การใช้ Copper stearate เป็น photoinitiator เพื่อผลิตพลาสติกที่สลายตัวด้วยแสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข
ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

พลาสติกก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำลังเป็นที่วิพากวิจารณ์กันในปัจจุบัน แต่เนื่องจากสมบัติเด่นต่างๆ และราคา ทำให้มีการใช้พลาสติกอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ การวิจัยนี้ได้ใช้เกลือ copper stearate เป็น photoinitiator สำหรับการสลายตัวด้วยแสงของฟิล์มพลาสติกชนิด linear low density polyetylene (LLDPE)

การทดลองใช้ copper stearate ซึ่งเตรียมได้จาก copper sulphate และสบู่ ผสมกับเม็ดพลาสติกชนิด LLDPE ในอัตราส่วนต่างๆ กัน โดยใช้น้ำมันโอเลฟินเป็นตัวช่วยการกระจายตัวของ copper stearate แล้วขึ้นรูปเป็นฟิล์มโดยใช้เครื่อง extruder

ฟิล์มที่ได้นำมาหา carbonyl index โดยใช้เครื่อง FT-IR หลังจากการฉายแสงด้วยเครื่อง QUV เป็นเวลา 7, 50 และ 100 ชั่วโมง ผลการทดลองเทียบกับฟิล์มมาตรฐานพบว่า ฟิล์มที่ใส่ copper stearate 0.005-0.04% และฉายแสง UV เป็นเวลา 50 และ 100 ชั่วโมง ให้ค่า carbonyl index เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่า copper stearate สามารถใช้เป็น photoinitiator ในฟิล์มพลาสติก LLDPE ที่สามารถย่อยสลายด้วยแสงสว่าง

คำนำ

ปัจจุบันมีถุงพลาสติก polyethylene ที่สลายตัวด้วยแสง (photodegradable) ออกจำหน่ายในประเทศออสเตรเลีย ถุงเหล่านี้ใช้ ferric stearate เป็น photoinitiator เพื่อเร่งปฏิกิริยา depolymerization ของพอลิเมอร์ ferric stearate ทำหน้าที่เป็น photoinitiator ได้โดยที่เหล็กซึ่งเป็นโลหะทรานซิชัน และอะตอมสามารถรับหรือคายอิเล็กตรอน (oxidation-reduction) เกิดการสลายตัวของพลาสติก copper stearate ก็เป็นเกลือของโลหะทรานซิชัน ซึ่งควรจะแสดงปฏิกิริยาเร่งการสลายตัวของพลาสติกได้เช่นเดียวกับ ferric stearate และ copper stearate สามารถเตรียมได้ง่ายๆ จาก copper sulphate และสบู่ (sodium stearate)

การทดลอง

เตรียม copper stearate จากปฏิกิริยาระหว่าง copper sulphate และสบู่ บดให้ละเอียดแล้วผสมกับเม็ดพลาสติก LLDPE (โดยใส่ olefin oil เพื่อช่วยการกระจายตัวของ copper stearate) ในอัตรา 0.005, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04%

copper stearate นำพลาสติกที่ผสมแล้วมาขึ้นรูปเป็นฟิล์มโดยใช้เครื่อง extruder และติดตามการสลายตัวของพลาสติกด้วยแสง โดยการนำฟิล์มไปฉายแสง ultraviolet ด้วยเครื่อง UV Fade Meter ในระยะเวลา 0, 50 และ 100 ชั่วโมง แล้วตรวจการสลายตัว โดยหาค่า carbonyl index ด้วยเครื่อง FT-IR carbonyl peak จะปรากฏที่ประมาณ 1715 cm^{-1} ค่า carbonyl index เป็นอัตราส่วนของ absorbance ของ 2 peaks คือ 1715 cm^{-1} และ 1463 cm^{-1} แผ่นฟิล์มของพลาสติกผสม copper stearate ที่ขึ้นรูปแล้วมีความหนาอยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.05 มิลลิเมตร แผ่นฟิล์มหลังจากถูกฉายแสง ultraviolet เป็นเวลา 0, 50 และ 100 ชั่วโมง จะนำมาหา carbonyl group โดยใช้ FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectrometer) กราฟของ % Transmittance VS Wavelength ของตัวอย่างต่างๆ ได้แสดงดังรูป 1-10

จากกราฟคำนวณค่า carbonyl index จาก

$$\text{Carbonyl index} = \frac{\text{Peak Height at 1715 cm}^{-1}}{\text{Peak Height at 1463 cm}^{-1}}$$

ตารางที่ 1 ค่า Carbonyl Index หลังจากการฉายแสง 50 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	Carbonyl Index
LLDPE Std.	0.058
LLDPE + 0.005% CuSt	0.149
LLDPE + 0.01% CuSt	0.198
LLDPE + 0.02% CuSt	0.207
LLDPE + 0.03% CuSt	0.254
LLDPE + 0.04% CuSt	0.345

ตารางที่ 2 ค่า Carbonyl Index หลังจากการฉายแสง 100 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	Carbonyl Index
LLDPE Std.	0.593
LLDPE + 0.005% CuSt	0.873
LLDPE + 0.01% CuSt	0.981
LLDPE + 0.02% CuSt	1.098
LLDPE + 0.03% CuSt	1.333
LLDPE + 0.04% CuSt	1.02

สรุป

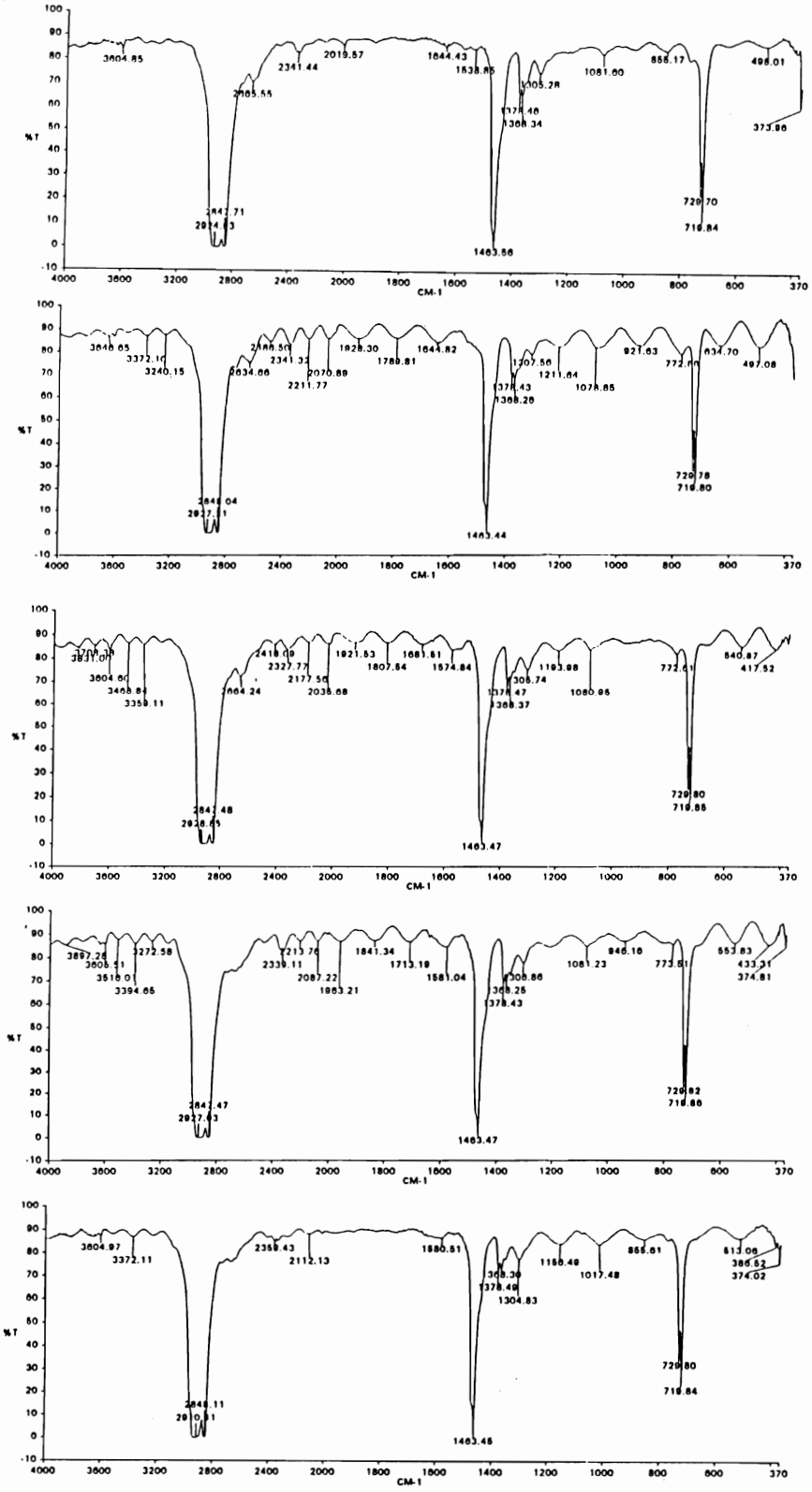
Carbonyl Index เป็นการวัดปริมาณการเกิด oxidation ของพอลิเมอร์ระหว่างการฉายแสงอัลตราไวโอเลต การเกิด carbonyl group จะเพิ่มขึ้นหลังจากเกิด photoinitiation จากผลการทดลองหลังจากฟิล์มพลาสติกถูกฉายแสงอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 50 และ 100 ชั่วโมง ปริมาณ carbonyl group เพิ่มมากขึ้น

Copper stearate ทำให้เกิด oxidative degradation ของฟิล์มพอลิเอทิลีน เกิดการสลายตัวของพลาสติก อันจะเป็นแนวทางการแก้ปัญหาขยะพลาสติกต่อไป

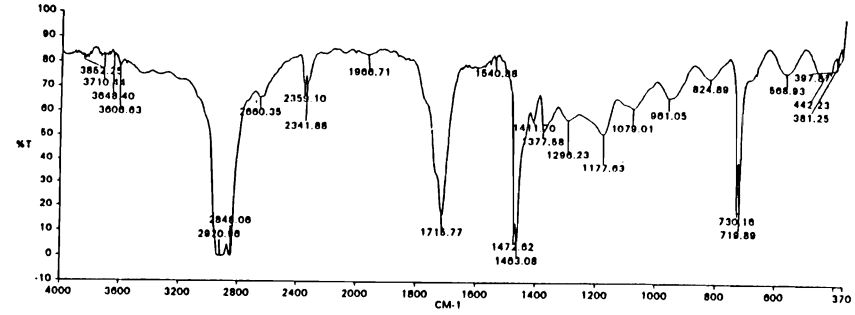
References

1. Ferguson G.M., Hood M. "Photodegradable High Density Polyethelene-Base Shopping Bags-Environmental Hazard or Blessing ?", Polymer International 28, 35 - 40 (1992).

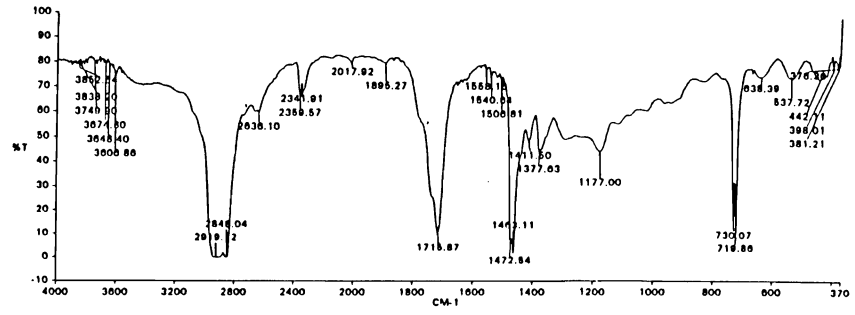
2. Ferguson G.M., Jefferson A. and Sihsobhon L. "Photodegradable Polymers on the Dark Side", Materials Forum 16, 147-153 (1992).



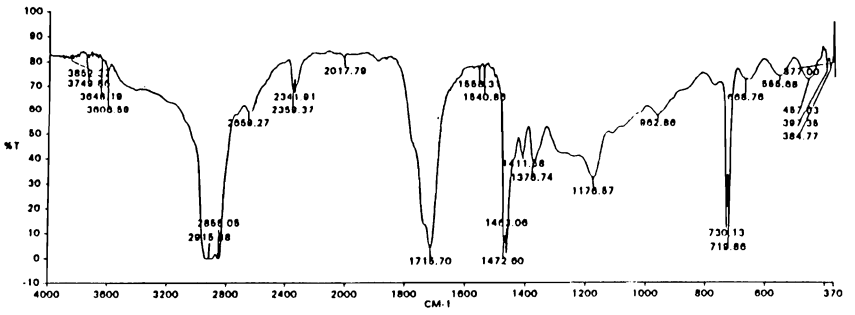
รูปที่ 1 - 5 FTIR spectra ของแผ่นฟิล์ม LLDPE + copper stearate ก่อนการฉายแสง UV



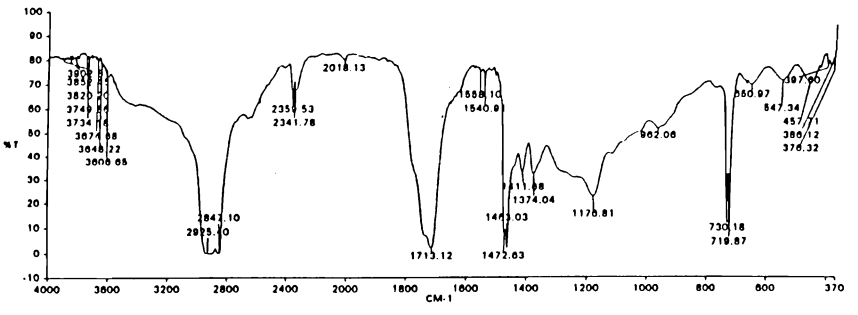
0. 005 % CuSt
10 hr



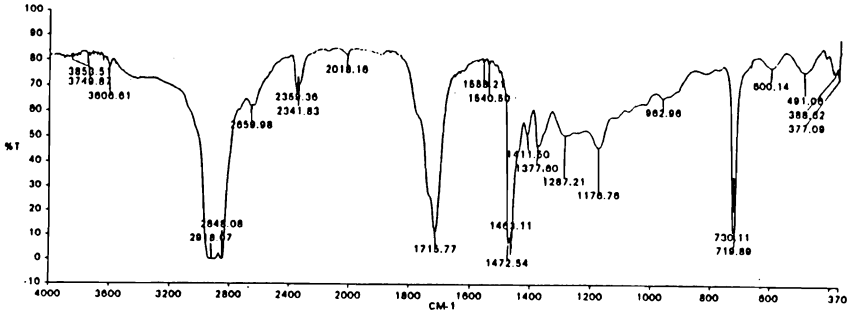
0. 01 % CuSt
10 hr



0. 02 % CuSt
10 hr



0. 03 % CuSt
10 hr



0. 04 % CuSt
10 hr

รูปที่ 6 - 10 FTIR spectra ของแผ่นฟิล์ม LLDPE + copper stearate
หลังการฉายแสง UV 10 ชั่วโมง