

생물산업의 현황

-Biodiamond로 바꾸는 생물산업



송 지 용
LG 화학기술연구원

오늘날 세계 발효시장은 연간 200억 달러에서 400억 달러로 계속 성장하고 있다. 생물공학분야에서 효소는 전분가공, fructose corn syrup제조·연료용 ethanol·세제산업 등에 널리 이용되며, 그 중 한 분야인 전분 효소의 전 세계 시장규모는 2억달러로 추산된다.

I. 생물산업의 특징 및 제품의 변천

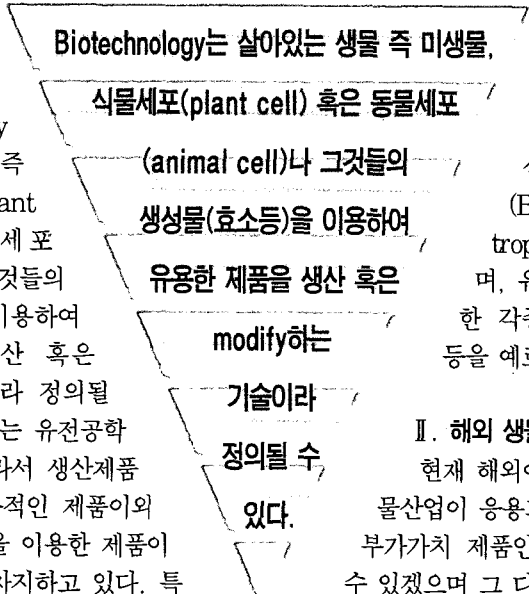
Biotechnology는 그 기원을 고대 wine 생산 등에 들 수 있어 그 역사가 장구하나 과학적으로 발효가 미생물에 의해 이루어진다는 사실은 1857년에 Pasteur에 의해 처음으로 밝혀졌으며 그 이후 20세기 초에 발효산업이 시작되어 에탄올, 부탄올, 아세트산과 같은 유기용매, 구연산(citric acid)과 같은 유기산 등이 생산되었으며 1944년 처음으로 페니실린의 대량생산이 개시되면서 본격적인 발효산업이 시작되었다. 그러나 값싼 석유의 등장과 함께 유기용매 등은 석유화학에 밀려 사양화를 면치 못했다. 따라

서 유기합성이나 석유화학에 의해 생산하기 어려운 페니실린, 세파로스포린과 같은 항생제 원료, 아미노산, 비타민, 효소, 스테로이드 호르몬, 핵산 등이 발효공정에 의해 생산되어 왔다.

그러나 1973년 소위 재조합 DNA 기술이라는 유전공학 기술에 의해 지금까지는 불가능하였던 미지의 유용한 물질을 생산해 낼 수 있다는 가능성에 자극받아 현재 생물산업이 미래의 기술로 각광을 받고 있다.

여기서 유전공학 즉 genetic engineering이라 함은 살아있는 세포(cell)의 유전자를 modify하여 새로운 혹은 특이한 효능을 발

획할 수 있도록 하는 실험실적 기술로 정의될 수 있으며 Biotechnology는 살아있는 생물 즉 미생물, 식물세포(plant cell) 혹은 동물세포(animal cell)나 그것들의 생성물(효소등)을 이용하여 유용한 제품을 생산 혹은 modify하는 기술이라 정의될 수 있다. 광범위하게는 유전공학 기술을 포함하며 따라서 생산제품도 앞서 언급한 전통적인 제품 이외에 현재는 유전공학을 이용한 제품이 더 많은 portion을 차지하고 있다. 특히 유전공학을 이용한 생물공학을 신생물공학(New Biotechnology)이라고도 하며 신생물공학 기술에 의해 생산되는 제품들을 왜소증 치료에 쓰이는 인간 성장 호르몬(Human Growth Hormone, HGH) 각종 암, 간염치료 등에 쓰이는 인터페론, 빈혈증 치료에 쓰이는 적혈구 성장 인자(Erythropoietin, EPO), B형 간염백신 등과 같은 의약품과 농업분야에서는



유전자 조작된 각종 plant, 젖소의 우유증산 효과를 가져오는 젖소 산유 촉진 단백질(Bovine Somatotropin, BST) 등이 있으며, 유전공학 기술을 이용한 각종 산업효소의 생산 등을 예로 들 수가 있겠다.

II. 해외 생물산업의 최근 동향

현재 해외에서 가장 활발히 생물산업이 응용되는 분야는 역시 고부가가치 제품인 의약품 분야라 할 수 있겠으며 그 다음으로는 농업분야, 환경분야 및 산업용 효소 분야라 할 수 있겠다.

1. 의약품

생물의약품은 질병과 감염에 대항하기 위해서 인체에서 자연적으로 생산되는 단백질·효소·항체 등의 물질을 미생물, 효모, 동물세포, 식물세포를 이용하여 대량 생산하여 사람의 질병이나 유전적 질환치료를 이용하는 것으로 다음과 같이 4분야로 나눌 수 있겠다.

① 치료제 : 인체는 각종 질병에서 인체를 보호하거나 혈당조절 및 성장 등에 관여하는 수천종의 단백질을 자연적으로 생산하는 기능이 있다. 현재까지 각종 질환을 치료하거나 기능을 조절하기 위해서 개발되어 미국 FDA의 승인을 얻



bio-remediation은 토양에 자연적으로 자라는

Pseudomonas 등 미생물의 성장과 활동을

촉진하여 기름 계통의 hydrocarbons

을 분해하는 방법이며, 재래식 토양

정화방법인 소각 또는 화학 약품의 처리법

에 비하여 매우 효과적이다.

어 판매되는 제품은 40여종으로 대부분 단
백질로서 빈혈증, 왜소증, 혈우병, 백혈병,
장기이식 거부반응, 여러 종류의 암, 간염
등의 치료에 이용되고 있다.

② 백신 : 생물공학은 새로운 백신을 개
발하여 인류 건강에 많은 도움을 주고 있
다. 재래식 백신 제조법은 항원을 얻기 위
해서 바이러스를 약독화 또는 사멸하여 사
용하지만 유전공학을 이용한 새로운 백신
제조법은 바이러스의 항원부분만 생산하여
이용하므로 보다 안전하다. 현재 FDA에서
승인을 받아 이용되고 있는 B형 간염 백신
은 효모세포에 간염항원을 도입한 후 효모
를 배양하고 생성된 항원을 정제하여 사용
하고 있다.

또한 Influenza, AIDS, Cholera,
Herpes, Rocky Mountain Spotted
Fever, 인체 및 동물용 설사 백신 등이 개
발 중에 있다.

③ 진단제 : 생물공학을 이용한 진단제
품은 각종 질병이나 유전적 질환의 검사에
이용된다. 예로서 현혈된 피에서 간염이나
AIDS 바이러스를 쉽게 검출하며, 가정에서
임신을 쉽게 확인할 수 있게 되었다. 중

래의 혈액진단 kit는 총 콜레스테롤, 트리
글리세라이드, high density
lipoprotein(HDL)을 측정하여 혈액에서
low density lipoprotein(LDL)의 양을 간
접적으로 측정하였다.

최근에는 혈액에서 low density
lipoprotein(LDL)양을 직접 측정하는 진
단 키트가 개발되어서 경제적·시간적으로
많은 도움이 되고, 또한 혈액을 채취하기
위해서 단식이 필요없는 편리함이 있다.

④ 유전자 치료 : 환자로부터 세포를 분
리하고 유전적 결함을 교정한 후 환자에게
다시 세포를 주입하는 유전자 치료는 결손
유전자를 삽입하거나 잘못된 유전자를 교
정하여 각종 유전적 질환을 치료하는 방법
으로서 유전자 자체를 이용하고 있다.

2. 농업분야

생물공학기술에 의해서 영양과 풍미가
개선되고 수확량 등에서 경제성이 있도록
농작물과 가축의 개량이 이루어지고 있다.

예로 유전자 재조합 종자 개발에 의해
오랫동안 신선도가 유지되는 토마토, 딸기,
raspberries, broccoli, cauliflower, 요리
할 때 기름의 흡수가 적은 감자, sweeter
snap peas, 씨가 없는 mini melons, 각
종 해충과 식물에 기생하는 바이러스에 내
성을 나타내는 감자, 사탕수수, 멜론, 옥수
수, 바나나, 파인애플, 딸기 등의 새로운
품종이 개발되어 판매되고 있다. 유전자 재
조합 chymosin(치즈제조용 효소)이 종래
의 송이지 위장에서 정제한 rennet을 대신
하여 치즈제조에 이용되고 있는 등 향후 생
물공학기술은 식량생산, 식품산업 등에 많
은 기여를 할 것으로 예상이 되고 있다.

동물약품 분야에서는 인체의약품과 마찬
가지로 동물용 치료제, 백신진단시약 등이

속속 개발되고 있어 79년 이후 약 60여종의 동물용 백신류 및 진단시약이 개발되었으며 대표적인 품목은 역시 젖소의 생산성 향상에 큰 기여를 하고 있는 産乳 촉진 단백질인 BST이며 돼지의 등지방 두께를 감소시켜 쯤과 동시에 사료 효율을 증진시켜 주는 돼지 성장 호르몬 (Porcine Somatotropin, PST) 등이다. 기타 생물공학을 이용한 애완동물용 면역조절 물질 등도 치료제로서 개발되고 있다.

3. 환경분야

미생물은 폐기물의 화학적 성분을 영양소로 이용하고 있으며, 특히 인체에 매우 유독한 물질로 알려진 methylene chloride, 여러 종류의 detergents, pentachlorophenol, sulfur 및 polychlorinated biphenyl(PCBs)등의 물질을 영양소로 이용한다.

어떤 경우에는 미생물이 폐기물을 분해하여 대사산물로 최종적으로 얻어지는 메탄(제지공장 등의 유황 함유액에서 미생물

이 서식하며 발생) 가스는 매우 유익한 에너지 자원이 되고 있다.

미국 환경보호청의 superfund program은 공업지역에서 유해폐기물질로 심하게 오염된 토양을 생물학적인 방법으로 재생(Bioremediation)시키는 데 그 목적이 있다.

Bioremediation은 토양에 자연적으로 자라는 Pseudomonas등 미생물의 성장과 활동을 촉진하여 기름 계통의 hydrocarbons 폐기물을 분해하는 방법이며, 재래식 토양 재생방법인 소각 또는 화학 약품의 처리법 등에 비하여 매우 효과적이다. 미국 과학자들의 보고에 의하면 3만개의 지하 유류저장 tank에서 유출된 기름으로 오염된 지역을 Bioremediation process에 의해서 재생시킬 예정이다. 1993년 Texas Houston에서 superfund를 이용하여 여러가지 난분해성 물질로 오염된 30만톤의 토양과 sludge를 현장(on-site) bioremediation으로 처리하였다. On-site bioremediation 기술은 미국 국

방성에서 화약인 TNT 등의 위험한 물질을 분해하는 데에도 이용되고 있다.

전 세계적으로 많은 도시의 하수폐기물에서 오염물질을 제거하기 위해서 특수 미생물을 선택하여 사용하고 있으며, 생물공학기술은 양조산업, 제지산업 및 화학합성공장 등에서 발생하는 폐기물을 분해하는 데에도 이용되고 있다.



4. 산업용 효소분야

생물체가 섭취된 영양소를 에너지원으로 전환하는 효소는 단백질로서 광범위한 용도를 갖고 있으며, 또한 효소는 세탁세제 및 자동 식기세척세제 등을 포함하는 청정제 품에 광범위하게 사용되고 있다.

오늘날 세계 발효 시장은 연간 200억 달러에서 400억 달러로 계속 성장하고 있다. 생물공학분야에서 효소는 전분가공, fructose corn syrup 제조·연료용 ethanol·세제산업 등에 널리 이용되며, 그 중 한 분야인 전분 효소의 전 세계 시장규모는 2억달러로 추산된다.

생물공학관련 효소를 제조판매중인 전세계적인 회사는 Genencor International社·Gist-Brocades社·Novo Nordisk社이다.

이러한 회사들은 최근에는 유전공학 기술을 이용하여 산업효소를 보다 더 수율 높게, 활성이 높게 생산하는 방법을 개발 사용하고 있다.

Ⅲ. 국내 생물산업의 최근 동향

국내 전통적인 생물산업은 세계적으로 보아도 강한 편이었다. 특히 아미노산, 핵산 등의 분야에서는 세계시장에 지대한 영향을 미칠 정도였다. 신생물 산업분야에서

도 80년도 초반부터 많은 투자를 아끼지 않아 고부가가치 제품인 의약품 분야에 있어서는 국내 자체 개발하여 상업화된 품목이 많아 앞서 열거한 성장 호르몬, 인 터 페 론, EPO, B형 간염 백신 등 여러 가지 단백질 제제가 상업화 되어 팔리고 있고 참여업체도 여러 회사가 있다. 특히 진단시약 분야에 있어서는 간염진단시약, AIDS 진단시약 등 많은 제품이 상업화되어 있다. 농업분야는 국

내 여건상 여러 국공립 연구소에서 유전자 조작된 종자 개발 등을 수행하고 있으나 상업적으로 생산되는 경우는 많지 않은 것 같다. 축산 및 동물 약품 분야에서는 앞서 언급한 소產乳 촉진 단백질(BST), PST 등이 역시 자체 개발 상업화 되어 있고 적용분야를 넓혀가고 있다.

환경분야 연구도 역시 활발히 추진되고 있으나, 산업효소 생산분야 등은 해외의 우수 몇개 회사를 제외하고는 경쟁력있게 생산하기가 어렵기 때문에 활발한 것 같지는 않은 것 같다.

