

# PH1                    전분 충전 아크릴레이트 필름의 $\alpha$ -Amylase에 의한 분해실험

김정두\*, 유수용, 감상규<sup>1</sup>, 주창식, 이민규  
부경대학교 응용화학공학부, <sup>1</sup>제주대학교 토목환경공학부

## 1. 서    론

합성 고분자 물질은 가볍고 물성과 내수성이 우수하며 가공성이 뛰어나 여러 산업 분야에서 널리 사용되고 있다. 그러나 우수한 내구성 때문에 사용 후 폐기될 때 자연환경에 존재하는 생물체 및 효소작용에 의해 쉽게 분해가 되지 않거나 분해기간이 수 백년이 소요되기 때문에 지구상에 축적되어 심각한 환경오염을 유발시킨다.(Shin 등, 1998)

합성 고분자 물질인 아크릴레이트 공중합체는 그 우수한 성질 때문에 공업용 접착제 이프로써 그 용도가 넓을 뿐만 아니라 금속, 유리, 그 외 세라믹 기판 등 어디에나 적용이 가능하다. 자동차용뿐만 아니라 일반 수출 장비의 보호코팅제에도 이용 가능하다. 그러나 오늘날 환경에 대한 관심이 커지면서 이를 사용 후 처리가 심각한 문제로 대두되고 있다. 따라서 최근에는 환경보호를 위한 관심이 증대되고 환경호르몬 문제가 크게 부각됨에 따라 전 세계적으로 Green round 및 ISO 14000과 같은 각종 규제가 강화되고 있다.(Kim 등, 2000)

이러한 문제를 해결하기 위해서 최근 천연고분자물질과 합성고분자 물질의 장점을 함께 가지는, 즉 사용 후 붕괴 또는 분해되어 자연의 순환 사이클로 흡수됨으로써 환경오염의 문제를 줄일 수 있는 생분해성 고분자라는 새로운 기능을 갖는 고분자에 대한 관심이 집중되고 있다.(Kim 등, 2000) 생분해성 고분자에 천연고분자 물질로 사용되는 전분은 비교적 손쉽게 다량으로 얻을 있는 천연물으로써 생분해성이 뛰어나고 가격 또한 저렴하기 때문에 생분해성 충전제로 사용하기에 매우 적합하다.(Kim 등, 1994)

본 연구에서는 합성고분자 물질인 아크릴레이트 공중합체에 전분을 블렌딩하여 효소 반응에 의한 분해도를 살펴보았다.

## 2. 재료 및 실험 방법

### 2.1. 아크릴레이트 공중합체 합성

본 실험에서 사용한 아크릴레이트 공중합체는 직접 합성하여 사용하였다. 저속교반기, 환류냉각기, 분별깔때기, 온도계가 장착된 1 L 사구플라스크에 VAM(vinyl acetate monomer)와 메탄올을 혼합하여 60°C에서 개시제인 AIBN(azobisisobutyronitrile)을 넣고 3시간동안 반응시켜 합성하였다.

### 2.2. 전분의 효소 반응

천연고분자 물질인 전분은 옥수수 전분을 사용하였으며 분해도를 측정하기 위하여 사

용한 효소는 Bacillus로부터 추출된  $\alpha$ -amylase를 Sigma(A6380)에서 구입하여 사용하였다.

전분 자체만의 효소분해 반응을 살펴보기 위하여 전분을 인산 완충용액에 용해시킨 전분용액 1 mL를 시험관에 담아 shaking water bath에 5분간 담가 온도를 맞춘 후,  $\alpha$ -amylase 효소용액 1 mL를 투입하여 일정시간동안 반응시켰다. 반응 후 분해산물인 환원당을 정량하기 위하여 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)시약 2 mL을 첨가하고 spectrophotometer(HANSON Technology Co. OPRON-3000)에 의해 575 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 2.3. 전분 충전 아크릴레이트 필름의 효소반응

전분과 아크릴레이트 공중합체를 블렌딩하여 전분 충전 아크릴레이트내의 전분 함량이 각각 5 wt%, 10 wt%, 20 wt%, 30 wt%로 되게끔 제조하여 필름을 제조하였다. 필름을 크기 0.5 cm×0.5 cm×0.4 mm로 자르고 이를 10 mg 채취한 뒤 0.1 M 완충용액 1 mL가 들어있는 시험관에 넣어 shaking water bath에서 80℃로 맞춘 후 효소용액( $\alpha$ -amylase, sigma A6380) 1 mL와 일정시간 반응시켰다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 전분의 효소 반응

전분의 효소반응에 대한 최적조건을 찾기 위해서 먼저 전분을 효소 반응 시켰다. 최적 반응조건을 찾기 위해서 반응속도, 온도, pH, 효소 농도를 각각 변화시켜 그 특성을 살펴보았다. Fig. 1은 온도에 따른 전분의 효소반응의 특성을 검토한 결과를 나타낸 것이다. 실험은 2 mg/mL의 전분과 100 unit/mL의  $\alpha$ -amylase가 pH 7.0에서 water shanking bath에서 15분간 반응시켰다. Fig. 1의 결과에서 보듯이 반응온도가 증가함에 따라 효소에 의해 전분이 분해됨으로써 생성되는 환원당 농도는 증가하였으며 약 80℃ 부근에서 가장 높은 분해능을 보였다.

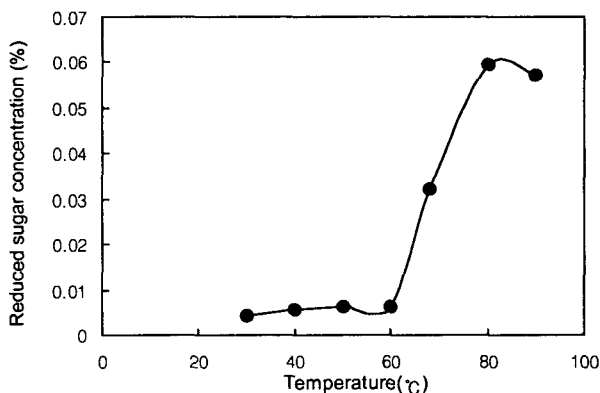


Fig. 1. Effect of temperature on the degradation of corn starch by  $\alpha$ -amylase ( $\alpha$ -amylase : 100 units/mL, pH : 7.0, corn starch : 2 mg/mL).

Fig. 2는 순수 전분을  $\alpha$ -amylase로 반응시켰을 때 시간에 따른 분해도를 나타낸 것이다. 전분의 농도를 2 mg/mL, 효소농도를 100 unit/mL, pH 7.0, 온도 80°C에서 실험을 수행하였다. 그림에서 보는 바와 같이 전분에 대한 효소의 분해는 약 2 min 이내로 빠르게 진행되며 반응은 5분 안에 완결됨을 알 수 있었다.

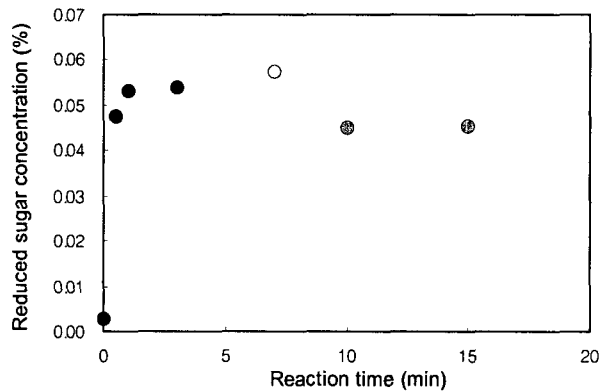


Fig. 2. Degradation profile fo corn starch by  $\alpha$ -amylase ( $\alpha$ -amylase : 100 units/mL, pH : 7.0, corn starch : 2 mg/mL).

Fig. 3는 전분의 농도를 일정하게 하고서 효소농도를 변화시킴에 따른 분해도를 살펴본 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 효소농도가 약 100unit/mL에서 2mg/mL의 전분을 완전히 분해하는 것을 알 수 있다.

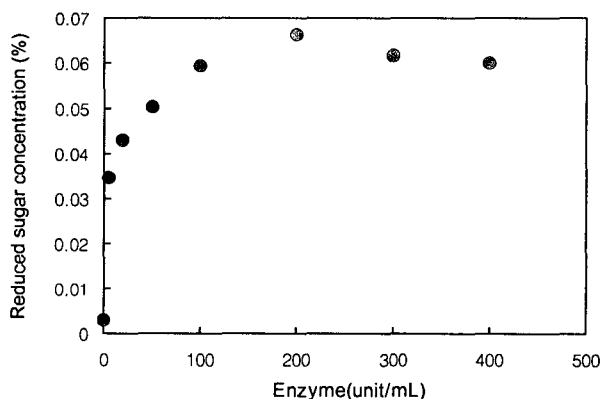


Fig. 3. Effect of  $\alpha$ -amylase concentration on the degradation of corn starch by  $\alpha$ -amylase (starch: 2 mg/mL, pH: 7.0, temperature: 80°C).

### 3.2. 전분충전 아크릴레이트 필름의 효소 반응

Fig. 4는 순수한 전분의 경우와 아크릴레이트 전분을 블렌딩한 필름의 경우에 대해 효소에 의한 분해도를 비교해 본 것이다. 이는 효소가 필름 내부로 침투하지 못하므로 인

하여 필름 내에 충전된 전분의 모든 양을 분해하지 못하기 때문에 사료된다. 그림에서 보여 지듯이 아크릴레이트 공중합체와 전분을 블렌딩한 필름의 경우 효소에 의한 분해능은 순수 전분의 경우에 비하여 약 50 % 정도가 분해되는 것으로 나타났다.

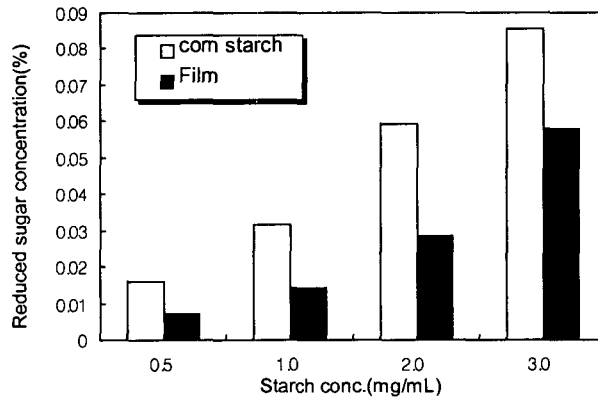


Fig. 4. Comparison of degradation of corn starch and starch-filled acrylate film.

#### 감사의 글

본 연구는 지역전략산업 석박사 연구인력 양성사업의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- Kim, J. H., H. J. Choi, D. C. Lee, J. S. Yoon, I. J. Chin and K. H. Lee, 2000, Miscibility and Thermal Behavior of Biodegradable Synthetic Aliphatic Polyester(Bionolle) and Poly(epichlorohydrin) Blends, *Polymer(Korea)*, 24,(3), 358-365.
- Kim, Y. J., C. H. Shin, S. I. Lee, S. H. Jang, B. S. Kim and B. Y. Shin, 2000, Mechanical Properties, Biodegradability and Weatherability of PCL/Calcium Carbonate Composite, *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, 11(3), 276-284.
- Kim, Y. O., W. Y. Jo and D. M. Jo, 1994, Characteristics of Starch-Filled Biodegradable Plastics, *Polymer Science and Technology*, 5(1), 19-23.
- Shin, C. H., Y. J. Kim, B. S. Kim, B. Y. Shin, 2000, Mechanical Properties and Biodegradability of PCL/TPS Blends, *Polymer(Korea)*, 24(1), 48-57.