

# *EMZYME*



Department of Chemical Engineering, Chungnam National University.

## 효소의 역사

1871년 독일의 쿨네(Kuhne) : 효소(enzyme)이라는 단어를 처음 사용. 효모 속(in yeast)이라는 뜻에서 유래.

1835년 베르젤리우스(Berzelius) : “생명물질에 촉매의 존재가 있다”는 것을 처음 발견.

감자 속에 전분의 분해를 촉매하는 물질이 있음을 밝혀내고 촉매라는 말을 처음 사용.

프랑스의 파스퇴르(Pasteur) : 공기가 없는 상태에서 당이 분해되고 탄산가스와 알콜이 되는 과정에 살아있는 세포가 관여하고 있다고 보고함.



## 효소의 역사

1897년 뷔크너(Buchner) : 파괴된 효모의 추출물을 여과하여 발효에 직접 관여하는 물질을 확인하기에 이룸.

독일의 유기화학자 에밀피셔(Emil Fisher) : 효소가 기질과 마치 열쇠-자물쇠의 관계처럼 특수한 물질에만 작용하게 되는 기능을 설명

1900년 초 스베드버그(Svedberg) : 단일 단백질이 효소로 기능함을 발표하여 효소연구는 급속히 발전.



# 효소란 무엇인가

- 생물체가 만든 촉매작용을 하는 고분자 단백질.  
분자량 : 1만 ~ 수백만
- 특이적이고 다양하며 매우 효과적인 생촉매.
- 대부분의 세포내에서 일어나는 반응들은 단백질 촉매에 의해서 진행.
- 효소는 단백질이므로 강산, 알칼리로 처리, 변성제를 첨가하면 그 구조가 손상됨.
- 현재 알려진 효소는 약 2500여종 ~ 계속 개발중.



# 효소의 명명법

## □ 국제 효소 위원회(National Enzyme Commission)

: 수많은 종류의 효소를 명명하기 위해서 국제적인 규약이 필요

1. 효소 반응의 형식에 따라 ~ase를 붙여 명명한다.

예 : DHase, transferase

2. 효소 반응에 사용되는 기질의 종류에 따라 어미에 ~ase를 붙여 명명한다.

예 : Peptidase, Esterase, Amylase, urease

3. 관용적으로 부르는 것

예 : pepsin, trypsin, papain



# 효소의 구성

- 대부분의 효소들은 하나이상의 소단위체(subunit)를 가지고 있으며 단백질 효소들은 효소활성을 위하여 비단백질기를 필요로한다.



## 효소의 역할

- 기질과 결합하여 효소-기질 복합체를 형성함으로써 반응의 활성화 에너지(activation energy)를 낮추는 역할을 함.
  - 평형에 도달하는 시간을 단축시켜 반응을 빠르게 진행시킴(반응속도의 증가)



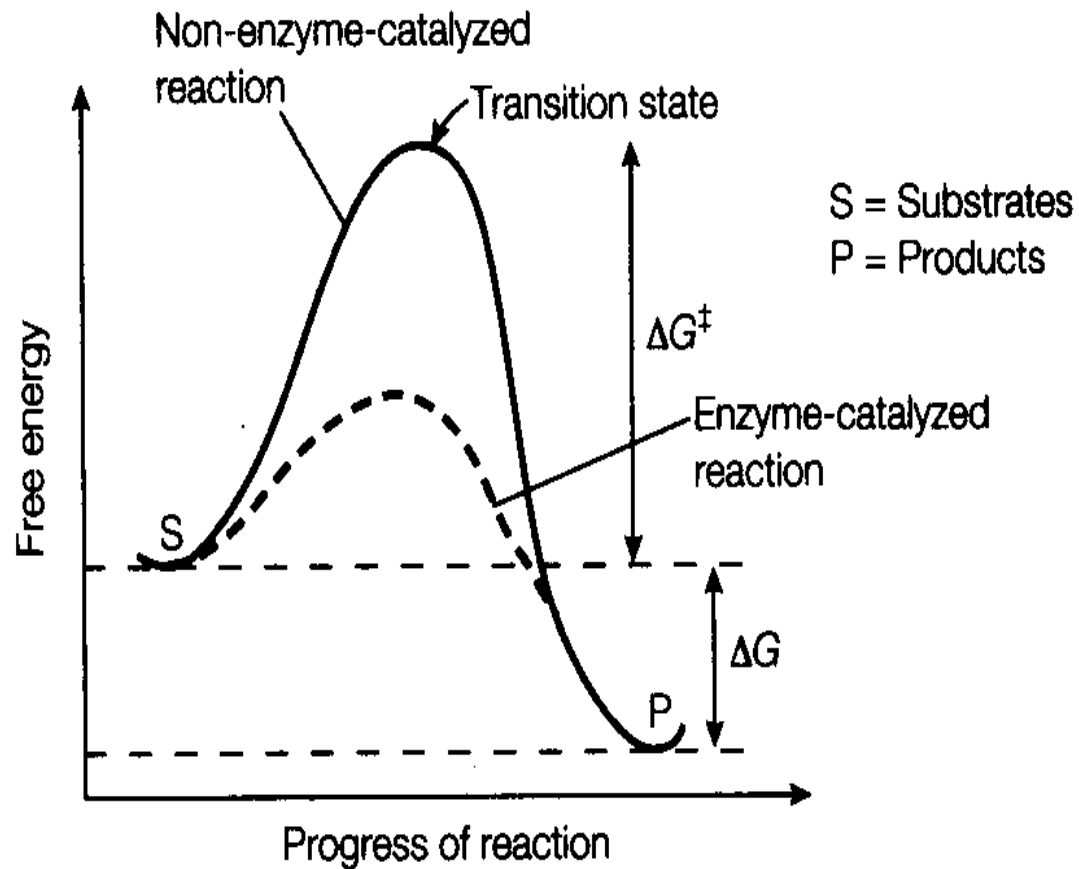


Figure 1. Activation energies of enzymatically catalyzed and uncatalyzed reaction.



## 효소가 활성화에너지를 어떻게 낮추는가

- 기질이 활성부위(active site)와 결합할 때 약한 비공유 결합(noncovalent interaction)이 이루어지며 그때 에너지를 방출하기 때문.
- Binding energy : 효소-기질 복합체를 끌어당기는 힘
- Binding energy는 반응의 활성화 에너지를 낮추기 효소에 사용된 자유에너지(Free energy)의 주요근원.
- 효소는 자유에너지 또는 반응의 평형상수에는 영향을 끼치지 않는다.



## 활성자리 모델 ( *active site* )

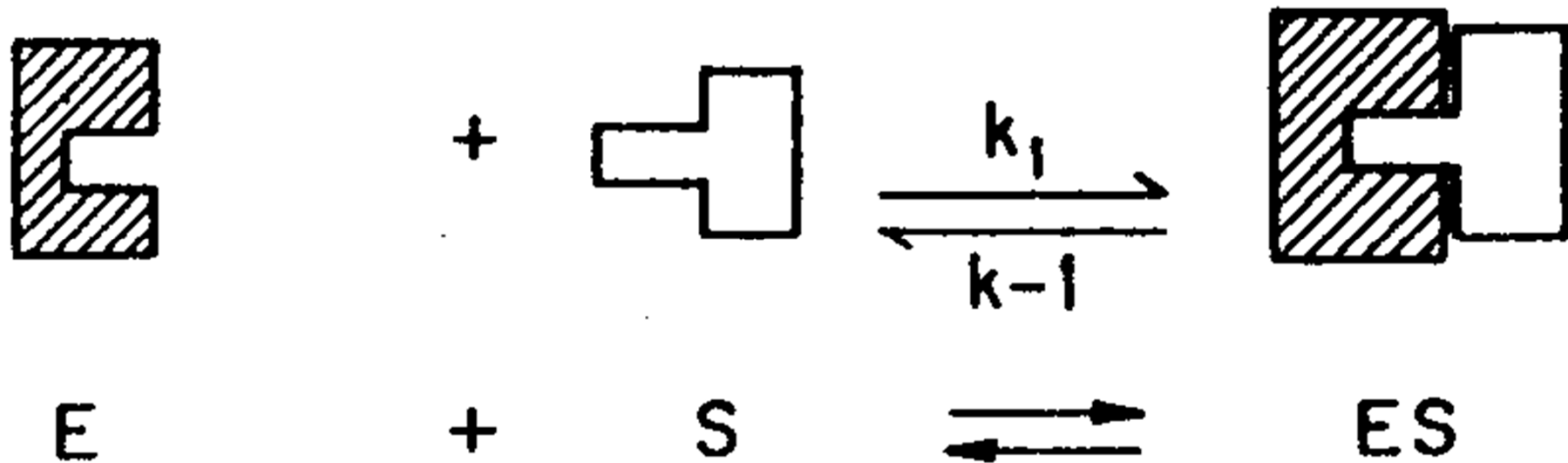


Figure 2. 자물쇠-열쇠 모형

## 효소와 일반촉매

- 효소는 일반 촉매와는 다르게 온도에 대한 특별한 감수성을 지닌다.
- 효소는 PH의 변화에 따라 세심한 변화를 나타낸다.
- 효소는 특수한 종류의 반응을 촉매하는 특성이 있다.  
다른 반응을 촉매하지 않음(효소의 특이성)
- 효소는 보통의 생화학적 촉매들보다 능률적인 촉매이다.



## 효소의 특이성

- 작용 특이성 : 하나의 효소는 하나의 화학반응 또는 유사 반응에만 촉매작용. 부반응 부산물 없음.
- 기질 특이성 : 효소의 반응부위와 기질은 상보적으로 결합 ( 열쇠와 자물쇠설, 유도적합설 )
- 입체 특이성 : 효소는 입체이성체 기질의 어느 한쪽만의 반응을 촉매한다.
  - 광학적 특이성 : 광학적 활성인 화합물 중에서 D-형, L-형의 어느 한쪽에만 효소가 작용.

예) aspartase : L- aspartase에만 작용

D-amino acid oxidase : D-amino acid 만을 산화



◦ 기하학적 특이성 : cis- , trans- 체의 어느 한쪽에만 작용하는 것

□ 군 특이성 : 한군의 화합물을 기질로 하는 효소가 가지는 특이성을 말하는 것으로 일정한 형태의 결합양식이나 작용기에 대하여 선택적으로 작용하는 특이성.

## 효소의 중요한 특성

- 1) 효소는 효율이 대단히 좋은 촉매이다.
- 2) 효소는 어떤 특수한 반응에 한 개의 효소만이 작용하여 촉매 기능을 한다.
- 3) 효소는 다른 촉매들과는 달리 촉매반응의 속도가 자체 기능으로 조절될 수 있다.
- 4) 효소 단백질의 구조는 입체구조이다.
- 5) 효소가 기능을 하기 위해서는 특수한 유기화합물이나 무기금속을 필요로 한다.



# 효소의 분류

Table 1. International classification of enzymes

Class	Name	Type of reaction catalyzed	Example
1	Oxidoreductases	Transfer of electrons	$A^- + B \rightarrow A + B^-$ Alcohol dehydrogenase
2	Transferases	Transfer of functional groups	$A-B + C \rightarrow A + B-C$ Hexokinase
3	Hydrolases	Hydrolysis reactions	$A-B + H_2O \rightarrow A-H + B-OH$ Trypsin
4	Lyases	Cleavage of C-C, C-O, C-N and other bonds, often forming a double bond	$A-B \rightarrow A=B + X-Y$ Pyruvate decarboxylase
5	Isomerases	Transfer of groups within a molecule	$A-B \rightarrow A-B$ Maleate isomerase
6	Ligases (or synthases)	Bond formation coupled to ATP hydrolysis	$A + B \rightarrow A-B$ Pyruvate carboxylase

Figure 4. 촉매하는 반응의 유형에 따른 분류

# 효소의 무한한 잠재력

1. 거의 모든 화학반응을 촉매할 수 있다.
2. 효소의 특이성 때문에 정밀화학제품, 의약품을 생산하고자 하는 연구가 세계적으로 심도 깊게 추진.
3. 화학공업의 발달에 따른 환경 오염 문제가 최근에 심각하게 대두되면서 화학적인 합성을 환경친화적인 효소공정으로 대체하기 위한 노력이 적극적으로 시도
4. 제약, 식품, 정밀화학산업, 바이오센서, 생물전자공학 분야 등 폭 넓게 응용범위가 확대되고 있다.

