

“병해충·장해에 견디는 작물을 만든다”

최근 유전공학기술의 농업적 이용 연구동향

류갑희 농약연구소 농약생물과

오늘날의 농작물은 전통적인 육종 방법과 경종적인 재배기술 만으로는 완전히 배제할 수 없는 병해충, 잡초, 상해, 가뭄등의 저해요인으로 인하여 항상 위협에 직면해 있다. 최근의 분자생물학과 유전공학 기술의 발달은 초보 단계이지만, 과거에 해결하지 못했던 문제에 대한 새로운 답을 줄수 있으리라고 본다. 한 생물로부터 어떤 특정형질을 가진 단일 유전자를 다른 유용생물이나 식물체로 전환시키는 신기술을 이용하여 병해충에 저항성이 있고 제초제에 내성이 있는 식물을 만들어내며 병핵세균을 조작해서 식물이 상해를 받지 않도록 하는 등의 연구가 국내외에서 활발히 진행중이다. 이러한 진보는 농업에 있어서 제2의 녹색혁명의 시초인 동시에 농민이 자연환경에 크게 제약받지 않고 제초제와 살충제

를 사용할 수 있는 동시에 효율과 소득을 증진시킬 수 있으며 궁극적으로 소비자에게는 농산물과 식료품 비용부담을 줄이는 잇점이 있다.

분자생물학과 유전 공학은 농민에게 병해충이나 장해에 견디어 낼수 있는 종자와 작물을 제공함으로써 낮은 투자를 유도하고 농약사용량 감소로 환경오염억제 및 인축에 안전하고 생물분해가 가능한 특이성이 높은 살균, 살충제와 제초제의 개발을 가능케 해 줄 것이라는 기대속에 이 분야에 대한 연구가 선진각국에서 앞다투어 진행되고 있는바, 최근의 연구동향을 소개한다.

1. 첨단기술의 필요성

유전공학기술은 고전적인 육종 방법과는 달리 크게 두가지 측면에서

장점을 가지고 있다.

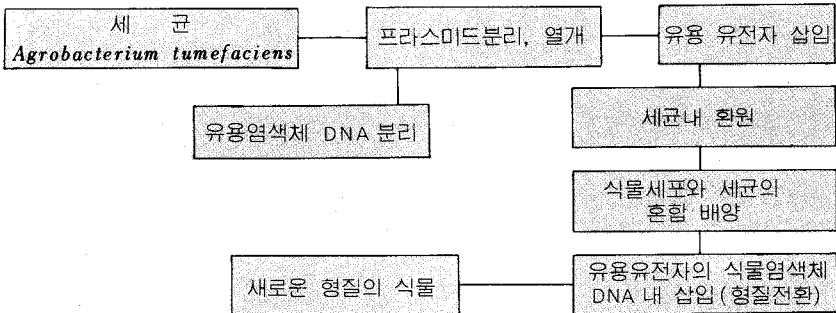
첫째, 고전적 육종 방법은 모식물의 전체적인 유전자조립이 결합되어 있어 원하지 않는 형질을 제거하기 위해서 필요한 세대에 교잡과 여교잡을 하나, 유전공학은 유전적 조립의 교환없이 원하는 형질의 단일 유전자를 식물체의 유전정보에 삽입시킬 수 있다. 그러나 더욱 중요한 것은 고전적 육종은 교잡수정작물에 한정되어 있어 작물 개량을 위하여 새로운 유용형질의 종류를 도입하는데 한계가 있다. 그러나 분자 생물학과 유전공학기법을 이용하여 교잡수정이 불가능한 식물의 속간에도 원형질체 융합에 의해 두 식물의 유용형질을 동시에 갖는 새로운 맛이나 모양의 식물을 만들었고 여러 가지 색을 띠는 화훼식물을 만들어 상품가치를 높여 소비자의 욕구에 부응하고 있다. 또한 메리골드와 같은 식물에 살충성 유전인자를 전환시킬 수

있으므로 해충의 화학적 방제의 필요성이 감소된다.

둘째, 식물은 물론 원하는 유전형질이 미생물이나 혹은 동물에서 발견될 지라도 작물로 전환시킬 수 있으므로 보다더 폭넓은 가능성과 새롭고 다양한 작물을 개량할 수 있다. 그러므로 유전공학은 농가에 기계화와 노동집약적 농업에 적합한 종자를 공급하게 될 뿐 아니라 영양가 높은 양질의 식량을 제공할 수 있고 더 나아가서는 인간의 질병치료를 위한 인체단백질의 생산도 가능하게 될 것이다.

2. DNA 재조합 유전공학 기술

하나의 생명체로부터 유전인자를 다른 생물로 이동시키는 유전공학은 유전정보가 어떻게 세포내에서 존재하며, 복제되고, 세포간 그리고 후세대에 전달되는가에 대한 발견에서



부터 비롯된 것이다. 그중 생물체의 유전정보를 보유하고 있는 DNA분자의 발견과 생물체간에 이러한 유전정보를 운반하므로 전달자 역할을 하는 프라스미드의 발견 그리고 DNA가 가지는 수백만개의 유전자 중에서 원하는 유전자만을 잘라서 접착시킬 수 있는 특수효소의 발견이 유전자공학 연구의 초석이 되었다.

위에서와 같은 기술을 이용하여 바이러스병에 저항성을 갖는 새로운 식물을 만들수 있으며 이 형질은 후세대에 유전된다. 그러나 조작된 식물 세포로부터 완전한 식물체를 만들기 까지에는 조직배양에 관한 폭넓은 연구등 해결해야 할 문제점이 많다.

3. 조직배양

성공적인 식물의 형질전환은 조작된 세포를 온전한 식물체로 재생시킬 수 있는 능력이 있느냐에 달려있다. 페튜니아, 담배, 토마토등은 비교적 재생이 쉬우나 옥수수, 밀, 콩 등은 어렵다. 식물의 각 세포는 완전한 식물이 되기에 필요한 모든 유전 정보를 가지고 있으나 잎과 같은 식물의 특수 부분의 세포는 많은 유전자들이 제외되어 있다.

조직배양의 비결은 세포를 미분화 상태로부터 완전한 식물체로 형성시키기 위해 유전자의 적당한 연속작

용이 일어나도록 조절하는 것이다. 그 과정은 캐루스 형성이나 미분화 조직을 고무시키기 위한 양분과 특수 효몬이 포함된 배양기에서 배양 후 다시 뿌리나 잎의 형성을 자극시키는 효몬이 포함된 배양기로 옮겨서, 드디어 유식물이 되면 포트에 이식하여 온실에서 재배한다. 이 식물로부터 종자를 채종하여 차세대에 새로운 유전자의 존재 여부를 분석한 후 실제적으로 자연포장조건에서 농업적 견지에서서의 유용성 확인시험을 거치게 된다.

4. 식물에의 응용

가. 해충저항성 식물

식물 자체가 생물학적으로 특이성이 높은 살충제 즉, 인축은 물론 환경과 유용 생물에는 해가 없고 어떤 해충만을 죽일수 있는 독소단백질을 생산함으로써 해충으로 부터 자체를 보호할 수 있는 환상의 식물을 만들어내는 것이다. 사실 *Agrobacterium*을 이용하여 B.t 살충 독소 유전자를 담배와 토마토에 전환시킴으로써 토마토 빨나방과 같은 유충이 B.t 독소를 섭취했을때 장내에서 효소작용에 의해 유충을 마비, 치사시킬수 있는 곤충 특이적 독소가 검출되었다. 이러한 효소는 토마토 빨나방과 같은 종류의 해충은 죽일수 있으나 다

른 생물에는 안전하므로 B.t 보유식품은 높은 선택성이 있어 해충 방제상 매우 유리하다.

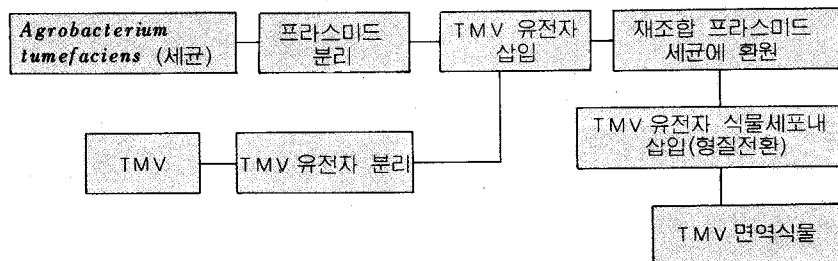
나. 제초제 내성 식물

작물과 경쟁이 되는 잡초를 방제하기 위하여 많은 제초제를 사용하고 있으나 작물에는 약해를 유발하지 않고 안전하게 사용될 수 있어야 한다. 근사미는 생육중인 대부분의 녹색식물을 죽이는 비선택성 제초제로 식물에 있어서 대사와 생장을 위해 요구되는 필수아미노산의 생산에 필요한 EPSP 효소의 생산을 억제하는 작용기작을 가지고 있다. 그러므로 미국 몬산토 회사의 연구진은 여기에 *Agrobacterium*을 이용하여 EPSP를 생산하기 위해 외부유전자를 식물체내로 삽입시키면 식물체는 효소를 과잉 생산함으로써 근사미에 의한 EPSP효소 생산 억제에 견딜 수 있게 되어 약해를 받지 않는 옥수수 생산에 연구를 주력하고 있다. 이렇

게 되면 근사미를 생육중인 옥수수에도 안전하게 사용할 수 있게 될 것이다. 최근 일본에서도 항생물질 제초제인 비알라포스에 대해 내성인 담배를 만들어내는데 성공한 바 있다.

다. 바이러스 저항성 식물

TMV는 토마토를 비롯한 여러작물에 큰 피해를 주고 있는데, 오늘날 유전공학기술은 TMV와 같은 바이러스 백신 식물 조작의 가능성을 부여하였다. 미국에서는 TMV 바이러스로부터 단일 유전자를 식물체로 전환시켜서 그 바이러스에 저항성이 있는 식물을 만듦으로써 바이러스병으로 인한 피해를 막는 새로운 방법의 개발에 성공한 바 있고 일본에서도 TMV나 CMV의 약독바이러스를 만들어 이들 바이러스의 기주 식물에 전접중하면 그 기주식물이 병원력이 강한 강독 바이러스에 감염되더라도 피해가 극미하거나 거의 없고 품질이나 수량을 증진시킬 수 있어 이러



한 기술이 농가에서도 이미 실용화되고 있다.

이외에도 유전공학은 다음과 같은 작물개량연구에 이용되고 있다.

- 양질의 고단백식물 종자 생산
- 내열성, 내냉성 식물
- 재분개량 박피 밀
- 내염재배 식물 혹은 염수재배식물
- 내습성, 내건성 식물
- 식용 불포화 유지 작물
- 병면역 식물
- 양질의 소화가 잘 되는 식용 작물
- 제약용 단백질과 같은 특수성분 생산 식물

5. 미생물에의 응용

가. 토양병 방제용 근권 길항세균

토양전염성 식물병을 방제하기 위해서 작물의 근권에 생존하면서 병원균의 뿌리침입과 발병을 억제시킬 수 있는 유용미생물을 분리, 개량하여 생물학적 방제용 미생물로 이용하는 것이다. 이때 유전공학 기법을 이용하여 유용미생물이 병원균을 죽일수 있는 항균 물질 생산능력, 뿌리 정착 능력과 생태적 적응성 등 이로운 속성을 증진시켜 병원균과의 경쟁에서 이길수 있도록 해야 한다. 미

국의 아이더호, 캘리포니아와 펜실바니아 주에서는 감자에 근권세균인 *Pseudomonas* 를 처리해서 5~33% 의 증수효과를 보았다고 한다.

나. 토양해충 방제용 세균

Pseudomonas 는 식물의 근권정착 능력이 우수하므로 뿌리해충의 생물학적 방제를 위한 미생물로 선발되었고 이 세균에 담배나방, 옥수수조명나방과 검거세미나방 등의 유충을 죽일 수 있는 B.t 독소단백질 생산 유전자를 삽입 시켰다. B.t 독소를 생산할 수 있는 *Pseudomonas* 를 작물 뿌리에 정착시킴으로써 해서 몇종의 나비목 해충의 유충과 토양 해충을 방제할 수 있었다.

다. 상해방지 병핵 세균

식물의 잎에 서식하며 병점 바로 위의 온도에서 세포내에 병핵을 형성하여 식물에 상해를 일으키는 세균을 병핵세균이라 하는데, 캘리포니아 대학에서는 이들 세균으로부터 병핵형성 유전자를 제거시킨 조작세균을 적기에 식물체에 처리 했을때 같은 온도에서도 상해를 받지 않았다는 결과를 얻었다. 이 미생물이 상품화되면 과수, 딸기 등의 원예작물에 살포될 것이며 오늘날 널리 이용되고 있는 풍차, 가스버너, 연소법과 같이 돈이 많이 들고 에너지 집약적

방법을 대신하게 될 것이고 작물의 지리적 재배한계를 확대시킴과 동시에 안전한 농사를 지을수 있게 될 것이다.

라. 질소 고정 세균

콩, 강낭콩과 같은 콩과식물은 공중 질소를 식물의 중요한 영양원인 암모니아로 전환시킬 수 있는 공중 질소 고정세균과 공생하고 있다. 그러나 벼과의 다른 식물은 공중질소를 이용할 수 없으므로 많은 량의 질소비료 공급을 필요로 한다. 질소고정은 미생물과 식물의 유전정보 상호 관계가 아주 복잡한 과정으로 이

루어지는데 이러한 기작을 밝혀 질소고정세균의 유전자 조작으로 밀이나 옥수수와 같은 주요 작물에도 공중 질소를 고정할 수 있는 능력을 부여함으로써 막대한 량의 비료공급없이도 농업 생산성을 유지할 수 있는 연구를 하고 있다.

위에서 소개한 생명공학 기술의 농업적 이용 연구의 목적은 환경보전과 농업생태계를 유지 발전시키면서 농민이 적은 투자로 노력의 효율을 높일 수 있고, 경제성과 경쟁력에 있어서 실제로 농민이 작물 생산에 이용할 수 있는 기술을 제공하는데 있다.

참고자료

농약등록상황

10월중

1. 제조품목 등록

농 약 명	품 목 명	상 표	함유량	등록회사	등록일자
종자소독약	프로라츠유제	-	25%	동 양	'89. 10. 13
담배나방약	메소밀수화제	-	45%	전 진	'89. 10. 31
진딧물약	메소밀액제	-	24.1%	전 진	'89. 10. 31
종자소독약	프로라츠유제	스포타	25%	경 농	'89. 10. 31

2. 수입품목 등록

농 약 명	품 목 명	상 표	함유량	등록회사	등록일자
전 직 제	스프레이스티커액제	-	45%	전 진	'89. 10. 19