

작물생산성 증가위해

매력적인 기회주는 유전공학기술

작물 재배 및 판매, 가공방법 등에 변화줄 생물공학, 농업혁명 주도
농약기업 관심 모으는 기술혁명, 기존 대상·목표에 변화 일으켜

기술부

Monsanto는 또 세계적으로 가장 큰 식품가공·판매회사의 하나인 Cargill과 합작회사를 설립했다. 이 합작회사는 Monsanto의 유전자조작 곡류작물 재배농민과 계약을 할 것이며 연구개발을 위해 양사에 1년간 1억달러의 출자를 요청하고 있다.

DuPont 역시 97년 한해동안 종자 및 유전공학 관련 사업에 30억달러를 투자했으며 최근에는 세계에서 가장 큰 종자회사인 Pioneer Hi-Bred의 나머지 주식 80%에 대해 77억달러를 지급, 인수 절차를 완료했다. 또한 DuPont은 부가가치가 있는 사료의 재배와 판매를 위해 합작사인 Optimum Quality Grains LLC를 설립했으며 현재 Cereals Innovation Center로 잘 알려져 있는 Dalgety의 식품사업부는 물론 세계 최대

의 식용 콩 단백질 성분 생산회사인 Protein Technologies International도 매입했다.

또한 DuPont은 유럽을 목표로 밀 잡종종자 개발 선도회사인 Hybrinova를 매입했으며 최근에는 농업, 보건, 의약사업을 포함하는 소위 Life science 기반사업에 초점을 맞추어 투자하기 위해 자신의 Conoco에너지 부분을 매각했다. Novartis, Zeneca, AgrEvo, Dow Agrosiences 등의 다른 선도기업들도 자신들의 능력범주를 확장 및 강화하고 있으며 모두가 종자와 유전공학에 관심을 갖고 있다. 이와같은 인수, 합병, 제휴 물결의 결과는 증가하는 세계인구를 위한 식품 및 의약품 수요를 충족시킬 수 있는 세계적 판매능력과 연구개발 분야에 대한 대량의 투자력을 지닌 몇개 거대기업의 탄생일 것이다.

생물공학의 영향

생물공학이라는 강력한 새로운 도구는 작물과 관련 제품 모두를 대상으로 새로운 사업 기회를 창출하고 있다. 기업들은 강력하고 유연성 및 보장성이 있는 기술거점의 마련과 놀랍고 새로운 제품을 창출하기 위해 화학과 유전학의 경쟁력을 상승적으로 연결할 수 있는 생물공학 기술을 활용하고 있다. 이 제품들은 농민은 물론 축산업자, 가공업자 또는 기타 식품사용자를 겨냥하고 있다. 폭넓은 새로운 생물공학 도구를 활용하여 연구자는 해충방제, 수량 또는 질의 개선을 위해 농약과 유전자조작 작물이나 생물의 다음 세대를 설계하고 있다. 이러한 도구는 이미 부가가치가 있는 식품과 사료 및 산업용 제품을 생산하기 위해 작물을 공장화하고 있다.

처음 상업화된 유전자조작 작물은 Monsanto의 제초제(Round-Up)내성 대두, 면화, 유채, 옥수수과 살충(Bt)저항성 면화, 옥수수, 감자이다. 1998년에 Monsanto의 GM작물은 세계적으로 대두 3천만에이커, 유채 2백만에이커, 옥수수 75만에이커, 면화 5백만에이커, 감자 5만에이커로, 총 5천만에이커에 식재되었다.

AgrEvo도 자사의 광범위 제초제 glufosinate에 저항성을 갖도록 조작된 작물을 재빨리 소개하고 있다. 옥수수는 97년에 70만에이커에 식재되었고 98년에는 6백50만에이커에 식재할 수 있었다. 이러한 추세는 초창기라는 점을 감안할 때 인상적인 과정이라 볼 수 있다. 농약산업계의 과제는 2015년의 세계 4백50억달러(제초제 50%이상, 살충

제 22%, 살균제 18%)농약시장의 10~20%까지 유전자를 근간으로 한 작물보호제 시장을 끌어올리는 것이다. 그러나 일부시장에서는 유전공학에 기반으로 둔 제품이 10년 이내에 우위를 점할 수 있는데 특히 일부 해충 방제시장이 그러하다.

또한 유전공학은 세계적으로 작물의 생산성을 실질적으로 증가시킬 매력적인 기회를 제시하고 있다. 대부분의 식물생리학자들과 분자유전학자들은 몇 개 작물에 대해 이미 이룩한 50%선 이상으로 수확지수를 늘리는 것은 기대할 수 없으나 아직 50%선 이하에 머물고 있는 많은 작물에 대해서는 수확지수를 개선할 여지가 많이 있다는데 동의하고 있다.

작물형태를 이해하고 변형하기 위해 현대 유전학적 방법의 활용이 고전적 육종방법으로 성취하지 못한 잡종종자(hybrid seed)생산을 상업적 수준으로 끌어 올려 수량을 증대시킬 수 있는 하나의 방법이 되고 있다. 즉, 유전공학을 이용한 효과적인 F1교잡은 수정 특성 및 응성불임 체계를 개선하여 밀과 수도와 같은 작물에서 성공할 수 있다. 또한 유전공학기술은 식품 및 사료의 특성을 변화시킬 수도 있다. DuPont사는 유지성분 및 단백질 특성이 개선된 곡류제품의 상업화에 주력해왔다. 그래서 1990년대초에 최초로 4%의 유지성분을 함유한 기존 품종에 비해 7~8%의 유지성분을 함유한 High Oil Corn(HOC) 품종의 상업화에 성공, 이를 자회사를 통해 현재 판매하고 있다. 유지성분 함량이 향상된 이 제품은 사료로 사용할 경우 기름(fat)을 별도로 첨가하지 않아도 되어 사료비를 절감케

한다. HOC는 98년에 거의 2백만에이커에 식재되었다. 향후 수년내에 이들 HOC 품종에는 올레인산 함량증가와 고이용성인산 등의 특성이 추가될 것이다.

대두에서 Optimum Quality Grain 역시 유지성분의 질이 개선되어 판매 되는 제품이다. 유전공학 기술을 이용해서 올레인산(a mono-unsaturated fatty acid)의 리노레익산(a di-unsaturated fatty acid)으로의 전환을 방지함으로써 기존 대두유가 함유하는 약 24%의 올레인산 함량이 80% 이상으로 늘어났다. 고농도 올레인산을 함유한 대두유는 조리시 고온에도 안정성이 유지되고 포화지방산 감소로 건강에도 좋으며 수소첨가 작업의 필요성을 줄임으로써 가공비도 줄이는 잇점을 갖고 있다. 고 이용성인산(phytic acid 농도감소)과 같은 타 부가가치 특성이 올레인산 고함량 계통 품종에 추가 소개될 것이다.

많은 다른 주요 농약회사들은 부가가치가 있는 식품, 사료, 공업용재료를 위한 주요작물의 유지성분, 단백질 및 전분을 변형시키기 위하여 유전공학 적용 작업을 하고 있다. 작물을 근간으로 하는 산업제품에 대한 적용가능범위는 조작된 섬유에서 알콜 및 디젤과 같은 연료, 산업용윤활유, 효소, sterols와 carotenoids 등 2차물질, polymer 등에 이르고 있다.

즉, 생물공학이 작물의 재배, 판매 및 가공방법과 용도에서 근본적인 변화를 주게될 농업에서의 혁명을 주도하고 있다고 해도 과언이 아니다.

연구수단의 재편

1996년 세계 10대 농약회사는 20억을 약간 상회하는 통합 연구개발 비용을 보고했다. 이 금액은 판매규모의 약 10%이며 농약업계에서 소요되는 총 연구개발 비용의 80%에 해당한다. 이것은 성장이 둔화된 사업분야에서 나타나는 일반적인 현상이다. 연구개발 비용의 규모는 농약업계에서의 생존이 새로운 개발 후보물질의 발견과 그 적정화를 위해 보다 강력한 경쟁력을 갖추는데 달렸다는 인식이 커지고 있다는 사실과 또한 향후 발전성도 화학과 유전적 발견 프로그램을 효과적으로 통합한 유전공학에 달려 있다는 믿음을 반영하고 있다.

농업적 발견은 크게 다른 분야에 의존하고 있다. 왜냐하면 화학자, 생물학자, 생화학자, 분자유전학자, 식물육종가, 정보학자 및 엔지니어간의 긴밀한 협조를 필요로 하기 때문이다.

향후 농업관련 기업의 성공은 바로 새로운 제품을 도출해낼 화학과 유전연구의 재편에 달려있다. 오늘날 일부회사는 가까운 장래에 1백만개이상의 스크리닝을 목표로 하여 기본적으로 연간 10만개 물질의 스크리닝을 하고 있다. 이를 성취하기 위하여 산업계는 비용과 검색상 필요한 물질의 양을 줄이고 속도와 시료수를 늘릴 수 있도록 스크리닝 세트의 최소화 및 자동화에 초점을 맞추고 있다. 병해충을 바로 대상으로 하는 In-vivo(생체내) 스크리닝은 판매지역과의 상관성 및 실용성(유익성)을 예상하기 위해 수행된다. 그러나 최근 유전공학을 활용한 목표분자의 동정 및 생산

농약산업! 새로운 내일을 위한 재편작업(下)

기술의 발전으로 in-vitro(시험관내) 스크리닝이 촉진되어 왔으며 향후 수년간 이 방법은 완전한 생물체를 대상으로 한 스크리닝을 부분적으로 또는 전부 대체할 수 있을 만큼 엄청난 규모로 활용될 것이다.

또한 새로운 정보관리 체계가 특정물질을 더 추진해 갈 것이냐를 결정하기 위해 필요한 정보의 평가기록 추출을 위한 초정밀 다중검색(ultra-high throughput screens)에 필요하다. 즉, 화학합성 분야에서의 핵심은 다양한 물질을 많이 만들어 내는 정교한 조합화학 이론(edge combinatorial chemistry)의 효과적인 활용이다. 여기서 필요한 것은 정확한 자료관리와 분류체계이다. 화학정보 및 분자설계를 포함한 정보기술 역시 많은 화학물질의 수집과 결정에 중요한 역할을 한다.

유전학 연구의 타당성에는 유전자발견, 유전자전달, 특성평가, 품종개발 및 육종 등이 폭넓게 검토 되어야 한다. 유전자 발견을 위한 연구는 이미 빨라졌으나 지놈(genomics)의 구조 및 기능과 관련된 분야의 새로운 발전과 더불어 더욱 가속화 되고 있다. 여기서도 자동화, 정보기술, 고도의 숙련기술자는 유전자 발현상의 변화를 통한 정보분석 및 추출을 위해 추진과정의 조정과 DNA의 서열결정을 위한 새로운 도구의 개발 촉진에 중요한 역할을 하고 있다.

작물보호에 대한 유전적 해결이 보다 현실화되면서 기업은 특수시장목적을 달성할 수 있도록 화학과 유전적 접근 방법간에 적절한 균형을 갖추어야 할 것이다. 화학물질 발견연구와 유전학을 조화시키는 것은 유전적 전략

에 의한 작물 내성 개발의 잠재력 때문에 주요제초제의 가치 극대화 기반을 확보하는 것이다. 새로운 유망 제초제의 작용부위 및 기작의 빠른 발견과 제초제 내성 유전자의 빠른 발견체계 개발 및 시험에 성공한 기업은 조차된 제초제 내성을 개발할 능력을 갖게 될 것이다.

전망-기술혁명 또는 혁명

다행히 과학과 기술은 기술혁신의 새로운 물결을 계속 만들어 내고 있다. 이러한 물결을 일찍 인식하여 적절히 투자하고 여기에 편승한 비전 있는 기업은 가장 오랫동안 성공기회를 누리게 될 것이다. 작물보호분야에서의 최초의 물결이 일어난 기간동안은 화학과 유전학의 분야는 다소 분리된 상태였다(그림 1).

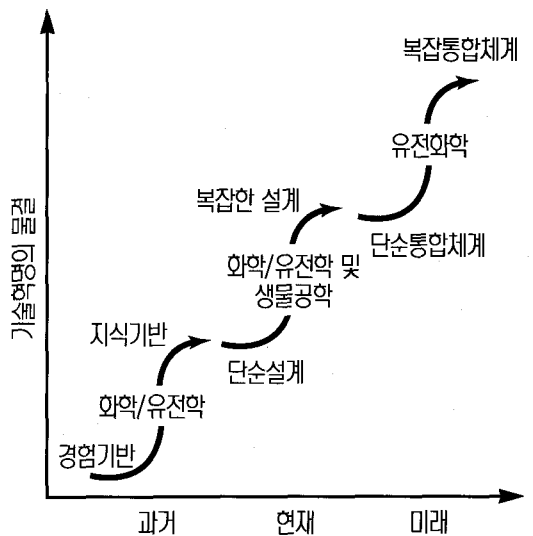


그림 1. 기술혁명의 물결

농약산업은 새로운 작물보호 도구를 창출해 내기 위해 화학에 의존한 반면 종자회사는 새

농약산업! 새로운 내일을 위한 재편작업(下)

로운 고생산성 품종을 만들어내기 위해 유전학에 의존했다. 이 두 산업은 50년 이상을 처음에는 경험적 접근 방식에서 점차 지식에 기초한 접근방식으로 바뀌면서 1차 물결을 탔다. 과거 10년간 화학과 유전학 분야가 빠르게 한곳에 집중되면서 생물공학에 의한 촉매작용을 크게 받았다. 이런 집중현상은 생물공학의 도구가 화학 및 유전에 기초한 문제 모두의 해결에 크게 유용하였기 때문에 발생했다.

생물공학은 일종의 화학적 해결이 생물공학과 유전학에 의해 가능하게 된 제초제 내성 작물의 개발 경우와 같이 한 분야가 다른 분야에의 보완을 가능케 하고 있다. 이와같은 기술혁명의 2차 물결은 대부분 주요 농약 기업의 관심을 끌고 있으며 기업의 사업전환을 위한 기존의 과학적 대상 및 목표에 변화를 주고 있다.

전반적으로 새로운 기술은 단순한 것에서 보다 복잡한 설계 전략으로 개발되고 있다. 오늘날 생물공학자들은 한 개의 유전자특성을 변형작물로 만들어 내고 있으며 동시에 화학자들은 화학물질들을 하나의 특성으로 적정화 하고 있는데 이러한 조합이론 정보학이 이 목표를 달성하는데 중요한 역할을 할 것이

다.

미래 또는 제3의 기술혁명 물결은 크게 복잡·통합된 체계를 낳을 유전 화학(Chemogenetics)을 포함한다. 여기서 작물들은 유전자들이 화학물질이란 스위치로 작동을 하거나 작동을 멈추는 방법에 의해 가치가 향상된 농업경영, 곡류품질 및 사업용 특성의 주체로 조작될 것이다. 이러한 화학물질은 전반적인 작물의 가치를 극대화 하기 위해 적당한 시기 및 장소에 따라 해당 유전자가 작동하도록 작물에 처리될 것이다.

즉 식품, 사료 및 산업용의 단백질, 유지성분, 탄수화물 조성 변화는 필요가치와 시장가치에 따라 이런 접근방식을 통하여 관리될 수 있을 것이며 이와 관련한 간단한 유전자 특성은 이미 개발중에 있다.

생물공학이 농업분야에 완만한 발전 혹은 급격한 혁명을 몰고 올 것인가? 이 질문에 대한 답은 향후 10년내에 밝혀지겠지만 일반대중이 적절한 규제의 틀내에서 이 기술을 수용한다면 그때 이 혁명은 분명히 일어날 것이라는 것이다. 또한 이와같은 혁명은 우리가 극심한 식량부족이나 환경적 영향없이 2040년까지의 85억인구를 부양해야 하는 문제를 대비해야 한다면 확실히 필요하다. **농약정보**

“

생물공학이 농업분야에 완만한 발전 혹은 급격한 혁명을 몰고 올 것인가? 이 질문에 대한 답은 향후 10년내에 밝혀지겠지만 일반대중이 적절한 규제의 틀내에서 이 기술을 수용한다면 그때 이 혁명은 분명히 일어날 것이라는 것이다. 또한 이와같은 혁명은 우리가 극심한 식량부족이나 환경적 영향없이 2040년까지의 85억인구를 부양해야 하는 문제를 대비해야 한다면 확실히 필요하다.

”