

한국 식물생명공학 관련 연구의 현재와 미래

조 무 제

경상대학교 식물분자생물학 및 유전자조작연구센터

Recent Research Progress and Future Perspective of Plant Biotechnology in Korea

Moo Je CHO

Plant Molecular Biology and Biotechnology Research Center, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701 Korea

지구상의 생명체가 존재하는 것이 가능하도록 하는 가장 기본적인 자연현상은 광합성과 생물학적 질소고정이다. 이 두 과정은 공히 식물에 의해 이루어짐으로 사람을 포함한 이 지구상의 모든 생물은 식물의 도움 없이는 살아갈 수 없다. 그럼에도 불구하고 우리 인류는 식물에 대한 고마움을 잊고 살고 있다.

식물은 지구상의 생명체의 총 필요에너지의 90%, 사람의 식품 단백질의 80% 이상을 공급함과 동시에 의약품, 천연색소, 향료, 고무 등 중요자원의 공급원이기도 하다.

지구상의 인구는 서기 원년에 2억이던 것이 1950년에는 25억, 1993년 60억, 2030년에는 100억이 될 것으로 추정되고 있으며 100억의 인구를 부양하기 위해서는 현재 식량생산량의 80% 이상의 증수가 필요할 것으로 추정되고 있다.

19세기초 “말서스”는 그의 인구론에서 인구증가가 식량증산속도를 앞질러 앞으로 인류는 굶어 죽을 수밖에 없다고 경고한 바 있다.

인류의 역사를 보면 제정 러시아 말기에 1천 3백만명, 최근 1970년대 인도에서 1백만명 이상이 굶어 죽었으며 오늘날도 아프리카 등 여러 나라에서 많은 사람들이 굶어 죽고 있으며 1995년 현재 세계의 기아인구는 약 5~10억에 이르는 것으로 추정되고 있다.

이와 같은 기아인구는 식량증산과 인구증가의 불균형에 기인한다기 보다는 과학기술의 낙후와 더불어 정치적 및 사회적 문제에 기인한다고 볼

수 있다. 따라서, 일찍이 “말서스”가 경고한 인구론은 수정되어야 한다는 것이 학자들의 공통된 주장이기는 하다. 그러나, 미국 농무성이 조사한 최근 40년간의 세계 곡물생산량(일인당 곡물생산량)의 변화추이를 보면 1950년부터 1980대초까지는 곡물생산량 증가는 연 평균 약 3%로서 인구증가율 보다 훨씬 높았으나, 1980년대 후반부터는 곡물생산량 증가율이 약 1%로써 인구증가율 1.7%에 크게 미치지 못하여 반대현상으로 전환되고 있음이 분명하나 지금까지 비축곡물량을 줄여가면서 부족량을 메워왔기 때문에 아직까지 곡물 생산량 둔화에 대한 명확한 인식을 하지 못하고 있다.

1970년대 세계의 곡물생산량이 급속히 증가된 것은 1865년 멘델의 유전법칙 발견이래 이에 근거한 교잡육종법의 개발에 힘입은 바 크다. 1960년대초 멕시코 육종학자 “노만 보라그” 박사는 교잡육종법을 이용해서 재래종에 비해 생산량이 3배나 증가된 밀품종을 개발하여 세계의 식량증산에 획기적인 공헌을 하였으며 이를 두고 녹색혁명(Green Revolution)이라 부르게됨은 잘 알고 있는 사실이다. 우리 나라도 우장춘 박사를 비롯하여 세계적인 육종학자들을 다수 배출하여 세계의 식량문제해결에 기여한 바 크다. 카사바와 옥수수 신품종 육종으로 아프리카의 기아문제해결에 공헌한 한상기 박사와 김순권 박사 등의 업적은 세계적으로 크게 인정받고 있으며 특히 김순권 박사는 노벨평화상 후보로 수차례나 추천될 정도로 그 업적이 높이 평가되고 있다.

한편, 수도품종 역시 1960년대 후반부터 교잡육종 방법으로 재래종의 2배 가까운 수량을 얻을 수 있는 품종이 개발되었으며 우리 나라에서도 1977년 경 수도 신품종들이 개발되어 미국 자급자족의 기틀을 마련하게 되었으며 이와 같은 수도 신품종 육종에는 농촌진흥청과 서울대학교 허문희 교수의 노력에 힘입은 바 크다.

그러나 1980년대 중반부터 1990년대에 이르기까지 우리 나라의 경우 쌀 자급자족이 이루어졌고 이제는 국민들의 기호에 알맞는 품질육종쪽으로 육종의 방향이 다소 전환된 것도 원인중의 하나이겠으나 최근에는 생산성이 획기적으로 향상된 새로운 수도품종 육종은 이루어지지 않고 있는 것으로 보아 교잡육종으로의 한계에 이른 것이 아닌가 하는 생각도 갖게 된다.

따라서, 1980년대 후반부터 유전자조작이라는 새로운 생명공학기법을 식물분야에도 응용하고자 하는 연구에 많은 학자들이 관심을 갖게 되었으며 우리 나라에서도 이와 같은 새로운 생명공학기법의 식물에의 응용연구가 활발히 이루어지고 있다.

유전공학이라 불리는 새로운 생명공학기술은 모든 생물들이 갖고 있는 다양한 유전정보들을 시험관내에서 분리 인위적으로 변형시킬수도 있을 뿐만 아니라 생물의 종에 제한없이 거의 자유자재로 옮길 수 있게됨에 따라 이제는 식물이 식량자원으로 뿐만 아니라 많은 새로운 유용물질들을 생산하는 Bioreactor로서의 응용가능성 때문에 식물생명공학에 대한 관심이 더욱 높아가고 있다.

식물생명공학 관련 연구는 미래의 안정적 식량자원확보를 위한 정부차원의 연구로서 대학이나 공공연구기관의 중요 연구대상으로써 독일의 Max-Planck 식물육종연구소, 영국의 John Innes Center 등 국가지원 연구소 뿐만 아니라 미국의 Monsanto, DuPont, 스위스의 Ciba-Geigy, 벨지움의 Plant Genetic System 등 기업체 연구소에서 식물생명공학 관련 기초 및 응용연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 스위스에서는 National Priority Program, 캐나다에서는 AgBiotechnology Center를 만들어 정부차원에서의 대대적인 지원연구가 이루어지고 있다.

한편 우리 나라에서도 최근 식물생명공학 관련 연구에 대한 관심이 증가하면서 대학 및 연구소 뿐만 아니라 진로, LG, 두산, 금호 등 기업체 연구소에서 이 분야 연구에 큰 관심을 보이고 있다.

식물생명공학기법의 응용은 무엇보다도 농업에의 응용이 가장 관심을 끌고 있다. 특히, 내병성, 내충성, 바이러스 저항성, 중금속 내성·내염성, 내한성 등 pathogen 및 환경요인에 저항성이 있는 형질전환 작물을 만드는 일은 이미 미국에서 바이러스 저항성 양호박이 시판허가된데 이어 내충성 목화 등이 곧 시판허가될 전망이며 그외의 곰팡이 혹은 박테리아병 저항성 작물 및 내충성 작물이 곧 시판허가 될 것으로 전망된다. 내병성 및 내충성 작물개발에 대한 관심은 연간 세계의 농약소비량이 약 16조, 우리 나라의 농약소비량만도 약 5,600억원에 이르를 뿐만 아니라 이들 농약의 직접손실외에 농약사용에 의한 인명피해, 환경파괴 등 간접손실을 계산하면 직접 손실량의 약 2배에 달하는 것으로 분석되고 있으므로 농약사용에 의한 경제적 손실은 실로 막대하다(표 1).

표 1. 농약사용량 및 농약사용에 의한 간접 피해현황

(단위 억원)

국가별	농약사용량(년간)	간접피해(년간)	인명피해(명/년)
한국	5,600	11,200	?
미국	32,000	64,000	10,000
세계	160,000	840,000	60,000

이와 같은 농약손실에도 불구하고 병충해 및 잡초에 의한 농작물 손실량은 총 생산량의 약 36% (병해 12%, 충해 14%, 잡초 10%)에 달하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 우리 나라에서도 내병성 및 내충성 작물 개발 관련 연구가 대학 뿐만 아니라 공공연구소와 기업체연구소에서도 집중적으로 이루어지고 있다.

한편 유전공학방법에 의한 내병성 및 내충성 작물의 실용화 예상시기는 2002~2004년으로 예측되고 있으며 이들 작물이 개발되었을 때 종자시장

표 2. 유전공학기법에 의해 개발된 내병성 및 내충성 작물 실용화 예상시기 및 종자 시장규모(미국통계)

구분	실용화 예상년도	총 개발소요 R&D	파급이익 (년간)	종자시장규모 (년간)
내충성작물	2002	3,200억원	48,000억원	160,000억원
내병성작물	2004		64,000억원	

규모만도 약 16조원에 이를 것으로 추정되고 있다 (표 2).

국내에서도 내병성(곰팡이병 및 박테리아병), 내충성 및 바이러스 저항성 작물을 개발하고자 하는 연구가 육종법 및 재조합 DNA 기법을 이용하여 대학, 연구소 및 기업체에서 이루어지고 있으며 현재 몇 개의 실험실에서는 상당한 연구성과가 얻어지고 있는 것으로 알려지고 있다. 바이러스 저항성 작물 개발 연구는 TMV, CMV 등 여러 종류의 바이러스에 대하여 coat protein, movement protein, ribozyme strategy 등 다양한 방법으로 연구가 진행되고 있으며, 내병성 작물 개발 연구는 식물의 저항성 유전자, 여러 종류의 PR-Protein 유전자, small antifungal protein 유전자, ribosome inactivating protein 유전자 등 다양한 유전자 분리 및 형질전환 식물체 개발 연구가, 내충성 작물개발을 위해서는 Bt-toxin, protease inhibitor 및 amylase inhibitor 유전자 분리 및 형질전환 식물체 개발 연구가 이루어지고 있어 수년내에 우리 나라에서도 실용화가 가능성이 있는 연구결과가 얻어질 수 있을 것으로 기대된다.

두번째로 genome project에 의한 유용유전자 분리에 관한 연구로써 지금 세계는 유용유전자를 분리 특허화함으로써 앞으로 다가올 21세기의 생명공학 시대에 대비하기 위하여 열을 올리고 있다. 최근 일본에서는 그간 중점적으로 추진되어오던 human genome project와 rice genome project를 대대적으로 수정하여 genomic full sequencing을 지양하고 거의 cDNA project로 전환함과 동시에 대상 organism도 확대하여 대대적인 유용유전자 분리 확보작업에 들어간 것으로 알려지고 있다. 국내에서도 Brassica 와 rice cDNA project가 대대적으로 진행되고 있으며, 5월 16일자 rlease된 dbEST를 보면(표 3) 국내에서도 경성대학교 식물분자생물학 및 유전자조작 연구센터(PMBBRC)에서 Brassica cDNA project를 수행하여 약 4,000개의 EST를 분리하고 이 중 약 2,000개는 GenBank/EMBL에 등록되었다. 최근 농촌진흥청에서 주관하고 여러 대학에서 공동으로 참여하고 있는 rice cDNA project에서도 약 4,000개의 EST를 분리하고 그 중 2,000개는 이미 information server를 통하여 정보를 제공하는 등 국내에서도 EST 분리 작업이 활발히 진행되고 있어 우리 고유의 유용유전자원 확보에 크게 기여할 수

표 3. 현재까지 등록된 EST 수

동 물	등록된 EST수	식 물	등록된 EST수
Human	405,757	<i>Arabidopsis</i>	27,141
Nematoda	23,438	Rice	11,300
Mouse	20,309	<i>Brassica napus</i>	1,428
Rat	5,390	Maize	1,355
Yeast	2,944	<i>Brassica campestris</i>	965

있으리라 기대된다.

또한 주로 채소류의 신품종개발과 관련하여 F1 잡종종자 개발을 위한 응성불임 관련 연구 및 Flowering 시기를 조절하기 위한 관련 유전자 연구가 포항공대를 중심으로 큰 진전을 보이고 있으며 생분해 plastic의 식물에서의 생산 연구, edible vaccine 및 antibody의 식물에서의 생산 연구 등 유용물질을 식물에서 생산하고자 하는 연구도 관심 있는 연구분야로서 국내에서도 이 분야연구가 부분적으로 진행되고 있는 것으로 알려지고 있다.

다음으로 관심있는 연구분야로써 과속억제, 전분 함량증진, 단백질의 영양가 증진 등 농작물의 품질 개량과 탄수화물의 구조변화 및 지질의 성분변화 등 기능성 식품소재들을 개발하고자 하는 연구로서 미국, 캐나다, 구라파 등에서는 상당한 연구진전이 이루어지고 있다. 우리 나라에서도 이 분야의 연구가 몇몇 실험실에서 진행되고 있으나 현재까지 큰 진전이 없는 것으로 알려지고 있어 이 분야 연구가 보다 활성화 되기를 기대한다.

끝으로, 식물생명현상의 본질을 이해하기 위한 분자생물학적 연구로써 phospholipase C, trimeric GTP-binding protein, small GTP-binding protein, protein kinase, calmodulin 등 주로 생체신호전달 관련 물질의 연구 및 식물의 노화 관련 연구 또한 활발히 이루어지고 있어 우리 나라의 식물 생명공학 관련 연구는 기초에서부터 응용분야연구에 이르기 까지 다양하게 이루어지고 있으며, 현재 수준은 미국이나 구라파 등 선진국 수준에 이르지 못하는 것이 사실이나 2~3년내에 그 수준이 급속히 향상될 것으로 판단되므로 앞으로 수년내에 선진국 수준으로 진입할 수 있음을 물론 정부가 계획하고 있는 2000년대 주력사업의 하나인 생명공학산업분야에 식물생명공학 산업도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있다.