

01 BT

개인 맞춤형 의학 시대 활짝



21세기, 아니 어쩌면 인류가 발전시키고 있는 모든 과학기술의 궁극적인 지향점이 될 생명공학(BT)은 과학기술의 발달과 시대적 변화에 따라 그 영역을 확장하고 있다. 유전자 조작 등 유전공학 기술이 발달하면서 생명공학이라는 용어가 널리 쓰이게 되었으나 현재 생명공학의 정의는 생물체의 유용한 특성을 이용하기 위한 기술 전체를 말하며, 기초학문과 응용기술 모두를 포함하고 있다.

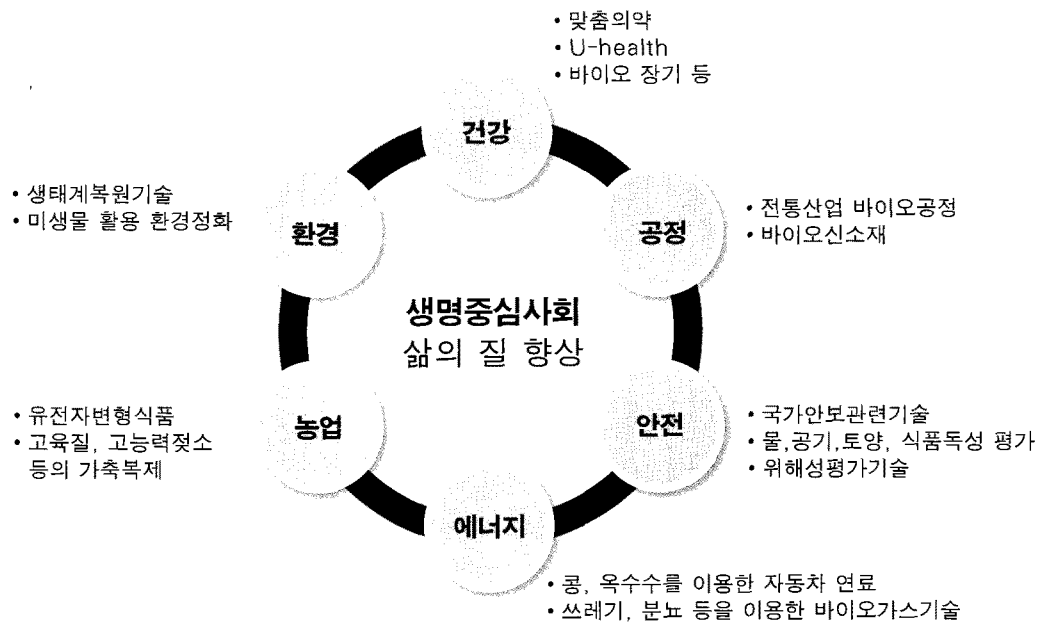
BIT, BNT, BET 등 생명공학 영역 확대

전통적으로 생명공학 기술은 의약, 농업, 식품 중심으로 발전해 왔으나 인간게놈프로젝트의 성공과 융합기술의 등장으로 화학, 환경, 에너지는 물론 전자·정보기술과의 융합을 통해 신기술 창출과 기술혁신, 관련 산업으로의 영역 확대(BIT, BNT, BET)가 이루어지고 있다. 한편, 인간게놈프로젝트는 약 30억 쌍의 인간 게놈 전체 DNA 염기서열 해석 사업으로 미국, 영국 등 6개국을 중심으로 1990년에 시작해 2003년에 완성했다. 인간게놈프로젝트는 각종 질병의 조기진단 및 예측을 가능하게 하며, 개인에 따른 유전 정보 차이를 비교 및 활용함으로써 개인별 특성에 맞는 맞춤의료 및 유전자 치료의 기틀을 마련한 것으로 평가되고 있다.

특히 생명공학은 식량부족으로 인한 세계적 기아문제와 국경이 소용없는 신종 전염병의 발생과 창궐, 인간 수명 증가로 인한 고령화 사회 현상, 화석연료의 한정성과 그 사용으로 인한 환경문제 등 인류가 당면한 난제들의 해결책으로서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 이러한 전 인류 공통의 문제들을 해결하기 위해 레드바이오, 그린바이오, 화이트바이오 등 각 분야마다 끊임없는 기술발전과 혁신을 통해 인간 삶의 질 향상과 생명중심사회구현을 추구하고 있다. 레드바이오는 우리 혈액의 붉은색을 상징하며 신약개발, 진단시약, 치료제 등을 비롯하여 줄기세포, 의약품 장기 등 인간의 건강증진을 위한 보건의료 산업을 총칭하며, 그린바이오는 농업 등 식량에 관련된 생명공학 분야를 말하며 바이오 기술을 통해 고부가가치의 기능성 작물 및 유전자 변형 작물을 개발·생산하는 기술 분야를 포함한다. 그리고 화이트바이오는 기존의 화학합성을 통해



글 **현병환** 한국생명공학연구원 생명공학정책연구센터장
bhhyun@kribb.re.kr
글쓴이는 고려대학교 농업경제학과 졸업 후 동대학원에서 석사학위를, 충남대학교에서 박사학위를 받았다. 생명공학연구소 연구정책과장·혁신정책실장 등을 지냈으며, 현재 과학기술연합대(UST) 교수, 한국기술경영경제학회 부회장 등을 겸임하고 있다.



▶▶ 바이오세계로의 초대 (Credit : 교육과학기술부)

생산되던 연료, 소재, 제품 등을 미생물·식물을 비롯한 자연계의 생물을 통해 만들어내는 친환경 생명공학 기술을 뜻한다.

바이오경제시대의 도래

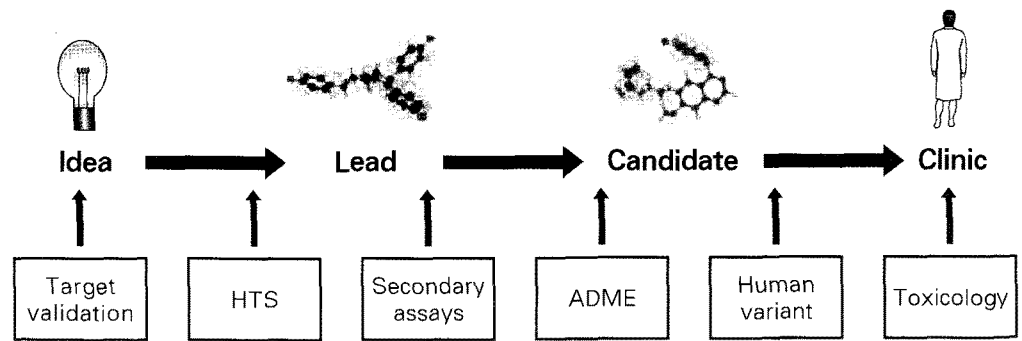
OECD는 2009년 발행한 '2030년 바이오경제시대를 위한 정책 디자인'에서 다가오는 바이오 경제 시대에 대비할 것을 제안하였다. 바이오경제란 '생명과학 발전으로 신제품의 보급이나 서비스의 향상을 통하여 인류에 편익을 가져다주는 다양한 경제활동을 포괄하는 개념'으로 인구와 경제, 노동자원, 에너지와 기후변화, 식료품 가격과 물, 보건의료 비용, 기술개발 등 인류의 당면과제에서 생명공학의 중요성을 시사하는 새로운 경제 사회적 패러다임이라고 할 수 있다. 미국 MIT 선정 10대 유망 기술 중 BT 관련 기술이 3가지나 선정되는 등 세계의 권위 있는 연구기관이 밝히는 미래 유망기술에서 생명공학 관련 기술은 항상 큰 비중을 차지하고 있으며, 그 기술발전 경향도 단일 개별기술 중심에서 융합 및 응용산업으로 확대되고 있다.

각 분야별 BT 기술발전 경향을 살펴보면, 레드바이오 분야는 화합물 신약에서 바이오 신약개발로 빠르게 전환되고 있으며, 그린바이오의 경우 농업분야의 산업적 이용 측면에서 가속되고 있고, 화이트바이오의 경우 바이오 에너지를 비롯하여 산업 및 환경분야의 응용 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 1차 생산 분야에서는 향후 5년 내에 전 세계 주요 식량, 사료, 공업 원료용 농산물 생산량의 절반이 바이오기술을 통해 개발된 생물로부터 유래할 것이라고 전망되고 있으며, 보건 분야의 경우 제약분야와 BT기술의 구분이 없어지고, 각 개인별 유전 정보와 질병의 관계에 대한 이해가 높아짐에 따라 개인 맞춤형 의학 시대가 시작될 것이라고 예측되고 있다.

세계 주요국, 국가 최우선 투자 분야로 BT에 집중

이와 같이 생명공학 기술 발전이 경제와 사회에 밀접하게 연관되어있는 미래 바이오 경제 시대를 대비하기 위해 세계 각국은 국가 최우선 투자 분야로 BT 분야를 집중 지원하고 있다. 미국의 경우 경제위기에 대처하기 위한 오바마 정부의 중요한 정책 중 하나로 R&D 투자 강화를 추진하고 있는데, 미국국립보건원(NIH)의 2009년 예산은 약 410억 달러로, 미국 총 R&D의 19%를 차지할 정도였으며, EU(유럽연합)는 제7차 FP(프레임워크 프로그램)를 통해 BT분야에 총 505억 유로 투자를 추진하고 있다. 특히 주요 회원국인 영국의 경우, 2009년에 생명과학청(OLS)을 영국혁신대학 기술부(DIUS) 내에 설립하여 '생명과학 청사진'을 발표, BT기업을 위한 환경조성 종합대책을 중심으로 다양한 발전 방안을 제시하였고, 같은 해 영국 생명과학기술연구위원회(BBSRC)는 '신 전략 계획 2012~2015'를 발표하여 3대 핵심사항으로 '바이오 에너지, 식량안보, 건강을 위한 생명과학' 등을 제시하였다.

일본의 경우 과학기술기본계획에서 생명과학을 중점 추진 분야로 선정하고 중점 지원을 강화하고 있는데, '건강장수사회 실현을 위한 지원기기 및 의료기기 분야의 의공(醫工) 연계' 등 우수한 연구성과의 실용화 연계를 위해 부성(府省)이 범정부적으로 대응하고 있다. 또한 중국은 생명공학을 국가발전을 위한 7대 주요 기술분야 중 하나로 선정하여 국가적 육성을 추진하고 있으며, 특히 125계획(12차 경제개발 5개년 계획)의 핵심사업으로 바이오 기술의 산업성장을 채택(2009)하여 2020년까지 단계별 계획을 추진 중이다. 이처럼 세계 주요 각국은 생명공학 주도권 확보를 위해 관련 예산 증액, 혁신적인 체제 정비, 범부처적인 대응과 독립 기구 설치 등 국가적 전략을 수립하고 이에 필요한 조직을 정비하고 있으며, 국가차원의 중점육성분야를 선정하여 그에 대한 지원을 강화하고 있다.



▶▶ 화이자의 존 맥네이시가 '네이처 리뷰' 기고에서 정리했던 줄기세포 이용 신약개발 개념도

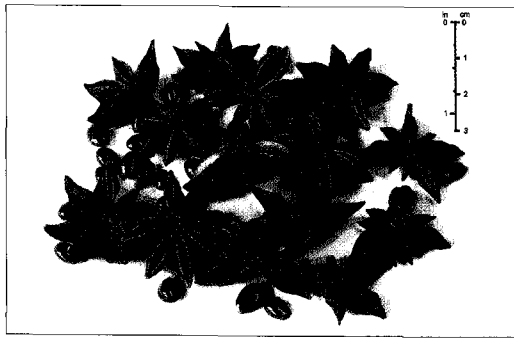
우리나라도 이러한 세계적인 추세에 맞추어 제2차 생명공학 육성기본계획(바이오 비전 2016)을 수립하고 첨단 생명공학 기술개발과 미래 핵심 바이오산업 육성에 국가적 차원의 노력을 기울이는 등 생명공학을 통한 국가경제 역량과 기반 확대 방안을 모색하고 있다. 교육과학기술부의 경우 향후 10년간의 단계별 BT 발전방향과 목표를 수립하여 현재 추진하고 있는데, 2012년까지 바이오 유망기술개발과 선진화 기반을 확충하고, 2016년까지 바이오산업 육성을 위한 선도적 원천 기술을 확보하며, 2020년까지 바이오경제 핵심 원천기술을 선점하여 우리나라가 바이오 경제 시대의 주도권을 확보할 수 있도록 만들겠다는 야심찬 계획을 추진 중에 있다. 이러한 관점에서, 먼 미래가 아닌 이미 시작되어 우리가 힘차게 뛰고 있는 2011년에 각광 받음과 동시에 우리가 집중 공략해야 할 몇 가지의 BT 분야들을 소개한다.

인간 줄기세포 기반 신약 발굴

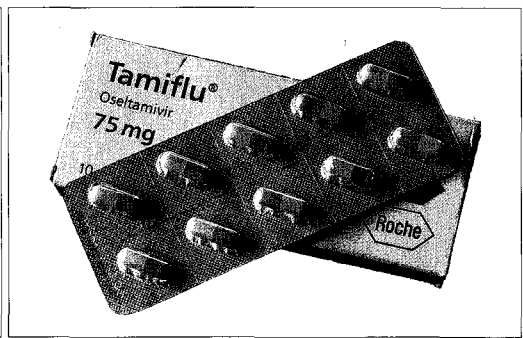
전통적인 신약개발에서는 다양한 화합물을 합성한 후 고효율 대량 검색 및 분석(HTS)을 통해 선도물질을 선별하고, 선별된 물질의 화학구조 및 활성을 분석하여 후보물질을 발굴한다. 그리고 이에 대한 생화학 및 약물동력학적 분석, 생물학 실험 등을 거쳐 장기간의 안정성 시험을 단계별로 거친 후 임상시험을 통해 의약품으로서의 안정성을 입증하는 방식을 주로 택하고 있었다. 그러나 이와 같은 방법을 통한 신약개발은 그 과정에서 많은 비용과 시간이 소요되는데, 애써 발굴한 많은 후보물질이 전임상 과정의 물성 및 독성 발생 예측(ADME/Tox) 단계에서 탈락되거나 연구개발이 취소되며, 이러한 단계를 거치더라도 임상시험 단계에서 의약품으로서의 부적합성이 판명되거나 그 효능의 검증에 실패하는 경우가 90% 이상에 달한다.

그런데, 인간 줄기세포 기반의 신약개발 방식을 최적화할 수 있다면 개발 초기 단계에서 인간 줄기세포로부터 분화된 조직 특이적 분화세포를 후보물질에 대한 ADME/Tox 시험에 적용함으로써 인간에 근접한 생물검정법을 상대적으로 손쉽게 활용할 수 있게 된다. 신약개발 과정에 소요되는 시간과 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 것이다.

최근 선진국을 비롯한 생명공학 연구의 선두그룹들은 인간 줄기세포 유래 조직세포를 신약개발에 이용하기 위한 연구에 박차를 가하고 있다. '칼로라마 인포메이션'의 관련 보고서에 따르면 줄기세포 관련 세계시장은 연평균 성장률 20% 이상의 유망한 산업군으로서 줄기세포의 신약개발 활용 관련 시장의 성장률이 50%가 넘을 것으로 전망하고 있다. 현재 줄기세포 활용 신약 개발 분야는 관련 논문과 특허의 수가 타 분야에 비해 상대적으로 적으므로 원천핵심기술 확보의 여지는 비교적 많은 편이라고 할 수 있으나, 최근 다국적 제약회사의 노력과 투자는 매우 위협적이며, 국내의 관련 연구는 아직 기초연구 수준에서 진행되고 있으므로 관련 기술경쟁력 확보가 시급하다.



▶▶ 타미플루의 원료 식물인 스타아니스



▶▶ 로슈사의 타미플루

시스템 생물학을 통한 노인성 질환 극복

우리나라는 세계 역사상 유례가 없을 정도로 빠른 고령화 추이를 보이고 있는데, 현재 65세 이상 인구의 의료비 지출이 젊은 층의 5배가 넘는 것으로 보고되고 있고, 이러한 추세는 더욱 심화되고 있어 장차 경제·사회적 문제가 될 것으로 전망되고 있다. 이러한 문제의 해결을 위해서는 단순한 평균수명 연장의 개념을 넘어 노인성 질환 극복을 통해 자립적인 생활을 가능하게 하는 건강수명 연장 연구 등 새로운 노화 연구 패러다임이 필요하다.

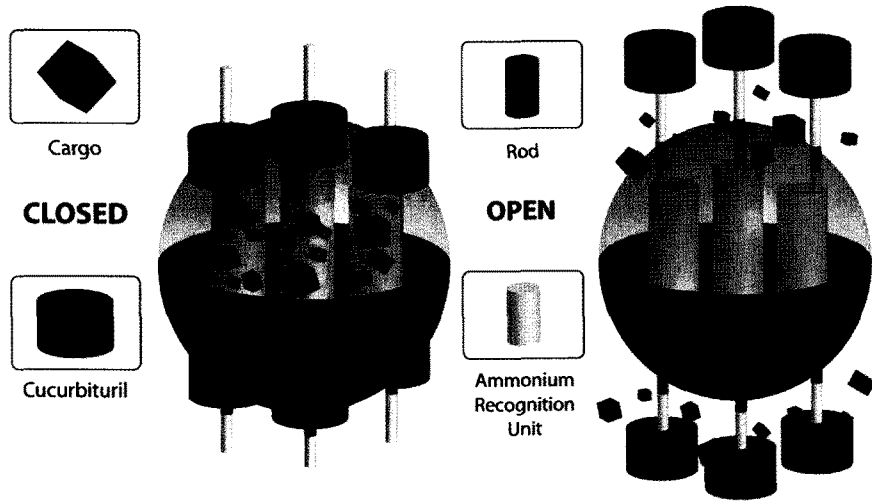
노인성 질환 극복을 위한 연구는 우리에게 과학, 경제, 사회 등 다양한 각도에서 많은 선물을 안겨준다. 과학기술의 발전은 물론, 보건 의료적 측면에서는 질환의 예방 및 조기 진단을 가능하게 하여 노인의 삶의 질을 향상시킬 것이고, 사회·경제적 측면에서는 사회 구성원의 건강한 생활을 가능하게 함으로써 건강하고 밝은 사회가 안정되게 유지되도록 할 것이다. 산업적 측면에서도 2015년에는 약 330조 원에 이를 것으로 전망되는 노인 질환 치료 시장에 자연스럽게 진입할 수 있는 다양한 기술과 소재를 제공할 것이다.

이를 위한 노화연구는 다학제 간 연구를 통해 생물학 및 의학적 현상을 규명해야 하는 특성을 가지고 있으므로 노화에 대한 총체적 이해와 체계적이고 통합적인 연구개발을 위해 시스템 생물학적인 노화 및 노인성 질환 연구가 필요하다. 선진국일수록 고령인구 비율이 높아지는 전 세계적인 현상에 맞추어 연구개발 및 투자 또한 계속 높아질 전망이다.

바이오나노기반 약물전달 기술·소재 개발

생명공학 기술의 혁신적 발전과 새로운 산업의 창출을 위해 생명연구자원 확보의 중요성은 날이 높아지고 있다. 스위스 로슈사에서 중국 토착 향료식물(스타아니스)을 활용하여 신종플루 치료제인 '타미플루'를 개발하여 2009년 상반기 기준으로 매출액 약 9억4천만 달러를 달성했다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 세계 주요국들은 이미 오래전부터 생명연구자원 확보·관리 및 활용 기술 개발을 위한 국가차원의 체계를 마련하고 있으며, 그 주도권 확보를 위한 계획수립은 물론 국가 간 네트워크를 강화하고 있다. 이를 위해 우리나라도 '생명연구자원 확보·관리 및 활용에 관한 법률'을 2009년에 제정하고, 이에 대한 기본 계획 및 시행 계획을 2011년에 발표하여 그 대비를 본격화할 계획에 있다.

생명연구자원 확보·관리 및 활용 기술을 위한 연구는 대외적으로는 생명연구자원의 주권을 확보하여 나고야 ABS 의정서 체결 등 급변하는 국제환경에 능동적 대응을 가능하게 하고, 대내적으로는 생명연구자원의 활용도 제고를 통해 생명공학분야 기초원천 및 응용기술 개발과 산업화를 촉진하여 국가 경제 발전에 기여할 것이다.



▶▶ 새로 개발된 pH에 민감한 나노밸브는 약이 건강한 세포를 모두 우회해 병에 걸린 세포에 직접 전달할 수 있게 했다(Credit: Kaushik Patel and Hussam Khatib/UCLA).

약물을 우리 몸 필요한 곳에 적절하게 도달시켜 그 효과의 극대화를 추구하는 약물전달기술은 모든 현대 의약품 개발의 숙제이자 목표라고 할 수 있다. 현재 전 세계적으로 암세포를 표적으로 하는 조영제 및 항암제가 탑재된 새로운 개념의 기능성 나노입자 개발에 많은 투자가 되고 있으며, EU의 '2010-2015 NMP 미래연구 기술개발 활동 의견 보고서'는 삶의 혁신을 가져오는 기술로 '약물 전달 관련 타기팅 및 이미징 기술'을 포함시키고 있다.

바이오나노 기반의 약물전달소재와 이를 바탕으로 한 약물전달기술 개발로 각종 질병에 대한 효과적인 치료는 물론 약물에 의한 부작용을 최소화할 수 있게 될 것이며, 이 기술을 통해 개인의 차이를 고려하여 필요한 약물을 정확한 시기에 맞춰 적재적소에 투여할 수 있는 '맞춤형 투약 시대'가 앞당겨질 것으로 기대된다. 또한 약물전달소재는 앞으로 개발될 약물은 물론 기존의 약물에 대해서도 광범위하게 적용될 수 있어 신약개발에 버금가는 막대한 수익을 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

생명공학을 통한 밝은 미래 사회 건설

이 외에도 2011년에 각광 받고 또한 우리가 공략해야 할 생명공학 분야는 무수히 많으나 방대한 유망 생명공학기술을 짧은 지면에 모두 소개한다는 것은 불가능에 가깝다. 중요한 것은 각광 받을 기술 및 분야에 대한 단편적인 구분을 넘어, 생명공학 기술 발전의 추세를 전 지구적 사회·경제적 관점과 연동시켜 보다 큰 흐름을 짚어 내어 그에 대비하는 것이다. 연구, 정책, 집행을 비롯한 넓은 개념의 모든 BT 관련 종사자들이 바이오 경제를 통한 생명중심사회를 위해 BT가 나아갈 바를 우선하여 염두에 두고 앞으로 10년간 각광받을 투자 분야를 구상한다면 자연스럽게도 합리적이며 미래지향적인 시각으로 모든 계획을 세울 수 있을 것이다.

올해 교육과학기술부의 원천사업 중 BT분야가 약 1천10억 원으로 26%의 비중을 차지하고 있을 만큼 BT 육성과 바이오강국 실현을 위한 우리 정부의 의지는 매우 강하며, 현명하고 성실한 우리 국민들의 역동적인 노력에 힘입어 우리의 바이오분야 경쟁력은 지속적으로 상승하고 있다. 건강한 생명중심사회와 풍요로운 바이오경제 구현을 위해 2011년에도 정부와 국민이 모두 힘을 합쳐야 할 것이다.