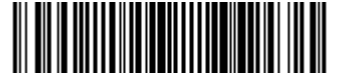




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0002603

(51)⁷ **C08K 5/00**

(13) **Y**

(21) 2-2018-00378

(22) 28/09/2018

(45) 25/04/2021 397

(43) 25/01/2019 370A

(73) Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Viện Hóa học - 18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Thanh Tùng (VN); Nguyễn Văn Khôi (VN); Phạm Thị Thu Hà (VN);
Nguyễn Trung Đức (VN); Nguyễn Thị Miên (VN); Phạm Thu Trang (VN); Nguyễn
Quang Huy (VN); Đỗ Công Hoan (VN); Dương Thu Hiền (VN); Nguyễn Liên
Phương (VN).

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT HẠT NHỰA TỰ HỦY TỪ HẠT NHỰA POLYOLEFIN PHẾ
THẢI VÀ BAO BÌ TỰ HỦY LÀM TỪ HẠT NHỰA TỰ HỦY

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy từ hạt nhựa
polyolefin phế thải, quy trình này bao gồm các bước:

- xác định tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím trong hạt nhựa
polyolefin phế thải, sau đó điều chỉnh để tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia
cực tím bằng 1% khối lượng của hạt nhựa polyolefin phế thải;

- chuẩn bị hạt nhựa polyetylen tỷ trọng thấp mạch thẳng dạng metaloxen (mLLDPE), và
hạt mỡ cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng nhựa LDPE và 10% khối lượng hỗn hợp
gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan
(II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1; và

- trộn đều các thành phần nguyên liệu gồm mLLDPE, hạt mỡ cái xúc tiến oxy hóa và
hạt nhựa polyolefin phế thải đã điều chỉnh tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống
tia cực tím, nạp vào máy đùn trục vít liên hợp máy cắt để tạo ra hạt nhựa tự hủy dùng để
chế tạo bao bì tự hủy.

Ngoài ra, giải pháp hữu ích còn đề cập đến bao bì tự hủy làm từ hạt nhựa tự hủy thu
được từ quy trình nêu trên.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, giải pháp hữu ích liên quan đến lĩnh vực bao bì polyme tự hủy, cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy và bao bì tự hủy làm từ hạt nhựa tự hủy thu được từ quy trình nêu trên.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Thông thường, polyolefin được xem là không có khả năng phân hủy sinh học bởi ba lý do. Thứ nhất là đặc tính kỵ nước của polyolefin khiến cho vật liệu này không bị thủy phân. Thứ hai là việc sử dụng các chất chống oxy hóa và chất ổn định trong quá trình sản xuất làm cho polyolefin không bị oxy hóa và phân hủy sinh học. Thứ ba là polyolefin có khối lượng phân tử (KLPT) cao, thông thường là từ 4000 đến 28000. Bởi vậy, để làm cho polyolefin này có khả năng phân hủy sinh học thì tất cả các yếu tố này cần phải được xem xét. Đã có nghiên cứu thấy rằng để có thể phân hủy sinh học thì KLPT của polyolefin phải nhỏ hơn 500. Như vậy, nguyên lý để làm cho polyolefin có khả năng phân hủy sinh học liên quan đến việc bổ sung các chất phụ gia đặc biệt vào polyolefin tổng hợp sao cho vật liệu biến tính có khả năng phân hủy quang và hóa. Nhờ vậy, mạch cacbon dài bị bẻ gãy thành các mảnh ngắn hơn và KLPT của chúng giảm xuống dưới 500. Sau đó, các vi sinh vật có thể đồng hóa các sản phẩm monome và oligome bị bẻ gãy của polyolefin thu được từ quá trình phân hủy quang và hóa nêu trên

Đã biết các bao bì tự hủy làm từ polyolefin, thường là polyetylen tỷ trọng thấp được cải biến bằng tinh bột dùng làm bao bì tự hủy, trong đó polyetylen bắt buộc là loại nguyên sinh. Độ bền cơ học của màng tự hủy làm từ hợp phần polyme này thường bị suy giảm so với hợp phần không bị biến tính bởi tinh bột, độ trong suốt cũng giảm, bao bì thường có màu tối và không trong suốt. Màng polyme tự hủy này có pha tinh bột liên tục làm cho vật liệu trở nên ưa nước, và

do đó, bị tăng tốc thủy phân bởi các enzyme amylaza. Vi sinh vật có thể dễ dàng tiếp cận, tấn công và loại bỏ phần đã bị thủy phân. Vì vậy, polyetylen ưa nước với nền liên tục bị phân hủy sinh học hydro (với sự có mặt của nước). Tuy nhiên, bên cạnh việc suy giảm độ bền cơ học và mỹ quan, màng polyme tự hủy làm từ polyolefin biến tính tinh bột cũng không đáp ứng được các tiêu chuẩn về bao bì tự hủy của Liên minh châu Âu và Hoa Kỳ, cũng như quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường (Việt Nam).

Cũng có các cải tiến thay thế chất biến tính tinh bột bằng các polyme tự nhiên khác, chẳng hạn như polylactic, nhưng cơ bản thì các loại màng tự hủy này đều cần sử dụng polyolefin nguyên sinh. Quá trình tự hủy thực chất chỉ là quá trình phân rã mảnh nhựa từ to thành nhỏ tại các chỗ chứa tinh bột hoặc polyme tự nhiên. Quá trình này không phải là quá trình phân hủy sinh học triệt để, trong đó màng nhựa được chuyển hóa thành các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy như rượu, axit hoặc CO_2 và nước.

Polyolefin phế thải là một nguồn nguyên liệu tái chế dồi dào, đã được thu hồi triệt để để làm nguyên liệu polyme hoặc nhiên liệu. Tuy nhiên, chúng không thể được sử dụng làm nguyên liệu để sản xuất màng tự hủy do chứa các chất chống oxy hóa và chống tia cực tím (UV, ultra-violet). Khi sử dụng các nhựa phế thải này sẽ vô hình chung tạo ra các màng bền vững, chống lại quá trình phân rã do nhiệt và quang, trong một thời gian dài. Ngoài ra, do bản chất là polyolefin phế thải nên độ bền cơ học của màng tự hủy thành phẩm cũng bị suy giảm, do sự giảm chất lượng của hạt nhựa phế thải so với hạt nhựa nguyên sinh.

Hơn nữa, các màng polyme tự hủy đã biết thường có thời gian phân hủy dài và không xác định được thời gian phân hủy, chúng vẫn cần được tách loại ra khỏi rác thải, trước khi rác thải được đem đi xử lý, chẳng hạn như ủ compost.

Như vậy, vẫn có nhu cầu cải tiến quy trình sản xuất màng tự hủy để có thể tạo ra màng tự hủy sinh học từ nguồn nhựa phế thải và kiểm soát được thời gian phân hủy.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục các thiếu sót nêu trên, cụ thể là đề xuất quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy từ hạt polyolefin phế thải, không chế được một cách tương đối thời gian tự hủy và khả năng tự hủy tốt mà vẫn đảm bảo đặc tính cơ lý đủ để làm bao bì.

Các tác giả giải pháp hữu ích đã phát hiện ra rằng, bằng cách sử dụng chất xúc tiến oxy hóa thích hợp, nhựa polyolefin phế thải hoàn toàn có khả năng được sử dụng làm nhựa nền của màng polyme tự hủy. Ngoài ra, vì hạt nhựa tự hủy thường có đặc tính cơ lý suy giảm so với hạt nhựa nguyên sinh, dẫn đến màng thành phẩm thường giòn, dễ bục rách khi sử dụng, vì vậy, các tác giả giải pháp hữu ích đã phối trộn với nhựa mLLDPE (polyetylen mạch thẳng tỷ trọng thấp dạng metaloxen) để làm tăng độ dai của màng. Hơn nữa, bằng cách điều chỉnh tổng lượng chất oxy hóa có sẵn trong hạt nhựa phế thải về một trị số cụ thể, dựa trên quan hệ tuyến tính của thời gian tự hủy với nồng độ chất xúc tiến oxy hóa, tác giả giải pháp hữu ích dễ dàng điều chỉnh được thời gian tự hủy một cách tương đối theo nồng độ chất xúc tiến oxy hóa. Nhờ vậy, giải pháp hữu ích được hoàn thành. Cụ thể là, giải pháp hữu ích đề xuất:

Quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy từ hạt nhựa polyolefin phế thải dùng để chế tạo bao bì tự hủy, quy trình này bao gồm các bước:

- xác định tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím trong hạt nhựa polyolefin phế thải, sau đó điều chỉnh để tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím bằng 1% khối lượng của hạt nhựa polyolefin phế thải;

- chuẩn bị hạt nhựa polyetylen tỷ trọng thấp mạch thẳng dạng metaloxen (mLLDPE), và hạt mè cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng nhựa LDPE và 10% khối lượng là hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan (II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1;

- trộn đều các thành phần nguyên liệu, nạp vào máy đùn trục vít liên hợp máy cắt để tạo ra hạt nhựa tự hủy dùng để chế tạo bao bì tự hủy, trong đó:

lượng mLLDPE nằm trong khoảng từ 0,5% đến 2% khối lượng hạt nhựa tự hủy;

lượng hạt mè cái xúc tiến oxy hóa nằm trong khoảng từ 1% đến 4% khối lượng hạt nhựa tự hủy; và

còn lại là hạt nhựa polyolefin phế thải đã điều chỉnh tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím để tổng lượng đạt 100% khối lượng hạt nhựa tự hủy.

Theo một phương án, giải pháp hữu ích còn đề xuất hạt nhựa tự hủy, thích hợp để sản xuất bao bì tự hủy, thu được từ quy trình nêu trên.

Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích cũng đề xuất bao bì tự hủy thu được bằng cách đùn thổi hạt nhựa tự hủy dùng để chế tạo bao bì tự hủy.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Dưới đây, giải pháp hữu ích sẽ được mô tả một cách chi tiết theo từng phương án thực hiện được ưu tiên và từng công đoạn của quy trình.

Quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy

Quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy, thích hợp để sản xuất bao bì tự hủy, quy trình này bao gồm các bước:

- xác định tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím trong hạt nhựa polyolefin phế thải, sau đó điều chỉnh để tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím bằng 1% khối lượng của hạt nhựa polyolefin phế thải;

- chuẩn bị hạt nhựa polyetylen tỷ trọng thấp mạch thẳng dạng metaloxen (mLLDPE), và hạt mè cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng nhựa LDPE và 10% khối lượng là hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan (II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1;

- trộn đều các thành phần nguyên liệu, nạp vào máy đùn trục vít liên hợp máy cắt để tạo ra hạt nhựa tự hủy dùng để chế tạo bao bì tự hủy, trong đó:

lượng của mLLDPE nằm trong khoảng từ 0,5% đến 2% khối lượng của hạt nhựa tự hủy;

lượng của hạt mỡ cái xúc tiến oxy hóa nằm trong khoảng từ 1% đến 4% khối lượng hạt nhựa tự hủy; và

còn lại là hạt nhựa polyolefin phế thải đã điều chỉnh tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím để tổng lượng đạt 100% khối lượng hạt nhựa tự hủy.

Các hạt nhựa phế thải là các hạt nhựa đã được phân loại từ khâu tái chế chúng bao gồm nhựa LDPE, HDPE, PP, chủ yếu là các nhựa LDPE. Hạt nhựa này có sẵn các chất chống oxy hóa và chống tia cực tím (dưới đây, gọi tắt là chất chống oxy hóa), với lượng thường là nhỏ hơn 1% khối lượng. Các chất này giúp nhựa polyolefin nêu trên bền vững trong môi trường, điều này chính là trở ngại lớn để chúng có thể được sử dụng làm nguyên liệu sản xuất bao bì tự hủy. Hơn thế nữa, do lượng các chất chống oxy hóa thay đổi theo từng mẻ sản xuất hạt nhựa phế thải (thay đổi theo từng lô nguyên liệu) nên hạt nhựa tự hủy hoặc bao bì tự hủy thu được cũng bị thay đổi thời gian tự hủy, dẫn đến khó khăn trong khâu xử lý và phân loại rác thải. Chính vì thế, để thuận lợi cho quá trình kiểm soát tốc độ tự hủy, kiểm soát quy trình sản xuất, tổng lượng chất chống oxy hóa có sẵn trong nhựa phế thải được xác định theo từng mẻ, sau đó điều chỉnh bằng cách bổ sung thêm chất chống oxy hóa thương phẩm hoặc thêm nhựa có hàm lượng chất chống oxy hóa thấp, miễn sao cho tổng lượng chất chống oxy hóa là 1% khối lượng hạt nhựa. Dựa trên tính toán, lượng cụ thể của chất chống oxy hóa hoặc nhựa phế thải hàm lượng chất chống oxy hóa thấp được xác định, và được trộn đều cùng với hạt nhựa phế thải để chuẩn bị cho bước sản xuất tiếp theo.

Để tăng độ dai của màng thu được theo giải pháp hữu ích, cũng như để tăng sự tương hợp giữa các thành phần tạo ra màng, nhựa polyolefin tỷ trọng thấp, mạch thẳng dạng metaloxen (mLLDPE) được bổ sung vào hợp phần nguyên liệu với một lượng nhỏ, từ 0,5% đến 2% khối lượng hạt nhựa tự hủy. Lượng nhỏ hơn 0,5% khối lượng không được ưu tiên do không đạt được mục

đích đề ra, lượng lớn hơn 2% khối lượng sẽ có xu hướng làm màng quá mềm và bị suy giảm độ bền.

Khác với các màng tự hủy chứa polyme tự nhiên đã biết, giải pháp hữu ích đề cập đến việc dùng hỗn hợp các chất xúc tiến oxy hóa để thúc đẩy quá trình oxo quang nhiệt, thậm chí là không cần sự có mặt của nước, nhờ thế, bề gãy mạch polyolefin xuống các đoạn phân tử nhỏ, trọng lượng phân tử khoảng 500. Các mạch phân tử ngắn này tiếp tục bị oxy hóa bởi các vi sinh vật thành các hợp chất hữu cơ mạch thấp hơn, cuối cùng, chuyển hóa hoàn toàn thành CO₂ và nước. Mỗi một chất xúc tiến oxy hóa sẽ có hiệu quả khác nhau, việc sử dụng hỗn hợp các chất xúc tiến oxy hóa cần có sự khảo sát cụ thể về tỷ lệ giữa các chất, lượng sử dụng của từng thành phần. Chính vì vậy, giải pháp hữu ích chỉ tập trung vào việc sử dụng chất xúc tiến oxy hóa là hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng là 18:4:1. Vì lượng dùng của các chất xúc tiến này thường rất nhỏ nên chúng được chế tạo sẵn dưới dạng mẻ cái (masterbatch) để giúp sự phối trộn đồng đều. Tốt nhất, hạt mẻ cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng nhựa LDPE và 10% khối lượng là hỗn hợp chất xúc tiến oxy hóa nêu trên. Lượng của hạt mẻ cái xúc tiến oxy hóa nằm trong khoảng từ 1% đến 4% khối lượng hạt nhựa tự hủy. Lượng nhỏ hơn 1% khối lượng không được ưu tiên do thời gian tự hủy dài, có thể đến trên 48 tháng và thậm chí là không có khả năng tự hủy. Lượng lớn hơn 4% khối lượng cũng không được ưu tiên do ảnh hưởng đến môi trường (chất còn lại sau phân hủy), tốn kém, thời gian tự hủy quá ngắn và độ bền cơ lý màng có xu hướng giảm. Theo một phương án khác, lượng của hạt mẻ cái xúc tiến oxy hóa nằm trong khoảng từ 1% đến 3% khối lượng, tốt hơn nữa là bằng 2% khối lượng.

Theo khảo sát của tác giả giải pháp hữu ích, lượng của mẻ cái xúc tiến oxy hóa (m, % khối lượng) tỷ lệ nghịch tuyến tính với thời gian tự hủy (t, tháng), trong cùng điều kiện khảo sát. Theo đó, trong khoảng thời gian tự hủy nằm trong khoảng từ 6 đến 36 tháng, thì m và t tuân theo quy tắc: $m = 4 - (0,085 \times t)$.

Theo công thức nêu trên, dễ dàng không chế được thời gian tự hủy theo lượng dùng của mẻ cái xúc tiến oxy hóa.

Tất cả các loại hạt nhựa phế thải đều có thể được sử dụng trong giải pháp hữu ích này. Chúng thường được cung cấp bởi các công ty tái chế, đã được phân loại theo từng loại, chẳng hạn như LDPE, HDPE, PP, v.v., tuy nhiên, loại dễ gặp nhất và sẵn có là LDPE. Vì vậy, tốt nhất là sử dụng hạt nhựa LDPE phế thải. Các hạt nhựa này được phân loại theo từng mẻ tái chế, có bản chất giống nhau. Sau đó, sẽ được sấy khô và đem phân tích trước khi sử dụng trong giải pháp hữu ích này.

Tất cả các nguyên liệu được chuẩn bị nêu trên được trộn đều với nhau. Sau đó, hỗn hợp thu được được nạp vào buồng nạp liệu của máy đùn trực vít liên hợp máy cắt để tạo ra hạt nhựa tự hủy dùng để chế tạo bao bì tự hủy. Việc vận hành máy đùn và các điều kiện gia công đã được biết rõ trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Các chất phụ trợ khác, chẳng hạn như chất màu, chất trợ gia công, chất độn gia cường là đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể được tùy ý sử dụng, theo lượng khuyến cáo của nhà sản xuất.

Hạt nhựa tự hủy thu được theo giải pháp hữu ích được sấy khô, sau đó được đóng bao lưu kho để chuẩn bị cho việc thổi màng và thành hình bao bì tự hủy.

Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích còn đề cập đến bao bì tự hủy làm từ hạt nhựa tự hủy thu được từ quy trình nêu trên, trong đó bao bì này được tạo ra bằng cách đùn thổi hạt nhựa tự hủy chứa:

- mLLDPE nằm trong khoảng từ 0,5% đến 2% khối lượng hạt nhựa tự hủy;

- hạt mẻ cái xúc tiến oxy hóa với lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 4% khối lượng hạt nhựa tự hủy, trong đó hạt mẻ cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng là nhựa LDPE và 10% khối lượng là hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan (II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1; và

- hạt nhựa polyolefin phế thải có tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím là 1% khối lượng, với lượng vừa đủ 100% khối lượng.

Hạt nhựa tự hủy được đùn thổi và gia công tạo hình trên các thiết bị đùn thổi, gia công đã biết và bằng các kỹ thuật đã biết, nhờ thế tạo ra được bao bì tự hủy theo giải pháp hữu ích. Bao bì này có thời gian tự hủy được thay đổi bằng hàm lượng của mề cái xúc tiến oxy hóa, như đã được nêu trên. Mong muốn là thời gian tự hủy nằm trong khoảng từ 6 tháng đến 36 tháng, tùy vào mục đích sử dụng.

Với thời gian tự hủy ngắn, chẳng hạn như 6 tháng, có thể sử dụng chất màu đặc trưng, chẳng hạn như màu xanh, để phối trộn trong bước tạo hạt nhựa tự hủy. Nhờ thế, trong quá trình xử lý rác tiếp theo, túi có màu đặc trưng này có thể trực tiếp đem đi ủ compost hoặc chôn lấp mà không cần tách loại, nhờ thế, giảm thiểu nhân công.

Phương pháp xác định thời gian tự hủy

Các màng tự hủy được tạo ra từ hạt nhựa tự hủy nêu trên được đem khảo sát thời gian tự hủy bằng một trong các phương pháp được nêu dưới đây.

Phân hủy oxy hóa nhiệt

Mẫu túi được thực hiện quá trình phân hủy oxy hóa nhiệt để đánh giá mức độ phân hủy trong môi trường. Quá trình phân hủy oxy hóa nhiệt được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D5510 (tiêu chuẩn thực hành lão hóa nhiệt đối với chất dẻo có khả năng phân hủy do oxy hóa) và ASTM D3826 (tiêu chuẩn thực hành xác định điểm giòn trong các hợp chất polyetylen và polypropylen phân hủy sử dụng phép thử kéo). Mẫu túi được ủ trong tủ sấy tuần hoàn không khí ở 80°C. Định kỳ mẫu được lấy ra để xác định khả năng phân hủy giảm cấp của các mẫu màng thông qua việc phân tích tính chất cơ lý (độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt), chỉ số cacbonyl (CI, carbonyl index), phổ hồng ngoại (IR, infra-red), chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét (SEM, scanning electron microscopes), phân tích nhiệt khối lượng (TGA, thermal gravity analysis) và nhiệt vi sai quét (DSC, differential scanning calorimetry).

Theo tiêu chuẩn ASTM D5510 thì 1 ngày lão hóa nhiệt ở 80°C tương đương với 4 ngày ở 64°C và tương đương với 4 tháng ở 24°C.

Phân hủy oxy hóa quang nhiệt ẩm

Mẫu túi được thực hiện quá trình phân hủy oxy hóa quang nhiệt ẩm để đánh giá mức độ phân hủy trong môi trường. Mẫu túi hình chữ nhật, kích thước 7x14 (cmxcm), được thử nghiệm gia tốc thời tiết bằng cách chiếu bức xạ UV bước sóng 340nm (8 giờ chiếu, 4 giờ ngưng), nhiệt độ 50°C, độ ẩm 55% trên thiết bị UVCON (Ultra Violet/ Condensation Screening Device) Model UC-327-2 theo tiêu chuẩn ASTM G154-12a. Định kỳ mẫu được lấy ra để xác định khả năng phân hủy giảm cấp thông qua việc phân tích tính chất cơ lý (độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt), chỉ số cacbonyl (CI), phổ IR, chụp ảnh SEM, phân tích nhiệt khối lượng TGA và nhiệt vi sai quét DSC.

Theo tiêu chuẩn ASTM G154-12a thì 1 ngày oxy hóa quang nhiệt ẩm tương đương với 2 tuần ở khí hậu Miami, Florida.

Theo tiêu chuẩn ASTM G154-12a, ASTM D5510, ASTM D3826 màng được coi là tự hủy khi giá trị độ giãn dài khi đứt nhỏ hơn 5%.

Quá trình phân hủy trong đất

Các mẫu sau khi lão hóa tự nhiên (đã bị phân hủy giảm cấp) được rửa sạch bằng nước cất, sau đó làm khô trong tủ sấy chân không ở nhiệt độ 60°C và cân khối lượng.

Mẫu được chôn trên đất vườn tại thôn Đồng Nội, xã Đại Thịnh, huyện Mê Linh, Hà Nội. Một số tính chất của đất:

- + độ pH: 5,8 – 6,5
- + Hàm lượng N: 0,65%
- + Hàm lượng P₂O₅: 0,45%
- + Hàm lượng K₂O: 0,82%
- + Hàm lượng mùn: 10%
- + Trung lượng: S + CaO + MgO: 487 mg/100g
- + Vi lượng: Zn + Fe + Cu + Mn + B + Mo: 0,192 mg/100g
- + Độ ẩm tương đối: 60%

+ Tổng số vi sinh vật hiếu khí: $5,0 \times 10^5$ CFU/g

+ Tổng số nấm mốc: $1,0 \times 10^6$ CFU/g

Đào 15 rãnh sâu 30cm, rộng 20cm và dài 3m. Các mẫu được đặt giữa các túi lưới kích thước 15cm x 15cm có chứa sẵn 0,5kg đất vườn. Đặt các túi mẫu xuống rãnh (mỗi túi mẫu cách nhau khoảng 10cm) và lấp đất. Sau những khoảng thời gian 1 tháng, đào các mẫu trong một rãnh đất lên, rửa sạch bằng nước cất sau đó rửa bằng axeton, làm khô trong chân không ở nhiệt độ 60°C, xác định sự thay đổi khối lượng và hình thái học bề mặt.

Quá trình phân hủy trong bùn hoạt tính

Các mẫu sau khi lão hóa tự nhiên (đã bị phân hủy giảm cấp) được rửa sạch bằng nước cất, sau đó làm khô trong tủ sấy chân không ở nhiệt độ 60°C và cân khối lượng.

Bùn được gạn bớt một phần nước, bảo quản trong các xô có nắp ở nhiệt độ phòng. Thời gian từ lúc lấy bùn đến khi sử dụng không quá 3 ngày (để lượng vi khuẩn trong bùn không bị thay đổi nhiều).

Ngâm mẫu: thí nghiệm được thực hiện ở điều kiện tĩnh trong các lọ có dung tích 1 lít. Các mẫu được đặt giữa các lọ có chứa sẵn 0,5 lít bùn hoạt tính, đậy kín nắp và cho vào trong bóng tối tránh ánh sáng trực tiếp. Thử nghiệm mẫu ở nhiệt độ phòng. Sau các khoảng thời gian khác nhau, mẫu được lấy ra, rửa sạch bằng nước cất, sau đó rửa bằng axeton rồi sấy chân không qua đêm ở 50°C. Cân mẫu sau khi sấy chân không để xác định sự giảm khối lượng của mẫu, và xác định hình thái học bề mặt.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Sản xuất 100kg hạt nhựa tự hủy từ nhựa LDPE phế thải

96,51kg hạt nhựa LDPE phế thải được thu mua từ công ty tái chế. Sau khi phân tích, tổng lượng chất chống oxy hóa và chất chống tia UV có trong hạt nhựa này là 0,5% khối lượng. Chuẩn bị 0,49kg chất chống oxy hóa thương phẩm để tổng lượng chất chống oxy hóa và chống tia UV là 1% khối lượng hạt nhựa

LDPE phế thải. Kết quả, thu được khoảng 97,49kg hỗn hợp gồm nhựa phế thải và chất chống oxy hóa, tương ứng với hạt nhựa chứa 1% chất chống oxy hóa.

97,49kg hỗn hợp nhựa phế thải và chất chống oxy hóa nêu trên được phối trộn với 2,51kg hạt nhựa mờ cái xúc tiến oxy hóa chứa 10% khối lượng là hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan (II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1. Ngào trộn đều các nguyên liệu nêu trên, nạp vào máy tạo hạt đùn trực vít, liên hợp máy cắt, kết quả thu được 100kg hạt nhựa phế thải (hỗn hợp nguyên liệu trong ống đùn được đẩy ra hoàn toàn).

Hạt nhựa phế thải tự hủy thu được nêu trên được đem đi đùn thổi trong máy đùn thổi tạo màng, sau đó hàn để tạo ra túi tự hủy. Túi tự hủy này được đem đi khảo sát khả năng tự hủy theo phương pháp được mô tả nêu trên để xác định thời gian tự hủy. Kết quả, túi tự hủy thu được bằng quy trình theo giải pháp hữu ích có thời gian tự hủy hoàn toàn là 12 tháng theo phương pháp xác định thời gian phân hủy trong đất.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy từ hạt nhựa polyolefin phế thải, trong đó hạt nhựa này thích hợp để đùn thổi tạo ra bao bì tự hủy có thời gian tự hủy được kiểm soát một cách tương đối và khả năng tự hủy triệt để. Ngoài ra, còn tận dụng được một cách hiệu quả hạt nhựa phế thải.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất hạt nhựa tự hủy từ hạt nhựa polyolefin phế thải dùng để chế tạo bao bì tự hủy, quy trình này bao gồm các bước:

- xác định tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím trong hạt nhựa polyolefin phế thải, sau đó điều chỉnh để tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím bằng 1% khối lượng của hạt nhựa polyolefin phế thải;

- chuẩn bị hạt nhựa polyetylen tỷ trọng thấp mạch thẳng dạng metaloxen (mLLDPE), và hạt mè cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng nhựa LDPE và 10% khối lượng hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan (II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1; và

- trộn đều các thành phần nguyên liệu, nạp vào máy đùn trục vít liên hợp máy cắt để tạo ra hạt nhựa tự hủy dùng để chế tạo bao bì tự hủy, trong đó:

lượng của mLLDPE nằm trong khoảng từ 0,5% đến 2% khối lượng hạt nhựa tự hủy;

lượng của hạt mè cái xúc tiến oxy hóa nằm trong khoảng từ 1% đến 4% khối lượng hạt nhựa tự hủy; và

lượng còn lại là hạt nhựa polyolefin phế thải đã điều chỉnh tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím để tổng lượng đạt 100% khối lượng hạt nhựa tự hủy.

2. Bao bì tự hủy làm từ hạt nhựa tự hủy thu được từ quy trình theo điểm 1, trong đó bao bì này được tạo ra từ hạt nhựa tự hủy chứa:

- mLLDPE nằm trong khoảng từ 0,5% đến 2% khối lượng hạt nhựa tự hủy;

- hạt mè cái xúc tiến oxy hóa với lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 4% khối lượng hạt nhựa tự hủy, trong đó hạt mè cái xúc tiến oxy hóa chứa 90% khối lượng là nhựa LDPE và 10% khối lượng là hỗn hợp gồm mangan (II) stearat, sắt (III) stearat và coban (II) stearat với tỷ lệ khối lượng mangan (II) stearat : sắt (III) stearat : coban (II) stearat là 18:4:1; và

- hạt nhựa polyolefin phế thải có tổng hàm lượng chất chống oxy hóa và chống tia cực tím là 1% khối lượng, với lượng vừa đủ 100% khối lượng hạt nhựa tự hủy.