

캐탈레이스의 반응속도 예비보고서

서울대학교 전기정보공학부 2018-12432 박정현*

(Dated: 실험일자: 10/10/2023)

본 실험에서는 감자의 세포에 존재하는 퍼옥시즘의 카탈레이즈가 과산화수소의 분해에서 촉매로 작용하는 점을 이용해 과산화수소 분해 속도를 측정하고 이를 통해 Michaelis-Menten equation와 촉매에 대한 이해도를 높인다.

I. INTROUDCTION

A. 실험 배경 및 이론

촉매는 활성화 에너지를 낮추고, 생성물과 반응물에서 바뀌지 않고 화학반응의 속도를 증가시키는 물질이다. 이러한 촉매 중 생물의 화학반응에 참여하는 촉매를 효소(enzyme)이라고 한다. [1] 이러한 효소중 가장 잘 알려진 효소는 캐탈레이스(Catalase)이다. 캐탈레이스는 세포의 퍼옥시즘에 존재하며 분자 내부에서 만들어진 H_2O_2 를 H_2O 와 O_2 로 분해하는 역할을 한다. [3] 캐탈레이스는 공통적으로 아래 Fig.1 같이 Fe 이온을 함유하고 있는 분자를 포함하고 있다. 이러한 분자들은 아래와 같은 반응을 통해 H_2O_2 를 물과 산소로 분해하게 된다.[4]

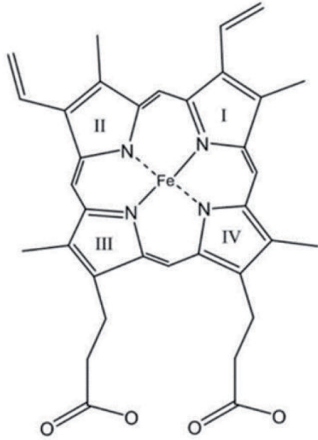
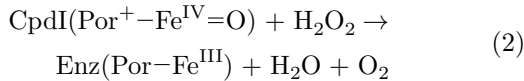
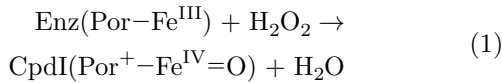
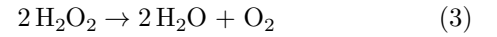


FIG. 1. Heme-b 분자구조



주변의 유기화합물중 질소와 같이 전기음성도가 큰 분자들은 과산화 수소의 수소와 화학결합을 하게 되고 과산화 수소는 HO_2^- 상태가 될 것이다. 이때 enzyme의 철이온과

산소가 결합하게 된다. 이후에 다시 전기음성도가 큰 산소와 이전에 결합하였던 수소원자와 결합하게 되면서 H_2O 가 생성되고 효소는 $\text{CpdI(Por}^+-\text{Fe}^{IV}=\text{O)}$ 와 같은 중간 생성물로 변환된다. $\text{CpdI(Por}^+-\text{Fe}^{IV}=\text{O)}$ 의 산소는 강한 음의 전하를 띠고 있어 주변의 과산화수소의 수소와 결합하게 된다. 과산화 수소의 2개의 수소가 모두 반응하게 되면 $\text{CpdI(Por}^+-\text{Fe}^{IV}=\text{O)}$ 의 산소는 H_2O , 그리고 남아 있는 산소는 O_2 가 된다. 따라서 최종적인 화학 반응은 아래와 같아진다.



위와 같은 촉매의 화학반응은 아래 식 (4), (5)와 같이 단순화할 수 있다. 여기서 E는 촉매, S는 반응하는 물질이다.



중간 생성물인 ES의 농도가 일정한 steady state에 도달한 경우 식은 (6)와 같이 쓰여진다.

$$\begin{aligned} \frac{d[\text{ES}]}{dt} &= 0 \\ &= k_1[\text{E}][\text{S}] - k_{-1}[\text{ES}] - k_2[\text{ES}] \end{aligned} \quad (6)$$

이 때 식 (7)가 성립한다.

$$[\text{E}]_0 = [\text{E}] + [\text{ES}] \quad (7)$$

위의식을 모두 정리하면 아래의 식이 성립한다.

$$K_m = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1} \quad (8)$$

$$[\text{ES}] = \frac{[\text{E}]_0[\text{S}]}{[\text{S}] + K_m} \quad (9)$$

따라서 P의 생성 속도를 나타내는 식(Michaelis-Menten equation)은 아래와 같다.

$$\frac{d[\text{P}]}{dt} = k_2[\text{ES}] = \frac{k_2[\text{E}]_0[\text{S}]}{[\text{S}] + K_m} \quad (10)$$

역수를 취하면 아래의 라인웨버-버크 식(Lineweaver-Burk equation)을 얻게된다. 이를 통해 화학물의 농도, 촉매에 의한 반응속도의 관계를 확인할 수 있다. [2]

* alexist@snu.ac.kr

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{k_2[E]_0} + \frac{K_m}{k_2[E]_0[S]} \quad (11)$$

본 실험에서는 감자 세포에 포함되어 있는 카탈레이즈에 의한 과산화수소 분해 속도 변화를 측정하고 이를 통해 Michaelis-Menten equation와 촉매에 대한 이해도를 높인다.

II. EXPERIMENTAL

압력계, 250mL 삼각플라스크 일곱개, 30% H_2O_2 , 감자, 비커, 강판, 피펫, 열교환기, 얼음을 준비한다. 30% 과산화수소를 7개의 삼각플라스크에 각각 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 6%, 6%의 용액을 30mL를 준비한다. 이후에 감자즙을 천으로 짜서 추출액을 얻어 시험관에 넣고 ice bath에 보관한다. 이후에 과산화 수소가 들어 있는 삼각플라스크에 2mL의 추출액을 넣어 압력을 5초 간격으로 측정한다. 이후에 해당 추출액을 가열한 뒤 측정한 압력을 측정하여

control value로 활용한다. 단, 이 때 압력이 200hPa이 넘어가지 않도록 주의한다.

III. REFERENCE

- [1] 김. (2010, August 1). 캐탈레이즈의 반응속도. In *일반화학실험* (1th ed., p. 180).
- [2] Oxtoby, D., Gillis, H., & Campion, A. (2007, April 2). Rates of Chemical and Physical Processes. In *Principles of Modern Chemistry* (6th ed., pp. pp.778-780). Cengage Learning.
- [3] Garrett, R. H., & Grisham, C. M. (2002, January 1). Proteins: Their Biological Functions and Primary Structure. In *Principles of Biochemistry* (p. 120). Cengage Learning.
- [4] Yuzugullu Karakus, Y. (2020, August 26). Typical Catalases: Function and Structure. *Glutathione System and Oxidative Stress in Health and Disease*, 1–2. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90048>