

몇가지 폴리비닐알콜탄산에스테르계 복합수지의 생분해성에 대한 연구

리천군, 김충남, 홍영범

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 자기 사업에 대한 높은 영예와 긍지를 가지고 과학연구사업에 전심전력하여 현실적가치가 있는 연구성과를 이룩함으로써 나라의 환경보호사업에 적극 이바지하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 322페이지)

최근에 세계적으로 수지오물처리문제가 매우 심각한 문제로 제기되면서 각이한 종류의 생분해성수지들이 개발[3]되어 널리 리용되고있으며 우리 나라에서도 이에 대한 연구가 활발히 진행되고있다. 생분해능은 생분해성수지의 가장 중요한 특성의 하나로서 이것을 정확히 평가하는 문제가 매우 중요하다.

우리는 폴리비닐알콜탄산에스테르(PVAC)계복합수지를 제조하고 그것의 생분해능을 평가하였다.

실험 방법

시료로는 PVAC(에스테르화도 6.7mmol/g), 농마, 종이용팔프, 글리세린을 리용하였다.

먼저 10% PVAC수용액을 만들고 글리세린을 PVAC와 7 : 3의 질량비로 첨가한다. 제조한 용액을 플라스크에 넣고 70℃에서 2h동안 교반하면서 균일하게 혼합한다. 얻어진 용액을 1mm두께로 유리판에 고르롭게 부은 다음 70℃에서 24h 건조하여 수지막을 얻는다.

같은 방법으로 PVAC대신에 PVAC와 농마, PVAC와 종이용팔프를 7 : 3의 비율로 섞어 각이한 수지막을 제조한다. 수지막의 생분해능을 검토하기 위하여 현재 수지주머니재료로 널리 쓰이고있는 폴리부틸렌아디핀산테레프탈라트(PBAT)를 대조로 하여 실험을 진행하였다.

접종물질로는 10g의 마른 퇴비를 증류수 150mL로 희석하여 려과한 려액을 리용하였다.[1]

생분해능검토에 리용한 배지는 선행연구[1]에 준하여 다음과 같이 제조하였다.

ㄱ용액(250mL) : KH_2PO_4 9.375g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 21.825g, NH_4Cl 0.5g

ㄴ용액(100mL) : $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 2.25g

ㄷ용액(50mL) : $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.82g

ㄹ용액(50mL) : $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.25g

증류수 800mL에 ㄱ용액 100mL, ㄴ, ㄷ, ㄹ용액을 각각 1mL를 넣고 증류수로 1 000mL까지 눈금을 맞춘 다음 배지로 리용하였다.

배양액을 250mL 둥근밀플라스크에 100mL씩 넣고 잘게 썬 수지박막조각(크기 1~2mm²) 0.200g을 넣은 후 접종물질을 15mL씩 접종한 다음 방온도에서 배양하였다.

제조한 복합수지의 생분해능은 선행연구[1, 2]에 준하여 초기생분해능(미생물의 생존 및 수지분해능력)을 평가하고 수지분해로 인한 질량감소를 측정하여 평가하였다.

초기생분해능은 수지가 들어있는 배지속에서 미생물이 자라는 능력 및 수지분해정도를 육안으로 관찰하는 방법으로 진행하였으며 질량법에 의한 생분해능평가는 접종후 1개월간격으로 배양전과 후의 수지질량차를 측정하는 방법으로 진행하였다.

실험결과 및 고찰

제조한 PVAC, PVAC+농마(7 : 3), PVAC+종이용팔프(7 : 3)수지박막을 시험구로, 수지주머니(PBAT)를 대조구로 하여 미생물증식이 처음으로 육안으로 관찰되는 날자를 비교하였다.(표 1)

표 1. 수지종류에 따르는 미생물증식의 육안검출시간

시험구번호	수지종류	육안검출시간/d
①	PVAC	10
②	PVAC+농마(7 : 3)	9
③	PVAC+종이용팔프(7 : 3)	9
④	대조구	120

표 1에서 보는바와 같이 ②, ③시험구들에서 9d만에 균체증식이 제일먼저 관찰되었으며 ①시험구들에서도 10d만에, 대조구에서는 균체증식이 120d만에 관찰되었다.

②, ③시험구들과 ①시험구에서의 차이는 ②, ③의 시험구들에는 미생물들이 쉽게 탄소원으로 리용할수 있는 농마나 섬유소가 들어있고 ①의 시험구에는 퇴비속의 미생물들이 동화하지 못하거나 리용하기 힘든 변성된 폴리비닐알콜이 들어있기때문이라고 볼수 있다.

한편 미생물증식이 처음으로 관찰된 후 그것의 증식정도를 관찰한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 배양기일에 따르는 미생물의 증식정도

시험구번호	배양기일/d							
	10	15	20	30	60	80	100	134
①	+	+	++	++	균체침전	균체침전	균체침전	균체침전
②	+	+	++	+++	++++	균체침전	조류성장	조류증식
③	+	+	++	+++	++++	균체침전	조류성장	조류증식
④	×	×	×	×	×	×	×	+

+, ++, +++, ++++ : 균체의 증식정도, × : 균증식이 관찰되지 않음

표 2에서 보는바와 같이 ①, ②, ③시험구들에서 모두 2개월정도까지는 균체가 증식하지만 그 이후에는 모두 균그루들이 정지기를 거쳐 사멸기에 들어간다는것을 알수 있다.

②, ③시험구들에서는 균체증식이 80d까지 연장되었으며 그 이후에는 첫 두 시험구와 대조구와는 달리 조류가 증식하였다. 이것은 농마와 섬유소계수지의 생분해능이 보다 좋으며 PVAC는 쉽게 분해되지 않는다는것을 보여준다. 조류가 증식한것은 앞서 진행된 균체증식과정에 조류의 생장에 유리한 저분자유기물질들이 생합성되었기때문이다.

다음으로 우리는 1개월 간격으로 배양전후의 수지질량차를 측정하는 방법으로 각이한 수지의 생분해능을 검토하였다.(표 3)

표 3. 배양기간에 따르는 각이한 수지의 질량변화(g)

시험구번호	배양기일/d					
	0	30	60	90	120	150
①	0.200	0.185±0.007	0.183±0.009	0.183±0.010	0.183±0.010	0.183±0.010
②	0.200	0.171±0.011	0.161±0.009	0.161±0.008	0.159±0.010	0.159±0.011
③	0.200	0.173±0.008	0.164±0.005	0.165±0.013	0.166±0.006	0.165±0.010
④	0.200	0.198±0.004	0.195±0.006	0.195±0.006	0.195±0.006	0.195±0.006

표 3에서 보는바와 같이 PVAC/농마수지와 PVAC/종이용팔프수지가 생분해능이 제일 좋았으며 대조수지(PBAT)는 거의나 분해되지 않았다.

맺 는 말

우리가 제조한 PVAC계복합수지의 생분해능은 대조수지(PBAT)보다 좋으며 특히 PVAC/농마수지와 PVAC/종이용팔프수지의 생분해능이 제일 높다. 또한 PVAC계수지가 완전히 분해되려면 비교적 오랜 시간이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] BS EN ISO 14851, 2004.
- [2] Anne Calmon—Decriaud et al.; Advances in Polymer Science, 135, 208, 1998.
- [3] Xiaozhi Tang; Carbohydrate Polymers, 85, 7, 2011.

주체109(2020)년 4월 5일 원고접수

On the Biodegradability of Some Kinds of Polyvinyl Alcohol Carbonate—Based Composite Resin

Ri Chon Gun, Kim Chung Nam and Hong Yong Bom

We estimated the biodegradability of the manufactured polyvinyl alcohol carbonate—based composite resin.

Keywords: composite resin, biodegradability