

การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ด้วยรังสี

เกศินี เหมวิเชียร และพริยาธร สุวรรณมาลา
กลุ่มวิจัยและพัฒนาชีวเคมี
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

รังสีช่วยปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ได้อย่างไร

เมื่อเรานำพอลิเมอร์ไปฉายรังสี พลังงานจากต้นกำเนิดรังสี เช่น รังสีแกมมา (gamma rays) หรือ ลำอิเล็กตรอน (electron beam) จะถูกถ่ายโอนไปสู่พอลิเมอร์ ซึ่งพลังงานนี้สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของพอลิเมอร์

ผลของการฉายรังสีต่อพอลิเมอร์

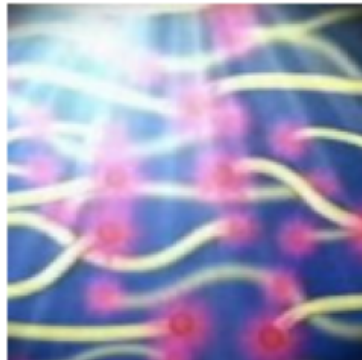
การฉายรังสีพอลิเมอร์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้มากมาย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเหล่านี้ สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้ที่มีประโยชน์อย่างมากในทางอุตสาหกรรม เช่น

- cross-linking:** การเชื่อมโยงข้าม หรือ คrossลิงก์ คือ การเกิดพันธะเคมี ที่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างสายโซ่ของพอลิเมอร์ กลายเป็นโครงร่างที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น โดยทั่วไปแล้ว cross-linking จะช่วยปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของพอลิเมอร์ให้ดีขึ้น เช่น ความแข็งแรง ความเหนียว ความทนทานต่อสารเคมี และสมบัติสำคัญอื่น ๆ



ก่อนฉายรังสี

โครงสร้างของพอลิเมอร์ มีลักษณะเป็นเส้นตรง ไม่มีพันธะเคมีระหว่างเส้น



ขณะฉายรังสี

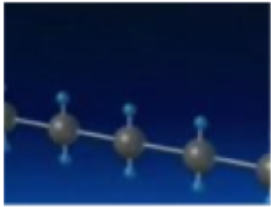
เมื่อนำไปฉายรังสี จะเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ขึ้นบนสายโซ่ของพอลิเมอร์



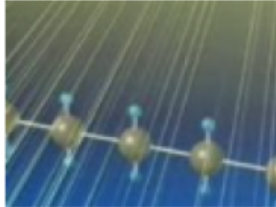
หลังฉายรังสี

อนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นพันธะเคมีเชื่อมต่อ ระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์

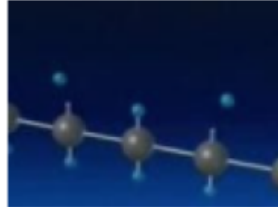
2. **grafting:** การต่อมอนอเมอร์ต่างชนิดเข้ากับพอลิเมอร์ที่สนใจ เมื่อนำไปฉายรังสี หมู่ทำหน้าที่ (functional group) บางส่วน อาจหลุดจากสายโซ่ของพอลิเมอร์ และกลายเป็นจุดตั้งต้นของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ของมอนอเมอร์ ก่อให้เกิดเป็นสายโซ่ของพอลิเมอร์เส้นใหม่ที่เกาะอยู่บนพอลิเมอร์เส้นเดิม ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของพอลิเมอร์



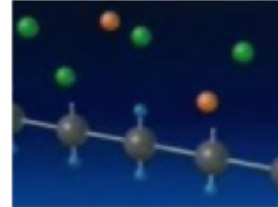
สายโซ่ของ พอลิเมอร์
เส้นตรง



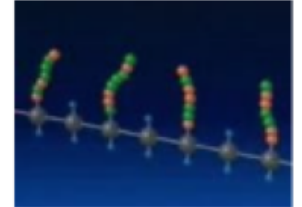
พอลิเมอร์ ถูกฉีกขาด



หมู่ทำหน้าที่บางส่วน
หลุดจากสายโซ่ ของ
พอลิเมอร์

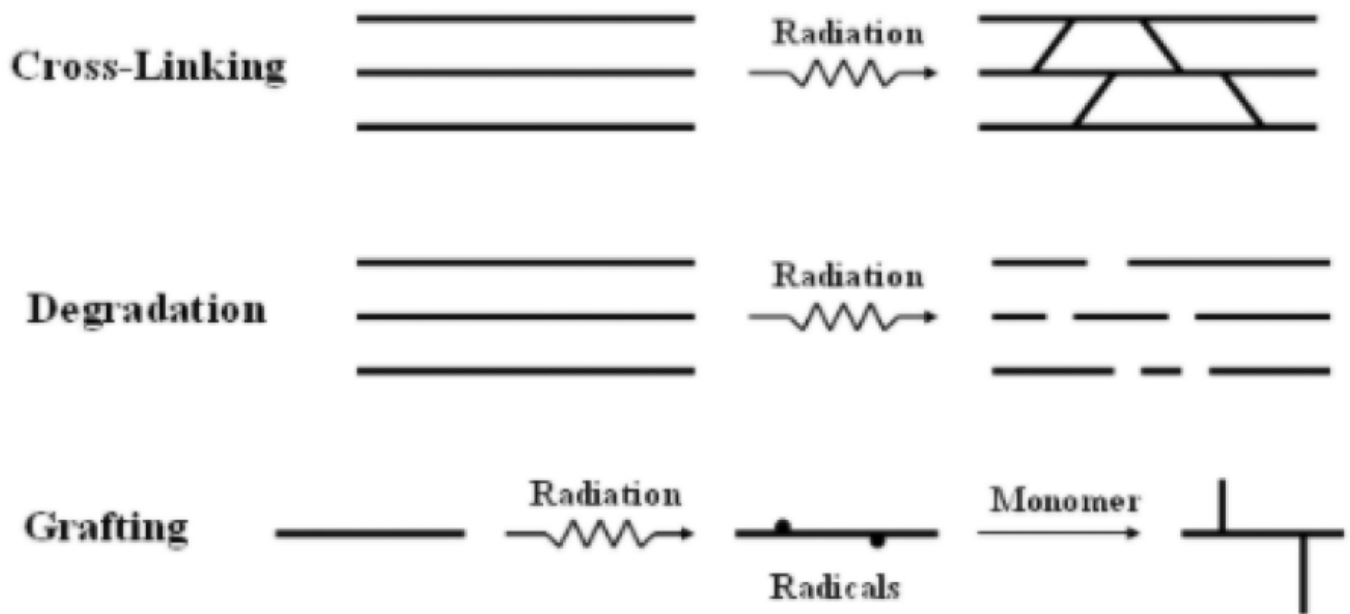


มอนอเมอร์เข้าทำ
ปฏิกิริยาแทนที่ หมู่ทำ
หน้าที่ที่หลุดไป



Polymerization เกิดขึ้น
เป็น สายโซ่เส้นใหม่ ที่
เกาะอยู่บนเส้นเดิม

3. **degradation:** การทำให้แตกสลายของพันธะเคมี ซึ่งทำให้สายโซ่พอลิเมอร์สั้นลง และมีน้ำหนักโมเลกุลลดลง ซึ่งส่งผลให้ขั้นตอนการขึ้นรูปพอลิเมอร์ทำได้ง่ายขึ้น และมีประโยชน์อย่างมากต่อพอลิเมอร์บางชนิด เช่น เทฟลอน (TEFLON: polytetrafluoroethylene, PTFE) ที่ไม่สามารถลดน้ำหนักโมเลกุลได้ด้วยวิธีอื่น



ข้อดีของการใช้รังสีในการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์

- มีประสิทธิภาพ
- ต้นทุนไม่สูงจนเกินไป
- เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากก่อให้เกิดปฏิกิริยาได้โดยไม่ต้องเติมสารเคมี หรือสารเร่งปฏิกิริยาใด ๆ
- กรรมวิธีไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทำได้ ณ อุณหภูมิห้อง ในบรรยากาศปกติ ทุกสถานะของตัวอย่าง

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมที่ได้รับการปรับปรุงสมบัติด้วยการฉายรังสี

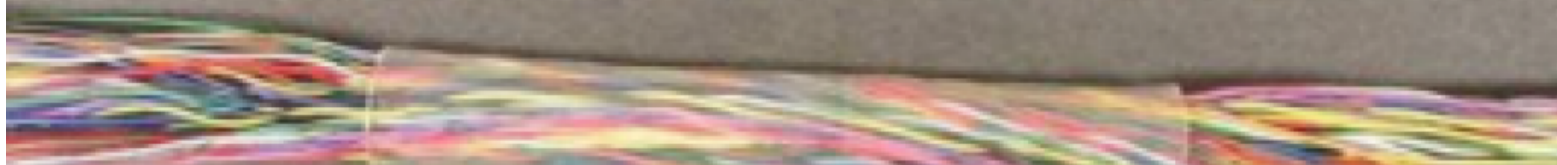
- พลาสติกขึ้นรูป
- ท่อ และสายยาง
- สายไฟ และสายเคเบิล
- ท่อยางรัดสายไฟที่สามารถหดตัวได้เมื่อได้รับความร้อน



ตัวอย่างก่อนการหดตัว



ตัวอย่างหดตัวเมื่อได้รับความร้อน



ถอดความจาก: http://www.sterigenics.com/advanced_applications/HowRadiation.aspx