

식물생명공학의 현황과 전망

송필순

금호생명환경과학연구소

Current Status and Future Exploitation of Plant Biotechnology

Pil-Sun Song

Kumho Life and Environmental Science laboratory (KLESL)

서 언

식물생명공학 (pBT)은 생명공학 (BT)의 중요한 분야이다. 종전과는 달리 이제는 국내에서도 활발한 투자와 Innovative research가 진행되고 있지만 상업 수준의 pBT는 아직 걸음마 단계이다.

우리나라의 식물생명공학을 말하기에 앞서 금호생명환경과학연구소를 먼저 소개하고자 한다. 필자가 1997년에 금호연구소장으로 부임하여 지금까지 식물생명공학 연구에 관여한 까닭도 있지만 무엇보다도 금호생명환경과학연구소는 100% 식물생명공학에만 전념하고 있는 국내 유일의 산업체 연구소이기 때문이다.

금호와 식물생명공학

금호생명환경과학연구소는 화학 제조물의 생산이 주력 산업인 금호석유화학(주)(대표이사 박찬구)에서 1995년 3월 광주과학기술원의 개원과 함께 설립한 식물전문연구소이다. 1995년 10명의 연구원으로 출발한 금호생명환경과학연구소는 1997년부터 해외 박사연구원을 다수 채용하고, 1998년에는 IMF 상황이라는 어려운 여건하에서도 건물 증축을 단행하여 현재 16명의 박사연구원과 20명의 석사연구원 및 연면적 1,100평의 건물을 지닌 연구소로 성장하게 되었다.

금호생명환경과학연구소의 연구 초점은 식물분자생물학과 식물바이오테크에 맞추어져 있다. 식물분자생물학과 창조적인 생물공학 응용을 적절하게 병행함으로써 한층 연구효과를 높인다는 전략이다. 현재 연구소에서 이루어지고 있는 연구분야는 Stress signal transduction, Rubber biotechnology, Light signal transduction, Plant cell 및 Plant-pathogen interaction 등이 있는데, 최근에 Plant functional genomics와 Proteomics가 여기에 추

가되었다. 금호생명환경과학연구소는 현재 16명의 박사연구원과 20명의 석사연구원을 보유하고 있는데, 석사연구원과 박사연구원의 수를 1 : 1로 맞추어 박사연구원이 실질적인 실험을 주도하는 형태로 연구가 진행되고 있다.

국제적 수준의 pBT를 위한 Tools

특허와 논문

금호생명환경과학연구소는 기업연구소에서는 좀처럼 보기 힘든 기초과학에 그 연구의 기반을 두고 있다. 단순한 제품생산으로 미비한 경제효과를 기대하는 것보다는 시간이 다소 걸릴지라도 처음부터 하나 하나 다져서 확실한 기술력을 보유한다는 신념을 가지고 있기 때문이다. 이런 이유 때문에 연구소 내부적으로는 연구원들이 특허 출원이 완료된 연구결과에 한해서 논문을 발표한다.

우수한 논문의 발표는 그만큼의 연구력 향상을 의미하는 것이지만 그러다 보니 한국 과학발전에 기여하는 측면도 적지 않다.

Workshop과 Advisory Board

금호생명환경과학연구소에서 매년 5~6월에 실시하는 <Workshop>은 이미 국내뿐만 아니라 해외에서도 주목을 받고 있다. Winslow Briggs (Carnegie Institution/Stanford Univ.), Nam-Hai Chua (Rockefeller Univ.), Masaki Furuya (Hitachi Institute), Elliot Meyerowitz (Cal Tech.), Peter Quail (UC - Berkeley), Joan Chory (Salk Institute) 등 세계적 석학들로 구성된 연구소 자문위원회에서는 매년 Workshop 때면 연구소를 방문하여 연구에 관한 의견교환과 자문을 담당한다.

금호국제과학상과 pBT

금호생명환경과학연구소에서는 금호문화재단 (이사장 박성용)이 제정한 금호국제과학상을 통하여 국내외 과학자들을 독려하고 있다. 금호국제과학상은 세계적으로 우수연구를 한국내의 연구 과학자에게 수여하는 상 (상금 US \$30,000)으로 국내외 생명과학계에 신선한 활력을 불어 넣고 있다. 금호국제과학상은 제정 첫해인 2000년에는 카로티노이드가 가미된 황금쌀 ("Golden Rice")을 개발한 스위스의 Ingo Potrykus 교수가 수상하였고, 2001년 제2회는 식물지놈을 해독하여 식물과학 발전을 진일보시킨 <식물지놈프로젝트팀>이 수상하였고, 또 2002년 제3회에는 유전자발현 억제 (Gene Silencing) 연구로 식물바이러스 저항성 증진 원리를 밝힌 영국의 데이비드 볼콤 (David Baulcombe) 박사가 수상하였다. 2003년 6월에 수여될 제4회 금호국제과학상의 수상은 미국 예일대학의 싱왕뎡(Xing Wang Deng) 박사가 선정되었다. 싱왕뎡 박사는 식물생장발달 유전자가 여러가지 광 환경조건에서 어떻게 변화하는 가를 규명한 공로로 2003년 금호국제과학상 수상의 영예를 안게 되었다.

금호생명환경과학연구소의 pBT 연구과제 현황

금호생명환경과학연구소의 연구 분야는 식물생명공학에 목적을 두고 있다. 우선 합성고무를 생산하는 화학회사답게 고무성분을 함유하고 있는 식물을 대상으로 하는 연구가 첫번째로 떠오른다. 천연고무는 고도의 탄력성, 내구성, 열 저항성을 요구하는 산업 및 의료제품에 필수적인 물질로서 현재 전량 수입에 의존하고 있다. 연구소에서는 천연고무의 생합성에 관여하는 유전자, 고무생산을 조절하는 유전자 등을 규명하여 고 생산성의 고무나무를 개발하거나 대체 고무작물을 개발하고 있다.

유전자를 형질전환하여 각종 병, 환경재해 (가뭄, 냉해, 고염분 등)에 저항성을 지닌 새로운 작물을 개발하는 것 또한 금호생명환경과학연구소의 주요한 과제이다. 가뭄, 냉해, 고염분 등의 환경스트레스는 병충해와 함께 작물의 수율을 저하시키는 주요 요인으로 전 세계 최대수확 가능한 곡물의 약 70%가 이 환경스트레스에 의해 유실된다. 대개의 식물은 정도의 차이는 있으나 이런 환경스트레스에 대한 적응 능력을 갖고 있는데 연구소에서는 식물체의 적응 메커니즘을 규명하고, 이를 이용하여 환경스트레스 및 병에 저항성이 강한 작물을 개발하고자 한다. 환경스트레스와 병에 대한 식물체의 저항성 기작을 규명하고 저항성 조절유전자 및 저항성관련 단백질을 대량으로 분리하여 이들의 기능을 검증하며 검증된 유전자를 주요 작물에 도입시켜 내스트레스성 및 내병성 작물을 개발하고 있다.

금호생명환경과학연구소에서는 광 반응성을 이용한 연구도

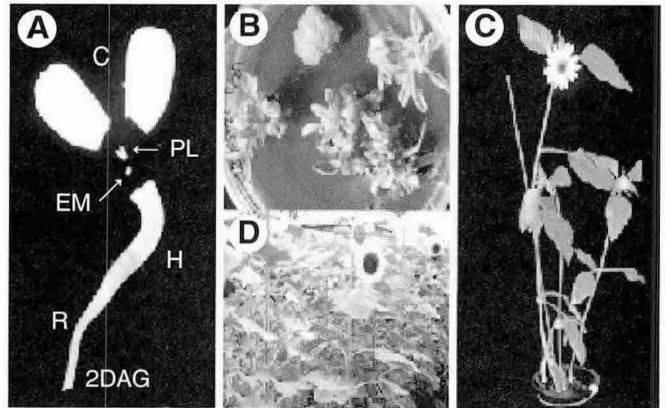


Figure 1. 해바라기의 재생 및 형질전환

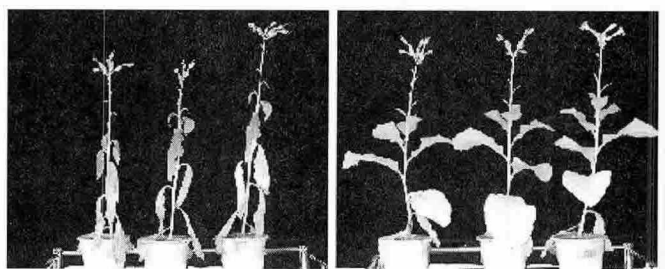


Figure 2. Drought Tolerance of ABF Transgenic Tobacco Plants. Wild type and transgenic plants were subject to a 24-day drought treatment.

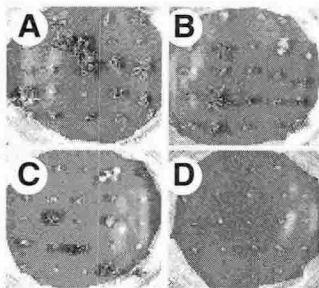


Figure 3. Plant regeneration from calli derived from mature seeds. Calli induced under different media compositions were evaluated for shoot regeneration.



Figure 4. Fully differentiated turfgrass from mature seed-derived calli. The plants grew normally like the parental plants.

진행되고 있다. 한국 자생 잔디인 들잔디 (*Zoysia japonica*)를 비롯한 다수 종의 잔디에서 생장 발달을 조절하는 유전자를 분리·개발하여 우량 품종을 개발하려고 한다. 분리·개발된 유용유전자를 잔디에 도입함으로써 우량 품종을 선발하고 이후 GMO 안정성 확보를 위한 조사 및 처리를 통하여 고부가가치 상품 품종으로 육성하고 있다.

형질전환 화훼 개발도 핵심연구의 한 부분을 차지하고 있다. 화훼류 및 기타 비식용작물은 유전자 조작 식물 및 작물에서 보이는 시장의 거부반응이 없기 때문에 개발 완료시 상품화가 용이하고, 양보다는 질의 개선을 추구하는 분야이기

때문에 유전공학을 보다 정교하게 적용할 수 있다는 특징이 있다. 연구소에서는 두 종류의 페튜니아가 개발되었는데 하나는 오렌지색 페튜니아이고, 다른 하나는 남색의 강도를 조절한 페튜니아이다. (Figure 5 참조) 연구소에서는 자체 분리, 보관하고 있는 많은 유전자들을 유전공학적으로 이용하여 우수 형질전환 화훼류 및 기타 작물을 개발하는 데 초점을 맞추고 있다.

유전공학의 향후 방향을 제시하는 Functional Genomics와 Proteomics 또한 주요 연구분야에 속한다. 연구소에서는 DNA microarray와 proteomics를 이용, 기능성 유용유전자와 단백질을 발굴하여 고부가가치 2차 대사산물과 단백질들을 개발하고 있다.

금호생명환경과학연구소에서 연구하는 분야 중 특이한 것은 식물을 이용한 항암물질 개발 (광감작제) 분야이다. 광역학 치료 (photodynamic therapy)는 최근 암치료에 있어 가장 촉망 받는 치료 방법중의 하나로 체내의 풍부한 산소와 공급되는 빛 (광자)과 빛에 예민한 반응을 보이는 물질 (광감작제 : photosensitizer)의 종합적인 화학반응으로 인하여 파생되는 단일항산소 또는 자유 라디칼 (free radical)이 각종 병변 부위나 암세포를 파괴하여 암을 치료하는 방법으로 연구소에서는 우리나라에서 발병율이 가장 높은 폐암 등의 치료를 위한 항암 물질을 개발 중에 있다. 광역학 치료는 정상 세포를 보존하면

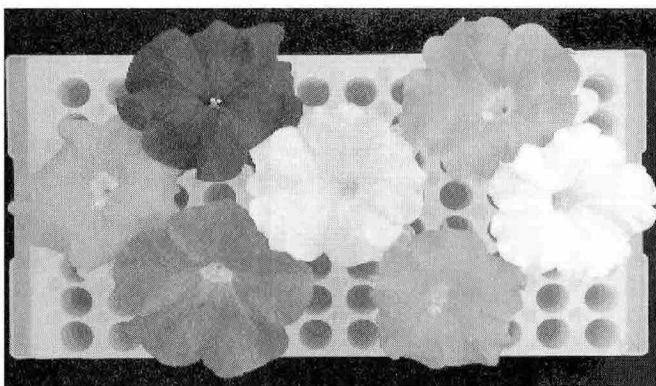


Figure 5. 좌측에서 두번째 옆 위 : 진한 남색 페튜니아, 아래 : 연한 남색 페튜니아

서 병든 세포만 선택적으로 제거할 수 있어 전신마취의 위험성을 배제할 수 있고, 기술이 용이하다는 장점이 있는데, 선진국에서는 점점 연구가 확대되고 있는 분야이기도 하다.

기업연구소에서의 pBT 상업적 전망

pBT의 상업화는 장기간의 투자와 GMO 규제에 따른 regulatory agency와 consumer의 acceptability 문제 등 넘어야 할 장벽이 높고도 많다. 그러나 pBT는 증가하는 인구식량 문제를 해결하는 유일한 방법으로 설명되고 있다. 제2의 녹색혁명은 결국 "pBT≡GMO"에 의존할 수 밖에 없다는 결론에 누구도 이의를 제기할 수 없을 것이다.

금호에서는 이러한 장벽을 감안하여 최근 상업화 직전까지의 연구를 가속화하기로 결정, 본 기사에 소개한 6개의 과제 중 ① Stress-tolerant crops ② Photobiotechnology ③ Rice Functional genomics 의 3과제를 선택하여 연구력을 집중하기로 하였다. 이러한 노력의 결실은 4~5년 간의 계속적인 개발 연구가 뒷받침된 후에 기대할 수 있는 일이다 하겠다. 본 과제들의 상업적 전망은 매우 낙관적이라 할 수 있다. 3개의 과제 모두 창조적인 연구결과의 응용이며, 외국이나 국내에서 하는 개발연구의 duplication이 아니라는 점, 지속적인 기업체 (금호)의 pBT의 commitment 및 지금까지의 예비결과가 충분하다는 관점에서 매우 경쟁력이 있다고 보기 때문이다.

결 언

금호 pBT 발전은 곧 대한민국의 pBT 발전을 의미한다. 금호는 6년이라는 짧은 기간 동안 Cell, Nature, P.N.A.S. 등 국제 저널에 60편에 이르는 연구논문을 발표 (평균 Impact factor 5.0)하여 대한민국의 식물과학 발전을 가속화시키는 공헌을 한 바 있는데, 이제 그 연구력을 pBT로 몰아가야 할 시점으로 보여진다. 금호의 pBT 성공이 대한민국의 pBT 발전에 큰 기여를 할 것으로 기대된다. 産學이 연계된 금호와 같은 기업연구소 수가 증가할 때 pBT의 미래도 밝다고 할 것이다.