

การศึกษาถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ TGA *

Examination of grip-seal plastic bags for packaging illicit drugs by ATR-FTIR and TGA techniques

เบญจพร พรหมลี**

ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง***

บทคัดย่อ

ตัวอย่างถุงซิปลาสติกจำนวน 40 ใบ ที่ใช้บรรจุยาเสพติดถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) และ Thermal gravimetric analysis (TGA) ซึ่งยาเสพติดเหล่านี้ตรวจจับได้ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการโดยมุ่งหวังว่าผลการศึกษานี้จะสามารถใช้ในการแยกความแตกต่างของถุงซิปลาสติกและข้อมูลที่ได้อาจจะบอกถึงแหล่งที่มาของยาเสพติดเหล่านี้ได้ ผลการทดลองจากพีคที่เป็นลักษณะเฉพาะที่ได้จากสเปกตรัมของ IR พบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ในขณะที่ผลการวิเคราะห์โดยเทคนิค TGA ซึ่งให้ข้อมูลของอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิที่สิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงที่พบในการวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อมีการหายไปของน้ำหนัก จากข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้ในการจำแนกตัวอย่างได้เป็น 6 กลุ่ม ผลการวิเคราะห์จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำเอาสองเทคนิคนี้มาใช้ร่วมกันในการแยกความแตกต่างของถุงซิปลาสติกที่ใช้ในการค้ายาเสพติดได้

Abstract

Forty grip-seal plastic bags that had been used to pack street drugs were examined by Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) and Thermal gravimetric analysis (TGA) techniques. The drugs were seized in the area of Samut Prakan province. The aim of this study was that could distinguish the plastic bags and the information which might be traced to the origin of the drugs. The results showed that the samples from ATR-FTIR studies can be classified into four groups whereas, the TGA analysis provided the data of onset and final temperatures of weight loss that able to arrange the samples into six groups. This study demonstrated the potential of the two complementary techniques for the discrimination of plastic bags used in drug trafficking.

บทนำ

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทฉบับที่ เรื่อง การศึกษาถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ TGA โดยมี อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

** สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร E-mail: salarben@hotmail.co.th

*** อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปัญหายาเสพติดเป็นปัญหาที่ทุกประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญในการป้องกันและแก้ไขปัญหานี้ให้หมดไปเพราะยาเสพติดเป็นปัญหาที่ทำลายความมั่นคงของชาติและเป็นต้นตอสำคัญของปัญหาอื่น ๆ ที่ตามมา ทั้งปัญหาอาชญากรรม ปัญหาเยาวชนติดยาเสพติด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลจากศูนย์อำนวยการพลังแผ่นดินเอาชนะยาเสพติดแห่งชาติ (ศพส.) พบว่า ในปี พ.ศ.2556 ถึง ปัจจุบัน ยาเสพติดที่แพร่ระบาดมากที่สุดในประเทศของเรายังคงเป็นยาบ้าถึงร้อยละ 83.8 รองลงมาคือยาไอซ์ (Ice) และกัญชา ตามลำดับ ซึ่งในเม็ดของยาบ้าจะมีสารเสพติดที่สำคัญคือ เมทแอมเฟตามีน (methamphetamine) ซึ่งมีฤทธิ์ทำให้ร่างกายตื่นตัวตลอดเวลา และหากเสพเป็นเวลานานจะส่งผลให้มีอาการนอนไม่หลับ หลอนประสาท จิตฟุ้งซ่าน จนไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ ส่งผลให้เกิดปัญหาอาชญากรรมตามมา ดังนั้น กระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการค้นหาเส้นทางการลำเลียงของยาเสพติด ให้สามารถเชื่อมโยงไปถึงแหล่งผลิตจนกระทั่งนำตัวผู้ร่วมกระทำความผิดมาดำเนินคดีตามกฎหมาย และจุดมุ่งหมายสำคัญคือเพื่อยับยั้งการแพร่ระบาดของยาเสพติดไม่ให้เข้ามาถึงเยาวชนซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์คดียาเสพติดในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการพบว่า ผู้ผลิตยาเสพติดมักใช้ถุงซิปลาสติกสีฟ้าเป็นภาชนะในการบรรจุยาบ้าอยู่เสมอ ซึ่งถุงประเภทนี้จะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหาซื้อไม่ได้ตามท้องตลาด แล้วห่อด้วยกระดาษสีน้ำตาล จากนั้นจึงพันทับด้วยเทปใส ทั้งนี้ก็เพื่อกลบสีและกลิ่นของยาบ้าไม่ให้ตรวจจับได้ในขณะที่ถูกเจ้าหน้าที่ตำรวจทำการตรวจค้น

ถุงซิปลาสติก (grip-seal plastic) เป็นผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปจากเม็ดพลาสติกชนิด polyethylene (PE) มาเป็นถุงพลาสติกที่ปากถุงมีลวดเพื่อความสะดวกในการเปิดและปิด มักนำถุงชนิดนี้มาใช้บรรจุอาหารสำเร็จรูปประเภทของแห้งและยาเม็ด โดยในกระบวนการผลิตพลาสติกมักจะต้องมีการปรับปรุงสมบัติทั้งเชิงเคมีและเชิงฟิสิกส์ให้ดีขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของการใช้งาน เพื่อลดต้นทุนการผลิต หรือช่วยให้กระบวนการผลิตทำได้ง่ายขึ้น โดยการเติมสารที่เรียกว่า สารเติมแต่ง (additives) ลงไป ได้แก่ 1.ฟิลเลอร์ (fillers) 2.พลาสติกไซเซอร์ (plasticizers) 3.แอนติออกซิแดนต์ (antioxidants) 4.สารหน่วงการติดไฟ (flame retardants) 5.สารให้สี (colorant) 6.สารคงสภาพไวต่อแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet light stabilizers) และ 7.สารเติมแต่งชนิดอื่น

Causin et al. (2006: 148-154) ได้นำตัวอย่างถุงพลาสติกที่มักใช้บรรจุยาเสพติดจำนวน 50 ถุง มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของแต่ละตัวอย่างเทียบกับถุงพลาสติกที่หาได้ตามร้านค้า โดยใช้ infrared spectroscopy และ differential scanning calorimetry พบว่า 97% ของถุงพลาสติกสีขาวที่จับคู่ได้นั้นเป็นแผ่นฟิล์มโพลิเมอร์ที่มีความขุ่นแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าถุงพลาสติกตามร้านขายสินค้าจะมีอยู่หลายชนิด แต่เทคนิคนี้ก็สามารถยืนยันได้ว่าถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดนั้นมาจากแหล่งผลิตใด

Causin et al. (2007: 37-41) ได้ศึกษาถุงพลาสติกซึ่งมักนำมาใช้บรรจุยาเสพติด จำนวน 33 ถุง โดยทำการศึกษาคูณสมบัติเฉพาะของถุงด้วยเทคนิค X-ray diffraction (XRD) พบว่าเทคนิคนี้สามารถให้ค่า ในการจำแนกความแตกต่าง (discriminating power) ได้ถึง 0.992 ซึ่งถึงแม้ว่าจะสามารถหาถุงพลาสติกได้ทั่วไปตามร้านค้า แต่เทคนิคนี้ก็สามารถยืนยันได้ว่าถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดนั้นมาจากแหล่งใด

Taylor E. (2008: 214-220) ได้ศึกษาการนำเทคนิค Stable isotope ratio mass spectrometry ร่วมกับการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ มาวิเคราะห์ความแตกต่างของถุงซิปลาสติก พบว่าเมื่อนำทั้งสองเทคนิคนี้มาใช้ร่วมกัน จะสามารถจำแนกได้ว่าถุงซิปลาสติกนี้มีแหล่งผลิตที่ใด

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดจำนวน 40 ใบ ซึ่งตรวจจับได้จากคดียาเสพติดต่างท้องที่กัน 40 คดี ภายในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยเทคนิค Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) และ Thermal gravimetric analysis (TGA) ว่าจะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างถุงซิปลาสติกและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันจนสามารถรู้ถึงแหล่งของผลิตยาเสพติดได้หรือไม่

วิธีการวิจัย

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ได้แก่ เครื่อง Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) และ Thermal gravimetric analysis (TGA) รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่นำมาใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ/แหล่งที่มา	รูปภาพ
1. เครื่อง Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น Spectrum 100	
2. เครื่อง Thermal Gravimetric Analyzer (TGA) ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น Pyris 1 TGA	

ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นถุงซิปลาสติกจำนวน 40 ใบ ซึ่งตรวจจับได้จากคดียาเสพติดต่างท้องที่กัน 40 คดี ภายในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างถุงซิปลาสติกที่นำมาใช้ในการทดลอง

รายละเอียด	รูปภาพ
ถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติด	

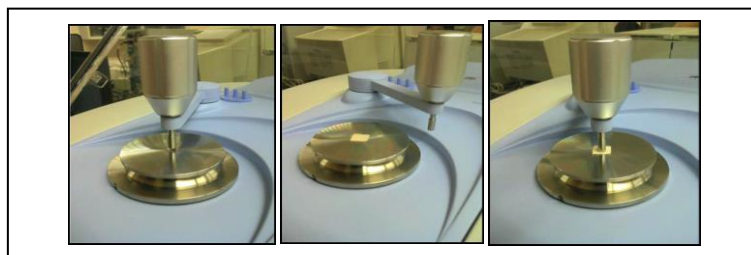
1. การวัดความหนาของถุงซิปลาสติก

นำถุงซิปลาสติกสีฟ้าซึ่งใช้บรรจุยาเสพติด จำนวน 40 ใบ มาบันทึกข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ท้องที่ของโรงพัก วัน เวลา ที่ถูกจับกุม และเลขคดีอาญา จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดด้วย Deionized water และ Methanol ตามลำดับ แล้วนำไปผึ่งลมให้แห้ง แล้วนำมาวัดความหนาด้วยเครื่อง Vernier caliper แล้วบันทึกข้อมูล

2. การจัดกลุ่มถุงซิปลาสติกตามเจดสี

นำถุงที่ใช้บรรจุยาเสพติดทั้ง 40 ใบ มาคัดแยกออกเป็นกลุ่มๆ ตามเจดสี ถ่ายภาพกลุ่มของถุงบรรจุยาเสพติดที่คัดแยกได้

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค Attenuated total reflectance–Fourier transform infrared (ATR-FTIR)



รูปที่ 1 การวางตัวอย่างลงบนแท่นวางของเครื่อง ATR-FTIR

ในการวิเคราะห์ตัวอย่างจะใช้ ATR สำหรับ FTIR Spectrometers เปิดโปรแกรมสำหรับวัด IR ทำการ scan background ทำการ set โปรแกรมเครื่องโดยตั้งค่า การ scan ตั้งแต่ $4000\text{--}650\text{ cm}^{-1}$ ที่ 4 scan แล้วตั้ง Resolution ที่ 4 cm^{-1} โดยระบุชื่อตัวอย่างแต่ละชนิด โดยนำถุงบรรจุยาเสพติด มาตัดออกเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด $1 \times 1\text{ cm}$. นำไปวางบนแท่นวางตัวอย่างของเครื่อง ART-FTIR ดังรูปที่ 1 แล้วนำ spectrum ของผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ผลต่อไป ทำการทดลองกับตัวอย่างทั้ง 40 ตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคเทคนิค Thermal gravimetric Analysis (TGA)



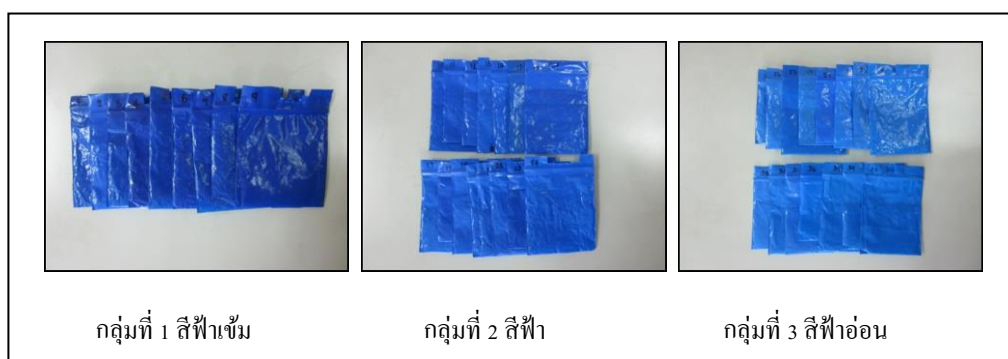
รูปที่ 2 ที่ใส่ตัวอย่าง Ceramic Crucible ของเครื่อง TGA ที่ใช้ในการทำการทดลอง

เปิดถังแก๊ส Nitrogen ทำการเปิดโปรแกรม Pyris ทำการ set โปรแกรม โดยการตั้งค่าอุณหภูมิ เริ่มต้น และอุณหภูมิสุดท้าย ในที่นี้ใช้ $50 - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ทำการ scan ที่ $20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ นำถุงบรรจุยาเสพติดมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในถ้วยเซรามิกเปล่าๆ แขนงไว้แล้วนำเข้าเตาขึ้นเพื่อทำการวิเคราะห์ เมื่อเสร็จสิ้นการเผาแล้ว ทำการ save ข้อมูล นำ thermogram ที่ได้มาวิเคราะห์ผลต่อไป ทำการทดลองกับตัวอย่างทั้ง 40 ตัวอย่าง

5. นำข้อมูลของถุงบรรจุยาเสพติดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR และเทคนิค TGA มาจัดกลุ่มและเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ถึงโอกาสของความเป็นได้ว่าถุงซิปลาสติกแต่ละตัวอย่างถูกผลิตจากแหล่งเดียวกันหรือไม่

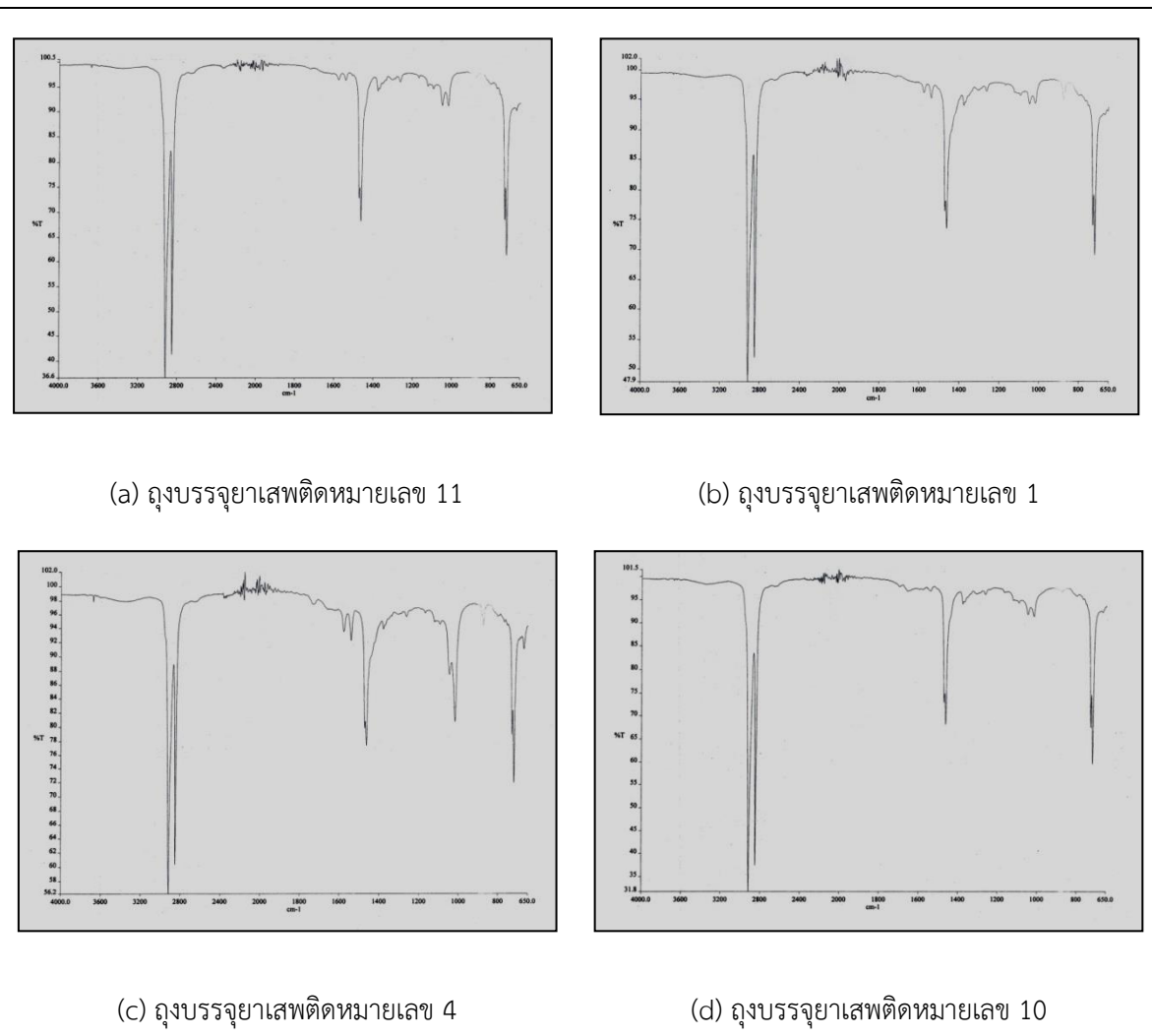
ผลการวิจัย

จากการทดลองนำถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดจำนวน 40 ใบ จากคดียาเสพติดในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการจำนวน 40 คดี มาวัดความหนาด้วยเครื่อง Vernier caliper พบว่าความหนาของถุงบรรจุยาเสพติดมีความหนาดำสุดที่ 0.0012 mm . และมีความหนาสูงสุดที่ 0.0020 mm . และเมื่อนำถุงบรรจุยาเสพติดทั้งหมดมาจัดกลุ่มโดยเรียงลำดับตามเฉดสีพบว่าสามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ดังนี้คือ กลุ่มที่ 1 สีฟ้าเข้ม กลุ่มที่ 2 สีฟ้า และกลุ่มที่ 3 สีฟ้าอ่อน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจัดกลุ่มถุงที่ใช้บรรจุยาเสพติดตามเฉดสี

จากการทดลองนำถุงบรรจุยาเสพติดจำนวน 40 ใบ นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) พบว่าพีคของ IR spectrum ที่ได้มีลักษณะที่ต่างกันไป สามารถจำแนกถุงบรรจุยาเสพติดออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้



รูปที่ 4 Infrared spectrum ของถุงบรรจุยาเสพติด

ถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 1 มีลักษณะของ IR spectrum เช่นเดียวกับกับถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 11 ในรูปที่ 4 (a) ซึ่งพบว่ามีลักษณะของหมู่ function ปรากฏดังในตารางที่ 3 ตารางที่ 3 ลักษณะของหมู่ function ที่ปรากฏใน Infrared spectrum ของถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 11

Wave number (cm ⁻¹)	Functional group
2900 และ 2800	C – H stretching ของ alkane
1570 และ 1540	C=C stretching ของ alkene
670 และ 690	C-H bending

ถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 2 จะได้ IR spectrum เหมือนกับถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 1 ในรูปที่ 4 (b) ซึ่งพบว่าถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มนี้มีหมู่ function เหมือนกับใน IR spectrum ของถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 1 แต่แตกต่างกันที่ ถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มนี้พบว่ามีพีคของ C=C bending ปรากฏอยู่ที่ 880 cm^{-1} ด้วย

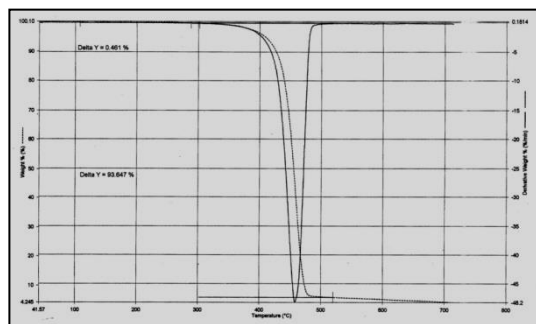
ถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 3 มีลักษณะของ IR spectrum เช่นเดียวกันกับถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 4 ในรูปที่ 4 (c) ซึ่งพบว่ามีหมู่ functional เหมือนกับในถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 1 และ 2 และยังพบพีคที่ 1710 cm^{-1} ซึ่งเป็นพีค ของ C = O stretching ของ หมู่ carbonyl ปรากฏอยู่

ถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 4 มีลักษณะของ IR spectrum เช่นเดียวกันกับถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 10 ในรูปที่ 4 (d) โดยพบว่ามีหมู่ functional เหมือนกับในถุงบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 1 แต่แตกต่างกันที่ผล IR spectrum ของถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 10 นี้ไม่ปรากฏพีคของ C=C stretching ของ alkene ที่ 1570 cm^{-1} และ 1540 cm^{-1} โดยถุงบรรจุยาเสพติดแต่ละกลุ่มนั้นปรากฏดังตารางที่ 4

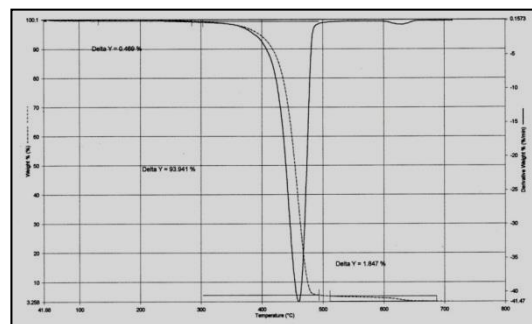
ตารางที่ 4 การจัดกลุ่มถุงบรรจุยาเสพติดตามลักษณะของหมู่ function ที่ปรากฏใน Infrared spectrum

กลุ่มที่	หมายเลขของ ถุงบรรจุยาเสพติด	หมู่ function ที่พบใน IR spectrum
1	11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40	- 2900 และ 2800 cm^{-1} C – H stretching ของ alkane - 1570 และ 1540 cm^{-1} C=C stretching ของ alkene - 670 และ 690 cm^{-1} C-H bending
2	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 25, 30, 31	- ลักษณะของพีค คล้ายกับกลุ่มที่ 1 - 880 cm^{-1} C=C bending
3	4	- ลักษณะของพีค คล้ายกับกลุ่มที่ 2 - 1710 cm^{-1} C = O stretching ของ carbonyl
4	10	- ลักษณะของพีค คล้ายกับกลุ่มที่ 1 - ไม่พบ 1570 และ 1540 cm^{-1} C=C stretching ของ alkene

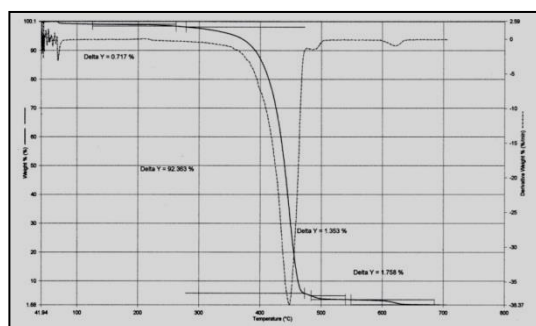
ในการศึกษาการนำถุงบรรจุยาเสพติดทั้ง 40 ใบ มาวิเคราะห์โดยวิธีซึ่งน้ำหนักเชิงความร้อนโดยใช้เทคนิค Thermal gravimetric analysis (TGA) พบว่าข้อมูลของอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิที่สิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงที่พบในการวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อมีการหายไปของน้ำหนักของถุงบรรจุยาเสพติดนั้น สามารถจำแนกตามลักษณะของ thermogram ออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้



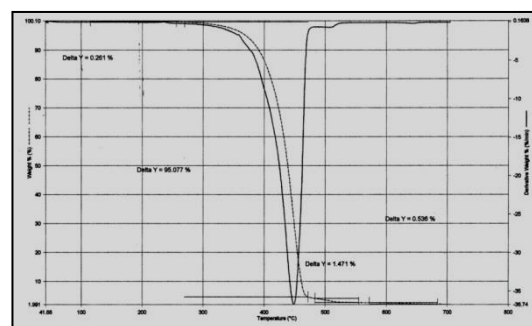
กลุ่มที่ 1 ถุงบรรจยาเสพติดหมายเลข 20



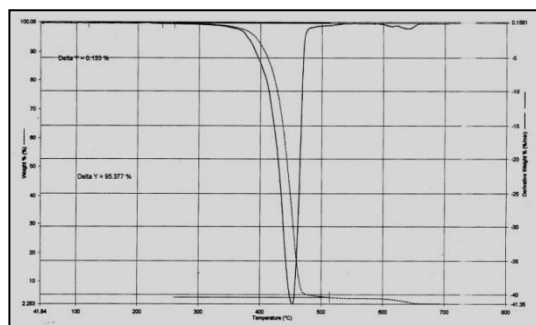
กลุ่มที่ 2 ถุงบรรจยาเสพติดหมายเลข 2



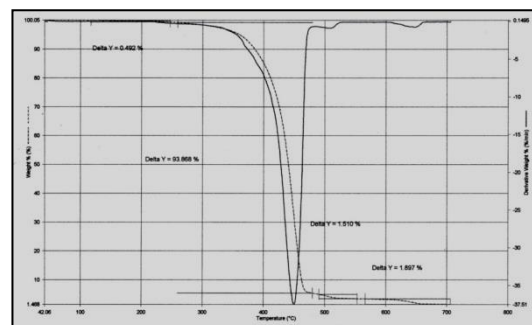
กลุ่มที่ 3 ถุงบรรจยาเสพติดหมายเลข 1



กลุ่มที่ 4 ถุงบรรจยาเสพติดหมายเลข 11



กลุ่มที่ 5 ถุงบรรจยาเสพติดหมายเลข 20



กลุ่มที่ 6 ถุงบรรจยาเสพติดหมายเลข 5

รูปที่ 5 Thermogram ของถุงบรรจยาเสพติด

จาก thermogram ในแต่ละกลุ่มของถุงบรรจยาเสพติดในรูปที่ 5 สามารถจัดกลุ่มถุงบรรจยาเสพติดตามลักษณะของอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิที่สิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงที่พบในการวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อมีการหายไปของน้ำหนักได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การจัดกลุ่มอุ้งบรรจุยาเสพติดตามลักษณะของช่วงอุณหภูมิที่มีการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งปรากฏใน thermogram

กลุ่มที่	หมายเลข อุ้งบรรจุยาเสพติด	ช่วงของอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลง			
		ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
		อุณหภูมิ เริ่มต้น – สิ้นสุด (°C)	อุณหภูมิ เริ่มต้น – สิ้นสุด (°C)	อุณหภูมิ เริ่มต้น – สิ้นสุด (°C)	อุณหภูมิ เริ่มต้น – สิ้นสุด (°C)
1	12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 27, 28, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40	110 - 320	280 - 530		
2	2, 9, 15, 25, 30, 31	110 - 285	265 - 490	500 - 700	
3	1, 3, 7, 10	110 - 250	250 - 470	470 - 540	545 - 700
4	11, 16, 29	110 - 250	260 - 470	485 - 555	565 - 705
5	6, 8, 23, 35	130 - 275	275 - 485	490 - 560	560 - 710
6	4, 5, 22, 34	120 - 260	260 - 490	480 - 555	555 - 705

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าอุ้งบรรจุยาเสพติดในแต่ละกลุ่มนั้นมีลักษณะของช่วงอุณหภูมิที่มีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันออกไปโดยช่วงอุณหภูมิหลักของการสูญเสียน้ำหนักในอุ้งบรรจุยาเสพติดกลุ่มที่ 1 จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 280 – 530 °C ซึ่งมีเพียง 1 ช่วงเท่านั้น ส่วนอุ้งบรรจุยาเสพติดในกลุ่มที่ 2 จะมีช่วงอุณหภูมิของการสูญเสียน้ำหนัก 3 ช่วง และอุ้งบรรจุยาเสพติดในกลุ่มที่ 4 – 6 จะมีช่วงอุณหภูมิหลักของการสูญเสียน้ำหนัก 4 ช่วง ซึ่งถึงแม้จะมีช่วงของอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่อุณหภูมิเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงจนถึงอุณหภูมิสิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกัน อาจเป็นเพราะในอุ้งบรรจุยาเสพติดแต่ละกลุ่มนั้นแตกต่างกันตามชนิดของสารเติมแต่งที่เติมลงไป

ดังนั้นเมื่อนำเทคนิค Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) และเทคนิค Thermal gravimetric analysis (TGA) มาใช้ในการศึกษาอุ้งซิพลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดร่วมกันจะสามารถแยกความแตกต่างและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ 17 กลุ่ม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การจัดกลุ่มถุงบรรจุยาเสพติดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกันโดยอาศัยข้อมูลจากการจัดกลุ่มตามเจดสี เทคนิค ATR-FTIR และ เทคนิค TGA

กลุ่มที่	หมายเลขของถุงบรรจุยาเสพติด	ความสัมพันธ์ที่ใช้เชื่อมโยงการจำแนก ถุงบรรจุยาเสพติดตามเจดสี
1	1, 3, 7	ฟ้าเข้ม
2	2, 9	ฟ้าเข้ม
3	4	ฟ้าเข้ม
4	5	ฟ้าเข้ม
5	6, 8	ฟ้าเข้ม
6	10	ฟ้า
7	11, 16	ฟ้า
8	12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 24	ฟ้า
9	15	ฟ้า
10	22	ฟ้า
11	23	ฟ้า
12	25	ฟ้าอ่อน
13	26, 27, 28, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40	ฟ้าอ่อน
14	29	ฟ้าอ่อน
15	30, 31	ฟ้าอ่อน
16	34	ฟ้าอ่อน
17	35	ฟ้าอ่อน

จากตารางที่ 6 สามารถอธิบายการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างถุงบรรจุยาเสพติดแต่ละใบได้ ดังนี้ คือ ถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 1, 3 และ 7 พบว่าผลิตจากแหล่งเดียวกัน เนื่องจากเมื่อนำมาจัดกลุ่มตามเจดสีแล้วพบว่าถุงบรรจุยาเสพติดทั้ง 3 ใบ มีเจดสีเหมือนกันคือ สีฟ้าเข้ม เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR แล้วพบว่ามีลักษณะของหมู่ function เหมือนกัน และจากผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA พบว่าถุงบรรจุยาเสพติดทั้ง 3 ใบ มีช่วงของอุณหภูมิที่มีการสูญเสียน้ำหนักของสาร เหมือนกันซึ่งแตกต่างจากถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 5 ที่ถึงแม้จะมีเจดสีเดียวกัน และมีลักษณะของหมู่ function ในกลุ่มเดียวกันกับถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 1, 3 และ 7 แต่ผลจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA พบว่าอยู่ต่างกลุ่มกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 5 อาจจะใช้สารเติมแต่งที่แตกต่างจาก ถุงบรรจุยาเสพติดหมายเลข 1, 3 และ 7 ซึ่งสามารถใช้จำแนกกว่าเป็นถุงพลาสติกคนละกลุ่มกันได้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติด จำนวน 40 ใบ จากคดียาเสพติด 40 คดี ในพื้นที่ จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยเทคนิค Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) และเทคนิค Thermal gravimetric analysis (TGA) สามารถสรุปผลและอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

จากผลการวัดความหนาของถุงบรรจุยาเสพติดจำนวน 40 ใบ ด้วยเครื่อง Vernier caliper พบว่า มีความหนาท่ำสุดที่ 0.0016 mm. และสูงที่สุดที่ 0.0020 mm. ซึ่งเป็นช่วงที่ใกล้เคียงมากจึงไม่มีผลต่อการทดลอง และเมื่อนำมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์สามารถแยกออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้คือ กลุ่มที่ 1 สีฟ้าเข้ม กลุ่มที่ 2 สีฟ้า และกลุ่มที่ 3 สีฟ้าอ่อน

จากการวิเคราะห์ถุงบรรจุยาเสพติด 40 ใบ ด้วยเทคนิค ATR-FTIR พบว่าสามารถจัดกลุ่มตามลักษณะของหมู่ function ที่ปรากฏในแต่ละ spectrum ได้ 4 กลุ่ม และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA พบว่าจาก thermogram สามารถจัดกลุ่มตามช่วงของอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิที่สิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงที่พบในการวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อมีการหายไปของน้ำหนักของถุงบรรจุยาเสพติดได้ 6 กลุ่ม และจากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ถุงบรรจุยาเสพติดด้วยเทคนิค TGA ให้ค่าในการจำแนกความแตกต่าง (discrimination) ที่ดีกว่าการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR

ดังนั้นเมื่อนำเทคนิค Attenuated total reflectance – Fourier transform infrared (ATR-FTIR) และเทคนิค Thermal gravimetric analysis (TGA) มาใช้ในการศึกษาถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดร่วมกันจะสามารถแยกความแตกต่างและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างถุงบรรจุยาเสพติดซึ่งตรวจจับจากต่างพื้นที่กันได้ 17 กลุ่ม ดังตารางที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Causin et al. ที่สามารถใช้เทคนิค DSC และ FTIR ในการจำแนกถุงพลาสติกใส่ยาเสพติดได้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ เสงฆ์บุญญะ. (2555). “การวัดสมบัติเชิงความร้อนของชิ้นส่วนรถยนต์บางชนิดที่เป็นพลาสติกด้วยเทคนิค DSC และ TGA.” วารสารวิชาการ Veridian E-Journal 5, 1 (มกราคม – เมษายน) : 747 – 757.

ทานตวรรณ เต็กชื่น และคณะ. (2544). **พลาสติก 1**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท สยามสปอร์ตซินดิเคท จำกัด.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. (2542). **พลาสติก**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ห.จ.ก. ป. สัมพันธ์พาณิชย์.

สิริชัย กระบี่ศรี. (2553). “มาตรฐานของภาชนะพลาสติกบรรจุสำหรับเภสัชภัณฑ์ในตำรายา (ตอนที่ 1).”

สารตำรายา pharmacopoeial newsletter กลุ่มจัดทำตำรายาของประเทศไทย สำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 7, 3 (กันยายน – ธันวาคม): 113 – 123.

สุชัยญา พูลสุข. (2553). “การตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในน้ำลาย ด้วยเทคนิค GC-FID.”

วารสารวิชาการ Veridian E-Journal 3, 1 (กรกฎาคม): 296 – 306.

โอนดาซ์ รัชเวทย์. (2552). **พอลิเมอร์ polymer**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ดวงกลมพับลิชชิง.

ภาษาต่างประเทศ

Causin, V., Marega, C., Carresi, P., Schiavone, S., Marigo, A. “A quantitative differentiation method for plastic bags by infrared spectroscopy, thickness measurement and differential scanning calorimetry for tracing the source of illegal drugs.” Forensic Science International 164, (2006): 148–154.

Causin, V., Marega, C., Carresi, P., Schiavone, S., Marigo, A. “A quantitative differentiation method for plastic bags by wide angle X-ray diffraction for tracing the source of illegal drugs.” Forensic Science International 168, (2007): 37–41.

Taylor, E., Carter, J.F., Hill, J.C., Morton, C., Daeid, N.N., Sleeman, R. “Stable isotope ratio mass spectrometry and physical comparison for the forensic examination of grip-seal plastic bags.” Forensic Science International 177, (2008): 214–220.