BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

ISO 9001 : 2008

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

Sinh viên: Bùi Thị Hoàn

Giảng viên hướng dẫn : TS. Nguyễn Văn Dưỡng

HẢI PHÒNG – 2012

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO NHỰA DỄ PHÂN HỦY SINH HỌC ĐI TỪ TINH BỘT SẮN DỰA TRÊN NỀN NHỰA PVA

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

Sinh viên: Bùi Thị Hoàn
Giảng viên hướng dẫn : TS. Nguyễn Văn Dưỡng

HẢI PHÒNG – 2012

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Bùi Thị Hoàn Mã SV: 120906

Lớp: MT1201 Ngành: Kỹ thuật môi trường

Tên đề tài: "**Nghiên cứu chế tạo nhựa dễ phân hủy sinh học đi từ tinh bột sắn dựa trên nền nhựa PVA"**

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

.....

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên: .....

Học hàm, học vị: .....

Cơ quan công tác: .....

Nội dung hướng dẫn: .....

.....

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2012

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2012

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên *Người hướng dẫn*

Bùi Thị Hoàn TS. Nguyễn Văn Dưỡng

Hải Phòng, ngày tháng năm 2012

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGƯT *Trần Hữu Nghị*

PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu…):

.....

.....

.....

.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn (ghi cả số và chữ):

.....

.....

.....

Hải Phòng, ngày tháng năm 2012

Cán bộ hướng dẫn

(họ tên và chữ ký)

TS. Nguyễn Văn Dưỡng

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến thầy giáo_TS. Nguyễn Văn Dưỡng, người đã dành rất nhiều thời gian, tâm sức, nhiệt tình hướng dẫn, chỉ bảo và giúp đỡ em trong suốt quá trình thực hiện khóa luận này.

Em cũng xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn chân thành đến các thầy, cô giáo trong khoa Môi trường, BGH nhà trường, những người đã truyền đạt, cung cấp kiến thức và tạo mọi điều kiện thuận lợi cho em học tập trong suốt 4 năm học vừa qua.

Cuối cùng em xin được cảm ơn gia đình, người thân và bè bạn đã tạo điều kiện, động viên và khích lệ em vượt qua mọi khó khăn trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Do hạn chế về thời gian, điều kiện cũng như trình độ hiểu biết nên đề tài nghiên cứu này chắc không tránh khỏi thiếu sót. Em rất mong nhận được sử chỉ bảo, đóng góp của các thầy, các cô để bản báo cáo được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2012

Sinh viên

Bùi Thị Hoàn

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU ……1

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN 4

1.1. Giới thiệu chung về polyme tự huỷ [9,12] 4

1.1.1. Khái niệm polyme 4

1.1.2. Khái niệm polyme tự huỷ 4

1.2. Lịch sử phát triển của polyme tự huỷ [2] 4

1.3. Sự khác nhau giữa polyme truyền thống và polyme dễ phân huỷ sinh học [2]…… 5

1.4. Lợi ích của polyme tự huỷ [2,12] 7

1.5. Ứng dụng của polyme tự hủy 7

1.6. Các nghiên cứu trong lĩnh vực sản xuất polyme tự hủy 12

1.6.1. Giới thiệu về polyme phân hủy sinh học 12

1.6.1.1. Phân hủy sinh học 12

1.6.1.2. Chôn ủ 13

1.6.1.3. Thủy phân – phân hủy sinh học và quang – phân hủy sinh học 13

1.6.1.4. Bẻ gãy sinh học 14

1.6.2. Năng lượng và chi phí cho sản xuất polyme tự hủy 14

1.6.3. Quá trình phân huỷ polyme 15

1.6.3.1. Sự phân huỷ polyme 15

1.6.3.2. Tác nhân gây phân hủy sinh học 16

1.6.4. Sự giảm cấp sinh học. 17

1.6.5. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình phân hủy sinh học 19

1.6.5.1. Ảnh hưởng của yếu tố môi trường. 19

1.6.5.2. Ảnh hưởng đặc điểm của polymer 19

1.7. Một số loại nhựa dùng sản xuất bao bì sinh học 21

1.7.1. Vật liệu PLA 22

1.7.2. Vật liệu PHA 23
1.7.3. Vật liệu TPS 24
1.7.4. Vật liệu từ cellulose 24
1.7.5. Vật liệu từ Chitin và Chitosan 25
1.8. Một số loại Polyme tự nhiên phân hủy sinh học 26
1.8.1. Polyxacarit 26
1.8.2. Tinh bột 27
1.8.3. Xenlulozơ 30
1.8.4. Vật liệu PVA 30
1.9. Triển vọng phát triển ngành polyme sinh học 31
CHƯƠNG II: THỰC NGHIỆM 33
2.1. Dụng cụ, hóa chất và nguyên liệu 33
2.1.1. Dụng cụ 33
2.1.2. Hóa chất và nguyên liệu 33
2.2. Quy trình chế tạo nhựa phân hủy sinh học 33
2.2.1. Thu hồi tinh bột sắn 33
2.2.2. Tổ hợp tinh bột trên nền nhựa nhiệt dẻo PVA 34
CHƯƠNG III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN 37
3.1. Đánh giá độ bền cơ lý của nhựa 37
3.1.1. Độ bền cơ lý của nhựa chế tạo từ tinh bột sắn 37
3.1.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa 39
3.2. Đánh giá khả năng phân hủy sinh học của nhựa. 40
KẾT LUẬN 46
TÀI LIỆU THAM KHẢO 47
PHỤ LỤC 48

DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1. Độ bề cơ lý của các mẫu nhựa chế tạo từ tinh bột sắn. *37*

Bảng 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa biến tính bằng tinh bột sắn. *39*

Bảng 3.3. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong các môi trường khác nhau sau khoảng thời gian 1 tháng. *43*

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Sản phẩm màng che phủ đất dễ phân hủy sinh học của 10
Viện hóa học công nghiệp 10
Hình 1.2. Sản xuất hộp nhựa từ tinh bột ngô 11
Hình 2.1. Hình ảnh một số nguyên liệu dùng chế tạo nhựa 33
Hình 2.2. Nguyên liệu và bột sắn thành phẩm 34
Hình 2.3. Một số hình ảnh trong quá trình thí nghiệm 36
Hình 3.1. Độ bền cơ lý của các mẫu nhựa chế tạo từ tinh bột sắn 38
Hình 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa biến tính bằng tinh bột sắn. 40
Hình 3.3. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong điều kiện không khí khô 41
Hình 3.4. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường 41
nước thải sinh hoạt 41
Hình 3.4. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường 41
nước thải sinh hoạt 41
Hình 3.5. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường 42
Rác thải ở điều kiện hiếu khí 42
Hình 3.6. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường đất 42
Hình 3.7. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường 43
Rác thải ở điều kiện kị khí và khị khí có bổ sung chế phẩm EM 43
Hình 3.8. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường 44
Rác thải ở điều kiện hiếu khí sau thời gian 30 ngày 44
Hình 3.9. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường 44
Rác thải ở điều kiện kị khí sau thời gian 30 ngày 44
Hình 3.10. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường rác thải ở điều kiện kị khí có bỏ sung chế phẩm EM sau thời gian 30 ngày 45

CÁC TỪ VIẾT TẮT

- PVA : Polyvinylancol
- PE : Polyethylen
- PP : Polypropylen
- PVC : Polyvinylchlorid
- PC : Polycarbonat
- PLA : Polylacticacid
- PHA : Polyhydroxylalkanoates
- TPS : Thermoplastic
- PHSH : Phân hủy sinh học
- KLPT : Khối lượng phân tử

MỞ ĐẦU

Vật liệu polyme với sự phong phú về chủng loại và đa dạng về tính chất đã có mặt khắp mọi lĩnh vực của cuộc sống. Theo số liệu năm 1996, mức tiêu thụ vật liệu polyme bình quân tính theo đầu người tại các nước công nghiệp phát triển khoảng gần 100 kg/năm và tại các nước đang phát triển từ 1 đến 10 kg/năm. Sự phát triển mạnh mẽ của vật liệu polyme cũng kèm theo những vấn đề liên quan đến môi trường cần phải giải quyết.

Lượng phế thải từ vật liệu polyme càng ngày càng tăng, ước tính từ 20 đến 30 triệu tấn/năm trên toàn thế giới. Những dạng phế thải từ nhựa nhiệt dẻo như polyetylen, polypropylen, polystyren, polyvinyl clorua, hay các sản phẩm từ nhựa nhiệt rắn như epoxi, polyeste không no, polyuretan và các chế phẩm từ cao su khi bị thải ra ảnh hưởng nặng nề đến môi trường do chúng tồn tại trong đất thời gian khá lâu rất khó phân hủy. Nếu đem chôn lấp vừa tốn diện tích đất vừa gây ô nhiễm cho nguồn nước và đất. Nếu dùng phương pháp đốt cũng tốn kém và còn gây ô nhiễm môi trường do khói bụi, làm suy giảm tầng ozon và sinh ra các chất độc hại hữu cơ khó phân hủy. Nếu dùng phương pháp tái sinh thì cũng thu được sản phẩm có chất lượng không cao, mà giá thành lại không phải là thấp.

Chính vì thế trong những năm gần đây, các nhà khoa học trên thế giới đã tập trung nghiên cứu điều chế và ứng dụng vật liệu polyme dễ phân hủy khi thải ra môi trường, nhằm mục đích ngăn ngừa sự ô nhiễm môi trường. Sở dĩ trên thế giới có sự phát triển mạnh mẽ về nghiên cứu cũng như sử dụng polyme dễ phân hủy là do những yêu cầu về bảo vệ môi trường ngày càng nghiêm ngặt. Mặt khác do sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, người ta có khả năng nghiên cứu biến tính, tổ hợp để chế tạo ra những sản phẩm, vật liệu mới ưu việt hơn, trong tính năng phục vụ đời sống con người và ít hoặc không gây ô nhiễm môi trường.

Trong thời gian gần đây tại một số quốc gia ở Châu Âu, Nhật Bản, Hàn Quốc và Mỹ việc nghiên cứu và sử dụng polyme phân hủy do môi trường phát triển rất mạnh mẽ. Năm 1992, tại Mỹ người ta đã tiêu thụ 550.000 tấn chất dẻo

tự hủy, năm 1997 là 1.193.000 tấn và năm 2000 theo ước đoán, khoảng chừng 3.000.000 tấn chất dẻo tự hủy sẽ được sử dụng. Tốc độ sử dụng chất dẻo tự hủy do môi trường ở Châu Âu cũng tăng với mức trung bình khoảng 9%/năm trong thập kỷ 90. Tại Nhật Bản, mức tiêu thụ sản phẩm polyme dễ phân hủy chiếm khoảng 11% tổng toàn bộ lượng chất dẻo sử dụng. Người ta dự báo trong những năm tới, Nhật Bản sẽ tăng mức sử dụng chất dẻo tự hủy lên 15%, giá trị sản lượng nhựa tự hủy đạt đến 7 tỷ Yên.

Tại Việt Nam, nhận thức được tầm quan trọng của việc bảo vệ môi trường, Chính phủ Việt Nam đã tiến hành hàng loạt biện pháp nhằm bảo vệ môi trường. Tháng 6 năm 1991, kế hoạch quốc gia về môi trường và phát triển bền vững giai đoạn 1991 - 2000 đã được Chính phủ thông qua. Bộ Chính trị Đảng cộng sản Việt Nam đã ban hành chỉ thị 36-CT/ TƯ vào tháng 6 năm 1998 nhằm bảo vệ môi trường Luật môi trường đã được ban hành vào năm 1994. Ngoài ra, Việt Nam đã tham gia hàng loạt các Công ước quốc tế về môi trường. Liên quan đến việc sử dụng vật liệu polyme, các cơ quan hữu quan đã phát động phong trào giảm dùng túi đựng hàng bằng chất dẻo.

Tuy nhiên vấn đề nghiên cứu và sử dụng polyme dễ phân hủy mới được đặt ra trong thời gian rất gần đây, hiện nay đã có một số cơ sở nghiên cứu ở Việt Nam như Viện Hóa học Công nghiệp (Tổng Công ty Hóa chất Việt Nam, Bộ Công nghiệp), Trung tâm nghiên cứu polyme (Trường Đại học Bách khoa Hà Nội), đã tiến hành nghiên cứu polyme phân hủy do môi trường và đã thu được một số kết quả ban đầu.

Polyme dễ phân hủy được dùng chủ yếu để sản xuất các vật dụng như bao bì, túi đựng, màng mỏng che phủ đất, bầu ươm cây giống...các vật dụng này sau khi không sử dụng sẽ bị phân hủy không gây ô nhiễm môi trường sống. Polyme dễ phân hủy cũng được dùng trong lĩnh vực bảo quản thực phẩm kể cả ở điều kiện tự nhiên cũng như làm lớp bao phủ thực phẩm bảo quản ở nhiệt độ thấp (trong tủ lạnh). Ngoài ra polyme dễ phân hủy phân hủy do môi trường còn được sử dụng trong một số lĩnh vực khác như y tế (chất mang thuốc).

Do nhu cầu bảo vệ môi trường trước việc phát sinh ngày càng nhiều chất thải polyme khó phân hủy, lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng polyme dễ phân hủy sinh học ngày càng phát triển mạnh mẽ. Tuy nhiên cũng cần phải thừa nhận rằng còn rất nhiều thách thức trong lĩnh vực này, đòi hỏi sự nỗ lực nhiều hơn nữa của đội ngũ cán bộ khoa học và công nghệ. Tại Việt Nam, với sự quan tâm của Nhà nước, với sự cố gắng và sự hợp tác của các nhà nghiên cứu, kỹ thuật, công nghệ, hy vọng chúng ta sẽ đạt được nhiều kết quả trong lĩnh vực nghiên cứu và sử dụng polyme dễ phân phân hủy sinh học.

Với mong muốn bước đầu có thể tạo ra một loại polyme dễ phân hủy sinh học đi từ tinh bột sắn – một loại tinh bột có sẵn, khá rẻ và chắc chắn sẽ dễ dàng phân hủy trong điều kiện tự nhiên nhưng có nhược điểm là rất kém bền đặc biệt không thể sử dụng trong môi trường nước, em đã chọn nghiên cứu đề tài khóa luận tốt nghiệp: ***"Nghiên cứu chế tạo nhựa dễ phân hủy sinh học đi từ tinh bột sắn dựa trên nền nhựa PVA".***

Nhiệm vụ chính của đề tài:

- Chế tạo nhựa sinh học từ tinh bột sắn kết hợp với nền nhựa PVA trong dung môi Glyxerin với chất trợ tương hợp là nhựa thông.
- Khảo sát các đặc tính cơ lý của nhựa
- Khảo sát khả năng phân hủy sinh học của nhựa trong các điều kiện môi trường khác nhau

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN

1.1. Giới thiệu chung về polyme tự huỷ [9,12]

1.1.1. Khái niệm polyme

Polyme là những chất có khối lượng phân tử lớn, có kích thước cồng kềnh nhưng cấu trúc phải được lặp đi lặp lại của những đơn vị cấu trúc ban đầu (monome). Các thành phần lặp đi lặp lại gọi là các mắt xích của polyme.

1.1.2. Khái niệm polyme tự huỷ

Polyme tự huỷ (polyme phân huỷ sinh học) là một polyme được chuyển đổi hoàn toàn thành khí cacbondioxit, nước, khoáng vô cơ và sinh khối do vi sinh vật hoặc trong trường hợp giảm cấp sinh học yếm khí thì polyme sẽ chuyển đổi thành khí cacbondioxit, metan và mùn mà không tạo ra chất độc hại cho môi trường.

1.2. Lịch sử phát triển của polyme tự huỷ [2]

Các sản phẩm polyme tự nhiên như hổ phách, chất nhựa cây đã được con người khai thác và sử dụng từ rất lâu trong lịch sử phát triển của loài người từ thời La mã và trung cổ. Sau này thổ dân châu Mỹ đã cải tiến kỹ thuật để làm muôi để múc và muỗng từ sừng động vật trước khi có những sản phẩm hiện đại. Tại châu Âu, đúc đồ trang sức và hộp hoa đèn đã được phổ biến trong thế kỷ 18.

Sự thương mại hóa polyme chỉ bắt đầu vào giữa thế kỷ 19. Các nhà phát minh người Mỹ đã tìm kiếm một vật liệu thay thế ngà voi trong sản xuất trái banh bida vào năm 1969 bằng sáng chế từ một dẫn xuất xenlulozo.

Ngày nay nhu cầu về vật liệu polyme liên tục tăng và công nghiệp sản xuất polyme là thành phần quan trọng trong nền kinh tế. Cùng với những áp lực từ chất thải ngày càng tăng và giảm bớt các nguồn lực có khả năng về tái chế các polyme tự nhiên và sử dụng chúng làm nguyên liệu cho chế tạo, công nghiệp và nông nghiệp.

1.3. Sự khác nhau giữa polyme truyền thống và polyme dễ phân huỷ sinh học [2]

Polyme phân hủy sinh học (polyme tự huỷ) được sản xuất chủ yếu hoặc hoàn toàn từ nguồn tài nguyên tái tạo được. Sản xuất polyme tự huỷ thường tập trung vào việc làm cho thuận tiện trong sinh hoạt và phù hợp ổn định với môi trường.

Polyme tự hủy có các thuộc tính:

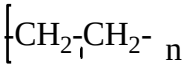
- Chúng phân hủy được: nghĩa là được làm từ nguyên liệu tái tạo.
- Chúng được chế biến để thân thiện hơn với môi trường.

Polyme truyền thống đều không đáp ứng được với những thuộc tính này. Polyme truyền thống rất khó để phân hủy và rất có hại với môi trường sống vì chúng góp phần làm tăng lượng chất thải rắn và gây ô nhiễm môi trường. Polyme truyền thống không tái tạo được, polyme phân hủy có thành phần chính là các polyme tự nhiên nên rất dễ để các vi sinh vật phân hủy.

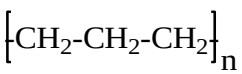
Có thể liệt kê các loại polyme truyền thống đang được ứng dụng trong đời sống của chúng ta như sau:

- ***Polyme chuẩn***

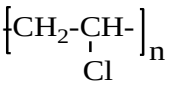
+ Polyethylen (PE)



+ Polypropylen (PP)



+ Polyvinylchlorid (PVC)



- ***Polyme kỹ thuật***

+ Polycarbonate (PC)

+ Polyamide (PA)

+ Polyphenylester (PPE)

+ Polyethylen-buthylen-terephtalat (PET/PBT)

- ***Polyme đặc biệt***

+ Polyimide

+ Polybenzimidazol (PBI)

+ Polylactide (PL)

Các loại polyme kỹ thuật và polyme đặc biệt gọi chung là polyme chất lượng cao, dùng trong các lĩnh vực công nghệ cao. Trong số đó, chỉ có Polybenzimidazol (PBI), Polyimide, Polylactide (PL), có khả năng phân hủy sinh học chậm.

Sự khác biệt trong cấu trúc các loại polyme không phân hủy sinh học với các polyme phân hủy sinh học là các nguyên tố tạo nên sự sống trên trái đất (C, H, O, N, S, P). Những polyme mạch thẳng có chứa các nhóm chức dễ dàng tham gia vào các phản ứng oxi hóa khử trong điều kiện môi trường tự nhiên đồng thời với sự tấn công của các vi khuẩn, chúng tan rã theo thời gian. Những polyme tuy có chứa nguyên tố oxi như polystyrol (PS) nhưng với cấu trúc có vòng benzen thì khả năng thâm nhập của phản ứng oxi hóa khử trong điều kiện tự nhiên sẽ thấp hơn, các vi sinh vật khó tấn công hơn và làm cho thời gian tự phân hủy của nó kéo dài. Đối với các polyme chỉ có nhóm C-H thì thời gian phân hủy của nó càng dài hơn và sẽ là vĩnh cửu nếu nó tồn tại dưới dạng C-C như than đá hay kim cương. Một sự khác biệt nữa là cùng với sự phân hủy (khoảng 450 năm) [2], các polyme truyền thống có thể để lại di hại trong đất, nước, không khí, trong khi các polyme dễ phân huỷ sinh học lại là thức ăn cho các chủng vi sinh vật, do đó không để lại di hại nào cho môi trường.

Do có sự khác biệt về cấu trúc như trên nên polyme dễ phân hủy sinh học không có độ dai và bền như các polyme truyền thống. Cho nên cần phải có một dạng vật liệu tương ứng tính năng của polyme truyền thống mà lại thân thiện với môi trường.

Nghiên cứu tổng hợp polyme phân huỷ sinh học có các tính năng tương tự như polyme truyền thống mà quá trình phân hủy của nó do các vi khuẩn đảm nhiệm, không đòi hỏi năng lượng, không tạo ra các chất độc hại cho môi trường là một nhiệm vụ của khoa học ngày nay.

1.4. Lợi ích của polyme tự huỷ [2,12]

Lợi ích về môi trường của polyme phân hủy phụ thuộc vào cách xử lý thích hợp. Các nhà khoa học cho rằng một bất lợi về môi trường do quá trình phân hủy polyme đã giải phóng cacbon vào môi trường không khí. Tuy nhiên polyme phân hủy từ chất liệu tự nhiên như: trồng rau hoặc các sản phẩm động vật đã cô lập CO_2 trong giai đoạn phát triển, chỉ giải phóng CO_2 trong giai đoạn phân hủy, vì vậy không thu dòng khí thải cacbon dioxit.

Polyme phân hủy yêu cầu một môi trường cụ thể về độ ẩm và oxi thích hợp để phân hủy đạt hiệu quả tối đa. Nó có thể thay thế dạng không phân hủy trong các dòng chất thải, làm phân trộn và là công cụ quan trọng để chuyển hướng số lượng lớn chất thải khác từ bãi rác.

Polyme tự hủy mang những đặc điểm riêng như: trọng lượng nhẹ, chi phí tương đối thấp, khả năng phân hủy thân thiện. Thay vì cố gắng tái chế một số lượng phế thải không nhỏ, polyme tự hủy có thể dễ dàng kết hợp với các chất thải hữu cơ khác, qua đó cho phép phân trộn có vị thế cao hơn chất thải rắn. Polyme tự hủy làm giảm gánh nặng trong việc phân hủy và xử lý chất thải trong các bãi rác. Việc sử dụng polyme tự hủy được xem như một khả năng khác trong việc xử lý chất thải ngoại trừ việc đốt ra tro hoặc chôn chất thải xuống đất.

1.5. Ứng dụng của polyme tự hủy

Để có thể ứng dụng rộng rãi trong thực tế thì polyme tự huỷ cần phải cạnh tranh được với các sản phẩm polyme hiện nay, phải được phát triển bền vững nhờ các tính chất: linh hoạt, đàn hồi, độ dẻo và trên hết là tính bền. Các tính chất này đã giúp polyme truyền thống có chỗ đứng trên thị trường. Vì vậy, việc phát triển và hoàn thiện các tính chất này là mục tiêu chính của các nghiên cứu polyme phân hủy trong nhiều năm qua.

Có rất nhiều nghiên cứu hiện nay có liên quan đến phương pháp phân hủy polyme song song với nó là việc kiểm soát thời gian phân hủy polyme. Một trong những mục tiêu của những nghiên cứu này là để tạo ra một sản phẩm

mà chúng ta có thể nắm bắt và kiểm soát được quá trình phân hủy của các sản phẩm nhựa theo ý muốn của chúng ta.

❖ ***Ứng dụng trong y học.***

Trong y học, polyme dễ phân hủy sinh học được ứng dụng làm vật liệu cấy trong phẫu thuật chỉnh hình và mạch máu, chỉ khâu phẫu thuật, ứng dụng trong chữa mắt …Gần đây cụm từ "Vật liệu sinh học" được hiểu là vật liệu ứng dụng chế tạo chi tiết trong y học, tương tác trực tiếp với hệ sinh học.

Vật liệu sinh học nói chung được sử dụng với các mục đích như:

- Thay thế tế bào bị bệnh hoặc không hoạt động được nữa, ví dụ như thay khớp, làm van tim nhân tạo, cấy lại răng, kính áp tròng...

- Thay thế toàn bộ hoặc từng phần chức năng của các cơ quan như: thẩm tách máu (thay chức năng của thận), thở oxy (phổi), tâm thất hoặc trợ tim toàn phần…

- Phân phối thuốc cho cơ thể hoặc đến những nơi tế bào bị bệnh như: tế bào ung thư...

❖ ***Ứng dụng trong nông nghiệp***

Kể từ khi đưa màng chất dẻo vào phủ nhà xanh, phủ đất vào những năm 1930 - 1940, việc ứng dụng polyme vào nông nghiệp ngày càng gia tăng với tốc độ cao. Tất cả các loại polyme thông thường: Chất dẻo, sơ, sợi và polyme tan trong nước hiện nay được ứng dụng bao gồm để kiểm soát nhả chậm thuốc trừ sâu, phân bón vào nuôi dưỡng đất, bọc giống và bảo vệ thực vật. Tuy nhiên, chất dẻo phân hủy là điều cũng đáng được quan tâm như các màng phủ đất, bầu ươm cây…Sự phân hủy sinh học hoàn toàn cũng được chú ý nhiều vì chúng có thể kết hợp với các polyme phân hủy khác để chuyển thành những vật liệu có ích và làm giàu dinh dưỡng đất.

- *Màng phủ đất.*

Màng phủ đất là màng chất dẻo giúp cây phát triển và sau đó phân hủy quang trên cánh đồng mà không cần phải gom nhặt sau vụ thu hoạch. Cần sử dụng màng chất dẻo vì nó giữ ẩm, giảm lượng hạt giống phải gieo, giữ nhiệt độ

cho đất, cải thiện tốc độ phát triển cây trồng. Ví dụ, cứ 6 hecta trồng dưa sẽ tăng sản lượng gấp hai hoặc gấp ba và dưa sẽ chín sớm hơn hai tuần nếu ta dùng màng phủ PE màu đen. Việc giảm được lượng giống và tránh không để đất bị nén chặt nên khi dùng màng phủ đất sẽ giảm được công sức chăm bón, không làm hỏng dễ cây và tránh được làm cây chết và cũng giảm được lượng phân và lượng nước cần dùng.

PE trong lại càng có hiệu quả hơn về khả năng giữ nhiệt so với màng màu đen hoặc xám. Nhiệt độ của đất có thể tăng thêm $5,5^0$C nếu dùng màng trong so với việc dùng màng đen chỉ tăng 1,7- $2,7^0$C . Tổn thất nhiệt bức xạ ban đêm, khi đất bị làm lạnh sẽ ít hơn nếu dùng màng polyme. Trong một số trường hợp người ta thông báo hạt giống cần được kiểm tra do màng PE giữ nhiệt nhưng nếu màng PE ở lại trên đồng ruộng, nó sẽ gây khó khăn cho việc thu hoạch. Các chất dẻo cho mục đích này thường chứa phụ gia nhạy ánh sáng, gây phân hủy quang. Sự phân hủy sinh học được điều chỉnh sao cho xong một thời vụ thì màng polyme cũng bắt đầu phân hủy.

Màng phân hủy sinh học trên cơ sở tinh bột và PVA đã được nghiên cứu tại phòng thí nghiệm. Màng dễ bị vi sinh vật trong đất phân hủy, trong khi đó thêm sắt và canxi vào thành phần của màng sẽ gia tăng đứt liên kết trong PE. Màng phủ đất phân hủy sinh học bị phá vỡ thành những mảnh nhỏ, giòn, không ảnh hưởng đến đất gieo trồng.

Hình 1.1. Sản phẩm màng che phủ đất dễ phân hủy sinh học của Viện hóa học công nghiệp

- *Bầu ươm cây.*

Một ứng dụng nhỏ của polyme phân hủy sinh học là dùng Polucaprolacton (PCL) làm bầu ươm cây. Tuy đây là một ứng dụng không lớn lắm, nhưng đầy triển vọng vì đây là một trong không nhiều trường hợp sử dụng polyme phân hủy sinh học trong một thời gian nhất định. Những bầu cây ươm cây này sử dụng để trồng cây giống bằng phương pháp tự động hóa. Trong vòng khoảng sáu tháng dưới đất, PCL phân hủy đáng kể, tổn thất khối lượng lên đến 48%, sau một năm tổn thất đó lên đến 95%.

- *Bao bì*

Màng polyme tự phân hủy. Có thể nói đây là sản phẩm đầu tiên thuộc loại này của ngành sản xuất vật liệu polyme ở Việt Nam. Ưu điểm chính của nó là không gây ô nhiễm môi trường giống như màng và túi đựng bằng nhựa dẻo (PP, PE, PVC) hiện nay. Vật liệu chính dùng trong sản xuất màng polyme tự phân hủy là nhựa LDPE (low density polyetylen – polyetylen tỷ trọng thấp) và tinh bột sắn.

Nhóm nghiên cứu đã phủ vật liệu mới này trên các luống lạc tại Nông trường Thanh Hà, Hòa Bình. Kết quả cho thấy, nó có tác dụng giữ ẩm, dinh dưỡng tốt cho đất, chống xói mòn và diệt cỏ dại. Sau 4 tháng toàn bộ màng polyme phân hủy 100%. Hiện họ đang mở rộng ứng dụng cho mọi nông trường lạc, bông và ngô trên toàn quốc.

Đặc tính vật lý của polyme làm bao bì nói chung bị chi phối bởi cấu trúc hóa học, khối lượng phân tử, mức độ kết tinh và điều kiện gia công polyme. Các đặc tính vật lý cần có đối với polyme để làm bao bì phụ thuộc vào mặt hàng được bao gói và môi trường bao bì được cất giữ. Mặt hàng được cất giữ trong điều kiện làm lạnh sâu cần có bao gói đặc biệt. Thực phẩm đòi hỏi điều kiện bao gói khắt khe hơn so với mặt hàng khác không thối hỏng.

Yêu cầu trong chế tạo bao gói phân hủy sinh học là kết hợp các polyme phân hủy thực sự hoàn toàn với màng hoặc sự pha trộn có tính chất tốt như màng polyme tổng hợp.

Pullulan được bán ở Nhật Bản như là một mặt hàng thực phẩm do chúng có nguồn gốc tự nhiên và được chấp nhận làm màng bọc thực phẩm. Đó là loại polyme tan trong nước, tạo ra màng trong, ăn được, có độ xuyên thấm oxy thấp.

Hình 1.2. Sản xuất hộp nhựa từ tinh bột ngô

1.6. Các nghiên cứu trong lĩnh vực sản xuất polyme tự hủy

1.6.1. Giới thiệu về polyme phân hủy sinh học

Phân hủy sinh học (PHSH) của nhựa phụ thuộc vào cấu tạo hóa học của vật liệu và thành phần của sản phẩm vật liệu mà không phải phụ thuộc vào nguyên liệu sản xuất đầu ra của chúng. Do vậy nhựa phân hủy sinh học có thể được chế tạo từ nhựa tự nhiên và nhựa tổng hợp. Nhựa tự nhiên phân hủy sinh học trước hết đi từ các nguồn sẵn có (như tinh bột) và có thể được chế tạo bằng con đường tự nhiên hoặc con đường tổng hợp từ các nguồn sẵn có. Nhựa tổng hợp PHSH đi từ các nguồn không tái tạo – từ sản phẩm dầu mỏ. Cũng như các sản phẩm thương mại cần đáp ứng các đòi hỏi đảm bảo chức năng cần thiết, nhiều loại nhựa PHSH tự nhiên được tạo bởi việc pha trộn với polyme tổng hợp, tạo ra loại nhựa đáp ứng những đòi hỏi đó.

Nhiều loại polyme được thông báo là "phân hủy sinh học" nhưng thực tế là "Bẻ gãy sinh học", "Thủy phân sinh học" hoặc "Phân hủy quang-sinh học". Những loại polyme khác nhau này được gọi dưới một tên chung là "Polyme phân hủy trong môi trường". Các loại nhựa PHSH được xem xét dưới góc độ cơ chế phân hủy. Các cơ chế đó là:

1.6.1.1. Phân hủy sinh học

Hiệp hội tiêu chuẩn thử nghiệm và vật liệu Mỹ (ASTM) định nghĩa phân hủy sinh học (PHSH) là khả năng xảy ra phân hủy thành CO_2, khí metan, nước, các hợp chất vô cơ hoặc sinh khối, trong đó cơ chế áp đảo là enzym của vi sinh vật đo được bằng các thử nghiệm chuẩn trong một thời gian xác định phản ánh được điều kiện phân hủy.

Phân hủy sinh học là phân hủy do hoạt động của vi sinh vật gây ra, đặc biệt do hoạt động của enzym dẫn đến thay đổi lớn về cấu trúc hóa học của vật liệu. Về cơ bản nhựa phân hủy sinh học cần phân hủy rõ ràng trong một thời gian ấn định thành những phân tử đơn giản có trong môi trường như CO_2 và nước. Tốc độ phân hủy sinh học phụ thuộc nhiều vào độ dày và hình học của sản phẩm. Tốc độ phân hủy nhanh thường xảy ra với màng mỏng. Sản phẩm với kích thước

dày như dạng tấm, khay đựng thực phẩm, dao, thìa, nĩa, cần đến khoảng một năm để phân hủy.

1.6.1.2. *Chôn ủ*

Nhựa phân hủy sinh học bằng phương pháp chôn ủ sẽ phân hủy sinh học và phân rã trong một hệ chôn ủ (thường 12 tuần) ở nhiệt độ cao hơn 50^0C. Phần thu được phải đáp ứng tiêu chuẩn chất lượng về hàm lượng kim loại nặng, độ độc sinh thái cà không nhìn thấy rõ mảnh polyme dư. Nhựa chôn ủ là một dạng của nhựa phân hủy.

Hiệp hội tiêu chuẩn thử nghiệm và vật liệu Mỹ (ASTM) định nghĩa nhựa chôn ủ như sau: "Đó là nhựa có khả năng xảy ra phân hủy sinh học ở môi trường ủ như một phần của chương trình sẵn có, rằng nhựa sau đó không thể phân biệt bằng mắt trần được nữa, phân hủy thành CO_2, nước, hợp chất vô cơ và sinh khối với tốc độ phù hợp với vật liệu ủ (ví dụ như xenlulozơ) " [2].

Vật liệu chôn được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm theo tiêu chuẩn, thông thường dùng loại phân thương phẩm. Mẫu đất thường để ở điều kiện chuẩn 4 tuần trước khi dùng và có thể được bổ sung thêm phân nhằm tăng khả năng hoạt động của vi sinh vật. Độ bền kéo đứt của chúng có thể giảm 90% trong vòng 10 ngày chôn trong đất. Hàm lượng ẩm thông thường 20 – 30%. Nên giữ cho đất không quá ướt cũng không quá khô để duy trì hoạt động tối ưu của vi sinh vật. Mẫu được lấy lên để đánh giá sự thay đổi tính chất cơ học hoặc sự hư hỏng bề mặt. Sau cùng, các mẫu có thể dùng 'làm mồi" cho vi sinh vật tham gia vào quá trình phân hủy.

1.6.1.3. *Thủy phân – phân hủy sinh học và quang – phân hủy sinh học*

Polyme thủy phân – phân hủy sinh học và quang – phân hủy sinh học bị bẻ gãy bằng 2 giai đoạn. Lúc đầu thủy phân hoặc phân hủy quang, sau đó là giai đoạn phân hủy sinh học. Cũng có loại polyme tan trong nước và phân hủy quang riêng lẻ.

1.6.1.4. *Bẻ gãy sinh học*

Nhiều loại polyme được thông báo "Phân hủy sinh học", nhưng thực chất là bẻ gãy sinh học hoặc phân hủy không có tác động của vi sinh vật ít nhất ở giai đoạn đầu.

1.6.2. Năng lượng và chi phí cho sản xuất polyme tự hủy

Các nhà nghiên cứu khác nhau đã tiến hành đánh giá chu kì tuần hoàn rộng lớn của polyme phân hủy để xác định xem các polyme phân hủy có nhiều hiệu quả về năng lượng hơn polyme do nguyên liệu hóa thạch thông thường dựa trên cách thức, phương tiện sản xuất. Nghiên cứu ước tính rằng các năng lượng hóa thạch cần thiết để tạo 1kg polyhydroxyalkanoate(PHA) là 50,4MJ/kg, Akiyama cũng ước tính giá trị khoảng 50-59MJ/kg. Polylactide(PLA) có chi phí năng lượng nhiên liệu hóa thạch trong khoảng 54-56,7MJ. Nature works thực hiện sản xuất một kg PLA với 27,2MJ nhiên liệu hóa thạch và dự đoán rằng con số này có thể giảm xuống 16,6MJ/kg ở thực vật thế hệ kế tiếp của họ. Ngược lại, polypropylene và polyethylene mật độ cao đòi hỏi 85,9 và 73,7MJ/kg tương ứng. Những giá trị này bao gồm cả năng lượng của nguyên liệu nhúng vì nó được sản xuất dựa vào nguyên liệu hóa thạch.

Ngày nay, công nghệ sản xuất PHA đang được phát triển, mức tiêu thụ năng lượng có thể được giảm hơn nữa bằng cách loại bỏ các bước lên men, hoặc bằng cách chất thải thực phẩm làm nguyên liệu sản xuất. Việc sử dụng các loại cây trồng khác như ngô, mía đường dự kiến sẽ có năng lượng thấp hơn yêu cầu sản xuất PHA bởi quá trình lên men, bã mía được sử dụng như một nguồn năng lượng tái tạo.

Có nhiều polyme phân hủy sản xuất từ nguồn nguyên liệu tái tạo (PHA, PLA, tinh bột) cũng cạnh tranh với sản xuất nguyên liệu chính là ngô. Mức độ phân hủy polyme được đo bằng nhiều cách. Các hoạt động của vi khuẩn arobic có thể được đo bằng lượng oxi chúng tiêu thụ hoặc lượng cacbondioxide nó sản xuất được. Hoạt động của vi khuẩn kị khí và số lượng khí mê tan thoát ra. PLA,

PHA có chi phí sản xuất đắt hơn và chưa được thay thế sử dụng rộng rãi trong đời sống so với sản phẩm truyền thống.

Nếu các tác động đến môi trường và các chi phí liên quan được xem xét đầy đủ thì polyme truyền thống sẽ có chi phí nhiều hơn và sản phẩm polyme tự hủy sẽ có thể cạnh tranh hơn với sản phẩm polyme truyền thống trên thị trường. Nếu chi phí là một rào cản lớn đến sự thu hút của sản phẩm polyme tự hủy đến người tiêu dùng thì biện pháp giải quyết vấn đề đó là nghiên cứu tìm ra các phương thức sản xuất có chi phí thấp để sản xuất sản phẩm polyme tự hủy.

1.6.3. Quá trình phân huỷ polyme

Đầu tiên polyme sẽ trải qua sự suy thoái hóa học bằng cách thủy phân và oxi hóa tương ứng. Điều này dẫn đến sự tan rã thể chất của polyme và giảm đáng kể trọng lượng phân tử của nó. Các chất xúc tác và các chất phụ gia được sử dụng để đẩy mạnh quá trình phân huỷ. Các chất xúc tác, phụ gia có nhiều loại và được phổ biến rộng rãi trong thiên nhiên, được sử dụng phổ biến trong nhiều ngành công nghiệp [2,7].

Polyme chuyển đổi thành cacbondioxide, nước và sinh khối. Chúng phân huỷ tạo ra metan trong điều kiện yếm khí. Chúng có thể được làm từ nguồn tài nguyên nông nghiệp như ngô, lúa mì, mía…

1.6.3.1. Sự phân huỷ polyme

Phân hủy theo sự tương tác với nước (có tham gia của quá trình thủy phân), sau đó là sự tham gia của vi sinh vật.

Phân hủy theo sự tương tác với ánh sáng mặt trời, sau đó là tham gia của vi sinh vật.

Vấn đề là thời gian phân huỷ là bao lâu thì chấp nhận được và đo lường như thế nào. Thời gian cần đủ để chất liệu gốc carbon phân hủy có thể kéo dài đến hàng ngàn năm. Do vậy, không phải mọi chất liệu gốc carbon có thể giảm cấp sinh học (giảm thời gian tồn tại). Chỉ có những vật liệu đạt mức độ giảm cấp sinh học chấp nhận được trong một khoảng thời gian hạn định thì mới có thể gọi là vật liệu có khả năng phân hủy sinh học (tự huỷ).

1.6.3.2. Tác nhân gây phân hủy sinh học

a) Vi sinh vật

Có hai loại vi sinh vật gây phân hủy sinh học đáng quan tâm nhất, đó là nấm và vi khuẩn.

❖ *Nấm*

Nấm là những vi sinh vật rất quan trọng gây ra sự phân hủy vật liệu. Nấm là loại cơ thể dạng nhân rỗng không có chất diệp lục, sinh sản vô tính hoặc hữu tính. Phần lớn chúng có cấu trúc thể, dạng sợi, thành tế bào có dạng của chitin hoặc xenlulozo.

Nấm có mặt ở khắp mọi nơi. Tầm quan trọng của chúng làm nhân tố gây suy giảm vật liệu là kết quả tác động của enzyme do chúng sản xuất ra. Enzym đã phá vỡ hợp chất sống (hữu cơ) để cung cấp thức ăn có trong thành phần của polyme. Điều kiện môi trường nhất định, như độ ẩm cao cũng như sự có mặt của vật liệu cung cấp thức ăn là rất quan trọng cho sự phát triển tối ưu của nấm.

Nhóm nấm cho mục đích thử nghiệm trong lĩnh vực polyme tự nhiên và chọn để sử dụng trong quy trình thử nghiệm polyme tổng hợp là thuộc nhóm dị thể, không có sự giống nhau giữa chúng (ví dụ: dựa theo hình thái). Nhiều loại trong chúng được chọn đầu tiên vì các lỗ xốp tái sinh của chúng được sản ra bằng vô tính và sự thay đổi do sự khuếch tán các nguyên tố hữu tính được tối thiểu hóa.

❖ *Vi khuẩn*

Sehyzomyceles, một loại vi khuẩn có vai trò quyết định trong mối quan hệ với nấm, làm suy giảm polyme. Vi khuẩn có thể là que tế bào đơn chiếc, khuẩn cầu hoặc khuẩn sợi xoắn…những loại khác có dạng mạch hoặc dạng sợi tóc. Vi khuẩn có thể là ưa khí hoặc yếm khí, ngược lại nấm cần thiết phải có không khí. Phần lớn vi khuẩn không có chất diệp lục. Hoạt động phân hủy của chúng cũng chỉ đơn thuần là sản xuất ra enzyme, phá hủy các hợp chất không ăn được để tạo ra thức ăn. Chất nền tạo ra sự điều chỉnh tối ưu tại vùng hoạt hóa vi khuẩn tồn tại trong đất là tác nhân quan trọng làm suy giảm vật liệu, đặc biệt ảnh hưởng đến tuổi thọ cây bông, sản phẩm gỗ, phân hủy sợi.

b) Enzym

Enzym thực chất là xúc tác hóa học, khi giảm năng lượng hoạt hóa xuống, chúng có thể tăng tốc độ phản ứng. Khi có mặt của enzyme, tốc độ phản ứng có thể tăng lên 10^8 - 10^{20} lần. Đa phần enzyme là những protein có mạch polypeptit cấu trúc dạng phức ba chiều. Hoạt động của enzyme liên quan mật thiết với cấu trúc, cấu hình.

Cấu trúc ba chiều của enzym có dạng gấp khúc và dạng túi, tạo ra các vùng trên bề mặt với cấu trúc bậc một đặc trưng (nghĩa là có đuôi aminoaxit đặc trưng) tạo nên bề mặt hoạt động. Tại bề mặt hoạt động có sự tương tác giữa enzym và hợp chất nền, dẫn tới phản ứng hóa học tạo sản phẩm đặc biệt.

Để có được sự hoạt động tối ưu, một enzym cần phải kết hợp với các yếu tố bổ trợ, ví dụ ion kim loại: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}…các yếu tố bổ trợ hữu cơ cũng được gọi là coenzyme và chúng có thể thay đổi về cấu trúc, một số chúng xuất phát từ các B-vitamin khác nhau (thiamin, biotin…) một số khác là những hợp chất quan trọng trong chu kỳ trao đổi chất như nicotiamit ademin dinucleotit (NAD*), Adenosin triphotphat (ATP)…một enzym cùng với một đồng tương tác gọi là holoenzym, không có đồng tương tác gọi là apoenzym.

Sự tiếp xúc ban đầu với enzyme tạo nên khả năng liên kết cực đại enzym – hợp chất của vật liệu. Thông thường đồng tương tác tạo ra những thay đổi này khi gắn với enzym.

1.6.4. Sự giảm cấp sinh học.

❖ Sự giảm cấp trong suốt thời gian hữu dụng

Sự giảm cấp của một chất dẻo được định nghĩa là sự biến đổi gây hủy hoại trong diện thể, cấu trúc hóa học, cơ lý tính. Điều này là quan trọng để phân biệt giữa sự khởi đầu của quá trình giảm cấp và sự xuống cấp của nó trong quá trình sử dụng. Quá trình giảm cấp dẫn đế sự hư hỏng được trì hoãn nhờ các chất ức chế chuyên biệt. Chất ức chế giúp kéo dài tuổi thọ của chất dẻo. Nhiệt độ, bức xạ tia cực tím là các yếu tố xúc tiến làm giảm cấp vật liệu. Sự giảm cấp của chất dẻo nông nghiệp trong quá trình sử dụng là do sự kết hợp của các yếu tố trên mà

chủ yếu là bức xạ cực tím. Sự giảm cấp này có thể kiểm soát có mức độ bằng việc sử dụng các phụ gia phù hợp.

❖ Sự giảm cấp sau khi sử dụng

Sự giảm cấp của chất dẻo thải sau khi sử dụng trong nông nghiệp liên quan trực tiếp đến các lựa chọn tiêu hủy. Trong bất kỳ trường hợp nào, sự giảm cấp chất dẻo thải nông nghiệp không được gây ra ô nhiễm đất và môi trường tính cả cảnh quan. Sự giảm cấp trải qua các giai đoạn như:

- Chất dẻo có thể giảm cấp theo nhiều hướng một cách liên tiếp hay cùng một lúc. Sự phân mảnh đóng vai trò quan trọng trong giai đoạn đầu của sự giảm cấp. Sự giảm cấp hóa học xảy ra thông qua các phản ứng của chất dẻo với hóa chất nông nghiệp hoặc các hóa chất khác. Sự giảm cấp đi từ các phản ứng hóa thường liên quan đến sự cắt mạch- sự phân mảnh của các mạch polyme. Sự bào mòn bề mặt là kết quả của sự cách mạch thông qua phản ứng thủy phân. Ở điểm nào đó, một số chất dẻo có thể bị tấn công hiệu quả bởi vi sinh vật - điểm khởi đầu của giảm cấp sinh học.

- Sự giảm cấp sinh học thường được xem bao gồm sự thủy phân có xúc tác men và thủy phân không có xúc tác men. Sự giảm cấp do men có thể xảy ra bởi men ngoại bào và cả bởi men nội bào. Cả hai cho kết quả cắt mạch polyme thành những phân đoạn ngắn và nhỏ hơn. Các men có thể vừa là men nội bào mà nó có thể tách các liên kết trong mạch hoặc vừa là men ngoại bào mà nó có thể tách các liên kết giữa các đơn vị monomer một cách tuần tự. Men nội bào tách liên kết trên mạch một cách ngẫu nhiên đưa đến sự giảm trọng lượng phân tử một cách nhanh chóng. Sự tách tuần tự các phân đoạn bởi men ngoại bào làm giảm trọng lượng phân tử ít thấy rõ hơn. Dưới một số điều kiện môi trường, vi sinh vật giúp cho sự giảm cấp polyme thông qua sự tiêu hóa, nhai và bài tiết. Tất cả những cơ chế trên là những hướng tiềm năng cho sự giảm cấp polyme.

1.6.5. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình phân hủy sinh học

1.6.5.1. *Ảnh hưởng của yếu tố môi trường.*

Sự giảm cấp của polyme phụ thuộc vào môi trường mà chất dẻo tồn tại trong suốt quá trình sử dụng hoặc trong quá trình tiêu hủy sau đó (môi không khí khô hay đất ẩm, đất trồng, đất xây dựng, nước ngọt hay nước biển...). Mỗi môi trường đều có tính đặc thù riêng biệt về: nồng độ oxy, nước, hóa chất, ánh sáng và hệ vi sinh vật gây giảm cấp. Tùy theo bản chất môi trường mà cơ chế giảm cấp cho hiệu quả cao hoặc thấp. Các yếu tố môi trường có ảnh hưởng đến sự giảm cấp gây ra bởi vi sinh vật bao gồm nhiệt độ, hàm lượng ẩm, áp suất không khí, áp suất oxy, nồng độ acid và kim loại, và mức độ phơi sáng. Các yếu tố liên quan đến vi sinh là nồng độ vi sinh, có hay không có mặt men có thể thủy giải polyme, nồng độ men, sự hiện diện dinh dưỡng dạng vết cho vi sinh vật và sự hiện diện chất ức chế. Nếu thiếu bất kỳ yếu tố được đòi hỏi nào, hoặc sự hiện diện của yếu tố thấp dưới mức chuẩn, sự giảm cấp sinh học sẽ không những bị chậm lại mà còn ngưng toàn bộ cho đến khi gặp điều kiện thuận lợi.

1.6.5.2. *Ảnh hưởng đặc điểm của polymer*

Bên cạnh yếu tố môi trường, cơ chế và tốc độ PHSH cũng phụ thuộc vào thành phần hóa học trong polyme. Đặc biệt tốc độ giảm cấp sinh học phụ thuộc vào đặc tính polyme bởi vì chúng là cơ chất cho men. Cụ thể như sau:

a) Ảnh hưởng cấu trúc của polyme

Các phân tử polyme gốc tự nhiên như protein, xenlulozơ và tinh bột nói chung bị phân hủy trong môi trường sinh vật do bị thủy phân và oxy hóa. Do nhiều loại enzym proteolytic xúc tác một cách đặc thù thủy phân liên kết peptit nằm cạnh các nhóm thế trong protein, người ta đã điều chế các polyme chứa các nhóm thế như benzyl, hydroxy, cacboxy, metyl và phenyl với hy vọng là sự có mặt của chúng sẽ gia tăng khả năng phân hủy sinh học của polyme. Do phần lớn các phản ứng xúc tác enzym xảy ra trong môi trường nước, đặc tính ưa nước và kỵ nước của polyme tổng hợp ảnh hưởng lớn khả năng phân hủy sinh học của chúng. Một polyme đồng

thời chứa cả hai nhóm ưa nước và kỵ nước cho thấy khả năng phân hủy sinh học mạnh hơn so với những polyme chỉ chứa một loại cấu trúc.

b) Ảnh hưởng của hình thái polyme

Một trong những sự khác biệt cơ bản giữa protein và polyme tổng hợp là dọc theo các mạch polypeptit, protein không có các mắt xích lặp lại tương tự. Sự thiếu trật tự này là nguyên nhân làm cho mạch protein kém tạo kết tinh hơn. Rất có thể là tính chất này đã làm cho protein dễ bị phân hủy sinh học. Mặt khác các polyme tổng hợp nói chung, có mắt xích ngắn và độ trật tự cao đã làm cho khả năng kết tinh, làm cho các nhóm có khả năng thủy phân khó tiếp cận với enzym. Ta thấy rõ ràng là những polyme tổng hợp với mắt xích dài khó tạo ra cấu trúc tinh thể, nên dễ bị phân hủy sinh học. Thật vậy một loạt các poly (amit-uretan) đã bị subtilisin-enzym được chiết xuất từ vi khuẩn có thể phá vỡ protein và peptit phân hủy.

Sự phân hủy hóa học có chọn lọc của các polyme bán tinh thể có những sự thay đổi nhất định. Trong thời gian phân hủy, hàm lượng tinh thể của mẫu vật liệu lúc đầu tăng nhanh, sau đó tăng với tốc độ chậm hơn cho đến lúc độ kết tinh đạt 100%. Các vi sinh vật tạo ra các enzym ngoại bào có tác dụng gây ra sự phân hủy chọn lọc. Có sự chọn lọc này là do cách kết cấu thiếu trật tự của vùng vô định hình đã cho phép enzym dễ dàng tiếp cận các mạch polyme. Hình dạng, kết thước và số lượng tinh thể đều có ảnh hưởng lớn đến độ linh động của mạch vùng vô định hình và do vậy ảnh hưởng đến tốc độ phân hủy. Mức độ sắp xếp có trật tự của phân tử thấp sẽ làm cho tốc độ phân hủy trở lên nhanh hơn.

c) Ảnh hưởng của chiếu xạ và xử lý hóa học

Quá trình quang phân polyme bằng tia UV và tia γ tạo ra gốc tự do và ion thông thường dẫn đến đứt mạch và liên kết ngang. Phản ứng oxy hóa cũng xảy ra làm cho tinh thể phức tạp thêm do việc phơi ra ánh sáng luôn luôn có mặt của oxy. Nói chung điều này sẽ làm thay đổi khả năng phân hủy của vật liệu. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của UV lên quá trình phân hủy đã khẳng định điều này. Người ta đã chế tạo các copolyme alken chứa nhóm cacbonyl để liên kết của chúng dễ bị đứt do quang học trước khi phân hủy. Vấn đề cho giải pháp này

là sau 2 năm chôn mẫu dưới đất, người ta thấy sự phân hủy xảy ra rất ít, trừ khi tạo ra sự phân quang từ trước.

Tương tự, phản ứng oxy hóa quang polyalken đã trợ giúp một phần quá trình phân hủy trong hầu hết các trường hợp. Việc tạo thành nhóm cacbonyl và este là do có sự thay đổi này.

d) Ảnh hưởng của khối lượng phân tử polyme

Có rất nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của khối lượng phân tử (KLPT) polyme lên quá trình phân hủy sinh học. Sự khác nhau cơ bản có thể thấy được đó là giới hạn sự thay đổi trong quá trình phân hủy, sự khác nhau về hình thái, độ ưa nước và kỵ nước của polyme có KLPT khác nhau. Vi sinh vật sản xuất ra enzym ngoại bào (làm phân hủy polyme tại nhóm cuối) và enzym nội bào (phân hủy polyme ngẫu nhiên dọc theo mạch). Người ta chờ đợi sự ảnh hưởng lớn của KLPT lên tốc độ phân hủy với trường hợp enzym ngoại bào và một ảnh hưởng nhỏ của KLPT trong trường hợp enzym nội bào. Chất dẻo giữ nguyên miễn dịch một cách tương đối với tấn công của vi khuẩn khi mà KLPT vẫn còn cao. Nhiều loại chất dẻo như PE, PP và PS không ủng hộ sự phát triển của vi khuẩn. Tuy nhiên, hydrocacbon KLPT thấp lại bị vi sinh vật phân hủy. Chúng bị vi sinh vật chiếm, bị "hoạt hóa" lên khi gắn với đồng enzym A và chuyển hóa thành tế bào ngay trong tế bào VSV. Tuy nhiên quá trình này không thực hiện tốt trong môi trường ngoại bào và phân tử của chất dẻo quá lớn không chui vào trong tế bào được. Vấn đề này không xảy ra với phân tử polyme tự nhiên như tinh bột và xenlolozo vì chuyển hóa thành cấu tử KLPT thấp nhờ phản ứng enzym xảy ra ở tế bào vi sinh vật. Tuy nhiên sự phân hủy quang và phân hủy hóa học có thể sẽ làm giảm KLPT đến mức mà vi sinh vậtcó thể tấn công được.

1.7. Một số loại nhựa dùng sản xuất bao bì sinh học

Hiện nay, vật liệu bao bì sinh học chủ yếu từ polyme sinh học như: tinh bột, cellulose, protein, pullulan, gelatin…và các monome từ các chất hữu cơ lên men. Vật liệu từ tinh bột: đây là nguồn nguyên liệu phong phú, có sẵn và rẻ tiền. Tinh bột có 2 thành phần là Amilose và Amilopectin. Trong tự nhiên, tinh bột có

nhiều ở ngũ cốc, một số loại rau củ và một số loại đậu. Hạt tinh bột có thể được kết hợp với polyme truyền thống, đặc biệt kết hợp với polyolefins. Khi đó polyme sẽ được phân hủy bởi vi sinh vật và vi sinh vật sẽ sử dụng tinh bột, do đó làm tăng độ xốp tạo khoảng trống làm mất tính nguyên vẹn của màng polyme.

Có 3 loại polyme phối trộn: polyhydroxylalkanoates (PHA), polylacticacid (PLA), thermoplastic tinh bột (TPS). Ba loại này đang được quan tâm trong những năm gần đây. PLA được sản xuất từ sự lên men tinh bột (chủ yếu là tinh bột bắp). Loại polyme này tiêu tốn ít năng lượng hơn plastic. Mặc dù những polyme này rất thân thiện với môi trường nhưng vẫn chưa được sử dụng rộng rãi do chi phí sản xuất còn cao. Polyme TPS là polyme 100% từ tinh bột đã có chỗ đứng trên thị trường. Nó có ưu điểm là chi phí năng lượng, giá cả thấp hơn so với polyme truyền thống. Mặc dù có nhiều ưu điểm nhưng vẫn còn nhiều rào cản khiến chúng chưa được sử dụng rộng rãi như sự hoài nghi của người tiêu dùng, chi phí nguyên liệu, chi phí kỹ thuật.

1.7.1. Vật liệu PLA

Polylactic axit (PLA) là một polyeste no, mạch thẳng. Nguyên liệu sản xuất PLA là bột ngô hoặc những chất giàu tinh bột như bột lúa mì. Đặc biệt, loại polyme này có thể phân hủy sinh học trong vòng 2 tháng ở điều kiện lý tưởng.

PLA thường được pha trộn với tinh bột để tăng độ phân hủy sinh học và giảm giá thành. Tuy nhiên, độ giòn của kiên kết PLA - tinh bột là nhược điểm cơ bản cho các ứng dụng. Để khắc phục nhược điểm này người ta đã sử dụng nhiều loại chất hóa dẻo KLPT (khối lượng phân tử) như glyxerin, sorbitol...[6,12].

PLA sẽ được dùng làm vật liệu để sản xuất bao bì phân bón, các loại bát đĩa dùng một lần, sử dụng trong một số ứng dụng y sinh như chỉ phẫu thuật, các thiết bị đặt trong cơ thể và các thiết bị truyền thuốc. Tuy nhiên nó không được khuyến khích tiếp xúc nhiều với thực phẩm do phương pháp chế tạo là lên men.

PLA phân hủy sinh học hoàn toàn khi chôn ở nhiệt độ 60^0C hoặc cao hơn. Giai đoạn đầu phân hủy của PLA (2 tuần) thông qua thủy phân thành hợp chất

tan trong nước và axit lactic. Chuyển hóa những sản phẩm này thành CO_2, nước và sinh khối bằng các vi sinh vật xảy ra sau khi thủy phân.

PLA không dễ bị phân hủy sinh học ở nhiệt độ < 60^0C do nhiệt độ thủy tinh của nó ở khoảng 60^0C.

PLA được xem như một sự thay thế tuyệt vời cho nhựa dẻo sản xuất bằng dầu mỏ nhờ khả năng phân hủy sinh học và ít độc hại hơn đối với sức khỏe con người. Những vật liệu đóng gói bằng plastic vững chắc, sạch được sử dụng phải thỏa mãn điều kiện: không đắt tiền, nhẹ, không thấm khí, không thấm nước và dầu.

Ngày nay người ta còn sản xuất được polylactic acid từ vỏ quả dưa hấu. Hiện nay nguồn nguyên liệu từ vỏ quả dưa hấu rất dồi dào, giá trị không cao nên tận dụng sản xuất bao bì sẽ phù hợp.Vỏ dưa hấu sau khi được nghiền (nếu vỏ khô bỏ thêm nước) rồi tiến hành lên men acid lactic để thu được dung dịch acid lactic. Sau đó tiến hành kết tinh để tinh sạch lactic rồi tiến hành polyme hóa ta thu được polylactic acid. Sau đó định hình theo hình dạng theo yêu cầu.

So với thời điểm ra đời cách đây vài năm, giá cả PLA đã giảm xuống nhưng nó vẫn đắt hơn polyme sản xuất từ dầu hỏa. Hiện tại, các công trình nghiên cứu đã thành công trong việc đơn giản hóa quá trình sản suất PLA, giúp giảm chi phí sản xuất. Điều này có nghĩa là chẳng bao lâu nữa chúng ta có thể nhìn thấy nhựa dẻo PLA được sử dụng rộng rãi trong đời sống.

1.7.2. Vật liệu PHA

Polyeste gốc tự nhiên nhờ các vi khuẩn chế tạo, Polyhydroxylalkanoates (PHA), đã được chú ý nhiều làm polyme phân hủy sinh học có khả năng gia công nóng chảy và đang dược nghiên cứu để thay thế cho bao bì plastic. Nhiều loại PHA được tổng hợp từ các nguồn cacbon, vi sinh vật hữu cơ khác nhau và qua các quá trình gia công.

Có 2 phương pháp để tổng hợp nên PHA:

- Phương pháp lên men gồm: Trồng các cây trồng như bắp rồi thu hoạch, tách chiết glucose từ cây trồng sau đó lên men đường trong tế bào có chứa PHA, rửa và xoáy đảo tế bào để giải phóng PHA sau cùng là cô đặc và phơi khô trong khuôn.

- Quá trình tổng hợp dựa vào sự phát triển PHA trong tế bào cây trồng là một kỹ thuật đang được theo đuổi. Quá trình này giống với quá trình đã mô tả ở trên nhưng bỏ qua giai đoạn lên men. Người ta sử dụng một lượng lớn dung môi để trích ly nhựa từ cây trồng, sau đó tìm cách loại dung môi đi do đó rất tốn kém về năng lượng. Một ưu điểm của PHA so với PLA là khả năng tự phân hủy của nó rất là cao và dễ tổng hợp. Khi được đặt vào môi trường sinh vật tự nhiên thì nó sẽ tự phân hủy thành CO_2 và nước. Điều này giúp nó có nhiều ứng dụng trong cuộc sống.

1.7.3. Vật liệu TPS

TPS (Thermoplastic starches) là vật liệu polyme 100% bằng tinh bột có thể chứa chất dẻo chịu nhiệt. Thermoplastic starches đã có nhiều bước phát triển trong ngành công ngiệp polyme sinh học. Những polyme này được tạo ra từ tinh bột bắp, lúa mì, khoai tây.

Thermoplastic starches (TPS) khác PLA và PHA là chúng không qua giai đoạn lên men. Để có những thuộc tính giống như plastic, TPS được trộn với các vật liệu tổng hợp khác.Tinh bột liên kết với các polyme tổng hợp khác, với hàm lượng tinh bột có thể lớn hơn 50% sẽ tạo nên các loại plastic mà đáp ứng được nhu cầu thị trường.

Sự kết hợp này sẽ tăng thuộc tính cơ, giảm sự nhạy cảm với nước và tăng khả năng phân hủy. Đã có những nghiên cứu thay thế bao bì plastic từ các chế phẩm dầu mỏ sang dạng bao bì plastic từ bắp. Nguồn nguyên liệu bắp có thể thỏa mãn nhu cầu lớn của bao bì plastic. Vật liệu làm từ nguồn nguyên liệu này hạn chế việc ô nhiễm môi trường do khi phân hủy nó không tạo ra các hợp chất độc. Việc thay thế đầu tiên được tiến hành vào ngày 1-11-2005, 114 triệu thùng chứa bằng plastic được sử dụng hàng năm cho các đại lý bán lẻ rau quả, dâu tây, thảo dược…hiệu quả kinh tế thể hiện rõ rệt.

1.7.4. Vật liệu từ cellulose

Cellulose là nguồn nguyên liệu phong phú, không hòa tan trong nước và hầu hết dung môi hữu cơ. Cellophane (giấy bóng kính) là một trong những dạng

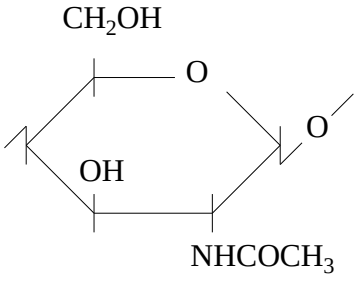
phổ biến của bao bì từ cellulose, được sử dụng cho nhiều loại thực phẩm bởi tính chống thấm dầu, khả năng ngăn cản sự tấn công của vi khuẩn và tính trong suốt của nó. Cellophane thường được phủ một lớp ngoài với nitro cellulose hay là acrylate để tăng khả năng chống thấm mặc dù lớp phủ này không được phân hủy bởi vi sinh vật.

Chúng ta có thể bao gói bánh mỳ bằng celophane- một loại vật liệu phân hủy sinh học dùng bao gói thực phẩm, loại vật liệu này có giá cả cạnh tranh với plastic thông thường, một ưu điểm khác là nó có thể phân hủy nhanh sau khi sử dụng, thậm chí nó có thể ăn được.

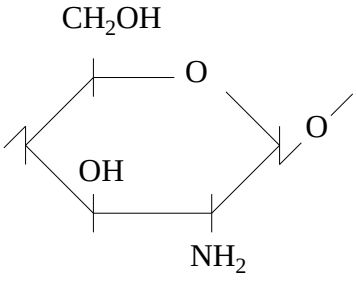
Ngoài ra cellulose acetate được kết hợp với tinh bột để tạo nên plastic dễ phân hủy bởi vi sinh vật, cellulose cũng kết hợp với chitosan tạo màng có khả năng thấm khí và thấm nước cao. Đường cong phân hủy của plastic sinh học. Vật liệu bao bì từ cellulose sử dụng để bảo quản một số loại rau quả dễ bị hư hỏng như dâu tây, đào, chuối, nấm…

1.7.5. Vật liệu từ Chitin và Chitosan

Chitin được tổng hợp chủ yếu từ côn trùng, tôm cua, nấm sợi, là một loại composit bền vững tạo bộ khung ngoài bảo vệ cho chúng. Chitin khi khử nhóm acetyl sẽ tạo thành Chitosan. Chitin và Chitosan là 2 loại polyme có đặc tính cơ học phù hợp để tạo dạng màng và dạng sợi.



Chitin

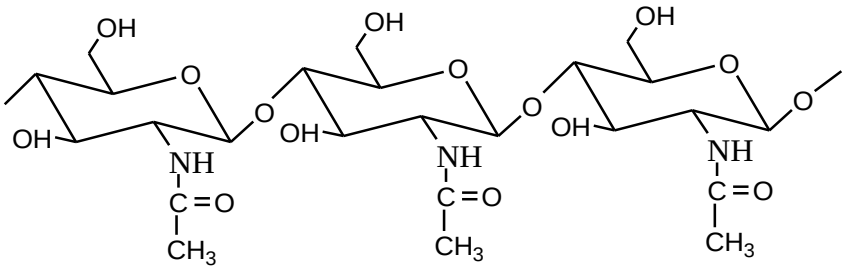


Chitosan

Chitin [6]

Tên hóa học: Poly-N-Acetyl-D-Glucosamine.

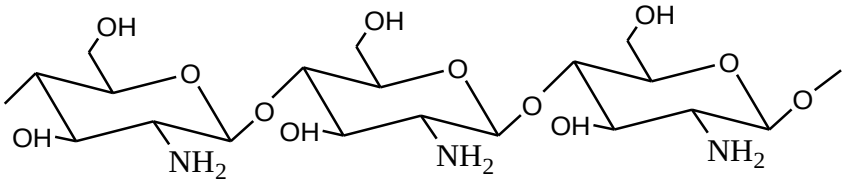
CT phân tử : ($C_8H_{13}NO_5$)n



Chitosan [6]

Tên hóa học: poly-(1- 4)-2 –Amino – 2 - Deoxy- β – D - Glucan CT phân tử:

($C_6H_{11}O_4N$)n



Chitin có thể bị chitinaza phân hủy. Sợi chitin đã được dùng để làm da nhân tạo và chỉ khâu hấp thụ ở dạng tự nhiên không hòa tan nhưng chitosan – dạng axetyl hóa không hòa tan thì tan trong nước. Vật liệu tương hợp sinh học tốt và có hoạt tính kháng vi sinh vật và khả năng hấp thụ ion kim loại mạnh. Chúng cũng được ứng dụng trong công nghiệp mỹ phẩm do tính giữ ẩm tốt.

1.8. Một số loại Polyme tự nhiên phân hủy sinh học

Polyme phân hủy sinh học là những polyme được tạo ra trong tự nhiên trong các chu kỳ sinh trưởng của các cơ thể sống, do vậy chúng cũng phụ thuộc vào các loại polyme tự nhiên. Việc tổng hợp chúng, nói chung, bao gồm các phản ứng trùng hợp phát triển mạch các monome, xúc tác hoạt hóa bằng enzym.

1.8.1. Polyxacarit

Để ứng dụng chế tạo vật liệu, các polyxacarit chủ yếu là xenlulozơ và tinh bột, nhưng người ta cũng ngày càng quan tâm nhiều đến các polyme hydrocacbon phức tạp hơn do các vi khuẩn, nấm, mốc chế tạo, đặc biệt là các polyxacarit như xanthan, pullulan và axit hyaluronic. Những polyme này nói

chung chứa từ hai loại mắt xích hydrocacbon trở lên. Ví dụ, tinh bột là sự phối hợp giữa polyme mạch nhánh và mạch thẳng, nhưng nó chỉ chứa một loại mắt xích hydrocacbon, đó là glucozơ. Cả hai xenlulozơ và tinh bột đều cấu tạo từ hàng trăm hoặc hàng ngàn mắt xích glucopyranozit. Trong tinh bột, vòng glucopyranozit ở dạng α, trong khi đó, ở xenlulozơ các mắt xích ở dạng β. Do sự khác biệt này mà các enzym xúc tác phản ứng thủy phân axetal trong quá trình phân hủy sinh học cho từng loại polyxacarit trên là khác nhau và không trao đổi ***cho nhau được.***

1.8.2. Tinh bột

Tinh bột là một loại polyme tạo thành từ cây thực vật, thông dụng nhất là khoai tây, lúa mì, mạch, lúa, ngô, sắn…Trong tất cả những loại thực vật trên tinh bột đều ở dạng hạt có kích thước khác nhau và khác nhau không lớn lắm về thành phần, tùy thuộc vào loại cây. Tinh bột đã được dùng rộng rãi làm nguyên liệu đầu để sản xuất màng, lý do là các loại nhựa thông thường ngày càng khan hiếm và có giá thành ngày càng cao.

Về bản chất tinh bột là những hạt có cấu trúc tinh thể với đường kính khoảng 15 - 100 μm, ở 3 dạng ký hiệu là A (tinh bột ngũ cốc), B (tinh bột thân củ), C (tinh bột ở đậu Hà Lan và các loại đậu khác).

Màng tinh bột có độ xuyên thấm thấp, do vậy rất hấp dẫn để chế tạo các loại các loại bao gói thực phẩm. Tinh bột cũng được dùng để chế tạo màng che phủ đất ứng dụng trong nông nghiệp, vì nó có thể phân hủy thành sản phẩm không độc khi nó tiếp xúc với đất. Nghiên cứu về tinh bột bao gồm cả nghiên cứu về khả năng hấp thụ nước của nó, biến tính phân tử bằng phương pháp hóa học, đặc tính của nó lúc khuấy ở nhiệt độ cao và độ bền của nó đối với biến dạng trượt cơ nhiệt. Tuy tinh bột là một loại polyme, nhưng độ bền của nó với ứng xuất thì không lớn. Vì vậy, tinh bột có thể phân tán trong nước nóng và cán thành màng, hiện tượng trên là nguyên nhân làm cho màng tinh bột bị giòn.

Trong ứng dụng làm chất dẻo phân hủy sinh học, tinh bột có thể trộn vật lý ở dạng tự nhiên, giữ nguyên hạt hoặc làm chảy mềm và tạo blend ở mức độ phân

tử với các polyme thích hợp. Ở dạng nào cũng vậy, phần tinh bột trong hỗn hợp đều bị phân hủy. Nhựa phân hủy sinh học trên cơ sở tinh bột có thể có hàm lượng tinh bột từ 10% đến hơn 90%. Các polyme trên cơ sở tinh bột có thể đi từ ngô, khoai, sắn, mì,…Hàm lượng tinh bột cần lớn hơn 60% trước khi xảy ra phân hủy. Khi hàm lượng tinh bột tăng lên polyme trở lên dễ phân hủy sinh học hơn và để lại phần dư không tan ít hơn. Thông thường các polyme trên cơ sở tinh bột được tạo và trộn với các polyme có tính chất tốt hơn, ví dụ polyeste mạch no và PVA, để tạo ra các tính chất tốt cần thiết cho các ứng dụng khác nhau .

Phân hủy sinh học polyme trên cơ sở tinh bột là kết quả tấn công của enzym vào các liên kết glucozit giữa các nhóm đường làm giảm độ dài mạch, phân chia các mắt xích đường (thành monoxacarit, dixacarit và olygoxacarit) sẵn sàng cho tiêu thụ theo con đường sinh học. Ở hàm lượng tinh bột thấp hơn (ít hơn 60%) các hạt tinh bột là những nối liên kết yếu trong nền nhựa và là nơi để cho vi sinh vật tấn công. Điều này cho phép nền polyme phân rã thành phân đoạn nhỏ, nhưng không phải toàn bộ cấu trúc polyme bị phân hủy sinh học thực thụ. Có nhiều loại polyme phân hủy sinh học trên cơ sở tinh bột, bao gồm:

a) Sản phẩm tinh bột nhiệt dẻo

Tinh bột nhiệt dẻo phân hủy sinh học có hàm lượng amylozơ hơn 70% và trên cơ sở tinh bột hồ hóa sử dụng chất hóa dẻo, đặc biệt có thể tạo ra vật liệu nhiệt dẻo có tính chất tốt và phân hủy sinh học. Tinh bột được hóa dẻo, thay đổi cấu trúc hoặc pha trộn với các vật liệu khác, tạo ra tính chất cơ học hữu hiệu. Quan trọng là tinh bột nhiệt dẻo như thế có thể gia công trên các máy gia công chất dẻo thông thường. Nhựa có hàm lượng tinh bột cao, rất ưa nước và dễ bị phân giã nhanh khi tiếp xúc với nước. Nhược điểm này có thể được khắc phục bằng cách tạo sự pha trộn nhờ tinh bột có các nhóm –OH tự do dễ tham gia vào các phản ứng như axety hóa este hóa và ete hóa…Công ty CRC sản xuất thực phẩm và bao bì quốc tế ở Australia đã sản xuất loại nhựa tinh bột nhiệt dẻo có hàm lương amylozơ cao hơn 70%. Người ta đã thử nghiệm thành công sử dụng polyme bột ngô làm phủ đất và cho thấy màng này có tính chất tốt ngang màng

PE với ưu thế là sau một vụ thu hoạch màng có thể vùi lấp vào đất. Các ứng dụng tinh bột nhiệt dẻo nói chung là màng để chế tạo túi mua sắm, túi đựng bánh mì, màng bọc, màng phủ đất. Xốp đệm và sản phẩm ép phun như thùng chứa cũng là một xu hướng ứng dụng tốt. Polystyren xốp có thể được thay bằng xốp tinh bột dễ phân hủy sinh học làm xốp đệm và đĩa xốp. Đệm xốp tinh bột là sản phẩm dễ chế tạo và là một thị trường đầy tiềm năng

b) Sự pha trộn tinh bột - Polyeste no

Sự pha trộn của polyeste no tổng hợp phân hủy sinh học với tinh bột thường được dùng để chế tạo các tấm, màng chất lượng cao dùng làm bao gói bằng phương pháp đùn hoặc thổi. Khi nghiên cứu tính chất của sự pha trộn polyeste no với tinh bột mì. Sự pha trộn tinh bột – polyeste có điểm nóng chảy gần với điểm nóng chảy của polyeste. Người ta cho thêm chất hóa dẻo làm cho sự pha trộn dẻo hơn và dễ gia công hơn so với một mình polyeste. Sự pha trộn được hóa dẻo có độ bền kéo đứt, độ giãn dài khi đứt cao ngay cả khi hàm lượng tinh bột trong sự pha trộn lớn.

Sự pha trộn tinh bột với polyeste no tổng hợp phân hủy sinh học như PLA và PCL hiện nay đang được tập trung nghiên cứu để chế tạo nhựa phân hủy sinh học. Nhựa phân hủy sinh học có thể được chế tạo bằng sự pha trộn đến 45% tinh bột với PCL.

c) Sự pha trộn tinh bột – polyeste PBS/PBSA

Các loại polyeste khác tạo sự pha trộn với tinh bột để cải thiện tính chất cơ học của vật liệu là polybutylen succinat (PBS) hoặc polybutylen succinat adipat (PBSA). Ở hàm lượng tinh bột cao hơn (>60%) các tấm sản phẩm có thể trở nên giòn. Do vậy, chất hóa dẻo thường được thêm vào làm giảm độ giòn và tăng độ dẻo. Khi nghiên cứu tính chất của sự pha trộn PBSA và tinh bột ngô khi tỉ lệ cấu tử thành phần thay đổi. PBSA là phân hủy sinh học và có tính chất nhiệt dẻo tốt. Tinh bột ngô là polyxacarit không đắt. Sự pha trộn với PBSA được dùng để chế tạo tấm nhựa phân hủy sinh học, có thể từ đó tạo ra sản phẩm khay đựng bánh kẹo, dạng màng bằng phương pháp nhiệt.

Khi nghiên cứu mức độ phân hủy sinh học của sự pha trộn trên, cho thấy

rằng thêm 5% lượng bột ngô làm giảm đáng kể thời gian bán phân hủy của sự pha trộn. Thời gian bán phân hủy của sự pha trộn tiếp tục giảm theo chiều tăng của hàm lượng bột ngô đến 20%.

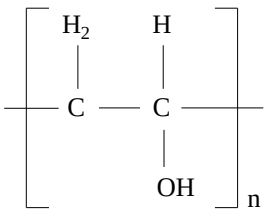
1.8.3. Xenlulozơ

Nhiều nhà nghiên cứu polyme có quan điểm rằng hóa học polyme có nguồn gốc từ việc nghiên cứu tính chất của xenlulozơ. Xenlulozơ lần đầu tiên được tách ra cách đây gần 200 năm. Nó khác với các polyxacarit thực vật khác ở chỗ KLPT rất lớn và có một mắc xích xenlobiozo. Xenlulozơ ở dạng tinh thể, từ các thành phần của tế bào, xenlulozơ được tách ra dạng vi sợi bằng phương pháp chiết hóa học. Trong tất cả các dạng thì xenlulozơ có độ kết tinh cao, khối lượng phân tử lớn, không nóng chảy, không tan trong phần lớn các dung môi thông thường. Do tính không nóng chảy và không tan của chúng, thường người ta chuyển xenlulozơ thành những dẫn xuất dễ xử lý và dễ gia công hơn.

Các VK cũng sẽ sản ra cả enzym nội bào và ngoại bào, một trong số đó sẽ tạo ra các phức làm phân hủy xenlulozo, tạo ra phức ăn cacbuahydrat cho các VSV dùng. Môi trường đất có khí nói chung có chứa quần hợp các loại VK và nấm phân hủy khác nhau và hoạt động tương trợ nhau. Các VSV trước tiên phân hủy xenlulozo thành glucozo và xenlodextrin, một phần của nó chúng sẽ sử dụng, những VSV khác tạo enzym phân hủy xenlodextrin thành glucozo để dùng. Bằng cách tiêu thụ glucozo, loại thứ hai này đảm bảo sự phát triển của loại một do chúng ngăn cản sự tạo ra xenlodextrin kìm hãm sự phát triển glucanaza nếu nó tồn tại trong đất với hàm lượng lớn, những sản phẩm cuối cùng của sự phân hủy có khí là CO_2 và nước.

1.8.4. Vật liệu PVA

Đơn vị cấu trúc của Polyvinyl alcohol (PVA):



PVA có tính chất quan trọng nhất là khả năng tan trong nước, dễ tạo màng, chịu dầu mỡ, nó có độ bền kéo cao, chất lượng kết dính tuyệt vời và khả năng hoạt động như một tác nhân phân tán - ổn định.

Khi khối lượng PVA giảm, độ nhạy nước hay khả năng tan trong nước tăng. Khi tăng khối lượng phân tử thì thu được độ bền kéo, độ bền xé, độ giãn dài, độ mềm dẻo cao hơn

Một trong các ứng dụng của PVA là dùng để liên kết hoặc cán mỏng hai bề mặt, trong các ứng dụng làm chất kết dính, nó dùng để liên kết một số loại hạt, sợi hay các vật liệu khác.

PVA có rất nhiều ứng dụng trong công nghiệp cũng như trong đời sống, dùng làm chất kết dính hay chất tạo nhũ, được dung trong sản xuất bao gói, trong mỹ phẩm hay được dùng làm xơ sợi trong dệt may…

Sản phẩm từ PVA đang là vật liệu cần cho cuộc sống hiện đại. Bởi nó ngày càng trở nên an toàn hơn, nhỏ gọn hơn, trong hơn, sạch hơn, mềm mại hơn, bền hơn, rẻ hơn và tóm lại là TỐT HƠN.

1.9. Triển vọng phát triển ngành polyme sinh học

Thị trường trong nước cũng như thị trường thế giới đang mở ra nhiều cơ hội phát triển cho ngành Nhựa sinh học do nhu cầu sử dụng sản phẩm và đặc tính thân thiện của nó với môi trường.

Vấn đề thân thiện với môi trường ngày càng được coi trọng nhưng đặc tính vật liệu và giá cả vẫn là những yếu tố quan trọng. Hầu hết các polyme sinh học có đặc tính cơ học gần giống với polyme truyền thống. Những đặc tính này (độ co giãn, đàn hồi…) phụ thuộc vào nguyên liệu thô và phương pháp gia công.

Ngày nay giá của nhiều loại vật liệu sinh học có thể gần bằng hoặc vượt hơn một chút so với PET và PA, ngoại trừ PHA có giá gấp 10 lần polyme truyền thống. Tuy nhiên do lượng sản phẩm này ít hơn ảnh hưởng đến vấn đề giá cả, nếu sản xuất với số lượng lớn thì giá cả của chúng sẽ thấp hơn.

Các nghiên cứu khoa học đã tìm ra một lượng lớn các vật liệu sinh học thích hợp cho bao bì thực phẩm nhưng việc ứng dụng chúng vẫn còn nhiều hạn

chế. Chúng ta không mong việc thay thế hoàn toàn vật liệu truyền thống bằng vật liệu sinh học trong một thời gian ngắn tuy nhiên vật liệu sinh học thực sự là vật liệu của tương lai khi mà những đặc tính và giá cả của chúng tương đương hoặc rẻ hơn vật liệu truyền thống.

CHƯƠNG II: THỰC NGHIỆM

2.1. Dụng cụ, hóa chất và nguyên liệu

2.1.1. Dụng cụ

- Cốc thủy tinh 250ml, 500ml.
- Đũa thủy tinh.
- Bếp điện.
- Chảo chống dính, thìa khuấy.

2.1.2. Hóa chất và nguyên liệu

- Glyxerin
- Nhựa PVA
- Nhựa thông
- Tinh bột sắn dây

Hình 2.1. Hình ảnh một số nguyên liệu dùng chế tạo nhựa

2.2. Quy trình chế tạo nhựa phân hủy sinh học

2.2.1. Thu hồi tinh bột sắn

Cách thu hồi tinh bột sắn được tiến hành thủ công tương tự như quá trình nghiền bột sắn dây truyền thống: Sắn ở dạng củ được mài trên giá nhôm mỏng có đục các lỗ nhỏ, hỗn hợp thu được tiếp tục được nghiền mịn nhờ máy xay, sau đó lọc bỏ phần bã rồi lấy phần dung dịch để lắng trong khoảng 4 - 5 giờ thì gạn bỏ lớp nước trên bề mặt tinh bột sẽ thu được tinh bột ướt, sau đó đem phơi khô sẽ thu

được tinh bột sắn. Độ mịn của tinh bột phụ thuộc rất lớn vào quá trình nghiền và quá trình lắng lọc. Bột sắn thành phẩm được bảo quản trong các túi nilon buộc kín, tránh hút ẩm.

Hình 2.2. Nguyên liệu và bột sắn thành phẩm

2.2.2. Tổ hợp tinh bột trên nền nhựa nhiệt dẻo PVA

Tinh bột qua quy trình nhiệt hóa tạo thành chất dẻo có đặc điểm hút ẩm mạnh nên dễ kết dính và phân hủy nhanh. Nhưng nó lại có độ bền cơ lý thấp nên khó gia công và không đủ độ bền cần thiết để chế tạo các sản phẩm đòi hỏi độ mỏng và dai như túi xách, bao bì...

Để khắc phục hạn chế này, tinh bột cần phải được tổ hợp với polyme nhiệt dẻo nào đó để làm nền với sự có mặt của chất trợ tương hợp. Vì thế, vật liệu tự hủy từ tinh bột hiện thường được nâng đỡ bằng " bộ xương " là một polyme khác mang đặc tính của nhựa truyền thống như PP, PE. Tuy nhiên, chính thành phần nhựa truyền thống này khiến các vật liệu tự phân hủy hiện nay chỉ là phân hủy nửa vời, không triệt để, không thân thiện với môi trường.

Trong các polyme nhiệt dẻo truyền thống làm nền như nhựa PP, PE, PVA... thì PVA (polyvinyl alcohol) có ưu điểm hơn cả. Nó là một trong số ít polyme có khả năng tự phân hủy cao, trong môi trường đất nó tạo thành nước và CO_2. Chính vì vậy trong nội dung của khóa luận, nhựa phân hủy sinh học được chế tạo dựa trên cơ sở tổ hợp giữa nhựa nền PVA có tỷ trọng thấp và tinh bột sắn,

với chất trợ tương hợp là nhựa thông. Hỗn hợp được hòa tan trong dung môi glyxerin và được gia nhiệt ở nhiệt độ thích hợp.

Việc sử dụng tinh bột sắn - một nguồn nguyên liệu sẵn có trong nước để tham gia vào cấu thành vật liệu tổ hợp vừa làm cho vật liệu có khả năng dễ phân hủy sinh học, không gây ô nhiễm môi trường. Mặt khác còn góp phần giúp giảm giá thành sản phẩm khi tiến hành sản xuất sản phẩm.

Nhựa sinh học thu được sẽ được kiểm tra thông qua các kết quả thực nghiệm về độ dẻo, khả năng chịu kéo, chịu xé và khả năng phân hủy sinh học trong các môi trường và điều kiện khác nhau.

Quá trình thực nghiệm được tiến hành lần lượt qua các bước sau:

- Trộn đều nhựa PVA, tinh bột sắn và nhựa thông với lượng đã định sẵn trong dung môi Glyxerin.

- Gia nhiệt hỗn hợp trên bếp điện đến nhiệt độ khoảng 150- 200^{0}C, sao cho hạt nhựa được tan hết (khoảng 20 - 25 phút/ mẫu), trong quá trình đun phải liên tục khuấy đảo để hỗn hợp được trộn đều, tránh trường hợp nhựa bị cháy.

- Đổ hỗn hợp nhựa lên trên tấm bìa giấy cứng và tán mỏng, làm nguội nhựa bằng không khí sau đó mang nhựa đi thử độ bền cơ lý cũng như khả năng phân hủy sinh học.

Hình 2.3. Một số hình ảnh trong quá trình thí nghiệm

CHƯƠNG III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá độ bền cơ lý của nhựa

Để có sự so sánh về độ bền cũng như khả năng tạo liên kết kết của tinh bột sắn và nhựa PVA ở các tỉ lệ khối lượng khác nhau, chúng tôi lần lượt khảo sát độ bền cơ lý cũng như khả năng chống thấm nước của loại nhựa được chế tạo từ tinh bột sắn và PVA.

Đối với mỗi mẫu nhựa khảo sát, khối lượng chất trợ tương hợp được giữ nguyên, đồng thời tăng dần % khối lượng tinh bột và giảm dần khối lượng nhựa sao cho tổng khối lượng mỗi mẫu nhựa là 50g. Các đặc tính cơ lý của nhựa thành phẩm như: sức bền kéo, tỷ trọng và khoảng nhiệt độ nóng chảy được gửi đo tại phòng thí nghiệm vật liệu của Viện Nano- Compozit- Trường ĐHBK Hà Nội, độ thấm ướt được kiểm tra bằng mắt thường.

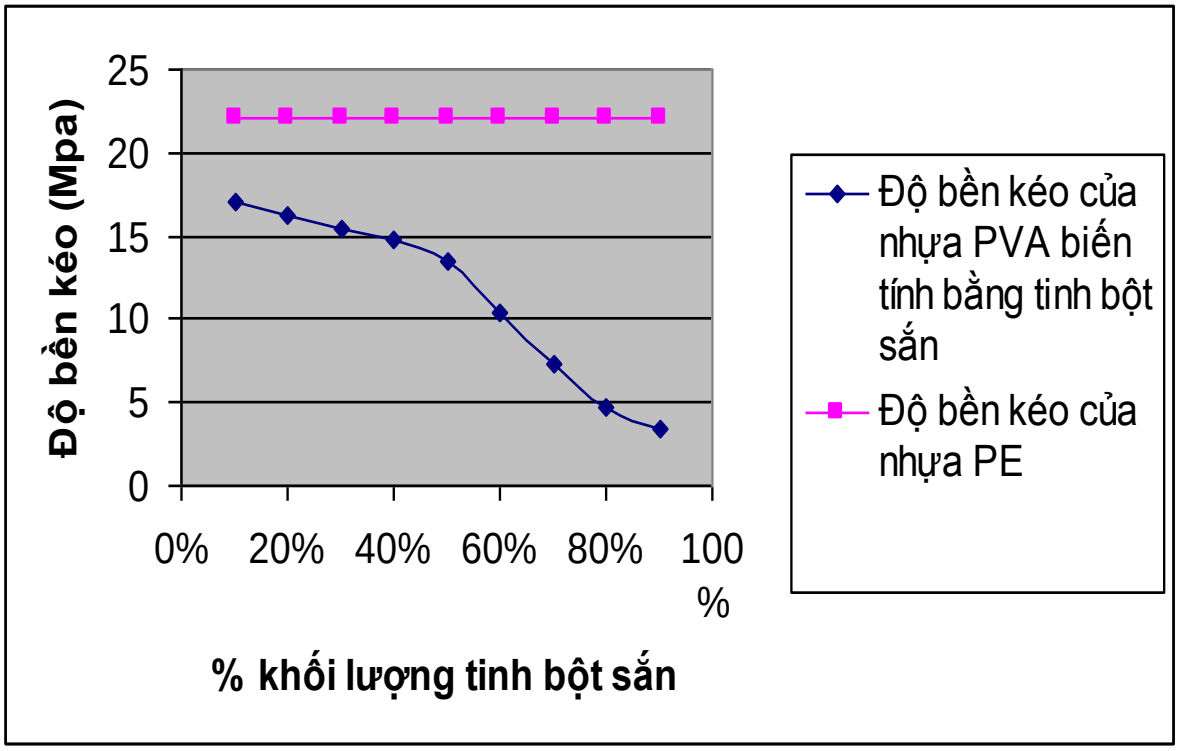
3.1.1. Độ bền cơ lý của nhựa chế tạo từ tinh bột sắn

Các đặc tính cơ lý của nhựa được chế tạo từ tinh bột sắn, trên nền nhựa PVA được thể hiện trên bảng 3.1 và hình 3.1.

Bảng 3.1. Độ bề cơ lý của các mẫu nhựa chế tạo từ tinh bột sắn.

% khối lượng tinh bột sắn	Sức bền kéo (Mpa)	Sức bền kéo nhựa PE (Mpa)	Tỷ trọng (g/cm^3)	Khoảng t^0 nóng chảy (^0C)	Khả năng chống thấm nước
90%	3.45	22	0.759	121 -130	thấm ướt
80%	4.75	22	0.766	132 -148	thấm ướt ít
70%	7.25	22	0.787	146 -152	thấm ướt ít
60%	10.35	22	0.795	149 -154	không thấm ướt
50%	13.55	22	0.809	153 -161	không thấm ướt
40%	14.85	22	0.824	164 -172	không thấm

					ướt
30%	15.45	22	0.838	167 -182	không thấm ướt
20%	16.25	22	0.846	184 -191	không thấm ướt
10%	17.05	22	0.854	186 -194	không thấm ướt



Hình 3.1. Độ bền cơ lý của các mẫu nhựa chế tạo từ tinh bột sắn

Nhận xét: Kết quả trên bảng 3.1 và hình 3.1 cho thấy:

- Khi hàm lượng tinh bột tăng dần (hàm lượng nhựa nền PVA giảm dần) thì sức bền giảm dần, điều này hoàn toàn hợp lý với thực tế vì tinh bột luôn có độ dẻo, độ dai kém so với nhựa.

- Khi hàm lượng tinh bột chiếm từ (60 – 90%), các mẫu nhựa thường bị chảy nước và khi cho vào nước thì cấu trúc của nhựa bị phá vỡ rất nhanh do tinh bột là chất hút ẩm mạnh và kém bền trong nước, kết quả thí nghiệm cho thấy khi hàm lượng tinh bột chiếm 50% thì nhựa thu được đã có cấu trúc bền vững, lúc này sức bền kéo tăng lên, bề mặt nhựa đã bóng và mịn hơn.

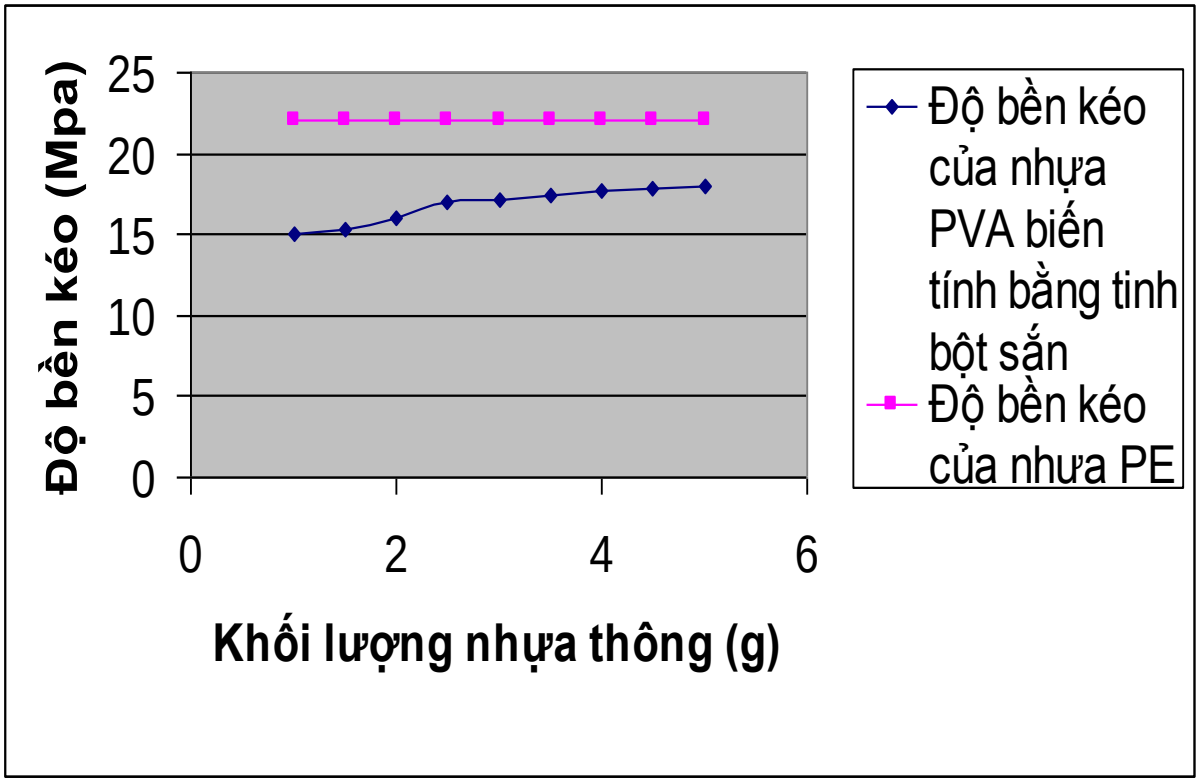
- Từ bảng 3.1 và hình 3.1 ta có thể thấy được nhựa được chế tạo từ tinh bột sắn có khả năng chống thấm ướt tương đối cao và ở hàm lượng tinh bột sắn 60% thì nhựa đã không bị thấm ướt.

3.1.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa

Để làm tăng thêm độ bền cũng như các đặc tính cơ lý của nhựa, trong khuôn khổ khóa luận, chúng tôi sử dụng nhựa thông làm chất trợ tương hợp. Để tìm được khối lượng chất lượng chất trợ tương hợp tối ưu, chúng tôi đã khảo sát sự ảnh hưởng của lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa biến tính bằng tinh bột sắn với điều kiện thí nghiệm: tổng khối lượng của mỗi mẫu nhựa là 50g, luôn giữ (% khối lượng tinh bột sắn = % khối lượng nhựa nền PVA) = 40% và tăng dần lượng chất trợ tương hợp. Kết quả được thể hiện trên bảng 3.2 và hình 3.2.

Bảng 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa biến tính bằng tinh bột sắn.

Khối lượng nhựa thông (g)	Sức bền kéo của nhựa biến tính bằng tinh bột sắn (Mpa)	Sức bền kéo nhựa PE (Mpa)
1	15.01	22
1.5	15.35	22
2	16.04	22
2.5	17.06	22
3	17.15	22
3.5	17.42	22
4	17.68	22
4.5	17.81	22
5	17.97	22



Hình 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến độ bền kéo của nhựa biến tính bằng tinh bột sắn.

Nhận xét: Từ bảng 3.2 và hình 3.2 cho ta thấy:

Khi lượng chất trợ tương hợp tăng thì độ bền kéo của nhựa cũng tăng dần, chứng tỏ nhựa thông có vai trò như là chất kết dính có khả năng làm bền liên kết của tinh bột sắn và nhựa nền PVA.

Khi hàm lượng chất trợ tương hợp ≥ 2,5gam thì độ bền kéo tăng rất chậm. Vì vậy giá trị 2,5g được coi là giá trị khối lượng chất trợ tương hợp tối ưu.

3.2. Đánh giá khả năng phân hủy sinh học của nhựa.

Ngoài công việc xác định đặc tính cơ lý của nhựa biến tính chúng tôi còn xác định khả năng phân hủy của nhựa ở các điều kiện môi trường khác nhau như:

1. Môi trường không khí khô.
2. Môi trường đất.
3. Môi trường nước thải sinh hoạt.
4. Môi trường rác thải sinh hoạt hiếu khí.
5. Môi trường rác thải sinh hoạt kị khí.

6. Môi trường rác thải sinh hoạt kị khí có bổ sung chế phẩm sinh học EM giúp tăng cường khả năng phân hủy.

Hình 3.3. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong điều kiện không khí khô

Hình 3.4. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường nước thải sinh hoạt

Hình 3.5. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường Rác thải ở điều kiện hiếu khí

Hình 3.6. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường đất

Hình 3.7. Theo dõi sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường Rác thải ở điều kiện kị khí và khị khí có bổ sung chế phẩm EM

Quá trình phân hủy của nhựa được quan sát sau mỗi tuần thông qua sự biến đổi trạng thái, độ bền và sự xuất hiện hiện tượng mốc. Sau thời gian quan sát 1 tháng , chúng tôi thu được kết quả sự phân hủy sinh học của nhựa trong các môi trường như được thể hiện trên bảng 3.5.

Bảng 3.3. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong các môi trường khác nhau sau khoảng thời gian 1 tháng.

Môi trường	Hiện tượng
1. Không khí khô	Không thay đổi
2. Đất ẩm	Mốc ít
3. Nước thải sinh hoạt	Mốc nhiều, bị phân hủy
4. Rác thải (hiếu khí)	Mốc nhiều, bị phân hủy
5. Rác thải (kị khí)	Mốc nhiều, bị phân hủy
6. Rác thải (kị khí có bổ sung enzym)	Mốc nhiều, phân rã gần hoàn toàn

Dưới đây là một số hình ảnh của nhựa bị phân hủy sau thời gian quan sát 1 tháng.

Hình 3.8. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường

Rác thải ở điều kiện hiếu khí sau thời gian 30 ngày

Hình 3.9. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường

Rác thải ở điều kiện kị khí sau thời gian 30 ngày

Hình 3.10. Sự phân hủy sinh học của nhựa trong môi trường rác thải ở điều kiện kị khí có bỏ sung chế phẩm EM sau thời gian 30 ngày

Như vậy khi để trong không khí khô và trong đất ẩm, kết hợp với nhiệt độ cao của môi trường, không thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật nên nhựa không bị phân hủy hoặc bị phân hủy rất ít. Sau thời gian 1 tháng, trạng thái của nhựa gần như không thay đổi so với khi vừa được chế tạo.

Trong các điều kiện thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật như: nước thải, rác thải, quá trình phân hủy nhựa diễn ra khá nhanh, sau 1 tháng nhựa phân hủy và bị mốc khá nhiều, đặc biệt trong điều kiện kị khí có bổ sung chế phẩm EM thì gần như nhựa đã bị phân hủy hoàn toàn.

KẾT LUẬN

Sau một thời gian thực hiện đề tài khóa luận: "Nghiên cứu chế tạo nhựa dễ phân hủy sinh học đi từ tinh bột sắn dựa trên nền nhựa PVA" em đã thu được một số kết luận sau:

1. Đã tổng hợp được tình hình nghiên cứu, hiện trạng sản xuất và sử dụng polyme phân hủy sinh học ở Việt Nam và trên thế giới hiện nay.
2. Tìm hiểu được cách thức để chế tạo nhựa phân hủy sinh học.
3. Đã nghiên cứu và chế tạo nhựa phân hủy sinh học từ tinh bột sắn dựa trên nền nhựa PVA, dung môi glyxerin và chất trợ tương hợp nhựa thông.
4. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của lượng chất trợ tương hợp đến độ bền của nhựa cho thấy khối lượng chất trợ tương hợp = 2,5gam là giá trị tối ưu.
5. Đã nghiên cứu khả năng phân hủy nhựa ở các điều kiện môi trường khác nhau. Kết quả cho thấy trong môi trường không khí khô thì nhựa khá bền vững, không bị biến đổi, trong môi trường đất ẩm, nước thải, rác thải thì nhựa đều bị phân hủy sinh học với hiện tượng mốc. Trong đó, khi được ủ cùng với rác thải sinh hoạt trong điều kiện kị khí và có bổ sung chế phẩm EM là điều kiện rất tốt cho quá trình phân hủy của nhựa.

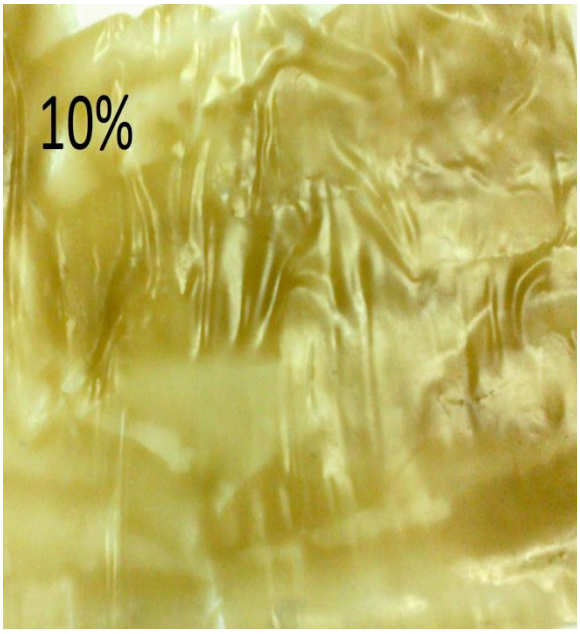
Do thời gian quan sát ngắn nên chúng tôi chưa theo dõi được trạng thái nhựa bị phân hủy hoàn toàn nhưng kết quả này bước đầu đã cho thấy sản phẩm nhựa tạo thành từ tinh bột sắn dựa trên nền nhựa PVA có khả năng phân hủy sinh học.

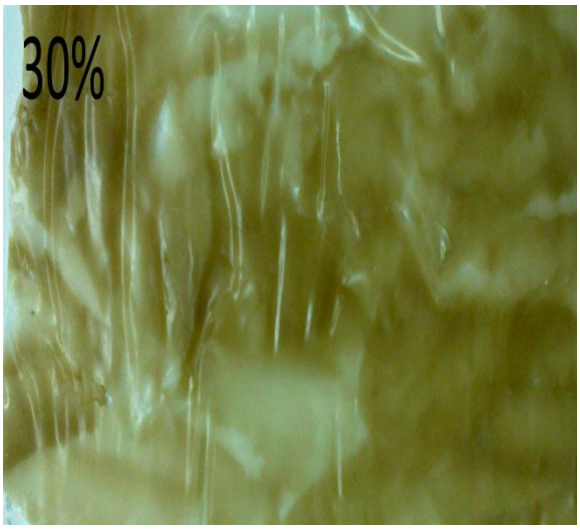
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS.TS Đỗ Đình Rãng (chủ biên) - Hoá Hữu Cơ 3 – Nhà xuất bản GD-năm 2009.
2. Phạm Ngọc Lân, Vật liệu polyme phân hủy sinh học – Nhà xuất bản bách khoa HN
3. Clemons CM. Wood-Plastic Composites in the United States. The interfacing of two industries. Forest Products Journal vol. 52, No. 6, June 2002.
4. Wolcott MP, Englund K. A technology Review of Wood-Plastic Composites.
5. ASM Handbook, composites, vol. 21. 2001.
6. http://www.congnghehoahoc.org
7. http:// www.tailieu.vn
8. http://www.ebook.edu.vn
9. http://www.wikipedia.org
10. http://vi.scribd.com
11. http:// www.yeumoitruong.com
12. http:// www.vietnamplasticnews.com

PHỤ LỤC

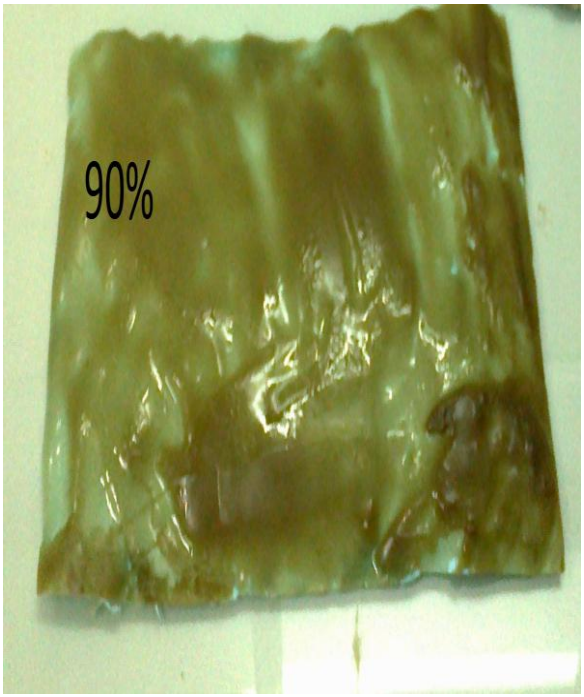
1. Một số hình ảnh của nhựa được chế tạo từ tinh bột sắn:





70%

80%


90%