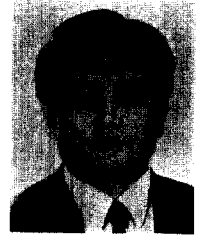


# 國內 酵素生産 및 利用 現況



太平洋化学(株) 技術研究所 農學博士 吳平洙

## 1. 序 言

國內 微生物 酵素工業은 外國에서와 마찬가지로 알콜醱酵工業에서 澱粉質原料를 분해할 목적으로 사용하는 酵素와 제약업계의 消化酵素劑 즉, 체내 음식물의 消化를 촉진시키는 酵素의 生産으로 부터 시작되었다고 볼 수 있다. 1960年代에 醫藥用 酵素劑로 사용하기 위해 *Asp. oryzae*를 이용한 amylase와 protease가 生産되기 시작하였다. 알콜醱酵工業에 이용되는 酵素들은 1970年代 이전에는 이 酵素를 사용하는 업체가 직접 *Asp. usamii*, *Asp. shirousamii*, *Asp. awamori* 등을 培養하여 그 培養物을 그대로 사용하였고 몇몇 군소업체가 이들 菌株를 培養하여 培養物을 그대로 乾燥시켜 粉麴, '麴子'라는 상품명으로 판매하여 왔다. 1973年度에 이르러 國內에서 알콜工業에 이용되는 糖化酵素인 *Rhizopus*의 glucoamylase를 제대로 生産시설을 갖춘 工業的 규모의 공장에서 生産되기 시작하였으며 이와 함께 酵素生産 菌株의 改良方法, 培養方法, 製劑化 方法 등에 관한 研究가 본격적으로 이루어졌다고 볼 수 있다. 그러나 國內에서 사용되는 酵素들은 다른 제품을 만들기 위한 원료로서 사용되고 선진국들이 生産하는 酵素들의 輸入이 자유로왔기 때문에 이들 外國酵素들과의 경쟁에서 酵素生産 資源인 優良菌株의 획득 문제 등 여러가지의 어려운 점이 발생하였다.

酵素生産에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 優良菌株의 확보로서 이는 무한한 資源에서 보다 좋은 菌株를 선별해야 하고 또 이를 계속 改良해야 한다. 즉, 경쟁대상보다 항상 우수한 菌株를 확보하고 있어야 하는 것이다. 그 밖에도 여러 문제들이 산재해 있지만 여기서는 國內 工業的 酵素生産 및 利用現況을 중심으로 하여 기술하고자 한다.

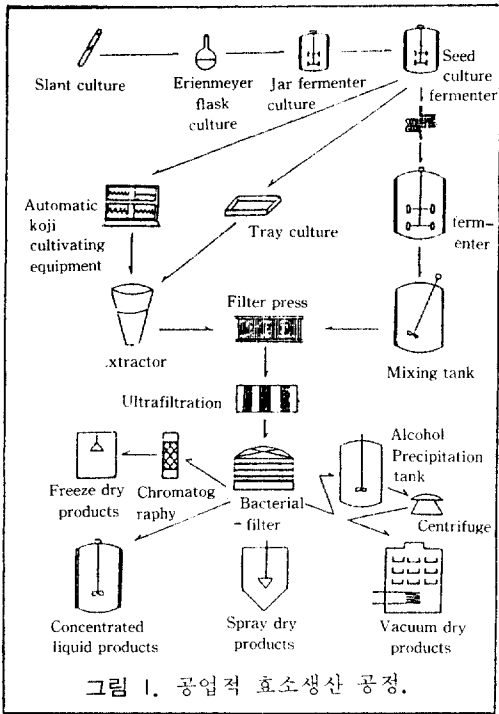
## 2. 國內 酵素工業의 技術動向

國內에서의 微生物 酵素工業은 알콜醱酵工業에 이용되는 糖化酵素의 生産에서 시작된 만큼 주로 알콜醱酵工業에 이용되는 酵素生産을 目的으로 技術開發이 이루어졌다고 볼 수 있다. 이들 제품을 유형별로 살펴보면 麴子, 粉麴형태인 粗酵素와 精製過程을 거친 粉末製品과 液狀製品의 형태로 나눌 수 있다. 粉末製品이나 液狀製品의 生産技術은 初期에 비해 많은 발전이 이루어졌으며 제품의 용도 또는 사용업체의 요구에 따라서 제품의 精製度를 달리하여 酵素純度別로 제품화할 수 있는 단계에 와 있으나 제품의 生産性과 관련한 優良菌株의 확보, 効果的인 培養法, 제품의 物理, 化學的인 安定性 강화 등은 아직도 해결해야 할 많은 技術的인 문제를 안고 있다 (그림 1)은 國內에서 工業的으로 酵素를 生産하는 過程을 나타낸 것이다.

최근 生物工學에 관한 관심이 높아지는 것을 계기로 醫藥用 診斷試藥에 사용되는 酵素, 遺傳工學分野에 사용되는 制限酵素 등의 分野는 企業, 學界의 노력에 의해 分離, 精製技術이 어느정도 확립되어 있으며 또한 醫藥用인 消炎劑 제통에 이용되는 酵素들의 菌株選別 및 改良 등에 많은 技術的인 發展이 이루어져 있지만 이와 같은 研究가 産業化로 연결되지 못하고 단순한 研究로서 끝나고 있다는 것은 안타까운 일이다.

## 3. 國內에서 生産되는 酵素製品

國內에서 工業的인 규모로 生産되는 酵素製品은 표 1에서와 같이 glucoamylase(*Asp. niger*, *Asp. oryzae*),  $\alpha$ -amylase(*B. subtilis*, *Asp. oryzae*), protease(*B. subtilis*, *Asp. oryzae*, porcine pancreatic),  $\beta$ -galactosidase(*Asp. oryzae*),



cellulase(*Asp. niger*, *Tri. viride*), pectinase(*Asp. niger*),  $\beta$ -amylase(soybean, barley malt), urokinase(human urine), Analytical enzyme 등이 있다.

이 효소들의 사용分野와 販賣量現況은 표 2, 표 3에 나타내었다.

國內 微生物 酵素劑를 살펴보면 酒精工業用 酵素인 糖化用 glucoamylase, 液化用  $\alpha$ -amylase는 거의 國內생산제품이며 酒精工業用 glucoamylase인 경우는 粗酵素 형태인 제품과 精製된 제품으로 나눌 수 있으며 精製된 제품은 粗酵素제품에 비해 精製費用이 많이 들므로 제조경비를 줄이기 위해 菌株改良을 비롯한 生産性的 향상이 요구된다. 또한 纖維工業用, 製糖工業用 중 물엿용인 液化用  $\alpha$ -amylase 및 제빵 製菓 등의 食品製造用 酵素 등도 國內 生産酵素가 주로 사용되고 있다. 이중 液化用 細菌  $\alpha$ -amylase에 있어서는 사용온도에 따라 2가지 제품으로 구분되는데 70-80°C 제품은 國內 생산제품이지만 95°C 부근의

표 1. 國內 使用酵素의 給源.

효 소	급 원
Glucoamylase	<i>Asp. niger</i> , <i>Rhiz. niveus</i> , <i>Rhiz. delemar</i> , <i>Asp. awamori</i>
$\alpha$ -Amylase	<i>B. subtilis</i> , <i>B. stearothermophilus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>Asp. oryzae</i>
$\beta$ -Amylase	Soybean, Barley malt, <i>B. polymixa</i>
Glucose Isomerase	<i>B. coagulans</i> , <i>Step. phaeochromogenus</i> , <i>Step. albus</i> , <i>Arthrobacter sp.</i> , <i>Actinoplanes missouriensis</i>
Protease	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>Rhiz. delemar</i> , <i>Asp. oryzae</i> , Porcine pancreatic, Papaya
Cellulase	<i>Asp. niger</i> , <i>Tri. reseei</i> , <i>Tri. viride</i> , <i>Pen. funiculosum</i> , <i>Irpex lacteus</i>
Pectinase	<i>Asp. niger</i> , <i>Rhiz. niveus</i>
$\beta$ -Galactosidase	<i>Asp. oryzae</i> , <i>Asp. niger</i> , <i>K. lactis</i> , <i>K. fragilis</i>
Rennet	<i>M. miehei</i> , <i>M. pusillus</i> , <i>Endothia parasitica</i>
Lipase	<i>Candida cylindracea</i> , <i>Rhiz. sp.</i> , <i>Asp. niger</i> , Procine pancreatic
Pullulanase	<i>Bacillus sp.</i> , <i>Klebsiellar aerogenes</i>
Glucanase	<i>B. subtilis</i> , <i>Pen. emersonii</i> , <i>Asp. niger</i>
Penicillin acylase	<i>B. megaterium</i> , <i>E. coli</i>
Invertase	<i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>E. coli</i>
Dextranase	<i>Pen. lilacinum</i> , <i>Sacch. diastaticus</i>
Inulinase	<i>Candida sp.</i> , <i>Asp. sp.</i>
Catalase & Glucose oxidase	<i>Asp. niger</i>

표 2. 國內 用度別 使用 酵素.

제 품	효 소
탁 주	glucoamylase, $\alpha$ -amylase
고 량 주	glucoamylase, $\alpha$ -amylase
주 정	glucoamylase, $\alpha$ -amylase, cellulase
포 도 당	glucoamylase, $\alpha$ -amylase
과 당	glucoamylase, $\alpha$ -amylase, glucose isomerase
물 엿	$\alpha$ -amylase, $\beta$ -amylase
제 빵, 제 과	$\alpha$ -amylase, protease
과 일 음 료	pectinase, cellulase
유 제 품	$\beta$ -galactosidase, rennet (animal, microbial)
연 육 소	bromelain, papain
기타식품제조	protease, glucoamylase, $\alpha$ -amylase
피 력	protease (porcin pancreatic, microbial)
제 지	$\alpha$ -amylase
세 제	alkaline protease, lipase, cellulase
섬 유	$\alpha$ -amylase
의 약 소 화 제	$\alpha$ -amylase, protease, $\beta$ -amylase, cellulase, lipase
의 약 소 염 제	protease (plant, microbial)
의 약 제 조	penicillin acylase
사 료 첨 가 제	cellulase, $\alpha$ -amylase
효소임상분석시약	cholesterol oxidase, glucose oxidase, peroxidase, uricase

液化酵素는 外國의 輸入제품이 사용되고 있는 만큼 高耐熱性液化酵素는 國內生産에 노력하고 있다. 그 밖에도 human urine을 이용하여 國內에서 생산되고 있는 urokinase는 國內需要 외에도 外國으로 輸出까지 하고 있다. 이들 酵素의 生産업체는 glucoamylase,  $\alpha$ -amylase, protease,  $\beta$ -galactosidase, cellulase, pectinase,  $\beta$ -amylase 등의 食品用酵素, 醫藥用 消化酵素 및 기타 제품을 생산하는 太平洋化學(株), 醫藥用 酵素를 생산하는 東亞製藥(株), urokinase를 생산하는 (주)녹십자, 醫藥用 分析試藥 酵素를 생산하는 영동제약(주), 알콜醱酵用 粗酵素 生産업체인 배한산업, 유양산업, 삼성곡자 및 京畿理化學 등이 있다.

#### 4. 輸入酵素製品

최근 國內에 輸入되는 제품들을 표 4에 나타내었다. 표 3, 표 4에서 보면 최근에 洗劑에 첨가되

기 시작한 alkaline protease가 상당한 輸入의 증가를 보이고 있으며 앞으로도 國內 使用量이 계속 증가하여 1988년에는 약 30억원에 이를 전망이다. protease 중에서는 pancreatic protease도 輸入되고 있는데 이는 기술적인 면에서 보다 國內에서 생산할 경우 pancreatin의 原料價格이 비싸기 때문으로 보인다. Amylase에 있어서는 需要量의 큰 증가는 없으나 高耐熱性  $\alpha$ -amylase가 10억원 정도로 輸入에 의존하고 있으며 또한 果糖 제조에 이용되는 glucose isomerase도 15억원 정도로 輸入에 의존하고 있다. 醫藥用 消炎劑 酵素로서 protease의 輸入이 다소 증가되고 있고 그밖의 醫藥用 消化酵素들인 cellulase, hemicellulase의 添加量이 최근 증가되고 輸入이 다소 되고 있지만 조만간 國內에서 생산될 것으로 보인다.

그 밖에 澱粉糖의 oligo糖을 제조하는데 사용되는 malt enzyme, pullulanase 등도 새로운 제품 제조에 이용할 目的으로 輸入이 되고 있다.

표 3. 國內 用度別 酵素 使用量(1986).

용도	사용량	생산
주류공업 (주정, 탁주, 고량주, 기타)	30억원	국내
제당공업 (포도당, 과당, 물엿)	40억원	국내, 수입
제빵, 제과	1억원	국내
연육소	1억원	국내
기타 식품제조	2억원	국내
피혁가공	5억원	국내, 수입
섬유공업	5억원	국내, 수입
세제공업	10억원	수입
의약품 소화효소제	5억원	국내, 수입
의약품 진단시약	10억원	국내, 수입
동물사료 첨가제	2억원	국내, 수입

표 4. 酵素 種類別 輸入 現況.

효소 종류	수입금액 (US, 10,000 \$)	
	1985년	1986년
Trypsin	15	13
Lipase	8	11
Pepsin	1	2
Papain	26	21
Bromelain	23	25
Amylase	147	147
Protease	32	68
Pectic enzymes	5	5
Malt enzymes	1	13

(무역통계연보, 관세청)

### 5. 今後의 展望 및 提言

앞서 설명한 國內生産 및 輸入 酵素製品들을 살펴보면 微生物 酵素製品에 있어서는 아직도 工業的 生産을 위한 研究, 開發이 많이 이루어져야 한다고 생각된다. 輸入되고 있는 주요제품인 glucose isomerase에 있어서는 國內 企業에서 많은 研究를 하고 있지만 優良菌株의 개발문제와 使用上의 酵素 安定性, 持續性 등에 관한 固定化 方法 등이 병용되어 研究되어야 할 것이다. 또한 최근 국내 洗劑用品에 많이 添加되어 사용되는 洗劑

添加用 酵素인 protease, cellulase, lipase 등에 대해서도 많은 研究가 행해지고 있어 이들 酵素는 다소 빨리 工業的인 생산이 이루어질 것으로 생각되지만 高耐熱性 液化酵素인  $\alpha$ -amylase(95°C)는 그간 菌株改良에서 여러 研究가 계속되고 있는데 반해 우수한 菌株를 얻지 못한 것으로 생각되는 바 계속적인 菌株의 改良研究가 이루어져야 할 것이다. 診斷, 分析用 酵素 및 消炎劑用 酵素들도 점차 國內의 생산이 증가되리라 생각되는데 이와 같은 酵素들은 菌株의 改良과 더불어 酵素蛋白의 物理, 化學的인 면에서 安定性, 持續性, 便利性을 고려하여 研究되어야 할 것이다.

<page 17에서 계속>

이것은 각 회사들의 비밀유지에도 그 원인이 있겠으나 시장조건이 복잡화되어 있기 때문인 것 같다.

### 6. 결 론

이상에서 본 바와 같이 효소시장에 대한 새로운 NEWS는 크게 없는듯 하나 기존효소들과 새로운 효소들의 조화있는 발전에 힘입어 느린 속도이긴 하지만 효소산업은 향후 꾸준히 발전해 나갈 것임에는 틀림이 없을 것이다. 중요한 것은 사용자측

의 부단한 적용노력이 함께 되어야 한다는 것이고 이것은 기존효소들의 이용을 기반으로 점진적으로 신제품들을 수용해 나가는 형태로 계속되어질 것이다. 현재 세계시장의 효소가격은 전반적으로 최저시세에 있기 때문에 향후 더 이상의 가격하락은 없을 것같은 전망이다. 신기술에 의한 효소들의 출현은 상당히 고무적으로 업계에 받아들여질 것이므로 향후 효소메이커와 사용자간의 지속적인 협조하에서 산업발전에 기여하게 될 것으로 사료된다.