나 지난해 말부터 시작된 IMF 체제하에서 기업의 R&D 능력이 급격히 하락되고 있을뿐 아니라 정부의 지원 역시 축소될것으로 예상됨에 따라 효율적인 국가연구개발체제의 구축이 더욱 절실히 요망되고 있는 것이 현실이다. 따라서 현재 추진되고 있는 우리 정부의 생명공학 연구개발 프로그램들과 민간기업의 기술혁신 노력의 효율성을 높이기 위해서는 우리가 보유하고 있는 기술혁신능력에 대한 정확한 파악과 더불어 이를 토대로 한 적절한 정책 및 전략의 수립이 필요한 것이다.

이러한 상황인식하에서 본 연구는 이러한 필요성에 부응하고자 생명공학 기술에 대한 일반적인 현황과 전망을 살펴본 뒤 선진국의 생명공학기술 산업화 동향을 진단하고, 우리나라 생명공학산업 현황과 정부의 지원정책을 조망한 뒤 생명공학산업의 활성화 방안에 대하여 논하고자 한다.

II. 생명공학 기술의 개요

- 1) 기술혁신의 원천에 관한 학설에는 슈페트에 의해 주장된 과학주도설, 슈미클러(J.Schmooklre)로 대표되는 수요건인설, 로스웰(R.Rothwell, 1985)에 의해 제기된 상호작용설, 룬드발(Lundvall)에 의해 주장된 상호학습설 등 4가지로 구분된다(설성수 외, 1997.7).
- 2) 전문가들의 예측에 따르면 2020년까지 30대 주요 기술혁신중에서 약 절반은 생명공학에 의존하고 있다고 한다(BMBF, 1995, 정선양, '97.11 재인용).

1. 생명공학기술의 범위와 특징

생명공학기술은 산업적으로 유용한 제품을 생산하거나 공정을 개선하기 위하여 생체나 생체 유래물질 또는 생물학적 시스템을 활용하는 기술을 총칭하는 것으로 정의될 수 있다. 따라서 생명공학기술은 생명체를 직접 또는 간접적으로 이용하여 생명공학산업(bio-industry)을 위시하여 생체기능을 모방하거나 생체에 응용되는 모든 산업에 기술적 파급을 가져온다. 생명공학기술은 전통적 생명공학(conventional biotechnology)과 신생명공학(new biotechnology)으로 나눌 수 있다. 전통적 생명공학기술은 발효식품제조 기술(발효공학기술, 효소공학기술), 가축 및 식물의 육종(동·식물 수정란 이식기술) 등을 포함하며 대표적 관련제품으로는 주류, 발효유제품, 발효조미료, 생물학적 제제 등이 있다. 신생명공학기술은 생물공정기술, 동·식물세포배양 기술, 세포융합기술, 핵치환기술, 단백질공학기술, 유전자 재조합기술 등을 포함하며 대표적 관련제품으로는 간염백신, 인체성장호르몬, 무공해 생물농약 등이 있다.

과학기술부가 1994년 범부처적 기술개발

프로그램으로 시작한 '생명공학육성 기본계획 (Biotech 2000)'에서 정의한 생명공학기술의 범위는 <그림 1>과 같다. Biotech 2000에서는 생명과학(life science)에 생명공학이, 생명공학(biotechnology)에 유전공학 및 유전자 재조합이, 유전공학(genetic engineering technology)에 유전자 재조합 기술 등이 포함되는 것으로 정의하고 있다.

생명공학기술의 범위에 대해 국내 전문가들간 합의를 도출하는 것은 정책의 방향을 결정하고 그에 수반되는 정책수단을 결정하는데 매우 중요하다. 생명공학기술과 관련하여 여러 정부 부처가 고유한 산업 또는 기술영역을 가지고 개별적인 연구개발 지원정책을 수립하여 집행하고 있는 우리 나라 현실에서 역할분담의 명확한 조정을 통한 부처간 불필요한 영역다툼을 지양하고 비효율적인 중복지원을 감소시키기 위해서는 생명공학기술의 범위에 대한 범국가적 합의가 전제될 필요가 있다.

생명공학 기술의 일반적인 특징으로는 보건·의료, 환경, 농축수산, 에너지, 자원 등 산업적 응용범위가 넓으며, 소량 다품종의 고부가가치

생명과학(Life Science) 분야: 기초생물학, 기초의학, 기초농학, 생화학 및 생명공학기술 분야 등			
생명 (또는 생물) 공학 (Biotechnology) 분야: 발효공학기술, 효소공학기술, 동·식물세포배양기술, 단백질공학기술, 수정란미세조작기술, 생물공정기술 및 유전공학기술분야 등			
유전공학(Genetic Engineering) 분야: 세포융합, 핵치환기술, 유전자 재조합기술분야 등			
유전자 재조합 (Recombinant DNA Technology)			

자료 : 생명공학육성기본계획(Biotech 2000), 과학기술처, 1993.12.

<그림 1> 생명공학기술의 범위

제품창출이 가능하므로 비교적 적은 투자로 많은 신물질, 공정, 소재 등을 창출시킬 수 있는 두뇌기술집약형이며, 공해유발적인 화학적 방법 대신 생물학적 방법의 이용을 통해 환경조화와 지속가능개발(environmentally sustainable development)에 적합한 미래형 첨단 대체 산업기술이며, 미생물이나 동·식물 세포를 이용함으로써 대규모 장치가 필요없고 자원 및 에너지 절약이 가능하다는 특징을 가지고 있어 우리나라에 적합한 기술로 인식되고 있다.

2. 생명공학기술의 현황과 전망

생명공학기술은 1900년대의 미생물순수배양 기술에서 출발하여 1940년대의 항생물질 탐색 기술, 1950년대의 발효기술, 1960년대의 생물 전환기술, 1970년대의 유전공학기술과 효소공학기술, 1980년대의 세포대량배양기술, 바이오리액터기술, 동·식물 형질전환기술, 1990년대의 단백질공학기술, 당쇄공학기술, 환경생명공학기술, 바이오센서/바이오칩기술 등의 중요한 기술적 진보속에서 성장하여 왔으며, DNA정보 기술, 뇌형컴퓨터기술, 생체에너지기술, 바이오마이크로머신, 효소전지 등의 기술이 2000년대를 주도할 것으로 예상된다.

선진국의 저명한 연구기관들은 21세기초까지 실현가능성이 높은 주요 기술로 생명공학을 선정하고 있는데, 미국 SRI에서는 2005년까지 실현가능성이 높은 기술 19개중 항바이러스기술, DNA 유전자기술, 탄수화물공학, 인간유전자요법, 생물모방물질(biomimetic materials), 인

공생명(artificial life) 등 6개(30%)의 생명공학 분야 기술을 선정하였고, 일본 MRI에서는 2000년대 초 중요시장 형성이 전망되는 33개 주요기술 목록중 식물 신식품, 생분해성 플라스틱, 바이오신약, 노화방지 관련약품, 바이오리액터 등을 선정하였고, 미국 BMI에서는 2005년까지 전략적으로 매우 중요한 10대기술 중 유전체 지도작성, 노화방지제품, medical treatments and drug delivery system, hybrid fuel vehicles등 생명공학기술을 제시하고 있다. 이러한 결과는 세계적으로 저명한 연구기관들이 제시하는 주요기술들의 목록에는 다소 차이가 있지만 이들 어느 기관이든지 주요 기술로서 생명공학기술을 반드시 포함시키고 있음을 보여주고 있다. 이러한 추세를 반영하여 생명공학 산업의 수요가 증가함에 따라 1995~2005년 기간중 첨단기술산업들 가운데 가장 높은 연평균 성장률을 기록할 것으로 전망하고 있으며, 미래학자 John Naisbitt는 생명공학은 차세대에 정보통신기술 이상으로 큰 산업적 파급효과를 지적³⁾하고 있다.

현재 국내 생명공학 기술수준에 대한 평가는 학자들 마다 약간의 차이는 있지만 생명공학기술을 탐색기술, 개량기술, 생산기술로 구분하여 선진국과 비교하였을 경우 탐색기술은 80%, 개량기술은 70%, 생산기술은 80~90%로 평가받고 있다.⁴⁾

3. 생명공학 응용산업의 현황과 전망

반도체, 정밀화학 등 기존의 기술은 대부분의

3) 미래학자 John Naisbitt는 그의 저서 「Megatrend 2000」에서 “오늘날 우리는 물리학 사회로부터 오늘의 딜레마와 기회를 이해하는 생물학적 사회로 나아가고 있는 중이며 이미 우리는 위대한 생명공학시대의 문턱을 넘어서고 있다”고 평가하고 있다.

4) 「생명공학육성기본계획(Biotech 2000) 2단계('98~2002)」, 1998.5. p.3. 본 기술수준 평가는 '97년 현재의 수준이다. '94년의 경우 탐색기술 60%, 개량기술은 40%, 생산기술은 70%로 평가받았던 것과는 큰 기술적 진보를 이룬 것으로 보인다. 그러나 이러한 평가는 객관적인 근거가 없어 학자들마다 다른 견해를 보일 수 있을 것이다.

경우 그 산업 특유의 기술적 단초로부터 출발하여 각 산업 속에서 발전시켜 꽃피운 것이라고 할 수 있다. 즉, 생명공학 이외의 대부분의 기술은 개별산업 대응형이라는 특성을 지니고 있다. 반면, 생명현상을 이용한다는 측면에서 전통기술과의 연속성을 유지하면서 과학적 합리성으로 신기술로서의 혁신성을 갖춘 생명공학은 그 적용범위가 다양하여 범용성이 큰 기술로 제반산업과 폭넓은 대응관계를 유지하는 산업횡단형이라는 특성을 갖는다.

따라서 생명공학의 경우에는 과학을 기반으로 한 이해의 정도가 높으면 높을수록 각 산업에 대한 그 구체적 대응방법이 명확해지며, 각 산

업에서의 핵심기술이 될 가능성이 커진다. 즉, 기존 산업에 일정한 형태로 생명공학이 침투해 들어갈 가능성이 매우 커지며, 현재 많은 산업 분야의 기업들이 생명공학 기술과의 연계를 시도하고 있다

미국의 A.D.Little사에 따르면, 생명공학 세계시장의 규모는 1992년도에 100억달러 규모였으며 2000년에는 1,000억달러, 2005년에는 3,050달러로 전망되고 있다(〈표 1〉 참조).⁵⁾ 앞으로도 의약분야가 생명공학 시장을 주도할 것으로 예상되나 바이오식품과 농업, 환경분야들의 시장 성장도 주목할만 하다.⁶⁾

〈표 1〉 생명공학 세계시장의 규모

(단위:억 달러)

분 야	1992년	2000년	2005년
생물의약	60	500	1,200
생물농업	8	100	305
바이오식품	9	127	578
생물환경	10	150	408
생물화학	8	70	244
바이오에너지	2	30	214
기 타	3	20	91
합 계	100	1,000	3,050

자료 : 2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제-생물산업, 산업연구원, 1994.12.

- 5) OECD(1997) 자료에는 2000년 세계시장 규모를 735억달러로 예측하고 있어 1992년의 A.D.Little사보다 줄어든 시장규모를 예측하고 있다. 그러나 장래의 시장예측은 전문가적인 견해를 표명하기가 어려운 상황이다. 1995년도 미국 생명공학 산업 시장규모는 93억 달러로서 당시 미국 반도체 산업(450억 달러)의 1/5, 컴퓨터 산업(800억 달러)의 1/9, 소프트웨어 산업(970억 달러)의 1/10에 달하고 있는데, 생명공학 산업이 1970년대 후반 이후에 들어 성립되기 시작했다는 것을 감안하면 실로 경이적인 성장이다(박영훈, 1998.10). 또한 생명공학은 그 기술적 혁신성이 강하여 AIDS치료제나 암치료제 등 엄청난 시장을 보유하고 있는 제품이 개발되면 하나의 제품자체가 시장의 규모를 완전히 변화시킬 것으로 예상되고 있다.
- 6) 의약분야의 경우 '96년말 현재 사람성장호르몬, 인슐린 등 22개의 신의약이 개발되었고, 284개 품목이 임상시험 중에 있으며, 2000년까지 약 20여개의 생명공학 신약이 신규로 시장에 등장할 것으로 예상된다. 농업분야의 경우 고품질의 장기보존형 토마토, 소성장호르몬 등 21개 품목이 이미 상업화되었으며 고품질 목화 등 25개 품목이 6년 이내에 시장에 출하될것으로 예상된다.

Ⅲ. 선진국 생명공학기술 산업화 동향

선진국에서의 생명공학 연구동향은 분자수준의 마이크로한 생명현상에서 통합적 관점의 생물계 연구로 확대되고 있는 추세를 보여주고 있다. 즉 DNA연구를 통한 genome, 유전자, 단백질연구에서 발생, 분화, 노화, 뇌, 질병, 환경 등의 연구로 확대되고 있는 추세이다. 이는 생명공학 연구의 응용분야 확대 및 제2의 연구 흐름을 구체화 하는 것으로 보건의료분야 중심에서 농업, 식품, 해양, 환경분야 등으로 연구를 확대시키고 있으며, 신기술 영역인 단백질공학기술, 유전자 치료기술, 생물정보응용, 생물전자 등과 새로운 기술개발 수단으로 genomics(게놈학), bioinformatics(유전자정보 등의 생물정보 기술), transcript imaging(영상 전사기술), computational biology(컴퓨터생물공학기술), signal transduction(신호전달기술), combinatorial chemistry(조합생명화학), nanotechnologies(초미세 생명공학) 등으로 연구를 확대하고 있으며, 또한 뇌기능의 해명에 의한 생물정보적 관점의 neuro-chip, bio-machine 등 신정보·전자산업과 연계되는 연구분야가 등장하고 있다. 선진국의 생명공학 기술 산업화 동향을 보기 위하여 미국, 일본, 유럽의 경우를 간단히 정리하면 다음과 같다.

먼저 미국의 생명공학기술 및 산업동향을 보면 미국은 초창기 민간주도의 자유방임형 기술개발정책을 추진하였으나 최근에는 연방정부차원의 생명공학육성정책을 적극 추진하고 있다. 21세기에 미국 생명공학의 세계 주도권 유지를 목표로 하는 연방정부차원의 육성계획인 "biotechnology for the 21st century"를 추진('95년 약 45억달러 투자)하고 있으며, '95

년 OSTP(과학기술정책국) 국가핵심기술 보고서에서 생명공학을 7대 핵심기술 분야로 선정하였다. 미국 정부는 국가 총연구비의 약 50%를 담당하고 있으며 생명공학기술의 경우 정부의 연구비 투자는 약 60%에 이르고 있다. 미국은 발달된 생명의료과학과 이들의 아이디어를 지원하는 기업가 정신으로 생명공학의 상업화를 이끌고 있다. 미국의 생명공학산업은 현재 약 1,300개로 추정되는 핵심생명공학회사(core biotechnology company)와 생명공학을 일부 취급하는 70개 정도의 대기업으로 구성되어 있다. 산업의 생명공학 기술인력은 전업기업군 96,000명, 대기업 33,000명, 장비나 컨설팅 등의 지원분야 120,000명 등 합계 246,000명에 이르고 있으며 생명공학기업의 연구개발예산은 약 100억 달러, 매출은 약 160억 달러로 추정되고 있다.

생명공학분야에서의 미국의 산업경쟁력상 우위 유지에는 생명공학을 전업으로 하는 소규모 전업기업(DBCs : dedicate biotechnology companies)과 이들의 활동을 지원하는 모험자본이 큰 역할을 하여 왔다. 현재 미국에서는 생명공학제품 승인이 급속히 늘고 있는데, FDA 승인 생명공학 의약품이 '96년 현재 53개(13개가 승인을 대기중, 113개사가 284개의 생명공학 의약품 임상실험중)이며 이미 승인된 제품들은 판매에서도 큰 성공을 거두고 있다.

일본은 정부 주도로 생명공학 연구개발을 추진하고 있으며 '96년 정부의 "과학기술 5개년 발전계획"에서 생명공학분야에 대한 집중투자를 확정하였다. '97년 5월에는 생명공학정책의 근간을 제시한 "라이프 사이언스 연구개발 기본계획"을 수립하였는데, 이는 21세기 생명공학분야에서 세계 선두위치 점유를 목표로 하고 있는 것이다. 1980년대 중반까지의 일본의 생명공학 붐 이후 최근에는 생명공학 관련 산업이 위

축되는 추세를 보이고 있다. 그 이유로는 일반적인 불황, 일본기업들간의 심각한 경쟁, 생명공학과 관련된 미국 기업들과의 소송에서 일본측의 패배 등을 들 수 있다. 그러나 전문가들은 이를 일시적인 상황으로 보고 있으며, 이로 인해 생명공학 관련 산업의 통합과 적은 수의 프로젝트에의 집중이 일어날 것으로 보고 있다. 현재 일본에서 생명공학에 참여하고 있는 기업의 수는 300개에서 550개 정도로 추산되며, 일본내의 총 489개의 국공립·사립대학 중 234개의 대학과 약 100여개의 연구소가 생명공학 연구개발에 종사하고 있다. 일본의 생명공학제품 시장은 1980년대 후반 이후 매우 높은 성장을 보였다. 일본의 생명공학산업 현황을 보면 1987년에 생명공학관련 상품의 시장은 1996년에 9,600억엔에 달하였고 기술개발비는 9,000억엔, 생명공학기업수는 1,100개에 달하는 것으로 조사되었다. 또한 2000년에는 시장규모가 3조 4,000억엔, 2010년에는 10조엔으로 매우 가파른 상승을 보일 것으로 예측되고 있다.

독일, 스위스 및 영국에는 주요 다국적 제약기업의 모기업이 위치해 있으며 이들 기업은 자국내 및 미국의 생명공학 전업기업과의 협동연구를 활발히 진행하고 있다. 벨기에, 프랑스, 독일 및 영국에서는 유망한 농업생명공학 연구가 진행되고 있다. 영국, 독일, 프랑스는 각각 정부차원에서의 독자적인 생명공학 진흥프로그램⁷⁾을 수립하여 생명공학기술개발 및 산업의 진흥을 추진하고 있다. 유럽의 생명공학관련 기업의 수가 '96년 1백32개나 늘어나 모두 7백16개가 됐으며, 이들의 고용인원도 1년 사이 60%가 급증해 2만7천5백명에 달하고 있다. 유럽의 생

명공학산업은 180여개의 기업을 거느린 영국이 선두를 달리고 이어 독일·프랑스가 각각 1백여 회사를 갖고 있다.⁸⁾

IV. 우리나라 생명공학산업 현황 및 정부정책

1. 정부정책

국내에서 생명과학이라는 학문의 기반이 형성된 이후 생명공학기술의 연구개발에 있어 가장 중심적인 역할을 하고 있는 부처는 과학기술부다. 과학기술부(당시 과학기술처)는 1982년 생명공학기술을 핵심전략기술로 선정하여 특정연구개발사업으로 지원을 시작한 이래 1985년에는 “유전공학육성법”(1995년 생명공학육성법으로 대체됨)과 동 시행령을 제정하고 동법에 근거하여 생명공학연구에 전담할 유전공학연구센터(현 생명공학연구소)를 설립하였다. 농림부도 때를 같이하여 농촌진흥청을 중심으로 생명공학의 농업적 응용을 위한 연구에 노력하기 시작하였으며, 보건복지부도 국립보건원을 중심으로 안전성 평가와 같은 지원기반 확충과 질병연구 및 신약개발을 위한 생명공학기술 기본기술 확보에 주력하였다.

정부의 생명공학기술 개발에 대한 적극적인 지원으로 어느 정도 기술적 기반이 형성되고 산업계의 참여가 늘어나자 산업자원부(당시 상공자원부)에서도 1992년부터 생명공학 관련 기술을 하나의 독립적 기술분야로 구분하여 기업들의 연구개발을 지원하기 시작하였다. 이러한 노력

7) 영국은 Biotechnology Means Business Initiative('95년~현재), 독일은 BioRegio Program('96~2000), 프랑스는 Bio-Avenir Programme('91~'96)을 추진하였거나 추진 중에 있다.

8) 선진국의 생명공학 연구개발 동향 및 기술혁신 시스템 연구는 박재혁 외(1997.8), pp.78~134에 자세히 설명되어 있다.

이 결집되어 과학기술부를 중심으로 1993년에는 범부처적인 “생명공학육성 기본계획(Biotech 2000)”을 수립하여 추진하고 있다.

결론적으로, 생명과학의 학문적 기반이 형성되고 정부연구소뿐만 아니라 산업계에서의 기술적 기반이 형성되기까지 거의 모든 것이 정부를 중심으로 이루어졌다고 볼 수 있다. 이러한 정부의 지원을 바탕으로 산업계에서도 생명공학기술의 잠재력을 인식하고 자체 연구소를 설립하는 등 연구개발노력을 기울이기 시작하였다. 그러나 생명공학기술의 응용산업의 범위의 다양성에도 불구하고 아직 전체적으로 국내의 산업적 기반이 취약하므로 앞으로도 연구개발을 지원하고 기술하부구조를 조성하는데 있어 정부의 적극적인 역할이 요구되고 있다.

'94년부터 '97년 말까지 최근 4년간 생명공학에 대한 정부투자는 과학기술부의 신기능생물소재 개발사업등 총 21개사업에서 생명공학육성기본계획 대비 약 87%인 4,354억원이 투자되었으며 동기간중 연평균 예산 증가율은 47%에 달하고 있다. 부처별로는 과학기술부가 약 51%를

투자함으로서 동분야의 연구개발을 주도하였으며 보건복지부 19%, 농림부 18%, 교육부 4.5%, 산업자원부 4.4%, 환경부 1.3%, 해양수산부 0.5% 순으로 투자가 이루어지고 있다.

동 기간동안 정부 연구개발예산은 24.6% 증가한데 반하여 생명공학분야는 연평균 48%증가('94년 536억원 → '97년 1,717억원)하였으며, 정부부처별로보면 사업초기('94년)에는 과학기술부가 정부의 생명공학분야 투자의 약 64%로 동분야의 연구개발을 주도하였지만 '97년 현재 과학기술부 투자비중이 47.1%로 낮아진 반면에 보건복지부(24.8%), 농림부 (15.9%) 등 관계 부처의 연구개발 활동이 활성화되고 있는 것으로 조사되었다. 이는 생명공학육성 기본계획이 추진된 이래 생명공학의 중요성에 대한 인식이 확산되면서 관계부처별로 소관 역할 영역분야별 신규사업이 기획되거나 추진되는 등 점차 범국가적인 연구개발 추진이 활성화되고 있기 때문으로 평가되고 있다.

국내 생명공학 기업의 연구개발 투자는 '94년 이래 매년 20%씩 증가하여 '97년 현재 총

〈표 2〉 정부 부처별 연구개발 투자 총괄

(단위 : 억원)

구 분	'94	'95	'96	'97계획	합 계 ('94-'97)
과학기술부	345	471	628	809	2,253
교육부	23	45	60	69	197
농림부	108	183	224	273	788
산업자원부	20	25	37	109	191
환경부	8	11	14	24	57
보건복지부	29	129	264.6	425.5	848.1
해양수산부	3	4	6	7	20
소 계	536	868	1,233.6	1,716.5	4,354.1
(기본계획)*	(540)	(1,001)	(1,421)	(2,038)	(5,000)

* ()는 생명공학육성 기본계획에 의한 정부투자 예정금액임

** 자료 : 생명공학육성기본계획 2단계 기획을 위한 사전조사연구('97.12)

1,400억원 규모에 이르고 있지만 이는 정부투자의 평균 증가율(47%)에 훨씬 못미치는 수준이며, 이로 말미암아 정부대 민간 투자 총액 비교에서 민간투자 비중이 상대적으로 하락⁹⁾하고 있다.

한편, 기업의 생명공학분야 연구개발 투자 증가는 개별 기업의 생명공학 투자 확대보다는 동분야에 새로 참여하는 기업의 수가 증가한 데 기인한 것으로 분석된다. 즉, 우리나라 생명공학 R&D 투자 기업수는 '93년의 95개에서 '97년 170개로 확대되었는데, 국내 생명공학 1개 기업당 평균 R&D 투자는 3% 증가에 그친데 반하여 기업 총 R&D 투자는 86%의 증가를 보였다.

따라서 정부는 생명공학분야에 대한 참여기업

의 확대와 더불어 생명공학 참여기업의 동 분야에 대한 투자 확대를 적극 유도하고, 특히 중소기업 및 생명공학분야 창업 벤처기업을 중점 육성 지원할 필요가 있다.

2. 생명공학산업 현황

신생명공학기술이 국내에 도입하기 시작한 1980년대 초부터 시작된 정부와 기업 및 학계의 연구개발 노력의 결과로 생명공학기술의 기반이 상당히 축적되어 왔다. 이러한 기술기반의 축적에 따른 신제품 도입능력의 확대와 더불어 국민의 생활수준 향상과 환경규제 강화에 따른 보건복지 및 환경에 대한 관심의 증대로 1990년대 들어 생명공학 관련 제품의 시장은 급속히 성장하고 있다.

〈표 3〉 생명공학산업의 세부생산제품수

(단위 : 개)

구 분	자체생산		수입판매	
	전통생명공학	신생명공학	전통생명공학	신생명공학
농업	26	3	5	-
식품	45	15	1	2
사료	9	2	1	6
의약	25	9	15	-
기타	11	9	2	4
계	116	38	24	12
합계	154		36	

* 주 : 생명공학산업의 시장파악을 위해 전통적 생명공학제품과 신생명공학제품으로 구분하여 조사한 바, 자체생산제품의 비중(81%)이 수입생산제품 비중(19%)보다 월등히 높았으며, 자체생산제품중 75%가 전통적 생명공학제품인 반면, 25%가 신생명공학제품이었고, 수입판매제품중에도 67%가 전통적 생명공학제품이었음.

** 자료 : 생물산업계 현황조사연구, 1997.3.

9) '93년에는 정부 40% : 민간 60%의 비율이었으나, '97년에는 정부 55% : 민간 45%의 비율을 보여 민간투자의 상대적 위축을 보여주고 있다. IMF의 도래에 따라 민간연구투자의 절대액수의 하락이 예상되는데 이러한 측면에서 미래 생명공학산업의 건전한 발전을 위해서는 정부의 역할이 더욱 강조된다고 하겠다.

기업조사¹⁰⁾에 의하면 국내 생명공학산업의 시장참여 형태는 크게 자체생산제품을 판매하는 것과 수입제품을 판매하는 형태로 구분할 수 있으며 생산과 수입제품을 동시에 취급하는 경우도 있다. 생명공학산업의 총시장 규모를 파악하고자 현재 판매중인 생명공학산업 관련 제품의 세부 item별 판매실적 및 계획을 조사한 바 <표 3>과 같은 결과를 보였다.

국내 생명공학산업의 세부 생산·제품 품목수는 자체생산 제품수가 154개, 수입판매제품 36개 등 총 190개에 달하고 있다. 업종별로 볼 때 식품분야의 자체생산 품목수가 60개(전통생명공학제품 45개, 신생명공학제품 15개)로 가장 많고, 의약 34개, 농업 29개 등의 순이었다. 수입판매제품은 의약분야에서 전통생명공학제품 15개, 신생명공학제품 4개로 가장 많았다. 결국, 생명공학산업 관련 제품의 세부품목별 생산·판매는 수입판매 제품에 비해 자체생산 제

품이 월등히 많고 '97년 계획도 상대적으로 높게 나타났다.

한편 국내 생명공학산업의 시장규모¹¹⁾는 '95년의 경우 자체생산중 전통생명공학제품이 1조 5,887억원, 신생명공학제품이 5,235억원으로 약 2조 1천억원 규모이고, 수입판매제품은 전통생명공학제품 386억원, 신생명공학제품 98.6억원 등 500억원 미만으로 적은 액수였다. '96년에는 자체생산제품중 전통 생명공학제품 1조 9천억원, 신 생명공학제품 5,745억원으로 2조 5천억원으로 추정었고, '97년에는 전통 생명공학제품 2조 1천억원, 신 생명공학제품 6,136억원으로 2조 7,744억원을 계획하고 있는 것으로 나타났다.

국내 생명공학 제품의 시장 규모와 전망을 산업별로 살펴보면 <표 5>와 같다. 생명공학 관련 산업은 의약산업에 의해 주도되고 있으며 생물환경과 바이오식품산업이 그 뒤를 따르고

<표 4> 국내 생명공학산업 시장규모

(단위 : 백만원)

구 분		95년 실적	96년 추정	97년 계획
자체생산 제품	전통생명공학제품	1,588,771	1,912,916	2,102,551
	신생명공학제품	523,497	574,529	613,691
수입판매 제품	전통생명공학제품	39,656	42,792	47,407
	신생명공학제품	9,860	8,794	10,750
계		2,161,784	2,539,031	2,774,399

* 자료 : 생물산업계 현황조사연구, 1997.3.

10) 본 조사는 기업기술연구원, 한국생명공학연구소 등이 공동으로 '96년 10월부터 약 3개 '97년 1월에 걸쳐 농축수산·식품·의약·화학·에너지·환경등 각 분야별로 연구소 보유기업과 매출액 기준의 표본추출을 통하여 1차 1,130개, 2차 254개 등 총 1,673개를 대상으로 하였다. 조사표 회수업체는 총 136개로 대기업을 중심으로 생명공학산업 활동을 활발하게 추진하는 기업을 중심으로 회수하였다.

11) 여기에서 제시하고 있는 생명공학제품의 시장규모는 한국생물산업협회에서 제시하는 자료와 차이가 있다. 생물산업협회의 자료에 의하면 생명공학제품시장을 '95년 2,516억원, '96년 3,285억원으로 발표하고 있는데 이는 조사대상기업의 숫자에서 차이를 보이기 때문이다.

〈표 5〉 국내 생명공학 제품의 시장규모와 전망

(단위 : 억원)

분 야	1992년	1994년	2000년	2005년
생물의약	654	1,406	14,720	46,200
생물농업	25	50	2,560	14,000
바이오식품	132	138	4,800	25,200
생물환경	109	162	3,200	15,400
생물화학	45	50	3,200	15,400
바이오에너지	-	-	2,240	16,800
생물공정	-	168	1,280	7,000
합 계	965	1,974	32,000	140,000

* 자료 : - 2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제
 - 생물산업, 산업연구원, 1994.12.
 - 생물산업협회, 1996.

있다. 농업과 생물화학 시장은 그 규모가 매우 적으며 바이오 에너지 산업은 아직 시장 자체가 제대로 형성되지 못하고 있다. 그리고 산업연구원의 보고에 따르면, 국내 생명공학 시장의 규모는 2000년에 3조 2천억원 그리고 2005년에는 14조원에 이를 것이며, 의약과 식품산업 뿐만 아니라 농업과 환경 등 생명공학의 전반적 시장이 확대될 것으로 예측되고 있다.

V. 생명공학산업 활성화 방안

1. 산업계 애로사항 내용

우리기업들이 생명공학산업 활동시 애로사항으로 들 수 있는 것은 기업내적 요인과 기업외적 요인 즉 정책환경, 주변산업환경, 하부구조 등이 있겠으나 생명공학산업과 직접 관련되는 사항을 대상으로 설문한 결과¹²⁾는 다음과 같

다.

기업에서 생명공학산업 활동시의 애로요인으로 크게 부각되는 것으로는 연구개발인력 부족과 R&D투자 여력부족으로 지적되었으며, 기술정보부족도 큰 비중을 차지하고 있는데, 이들 항목은 전부 기술개발자원과 관련된 것이다. 그 외의 항목들은 특히 R&D 추진자금 금융지원 부족을 제시하고 있어 생명공학산업의 기술개발 투자 여력과 자금지원의 대책이 절실함을 시사하고 있다.

기업에서 생명공학산업의 활성화를 위해 정부의 지원방향에 대한 요구는 무엇보다 기술개발비 특별지원(세제지원등)과 관련제품 인·허가 절차 간소화가 시급한 것으로 지적되었다. 또한 개발된 기술의 사업화에 대한 금융지원확대와 생산 및 설비투자 지원책 강구가 그 다음의 요구비중을 보였고, 국가연구개발 과제에의 참여 확대, 정부출연(연) 및 대학보유기술 이전확대,

12) 본 설문조사에서는 생명공학연구 및 산업화를 적극적으로 추진하고 있는 국내 136개 기업을 중심으로 수행되었다 (생물산업계 현황조사연구, 1997.3).

전임상 및 후임상의 실험대책 강구의 사항들이 그 다음의 지원요구 사항으로 나타났다. 반면에 외국과의 공동연구 지원확대와 대외기술도입 및 합작투자 정보지원등은 상대적으로 낮은 요구사항으로 보였다.

한편 생명공학산업의 경쟁력 강화를 위하여 시급히 필요한 사항으로는 국가적 중장기 생명공학산업 육성발전계획 수립실시와 생명공학산업의 국내외 기술 및 시장동향 파악, 전략수립 지원기능강화, 그리고 생명공학산업관련 안정성 시험, 독성실험등 지원체제 구축 등¹³⁾으로 지적되고 있다. 국가적 생명공학산업 기술개발과 제 도출, 지원체제 강화도 높은 비중으로 지적되었고, 국내 생명공학산업 경쟁력평가, 기술예측 기능확대와 신규 생명공학산업 사업화 지원체제구축, 일반국민들의 생명공학 인식도 제고 및 윤리적인 문제에 대한 대책¹⁴⁾도 필요하다고 인식되고 있다.

따라서 생명공학산업의 활성화를 위해서는 기술개발 자금, 고급인력의 부족에 대한 애로를 해결하는 동시에 세계지원 등 기술개발 금융지원의 확대와 기술·시장 정보의 제공 및 시험지원 체제구축은 물론 중장기 육성발전 계획의 실시가 적극적으로 추진될 것임을 시사하

고 있다.

2. 정부정책에의 시사점

우리 나라는 1980년대 초부터 정부를 중심으로 생명공학의 연구개발에 관심을 갖기 시작하여 현재에는 어느 정도 연구기반이 축적되고 산업화를 분위기가 조성되었다고 평가될 수 있다. 그러나 생명공학의 기술혁신을 위해 요구되는 기초연구의 역량이 부족하고 산업계의 과감한 연구개발 투자가 이루어지지 못하고 있으며 또한 기술개발과 상업화를 위한 기술하부구조의 구축은 매우 미흡한 실정이다. 현재 기업들은 기술을 도입하거나 모방하여 이를 상품화하는데 어느 정도 성공을 거두었으나 판매시장이 국내에 제약되어 성장에 한계를 느끼고 있는 한편 혁신적 신기술의 개발을 위한 노력도 기초연구 능력과 전문 연구인력의 부족으로 어려움을 겪고 있는 딜레마에 빠져 있다. 또한 WTO 체제의 출범으로 지적재산권 보호에 대한 압력이 가속화¹⁵⁾되고 있고 세계화의 급속한 진전으로 기업간 경쟁은 국내뿐만 아니라 국제적으로도 한층 치열해지고 있다. 특히 '97년 11월부터 시작된 IMF체제는 우리나라 전체산업에 엄청난 구조조정의 충격을 주고있고 생명공학산업

13) 본 연구기반 조성사업을 위하여는 정부의 「생명공학육성기본계획(Biotech 2000) 제2단 계('98~2002)」에 연구지원사업(생명공학정보사업 등 4가지), 연구기반조성(보건의료과 학단지조성 등 3가지), 생명공학 안전성 확보(안전성·연구시설 확충 등 3가지)를 제시하고 있으며 제도개선 실적을 밝히고 있으나 아직 미흡한 실정이다. 이를 보완하기 위하여 공공적 R&D 지원기반을 위하여 8가지의 중점영역을 제시하고 있는데 자세한 내용은 上掲書 pp.16~19를 참조하기 바란다.

14) 생명공학의 인지도 및 윤리적인 문제에 대한 검토는 매우 중요하면서도 흥미있는 주제이다. 지금까지 생명공학의 인지도 및 윤리에 대하여는 몇편의 연구결과(장호민 외, 1993.3, 1993.6, 1993.9, 현병환 외 1997.1, 1997.6)가 있으나 조사지역이 지역적이어서 조사방법론에 근거한 Sample 기법을 활용하지 못한 한계를 보여주고 있다. 점차 생명공학 제품이 많이 나오고 있고 특히 식품의 형태로 판매될때는 기업적인 차원에서 아무리 정확한 경제성 분석이 이루어진다고 해도 소비자들의 거부(자세한 내용은 현병환 외 1997.1, pp.8~14 참조)가 발생하면 기업차원에서 막대한 손실을 초래할 수 있다.

15) 1995년 WTO 체제의 출범에 따라 “지적재산권의 무역관련 측면에 관한 협정(TRIPs : Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights)”이 발효되었는데, 특허권의 존속기간이 출원일로부터 20년동안 연장됨에 따라 국내 제약업계, 정밀화학업계, 농약업계, 생물산업계 등이 받을 피해액이 약 1조원 이상으로 추정된다(박재혁 외, 1997.8, pp.33~36).

또한 예외일 수 없는 상황이다.¹⁶⁾

따라서 이러한 대내외적인 환경의 변화에 적절히 대처하고 생명공학을 21세기의 핵심산업 기술로 발전시키기 위해서는 국가 총체적인 기술혁신시스템과 전략을 재정비해 나가지 않으면 안된다.

이러한 상황인식 하에서 정부의 생명공학 육성정책을 더욱 공고히 하기 위한 정부정책의 기본적인 중점 정책집행 방향을 지적하면 다음과 같다.

첫째, 연구개발 투자의 확대

국내 생명공학 연구개발투자는 1997년 현재 약 3,117억원으로 예상되며, 이중 정부투자가 1,717억원, 민간투자가 1,400억원으로 예상되어 정부투자 비율이 '93년의 40%에서 '97에는 55%로 확대되는 고무적인 현상을 보여주고 있다. 그러나 IMF체제하에서 향후 몇 년간 기업의 투자는 더욱 축소될 수밖에 없어 정부의 투자확대가 더욱 요망되고 있다.

국내 연구자들이 정부의 연구개발 투자의 문체점으로 지적하고 있는 것은 타 기술분야에 비해 단위과제당 연구비가 적다는 것이며 상대적으로 농업과 생물공정 및 육종 등 특정분야에 대한 지원이 적게 이루어지고 있다는 것이다. 한편 정부에 비해 상대적으로 느린 속도로 연구개발투자를 증가시켜 왔고 현재의 IMF체제하에서 더욱 투자가 위축될 수밖에 없는 기업들의 투자를 유인하기 위하여 연구개발투자

에 대한 세금감면 등의 조세혜택을 확대하고 유전공학뿐만 아니라 모든 생명공학분야를 첨단산업에 포함시키는 등의 제도개선도 요구되고 있다. 또한 기업 스스로도 외부 과시용이나 정부조세 감면을 의식한 형식적인 부설연구소의 설립 및 운영을 지양하고 외부환경의 어려움을 기술개발에 승부를 거는 진정한 기술개발 혁신마인드를 가져야 할 것이다.

둘째, 기초연구 역량의 강화

생명공학이 궁극적으로 추구하는 바는 우선적으로 생명체에 대해 과학적으로 이해하는 것에 있으며 이것이 바탕이 되어야만 생산기술이 체계화되고 제품생산을 통한 시장화로 연결이 가능하게 된다. 따라서 생명공학의 기술혁신을 위해서는 생명현상을 과학적으로 이해하기 위한 기초연구의 역량이 매우 중요하다. 국내에서 기초연구는 주로 대학과 정부연구소에서 담당하고 있는데 대학의 경우 연구기능이 취약하며 정부연구소도 응용연구에 치우쳐 있어 국내의 기초연구 역량은 선진국에 비해 매우 뒤쳐져 있는 실정이다.¹⁷⁾ 기초연구 역량을 강화하기 위해서는 우선 절대적으로 부족한 기초연구비의 확대가 시급하다. 한편 정부 출연연구소도 올바른 역할의 정립을 통해 단기적인 개발연구를 줄이고 장기적인 관점에서 기업이 필요로 할 수 있는 목적기초와 원천기반기술에 중점적인 노력을 기울여야 한다. 현재 정부출연 연구기관을 공공기초와 산업연구소로 이원화하여

16) 우리나라의 금융위기에 따라 겪게될 국가 생명공학산업 육성정책에 대한 세계 언론의 관심도 매우 높다. 세계적 권위자인 NATURE BIOTECHNOLOGY(1998.2)는 우리나라의 Biotech 2000 계획을 자세히 보도하면서 금융위기가 몰고올 한국의 생명공학 육성정책에 대한 우려를 보여주고 있으며, 특히 대부분 수입에 의존하고 있는 연구장비 및 시약들의 가격상승에 따른 어려움을 보도하고 있다.

17) 생명공학은 그 기술적 특성상 타분야와의 과학적 접맥이 매우 중요하며 이점에서 생명공학 기술혁신을 위한 노력에서 대학의 역할은 중요하다. 선진국에 있어서 대학은 생명공학을 발전의 가장 중요한 혁신주체일 뿐만 아니라 생명공학을 바탕으로 하는 신기술창업기업의 배태조직(incubating organization)의 역할을 충실히 수행하고 있다 (Walsh et al, 1995).

차등지원을 하도록 하는 제반 법적 조치가 이루어지고 있는 과정이지만 산업연구소로 분류되었다고 목적기초 및 원천기반 연구를 등한시 하도록 정책적으로 유도하는 것은 국가 기술혁신 특히 생명공학분야와 같이 산업이 활성화 되지 못한 상황에서는 선진국과의 기술적 격차만 벌어지게 하는 정책적 오류임을 인식하여야 할 것이다.

셋째, 벤처기업형 생명공학기업의 육성

생명공학기술은 아직 시장의 규모가 작고 생산시설을 위한 투자가 타 산업에 비해서 매우 적게 소요된다는 특성을 갖고 있기 때문에 기술집약형 벤처기업이 참여하기에 적합하다. 최근 국내의 기술집약적인 소규모 생명공학 벤처기업의 수¹⁸⁾가 점차 증가추세에 있으나 아직도 정부의 벤처기업 활성화 노력에 비하면 적은데 이의 가장 큰 원인은 국내의 벤처기업을 위한 하부구조의 취약성¹⁹⁾에 있다. 국내 벤처기업을 양성하기 위해서는 투자환경의 개선, 연구비와 연구인력의 지원, 창업인큐베이터(TBI)의 설치, 세제혜택, 외국기업에 대한 정보제공, 기업간 콘소시움 구성을 통한 모험기업 설립 등에 있어 정부의 적극적 노력이 요구되고 있다.

그러나 본질적으로 신약개발 비용은 '96년의 경우 1개 제품개발에 5억달러가 든다는 조사(Nature Biotechnology, 1997.12)가 나올 만큼 큰 비용이 요구되는 분야이므로 국내 제약업계에서도 외국의 다국적 제약회사와의 연계가 불가피하며 이 분야에 대한 정부의 제도적 지원이 요망된다.

넷째, 기술하부구조의 구축

생명공학 기술정보 수집 및 유통시스템, 안정성 시험·연구 및 관련시설의 확보, 규제와 지적 재산권 제도, 생물시험공장 등을 포괄하는 기술하부구조는 미국, 일본 등의 국가들에 비해 매우 취약한 실정이다. 기술정보의 경우 국가적 Genome사업 추진에 따른 DB구축 및 S/W개발, 생명공학 생물정보사업 기반구축 및 보급사업 지원, 생물무기금지협약(BWC) 검정의정서 관련 연구개발, 산업화 기술 및 시설관련정보의 제공 등 많은 사업이 필요하다. 국내에서 신기술 개발을 위한 국제적 수준의 연구가 보다 효율적으로 수행되기 위해서는 연구개발에 필요한 전문정보의 축적 및 가공 서비스시스템 강화가 필요하며 이에 대한 정부의 적극적인 투자지원이 있어야 한다.²⁰⁾ 안전성 시험·연구

18) 우리나라 생명공학 벤처기업은 1998년 현재 20여개사로 파악되고 있으며, 중점분야는 미생물농약, 농업용 생물학적 제제, 유산균 제제, 유전자 진단소재, 생물의약품 등이다. 대표적인 기업으로는 (주)대양바이오텍('91년), (주)바이오니아('92년), (주)솔빛바이오텍('94년), (주)Cell Biotech('95년), (주)한국미생물기술('96) 등이 있다 (한국생물산업협회, 1998.3).

19) 이미 선진국에서는 생명공학 분야의 창업이 매우 활성화 되어 있으며(Walsh et al, 1993, BMBF, 1995.10), 미국 연방정부는 SBIR(Small Business Innovation Program) 프로그램을 수립하여 자금의 무상지원등 다양한 벤처기업 활성화를 위한 하부구조를 구축하고 있다. 현재 미국은 생명공학 벤처기업이 600개에 이르는 것으로 알려져 있으며, 미국의 실리콘밸리에서도 정보통신분야가 성숙기에 접어들면서 생명공학 투자가 급증하기 시작하여 실리콘밸리가 바이오밸리로 변하고 있다는 진단도 나오고 있는 실정이다 (매일경제 '98.8.19). 그러나 우리나라도 1997년 정부의 벤처기업 육성지원을 위한 "벤처기업 육성에 관한 특별조치법"이 제정되면서 바이오벤처기업의 창업이 늘어나고 있는 추세다.

20) 생명공학 관련정보의 수집, 가공, 분석, 공개는 매우 중요한 사업이다. 현재 우리나라에서는 매년 발표되어야 할 산업계의 상품정보나 연구개발 동향에 대한 정보조차도 미흡한 실정이다. 산발적인 정보가 관련 연구기관이나 협회, 조합, 학계에서 발표되고 있으나 이를 체계적으로 정리하여 용이한 정보입수가 가능토록 하는 중심적 기능이 부재한 실정이다. 이러한 문제점을 근본적으로 개선하기 위해서는 정부에서 Biotech 2000 2단계 기획에서 제시

및 관련시설의 경우에도 대부분의 경우 외국의 CRO(임상시험위탁기관)에 의존하고 있다. 최근 정부에서 OECD 환경규정에 적합한 화학물질 안전성 시험시설(GLP)을 설치하기로 한 것은 그나마 고무적이다.

또한 생명공학기술이 개발되어 산업화에 이르기 위해서는 공정기술의 개발도 중요한데 이때 중요한 것이 scale-up이다. 미국의 경우 대부분의 엔지니어링 기업이 생물시험공장 서비스를 제공하고 있으며 일본과 유럽에서도 정부연구소와 대학에서 생물시험공장을 설치 운영하고 있다. 국내의 경우 지난 1995년 생명공학연구소에 생물시험공장이 설치되어 운영되고 있으나 국내의 수요를 충분히 충족시키지 못하고 있다. 특히 중소기업의 경우 사업성공여부의 불투명성과 과다한 설비투자자금의 소요로 이를 설치하여 운영하는 것이 불가능하기 때문에 공공적 차원에서 현재 운영중인 생명공학연구소의 생물시험공장 사업을 확대할 필요성이 있으며 또 대학에도 소규모지만 나름대로 특화된 생물시험공장을 운영할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다.

다섯째, 산업계·학계·연구소간 연계·교류 시스템의 강화

국가전체의 연구개발 능력의 향상을 위하여는 관련 연구분야의 산·학·연 연계·교류 시스템의 원활한 작동이 절대적으로 필요한데, 이를 위해서는 제도적인 차원에서의 연계·교류 시스템 구축이 필요하다.

먼저 산·학·연의 인적교류의 촉진 및 정부

출연연구기관의 연구 및 시설장비에 대한 산업계 및 학계로의 이전 및 활용을 위해서는 일종의 규제완화 정책이 필요한데, 예를 들어 기업과의 공동연구를 활성화시키는 정부지원 제도라든가 국공립 연구기관의 연구인력을 민간기업이 활용할 수 있도록 겸업허가의 규정완화, 학회활동의 참여·공헌을 통한 기업에의 기술확산 및 다양한 연구개발시설·설비의 공동활용 촉진을 위한 제도적·예산적 지원정책 등을 들 수 있다.

또한 지역적인 차원에서의 연계·교류도 중요한 과제인데, 지역 각각의 특성을 살리는 시설 및 국공립연구기관의 지원정책 활성화와 산·학·연의 연구교류 활성화도 그 방안이 될 수 있다.

한편 미국, 일본 등의 산학간 연계구조 강화 제도 현황을 살펴보는 것이 도움이 될 수 있다. 미국의 경우 기업과 대학과의 협력관계의 증진을 위해 연방정부는 대학에서 기업으로의 기술이전을 적극 장려하고 있다. 1987년에는 단백질공학 연구를 위해 기업간 컨소시엄을 구성하려 하였으나 실패로 돌아가 미국에서의 협동연구는 주로 대학이나 정부연구소를 기본으로 하는 연구센터 형태를 취하고 있다. 그리고 일본의 경우에는 정부의 자금지원을 받는 연구조합이나 산업협회를 중심으로 주로 이루어진다. 그리고 정부와 민간기업들이 공동 출자한 회사형태로 설립하여 운영하는 연구개발주식회사는 일종의 컨소시엄의 형태로 기존의 정부지원의 공동연구 방식과 차이를 보이고 있다. 또한 영국의 경우에도 대학과 기업과의 협력관계 강화를 기본 정책으로 삼고 있으며 산학연 협력의

(p.18)한 바와 같이 생명공학정보화사업에 본격적으로 투자하여야 한다. 그 방법으로는 생명공학 정보관련 산·학·연 기관들을 유기적 Network으로 결합하여 역할분담을 통한 Internet 정보공개를 수행하며 그 결과를 통한 평가를 시행하면 빠른 시간내에 세계적인 한국의 생명공학 정보화 Network이 구축되어 정부 및 산업계의 부족한 정보욕구를 충족시켜줄 수 있을것이다.

강화를 위해 공동연구구성제도, Link제도, 학제연구제도, Club제도, 교육기업제도 등을 운영하고 있다.²¹⁾

VI. 결 론

생명공학기술은 21세기초에 세계 경제 사회체계의 주요 기반적 요소로 성장발전이 기대되는 미래첨단기술이다. 생명공학기술은 제1차 석유화학기술, 제2차 반도체·컴퓨터기술에 이어 제3의 산업혁신 기술로서 21세기 산업을 주도할 것이라는 전망하에 국가적 지원정책을 통한 산업활성화를 추진하고 있는 것이 세계적인 흐름이다. 이러한 세계적 추세에 맞추어 우리나라에서도 정부의 주도하에 범부처적 생명공학육성계획인 '생명공학육성기본계획(Biotech 2000)'을 수립하여 '94년부터 시행해 오고 있으며 매년 정부의 투자는 증대되고 있다. 우리나라의 경우 생명과학의 학문적 기반이 형성되면서 정부연구소뿐 아니라 산업계의 기술기반이 형성되는 데는 정부의 주도적인 지원정책에 힘입은 바가 매우 크며, 이러한 관점에서 생명공학기술은 정부주도형 기술개발정책으로 파악될 수 있다.

이러한 정부의 주도 하에 산업계의 연구투자비 및 연구인력의 꾸준한 증대와 아울러 생명공학 제품도 수적으로나 판매규모면에서 증대가 이루어져 왔던 것이다. 그러나 본질적으로 우리나라 생명공학기술에 대한 연구는 선진국에 뒤져있기 때문에 기초연구의 역량이 부족하고, 산업계의 과감한 기술개발 투자가 이루어지지 못하였으며, 또한 기술개발과 상업화를 위한 기술하부구조의 구축이 매우 미흡한 실정이다.

또한 WTO체제의 출범에 따른 지적재산권 보호의 압력이 높아지는 상황에서 설상가상으로 IMF체제까지 당하여서는 기업의 연구개발 능력은 매우 심각한 위기에 봉착하고 있는 것이다.

이러한 상황에서 생명공학산업의 활성화를 위해서는 정부의 역할이 더욱 필요하게 되었다. 본 연구에서는 이러한 상황인식하에 정부의 생명공학산업 활성화를 지원정책으로 연구자금, 시설 등 직접적인 지원정책 중심의 한계적 시각에서 벗어나 기업을 비롯한 기술혁신 주체간 상호작용과 기술혁신 환경조성을 위한 간접적 지원중심의 정책전환될 필요성을 제시하고 있다. 또한 우리나라 생명공학 기술혁신시스템을 재정비하기 위한 중점 개선방안으로 연구개발 투자의 확대, 기초연구 역량의 강화, 벤처기업형 생명공학기업의 육성, 기술하부구조의 구축, 산업계·학계·연구소간 연계·교류시스템의 강화를 제시하고 있다.

현재의 우리나라는 경제를 위시하여 사회, 정치, 문화, 국민의 의식수준 등 모든 면에 있어서의 구조조정기에 있으며, 이러한 구조조정을 성공적으로 수행하는가에 국가의 존망이 달려 있다고 볼 수 있다. 이러한 국가개조 노력은 정부의 주도 면밀한 계획에 의존하여 시행되어야 하나 본질적으로 기업과 가계의 전적인 동참이 없을 때는 불가능한 일이라고 볼 때, 정부의 생명공학산업 활성화 정책도 기업과 대학, 연구기관 및 국민의 적극적인 자기개혁과 혁신노력에 성패의 여부가 달려있다고 할 수 있다.

21) 외국의 사례에 대한 부분은 박재혁 외(1997.8) 참조.

參 考 文 獻

- 과학기술처 외, 「생명공학육성기본계획(Biotech 2000)」, 1993. 12.
- _____, 「생명공학육성기본계획(Biotech 2000) 2단계 기획을 위한 사전 조사 연구」, 1997. 12.
- _____, 「생명공학육성기본계획(Biotech 2000) 2단계('98~2002)」, 1998. 5.
- 박영훈, "생명공학기술분야의 차세대 연구개발 동향", 「생명공학동향」, 제 5권, 제 4호, 1998. 3.
- 박재혁 외, 「생명공학 기술혁신 전략연구」, 과학기술정책관리연구소(STEPI), 1997. 8.
- 박종오 외, 「생물산업계 현황조사 연구」, 기업기술연구원, 1997. 3.
- 산업연구원, 「2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제-생물산업」, 1994. 12.
- 설성수 외, 「기술혁신과 산업·과학기술정책」, 기업기술연구원, 1997. 7.
- 장호민 외, "생명공학과 윤리,사회", 「생명공학동향」, 1993. 3.
- _____, "생명공학에 대한 인지도 비교분석", 「생명공학동향」, 1993. 6.
- _____, "한·일간 생명공학 인지도 비교분석", 「생명공학동향」, 1993. 9.
- 정선양, "생명공학진흥정책의 새로운 방향 : 혁신체제론적 접근", 「생명공학동향」, 제 5권 제 3호, 1997. 11.
- 한국생물산업협회, 「바이오벤처기업 육성방안」, 1998. 3.
- 한문희 외, 「생명공학기술-현재와 미래」, 생명공학연구소, 1996. 12.
- 현병환, 「생명공학 인지도 및 경제적 가치평가 연구」, 1997. 1.
- _____, "생명공학 인지도 및 경제적 가치평가", 「농업과학연구」, 제 24권 제 1호, pp. 75-84. 1997. 6.
- _____, "생명공학 혁신시스템의 미·일 비교 연구-우리나라의 시사점 도출을 위하여-", 한국기술혁신학회, 추계학술대회, 1998. 11. 21.
- _____, "바이오 의약산업의 현황과 전망", 「계약산업정보」, 한국계약협회, 출권 32호, 1998. 11.
- Bundessministerium fur Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technoligie(BMBF), "Was bringt uns die Biotechnologie?"; Bonn, 1995.
- Bundessministerium fur Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technoligie(BMBF), "Pressmitteilungen : Wir brauchen eine neue Grunderwelle auch in der Biotechnologie", 1995. 10.
- Narure Biotechnology, "The R&D costs of bringing a new drug to the market", Vol. 15, 1997. 12.
- Narure Biotechnology, "Biotechnology unscathed in Korea finance crisis", Vol. 16, 1998. 2.
- OECD, *Biotechnology and Tread : Current State of Work*, 1997.
- OECD, *Biotechnology and Medical Innovation : Socio-Economic Assessment of the Technology, the Potential and the Products*, 1997.
- Reiss, T., "Knowledge Transfer in Biotechnology: The Case of Germany", in: Inzelt, A. and Coenen, R. (Editors), *Knowledge, Technology Transfer and Foresight*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1996, pp. 25-31.
- Schmoch, U., "bdw patent index", *bild der wissenschaft*, pp. 6-7, 1994. 11.
- Walsh, V., "Demand, Public Market and Innovation in Biotechnology", *Science and Public Policy*, Vol. 20, No. 3, 1993, pp. 138~156.
- Walsh, V., J. Niosi and P. Mustar, "Small-firm Formation in Biotechnology : A Comparison of France, Britain and Canada", *Technovation*, 15(5), 1995. 12., pp. 303~ 327.