

การดูดซับกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำมันจากขยะพลาสติกด้วยถ่านกัมมันต์

Adsorption Odors of Oil Product from Waste Plastics with Activated Carbon.

ณัฐชา เพ็ชรยิ้ม¹ ปิยะมาส สิริแสงสว่าง¹ และ วีราภรณ์ ผิวสะอาด¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกลิ่นของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสขยะพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนที่มาจากขวดน้ำดื่มโดยใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ชนิดผงและชนิดอัดแท่งเป็นตัวดูดซับสารที่ก่อให้เกิดกลิ่น ในการทดลองจะเปรียบเทียบการกระตุ้นถ่านกัมมันต์ 3 วิธี ได้แก่ การกระตุ้นด้วยความร้อน การกระตุ้นด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 60 ร้อยละโดยน้ำหนัก และการกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 60 ร้อยละโดยน้ำหนัก ผลการทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์ชนิดอัดแท่งที่กระตุ้นด้วยกรดไนตริกให้น้ำมันไพโรไลซิสที่มีกลิ่นพึงประสงค์มากที่สุด คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ ได้แก่ ค่าความหนืด จุดวาบไฟ ค่าสีและค่าการกลั่นเป็นไปตามมาตรฐานน้ำมันดีเซลที่กรมธุรกิจพลังงานได้ประกาศไว้ เมื่อเลือกตัวอย่างน้ำมันที่ให้กลิ่นลดลงจำนวน 5 ตัวอย่างไปวิเคราะห์องค์ประกอบสารด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) พบว่าในน้ำมันมีช่วงจำนวนคาร์บอนส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง C_{14} - C_{19} ร้อยละ 27.79 และไม่พบสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ก่อให้เกิดกลิ่น เช่น คีโตน แอลเคน ไซโคลแอลเคน ไซโคลแอลคีน และแอลกอฮอล์

คำสำคัญ: ไพโรไลซิส, พอลิเอทิลีน, กลิ่น, ถ่านกัมมันต์

Abstract

The aim of this research is improve odors of fuel oil from pyrolysis of high density polyethylene plastic wastes from drinking water bottles. Activated carbons in form power and extrude were used to adsorbed compound which produced odor of pyrolytic oil. In the experiment, the comparisons of three activated methods such as: activated by heating, activated by 60% wt nitric acid and activated by

¹ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

60% wt potassium hydroxide. The results were shown that the extrude activated carbon with nitric acid had less odor of oil products, properties of their such as viscosity, flash point and distillation followed the diesel standard of Department of Energy Business. Chemical compositions of selected 5 oil samples were analyzed by Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) had carbon atom range $C_{14}-C_{19}$ for 27.79% and disappear hydrocarbon compound of odor of pyrolytic oil such as ketone, alkyne, cycloalkane cycloalkene and alcohol.

Keywords: pyrolysis, polyethylene, odor, activated carbon

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากปัญหาคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น ประกอบกับจำนวนรถยนต์ในประเทศไทยที่ทวีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้พลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นที่ต้องการมากขึ้น การหาพลังงานขึ้นมามีทดแทนการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง จึงมีบทบาทอย่างมาก ในกรณีของน้ำมันดีเซล นั้น มีการวิจัยเพื่อหาพลังงานทดแทน เช่น น้ำมันไบโอดีเซล น้ำมันจากขยะพลาสติก เป็นต้น การนำขยะพลาสติกมาผ่านการใช้ความร้อนสูง ภายใต้ความดันบรรยากาศในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือไม่มีออกซิเจน โดยการนำก๊าซไนโตรเจนเข้ามาแทนที่ ทำให้โครงสร้างไฮโดรคาร์บอนเกิดการแตกสลายได้ผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 ส่วนคือ ก๊าซ น้ำมันเชื้อเพลิงและของแข็ง ในปัจจุบันทางเลือกสำหรับประชาชนทั่วไปในการใช้เชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล มีเพียงน้ำมันไบโอดีเซลเท่านั้นที่มีจำหน่ายตามปั้มน้ำมันต่าง ๆ เหตุเพราะน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก มีความไม่แน่นอนของประเภทขยะเนื่องจาก

ประเทศไทยไม่มีระบบการคัดแยกขยะ แตกต่างกับในต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่นที่มีการคัดแยกขยะตั้งแต่ครัวเรือนแล้ว น้ำมันเชื้อเพลิงจากกระบวนการไพโรไลซิสที่ได้จะมีคุณสมบัติเทียบเคียงได้กับน้ำมันดีเซล แต่มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว หากสูดดมเป็นเวลานาน อาจทำให้เวียนศีรษะได้

น้ำมันไพโรไลซิสจากพลาสติกจะมีคุณสมบัติทางเคมีและการกระจายของสารประกอบอินทรีย์ขึ้นอยู่กับสภาวะการเกิดปฏิกิริยาและวัตถุดิบที่ป้อนในถังปฏิกรณ์เคมี [1] เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS จะพบสารประกอบมากกว่า 300 ชนิด สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มสารอินทรีย์ คือพาราฟิน โอเลฟิน แนฟทีนและอะโรเมติก [2] ในอากาศรอบบริเวณของกระบวนการไพโรไลซิสขยะพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนจะพบสารจำพวกสารอินทรีย์อัลดีไฮด์ คีโตนในปริมาณสูง [3]

ถ่านกัมมันต์เป็นถ่านที่อยู่ในรูปคาร์บอนอสัณฐานชนิดหนึ่ง ผลิตขึ้นมาจากกระบวนการก่อกัมมันต์ (Activated) ทำให้พื้นที่ผิวภายในเพิ่มขึ้น มีความสามารถในการดูดซับสูง เนื่องจากมี

โครงสร้างแบบรูปวงรีขนาดเล็กจำนวนมาก เมื่อนำถ่านกัมมันต์มาผ่านกระบวนการกระตุ้นจะทำให้มีความสามารถในการดูดซับสูงขึ้น เพราะพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นและผิวมีความว่องไวมากขึ้น ในอุตสาหกรรมมีการใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับก๊าซหรือไอระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ ทำให้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับที่เหมาะสมในการนำมาลดกลิ่นในน้ำมันไฟโรไลซิส

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการลดกลิ่นของสารอินทรีย์ระเหย ในน้ำมันไฟโรไลซิสจากขยะพอลิเอทิลีน โดยเติมตัวดูดซับเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์เคมีเพื่อดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่ายทำให้เกิดกลิ่น ตัวดูดซับที่ศึกษาได้แก่ ถ่านกัมมันต์ชนิดผงและชนิดอัดแท่งที่ผ่านการกระตุ้นด้วยความร้อน กระตุ้นด้วยกรดไนตริก (HNO_3) และกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เพื่อเปรียบเทียบว่าตัวดูดซับชนิดใดสามารถลดปริมาณสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำมันไฟโรไลซิสได้ [4]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การไฟโรไลซิสระดับห้องปฏิบัติการ

ใช้ถังปฏิกรณ์เคมีแบบกะขนาด 1 ลิตร ทำการไฟโรไลซิสที่ความดัน 1 บรรยากาศภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเข้าไปแทนที่ ใช้ซีโอไลต์ปริมาณ 0.5% โดยน้ำหนักเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและให้ควบคุมความ

ร้อนที่อุณหภูมิ 450 °ซ เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง [5]

3.2 วัดถุติบและสารเคมี

ขยะพลาสติคพอลิเอทิลีนจากขวดน้ำดื่มขนาดอนุภาคเฉลี่ย 5 มิลลิเมตร ถ่านกัมมันต์ชนิดผง ขนาดอนุภาค 300 เมช ถ่านกัมมันต์ชนิดอัดแท่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ทำการศึกษาผลของปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 1, 2 และ 3 ร้อยละโดยน้ำหนัก โดยเปรียบเทียบน้ำมันไฟโรไลซิสที่ได้จากการใช้ถ่านกัมมันต์ที่ไม่ผ่านการกระตุ้นเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้น 3 วิธีคือ (1) กระตุ้นด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °ซ (2) กระตุ้นด้วย HNO_3 60 ร้อยละโดยน้ำหนัก และ (3) กระตุ้นด้วย KOH 60 ร้อยละโดยน้ำหนัก

3.3 การทดสอบสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

ทำการทดสอบสมบัติของน้ำมันไฟโรไลซิสทั้งหมด 5 เครื่อง ได้แก่ เครื่องวัดจุดวาบไฟ (Flash point) ยี่ห้อ Pensky Martens รุ่น HFP 380 ASTM D 93 เครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ Tomson รุ่น Tv 2500 ASTM D 445 เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ ASTM D 1298 เครื่องวัดค่าการกลั่น ยี่ห้อ Tanaka รุ่น AD-6 ASTM D 86 และเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Lovibond รุ่น Comparator 3000 series ASTM D 1500

3.4 เครื่องมือวิเคราะห์

ตรวจสอบลักษณะผิวของถ่านกัมมันต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ยี่ห้อ LEO รุ่น 1450 VP LEO ใช้กำลังขยาย 2,000 เท่า และทำการวิเคราะห์สารประกอบ

ในน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS) ใช้คอลัมน์ HP-5 ความยาว 30 ม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มม. Split 10:1 อัตราการไหล 0.9 มล./นาที อุณหภูมิเตา 170 °ซ (8 °ซ/นาที) จนถึง 320 °ซ (10 °ซ/นาที)

4. ผลการวิจัย

4.1 ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่อการดูดซับกลิ่น

เมื่อเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำมันไพโรไลซิสที่ใช้ถ่านกัมมันต์ที่ไม่กระตุ้นและกระตุ้นด้วยความร้อน พบว่าที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ 3% โดยน้ำหนัก สามารถลดกลิ่นของน้ำมันได้ดีกว่า จึงเลือกปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 3% โดยน้ำหนัก มาศึกษาผลการลดกลิ่นน้ำมันโดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย HNO_3 และ KOH จากตัวอย่างน้ำมันทั้งหมด 17 ตัวอย่าง ได้ทำการเลือกน้ำมันไพโรไลซิสที่ให้กลิ่นน้อยมา 5 ตัวอย่าง ได้แก่ P คือน้ำมันไพโรไลซิสที่ไม่ผ่านกระบวนการดูดซับกลิ่น AP_3 คือน้ำมันไพโรไลซิสที่ดูดซับกลิ่นโดยใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงไม่กระตุ้น AE_3 คือน้ำมันไพโรไลซิสที่ดูดซับกลิ่นโดยใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดอัดแท่งไม่กระตุ้น A-AP_3 คือน้ำมันไพโรไลซิสที่ดูดซับกลิ่นโดยใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงกระตุ้นด้วยกรด A-AE_3 คือน้ำมันไพโรไลซิสที่ดูดซับกลิ่นโดยใช้ถ่านกัมมันต์

ชนิดอัดแท่งกระตุ้นด้วยกรด แล้วนำมาทดสอบสมบัติและองค์ประกอบสาร

4.2 การทดสอบสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

จากผลการวัดสมบัติน้ำมันไพโรไลซิส (ตารางที่ 1) พบว่าน้ำมันไพโรไลซิสทั้ง 5 การทดลอง มีความหนืด ความถ่วงจำเพาะ ค่าสี ได้ตามมาตรฐานน้ำมันดีเซลที่กรมธุรกิจพลังงานได้ประกาศ เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ. 2553 ไว้ ยกเว้นจุดวาบไฟที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนค่าการกลั่นมีเพียงการทดลองที่ AP_3 ซึ่งเป็นการใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงไม่ผ่านการกระตุ้นมีค่าการกลั่นไม่เป็นไปตามมาตรฐาน (เกิน 357 °ซ)

4.3 การวิเคราะห์สารประกอบ

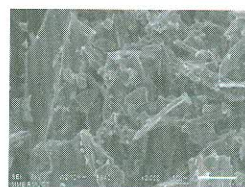
การทดลองที่ให้น้ำมันไพโรไลซิสให้กลิ่นที่พึงประสงค์มากที่สุด (กลิ่นน้อย) คือ A-AE_3 โดยทำการเปรียบเทียบกับน้ำมันไพโรไลซิสที่ไม่ผ่านการดูดซับกลิ่น พบว่า มีสารพวก คีโตน แอลโคห์น ไฮโดรแอลเคน ไฮโดรแอลคีน และแอลกอฮอล์ลดลง ได้แก่ trimethylcyclohexane, ethylcyclohexane, ethyl heptyl ether, 1-propionylcyclohexane, 1-nonene, methyl-cyclooctane, 1-pentyl-2-propyl-cyclopentane, hexyl-cyclopentane, octadecane, cyclotetradecane, 3-methyl-2-cyclopentenone, trans-7-pentadecene, 1-octadecene, tetracosane, cyclotetradecane (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันไพโรไลซิส

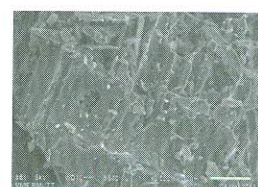
คุณสมบัติ	ตัวอย่างน้ำมันไพโรไลซิส					มาตรฐานน้ำมันดีเซล
	P	AP ₃	AE ₃	A-AP ₃	A-AE ₃	
ความหนืด@40 °ซ (เซนติสโตก)	2.4	2.51	2.67	2.71	2.34	ช่วง 1.8-4.1
ความถ่วงจำเพาะ	0.790	0.785	0.78	0.78	0.78	ช่วง 0.81-0.87
สี	1	1.5	1.5	1.5	1	ไม่สูงกว่า 4
จุดวาบไฟ (°ซ)	37.6	33	36	33	30	ไม่ต่ำกว่า 52 °ซ
การกลั่น (°ซ) ที่กลั่นได้ปริมาณ 90%	349.6	393.75	277.2	355.3	354.5	ไม่เกิน 357 °ซ

4.4 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์

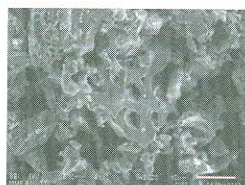
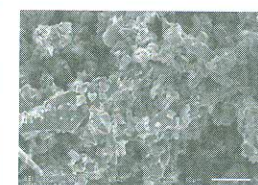
พื้นผิวของถ่านกัมมันต์ตรวจสอบโดยใช้ SEM เปรียบเทียบถ่านกัมมันต์ทั้งชนิดผงและชนิดอัดแท่งที่ยังไม่ผ่านการกระตุ้นกับที่ผ่านการกระตุ้นด้วยความร้อน, กระตุ้นด้วย HNO_3 และถ่านกัมมันต์ทั้งชนิดผงและชนิดอัดแท่งที่ยังไม่ผ่านการกระตุ้นกับที่ผ่านการกระตุ้นด้วยความร้อนกระตุ้นด้วย HNO_3 และกระตุ้นด้วย KOH แสดงดังรูปที่ 1 และ 2 พบว่าถ่านกัมมันต์ทั้งชนิดผงและชนิดอัดแท่งก่อนการกระตุ้น และหลังจากผ่านการกระตุ้นจะมีลักษณะพื้นผิวที่เปลี่ยนไป พื้นผิวจะมีความขรุขระ ทำให้มีความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้น จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบของสารด้วยเครื่อง GC-MS ตัวอย่างน้ำมัน A-AE₃ สามารถลดสารที่ให้กลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ และจากรูปที่ 2 (ข) เห็นได้ว่าพื้นผิวของถ่านกัมมันต์นี้ค่อนข้างมีความขรุขระมากที่สุด



ก. ไม่กระตุ้น



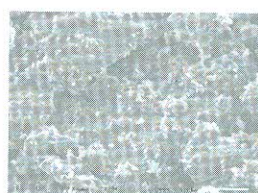
ข. กระตุ้นความร้อน

ค. กระตุ้นด้วย HNO_3 ง. กระตุ้นด้วย KOH

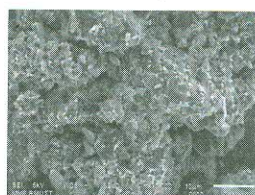
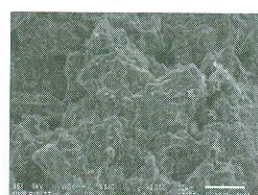
รูปที่ 1 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ชนิดผง



ก. ไม่กระตุ้น



ข. กระตุ้นความร้อน

ค. กระตุ้นด้วย HNO_3 ง. กระตุ้นด้วย KOH

รูปที่ 2 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ชนิดอัดแท่ง

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ผลร้อยละปริมาณของสารประกอบต่างๆ ในน้ำมันไพโรไลซิสด้วยเครื่อง GC-MS

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	P	AP ₃	AE ₃	A-AP ₃	A-AE ₃
1	1,2-dimethyl-Cyclohexene	0.348	0.281	0.510	0.330	0.444
2	Trimethylcyclohexane	0.137				
3	Ethylcyclohexane,	0.264		0.321	0.401	0.389
4	Ethyl heptyl ether	0.483				
5	3-methyl-2-Cyclopentenone	0.310	0.234	0.347		
6	2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl		0.194	0.159		0.188
7	1-(2-Propenyl) Cyclopentene					0.395
8	2,3-dimethyl-2-Cyclopenten-1-one				0.180	
9	8-Hexadecyne				0.300	
10	3-Octyne			0.119		
11	1-methyl-2-pentyl-Cyclopropane				1.534	
12	Spiro[2.5]octane		0.438	0.380		
13	1-Nonene	1.337	1.220	1.417		
14	Nonane (CAS)	1.421	1.422	1.369	1.702	1.611
15	2,4-Pentadien-1-ol		0.166			
16	1-propenyl-Cyclohexane	0.290				
17	1-Ethyl-2-methyl Benzene		0.220		0.279	
18	1-butyl-2-methylcyclopentene		0.195			
19	1-Decene	2.042	1.745	0.208	0.278	2.387
20	4-Decene				0.236	
21	Cyclodecene			0.177		
22	E-2-Decene	0.336		0.225		
23	methyl-Cyclooctane	0.609				
24	Decane	2.169	1.845	1.726	2.049	1.988
25	cis-3-Decene		0.210			
26	1-heptyl-2-methyl-Cyclopropane	2.650				
27	Bicyclo[2.2.2]octane, 2-methyl-		0.182			
28	4-Trifluoroacetoxytetradecane					

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	P	AP ₃	AE ₃	A-AP ₃	A-AE ₃
29	Undecane	2.951	2.358	0.583	2.413	2.504
30	1-Undecane		2.323	2.176	2.479	
31	2-Undecene,(Z)-			0.222		
32	5-Undecene		0.278		0.257	
33	Cyclododecane	2.969	0.262	2.432		0.376
34	trans-2-nonadecene			0.132		
35	E-5-Eicosene		0.134			
36	Dodecane	3.552	2.752	2.392	2.734	2.845
37	2-Dodecene	0.365	0.306		0.309	0.278
38	Z-5-Dodecene			0.200		
39	1-Dodecene	0.365	2.352			2.844
40	2-butyl-1,1,3-trimethyl-Cyclohexane	0.536	0.146	0.471		
41	1-Tridecene	3.236	2.545	0.280	2.602	3.070
42	6-Tridecene		0.279			0.518
43	Tridecane	4.156	2.894	0.382	2.772	3.163
44	5-Nonadecen-1-ol				0.429	0.553
45	Z-3-Tridecene	0.534				
46	E-5-Tridecene		0.247			0.269
47	E-1,9-Tetradecadiene		0.366	0.388		
48	1-pentyl-2-propyl-cyclopentane	0.416				
49	1-Tetradecene	3.286	2.818		2.935	3.318
50	E-2-Tetradecene		0.418	2.877	0.406	
51	2-Methyl-1-tetradecene		0.314			
52	Tetradecane	4.798	3.390	3.006	3.249	3.408
53	6-Tetradecene	0.481				
54	n-butylcyclohexane	0.518				
55	Hexyl- Cyclopentane	0.621				

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	P	AP ₃	AE ₃	A-AP ₃	A-AE ₃
56	1-Pentadecene	2.996	2.799	2.728	2.778	3.503
57	Pentadecane	4.887	3.543	3.284	3.388	3.557
58	trans-7-pentadecene	0.410	0.374	0.256		
59	1-Hexadecene		2.707	2.668		
60	1-Heptadecene	2.603	0.525			3.236
61	Hexadecane		3.945	3.379	3.717	3.993
62	Z-3-Hexadecene		2.584		2.762	0.575
63	E-2-Octadecadecene-1-ol		0.348	0.339		
64	3-Heptadecene	0.612	0.463	2.429	2.578	2.884
65	Heptadecane	5.136	3.964	3.336	3.749	3.851
66	8-Heptadecene		0.401	0.387		0.466
67	3-Heptadecene, (Z)-	0.525	0.463	0.318		0.443
68	Cyclododecanemethanol		0.308	2.127	0.290	0.379
69	Cyclotetradecane	0.392				
70	8-Hatadecene	0.431				
71	1-Octadecene		2.214	0.381	2.190	1.642
72	Octadecane			3.291	3.803	3.855
73	5-Octadecene, (E)-		0.519		0.396	0.421
74	Z-5-Nonadecene		1.891	1.810	1.953	2.040
75	Nonadecane		4.006	3.217	3.722	3.696
76	1-Octadecene	1.598			1.902	
77	Eicosane	3.607	3.923	3.343	3.782	3.465
78	1-Octadecene	0.986				
79	Octadecane	4.711				
80	5-Octadecene	0.447				
81	Cis-2-Methyl-7-Octadecene	0.303				
82	Heneicosane		3.693	2.843	3.372	3.472
83	Z-5-Nonadecene	1.310				1.303

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	P	AP ₃	AE ₃	A-AP ₃	A-AE ₃
84	1-Docosene		1.092			0.932
85	Docosane	2.465	3.694	2.752	3.368	3.037
86	1-Nonadecene		0.714	0.863	1.015	0.703
87	Nonadecane	4.154	3.143		2.984	2.711
88	Cyclotetracosane		0.483	0.430		0.511
89	Tetracosane		2.696	2.349		2.129
90	Pentacosane	0.950	2.149	2.301	2.754	1.752
91	Tetracosane	1.426			2.572	
92	Octacosane		0.922	2.192	1.276	
93	Nonacosane		0.596	1.983	2.194	
94	1-Tricosene	0.396				
95	Triacontane		0.384	1.777		
96	Tetracosane	1.426			2.572	
97	Z-9-Tricosene	0.121				
98	Hexacosane	0.817				
99	Cyclotetracosane	0.224			0.497	
100	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-		0.119	0.287		
101	4-Methoxy-3-(3-Methoxyphenyl)- 4-methylpentan-1-ol	0.096				

เมื่อแบ่งช่วงของจำนวนคาร์บอนอะตอม
ในน้ำมันไพโรไลซิสเป็น ช่วงน้ำมันเบนซิน C_6-C_{12}
ช่วงน้ำมันก๊าด $C_{10}-C_{14}$ ช่วงน้ำมันดีเซล $C_{14}-C_{19}$
และช่วงน้ำมันหล่อลื่น $C_{19}-C_{35}$ พบว่าน้ำมัน
ไพโรไลซิสที่ผ่านการดูดซับกลิ่นแล้วจะอยู่ใน
ช่วงน้ำมันดีเซลมากที่สุด โดยตัวอย่าง A-AE₃ มี
น้ำมันในช่วงดีเซลคิดเป็นร้อยละ 27.79 รองมา
เป็นช่วง $C_{10}-C_{14}$ ร้อยละ 26.38

5. สรุปผล

น้ำมันไพโรไลซิสจากขยะพลาสติกพอลิ-
เอทิลีน เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดอัดแท่งปริมาณ
3% โดยน้ำหนักที่ผ่านการกระตุ้นด้วยกรด
HNO₃ มาดูดซับกลิ่น ทำให้สามารถลดสารอินทรีย์
ที่ก่อให้เกิดกลิ่นได้เมื่อเทียบกับน้ำมันไพโรไลซิส
ที่ไม่ผ่านการดูดซับกลิ่น ส่วนสมบัติของน้ำมันมี
จุดวาบไฟที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำมันดีเซล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ทุนงบประมาณ รายได้ประจำปี 2555 และขอขอบคุณภาควิชา วิศวกรรมวัสดุและโลหะการที่ช่วยเหลือในการ ตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ด้วย เครื่อง SEM

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pinto, F. Costa, P. Gulyurlu, I., Cabrita, I., Pyrolysis of plastic wastes. 1. Effect of plastic waste composition on product yield, J Anal Appl Pyrolysis 1999; 51:39.
- [2] Seo, YH. Shin, DH., Determination of paraffin and aromatic hydrocarbon type chemicals in liquid distillates produced from the pyrolysis process of waste plastics by isotope-dilution mass spectrometry, Fuel 2002;81:2103
- [3] Tsai, CJ. Chen, ML. Chang, KF. Mao, IF., The pollution characteristics of odor, volatile organochlorinated compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from plastic waste recycling plants, Chemosphere 2009;74:1104
- [4] เดชา ฉัตรศิริเวช, 2552. กระบวนการ ดูดซับ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- [5] ศิริินภา บุตรดี, ญัฐธิญา อิมละม้าย, ญัฐชา เพ็ชรยิม. การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง จากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการ ไพโรไลซิส, ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและ วัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชภัฏธนบุรี; 2553.