การตรวจวิเคราะห์ภาชนะพลาสติกบรรจุเครื่องดื่มเพื่อนำกลับมาใช้ทำเส้นใยพอลิเอสเทอร์

Analysis of Drinking Plastic Containers for Recycle as Polyester Fibers

เผ่าเกียรติ เลิศพลากร ศรัญญา ธนโสภิต และ มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์*

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

Phaokiet Lertpalagron, Saranya Tanasopit, and Malinee Chaisupakitsin*

Department of Chemistry, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok 10520, Thailand

บทคัดย่อ

ภาชนะพลาสติกบรรจุเครื่องดื่มในประเทศไทย ส่วนใหญ่ทำจากพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตซึ่งสลายตัวยาก ก่อให้เกิดปัญหาขยะจากขวดพลาสติก การศึกษานี้นำขวดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตบรรจุเครื่องดื่มที่ใช้แล้ว มาศึกษาสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC, TGA และตรวจสอบโครงสร้างทางเคมีด้วยเครื่อง FTIR แล้วเปรียบเทียบผลกับสมบัติของเม็ดพลาสติกที่ใช้ทำเส้นใยพอลิเอสเทอร์ พบว่า ขวดพลาสติกบรรจุเครื่องดื่มที่ใช้แล้วมีอุณหภูมิการหลอมเหลวต่ำกว่าเม็ดพลาสติกที่ใช้ผลิตเส้นใยเล็กน้อย มีโครงสร้างหลักทางเคมีคล้ายกันหมดและเหมือนเม็ดพลาสติกที่ใช้ทำเส้นใยพอลิเอสเทอร์ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาผสมกับเม็ดพลาสติก PET เพื่อใช้ผลิตเส้นใย

คำสำคัญ : *Poly* (ethylene terephthalate), Recycling, *Polyester*

Abstract

Most of drinking plastic containers in Thailand was made from poly(ethylene terephthalate), resulting in problem due to plastic bottle waste. In this study, post-consumer poly(ethylene terephthalate) bottles was thermal characterized by DSC, TGA and structural analyzed by FTIR. Then, the properties of post-consumer bottles were compared with polyester chips. The results showed that melting temperatures of post-consumer PET bottles were slightly lower than polyester chips. However, their major chemical structures were similar to polyester chips. Therefore, they could be used for mixing with polyester chips for fiber production.

Keywords : *Poly* (ethylene terephthalate), Recycling, *Polyester*

*** Corresponding author.** E-mail: kcmaline@kmitl.ac.th

บทนำ

ในอดีตวัสดุส่วนใหญ่ที่นำมาใช้เป็นภาชนะทำจากไม้ โลหะ แก้ว และกระดาษ ในตอนต้นศตวรรษที่ 20 ได้ค้นพบวัสดุใหม่ขึ้นมานั่นคือพอลิเมอร์ และได้มีการพัฒนานำมาใช้แทนวัสดุที่เคยใช้ในอดีต เพราะพอลิเมอร์มีน้ำหนักเบา สามารถขึ้นรูปและปรับปรุงให้มีสมบัติตามต้องการได้ อีกทั้งยังสามารถผสมสีเข้าไปโดยไม่ยุ่งยาก จึงเป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย

พอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต (Poly(ethylene terephthalate), PET) จัดเป็นวัสดุพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่นำมาใช้อย่างมากในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ (Paszun และ Spychaj 1997; Scheirs, 1998) เพราะเป็นเทอร์โมพลาสติกที่มีสมบัติดีหลายประการ ได้แก่ มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียวและใส รวมทั้งมีความสามารถในการต้านทานการซึมผ่านของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และ ไอน้ำ (มาลินี, 2546) ด้วยสมบัติที่กล่าวมานี้ทำให้พอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตถูกนำมาใช้ผลิตเป็นขวดน้ำดื่ม เส้นใย ฟิล์ม และภาชนะบรรจุอาหาร จึงทำให้ปริมาณการใช้พอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตเป็นพลาสติกที่ย่อยสลายช้าเมื่อถูกทิ้งหลังการใช้งาน จึงก่อให้เกิดปัญหาเรื่องขยะจากพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต (Ehrig, 1992) การนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาขยะพลาสติก (Awaja, 2005) จึงมีการนำขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วมาเป็นวัสดุตั้งต้นในกระบวนการผลิตเส้นใย ซึ่งนอกจากจะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าแล้ว ยังช่วยเพิ่มมูลค่าในทางเศรษฐกิจให้กับขยะ

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์สมบัติของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วเพื่อที่จะนำกลับมาใช้ร่วมกับเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตใหม่ในกระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ (Polyester fibers) ซึ่งเป็นการลดต้นทุนประหยัดพลังงาน รวมทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าของขยะ เป็นการสร้างงานและให้คนในชุมชนรู้ถึงคุณค่าของขยะพลาสติกอีกด้วย

วัสดุและอุปกรณ์

1. เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์
2. ขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตบรรจุน้ำดื่ม/ น้ำอัดลมที่ใช้แล้วที่มีเครื่องหมายการค้าต่างๆ
3. ตู้อบ
4. กรรไกสำหรับตัดพลาสติก
5. เครื่องบดละเอียดใช้บดพลาสติกให้มีขนาดเล็กสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์
6. เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง
7. ปากคีบ
8. เครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงแคลอรีมิเตอร์ รุ่น Diamond DSC No. 536 N2031502 ของบริษัท Perkin
9. เครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์รุ่น FT-IR Spectrum GX No. 60237 ของบริษัท Perkin
10. เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริก รุ่น Piris 1 TGA No. 537N2051001 ของบริษัท Perkin

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว

เก็บขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วที่มีเครื่องหมายการค้าต่างๆ มาแกะฝา และฉลากออก ล้างทำความสะอาด ตัดคอขวดและก้นขวดออก นำส่วนตรงกลางของขวดไปใช้ในการวิเคราะห์ ต่อไป

2. การทดสอบหาสมบัติทางความร้อนของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตและของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว

นำขวดพลาสติกตัวอย่างมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆน้ำหนักประมาณ 10 มิลลิกรัม บรรจุลงในภาชนะที่ทำด้วยอลูมิเนียม (aluminium pan) ปิดฝาภาชนะด้วยเครื่องอัด นำไปวางไว้ในเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงแคลอรีมิเตอร์ (DSC) อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบอยู่ระหว่าง 50-300 องศาเซลเซียส และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที เทอร์โมแกรมที่ได้จากเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงแคลอรีมิเตอร์แสดงถึงอุณหภูมิของการหลอมเหลว (T_m) และพลังงานในการหลอมผลึก ($\triangle H_m$)

ในการหาอุณหภูมิการสลายตัวของขวดพลาสติก นำขวดตัวอย่างมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆน้ำหนักประมาณ 10 มิลลิกรัม แล้วใส่ลงในภาชนะ (pan) สำหรับตรวจวัดในเครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกชั่งน้ำหนักของสารตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอน อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบอยู่ระหว่าง 50-700 องศาเซลเซียสและอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที เทอร์โมแกรมที่ได้จากเครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกแสดงถึงอุณหภูมิที่เริ่มสลายตัว (T_{onset}) และปริมาณสารที่คงเหลือ ทำซ้ำ 3 ตัวอย่างแล้วหาค่าเฉลี่ย

3. การทดสอบหาโครงสร้างทางเคมีของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตและของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว ด้วย FTIR

นำเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใยมาอบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดด้วยเครื่องบดละเอียด นำผงที่ได้มาบดรวมกับโพแทสเซียมโบรไมด์ แล้วอัดให้เป็นแผ่น นำมาติดไว้บนหน้าต่างเซลล์ในเครื่อง FTIR วัดหาค่าหมู่ฟังก์ชันของพลาสติกตัวอย่างโดยใช้เครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ที่เลขคลื่นช่วง 4000-400 ซม.$^{-1}$ จำนวนสแกน เท่ากับ 4 ครั้ง จากนั้นนำขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วมาตัดให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 0.9 x 0.9 ซม.^{2} นำมาติดไว้บนหน้าต่างเซลล์ในเครื่อง FTIR ทำการวัดเช่นเดียวกับการวัดเม็ดพลาสติก

ผลการทดลองและวิเคราะห์

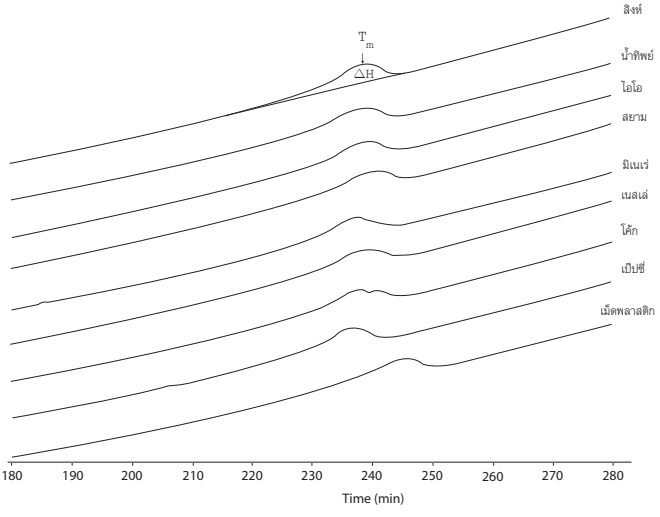
1. สมบัติทางความร้อน

1.1 ผลการทดสอบโดยใช้เครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงแคลอรีมิเตอร์

ในการหาสมบัติทางความร้อน เช่น อุณหภูมิของการหลอมเหลว (T_m) และพลังงานในการหลอมผลึก ($\triangle H_m$) ด้วยเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงแคลอรีมิเตอร์พบว่า ขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วที่มีเครื่องหมายการค้าต่างๆ มีอุณหภูมิของการหลอมเหลวและค่าพลังงานในการหลอมผลึกใกล้เคียงกัน คือ T_m อยู่ในช่วง 237 - 240 ° C และ $\triangle H_m$ อยู่ในช่วง 28 - 33 จูล/กรัม ดังแสดงในตารางที่ 1 แต่เมื่อพิจารณาเทียบกับเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตสำหรับผลิตเส้นใย ดังแสดงในรูปที่ 1 แล้วพบว่าเม็ดพลาสติก PET ที่ใช้ผลิตเส้นใยมีอุณหภูมิของการหลอมเหลวอยู่ที่ 245 องศาเซล เซียสและค่าพลังงานในการหลอมผลึกอยู่ที่ 33.72 จูลต่อกรัม แสดงว่าผลึกจากขวด PET มีปริมาณน้อยกว่า อย่างไรก็ตามลักษณะของพีคยังเหมือนเดิม เพียงแต่ตำแหน่งของพีคและปริมาณความเป็นผลึกเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิของการหลอมเหลว และค่าพลังงานในการหลอมผลึกของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใยและของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว

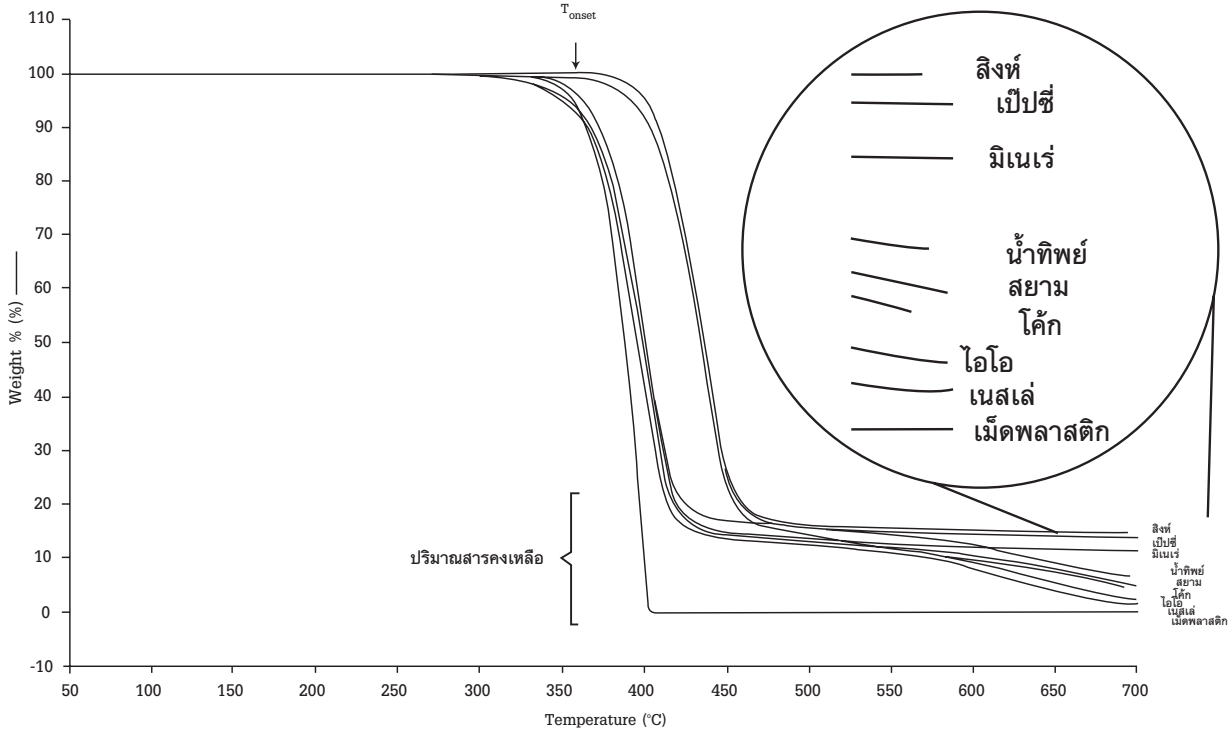
สารตัวอย่าง	อุณหภูมิของการหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	พลังงานในการหลอมผนึก (จูลต่อกรัม)
เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต	245.01	33.72
เป๊ปซี่	236.04	27.71
โค้ก	237.55	29.01
เนสเล่	238.55	29.21
มิเนเร่	237.17	30.07
สยาม	240.13	30.78
ไอโอ	238.56	31.13
น้ำทิพย์	238.55	31.20
สิงห์	238.35	33.02



รูปที่ 1 เทอร์โมแกรมของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต และของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วที่มีเครื่องหมายการค้าต่างๆ

1.2 ผลการทดสอบโดยใช้เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริก

ในการหาสมบัติทางความร้อน เช่น อุณหภูมิเริ่มสลายตัว (T_{onset}) และปริมาณสารคงเหลือด้วยเครื่องเทอร์โมกราวิเมตริก พบว่าในกรณีของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใยจะสลายตัวหมด โดยเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิประมาณ 368 องศาเซลเซียสและสลายตัวหมดที่อุณหภูมิประมาณ 402 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2 ในกรณีของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว พบว่าอุณหภูมิที่เริ่มสลายตัวใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใย ยกเว้นขวดที่มีเครื่องหมายการค้า โค๊ก น้ำทิพย์และสิงห์ นอกจากนี้ยังพบว่าพลาสติกจากขวดทุกเครื่องหมายการค้า จะสลายตัวประมาณ 80-85% และมีส่วนที่ไม่สลายตัวในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 13-16% ซึ่งสารเหล่านี้ น่าจะเป็นสารเติมแต่งในกระบวนการขึ้นรูปขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต โดยสารเติมแต่งจะสลายตัวช้ากว่า ในรูปที่ 3 แสดงกราฟอนุพันธ์ของการสลายตัว (DTG) พบว่าอุณหภูมิการสลายตัวของขวดที่ใช้แล้วส่วนมากใกล้เคียงกับของเม็ดพลาสติกที่ใช้ผลิตเส้นใย ยกเว้นขวดโค๊ก น้ำทิพย์และสิงห์ ซึ่งมีอุณหภูมิสลายตัวสูงกว่า แสดงว่าในกระบวนการขึ้นรูปขวดอาจเติมสารช่วยเพิ่มความทนทานต่อความร้อน



รูปที่ 2 เทอร์โมแกรมของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใยและของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว

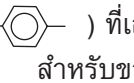
ตารางที่ 2 ค่าอุณหภูมิที่เริ่มสลายตัวของสารตัวอย่าง ปริมาณสารที่สลายได้และปริมาณสารคงเหลือของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต และของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว

สารตัวอย่าง	อุณหภูมิที่เริ่มสลายตัว (องศาเซลเซียส)	ปริมาณสารที่สลายได้ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณสารคงเหลือ (เปอร์เซ็นต์)
เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต	368.54	99.68	0.32
เป๊ปซี่	373.67	83.25	16.75
โค้ก	402.39	85.19	14.81
เนสเล่	365.99	86.03	13.97
มิเนเร่	372.22	85.72	14.28
สยาม	370.37	84.92	15.08
ไอโอ	366.74	84.80	15.20
น้ำทิพย์	403.85	83.78	16.22
สิงห์	407.15	83.98	16.02

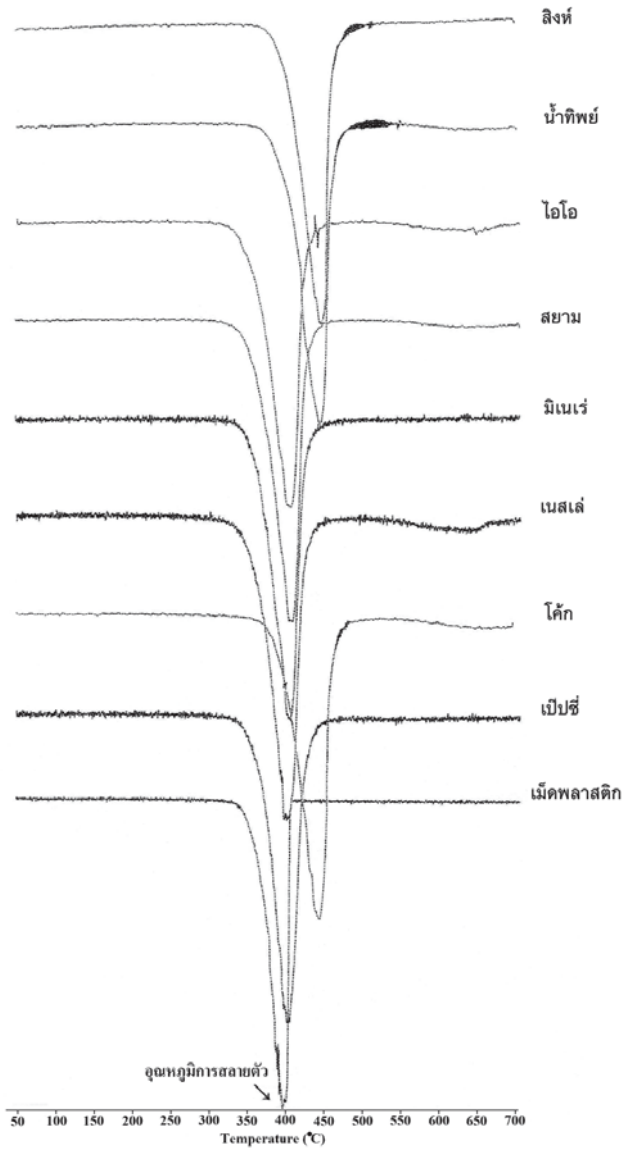
ปริมาณสารคงเหลือ = 100 - ปริมาณสารที่สลายได้

2. โครงสร้างทางเคมี

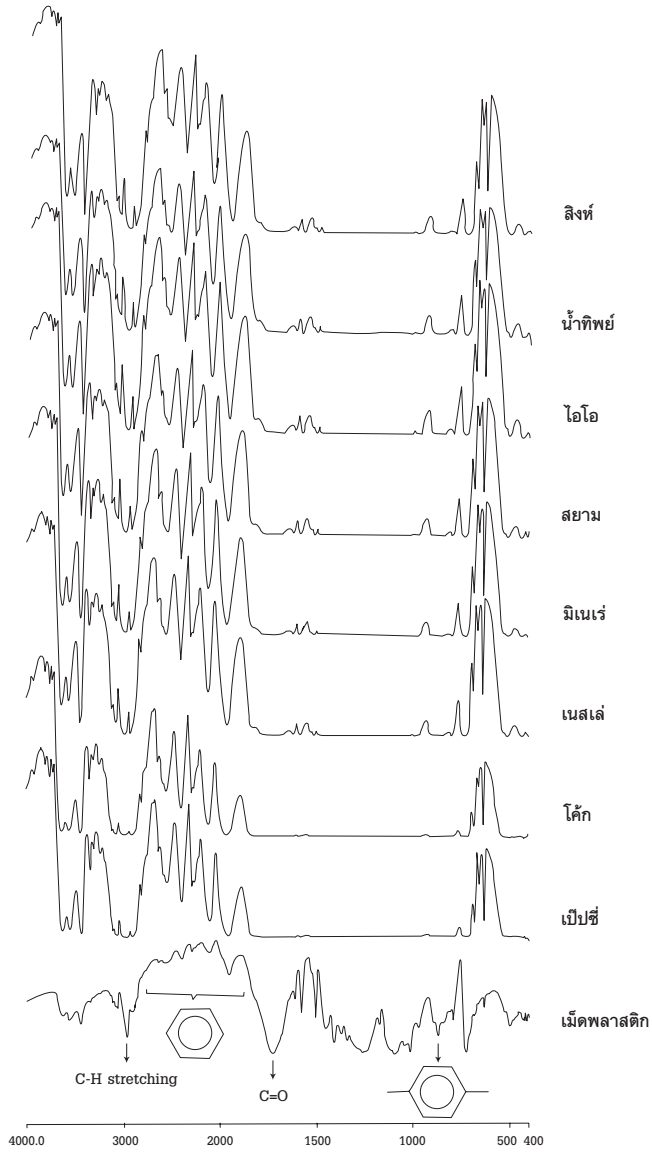
2.1 ผลทดสอบโดยใช้เครื่องฟูริเออร์ทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์

การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันด้วยเครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์และ วัดเปอร์เซนต์การส่องผ่าน (%T) พบว่าโครงสร้างทางเคมีของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใยประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชัน sat. C-H stretching ที่เลขคลื่น 2960 ซม.$^{-1}$ overtone ของหมู่เบนซีนที่เลขคลื่นช่วง 2800-1800 ซม.$^{-1}$ หมู่คาร์บอนิลเอสเทอร์ (C=O) ที่เลขคลื่น1719 ซม.$^{-1}$ และ C-H bending (para) () ที่เลขคลื่น 872 ซม.$^{-1}$ ดังแสดงในรูปที่ 4

สำหรับขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นโดยเลือกบริเวณตัวขวด เนื่อง จากเป็นส่วนที่บางที่สุดแล้วนำไปวิเคราะห์พบว่าขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วที่มีเครื่อง หมายการค้าต่างๆ มีโครงสร้างทางเคมีเหมือนกันหมดและคล้ายกับเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใย ดังแสดงในรูปที่ 4 แต่ที่เลขคลื่นช่วง 1800-700 ซม.$^{-1}$ ของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วไม่สามารถเห็นพีคได้ชัดเจน อาจเนื่องจากแผ่นฟิล์มที่ใช้วัดตัดออกมาจากขวดโดยตรงจึงค่อนข้างมีความหนา เหตุผลที่ไม่นำชิ้นส่วนจากขวดมาเตรียมฟิล์มบางเพราะ PET มีจุดหลอมเหลวสูงประมาณ 250 องศาเซลเซียส ในการอัดให้เป็นแผ่นบาง จึงต้องให้ความร้อนสูงด้วยซึ่งจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ เกิดสารอื่นที่ปรากฏหมู่ฟังก์ชันขึ้นทำให้ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่ชัดเจน



รูปที่ 3 DTG ของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใยและของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วทุกเครื่องหมายการค้า



รูปที่ 4 FTIR สเปคตรัมแสดงโครงสร้างทางเคมีของเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้ผลิตเส้นใย และของขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้ว

3. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สำหรับการผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ที่มีปริมาณการผลิต 200,000 กิโลกรัมต่อเดือนนั้น ต้องซื้อเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตราคา 28 บาทต่อกิโลกรัม (ราคาจากโรงงานผู้ผลิตเม็ด PET) มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต แต่ถ้านำขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้แล้วมาเป็น วัตถุดิบบางส่วนในการผลิตเส้นใย สามารถคำนวณต้นทุนได้ดังนี้ ค่าใช้จ่ายในการเตรียมขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตจากร้านรับซื้อของเก่าราคากิโล กรัมละ 17 บาท (เหตุที่ราคาสูงเพราะมีการสั่งซื้อจากประเทศเพื่อนบ้าน ข้อมูลนี้สอบถามได้จากร้านรับซื้อของเก่า) ค่าแกะฝาและฉลากออก 1 บาท ค่าบดให้เป็นเกล็ด 1 บาท ค่าเสียหายของฝาและฉลาก 2 บาท ค่าล้างทำความสะอาดโดยใช้ผงเคมีล้าง และโซดาไฟ 1 บาท รวมได้ว่าขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตใช้แล้วที่นำมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเส้นใยจึงมีราคาเป็น 22 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นการนำภาชนะบรรจุเครื่องดื่มที่ทำจากขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตมาเป็นวัตถุดิบจะช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ได้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่างๆ ทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ที่จะนำภาชนะบรรจุเครื่องดื่มในประเทศที่ทำจากขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตมาใช้ผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ เนื่องจากมีอุณหภูมิหลอมเหลว อุณหภูมิสลายตัวใกล้เคียงกันและโครงสร้างทางเคมีเหมือนกัน แต่ต้องคำนึงถึงชนิดของขวดที่นำมาใช้ เพราะขวดพลาสติกPETบางชนิดมีสารเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อนทำให้อุณหภูมิสูงอาจทำให้หลอมเหลวและอัดรีดเป็นเส้นใยได้ยาก สำหรับเส้นใยที่ได้จากขวดพลาสติกจะมีสมบัติต่างๆ ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเส้นใยที่ได้จากเม็ดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตใหม่ เพราะสมบัติของพลาสติกทุกชนิดจะด้อยลงหากได้รับความร้อนหลายครั้ง เส้นใยจากขวดนิยมนำมาใช้ทำพรม หรือใช้ทำเส้นใยสั้นแทนนุ่นใส่ในหมอนหรือที่นอน จากการคำนวณหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าหากใช้ขวดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตมาร่วมใช้เป็นวัตถุดิบบางส่วนในกระบวนการผลิตเส้นใย จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตและยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องจากขยะพลาสติก PET ล้นเมืองได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์ 2546. เคมีพอลิเมอร์ โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Awaja, F. and Pavel, D. 2005. Review recycling of PET. European Polymer Journal 41: 1453-1477

Ehrig, R. J. 1992. Poly(ethylene terephthalate) in Plastic Recycling Products and Processes. Hanser p. 45-77

Paszun, D. and Spychaj, T. 1997. Chemical Recycling of Poly(ethylene terephthalate) Ind. Eng. Chem. Res. 36: 1373-1383.

Scheirs, R. J. 1998. Plastic Recycling. John Wiley and Sons. New York p. 101-105.