

# 효소산업의 현황과 전망 (V)

—효소산업의 국내의 동향—

한 문 회

한국과학기술연구소 응용생화학연구소

(1975년 4월 26일 접수)

## 제 7장 효소산업의 국제적 추이와 전망

1972년 일본에서 열린 fermentation symposium에서 유명한 발효학자인 Humphrey 교수는 효소의 이용은 선진국이나 발전도상국이나를 막론하고 산업진흥을 위하여 필수적인 기술임을 지적하였다<sup>1)</sup>. 일반적으로 발전도상국에 있는 나라는 식량문제 해결 또는 생산자원의 효율적 이용등에 효소 이용의 중점을 두게 될 것이며, 선진국에서는 증가되는 노임에 의한 생산가 양등의 조정, 생산품의 품질 향상, 또는 오물 및 폐기물 관리등에 효소이용의 목적을 두게되고 이런 방법으로 연구개발이 치증될 것이 예상된다. 따라서 이러한 효소의 산업적 이용가치는 증가될 것이며, 효소제품의 생산 및 수요가 점진적으로 늘어갈 것이 확실하다. 사실상 지난 20여년 사이에 효소의 공업적 또는 의학적 이용을 실현화 함으로서 효소산업의 급진적 발달을 가져 왔으며, 앞으로도 이 추이는 계속될 것임에 틀림 없다. 가장 뚜렷한 실예의 하나로는 1960년 후반기에 산업적 자광을 받았던 효소세제 (enzyme detergent)이며, 이에 소요되는 detergent protease의 생산이 한때 붐을 일으켰다. 그러나 1970년에 들어서서 국민 보건상 문제로 detergent protease생산이 저조되었으나 근래에 와서는 다시 자광을 받고 있으며, 한편으로는 설탕대치 감미료인 이성화당 생산에 쓰이는 glucose isomerase의 개발 연구로 말미암아 또 다시 효소산업의 붐을 맞이하게 되었다<sup>2)</sup>.

미국에서 년도별 효소매상고의 추이를 Table 5-1에 요약하였다. 이 중에서 1970년도에는 세계용

효소가 43% 그리고 식품공업용 효소가 28%로 그 우위를 차지하고 있었다. 앞서 말한바와 같이 세계용 효소는 1970년도 이후에 하락 되었으나 앞으로 계속적인 개량연구로 자광을 다시 받게 되리라 예상된다. 현재 7천 여만불의 매상고를 올리고 있는 효소산업은 앞으로 계속 증가 할것으로 생각한다. 미국의 NSF에서 조사보고한 통계<sup>3)</sup>에 의하면 전체적으로 보아 amyloglucosidase, bacterial amylase, alkaline protease, glucose isomerase, glucose oxidase 등의 수요가 1980년대까지 점증할 것으로 추산하고 있다 (Fig. 5-1). 이 외에도 앞으로의 산업적 전망을 내다보며 연구되고 있는 효소의 수는 많으며, 그 몇가지 예를 들어보면 lactase, microbial rennin, cellulase, dextranase 등의 효소 생산에 대해서 밝은 전망을 내다보고 있다<sup>3)</sup>.

Dextranase는 충치의 예방효과를 인정받아 치약의 첨가제로서 미국에서는 Merck회사와 NIH와의 공동으로 임상 연구가 활발히 진행되고 있으며, 세계의 다른 여러나라에서도 커다란 관심을 보이고 있다. 화장품 산업에 있어서도 protease를 피부연화제로나 비듬약에 쓸 가망이 많고 keratinase

Table 5-1. 산업별로 본 효소제품의 매상고(미국)

산 업 별	매 상 고 (\$ M)		
	1964	1968	1970
식 품 공 정	17.0	20.0	21.0
농 업	5.5	8.0	8.4
공 업 용	4.4	7.0	7.4
의 약 용	2.8	4.0	5.0
세 제 용	0.0	10.0	32.0
합 계	29.7	49.0	73.8

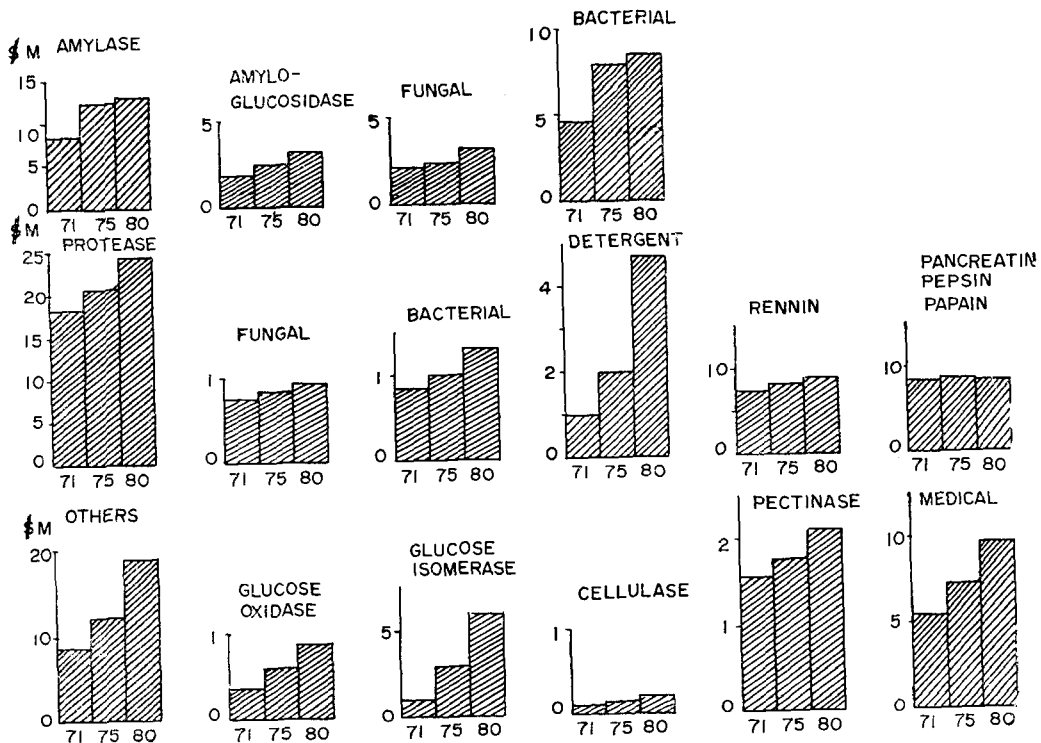


Fig. 5-1 미국의 주요 효소 매상고 추정표. 1972년도 미국 NSF 조사자료에 의한.

는 앞으로 모발용 약품으로 쓰일 가망이 크다. 이외에도 임상분석의 건수가 발달 함에 따라 임상 분석 방법의 자동화가 증가 될 것이며 임상 분석용 효소의 수요가 전반적으로 늘어 갈 것이 예상된다. Urokinase, L-asparaginase, collagenase와 같은 정제 효소 제품은 효소치료용으로 쓰기 위하여 많은 임상실험을 계속중이며 앞으로 임상실험 단계에서 일단 그 임상적 효력을 인정 받게된다면 이런 효소 제품들의 시장성이 확대될 것으로 생각한다.

미국 대통령 과학기술담당 보좌관실의 조사보고서<sup>4)</sup>에 의하면, 근래에와서 급증된 소비 경제와 공업의 발달은 폐기물의 증가, 환경오염 등의 사회적 또는 인체보건상의 문제점을 야기하였고, 이러한 폐기물처리 또는 오염물질관리에도 서구 각국에서는 효소의 이용을 서둘러 연구하고 있다. 말하자면 근래에 늘어가고있는 plastic 제품 (polyvinyl chloride, polystyrene)은 미생물에 의하여 쉽게 분해 되지 않기 때문에 매년 축적되는 양이 약 10억 톤이 넘고있다. 따라서 미생물 효소에 의하여 분해 될수 있는 합성수지 또는 plastic 제품의 개발이 효소산업의 일면을 차지하고 있다. 미생물체나 공기 오염물질을 분해 시킬 수 있는 효소는 앞으로 병

원과 같은 건물의 환기시설과 병용하여 공기청량제로 쓰이게 될 것이며, 근래에 가끔 문제시 되는 바다를 오염시키는 oil spill도 미생물 효소에 의하여 분해제거 시키고저하는 연구가 많이 진행되고 있다. 미국에서 문제시되는 폐유지의 재 이용은 cellulase의 개발연구로 각광을 받고 있으며, 현재 Natick Laboratory에서는 이미 시험공장 규모로 폐지의 섬유소를 분해시켜 포도당 그리고 에타놀을 생산하고 있어 앞으로 다가올 식량난 및 에너지난에 대비할 원대한 개발연구를 추진 하고있다<sup>6)</sup>.

효소의 산업적 이용이 좀더 실용화 되려면 효소의 생산가가 절감되어 효소이용 공정에서 최종제품의 생산원가에 커다란 부담을 주지 않아야 된다. 따라서 현재 효소산업의 세계적인 당면문제는 어떻게 값싼 효소제품을 생산보급 하느냐에 있다. 물론 새로운 효소제품의 개발 및 제품의 품질향상도 중요하다 하겠지만 이 문제는 생산가가 어느 정도 경제성을 보일때 이야기 가 된다. 현재에도 산업용으로 개발된 효소가 많기는 하지만 아직도 생산가 때문에 실용화 되지 못하고 있는 것이 많이 있다. 이런점에서 효소를 쉽게 회수할 수 있고 안정도를 높여 주므로서 장기간을 재이용 할 수 있도록 고

안된 고정화 효소의 연구개발은 앞으로 효소의 산업적 실용도를 높여 줄 뿐 아니라 실제로 효소산업발전에 이바지 할바 크다. 특히 고정화 효소를 이용한 효소처리 공정의 연속화는 제품공정의 효율 향상 뿐만 아니라 경제적인 수익을 올리는 점에서 각광을 받고 있으며 실제로 서구 각국에서 많은 연구 투자를 하고 있다.

현재 공업용으로 주로 쓰이고 있는 효소는 대부분이 물질분해 효소이며 아직 물질 합성용 효소는 개발된 것이 별로 없다. 역시 물질 합성용 효소는 그생산가가 비싸기때문에 실용화에 난점을 보이고 있으나 앞으로 고정화 효소의 생산과 적절한 효소반응조의 고안이 이루어 진다면 단리된 효소제품을 사용하여 항생물질의 변형, esterification, acylation, polymerization 등과 같은 복잡한 생합성 과정을 쉽게 성취 시킬 수 있다<sup>9)</sup>.

이러한 효소개발 연구는 현재 미국에서 가장 활발히 진행되고 있으며, 그 중요성도 강조되고 있다. 구라파에서도 효소 개발 연구가 많이 진행되고 있으나 미국에 비해서는 약하다. 동양에서는 일본이 미생물 효소 생산기술면에 있어서 미국을 능가할 정도로 앞서고 있으나 아직 실용화 과정에서 대규모화하는데 고전을 하고 있음이 알려져 있다<sup>9)</sup>. 그러나 일본에 있어서의 효소산업은 잘 발달되어 있다. 일본의 연간 효소 생산량과 산업적 이용도를 Table 5-2에 요약하였다. 1968년도의 통계에 의하면 연간 생산량은 약 1만천M/T 으로 그 전액은 약840 만불에 달하고 있다<sup>10)</sup>.

### 제 8 장 국내 효소산업의 현황과 대책

우리나라에 있어서 효소를 이용하는 중요산업계

는 크게 나누어 의약품과 식품공업이다. 의약품에 있어서는 주로 소화제 또는 소염제에 가수분해 효소가 많이 쓰이고 있으며, 특히 소화제로서 pancreatin 또는 diastase를 많이 쓰고 있다(Table 5-3).

식품공업에서 가장 많이 쓰고 있는 효소는 포도당 제조에 쓰이는 amyloglucosidase가 있으며, 이외에도 곰팡이에서 생성되는 amylase와 protease가 섞인 조효소제는 제빵업에서 많이 쓰고 있다. pancreatin protease는 피혁공업에서 대량사용하고 있으며 식물성protease(papain, bromelin)는 맥주생산과 식품공정에 쓰이고 있다. 세균성 amylase도 일부 제과공정이나 섬유공업에 있어서 탈호공정에 쓰이고 있다. 그러나 이러한 효소의 공급은 약30%정도가 국내생산품으로 충당되고 있으며 나머지 약70%는 수입품에 의존하고 있다. 국내 생산 효소는 대부분이 원료 조달과 생산공정이 비교적 용이한 amylase 또는 protease의 생산이 있을 뿐 이외의 임상분석용 효소나 공업용 효소의 생산이 아직은 전무한 형편이다 (Table 5-4, 5-5).

효소의 수입량으로 보면 년도에 따라 그 증감이 있긴 하지만 전반적으로 증가 추세를 보이고 있는 것이 사실이며 1972년도의 통계에 의하면 총수입량이 약44M/T으로 65만불에 해당하는 외화를 소비하고있다. 한국과학기술연구소, 경제 분석실의 분석결과에 의하면 앞으로 계속 효소의 수요가 증가될 것이며 1978년도에는 적어도 100여만불에 상당하는 효소를 수입해야 앞으로 늘어나는 수요를 충당 할 것으로 보고있다. 따라서 우리나라에 있어서 효소의 국내 생산 보급이 시급하며 이에 대한 기술개발이 필요하다는 것은 말할 나위도 없다. 주요부분별 국내 효소의 이용현황과 그 전망 및 대책에

Table 5-2. 일본의 효소제 생산량과 그 용도 (1968)

효 소	용 도	생산량(%)	생산가(\$)
세균 amylase	섬유가공, 포도당, 물엿제조, 알콜공업, 식품공업	10,603	2,537,600
곰팡이 amylase	의약, 물엿제조	90	707,000
amyloglucosidase	포도당, 알콜공업	800	2,220,000
맥아 amylase	맥주, 식품공업	350	97,500
세균 protease	피혁, 수산가공, 식품가공, 세계사건공업, 의약품, 화장품	982	744,500
Pectinase	과즙청등제	13	36,000
곰팡이 cellulase	식품가공	20	200,000
Lipase	소화제, 식품가공	3	100,000
기 타		4	1,800,000
합 계		12,865	8,442,600

Table 5-3. 국내시판 소화제 성분표\*

제 품 명	회 사	조 성 성 분	합 량
Diastase	동 아 제 약	Diastase	—
Bestase	"	Biodiastase Cellulase	75mg/Tab 25mg/Tab
Polyase (Coated Tab)	서 울 약 품	Polyase $\alpha$ -amylase $\beta$ -amylase Protease Dehydrochloric acid	25mg/Tab 1,000 IU 825 IU 200 IU 10 IU
S-lase-p	태 평 양 화 학	S-lase $\alpha$ -amylase $\beta$ -amylase Protease Lipase	70 g 20,000 IU 3,000 IU 1,400 IU 1,000 IU
S-lase (Sugar Coated)	"	S-lase $\alpha$ -amylase $\beta$ -amylase Protease Lipase	200 mg 4,000 IU 600 IU 200 IU 700 IU
Pancreatin	한 서 신 약	Pancreatin Dextrin	— —
Hattori Powder	크 라 운 제 약	Pancreatin Diastase Phenobarbital Dried yeast Cassiae cortex powder	150 mg 250 mg 12 mg 300 mg 150 mg
Pantase	동 광 약 품	Pancreatin $\alpha$ -amylase Protease Lipase Hemicellulase	500 IU/3 Tab 7,000 IU " 3,000 IU " 600 IU " 510 IU "
Festal Dragees	한 독 약 품	Pancreatin amylase lipase Hemicellulase Purified dried ox bile	10 WU 10 WU 17 WU 50 mg 25 mg

\* 의약품 편람, 대한약품 공업협회 1973.

Table 5-4. 공업용 효소의 국내 수요 추정

효 소	용 도	급 원	수 요 추 정 (Kg)			
			1972	1974	1976	1978
세균 amylase	포 탈 호 공 당	국내생산 및 수	752,300	803,300	785,000	775,000
amyloglucosidase	포 식 품 공 당	국내생산 및 수	24,680	33,000	48,000	67,000
곰팡이 amylase	식 품 공 업	국내생산	4,200	5,666	7,436	9,715
Proteases (papain, bromelain)	식 품 공 업	수 입	1,750	2,430	3,373	4,173
Proteases+amylase	식 품 공 업 (제과, 제빵)	국내생산 및 수	700	973	1,351	1,878
Pancreatin	피 혁 공 업	수 입	871	975	1,092	1,222

대하여 약술하고자 한다.

1) 전문 당화용 효소

전분으로 부터 포도당 또는 물엿제조과정에는

산당화법과 효소당화법 두가지 방법을 사용한다.

효소 당화법은 *Bacillus*속에서 생성되는 세균 amy lase(액화형)과 *Aspergillus*나 *Rhizopus*등의 곰팡

Table 5-5. 의료용 효소의 국내 수요 추정

용도	효소	급원	수요 추정 (Kg)			
			1972	1974	1976	1978
소화제	Diastase	국내 생산	26,000	28,426	28,885	29,036
	Pancreatin	수입	16,313	21,980	22,234	22,453
	Cellulase	"	696	944	959	964
	Lipase	"	309	402	408	411
	Pepsin 및 기타	"	2,082	2,150	2,185	2,196
소염제	Bromelain	"	264	414	526	687
	Trypsin 및 Chymotrypsin	"	89	116	148	193
	Lysozyme	"	28	36	46	61
	기타 protease	"	12	17	21	28

이에서 생성되는 amyloglucosidase(당화형)을 병용하여 전분을 당화시키는 방법으로 산당화에 비해 작업능율이나 효율이 못지 않으며, 제품의 당도, 수율, 색조에 있어서 보다 우수하여 미국, 일본등지에서 이 방법을 채택하고 있다.

국내의 물엿생산업에 있어서 소규모 공장에서는 산당화법을 이용하거나 맥아를 직접 사용하고 있으며, 정제 포도당 공업에 있어서는 주로 효소당화법 또는 산당화(액화공정) 및 효소당화(당화공정)를 병용하는 방법을 쓰고 있다. 국내 포도당 산업은 그간 침체되어 가동율이 평균 50%이하 이었으나 현재 설량수급의 난황으로 말미암아 점차 활기를 띠게 될 것이 예상되며, 앞으로 무수결정 포도당 및 이성화당 생산등으로 포도당의 수요가 늘어 갈 것이다. 따라서 포도당 제조용 액화 및 당화효소의 수요가 점차 증가 될 것이다(Table 5-6). 전분 액화용으로 쓰이는 세균 amylase는 몇개의 소규모 생산업체에서 생산 보급하고 있으나 아직 포도당 생산공정에는 본격적으로 사용하고 있지 않은 실정이다. 앞으로 질이 우수한 내열성 amylase가 대규모로 개발생산 되어야 하겠으며, 이와 병행해서 내열성 amylase를 이용한 연속적 전분액화공정 기술의 개발도 이루어져야 한다. 결론적으로 포도당 산업의 발전을 위해서는 우선적으로 효소 이용기술이 보급되어야 하겠다. 현재로 amyloglucosidase는 국내 생산품으로 당분간 충당 될 수 있다고 생각하며, 세균 amylase는 품질의 향상과 양산체제가 갖추어져야 할 것이다.

## 2) 포도당 이성화 효소

설당 대치 감미자원의 개발을 위한 이성화당 생산을 미국, 일본등지에서 서두르고 있고 우리나라

에서도 금년부터 그 생산이 시작되었다. 이성화당 생산에 소요되는 효소는 glucose isomerase이며 현재까지는 국내 생산이 되어 있지 않고 일본 Nagase 제품이나 덴마크의 Novo 제품을 수입 사용하고 있다. 앞으로 증가될 이성화당 수요에 따라 glucose isomerase의 국내 생산이 시급하다고 생각한다.

## 3) 식품 공정용 효소

곡류 제품공정에 있어서 amylase와 protease가 사용되고 있으며 앞으로 제과, 제빵공업의 발달과 더불어 이 효소의 이용도가 증가 될 것으로 예상된다. papain 또는 bromelain과 같은 식물성 protease는 맥주공업의 냉각혼탁방지 용으로 쓰이고 있다. 이런 protease들은 모두가 수입에 의존하고 있으나 원자재 문제로 국내 생산의 가망이 희박하다. 앞으로 식품공정용 protease는 미생물에서 생성되는 protease류나 또는 우리나라에서 재배가 가능한 무화과 (fig)의 액즙에서 추출정제 할 수 있는 ficin의 이용등을 생각 할 수 있다.

이 외에도 아직은 국내 수요는 적으나 앞으로 각광을 받을 수 있는 효소들은 pectinase, lipase, cellulase등이다. 특히 cellulase는 섬유소 자원을 이용한 식량자원, 사료자원 및 발효기질자원 개발에 필수적인 효소이며, 한편 hemicellulase의 생산이용과 더불어 곡류의 효소도정(enzyme milling)을 개발이용 함으로서 곡물의 품질 향상과 손실방지를 위하여 우리나라 효소산업의 각광을 받을 수 있는 분야라 생각한다.

현재 우리나라의 낙농업은 빈약하나 축산의 증산계획 및 우유 가공공정의 증설과 더불어 낙농공정에 쓰이는 lactase나 rennin의 수요가 늘어 갈 것으로 생각된다. 특히 우리나라 사람들의 기호

Table 5-6. 내열성 amylase 국내 수요 추정 (단위 : M/T)

년도	부분	면 방*	주 정	맥 주	물 엿	포도당	제 지	총 계**
1972		659.3	61.0	10.7	13.2	5.9	2.2	752.3
74		688.5	71.4	15.7	17.1	7.5	3.1	803.3
76		655.5	77.6	18.7	20.2	9.8	4.1	785.9
78		622.4	86.4	23.2	23.3	13.6	5.5	774.4
80		589.4	95.4	28.5	26.4	18.5	7.4	765.6

\*amylase 수요의 감소는 합성섬유 산업의 증가로 면방산업의 축소에 의한 것임.

\*\*amylase의 총수요는 면방산업에 의한 감소때문에 다른 산업부문에서 증가함에도 불구하고 현상유지를 하게 됨.

성에 맞는 치즈 제품의 생산이 이루어져야 하며, 이에 소요되는 rennin도 점진적으로 국내 개발생산을 이루어야 할 것이다.

glucose oxidase의 이용은 우리나라 식품산업에 아직 잘 알려지지 않고 있으나 catalase와 함께 산화 방지제로 개발이용 될 것이 확실하며, 이에 대한 glucose oxidase의 생산 대책도 강구되어야 하겠다. glucose oxidase는 *Aspergillus niger* 에서 생성 됨으로 이 곰팡이류에서 생성되는 amylase 또는 protease 와 병행 생산한다면 산업적 실리를 증가시킬 수 있다고 생각된다.

#### 4) 피혁 처리용 효소

생피중에서 collagen 섬유를 정착고정시키는 공정에서 protease를 쓰게 되는데, 현재 우리나라에서는 수입된 pancreatin을 사용하고 있다. 이 pancreatin은 아직 국내 생산이 부족하여 대량을 서독 또는 일본 등지에서 수입공급하고 있으며 앞으로 지속적인 소비증가 추세를 보이고 있다. 이러한 산업용 protease로서 pancreatin 은 근래 증가되고 있는 도축산업의 붐과 더불어 돼지 내장의 부산물 이용 방안으로 일부 업체에서 생산을 서두르고 있기 때문에 국산 대치가 가능하다고 본다. 한편 좀더 생산원가가 싼 세균 protease의 대량생산을 서둘러 앞으로 늘어갈 수요에 대처해야 되리라 생각한다.

#### 5) 탈호용 효소

면직물의 경사물질로서 전분제를 많이 쓰고 있다. 이런 탈호정련법으로 diastase를 많이 써 왔으며 근래에는 *Bacillus amylase* 도 쓰고 있으나 아직까지 내열성 amylase의 품질이 좋지 않은 관계로 소비자의 관심을 끌지 못하고 있는 실정이다. 합성 섬유 생산으로 면직물 생산이 감소되고 있기는 하나 아직까지도 탈호공정에 쓰이는 내열성 amylase의 수요는 막대한 것이다 (Table 5-6). 다만

문제시 되는 것은 우수한 품질 및 열가의 효소 양 산기술의 개발이라 생각한다.

#### 6) 세제용 효소

*Bacillus protease*는 합성세제에 첨가하여 효소세제의 생산에 쓰고 있으며 서구에서는 그 소비가 늘어가고 있다. 우리나라에서도 앞으로 자동세탁기와 합성세제의 보급이 증가 함에 따라 이에 대한 개발연구도 필수적이라 하겠다.

#### 7) 의료용 효소

의료용 효소를 크게 나누어 임상치료용과 임상분석용 두가지로 생각할 수 있는데 이에 소요되는 효소로서 소화제용 diastase를 제외하고는 수입품에 의존하고 있다. 우리나라에 있어서도 의료용 효소로서 소화제가 찾아하는 비중은 대단히 크며 diastase, pancreatin, cellulase등이 사용되고 있다 (Table 5-3, 5-5). 위에서 말한바와 같이 pancreatin의 국내 생산은 곧 실현될 것이며, cellulase의 개발 생산도 시급하다고 생각한다.

앞으로 의학적 연구의 진전과 더불어 질병치료에 소요되는 효소의 개발도 병행되어야 한다고 생각하며, 특히 임상진단의 과학화를 기하기 위한 병리실험에 쓰이는 임상분석용 효소는 그 수요가 점점 증가되리라 예상한다. 국내에서는 이미 LDH, MDH, urease, hexokinase등이 개발연구되어 생산 단계에 이르고 있다. 앞으로 임상효소 생산의 기업화가 기대되는 바이다.

#### 8) 고정화 효소

현재 우리나라 효소 산업에 있어서는 산업용 효소 생산과 이용 기술의 개발연구가 급선무이며 앞으로 효소 생산제품의 자급자족을 이룬 후에 점차적으로 효소이용 공정의 경제성 및 효율성을 고려해서 고정화 효소의 연구를 추진해 나가야 할 것이다. 따라서 고정화 효소의 개발도 우선적으로 국내 생산이 가능한 효소 및 국내 효소산업에 직접

적인 영양을 줄 수 있는 효소들 대상으로 연구 되어 나가야 할 것이다. 이런 점으로 보아 우리나라에서는 우선적으로 전분당화 및 이성화에 쓰이는 amyloglucosidase와 glucose isomerase의 고정화 연구가 되어야 하며 이에 따른 연속적 효소반응조의 창안 연구가 유망하다. 한편 임상검사용으로 혈당량을 검출 할 수 있는 test-strip은 glucose oxidase와 peroxidase를 여과지에 고정한 고정화 효소 제품이며 앞으로 산업적 전망이 밝은 분야의 하나이다.

## 제 9 장 결 론

효소의 생산산업과 공업적 또는 의학적 이용도는 세계적으로 급증하고 있다. 1970년에 이르러 효소연구가 공학의 한분야로 대두된 이 새로운 효소 산업분야는 효소의 생산 관리로부터 직접적 또는 간접적 이용의 모든부분의 기술적인 뒷받침을 요하고 있다. 우리나라에 있어서도 의약품 및 식품 가공분야에서 일찍부터 효소가 사용되어 왔으나 대부분의 효소제품은 수입에 의존하고 있었다. 이러한 효소의 이용은 앞으로 산업발전과 더불어 더욱 늘어 갈 것이며 이에 대비해서 소요의 효소 제품의 국산화가 시급하다. 이어서 세계적인 추이에 따라 효소에 대한 개발연구가 장려되고, 효소공학의 기술훈련을 적극 추진되어야 할 것이다. 이에 따라 우리는 다음과 같은 산업적 및 과학기술 발전을 기대할 수 있다.

1) 수입 효소를 국산 효소로 대체함으로써 적기의 제품로달을 꾀할수있으며, 한편 새로운 효소제품개발로 세계적으로 증가되는 효소의 수요에 따라 해외 시장을 개척 할 수 있다.

2) 효소 생산과 이용기술의 연구로 정밀화학 물

질의 원료를 개발하고, 여러 공업공정을 개선하여 제품품질의 향상을 이룰 수 있다.

3) 의료용 효소의 개발연구는 국민의 건강관리 및 국민보건향상에 이바지 할바 크며, 효소의 의학적 또는 생화학적 기초 연구를 증진 시킬 수 있다.

4) 미생물 효소에 대한 개발연구를 통하여 우리나라의 산업진흥에 필연적인 발효산업의 기술 증진 및 다른 연관 산업의 발전을 꾀할 수 있다.

5) 효소산업의 개발연구로 이제까지 미비 하였던 생물 과학분야의 연구개발 투자를 적극화 시키여 연관 산업과 과학기술 발전의 기틀을 마련해야 될 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) Humphrey, A. E., in "Fermentation Technology Today". Proc. IV International Symposium, ed. by G. Terui, Yamada-Kami Suta-Shi, Osaka, Japan, 1972, p. 13.
- 2) Davis, J. C., *Chem. Eng.* 81(#8), 52(1974).
- 3) "Present and Future Technological and Commercial Status of Enzymes", prep. by National Science Foundation, U. S. A. 1972.
- 4) Rubin, D. H., "A Technology Assessment Methodology, Enzyme (Industrial)", Mitre Corp., 1971.
- 5) Anonymous, *Chem. Eng. News* 52(#5), 20 (1974).
- 6) Anonymous, *Chem. Eng. News* 52(#8), 19 (1974).
- 7) Horii, K., *J. Ferment. Assoc.* (Japan) 30, 141 (1972).