

การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนาสด

Production of Petroleum fuel from the latex of yaang naa

นิตยาภรณ์ ไชยรัตน์

Nittayaporn Chairut

เสาวณีย์ ทองจำรูญ

Saowanee Tonggumroon

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

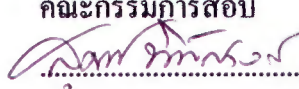
Bachelor of Science in Chemistry

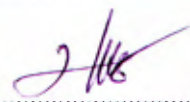
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

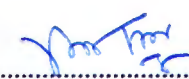
2548

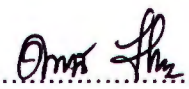
ชื่อโครงการ การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากยางนา
ผู้เขียน 1.นางสาวนิตยาภรณ์ ไชยรัตน์
 2.นางสาวเสาวณีษ์ ทองจำรูญ
สาขาวิชา เคมี

คณะกรรมการที่ปรึกษา
 ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุคนธ์ พิทักษ์วงศ์)

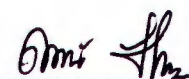
คณะกรรมการสอบ
 ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุคนธ์ พิทักษ์วงศ์)

 กรรมการ
(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

 กรรมการ
(อาจารย์ปวีณา หนูคง)

 กรรมการ
(อาจารย์ดวงรัตน์ ทองคำ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้นับโครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี


(อาจารย์ดวงรัตน์ ทองคำ)
ประธานหลักสูตร โปรแกรมวิชาเคมี

ชื่อวิจัย การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนาสด
ผู้วิจัย นางสาวนิตยาภรณ์ ไชยรัตน์
 นางสาวเสาวณีย์ ทองจำรูญ
สาขาวิชา เคมี
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณสมบัติการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนาสด ซึ่งได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2547 ถึง เดือนมิถุนายน 2548 ซึ่งวิเคราะห์โดยการนำน้ำมันยางนาสดมากลั่นลำดับส่วน โดยใช้ผงอะลูมินัมเป็นตัวตะกอนไล่ อัตราส่วนที่ใช้ น้ำมันยาง 80 g ต่อผงอะลูมินัม 4 g นำมาหาจุดเดือดจุดเยือกแข็ง หาค่ามวลโมเลกุล หาค่าความหนาแน่น หาค่าความหนืด และหาค่าพลังงานความร้อน

ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่ามวลโมเลกุลเท่ากับ 117 ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.84 gcm^{-3} ค่าความหนืดเท่ากับ 2.10 cm.s^{-2} และค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 39952 J/g ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นน้ำมันเนฟธา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากยางของต้นยางนา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรของปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ในการทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือ
ของหลายๆ ฝ่ายผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ สุคนธ์ พิทักษ์วงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาช่วยเหลือและให้ข้อเสนอ
แนะต่างๆ จนงานวิจัยในครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเคมีทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้
ให้ผู้เขียนจนผู้เขียนประสบความสำเร็จ

นิตยาภรณ์ ไชยรัตน์

เสาวณีย์ ทองจำรูญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	36
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	36
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	36
2 วิธีการดำเนินการวิจัย	37
2.1 วัสดุของการวิจัย	37
2.2 อุปกรณ์ของการวิจัย	37
2.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	38
3 ผลการวิจัย	45
4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	54
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง	
1.1 องค์ประกอบของธาตุที่สำคัญในปิโตรเลียม	7
1.2 องค์ประกอบของธาตุที่สำคัญในน้ำมัน	8
1.3 คุณสมบัติบางประการของไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆ	9
1.4 แสดงชนิดของไฮโดรคาร์บอนที่พบในน้ำมันดิบ	10
1.5 กำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน	19
1.6 แสดงข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซล	24
1.7 แสดงข้อกำหนดมาตรฐานของเซลล์ดีโซลีน	25
1.8 แสดงความหนืดน้ำมันเตาที่หัวฉีดแบบต่างๆ	28
3.1 ค่าจุดเดือดของสารตัวอย่าง	45
3.2 ค่าจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่าง	46

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ	
1.1 การกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง	15
2.1 น้ำมันยางสด	38
2.2 การให้ความร้อนโดยการกลั่นลำดับส่วน	39
2.3 เครื่องกลั่นลำดับส่วน	40
2.4 การแยกสารตัวอย่าง	40
2.5 การทดสอบความบริสุทธิ์โดยวิธีโครมาโทกราฟี	41
2.6 การหาจุดเดือดของสารตัวอย่าง	42
2.7 การหาจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่าง	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงเนื่องจากสถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ผันผวนทำให้หลายๆ ประเทศต้องแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนที่จะมาทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม ประเทศไทยก็เป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะประเทศไทยไม่สามารถที่จะผลิตน้ำมันเองได้ต้องตั้งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศจึงส่งผลให้ราคาน้ำมันสูงขึ้น

ในคริสต์ศักราช 1999 ประเทศไทยใช้พลังงาน 47,699 กิโลตันต่อภาวะสมมูลของน้ำมัน ซึ่งจะเพิ่มขึ้นมากกว่าปีก่อน 44 % ผลผลิตของปิโตรเลียมและพลังงานชนิดอื่นที่ได้มาใหม่ เช่น แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และลิกไนต์ เพิ่มขึ้น 4.3 % ผลผลิตน้ำมันดิบรวม 1,694 กิโลตัน และน้ำมันดิบที่นำเข้าทั้งหมด 34,860 กิโลตัน แผนกคมนาคมใช้น้ำมันไป 18,991 กิโลตัน ใช้น้ำมันดีเซล 54.1 % ขณะที่ใช้แก๊สโซลีน 27.1 % เนื่องจากราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นในตลาดโลกและในทุกประเทศ ทางด้านการเกษตรซึ่งใช้ปริมาณน้ำมัน 4.5% ได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาผลผลิตที่ตกต่ำและราคาน้ำมันเชื้อเพลิงสูง ความคิดที่จะใช้น้ำมันจากพืชเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ขยายออกไปทั่วทั้งประเทศ(ก้าพล ประทีปชัยกูร และ ชีรวัฒน์ อภิชาติ ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2546 25(3) :317-326)

ได้มีการศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทน โดยการค้นคว้าและทดสอบแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่นๆ เพื่อให้ผลผลิตที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้พลังงานทดแทนเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์มีประโยชน์หลายด้าน สามารถลดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ การใช้พลังงานทดแทนสามารถลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก

จากการทดลองของสถานีวิจัยและเทคโนโลยีของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) พบว่า การเติมไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วและน้ำมันมะพร้าวในอัตราร้อยละ 0.5 สามารถเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นได้ถึง 2 เท่า ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้นเนื่องจากไบโอดีเซลมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10 ทำให้ การผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันมีการกระจายตัวอย่าง

สม้าเสมอ และเป็นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาตรของอากาศต่อน้ำมันได้เป็นอย่างดี จึงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น จึงทำให้กำลังเครื่องไม่ลดลง การใช้ไบโอดีเซลสามารถช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศได้ และในอนาคตมีแนวโน้มที่โรงกลั่นน้ำมันอาจจะผลิตน้ำมันดีเซลไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำมันในประเทศ

ดังนั้นผู้วิจัยจะศึกษาเกี่ยวกับการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยาง (Production of petroleum fuel from the peel of yaaug uaa) เพื่อที่จะได้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติ และช่วยลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1.1 ลักษณะทั่วไปของยางนา

ยางนา มีชื่อวงศ์ *Dipterocarpaceae* สกุล *Dipterocarpus* มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในเกาะบอร์เนียว ไม้ยางนาชอบขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้น โดยเฉพาะในที่ราบริมน้ำทั่วไป การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติปกติไม้ต้นจึงทำให้พบแต่ไม้ยางนาที่มีขนาดใหญ่เป็นส่วนใหญ่ ถ้าไม้มีน้อย ยางนาเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ มีความสูง 30 – 40 เมตร ความสูงถึงกิ่งสดกิ่งแรกประมาณ 20 เมตร ใบเป็นรูปไข่แกมรูปหอก ขนาด 8 – 15 x 20 – 30 เซนติเมตร เนื้อใบหนา ปลายใบรอบเรียบ โคนใบเรียว เส้นแขนงใบมี 14 – 17 คู่ ก้านยาว 4 เซนติเมตร กาบหุ้มยอดมีขนยาวๆสีน้ำตาล ดอกเป็นสีชมพู ออกเป็นช่อสั้นๆตามง่ามใบตอนปลายๆกิ่ง กลีบรองกลีบดอกตอนโคนเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วยและมีครีบตามยาว 5 ครีบ ปลายแยกเป็น 5 แฉก ยาว 2 แฉก สั้น 3 แฉก มีขนสั้นๆ สีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป กลีบดอกมี 5 กลีบ โคนกลีบประสานติด

1.2.1.1.1 การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้ยางนา

ยางนาเป็นพันธุ์ไม้ที่ชอบขึ้นเป็นกลุ่มตามที่ราบชายลำธารในป่าดิบทั่วไปที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 200 – 600 เมตร มีลักษณะการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางตั้งแต่บังคลาเทศ ตอนใต้ของ พม่า ไทย ลาว กัมพูชาและเวียดนาม สำหรับการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยนั้น ไม้ยางนาสามารถขึ้นอยู่ทุกภาคของประเทศ ได้แก่ ภาคเหนือมีในจังหวัด เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูนและกระจัดกระจายอยู่ในป่าสองข้างถนนของสายลำพูน – ดาก – กำแพงเพชร และจากกำแพงเพชร – นครสวรรค์ จะพบเห็นยางนาขึ้นกระจัดกระจายอยู่ทั้งสองฝั่งถนน และมีมากในจังหวัดนครสวรรค์ และอุทัยธานี ในภาคตะวันออกเจียงเหนือพบทั่วไปในจังหวัดเลย ขอนแก่น และนครราชสีมา ในภาคกลางขึ้นอยู่ทั่วไปแถบจังหวัดสระบุรีและ

กาญจนบุรี ในภาคตะวันออกสามารถขึ้นอยู่ได้ในพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี ชลบุรี จันทบุรี และตราด ในภาคใต้ พบที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ตรัง

1.2.1.1.2 การพัฒนาของดอกและผลของไม้ยางนา

เมื่อฤดูฝนผ่านพ้นไปไม้ยางนาจะแตกใบอ่อนหลายครั้งในระหว่างปลายเดือนตุลาคม ถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ก่อนที่จะถึงระยะออกดอก การแตกใบอ่อนของไม้ยางนาจะเริ่มต้น หลังจากไม้ยางนาทิ้งใบหมดแล้ว ซึ่งจะกินเวลา 2 สัปดาห์ แต่ในบริเวณเดียวกัน ไม้ยางนาแต่ละต้นจะมีการร่วงของใบไม่พร้อมกัน เมื่อใบร่วงหมดส่วนปลายของกิ่งจะเริ่มพองตัว และยื่นยาวออกมีลักษณะเป็นกาบหุ้มปลายยอด และมีการเปลี่ยนแปลงขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ ส่วนที่หุ้มตาซึ่งอยู่ในหูใบ จะยืดยาวเต็มที่แล้วคลี่ออกในที่สุดจะร่วงหล่นไป หู ใบที่ห่อหุ้มส่วนยอดจะปรากฏเป็นชั้นๆ ซึ่งเป็นชั้นของแต่ละปล้อง ด้านนอกของหูใบจะมีขน ซึ่งภายในจะมีตาที่เจริญเติบโตเป็นกิ่งก้านต่อไป การเจริญเติบโตของกิ่งก้านนี้จะเร็วไปอย่างรวดเร็ว เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีประมาณ 6 – 8 ปล้อง เมื่อไม้ยางนาเจริญเติบโตถึงระยะออกดอกผลได้แล้ว การแตกใบอ่อนของไม้ยางนาจะเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว พร้อมทั้งมีตาดอกเกิดขึ้นที่ข้างกิ่งที่แตกออกมาใหม่ เมื่อใบอ่อนเริ่มคลี่ออก ช่อดอกก็จะเริ่มขยายตัวไปพร้อมๆ กัน และจะมีการเจริญของดอกจากโคนไปยังปลายของช่อดอกซึ่งเป็นแบบ Raceme ดอกกลีบเลี้ยงเป็นห่อและมีหูยาวยื่นออกมา 2 หู กลีบดอกมี 5 กลีบ โคนของกลีบดอกติดและซ้อนเรียงกันเป็นวงกลม ดอกยางนามีเกสรตัวผู้จำนวนมาก ประมาณ 29 – 36 อัน เรียงกันเป็นวงรอบ 3 วง การผสมเกสรของดอกยางนามีทั้งผสมในตัวเองและผสมข้ามดอก เกสรจะช่วยดึงดูดแมลงให้ช่วยผสมเกสร โดยเฉพาะผึ้งเป็นแมลงที่ช่วยในการผสมเกสรของดอกยางนาอย่างมาก ผลของยางนามีฐานห่อหุ้มด้วยท่อนกลีบเลี้ยง แต่ไม่เชื่อมติดผล ฐานกลีบเลี้ยงนี้จะเจริญเติบโตขึ้นตามขนาดของผล และจะมีขนาดใหญ่มากเป็นปีกสองปีก ตามปกติช่อดอกยางนา ช่อหนึ่งจะติดผลเพียง 1 – 3 ผลเท่านั้น ไม้ยางนาต้นหนึ่งๆ จะให้ผลจำนวนมาก ผลจะแก่จัดในราวต้นเดือนพฤษภาคม แล้วร่วงลงพื้นดิน แต่ผลยางนาที่ร่วงลงถึงพื้นดินจะเป็นเมล็ดดี เพียงประมาณ 30 % ของผลยางนาทั้งหมดที่ผลิตได้ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสืบพันธุ์ ผลยางนาที่ร่วงถึงพื้นดินแล้วจะมีเมล็ดที่ใช้ทำการเพาะได้เพียง 57 % นอกนั้นจะถูกแมลงทำลาย 34 % และเน่าเสีย 9 %

1.2.1.1.3 ระยะออกดอกออกผล แบ่งเป็นระยะได้ดังนี้

1. ระยะเจริญของตาปลายสุด เริ่มต้นตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคม ใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์ผลิต Bud swelling
2. ระยะแตกใบอ่อนและแตกช่อดอก ประมาณปลายเดือนมกราคม ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3. ระยะดอกเริ่มบาน ประมาณต้นเดือนกุมภาพันธ์ ระยะเวลาประมาณ 3 สัปดาห์ ดอกก็จะร่วง
4. ระยะติดลูก ประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ ดอกปลายสุดที่บานกลีบเริ่มร่วง ใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์
5. ระยะการเจริญเติบโตของผล ประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ ถึงปลายเดือนมีนาคม
6. ระยะผลร่วง ประมาณปลายเดือนมีนาคม ถึงต้นเดือนพฤษภาคม จึงร่วงหมด

1.2.1.2 ความหมายของไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลก็คือการนำน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์หรือแม้แต่ไขมันที่ใช้แล้วอย่างน้ำมันที่ทอดไก่ หรือปาตองโกมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งแบ่งไบโอดีเซลตามประเภทของน้ำมันที่นำมาใช้ได้ออกเป็น 3 ประเภท

1. น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์

ไบโอดีเซลประเภทนี้ก็คือน้ำมันพืชแท้ๆ (เช่น น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันถั่วเหลือง) หรือน้ำมันจากไขมันสัตว์ (เช่น น้ำมันหมู) ซึ่งสามารถเอามาใช้ได้เลยกับเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่ต้องผสม หรือเติมสารเคมีอื่นใด หรือไม่ต้องนำมาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำมัน

2. ไบโอดีเซลแบบลูกผสม

ไบโอดีเซลชนิดนี้เป็นลูกผสมระหว่างน้ำมันพืช (หรือสัตว์) กับ น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรืออะไรก็ได้เพื่อให้ไบโอดีเซลที่ได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด อย่างเช่น โคโคดีเซล (Coco - Diesel) ที่ อ. ทับสะแก ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าด หรือปาล์มดีเซล (Palm - Diesel) เป็นการผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซล

3. ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์

ไบโอดีเซลประเภทนี้ต้องผ่าน กระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) เสียก่อน นั่นคือ การนำเอาน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้เอสเทอร์ โดยจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

ไบโอดีเซลชนิดเอสเทอร์นี้มี คุณสมบัติที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด ทำให้ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์สามารถนำมาใช้กับรถยนต์ได้ แต่ปัญหาที่จะมีก็คือต้นทุนการผลิตที่แพง

ข้อดีข้อเสียของไบโอดีเซลเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

1. น้ำมันพืชหรือสัตว์

พวกน้ำมันพืชหรือสัตว์พันธุ์แท้คุณสมบัติของมันต่างกับดีเซลค่อนข้างมาก คือ ปัญหาเรื่องการสันดาปไม่สมบูรณ์ เครื่องสะดุด มีผลต่อลูกสูบและวาล์ว มีตะกอนขาวหลงทางออกไม่ได้ อยู่ในถังน้ำมัน มีความหนืดสูงที่อุณหภูมิต่ำลงทำให้สตาร์ทไม่ติดไปเลยในที่อากาศเย็นๆ ข้อดีก็คือราคาถูก ใช้ได้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ แต่ก็ไม่ค่อยนิยมใช้กัน

2. ไบโอดีเซลลูกผสม

ไบโอดีเซลประเภทนี้เกิดจากการผสมกันระหว่างน้ำมันพืชและน้ำมันปิโตรเลียม ทำให้ลดปัญหาเรื่องความหนืดลง แต่ก็ปัญหาเรื่องการอุดตันของเครื่องยนต์คือไส้กรองจะอุดตันเร็วกว่าปกติ คุณสมบัติส่วนมากจะเหมือนกับน้ำมันดีเซล เครื่องจะเดินเรียบไม่มีปัญหาเรื่องสะดุดกุกกักเหมือนแบบแรก เครื่องสตาร์ทดีดง่าย (แต่อาจต้องมีการอุ่นน้ำมันก่อน) เหมาะสำหรับการใช้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ หรือเครื่องจักรกลการเกษตร

3. ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์

ข้อดี คือ ค่าซีเทน (Cetane ค่าดัชนีการจุดติดไฟ) สูงกว่าน้ำมันดีเซล คือจุดติดไฟได้ง่ายกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การจุดระเบิดทำได้ดี การสันดาปสมบูรณ์ คาร์บอนมอนอกไซด์ก็เลยน้อย ไม่มีควันดำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซ้ำเติมสิ่งแวดล้อม ความหนืดคงที่ ข้อเสีย ต้นทุนสูงกว่าไบโอดีเซลแบบอื่นๆ เครื่องยนต์ให้กำลังต่ำกว่าน้ำมันดีเซล มีการสร้างแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) เพิ่มขึ้น และอาจต้องดัดแปลงส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่เป็นยาง (Rubber) ซึ่งถูกทำลายโดยไบโอดีเซล ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์นี้ใช้กับเครื่องยนต์รอบสูงอย่างรถยนต์ได้ (<http://www.tisi.go.th/lab/testing/test109t.html>)

1.2.1.3 องค์ประกอบของปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมมีต้นกำเนิดมาจากสารประกอบอินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ที่สะสมตัวปะปนกับตะกอนชนิดต่างๆ โดยเฉพาะตะกอนที่มีอนุภาคเล็ก หรือตะกอนก้ำพวกคาร์บอนेट ซึ่งตกตะกอนสะสมตัวอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีพลังงานต่ำ และขาดแคลนออกซิเจน ตามบริเวณแอ่งบนพื้นผิวโลกทั้งบนบกและในทะเล ภายหลังที่ตะกอนสะสมตัวและทับถมฝังจมลงในแอ่งตะกอนเป็นเวลานานหลายล้านปี ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายใต้อิทธิพลของความร้อนจากภายในโลก และความกดดันที่เพิ่มขึ้นจากตะกอนที่ทับถมตัวอยู่เบื้องบน ตะกอนก็จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นหินตะกอน ส่วนสารประกอบอินทรีย์ประเภทที่ระเหยหรือละลายน้ำได้ง่าย ก็จะถูกขับออกไปเป็น

หินตะกอนในช่วงเวลาระยะแรกๆของการเปลี่ยนแปลง คงเหลือไว้แต่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นของแข็งที่เรียกว่า คีโรเจน ซึ่งเป็นสารต้นกำเนิดปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมจะหมายถึง น้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติ ซึ่งน้ำมันดิบจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกันออกไป อาจจะมีสีเหลือง สีเขียว น้ำตาลหรือดำ แต่ส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาลหรือดำ มีกลิ่นคล้ายน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป หรือบางชนิดจะมีกลิ่นของสารอื่นผสมด้วย เช่น กลิ่นกำมะถันและกลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือแก๊สไข่เน่า เป็นต้น ความหนืดของน้ำมันดิบจะแตกต่างกันไป ตั้งแต่เป็นของเหลวเหมือนน้ำ จนถึงความหนืดคล้ายยางมะคอบ ค่าความหนืดจะมีช่วงกว้างประมาณ 0.80 – 0.97 ที่อุณหภูมิ 15.6 °C ซึ่งจะเบาหรือน้ำ ดังนั้นเมื่อนำน้ำมันดิบไปรวมกับน้ำ น้ำมันดิบจะลอยอยู่บนน้ำ

สำหรับแก๊สธรรมชาติแห้งจะไม่มีสีและไม่มีกลิ่น ส่วนแก๊สธรรมชาติเหลวจะมีลักษณะคล้ายน้ำมันเบนซิน แก๊สธรรมชาติแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไป เช่นเดียวกับน้ำมันดิบ คุณสมบัติของปิโตรเลียมแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไป ตามองค์ประกอบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่รวมอยู่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและชนิดของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแหล่งปิโตรเลียม โดยทั่วไปแล้วปิโตรเลียมจะประกอบด้วยธาตุต่างๆ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของธาตุที่สำคัญในปิโตรเลียม

ธาตุองค์ประกอบ	% โดยน้ำหนัก
คาร์บอน	83.9 – 86.8
ไฮโดรเจน	11.0 – 14.0
กำมะถัน	0.06 – 8.00
ไนโตรเจน	0.02 – 1.70
ออกซิเจน	0.08 – 1.82
โลหะ*	0.00 – 0.14

* ส่วนใหญ่จะเป็นวาเนเดียม นิกเกิล

ที่มา (Hobson 1984 : 281)

1.2.1.4 ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำมันดิบ

น้ำมันปิโตรเลียมดิบ หรือที่เรียกว่า น้ำมันดิบ เป็นสารผสมที่สลับซับซ้อนองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆ ตั้งแต่โมเลกุลเล็กที่สุดจนถึงโมเลกุลใหญ่ (C_1 จนถึงประมาณ C_{30-40}) นอกจากนี้ยังมีสารอินทรีย์ที่มีกำมะถันออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอีกหลายชนิด น้ำมันดิบที่ค้นพบตามที่แตกต่างกัน จะมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป บางชนิดมีไขมาก บางชนิดมียางมะตอยมาก อาจจะมีสีฟางข้าว สีเขียว น้ำตาล หรือดำ แต่ส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาลหรือดำ

ส่วนใหญ่ของน้ำมันดิบจะเป็นของเหลว แต่ก็อาจจะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นแก๊สและของแข็งละลายผสมอยู่ได้ ซึ่งเราสามารถแยกเอาแก๊สออกมาได้จากส่วนผสม โดยการลดความดันในขณะที่ผลิตน้ำมันดิบ หรือในระหว่างกระบวนการแรกๆ ของการกลั่น สำหรับส่วนที่เป็นของแข็งจะได้ออกมาจากการกลั่น ในรูปของยางมะตอย (Bitumen) และขี้ผึ้ง (Wax) บางส่วนก็อาจคงอยู่ในลักษณะของสารละลายในผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เป็นของเหลวไฮโดรคาร์บอน

ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำมันดิบ จะมีคาร์บอนและไฮโดรเจน รวมกันเข้าเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 องค์ประกอบของธาตุที่สำคัญในน้ำมัน

ธาตุองค์ประกอบ	% โดยน้ำหนัก
คาร์บอน	83.9 – 86.8
ไฮโดรเจน	11.0 – 14.0
ออกซิเจน	0.08 – 1.82
กำมะถัน	0.00 – 8.00
ไนโตรเจน	0.02 – 1.70
โลหะ*	0.00 – 0.14

* ที่พบส่วนใหญ่จะเป็นวาเนเดียมและนิกเกิล

ที่มา (Hobson 1984 : 281)

1.2.1.5 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันดิบ

อาจจะเป็นแก๊สของเหลวหรือของแข็งที่ความดันและอุณหภูมิปกติ ขึ้นอยู่กับจำนวนและการจับตัวของอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุล ถ้ามีคาร์บอน 1 – 4 ตัว จะเป็นแก๊ส ถ้ามีคาร์บอน 5 – 20 ตัว จะเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันดิบทุกชนิด มีอยู่ 3 ประเภท คือ

1.2.1.5.1 พาราฟิน (Paraffin) จะเป็นพวกอิ่มตัวมีสูตรทั่วไป คือ $C_n H_{2n+2}$ มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ $C_1 - C_{33}$ ซึ่งเมื่อนำกลุ่มนี้มาแยกจะพบอยู่ในช่วงของน้ำมันก๊าด จะมีจำนวนคาร์บอน $C_{10} - C_{14}$ และในช่วงของแก๊สออยล์ จะมีจำนวนคาร์บอน $C_{14} - C_{18}$

1.2.1.5.2 แนฟทีน (Naphthene) สูตรโมเลกุลทั่วไป คือ $C_n H_{2n}$ เหมาะที่จะนำมากลั่นเป็นแก๊สโซลีน เพราะมีค่าออกเทนสูง การจับตัวเป็นแบบพันธะเดี่ยว จัดเป็นสารประกอบที่อิ่มตัว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบวงแหวน

1.2.1.5.3 อะโรมาติก (Aromatic) เป็นสารประกอบรูปวงแหวนเบนซีน 1 วง หรือมากกว่าหนึ่งวงแหวน ส่วนมากจะพบพวก 1,3 - ไดแอลคิล และ 1,3,4 - ไครแอลคิลเบนซีน

น้ำมันดิบส่วนใหญ่ จะเป็นพวกพาราฟิน มีแนฟทีนบ้างและอะโรมาติกเล็กน้อย สารไฮโดรคาร์บอนแต่ละประเภทมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1.3

ดังนั้นส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอนแต่ละประเภทในน้ำมันดิบ จึงมีผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์น้ำมันต่างๆ ที่กลั่นออกมา

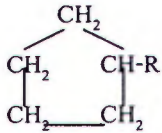
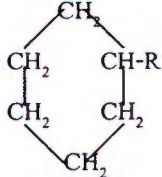
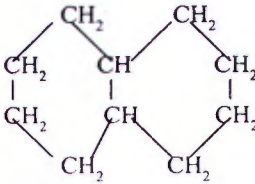
ตารางที่ 1.3 คุณสมบัติบางประการของไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆ

ชนิดของไฮโดรคาร์บอน	เลขออกเทน (Octane Number)	เลขซีเทน (Cetane Number)	โอกาสเกิดควันดำในการเผาไหม้ (Black Smoke Tendency)	จุดไฟเอง (Self Ignition Temp)	จุดไหลเท (Pour Point)
นอร์มอล	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
พาราฟิน	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ
ไอโซพาราฟิน	ปานกลาง	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	ปานกลาง	ต่ำ
แนฟทีน	สูง	ต่ำ	สูง	สูง	ค่อนข้างสูง
อะโรมาติก - โอเลฟิน	ต่ำ/ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ

ที่มา (ตำรา ไซตะมั่งสะ และสุจิตต์ สนองคุณ มปป. 69)

เมื่อนำน้ำมันดิบจากแหล่งต่างๆ กันมาวิเคราะห์พบว่าจะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลัก ในปริมาณที่ต่างๆ กัน ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 แสดงชนิดของไฮโดรคาร์บอนที่พบในน้ำมันดิบ

ชนิดของไฮโดรคาร์บอน	สูตรโครงสร้าง	%
- พาราฟิน (แอลเคน)		
นอร์มอลพาราฟิน (n - paraffin)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{R}$	14
ไอโซพาราฟิน (iso - paraffin)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{R} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	18
- ไซโคลพาราฟิน (แนฟทีน, ไซโคลแอลเคน)		
แอลคิลไซโคลเพนเทน		10
(Alkylcyclopentane)		
แอลคิลไซโคลเฮกเซน		6
(Alkylcyclohexane)		
ไบไซโคลพาราฟิน (Bicycloparaffin)		5
- อะโรมาติก		
แอลคิลเบนซีน (Alkylbenzen)	R	18
อะโรมาติกไซโคลพาราฟิน		5
(Aromatic Cycloparaffin)		
ฟลูออรีน (Fluorene)		3
ไบนิวเคลียร์อะโรมาติก (Binucleararomatic)		17
ไตร และเตตระนิวเคลียร์อะโรมาติก		
(Tri and tetranuclear aromatic)		4

ที่มา (Hatch and Matar 1982 : 8) *R โดยปกติ หมายถึง กลุ่มเมทิล

1.2.1.6 การแยกประเภทน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบอาจแยกประเภทตามองค์ประกอบทางเคมีหรือตามความหนักเบา (โดยใช้อ็องศาเอพีไอ) หรือตามปริมาณของกำมะถันที่มีอยู่ โดยทั่วไปแล้วจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.2.1.6.1 แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี เนื่องจากในน้ำมันดิบมีองค์ประกอบสารพวกไฮโดรคาร์บอนที่ต่างกัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

ก. **น้ำมันดิบฐานพาราฟิน** ประกอบด้วยไฮพาราฟิน ซึ่งมีน้ำหนักเชิงโมเลกุลสูงและเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และมีพวกละเอียดน้อยหรือไม่มีเลย น้ำมันดิบชนิดนี้มีพาราฟินชนิดโซ่ตรงมาก ดังนั้นน้ำมันเบนซินที่ได้จะมีค่าออกเทนต่ำ แต่น้ำมันก๊าดมีคุณภาพสูงไม่มีเขม่า น้ำมันดีเซลที่ได้ก็มีค่าซีเทนสูง เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลความเร็วสูง น้ำมันหล่อลื่นที่ได้จะมีชนิดความหนืดสูง แต่ถ้ามีไขที่มีจุดละลายสูงอยู่ด้วยจะทำให้จุดไหลเทสูงเกินไป ทำให้ต้องมีการสกัดไขออกเสียก่อน

ข. **น้ำมันดิบฐานแนฟทีน** เป็นน้ำมันดิบที่ไม่มีพวกละเอียดหรือมีน้อย แต่จะมีพวกละเอียดมาก จึงอาจเรียกว่า น้ำมันดิบฐานแอสฟัลต์ โดยทั่วไปที่พบในแถบตะวันออกกลางอ่าวเม็กซิโก เวเนซุเอลา มีลักษณะเหนียวข้นเหมือนกับยางมะตอย เมื่อนำมากลั่นจะให้ให้น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูงกว่าพาราฟิน ส่วนน้ำมันก๊าดที่ได้มีคุณภาพปานกลาง

ค. **น้ำมันดิบฐานผสม** คือ น้ำมันดิบที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างชนิดที่หนึ่งและชนิดที่สอง ส่วนเบามีพาราฟินมาก ส่วนหนักมีอะโรมาติกมาก กากที่เหลือจากการกลั่นของน้ำมันฐานนี้จะมีทั้งยางมะตอยและไขหรือขี้ผึ้ง

น้ำมันดิบที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพวกน้ำมันดิบฐานพาราฟิน ซึ่งจะ เป็นพวกไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว มีไฮพาราฟินสูง มีความถ่วงจำเพาะเอพีไออยู่ในช่วง 30 – 40 เหมาะสำหรับนำไปผลิตน้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพดี

1.2.1.6.2 แบ่งตามความหนักเบา น้ำมันดิบที่เป็นของเหลวจะวัดในลักษณะ ปริมาตรหรือน้ำหนัก โดยการเปรียบเทียบกัน จึงจำเป็นต้องทราบความถ่วงจำเพาะของน้ำมันนั้นๆ โดยที่ความถ่วงจำเพาะ คือ น้ำหนักของสารหารด้วยน้ำหนักของน้ำ เมื่อปริมาตรเท่าๆ กัน

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของสาร}}{\text{น้ำหนักของน้ำ}}$$

ในทางปฏิบัติเพื่อสะดวกจะวัดเป็นความถ่วงจำเพาะเอพีไอ ซึ่งเป็นตัวเลขไม่มีหน่วยเป็นการเปรียบเทียบน้ำมันชนิดต่างๆ ได้ง่าย

$$\text{ความถ่วงจำเพาะเอพีไอ} = \frac{141.5}{\text{ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันที่ } 15^{\circ}\text{C}}$$

ถ้าน้ำมันดิบมีความถ่วงจำเพาะเอพีไอ = 10 คือ น้ำมันดิบจะมีความจำเพาะเป็น 1 ในขณะที่น้ำมันดิบส่วนมาก จะมีความถ่วงจำเพาะเอพีไอ ประมาณ 27 – 35

1.2.1.6.3 แบ่งตามปริมาณกำมะถันที่มีอยู่ในน้ำมันดิบ น้ำมันดิบแต่ละแหล่งจะมีปริมาณกำมะถันต่างกัน ตั้งแต่ 0.04–5 % โดยน้ำหนักน้ำมันดิบ ที่มีสารประกอบกำมะถันน้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเรียกว่า “Sweet” หรือ “Low Sulphur” ถ้ามากกว่านี้เราเรียกว่า “Sour” หรือ “High Sulphur” สำหรับน้ำมันดิบที่มีความถ่วงจำเพาะสูง จะมีปริมาณกำมะถันสูงด้วย แต่ก็ไม่น่าอนหนักสารกำมะถันในน้ำมันดิบมีโครงสร้าง

1.2.1.7 คุณสมบัติของน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบจากแหล่งต่างๆ นอกจากจะมีชนิด ปริมาณ องค์ประกอบต่างกันแล้ว คุณสมบัติบางประการที่สามารถทดสอบหาคุณลักษณะของน้ำมันดิบ เพื่อเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันดิบโดยทั่วไป ดังนี้

1.2.1.7.1 ความถ่วงจำเพาะเอพีไอ (API gravity) ซึ่งเป็นตัวเลขไม่มีหน่วย เป็นการเปรียบเทียบน้ำมันชนิดต่างๆ ได้ง่ายเข้า ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันคือไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) การหาค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ ก็เพื่อนำไปใช้ในการหาค่าความร้อนของน้ำมัน หาปริมาณจำเพาะและหาฐานของน้ำมันดิบ โดยทั่วไปพบว่าน้ำมันดิบฐานพาราฟินจะมีค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอสูง ส่วนน้ำมันดิบแนฟทีน จะมีค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอต่ำ

1.2.1.7.2 จุดเด่น (Cloud Point) และจุดไหลเท (Pour Point) ถ้าน้ำมันหนักมาใส่ภาชนะและแช่ให้เย็นทีละน้อย พอถึงอุณหภูมิหนึ่งไขพาราฟินที่ละลายปนอยู่ในน้ำมันนั้นจะเริ่มเกิดผลึก หรือแยกตัวออกจากน้ำมันนั้น ทำให้เกิดผลเห็นเป็นสีขุ่นขาว เราเรียกว่าอุณหภูมิที่จุดนั้นว่า “จุดขุ่น” และถ้าเราแช่ให้เย็นลงไปอีกจนน้ำมันเหนียวข้น อุณหภูมิที่ทำให้น้ำมันนั้นไม่ไหลเมื่อเราเอียงหรือเทภาชนะ ที่บรรจุน้ำมันนั้นเราเรียกว่า “จุดไหลเท” หรือ เป็น

อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันนั้นหยุดไหล แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้ร้อนขึ้นอีกเล็กน้อยก็เริ่มไหลได้ (ตามมาตรฐานจะวัดโดยบวกอุณหภูมิเข้าไป 3°C จากจุดที่น้ำมันไม่ไหล)

โดยปกติจุดขุ่นและจุดไหลเทของน้ำมัน มีประโยชน์ในการบอกคร่าวๆ ว่าในน้ำมันนั้นมีไขพาราฟินปนอยู่มากเพียงใด ถ้าจุดขุ่นและจุดไหลเทมีอุณหภูมิสูง ไขพาราฟินก็จะปนอยู่มากโอกาสแข็งตัวจะมีมากเมื่ออุณหภูมิรอบตัวเย็นเกินไป จะเกิดปัญหายุ่งยาก และเป็นอุปสรรคต่อการเก็บ การสุบถ่าย และการใช้ประโยชน์ เช่น ในการสุบถ่ายไม่ออกเพราะแข็งตัวมาก ก็จะต้องเสียเวลา และต้องมีการอุ่นก่อนเสมอ

สำหรับน้ำมันดิบบางชนิดมีไขพาราฟินน้อย ก็จะไม่แข็งตัวได้ง่าย ในขณะที่อุณหภูมิรอบตัวปกติอย่างในบ้านเรา เช่น น้ำมันดิบชนิดอาเรเบียนไลท์ จากประเทศซาอุดีอาระเบีย มีจุดเท 22°C จะเป็นของเหลวตลอดเวลา แต่น้ำมันดิบที่บริษัทไทยเชลล์ ขุดเจาะพบ คือ น้ำมันดิบเพชร จากแหล่งสิริกิติ์ จังหวัดกำแพงเพชร จะมีไขพาราฟินสูงมากทำให้จุดไหลเทสูงด้วย คือ 33°C เพราะฉะนั้น ในอากาศที่เย็นจะทำให้ น้ำมันดิบเพชรแข็งตัวเป็นไขพาราฟิน จึงต้องมีหน่วยให้ความร้อน ไม่ว่าจะเป็นไอน้ำมันที่ร้อนที่ติดตั้งไว้ในถังเก็บ

1.2.1.7.3 ปริมาณกำมะถัน โดยทั่วไปน้ำมันดิบทุกชนิดมีปริมาณกำมะถันปนอยู่ในรูปของสารประกอบต่างๆ กันมากหรือน้อยไม่แน่นอน แล้วแต่ชนิดหรือแหล่งของน้ำมัน ซึ่งกำมะถันเป็นตัวทำให้เกิดการกัดกร่อนโลหะ และเมื่อมีการเผาไหม้น้ำมัน จะมีก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นและเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

1.2.1.8 กระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันดิบ ซึ่งมนุษย์เราค้นหาและนำมาจากใต้ดินนั้น ต้องผ่านกรรมวิธีต่างๆ ในโรงกลั่นจึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้

การกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง คือ การแยกน้ำมันดิบออกเป็นส่วนต่างๆ ที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน แล้วผ่านน้ำมันเหล่านี้เข้ากระบวนการอื่นๆ และแปรสภาพเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ในบางกรณีเราเติมสารอื่นลงไปเพื่อเพิ่มคุณภาพของน้ำมัน

โดยทั่วไปการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง จะประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ดังนี้

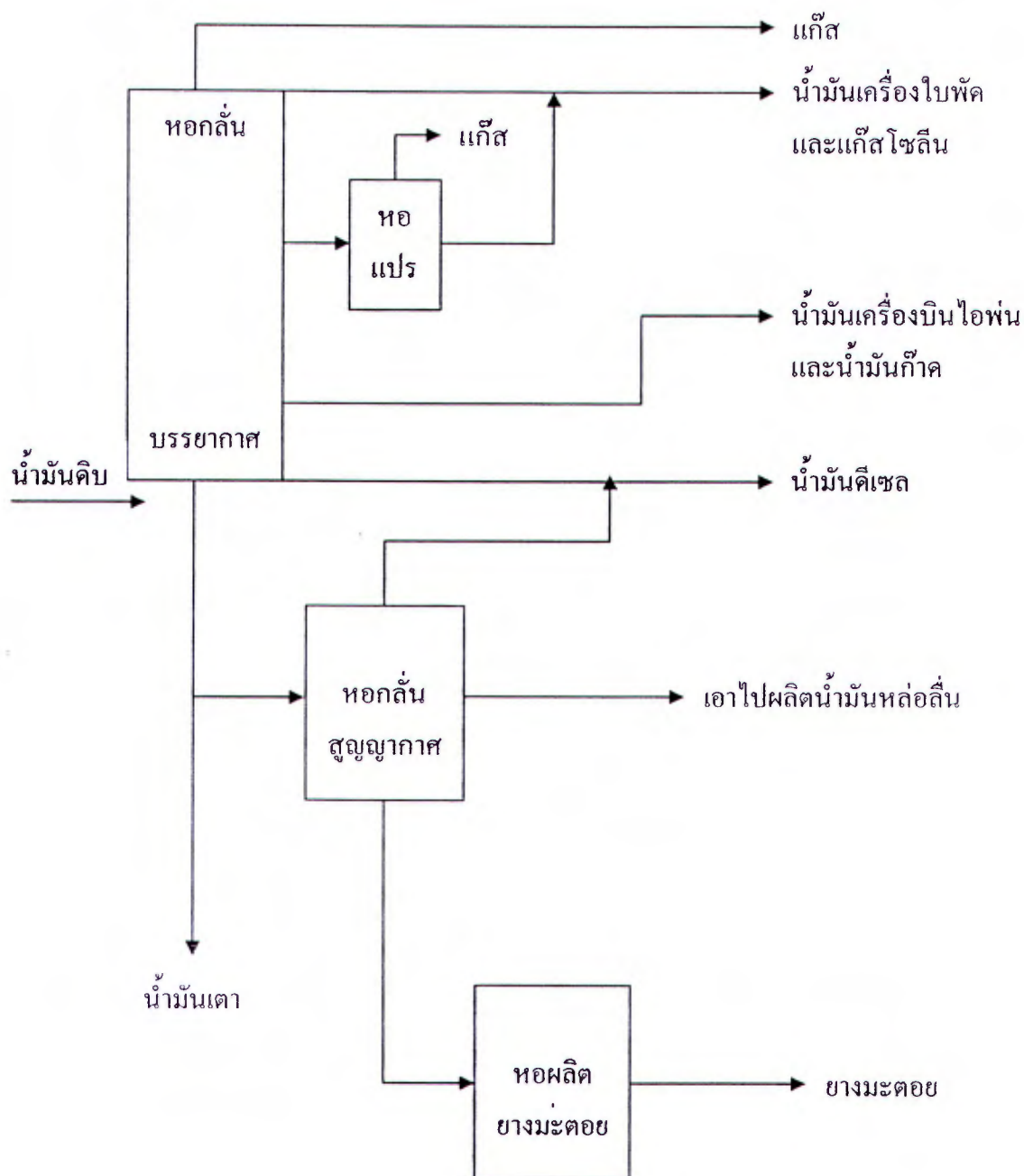
1.2.1.8.1 การกลั่นเบื้องต้นหรือการแยก (Separation) คือการให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบ (ประมาณ 400°C) จนเดือดเป็นไอในหอกกลั่น ไอน้ำมันนี้จะกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวบนถาดที่เรียงกันเป็นชั้นๆ หลายสิบชั้นและจะอยู่ในถาดชั้นใดก็ขึ้นอยู่กับช่วงจุดเดือดของน้ำมันส่วนนั้น ชั้นสุดท้ายของหอกกลั่น จะเป็นแก๊สซึ่งก็คือเชื้อเพลิงเหมือนกับน้ำมันอื่นๆ เราแยกออกจากหอกกลั่นตามช่วงต่างๆ กัน

1.2.1.8.2 การแปรรูปหรือการเปลี่ยนโครงสร้าง (Conversing) เป็นกระบวนการงานเคมีใช้ในการเปลี่ยนน้ำมันให้มีคุณค่าสูงขึ้น โดยการแปรรูปหรือเปลี่ยนโครงสร้างของโมเลกุลของน้ำมันตัวอย่าง เช่น การแปรน้ำมันที่หนักให้แตกตัวเป็นน้ำมันที่เบาซึ่งมีคุณค่าดีกว่า และการแปรผลิตภัณฑ์ ที่เป็นแก๊สให้เป็นน้ำมันแก๊สโซลีน (ที่เรียกกันแพร่หลายว่า เบนซิน)

1.2.1.8.3 การปรับปรุงให้บริสุทธิ์หรือการปรับปรุงคุณภาพ (Treating) คือการจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกจากน้ำมัน เช่น กำมะถัน เมอร์แคปตัน เกลือ เป็นต้น เพื่อให้ได้น้ำมันที่มีความคงตัวและคุณภาพดีขึ้น

1.2.1.8.4 การผสม (Blending) คือ การเอาส่วนต่างๆ ของน้ำมันมาผสมกันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม เช่น เบนซิน น้ำมันเครื่องบินไอพ่น เป็นต้น นอกจากนี้เรายังเติมสารเคมีบางอย่างลงไป เช่น ในน้ำมันเบนซินเพื่อดำเนินการน็อกของเครื่องยนต์ ป้องกันการรวมตัวของน้ำมันกับออกซิเจน ขจัดคราบเขม่า เป็นต้น

แผนผังต่อไปนี้ แสดงการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างง่าย ๆ ซึ่งในโรงกลั่นจริง ๆ จะมีหน่วยต่าง ๆ มากกว่านี้อีกมากมาย



ภาพที่ 1.1 การกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2.1.9 ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม

ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์สำคัญที่สุดประมาณ 85 % ของน้ำมันดิบที่ผลิตได้ใช้สำหรับทำผลิตภัณฑ์ในรูปต่างๆ เพื่อมาเผาไหม้ให้เกิดพลังงานกลขับเคลื่อนเครื่องยนต์และพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในกิจการต่างๆ เชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบอาจแบ่งประเภทใหญ่ๆ คือ

ส่วนที่เบาที่สุดเป็นแก๊ส ในอุณหภูมิและบรรยากาศปกติ

ส่วนที่หนักขึ้น สามารถกลั่นตัวเป็นของเหลวในอุณหภูมิและบรรยากาศปกติ เราเรียกว่าสิ่งกลั่น (Distillate) อย่างเบาได้แก่ น้ำมันเบนซิน อย่างกลางได้แก่ น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

ส่วนที่หนักที่สุด ไม่ระเหยเป็นไอในหอกกลั่นเรียกว่า การกลั่น (Residual Fuel) ซึ่ง ได้แก่ น้ำมันเตา

น้ำมันสำเร็จรูปที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ จัดเป็นเชื้อเพลิงที่ดีมาก เพราะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งโดยตรง เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ และ โดยอ้อม เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันหล่อลื่น จาระบี และเคมีภัณฑ์ต่างๆ ส่วนแก๊สธรรมชาติสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง หรืออาจแยกส่วน ส่วนที่เป็นแก๊สเบา เช่น อีเทน ใช้วัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ รวมทั้งสามารถแยกแก๊สบางส่วน เช่น โพรเพนและบิวเทน ออกเป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลวหรือแก๊สหุงต้มได้ ส่วนที่เหลือก็ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงได้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่กล่าวนี้จะกล่าวเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติ

1.2.1.9.1 แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)

แก๊สธรรมชาติ ได้แก่ แก๊สที่ผลิตได้จากแหล่งแก๊สใต้พื้นพิภพ โดยตรง (Non-Associated Gas) และแก๊สที่ติดมากับน้ำมันดิบ (Associated Gas) ส่วนผสมจึงขึ้นอยู่กับแหล่งผลิต องค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สมีเทนและมีไฮโดรคาร์บอนเบาตัวอื่นๆ คิดมาด้วยก่อนนำไปใช้งานจะต้องมีการแยกสารมลทิน (Impurity) บางชนิดออกเสียก่อน ในการซื้อขายจะคิดราคาตามความร้อนของเชื้อเพลิง เช่น 70 บาทต่อล้านบีทียู ดังนั้น ค่าความร้อนของแก๊สจึงมีความหมายมาก สำหรับแก๊สธรรมชาติในอ่าวไทยจะให้ค่าความร้อนระหว่าง 950 – 150 บีทียู/ลูกบาศก์ฟุต และถ้ามีแก๊สเฉื่อยปนอยู่ประมาณ 25 % แก๊สนั้นจะมีความร้อนเฉลี่ย 900 บีทียู/ลูกบาศก์ฟุต ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ ของแก๊สธรรมชาติและค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

1.2.1.9.2 น้ำมันเบนซิน (Gasoline)

น้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันที่ได้จากการปรุงแต่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันโดยตรง และจากการแยกแก๊สธรรมชาติเหลว (Condensate) มีขนาดโมเลกุลตั้งแต่ขนาดเล็กและระเหยง่าย ตั้งแต่คาร์บอน 4 ตัว เช่น C_4H_{10} ไปจนถึงขนาดใหญ่ซึ่งระเหยยากกว่ามีคาร์บอน 12 ตัว เช่น $C_{12}H_{26}$ จุดเดือดของน้ำมันเบนซินอยู่ในช่วง $30 - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ น้ำมันเบนซินใช้กันมากสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบใช้หัวเทียนจุดระเบิด ซึ่งเรียกว่าเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้กำลังสูงสุดก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน

ก. ประเภทของน้ำมันเบนซิน

ในการแบ่งประเภทของน้ำมันเบนซิน ปัจจุบันกระทรวงพาณิชย์ได้ออกประกาศปรับปรุงมาตรฐานน้ำมันเบนซินใหม่ ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2541 เป็นต้นไป โดยกำหนดตามค่าออกเทนของน้ำมัน ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้บริโภคได้พิจารณาเลือกซื้อใช้น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทนที่เหมาะสม และตรงกับความต้องการของเครื่องยนต์ อันจะทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุดและประหยัด โดยมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

สำหรับมาตรฐานน้ำมันเบนซินใหม่นี้ เป็นน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- (1) น้ำมันเบนซินออกเทน 87 มีสีเขียว
- (2) น้ำมันเบนซินออกเทน 91 มีสีแดง
- (3) น้ำมันเบนซินออกเทน 95 มีสีเหลืองอ่อน

แต่อย่างไรก็ตามน้ำมันเบนซินทั้ง 3 ชนิดนี้ก็ยังมีส่วนประกอบของตะกั่วอยู่ในปริมาณไม่เกิน 0.013 กรัมต่อลิตร

ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกซื้อใช้น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทนตรงหรือใกล้เคียงกับความต้องการของเครื่องยนต์ที่ระบุไว้ในคู่มือประจำรถยนต์ โดยพิจารณาจากมาตรฐานที่กำหนดขึ้นใหม่นี้ ซึ่งการใช้น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทนสูงเกินกว่าความต้องการของเครื่องยนต์ไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แต่ประการใด ในทางตรงกันข้ามทำให้เกิดความสูญเสียค่าทางเศรษฐกิจ

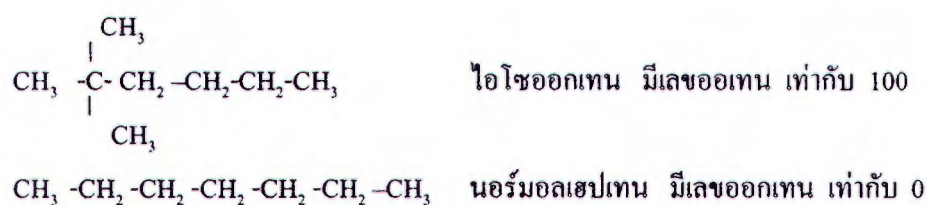
ข. การกำหนดคุณภาพของน้ำมันเบนซิน

ในการกำหนดคุณภาพของน้ำมันเบนซินจะพิจารณาจากเลขออกเทน

(Octane Number) ซึ่งเลขออกเทน คือ ตัวเลขแสดงคุณสมบัติด้านการน็อก (Knock) ของน้ำมันเบนซิน ในสภาพการทำงานปกติของเครื่องยนต์

การน็อก (Knock) คือ การที่อัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ เกิดการสันดาปในห้องเครื่องก่อนถึงจังหวะจุดระเบิดของหัวเทียน ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เมื่อไอน้ำระเบิดก่อนกำหนด คือ ก่อนลูกสูบอัดเต็มที่ แรงระเบิดก่อนกำหนดในลูกสูบจะดันทั้งตัวลูกสูบให้พยายามหมุนย้อนกลับ ทำให้เกิดเสียงกระแทกดัง “แก๊ก” เมื่อทุกลูกสูบเป็นดังนี้เสียงจะดัง แก๊ก แก๊ก แก๊ก ฯลฯ เมื่อเร็วและถี่ขึ้นจึงกลายเป็นเสียง “กราว” หรือเสียง “น็อก” การสันดาปก่อนกำหนดนี้จะทำให้แรงดันบางส่วนที่ไปหมุนเพลาลูกสูบและลูกสูบเสียดสีไป ทำให้เกิดการสะดุด รดแรงไม่ขึ้นและไม่มีกำลัง ซึ่งรถยนต์สมัยใหม่ถูกออกแบบให้ลูกสูบมีอัตราส่วนกำลังอัด (Compressionratio) สูงเพื่อประสิทธิภาพของเครื่องให้มีแรงขับเคลื่อนสูง วิ่งได้เร็ว และใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ อัตราส่วนการอัดสูงนี้ จะทำให้อุณหภูมิในลูกสูบร้อนมากขึ้นกว่ารถยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัดต่ำ ไอน้ำมันจึงระเบิดเองก่อนกำหนดได้ง่ายขึ้น แต่เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารประกอบของตะกั่วผสมอยู่ เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ สารประกอบของตะกั่วอยู่ในน้ำมันส่วนที่ยังไม่เผาไหม้ ตะกั่วออกไซด์นี้จะเป็นตัวหน่วงทำให้การสันดาปก่อนถึงจังหวะจุดระเบิดของหัวเทียนไม่เกิดขึ้น

เลขออกเทนสามารถวัดได้ด้วยเครื่องยนต์มาตรฐานสูบเดียว ที่สามารถปรับอัตราส่วนการอัดตัวได้ เรียกว่า เครื่องยนต์ซีเอฟอาร์ (Cooperative Fuels Reserch, CFR) ตามวิธีทดสอบของสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งอเมริกา (ASTM) โดยใช้เชื้อเพลิงมาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบและกำหนดให้



ดังนั้นน้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทนเท่ากับ 95 จะมีคุณสมบัติเทียบได้กับน้ำมันที่ผสมด้วยไอโซออกเทน 95 % โดยปริมาตร และนอร์มอลเฮปเทน 5 % โดยปริมาตร

ตารางที่ 1.5 กำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน

การกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซิน โดยกระทรวงพาณิชย์ 2532

ข้อกำหนด	พิเศษ	ธรรมดา
1. ค่าออกเทน		
1.1 ผู้ผลิต	ไม่ต่ำกว่า 95.0	83.0
1.2 ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า 94.6	82.6
2. ปริมาณตะกั่ว (กรัม/ลิตร)	ไม่สูงกว่า 0.40	0.40
3. ความดันไอ ณ 37.8 °C	ไม่สูงกว่า 62 (9psi)	62 (9psi)
4. ปริมาณยางเหนียว	ไม่สูงกว่า 0.005	0.005
5. ปริมาณกำมะถัน	ไม่สูงกว่า 0.02	0.20
6. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	ไม่สูงกว่าหมายเลข 1	หมายเลข 1
7. การกลั่น		
อุณหภูมิระเหย 10 %	ไม่สูงกว่า 75	75
อุณหภูมิระเหย 50 %	ไม่สูงกว่า 75 - 125	75 - 125
อุณหภูมิระเหย 90 %	ไม่สูงกว่า 190	190
จุดเดือดสุดท้าย (ซ)	ไม่สูงกว่า 215	215
กากน้ำมัน % ปริมาตร	ไม่สูงกว่า 2.0	2.0
8. สี	เหลืองอ่อน	แดง

1.2.1.9.3 น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel)

น้ำมันดีเซลเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แต่จะมีช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างมาก ภายในกระบอกสูบแล้วฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อทำการเผาไหม้วงจรของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยขั้นตอนการส่งอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ การอัดอากาศภายในกระบอกสูบ การฉีดเชื้อเพลิงเป็นฝอยเข้าไปซึ่งเผาไหม้ทันที แก๊สจากการเผาไหม้ขยายตัวและปล่อยแก๊สจากการเผาไหม้ออกไป

ก. ชนิดของน้ำมันดีเซล เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลมีขนาดและรูปร่าง และการเผาไหม้ที่แตกต่างกันไป เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานในสภาวะต่างๆ ดังนั้นจึงต้องมีน้ำมันดีเซลที่มีคุณภาพเหมาะสมกับเครื่องยนต์เหล่านั้น ซึ่งในประเทศไทยจะมีน้ำมันดีเซล 2 ชนิด คือ

(1) น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Automotive Diesel Oil, ADO หรือ Gas Oil) ซึ่งมีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น น้ำมันโซล่า หรือน้ำมันดีซ่า ถ้าใช้สำหรับเรือเดินทะเล จะเรียกว่า มารินดีเซลออยล์ เป็นน้ำมันที่ทางรัฐบาลกำหนดให้มีเลขซีเทนอย่างต่ำ 47 ซึ่งสามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์หมุนเร็ว

(2) น้ำมันดีเซลหมุนช้า (Industrial Diesel Oil, IDO) ซึ่งบางครั้งเรียกว่า น้ำมันซีโล่ ถ้าใช้กับเรือเดินทะเลจะเรียกว่า มารินดีเซลออยล์ เป็นน้ำมันที่รัฐบาลกำหนดให้มีเลขซีเทนอย่างต่ำ 45 ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนปานกลางและหมุนช้า

น้ำมันทั้งสองประเภทคล้ายคลึงกัน แต่ก็มีความต้องการด้านคุณภาพ ผิดกัน โดยน้ำมันดีเซลหมุนเร็วจะมีข้อกำหนดคุณภาพที่เข้มงวดกว่า เพื่อให้เหมาะกับเครื่องยนต์ และการใช้งาน จึงมีราคาแพงกว่า

ข. คุณสมบัติของน้ำมันดีเซล

(1) คุณภาพในการติดไฟ (Ignition Quality) คุณสมบัติในการติดไฟของน้ำมันดีเซล จะแสดงถึงความสามารถในการติดเครื่องยนต์ได้เร็วเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิ ต่ำ การป้องกันการเคาะในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้ ภายในกระบอกสูบ การเผาไหม้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูง คุณสมบัติเหล่านี้อาจแสดงออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทน (Cetane Index) หรือเลขซีเทน (Cetane Number)

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปในห้องเผา ของเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ต้องการเวลาเพียงเล็กน้อย ในการระเหยตัวและผสมกับอากาศก่อนเกิดการลุกไหม้ด้วยตัวเอง ช่วงเวลานี้เรียกว่า ช่วงหน่วงลุกติดไฟ (Ignition Delay) ถ้าช่วงหน่วงลุกติดไฟนาน ก็จะทำให้มีการสะสมของน้ำมันดีเซลอยู่ในห้องเผาไหม้ เมื่อเกิดการลุกไหม้มากขึ้น จึงมีการเผาไหม้รุนแรง และไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องลดช่วงหน่วงลุกติดไฟเหลือน้อยที่สุด

เลขซีเทน (Cetane Number) ของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว คือ ตัวเลขที่ใช้บ่งชี้ช่วงหน่วงลุกติดไฟของน้ำมันที่ได้มาจากการทดสอบ ในเครื่องยนต์มาตรฐาน CFR โดยการกำหนดใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาตรฐาน 2 ชนิด คือ นอร์มอลซีเทน ($C_{16}H_{34}$) ซึ่งมีการจุดระเบิดดี มาก ลุกติดไฟง่ายมีหลังปี พ.ศ. 2505 ใช้เฮปตะเมทิลโนเนน (Heptamethylnonane) ซึ่งมีเลขซีเทนเท่ากับ 15 เป็นเชื้อเพลิงอ้างอิงแทนแอลฟาเมทิลแนฟทาลิน

ในการทดสอบทำได้โดยวัดช่วงหน่วงลุกติดไฟ ของเชื้อเพลิงที่ทดสอบ เปรียบเทียบกับน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันอ้างอิงทั้งสอง ตามวิธีทดสอบ ASTM 613 เลขซีเทน เป็นเลขจำนวนเต็มใกล้เคียงกับร้อยละโดยปริมาตรของนอร์มอลซีเทนในน้ำมัน ผสมระหว่างนอร์มอลซีเทนกับเฮปตะเมทิลโนเนน ซึ่งมีค่าช่วงหน่วงลุกติดไฟ เทียบเท่ากับน้ำมันที่มาทดสอบโดย

$$\text{เลขซีเทน} = \% \text{ นอร์มอลซีเทน} + (0.15) \% \text{ เฮปตะเมทิลโนเนน}$$

โดยทั่วไปน้ำมันเครื่องยนต์ดีเซล จะมีเลขซีเทนเท่ากับ 45 – 55

ดัชนีซีเทน (Cetane Index) เนื่องจากการหาเลขซีเทนนั้นสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่าย จึงมีค่าพัฒนาวิธีการซึ่งใช้ประมาณเลขซีเทน หาได้จากค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ และอุณหภูมิของการกลั่นที่ 50 % หรือจุดกลางของการเดือด (Mid – Boiling Point) ของน้ำมันค่าที่ได้ประมาณได้ เรียกว่า Calculated Cetane Index , CCI (ASTMD 976) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับ ข้อมูลจากโมโนกราฟ ของ ASTM D – 976

ดัชนีดีเซล (Diesel Index) ได้จากค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ และจุดอะนิลีน (Aniline Point) ที่ทดสอบด้วยวิธี ASTM 611 (ซึ่งเป็นการทดสอบที่หาอุณหภูมิต่ำที่สุดที่น้ำมันเชื้อเพลิงรวมเป็นเนื้อเดียวกับอะนิลีน) โดยใช้สูตร

$$\text{ดัชนีดีเซล} = \frac{\{\text{Aniline Point (}^{\circ}\text{F)}\} \{\text{API Gravity}\}}{100}$$

ดัชนีดีเซลไม่ค่อยนิยมใช้เพราะไม่สู้ใกล้เคียงกับเลขซีเทนนับเบอร์ และอาจทำให้เข้าใจสับสนได้ โดยเฉพาะเมื่อใช้กับเชื้อเพลิงผสม

(2) ความสะอาด (Cleanliness) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญน้ำมันดีเซล จะต้องมีความสะอาดทั้งก่อน และหลังมีการเผาไหม้ เช่น จะต้องมิตะกอน น้ำ กาก ถ่าน หรือเขม่าที่น้อยที่สุด ที่จะทำได้ เนื่องจากระบบเครื่องยนต์ดีเซลต้องใช้ปั๊มและหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาไหม้

(3) การกระจายเป็นฝอย (Fluidity - Atomization) คุณสมบัติอันนี้ขึ้นอยู่กับความหนืด หรือความข้นใสของน้ำมันดีเซล ความหนืดที่พอเหมาะจะทำให้การกระจายเป็นฝอยได้ดี ในขณะที่หัวฉีดได้ฉีดน้ำมันในช่วงเริ่มการเผาไหม้ และความหนืดของน้ำมันดีเซลมีผลต่อระบบปั๊มของน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะน้ำมันจะทำหน้าที่หล่อลื่นลูกสูบปั๊ม ไปในตัวด้วย

ความหนืดของน้ำมันมีอิทธิพลต่อรูปร่างของละอองน้ำมัน ที่ฉีดออกมาจากหัวฉีด หากน้ำมันมีความหนืดสูง จะทำให้การฉีดเป็นฝอยไม่ดี ละอองน้ำมันมีขนาด

ใหญ่ น้ำมันจะพุ่งไปไกล และเป็นสาย ทำให้น้ำมันรวมกับอากาศไม่ดี ทำให้การสันดาปไม่สมบูรณ์ เครื่องกำลังตก น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนืดต่ำไป จะทำให้น้ำมันที่พ่นออกมาเป็นฝอยละเอียดมาก จึงไม่พุ่งไปไกลเท่าที่ควร การสันดาปจะไม่ดี กำลังและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ตกเช่นกัน นอกจากนี้การสึกหรอของชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงอาจมากขึ้น เนื่องจากน้ำมันใสจะทำให้การหล่อลื่นไม่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปั๊มแบบโรตารี ซึ่งอาศัยการหล่อลื่นจากน้ำมันเชื้อเพลิงเท่านั้น โดยทั่วไปน้ำมันเชื้อเพลิงมักจะมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1.8–4.1 เซนติสโตกที่ 40 องศาเซลเซียส

(4) จุดอะนิลีน (Aniline Point) คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่สารอะนิลีนและตัวอย่างน้ำมันที่มีปริมาณเท่ากันรวมตัวกันได้หมด การหาจุดอะนิลีนทำได้โดยเอาอะนิลีนกับตัวอย่างน้ำมันใส่ในหลอดทดลอง แล้วกวนให้เข้ากัน เพิ่มความร้อนจนละลายเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วให้ความเย็นตามอัตราที่กำหนดจนสารแยกตัวออกจากกัน จุดที่แยกตัวนี้ คือ จุดอะนิลีน ผลิตภัณฑ์ที่มีจุดอะนิลีนสูงจะมีสารอะโรมาติกและแนฟทีนน้อย โดยทั่วไปสารอะโรมาติกจะทำให้ยางพอง พวกวาพาราฟินจะมีจุดอะนิลีนสูง ส่วนโอเลฟินจะมีจุดอะนิลีนปานกลาง อะนิลีนคือ สารอินทรีย์ที่มีสูตรทางเคมี $C_6H_5NH_2$ มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี คล้ายน้ำมันใสๆ ถ้าถูกแสงจะกลายเป็นสีน้ำตาล เป็นพิษ ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำผลิตภัณฑ์เคมีต่างๆ

(5) ความสามารถในการระเหย (Vallatility) วัดได้จากการกลั่นโดยวิธี (ASTM D 86X) การระเหยตัวของน้ำมันดีเซลมีความสำคัญต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ที่มีรอบสูงและรอบปานกลาง ถ้าน้ำมันระเหยช้าเกินไป จะทำให้น้ำมันฉีดเป็นฝอยไม่ดี แต่หากระเหยง่ายไปก็เกิดเวเปอรอล็อก ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ทั่วไปแล้วช่วงของการกลั่นของน้ำมันควรจะต่ำที่สุด โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางด้านจุดวาบไฟ การลุกติดไฟ ค่าความร้อนตลอดจนความหนืดเสียไป อุณหภูมิการกลั่น ASTM น้ำมันควรมีช่วงการกลั่น ที่พอเหมาะมักใช้จุดเดือดกลั่นกลางหรือจุด 50 % ประมาณ 300 °C อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันน้ำมันมิให้จุดเดือดสูงเกินไป อันจะทำให้เกิดควัน มีกลิ่นเหม็นและเครื่องสกปรก จะมีข้อกำหนดจุดเดือด 90 % ไว้ไม่ให้สูงกว่า 357 °C (เดิมกำหนดไว้ไม่ให้สูงกว่า 370 °C สำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว)

(6) สี (Colour ASTM) สีของน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทนี้ไม่ได้เป็นสิ่งสำหรับพิจารณาคุณภาพของน้ำมัน แต่ได้กำหนดไว้ให้อยู่ในมาตรฐานของ ASTM ไม่เกิน 3 ซึ่งเป็นสีคล้ายกับสีขาว สีของน้ำมันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ คือ มีสีเข้มขึ้นถ้าเก็บไว้นานๆ แต่ก็มิได้ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันด้านการสันดาปเปลี่ยนแปลงไป

(7) ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ (Gross Heat of Combustion) จะมีค่าประมาณ 9191 กิโลกรัมแคลอรี/ลิตร ที่ 30 °C

(8) กากคาร์บอน (Carbon Residues) คือกากที่เหลือจากการเผาที่อุณหภูมิภายใต้สุญญากาศเป็นเวลานาน ถ้าหากคาร์บอนสูงมากจะเป็นสาเหตุของการที่กากคาร์บอนจะเป็นคราบติดอยู่ในห้องเผาไหม้ มีควันออกมาและมีเขม่ามาก ที่จะเข้าไปเจือปนในน้ำมันเครื่องภายในห้องเพลาช้อเหวี่ยง

(9) น้ำและสิ่งสกปรก (Water and Sediment) ซึ่งน้ำและสิ่งสกปรกเป็นผลมาจากการขนถ่ายและเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ตั้งแต่จากโรงกลั่นจนกระทั่งถึงหัวฉีดของเครื่องยนต์ ซึ่งน้ำทำให้หม้อกรองเชื้อเพลิงอุดตันแล้ว ยังทำให้เกิดการสึกหรอในระบบหัวฉีดและเครื่องยนต์เองอีกด้วย

(10) ถ้าเขม่า คือ ส่วนของกากที่ไม่ไหม้ไฟจำนวนเล็กน้อยที่พบในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ถ้าสูงจะเป็นเหตุให้เกิดการสึกหรอมากในส่วนของกระบอกสูบที่อัดแน่น

(11) กำมะถัน (Sulphur) กำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล อยู่ในรูปต่างๆ เช่น เมอร์แคปแทนซัลไฟด์ ไคซัลไฟด์ หรือ สารประกอบเฮเทอโรโรไซคลิก การกัดกร่อนของกำมะถันนั้นมีสองลักษณะ ลักษณะแรกเกิดจากการกัดกร่อนของสารประกอบที่เกิดจากการสันดาปของกำมะถัน เมื่อรวมกับน้ำจะเกิดเป็นสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งจะกัดกร่อนชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่เป็นโลหะอย่างรุนแรง ลักษณะที่สองเกิดจาก Active Sulphur ในเชิงเพลิงกัดกร่อนชิ้นส่วนของระบบหัวฉีดโดยตรง

(12) ค่าจุดไหลเท (Pour Point) คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังสุกที่น้ำมันยังสามารถไหลได้ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลมีองค์ประกอบที่เป็นพาราฟิน ซึ่งอาจแยกตัวออกไปทำให้อุดตันทางเดินของน้ำมันเชื้อเพลิง หม้อกรองเชื้อเพลิง ทำให้เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ

(13) ค่าจุดหม้อ (Cloud Point) (ASTMD 97) เป็นจุดที่สารพาราฟินจะตกผลึกเป็นขี้ผึ้ง ซึ่งอาจอุดตันไส้กรองน้ำมันได้ สำคัญมากในเขตหนาวในประเทศไทย ไม่มีข้อกำหนดอันนี้

(14) ความหนาแน่น ความหนาแน่นของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่ 15 °C อยู่ในช่วง 0.81 – 0.87 น้ำมันที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า 0.81 อาจทำให้เครื่องยนต์กำลังตกขณะที่น้ำมันที่มีความหนาแน่นสูงกว่า 0.87 อาจทำให้เกิดปัญหาควันดำได้

(15) จุดวาบไฟ (Flash Point) คืออุณหภูมิต่ำสุดที่สารจะให้ไอระเหยออกมาได้มากพอ และสามารถถูกติดไฟได้เมื่อมีแหล่งกำเนิดไฟ และเมื่อไอระเหยของสารหมดไป ไฟก็จะดับ แต่หากอุณหภูมิของสารสูงขึ้นเกินกว่าจุดวาบไฟ ทำให้สารให้ไอระเหยออกมาได้อีก ก็จะทำให้เกิดการลุกติดไฟต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ที่อุณหภูมินี้ จะเรียกว่า จุดไหม้ไฟ (Fire Point) มักจะ

สูงกว่าจุดวาบไฟประมาณ 10-20 °C และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเลยจุดไหม้ไฟไปอีก ก็จะถึง จุดลุกติดไฟได้เอง (Auto-ignition temperature) ซึ่งที่อุณหภูมินี้ สารนั้นจะสามารถลุกติดไฟได้เองโดยไม่ต้องมีแหล่งกำเนิดไฟ

ค. กำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซล

กระทรวงพาณิชย์กำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลไว้ (พ.ศ. 2523) ดังตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6 แสดงข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซล

ข้อกำหนด	หมุนเร็ว	หมุนช้า
1. ความถ่วงจำเพาะ ณ 15.6/15.6 °C	0.82 – 0.90	ไม่สูงกว่า 0.92
2. ดัชนีซีเทน	ไม่ต่ำกว่า 47	45
3. ความหนืด ณ 40 °C (เซนติสโตก)	1.8 – 5.0	ไม่สูงกว่า 8.0
4. จุดไหลเท (°C)	ไม่สูงกว่า 10	16
5. ปริมาณกำมะถัน (% น้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า 1.0	1.5
6. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (50 °C 3 ชม.)	ไม่สูงกว่า หมายถึง 1	-
7. การกัดกร่อน Conradson (% ปริมาตร)	ไม่สูงกว่า 0.05	-
8. น้ำและตะกอน (% น้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า 0.05	0.3
9. ปริมาณเถ้า (% น้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า 0.01	0.02
10. จุดวาบไฟ – PM (ซ)	ไม่ต่ำกว่า 52	52
11. การกลั่น อุณหภูมิระเหย 90 % (°C)	ไม่สูงกว่า 370	-
12. สี ASTM	(ปดท. ไม่สูงกว่า 2.5)	4.5 - 7.5

ตารางที่ 1.7 แสดงข้อกำหนดมาตรฐานของเซลล์ดีโซลิน

คุณสมบัติ	หน่วย	ต่ำสุด/ สูงสุด	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ
1. สภาพน้ำมัน	-		ใสสะอาด ปราศจากน้ำหรือ สารแขวนลอย	ดูด้วยตาเปล่า
2. ความหนาแน่นที่ 15°C	kg/litre	ต่ำสุด	0.820	ASTM D-1298
	สูงสุด		0.880	ASTM D-1500
3. สีมาตรฐาน ASTM	-	สูงสุด	3.0	ASTM D-976
4. คีซีนีเทน(หรือค่าซีเทน)	-	ต่ำสุด	47	ASTM D-613
5. ความเข้มข้นแบบคิเน	cSt	ต่ำสุด	1.8	ASTM D-445
แมตริกที่อุณหภูมิ 40 °C	cSt	สูงสุด	5.0	
6. จุดไหลเท	°C	สูงสุด	10.0	ASTM D-97
7. ปริมาณกำมะถัน	% โดยน้ำหนัก	สูงสุด	1.0	IP 242
8. การกัดกร่อนแผ่น	% โดยน้ำหนัก	สูงสุด	เบอร์ 1	ASTM D-130
ทองแดงที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 3 ชั่วโมง				
9. กากคาร์บอน (โดยวิธี คอนรัคสัน)	% โดยน้ำหนัก	สูงสุด	0.05	ASTM D-189
10. น้ำและตะกอนสิ่ง สกปรก	% โดยปริมาตร	สูงสุด	0.02	ASTM D-2709
11. เถ้า	% โดยน้ำหนัก	สูงสุด	0.005	ASTM D-482
12. ค่าความเป็นกรดต่าง ค่าความเป็นกรดแก่	mgKOH/g		ไม่มี	
ค่าความเป็นกรดรวม		สูงสุด	0.05	ASTM D-974
mgKOH/g				
13. จุดวาบไฟ PMCC	°C	ต่ำสุด	66	ASTM D-93
14. การกลั่น				
อุณหภูมิที่กลั่นได้ 90 %	°C	สูงสุด	370	ASTM D-86

1.2.1.9.4 น้ำมันก๊าด (Kerosene)

น้ำมันก๊าด หรือที่เรียกว่า เคโรซีน เป็นน้ำเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ ที่มีจุดเดือดอยู่ในช่วง $140 - 300^{\circ}\text{C}$ สมัยก่อนน้ำมันก๊าดนิยมไปใช้สำหรับการจุดตะเกียงให้แสงสว่างตามครัวเรือน แต่ในปัจจุบันน้ำมันก๊าดได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นอีกมากมาย เช่น นำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบินใบพัด เครื่องบินไอพ่น นำไปเป็นส่วนผสมในยาฆ่าแมลง น้ำมันชักเงา สีน้ำมัน ส่วนผสมสำหรับน้ำยาทำความสะอาด และอุตสาหกรรมที่ต้องการเชื้อเพลิงที่สะอาด เช่น ในอุตสาหกรรมหรืออุตสาหกรรมการอบแห้ง เช่น การอบสีให้แห้ง เป็นต้น

ก. คุณสมบัติของน้ำมันก๊าด น้ำมันก๊าดโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ตามการนำไปใช้งาน คือ

(1) น้ำมันก๊าดที่ใช้ให้ความร้อนและแสงสว่าง

(2) น้ำมันก๊าดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ หรือเครื่องบิน

น้ำมันก๊าดที่มีคุณภาพดี จะต้องให้ค่าความร้อนสูง ให้แสงสว่างมาก และมีจุดควันสูง น้ำมันก๊าดจะให้ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงประมาณ 2730 กิโลจูลต่อกิโลกรัม จุดวาบไฟ ประมาณ 40°C คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันก๊าดมีดังนี้ คือ

(1) จุดควัน เนื่องจากน้ำมันก๊าดใช้เป็นเชื้อเพลิงในการจุดตะเกียงให้แสงสว่าง ดังนั้นจึงกำหนดจุดให้ควัน คือ จุดที่มีจุดควันสูงยอมให้แสงสว่างได้ดีกว่า

(2) จุดหมอก คือ อุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มมัวหรือเริ่มคล้ายหมอก จุดหมอก ของน้ำมันมีความสำคัญต่อน้ำมันนำไปใช้งานในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ห้องเย็น โรงน้ำแข็ง หรือสำหรับประเทศหนาว

(3) ปริมาณกำมะถัน สำหรับปริมาณกำมะถันในน้ำมันก๊าด จะต้องต่ำตามข้อกำหนด เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ เนื่องจากเกิดออกไซด์ของกำมะถัน และยังเกิดการกัดกร่อนเมื่อออกไซด์ของกำมะถันรวมเข้ากับความชื้น ช่วงจุดเดือดเหมาะสมไม่มีส่วนหนักมากเกินไป ทำให้ติดไฟได้ง่าย น้ำมันระเหยไปตามไส้ตะเกียงอย่างต่อเนื่องและไม่เกิดปัญหาไส้ตะเกียงแข็งจากเขม่าจุดวาบไฟดำมาก ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้

(4) สีของน้ำมันก๊าด น้ำมันก๊าดโดยปกติที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันจะไม่มีสี แต่ทางผู้ผลิตได้เติมสีน้ำเงินลงไปเพื่อเป็นการป้องกัน การนำน้ำมันก๊าดไปปลอมปนกับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันเบนซิน

1.2.1.9.5 น้ำมันเตา (Fuel Oils)

น้ำมันเตาเป็นน้ำมันหนักที่ได้จากการนำน้ำมันดิบมากลั่นเป็นเชื้อเพลิงชนิดอื่น หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนล่างของหอกกลั่น น้ำมันเตาจัดเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมเพราะราคาถูก ใช้งาน ให้ค่าความร้อนไม่มีขีดจำกัด ชนิดของน้ำมันเตาที่ใช้ขึ้นอยู่กับประเภทของเตาและหัวฉีดบางชนิดก็ออกแบบสำหรับใช้กับน้ำมันที่ข้นมากๆ ได้ บางชนิดก็ต้องใช้น้ำมันที่ใส

น้ำมันเตาส่วนใหญ่ใช้กับหม้อน้ำ เตาเผา เตาหลอมในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยที่มันเป็นของเหลวจึงขนถ่ายง่าย เก็บง่ายและใช้งานง่าย ในประเทศหนาวนิยมใช้น้ำมันเตาทำความอบอุ่นบ้านเรือน นอกจากนี้ น้ำมันเตายังอาจใช้ได้กับเครื่องดีเซลขนาดใหญ่สำหรับกำเนิดไฟฟ้าหรือกับเครื่องดีเซลขนาดใหญ่เพื่อขับเคลื่อนเรือเดินทะเล

น้ำมันเตา ถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีราคาแพงที่สุด รองจากน้ำมันดีเซล และมีอิทธิพลที่สุดต่อระดับราคาค่าไฟฟ้า เพราะเป็นเชื้อเพลิงที่มีการใช้ในปริมาณมากเกือบทั้งหมดต้องสั่งซื้อจากภายนอกประเทศ

ก. คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเตา

(1) ความหนืด (Viscosity) ความหนืดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของน้ำมันเตา ที่จะต้องคำนึงถึงในการเก็บ การสูบส่ง และการเผาไหม้ของน้ำมันเตา ความหนืดเป็นเครื่องแสดงถึงอัตราการไหลของน้ำมันและความยากง่ายของการที่น้ำมันถูกฉีดเป็นฝอยละเอียดจากหัวเผา

ความหนืดของน้ำมัน จะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ จึงต้องปรับอุณหภูมิของน้ำมันเตา ให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ที่จะใช้งาน โดยทั่วไปการปั๊มหรือสูบส่งน้ำมันจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความหนืดประมาณ 500 – 1000 เซนติสโตก ถ้าน้ำมันเตาข้นมากเกินไป การสูบส่งน้ำมันด้วยปั๊มอาจมีปัญหา คือ อัตราการสูบส่งอาจทำไม่ได้ตามต้องการ หัวฉีดไม่อาจฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละเอียดได้ดี การจุดติดเตายากขึ้น และอาจเกิดไฟดีกลับได้ นอกจากนี้ ความหนืดของน้ำมันเตายังมีผลต่อปริมาณของน้ำมันเผาที่ออกจากหัวฉีดและต่อมูมของฝอยน้ำมันที่ฉีดออกไป ฉะนั้นถ้าน้ำมันเตาได้รับการอุ่นให้ร้อนขึ้นพอเหมาะ การสูบส่งและการฉีดน้ำมันเตาให้เป็นฝอยละเอียดก็ง่ายขึ้น ช่วยให้เผาไหม้ดีไม่เกิดควันและเขม่าในบริเวณเตา ปล่องไม่เกิดกากคาร์บอนเกาะตามผนังเตา แต่ถ้าไม่มีอุปกรณ์ในการอุ่นน้ำมันเตาก็จำเป็นต้องใช้น้ำมันเตาใส

น้ำมันเตาต้องฉีดออกจากหัวฉีดเป็นฝอยละเอียด เพื่อผสมรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศได้ทั่วถึงกัน สามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ให้ความร้อนสูงปราศจากควันเขม่าและประหยัคน้ำมันเตาด้วย ฉะนั้นต้องควบคุมความหนืดของน้ำมันให้เหมาะสม ถ้าความ

หนึ่คมากเกินไป น้ำมันที่พ่นออกไปจะมีขนาดใหญ่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเกิดควันและเขม่า ถ้าความหนึ่คต่ำเกินไปการเผาไหม้ อาจเกิดขึ้นไกลจากหัวฉีดและอาจดับได้ ดังนั้นหัวฉีดสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 แบบ แต่ละแบบต้องการความหนึ่คของน้ำมันเตาต่างกัน ดังตาราง 1.8

ตารางที่ 1.8 แสดงความหนึ่คน้ำมันเตาที่หัวฉีดแบบต่างๆ

แบบของหัวฉีด	ความหนึ่คที่หัวฉีดต้องการ (เซนติสโตก)
แบบพ่นน้ำมันด้วยอากาศ (Air Atomized)	16 – 18
แบบพ่นน้ำมันด้วยกำลังดัน (Pressure Atomized)	16 – 25
แบบพ่นน้ำมันด้วยไอน้ำ (Steam Atomized)	21 – 43
แบบพ่นน้ำมันด้วยถ้วยหมุน (Rotary Cup Burner)	75 – 87

(2) ปริมาณกำมะถัน ปริมาณกำมะถันในน้ำมันเตาขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบและเกรดของน้ำมันเตา ซึ่งน้ำมันเตาเกรดที่หนักที่สุด อาจมีกำมะถันถึง 3.5 % ความสำคัญของกำมะถันก็เนื่องมาจากความจริงที่ว่า กำมะถันเมื่อเผาไหม้จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศที่เหลือจากการเผาไหม้กลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหา คือ

- รวมตัวกับน้ำ กลายเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำของกรดกลั่นตัวและทำให้เกิดอาการกัดกร่อนชิ้นส่วนโลหะของหม้อน้ำ เช่น ในบริเวณหม้ออุ่นอากาศ (Air Heater) และหม้ออุ่นน้ำเข้าหม้อ (Economizer) หรือบริเวณปล่อง

- ทำปฏิกิริยากับขี้เถ้า (Ash) ในน้ำมันเตาเกิดเป็นคราบเขม่า เกาะติดตามหลอดหม้อน้ำในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงๆ เป็นผลทำให้เกิดการกัดกร่อนแก่หลอดหม้อน้ำได้ และทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลงด้วย ในกรณีที่ใช้น้ำมันเตาที่มีเปอร์เซ็นต์กำมะถันสูงๆ เป็นเชื้อเพลิงหนทางที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวมาแล้วก็คือ พยายามให้น้ำมันเตาเผาไหม้ ด้วยการใช้อากาศส่วนเกินน้อยที่สุด (Manimum Excess Air) ซึ่งทำให้ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ เป็นส่วนน้อยซึ่งจะช่วยขจัดปัญหาลงได้มาก

กำมะถันในน้ำมันเตาอาจจะเป็นอันตรายหรือทำความเสียหายให้กับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในอุตสาหกรรมบางอย่างได้ เช่น เครื่องแก้ว ผลิตภัณฑ์เซรามิค กระเบื้องเคลือบและอื่นๆ ฉะนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะใช้กับอุตสาหกรรมพวกนี้ จะต้องพิจารณาถึงปริมาณของกำมะถันในน้ำมันด้วย

(3) ค่าความร้อน (Heating Value or Calorific Value) ค่าความร้อนของน้ำมันมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (kcal/kg) สามารถหาได้จากเครื่องมือที่เรียกว่า แคลอริมิเตอร์ (Calorimeter) ซึ่งจะต้องให้ค่าความร้อนทั้งหมด (Gross Heating Value) หมายถึง ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้รวมกับค่าความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำ ซึ่งเกิดจากไฮโดรเจนในน้ำมันเผาไหม้กับออกซิเจนในอากาศ บางทีเรียกว่า Higher Heating Value (HHV)

ส่วนค่าความร้อนสุทธิ (Net or Low Heating Value, LHV) ไม่นับรวมความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้ามาช่วย แต่โดยทั่วไปแล้วการระบุค่าความร้อนของน้ำมันหรือการใช้ค่าความร้อนของน้ำมันไปคำนวณหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงหรืออื่นๆ มักจะใช้ค่าความร้อนทั้งหมด (Gross Heating Value, GHV) กันโดยตลอด

(4) จุดไหลเท (Pour Point) จุดไหลเท คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันเตาไหล ได้จะบอกให้ทราบถึงความยากง่ายต่อการสูบลำน้ำมัน จุดไหลเทของน้ำมันเตาจะต่ำมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำมันดิบที่มีไขน้ำมันมากหรือน้อย และยังขึ้นอยู่กับกระบวนการกลั่นที่จะแยกเอาไขน้ำมันออกได้หรือไม่ได้

(5) ปริมาณตะกอนหรือน้ำ (Sediment and Water Content) ตะกอน ได้แก่ สารหรือของแข็งที่ไม่ละลาย เช่น เกลือ ทราซ สิ่งสกปรก และเส้นใยของสารต่างๆ เป็นต้น ถ้ามีตะกอนในน้ำมันเตามากเกินไปเป็นผลทำให้การไหลของน้ำมันเตาจากถังเก็บ ทำให้หม้อกรองน้ำมันเตาอุดตันรูหัวฉีดอุดตันหรือรูหัวฉีดสึกหรือเร็วเกินไป เป็นผลทำให้การไหลของน้ำมันเตาจากถังไม่สะดวก ถ้ามีน้ำมากจะสะสมอยู่ก้นถัง มีส่วนทำให้เกิดเป็นตะกอนโคลน เพื่อขจัดปัญหาเหล่านี้ควรระบายน้ำออกจากก้นถังเก็บและถังใช้งานประจำทุกๆ 1 – 2 สัปดาห์ ส่วนหม้อกรองน้ำมันเตาควรทำความสะอาดทุกๆ สัปดาห์ ส่วนในถังเก็บและถังใช้งานประจำวัน ควรมีการล้างทำความสะอาดภายในทุกๆ 2 ปี เป็นอย่างน้อย

(6) ปริมาณเถ้า (Ash Content) เถ้า คือ สารอนินทรีย์ที่เหลือตกค้างอยู่หลังจากการเผาไหม้ของน้ำมันเตา ซึ่งเป็นสารที่ไม่สามารถเผาไหม้ให้หมดไปได้ ตามปกติปริมาณเถ้าในน้ำมันเตาจะมีน้อยกว่า 0.2% โดยน้ำหนักซึ่งเถ้าพวกนี้ ได้แก่ สารประกอบของโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม วาเนเดียม นิกเกิล เหล็ก และซิลิคอน อันตรายจากเถ้าในน้ำมันเตา คือ ทำให้เกิดการกัดกร่อนของหลอดน้ำในบริเวณอุณหภูมิสูงๆ ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนลดลง มีผลต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพวกเซรามิกและอาจทำลายอิฐทนไฟภายในเตาหม้อน้ำเตาเผาติดไฟได้

1.2.1.9.6 ยางมะตอย (Asphalt)

ยางมะตอย หมายถึง สารผสมประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนมากชนิด และสารอินทรีย์อื่น ซึ่งเรียกรวมๆกัน ว่าสารปิทูเมน ลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด เป็นกึ่งของแข็งสีดำหรือสีน้ำตาลแก่แกมดำ เกิดตามธรรมชาติและเป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ใช้ประโยชน์ลาดทำผิวถนน หรือใช้ผสมกับหินขนาดเล็กทำพื้นถนนได้ การที่ยางมะตอยได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างกว้างขวางนั้น เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- 1) คุณสมบัติในการยึดและประสาน เป็นตัวเชื่อมวัสดุต่างๆ ให้ติดกัน ตัวอย่างเช่น การผสมยางมะตอยกับหินย่อยเพื่อใช้ทำผิวจราจรต่าง ๆ เป็นต้น
- 2) คุณสมบัติในการป้องกันน้ำซึมผ่าน ดังนั้นวัสดุที่เคลือบด้วยยางมะตอยแล้ว โอกาสที่น้ำจะซึมเป็นไปได้น้อย
- 3) คุณสมบัติที่เป็นของเหลว หรืออ่อนตัวเมื่อถูกความร้อนและแข็งตัวเมื่อเย็นลง ซึ่งคุณสมบัตินี้ช่วยให้การนำยางมะตอยไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายขึ้น เช่น ในการทำถนนเมื่อเราทำให้ยางมะตอยเหลวเราก็จะสามารถผสมยางมะตอยเข้ากับวัสดุต่างๆ ได้ดี และเมื่อลาดยางแล้วจะเย็นตัวลงเกิดการแข็งตัว

ส่วนประกอบของยางมะตอย

ยางมะตอยประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน คือ

- 1) แอสฟัลต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลจนถึงดำ เมื่อถูกความร้อนสูงจะไม่หลอมเหลวแต่จะเกิดการลุกติดไฟ
- 2) แอสฟัลติกเรซินส์ (ASPHALTIC RESINS) เป็นส่วนที่หุ้มแอสฟัลต์ไว้มีลักษณะแข็งเปราะ สีน้ำตาลแก่สามารถบดเป็นผงละเอียดได้ และจะหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส
- 3) ส่วนประกอบของน้ำมัน (Oily constituents) มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงน้ำตาลปนแดงเป็นของเหลวข้นเหมือนน้ำมันหล่อลื่น

1.2.1.10 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นระบบที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำมันเข้าสู่เครื่องยนต์ ประกอบด้วย ถังน้ำมัน เชื้อเพลิง น้ำมันเชื้อเพลิง กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง และคาร์บูเรเตอร์ หรือหัวฉีด

1.2.1.10.1 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (Gasoline fuel system) เป็นระบบการป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนซึ่งประกอบด้วย ถังน้ำมัน (Fuel tank) ปั๊มน้ำมัน (Fuel pump) และคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) หรือหัวฉีด (Injector) ถ้าเป็นระบบหัวฉีด

1.2.1.10.2 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล (Diesel fuel system) เป็นระบบน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งประกอบด้วย ถังน้ำมัน ปั้มน้ำมัน กรองน้ำมัน ปั้มหักวัด และหัวฉีด

1.2.1.10.3 น้ำมันเบนซิน เมื่อผ่านกระบวนการกลั่นจะต้องปรับปรุงให้มีคุณภาพป้องกันการน็อคด้วยการผ่านกระบวนการแปรรูปน้ำมัน

ก. คุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน

(1) สตาร์ทติดง่าย
(2) มีอัตราส่วนผสมที่พอเหมาะ ในน้ำมันเบนซินจะต้องมีสารบาง ชนิดเพื่อทำให้มีการระเหยด้วยยาก เป็นการป้องกันการเกิดเวเปอร์ล็อก (Vapor lock)

(3) ไม่เกิดอาการเวเปอร์ล็อก

การเกิดเวเปอร์ล็อก เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำมันเชื้อเพลิงเนื่องจากมีค่าออกเทนต่ำและได้รับความร้อน ไอระเหยที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเกิดขึ้นระหว่างถังน้ำมันกับปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีลักษณะเป็นฟองอากาศ ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลไม่สม่ำเสมอและเครื่องยนต์เดินเบาไม่เรียบ

(4) เร่งเครื่องยนต์ได้เรียบอย่างสม่ำเสมอ

(5) อุ่นเครื่องยนต์ได้อย่างรวดเร็ว

ข. สารตัวเติมในน้ำมันเบนซิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันเบนซิน

(1) สารป้องกันการน็อค เป็นสารตะกั่ว (TEL (C_2H_2)) เพื่อเป็นการเพิ่มค่าการป้องกันการน็อคให้กับเครื่องยนต์

(2) สี เพื่อเป็นการแยกประเภทของน้ำมันธรรมดา พิเศษ

(3) สารป้องกันการรวมตัวของออกซิเจน เพื่อป้องกันยางเหนียวรวมตัวกับออกซิเจน

(4) สารป้องกันการกัดกร่อน เพื่อป้องกันน้ำมันเบนซินละลายโลหะที่ใช้กับระบบน้ำมันเชื้อเพลิง เช่นทองแดง

(5) สารหล่อลื่น เป็นการป้องกันยางเหนียวในระบบไอดี

(6) สารป้องกันการเกิดเกลือน้ำแข็งเป็นการป้องกันการเกิด

เกลือน้ำแข็งที่นมหนักในการบูเรเตอร์

(7) สารป้องกันการติดไฟเร็วกว่ากำหนด

ค. การเผาไหม้ การเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาอันสั้น โมเลกุลของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ ผสมกันอย่างถูกต้องตามทฤษฎี (14.7 : 1) ประกอบด้วยออกซิเจน 20 % เมื่อเกิดการเผาไหม้จะรวมตัวกันกับออกซิเจนเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

(1) การเผาไหม้สมบูรณ์ เมื่อส่วนผสมของไอดีถูกอัดให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นในจังหวะอัดหัวเทียนจะจุดประกายไฟในจังหวะจุดระเบิด เชื้อเพลิงจะค่อย ๆ ลุกไหม้แผ่ขยายออกไปอย่างช้า ๆ จนสุดห้องเผาไหม้อีกด้านหนึ่งจึงทำให้เกิดแรงดันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผลักดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ลงในจังหวะระเบิด

(2) การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เป็นสาเหตุทำให้เครื่องยนต์เกิดการน็อกขึ้นที่ผนังกระบอกสูบและห้องลูกสูบเนื่องจากแรงดันที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายในห้องเผาไหม้ สาเหตุการน็อกนี้เกิดจากการเผาไหม้ซ้อนกัน แบ่งลักษณะของการเผาไหม้ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ “ดีโทเนชัน” (Detonation) เป็นการน็อกที่เกิดจากการที่เครื่องยนต์มีอัตราส่วนการอัดสูง ส่วนผสมของไอดีที่อยู่ตรงข้ามกับหัวเทียนเกิดการลุกไหม้ขึ้นเองอย่างรวดเร็วในขณะหัวเทียนจุดประกายเผาไหม้ไอดีเช่นกันทำให้เกิดคลื่นแรงดันปะทะกันอย่างรุนแรงขึ้นบริเวณหัวลูกสูบ สาเหตุเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าความต้านทานการน็อกที่ต่ำ “การชิงจุด” (Pre-ignition) เป็นการน็อกซึ่งเกิดขึ้นหลังจากหัวเทียนจุดประกายไฟหรือเมื่อปิดสวิตช์จุดระเบิดเนื่องมาจากเกิดจุดร้อนขึ้นภายในห้องเผาไหม้ สาเหตุมาจากการเกิดเขม่าหรือการใช้หัวเทียนที่ร้อนจัดเกินไป ความร้อนจากจุดร้อนแดงนี้ทำให้เชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้ขึ้นในจังหวะอัดก่อนที่หัวเทียนจะเริ่มจุดประกายไฟ

ง. ค่าออกเทน (Octane number) เป็นคุณภาพของน้ำมันเบนซิน ในการต่อต้านการน็อกจากการลุกไหม้ขึ้นเองของน้ำมันเบนซิน ออกเทนที่มีค่าสูง ๆ นั้น ยิ่งค่าสูงเท่าไรการเผาไหม้ก็กลับยิ่งช้าลง เท่านั้น

(1) น้ำมันค่าออกเทนต่ำกว่ามาตรฐาน น้ำมันค่าออกเทนต่ำจะมีการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้จากองศาการจุดระเบิดที่กำหนดไว้ น้ำมันจะมีการเผาไหม้หมดไปเรียบร้อยแล้วก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุด ทำให้กลายเป็นแรงกระแทกลูกสูบกลับลงมาสวนทางกับการหมุนขึ้นของลูกสูบเกิดเป็นเสียงเคาะที่เรียกว่า “เครื่องน็อก” ให้ได้ยิน

ดังนั้นการแก้ไขถ้าไม่เปลี่ยนน้ำมันให้มีค่าออกเทนสูงขึ้นเพื่อระยะเวลาการเผาไหม้หรือแก้ไขด้วยการปรับตำแหน่งองศาการจุดระเบิดใหม่ได้โดยการตั้งไฟให้อ่อนกว่าปกติ เช่น เครื่องยนต์ Toyota 2E ถ้าใช้น้ำมันค่าออกเทน 90 จะตั้งองศาจุดระเบิด 10°C ก่อนศูนย์ตายบน แต่พอใช้น้ำมันค่าออกเทน 85 ต้องตั้งองศาจุดระเบิดอ่อนลงเป็น 5°C ก่อนศูนย์ตายบนการปรับองศาจุดระเบิดโดยการขยับตัวเรือนจานจ่าย “ตามอ่อนย้อนแก่” ส่วนรถรุ่นใหม่จะมีตัวน็อกเซ็นเซอร์คอนโทรลจับอาการน็อกของเครื่องยนต์ให้มีการปรับองศาไฟจุดระเบิดอ่อนลงเองโดยอัตโนมัติ

(2) น้ำมันค่าออกเทนสูงกว่ามาตรฐาน จากลักษณะการเผาไหม้ที่ช้าลงของน้ำมันเชื้อเพลิงค่าออกเทนสูงจะทำให้การจุดระเบิดยาวนานขึ้น โดยอาจจะมาสิ้นสุดตอนที่ถูกสูบผ่านจุดศูนย์ตายบนและกำลังเคลื่อนตัวกลับลงมาย่อมมีผลกับการทำงานของเครื่องยนต์ทำให้มีประสิทธิภาพไม่สมบูรณ์เท่าที่ควรเมื่อเราใช้น้ำมันเชื้อเพลิงค่าออกเทนสูงขึ้นแม้กำลังเครื่องยนต์จะดีขึ้นแต่ก็ต้องเสียการทำงานที่ราบเรียบการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูงเกินไปมาก ๆ จนกระทั่งไม่สามารถตั้งองศาไฟจุดระเบิดช่วยได้แม้จะเป็นจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ก็ตาม

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ดี คือ น้ำมันที่มีค่าออกเทนเหมาะสมกับรูปแบบของเครื่องยนต์ ซึ่งความแตกต่างในความต้องการของน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมันขึ้นอยู่กับกำลังอัด รอบเครื่องยนต์ รูปแบบห้องเผาไหม้ ระบบจ่ายเชื้อเพลิง ระบบจุดระเบิด จะใช้เครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับระดับค่าออกเทนต้องถามบริษัทผู้ผลิตหรือจากหนังสือคู่มือประกอบ และสังเกตคู่มือการใช้งานของเครื่องยนต์หลังจากเติมน้ำมันเชื้อเพลิงแล้ว ถ้าพบว่าเครื่องยนต์น็อกหรือมีเสียงน็อกยามหักเลี้ยวที่รอบเครื่องยนต์ต่ำ กำลังเครื่องยนต์ต่ำกว่าเดิม แสดงว่าใช้น้ำมันมีค่าออกเทนต่ำไป

1.2.1.10.4 น้ำมันดีเซล หมายถึงน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลบางคนเรียกว่าน้ำมันโซล่า ในวงการน้ำมันเรียกว่า แก๊สออยล์ (Gas oil) น้ำมันดีเซลโดยทั่ว ๆ ไปมีคุณสมบัติดังนี้

ก. ด้านทานการน็อก ตัวควบคุมการน็อกเครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ ซีเทนนัมเบอร์ (CN) น้ำมันเชื้อเพลิงต้องมีซีเทนนัมเบอร์สูงพอที่จะไม่ทำให้เกิดการน็อก

ข. การติดเครื่อง เครื่องยนต์จะติดง่าย การระเหยกลายเป็นไอของน้ำมันถ้าดีก็จะช่วยให้เครื่องยนต์ติดเครื่องง่ายขึ้น

ค. ควันไอเสียและกลิ่น ไอเสียควรจะไม่มีความหรือกลิ่น น้ำมัน
จึงควรมีการระเหยดีเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

ง. การกักกรองและสีกหรือ ก่อนหรือหลังการเผาไหม้น้ำมัน
ไม่ควรมีส่วนทำให้เกิดการกักกรองและสีกหรือ เช่น กำมะถัน

จ. การขนย้ายและเก็บรักษา ต้องสะดวกและปลอดภัย
ชนิดของน้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซลปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3
ชนิด

1D ใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบจัด

2D ใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง

4D ใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้า

ระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซล

- ถังน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีท่อให้ดูคออก
และให้น้ำมันส่วนเกินไหลกลับ
- ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง จะติดอยู่กับเสื้อของปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันแล้วอัดให้ผ่านหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านไปยังปั๊มฉีด
เชื้อเพลิง
- หม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกที่ปนมากับ
น้ำมันเชื้อเพลิง
- ปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอุปกรณ์สำคัญที่สุดในระบบเชื้อเพลิง
เป็นตัวฉีดส่งให้น้ำมันออกไปฉีดที่กระบอกสูบเพื่อการเผาไหม้
- หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีด
เข้าห้องเผาไหม้มีการกระจายเป็นฝอยอย่างทั่วถึง
- จุดมุ่งหมายของระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ทำหน้าที่จ่ายส่วนผสม
ของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เพื่อให้เกิดการเผาไหม้และ

กำลังงาน พร้อมทั้งการปรับส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศให้เหมาะสมกับสภาวะของการทำงาน

- จุดมุ่งหมายของระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ทำหน้าที่จ่ายส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าภายในเครื่องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เพื่อให้เกิดการเผาไหม้และกำลังงาน พร้อมทั้งการปรับส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงาน ([http://www.tisi.go.th/lab/testing/test 109 t. html](http://www.tisi.go.th/lab/testing/test%20109%20t.html))

1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกอร รัตนากิจ. (2545) ทำการพัฒนาไบโอดีเซลจากไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ ในงานวิจัยนี้ได้มีการนำไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาผ่านกระบวนการทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยการใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายและสารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล

ปิยาภรณ์ กัลยาสิริ , นฤมล จิยโชค และคณิต กฤษณังกูร. (2537) ทำการสำรวจแหล่งน้ำมันพืชเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงดีเซล โดยการสำรวจเมล็ดพืช 364 ตัวอย่างที่หาได้ในประเทศพบว่า เมล็ดพืช 64 ชนิดนี้ น้ำมันสูงกว่าร้อยละ 15 และเมทิลเอสเทอร์ของมันมีค่าดัชนีซีเทนสูงกว่า 50 ดังนั้น น้ำมันเมล็ดพืชเหล่านี้มีศักยภาพที่จะพัฒนาใช้เป็นเชื้อเพลิงดีเซลหรือเป็นเชื้อเพลิงผสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

วิวัฒน์ หนูเหมือน และกุลชาล ทองศรี. (2546) ได้ศึกษาจุดระเหยและจุดเดือดของไบโอดีเซล จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ โดยการควบคุมคุณภาพของเชื้อเพลิงไบโอดีเซล วิธีการที่ใช้ในการทดสอบเรียกว่า Thermogravimetric analysis (TGA) ที่ความดัน 1 บรรยากาศ จุดเดือดและอุณหภูมิขึ้นอยู่กับความดันไอ ช่วง atm จนถึง 5.332 kPa (40 mmHg) โดยวัดจากเมทิลเอสเทอร์และเอทิลเอสเทอร์ (Methyl ester) ที่มาจากวัตถุดิบเหล่านี้คือ น้ำมัน Rapeseed น้ำมัน Canla น้ำมันถั่วเหลืองและไขมันสัตว์ จุดเดือดที่ความดัน 1 atm อยู่ในช่วง 340 – 375 °C เมทิลเอสเทอร์และเอทิลเอสเทอร์ในส่วนของน้ำมันที่กำหนดมา มีความแตกต่างกันของจุดเดือด 5 °C ผลจากการทดลองแสดงในรูปของส่วนประกอบของกรดไขมันของเอสเทอร์และน้ำมัน ผลจากการวัดค่าที่แสดงด้วยวิธี TGA มีความแม่นยำ $\pm 5\%$

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำมันที่สกัดได้จากยางนาสด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 จะได้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติ

1.4.2 จะได้นำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

สกัดน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยาง

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1. วัสดุของการวิจัย

- 2.1.1 น้ำมันยาง
- 2.1.2 พงอะลูมิเนียม
- 2.1.3 โลหะสังกะสี
- 2.1.4 ไซโคลเฮกเซน
- 2.1.5 กรดอะซิดิกเข้มข้น
- 2.1.6 น้ำมันพืช
- 2.1.7 น้ำแข็ง
- 2.1.8 ปีโตรเลียมอีเทอร์
- 2.1.9 แอมโมเนีย

2.2 อุปกรณ์ของการวิจัย

- 2.2.1 แท่งแก้วคน
- 2.2.2 หลอดหยด
- 2.2.3 ปีกเกอร์
- 2.2.4 หลอดทดลอง
- 2.2.5 ขวดวัดปริมาตร
- 2.2.6 ขวดก้นกลม
- 2.2.7 กระจกตวง
- 2.2.8 กรวยกรอง
- 2.2.9 กรวยแยก
- 2.2.10 สแตนดาร์ด
- 2.2.11 หลอดกะปิลาไร
- 2.2.12 เทอร์โมมิเตอร์
- 2.2.13 กระจกชนิดมัส
- 2.2.14 กระจกกรอง

- 2.2.15 ลูกเหล็ก
- 2.2.16 ไม้บรรทัด
- 2.2.17 เตาให้ความร้อน
- 2.2.18 เครื่องกลั่นลำดับส่วน
- 2.2.19 เครื่องวัดค่าพลังงานความร้อน
- 2.2.20 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง, 4 ตำแหน่ง

2.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

2.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

- 2.3.1.1 นำน้ำมันยางที่เจาะมาไปชั่งด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ประมาณ 1.2 g



ภาพที่ 2.1 น้ำมันยางสด

2.3.2 วิธีวิเคราะห์

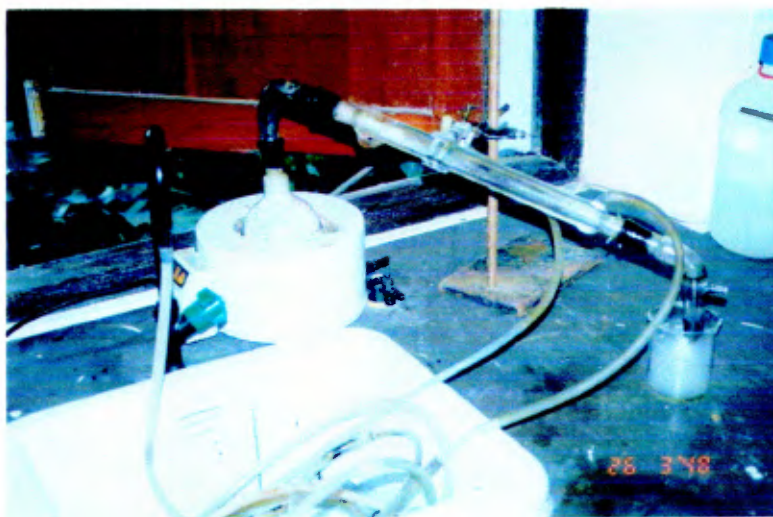
2.3.2.1 นำน้ำมันยางที่เจาะได้มาชั่ง 80 g ใส่ใน ขวดก้นกลม พร้อมกับเติมผงอะลูมินัม 4 g แล้วนำมาให้ความร้อนโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.2 การให้ความร้อนโดยการกลั่นลำดับส่วน

2.3.2.2 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 30 นาที

2.3.2.3 วางเครื่องกลั่นลำดับส่วนให้อยู่ในแนวนอน เพื่อที่จะให้น้ำมันไหลออกมาโดยง่าย



ภาพที่ 2.3 เครื่องกลั่นลำดับส่วน

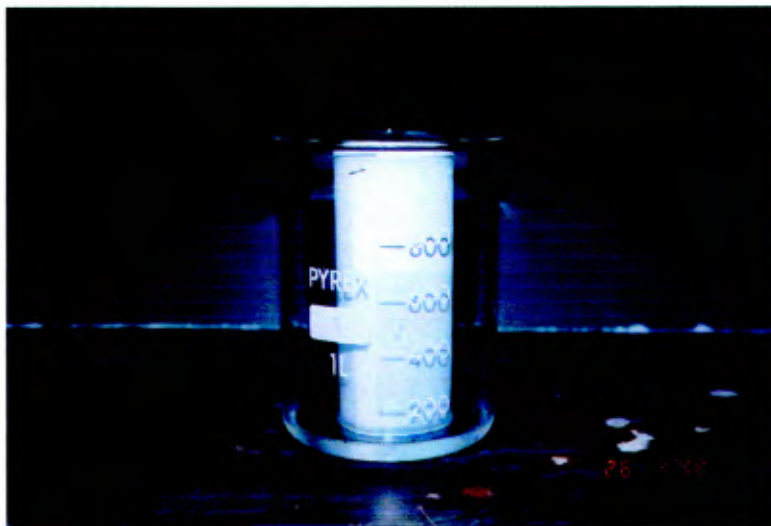
2.3.2.4 นำสารตัวอย่างที่สกัดออกมาได้มาทำให้เป็นกลาง โดยใส่แผ่นสังกะสีลงไปนสารตัวอย่างจนกว่าจะเป็นกลาง (ใช้กระดาษลิตมัสทดสอบ)

2.3.2.5 นำสารตัวอย่างที่เป็นกลางแล้วมาแยกด้วยกรวยแยก



ภาพที่ 2.4 การแยกสารตัวอย่าง

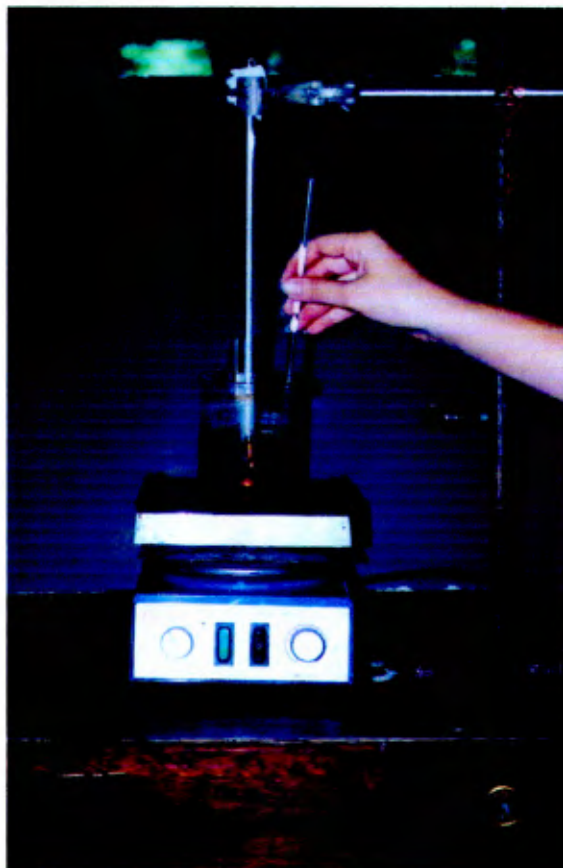
2.3.2.6 นำสารตัวอย่างที่แยกแล้วมาทดสอบความบริสุทธิ์โดยวิธีโครมาโทกราฟี



ภาพที่ 2.5 การทดสอบความบริสุทธิ์โดยวิธีโครมาโทกราฟี

2.3.2.7 นำสารตัวอย่างมาหาจุดเดือด

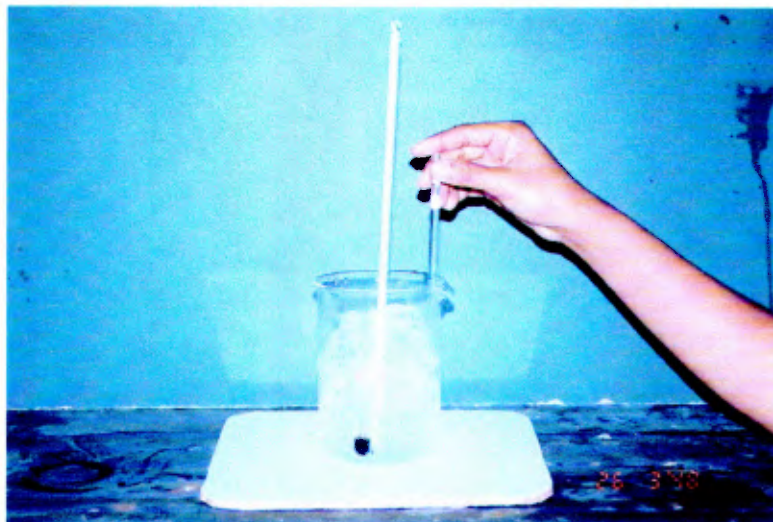
1. นำหลอดทดลองมา 3 หลอด หลอดที่ 1 ใส่สารตัวอย่าง 0.2 g กับไซโคลเฮกเซน 5 g ผสมให้เข้ากัน หลอดที่ 2 ใส่ไซโคลเฮกเซน 1 g
2. นำหลอดทดลองที่ 3 มาใส่สารตัวอย่างในหลอดที่ 1 ที่ผสมกันแล้วใส่ให้เท่ากับหลอดที่ 2
3. นำหลอดคะปิลารีใส่ลงไปในหลอดทดลองที่ 2,3 โดยให้ปลายที่เปิดจุ่มลงไปในสารตัวอย่าง
4. นำเทอร์โมมิเตอร์มาผูกติดกับหลอดทดลองแล้วนำไปให้ความร้อนโดยการจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำหรือน้ำมันพืชอยู่
5. สังเกตฟองอากาศที่ออกมาจากหลอดคะปิลารี พร้อมกับบันทึกอุณหภูมิ



ภาพที่ 2.6 การหาจุดเดือดของสารตัวอย่าง

2.3.2.8 นำสารตัวอย่างมาหาจุดเดือดแข็ง

1. นำหลอดทดลองมา 2 หลอด หลอดที่ 1 ใส่สารตัวอย่างกับไซโคลเฮกเซน 1 g ที่ผสมกันแล้วข้างต้น หลอดที่ 2 ใส่ไซโคลเฮกเซน 1 g
2. นำหลอดทดลองทั้ง 2 หลอดจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำแข็งอยู่ พร้อมกับนำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปด้วยเพื่อวัดอุณหภูมิ
3. สังเกตการแข็งตัวของสารตัวอย่างทั้ง 2 หลอด พร้อมกับบันทึกอุณหภูมิ



ภาพที่ 2.7 การหาจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่าง

2.3.2.9 นำสารตัวอย่างมาหาค่าพลังงานความร้อน

1. นำแคลปซูลมาชั่ง แล้วปรับให้เป็นศูนย์ ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
2. นำน้ำมันมาใส่ในแคลปซูล แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่ได้ไม่ให้เกิน 1.2 g
3. นำมาวัดค่าพลังงานความร้อน

2.3.2.10 หาค่าความหนาแน่น

1. นำขวดวัดปริมาตรมาชั่งด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง พร้อมกับจذبบันทึกไว้
2. นำสารตัวอย่างมาใส่ในขวดวัดปริมาตร แล้วนำไปชั่งอีกครั้ง พร้อมจذبบันทึกไว้
3. นำมาหาค่าความหนาแน่นโดยใช้ สูตร
$$d = \frac{M}{V}$$

2.3.2.11 หาค่าความหนืดของสารตัวอย่าง

1. นำสารตัวอย่างมาใส่ในกระบอกตวงขนาด 10 ml
2. ใส่ลูกเหล็กพร้อมกับจับเวลา และเมื่อลูกเหล็กถึงก้นกระบอกตวงให้หยุดจับเวลาแล้วบันทึกผล
3. นำไม้บรรทัดมาวัดระยะทางของน้ำมันจากก้นถึงปลายกระบอกตวงพร้อมบันทึกผล
4. นำค่าที่ได้มาหาค่าความหนืดโดยใช้สูตร
$$\eta = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{gv}$$

2.3.2.12 หามวลโมเลกุลของสารตัวอย่าง

หามวลโมเลกุลของสารตัวอย่างโดยอาศัยการลดจุดเยือกแข็ง และการเพิ่มจุดเดือดของสารละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม คำนวณโดยใช้สูตร

$$\Delta T_b = K_b \times m$$

บทที่ 3

ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันที่สกัดได้จากน้ำมันยาง โดยใช้ผงอะลูมินัมเป็นตะไลต์ในการสกัดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

1. ปริมาณของน้ำมันที่สกัดออกมาได้

โดยผู้วิจัยได้ทำการชั่งน้ำมันยางสด 80 g เติมผงอะลูมินัม 4 g ได้สารตัวอย่างออกมา 33 ml

2. ค่าจุดเดือดของสารตัวอย่างที่สกัดได้ โดยใช้สารอินทรีย์เป็นตัวทำละลายคือ ไชโคลเฮกเซน 5 g และสารตัวอย่าง 0.2 g ได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.1 ค่าจุดเดือดของสารตัวอย่าง

ครั้งที่	จุดเดือด ไชโคลเฮกเซน (°C)	จุดเดือด ไชโคลเฮกเซน + น้ำมัน (°C)	ΔT_b
1	74	75	1
2	75	76	1
3	75	76	1

$$\text{ดังนั้นค่าเฉลี่ย } \Delta T_b = \frac{1 + 1 + 1}{3}$$

$$\Delta T_b = 1 \text{ mol/kg}$$

3. ค่าจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่างที่สกัดออกมาได้ โดยใช้สารอินทรีย์เป็นตัวทำละลายคือ ไชโคลเฮกเซน 5 g สารตัวอย่าง 0.2 g ได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.2 ค่าจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่าง

ครั้งที่	จุดเยือกแข็ง ไซโคลเฮกเซน (°C)	จุดเยือกแข็ง ไซโคลเฮกเซน (°C)	ΔT_b
1	2	1	1
2	3	2	1
3	2	1	1

$$\text{ดังนั้นค่าเฉลี่ย } \Delta T_b = \frac{1 + 1 + 1}{3}$$

$$\Delta T_b = 1 \text{ mol/kg}$$

4. คำนวณหาค่ามวลโมเลกุล (M) จากจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่าง

$$\text{จากสูตร } \Delta T_b = K_b \times m$$

ΔT_b คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

K_b คือ ค่า molal boiling pointdepressim constant

(K/molal) เป็นค่าเฉพาะตัวสำหรับ Solvent แต่ละชนิด

m คือ molality ของสารละลาย คือ จำนวนโมลของสาร

ตัวอย่างต่อน้ำหนัก 1000 g ของ Solvent

คำนวณโมเลกุล (M) จากจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแทนค่าในสูตร

$$\Delta T_b = K_b \times m$$

$$1 = 2.79 \times m$$

$$m = \frac{1}{2.79}$$

$$m = 0.35$$

ไซโคลเฮกเซน 1 กิโลกรัมมีสารตัวอย่างอยู่ 0.35 g

$$\text{ถ้าไซโคลเฮกเซน 0.005 กิโลกรัม มีสารตัวอย่างอยู่} = \frac{0.005 \times 0.35}{1}$$

$$= 0.0017 \text{ g}$$

$$\text{จากสูตร } n = \frac{g}{M}$$

เมื่อ $n =$ จำนวนโมล
 $g =$ จำนวนกรัมของสารตัวอย่าง
 $M =$ มวลโมเลกุลของสารตัวอย่าง

แทนค่าในสูตร $0.0017 = \frac{0.2}{M}$

$$M = \frac{0.2}{0.0017}$$

$$= 117$$

$$\therefore M = 117$$

5. คำนวณหาค่าความหนาแน่นของสารตัวอย่าง

จากสูตร $d = \frac{M}{V}$

เมื่อ $M =$ น้ำหนักสาร
 $d =$ ความหนาแน่น
 $V =$ ปริมาตรของขวดวัดปริมาตร

$$d = \frac{4.19}{5}$$

$$= 0.84 \text{ g/cm}^3$$

6. คำนวณหาค่าความหนืดของสารตัวอย่าง เป็นดังนี้

ครั้งที่	เวลา (s)	ระยะทาง (cm.)
1	13.91	12.1
2	13.89	12.0
3	13.33	12.7
4	12.50	11.7
5	12.60	11.5

จากสูตร
$$\eta = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{gv}$$

เมื่อ	ρ_s	ความหนาแน่นของลูกกลมโลหะ
	ρ_l	ความหนาแน่นของของเหลว (0.84 g/cm ³)
	g	แรงโน้มถ่วงของโลก (981 g.cm.s ⁻²)
	v	ความเร็ว
	r	รัศมีของลูกกลมโลหะ

แทนค่าในสูตร ครั้งที่ 1

$$\eta = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{gv}$$

$$v = \frac{l}{s}$$

$$= 0.87 \text{ cm s}^{-1}$$

$$\eta = \frac{2(0.32)^2 \text{ cm}^2 \times (10.1 \text{ gcm}^{-3} - 0.84 \text{ gcm}^{-3}) 981 \text{ gcm s}^{-2}}{(981 \text{ gcm s}^{-2})(0.87 \text{ cm s}^{-1})}$$

$$= \frac{1.8964}{0.87}$$

$$= 2.18 \text{ cm s}^{-1}$$

ครั้งที่ 2
$$\eta = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{gv}$$

$$V = \frac{l}{s}$$

$$= 0.86 \text{ cm s}^{-1}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{2(0.32)^2 \text{ cm}^2 \times (10.1 \text{ gcm}^{-3} - 0.84 \text{ gcm}^{-3}) 981 \text{ gcms}^{-2}}{(981 \text{ gcms}^2)(0.87 \text{ cms}^{-2})} \\
 &= \frac{1.8964}{0.86} \\
 &= 0.21 \text{ cms}^{-1}
 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 3

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{g\nu} \\
 &= \frac{12.70 \text{ cm}}{13.33 \text{ s}} \\
 &= 0.95 \text{ cms}^{-2} \\
 \eta &= \frac{2(0.32)^2 \text{ cm}^2 \times (10.1 \text{ gcm}^{-3} - 0.84 \text{ g/cm}^{-3}) 981 \text{ gcms}^{-2}}{(981 \text{ gcms}^2)(0.95 \text{ cms}^{-2})} \\
 &= \frac{1.8964}{0.95} \\
 &= 2.00 \text{ cms}^{-1}
 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 4

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{g\nu} \\
 \nu &= \frac{1}{s} \\
 &= 0.94 \text{ cms}^{-2} \\
 \eta &= \frac{2(0.32)^2 \text{ cm}^2 \times (10.1 \text{ gcm}^{-3} - 0.84 \text{ gcm}^{-3}) 981 \text{ gcms}^{-2}}{(981 \text{ gcms}^2)(0.94 \text{ cms}^{-2})} \\
 &= \frac{1.8964}{0.94} \\
 &= 2.02 \text{ cms}^{-1}
 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 5

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{g\nu} \\
 \nu &= \frac{l}{s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.91 \text{ cms}^{-2} \\
 \eta &= \frac{2(0.32)^2 \text{ cm}^2 \times (10.1 \text{ gcm}^{-3} - 0.84 \text{ gcm}^{-3}) 981 \text{ gcms}^{-2}}{(981 \text{ gcms}^2)(0.91 \text{ cms}^{-2})} \\
 &= \frac{1.8964}{0.91} \\
 &= 2.08 \text{ cms}^{-2}
 \end{aligned}$$

หาค่าเฉลี่ย

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2.18 + 2.21 + 2.0 + 2.02 + 2.08}{5} \\
 &= 2.098 \text{ cms}^{-2}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความหนืดจะมีค่าเท่ากับ 2.10 cms^{-2}

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์การหาค่าพลังงานความร้อนด้วยเครื่องวัดค่าพลังงานความร้อน

AUTOCAL II TEST REPORT
Operator's name : saowanee Test description: Test date & time : Wed, Jan 01, 1997, 02:02
Sample name : yang na Sample weight: 1.0103 g Container weight: 0.1693 g Start temperature: 26.9510 C Final temperature: 31.3690 C Bomb heat capacity: 9737.7971 J/K (determined Mon, Aug 23, 2004, 02:36)
Gross CV of sample: 42583 J/g
CV of Cotton: 59 J CV of Wire: 13 J CV of Container: 2562 J Nitrogen Correction: 25 J
Net CV of sample: 39552 J/g

บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางสด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า ในระหว่างเดือน กรกฎาคม 2547 – มิถุนายน 2548 ซึ่งในการศึกษาวิจัยเรื่องจะใช้ผงอะลูมินัมเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนที่ใช้จะใช้น้ำมันยาง 80 g ผงอะลูมินัม 4 g จะได้น้ำมันออกมา 30 ml โดยคิดเป็นร้อยละ 37.5 และคำนวณหาโมเลกุลของสารตัวอย่างโดยอาศัยการเพิ่มจุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย ในตัวทำละลายที่เหมาะสมโดยการใช้สูตร $AT_b = K_b \times m$ ในการคำนวณซึ่งจะได้ค่าโมเลกุลของสารตัวอย่างเท่ากับ 114.3 , นำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่นจากสูตร $d = \frac{M}{V}$

ซึ่งมีค่าที่ได้จะ เท่ากับ 0.10 g/cm^3

คำนวณหาค่าความหนืดของสารตัวอย่าง

จากสูตร $\eta = 2r^2 \frac{(\rho_s - \rho_l)}{gv} g$

ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.10 cm/s^{-2}

และนำมาวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อน โดยใช้เครื่อง ซึ่งค่าที่ได้เท่ากับ 39952 J/g

ในการสกัดน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางสดผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นน้ำมันเบนซินและเนฟธา ซึ่งน้ำมันเบนซินจะมีจุดเดือดระหว่าง $0-65^\circ\text{C}$ ส่วนเนฟธามีจุดเดือดระหว่าง $65-170^\circ\text{C}$ โดยมีจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลอยู่ระหว่าง 5-6 และอยู่ระหว่าง 6-10 ตามลำดับ มีสถานะเป็นของเหลว

ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์ที่ได้ควรพัฒนาจนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการหาค่าต่าง ๆ
2. อุปกรณ์มีไม่เพียงพอสำหรับการทำวิจัยแต่ละครั้งควรมีอุปกรณ์มากกว่านี้
3. ควรมีการทำวิจัยให้กว้างขวางไปอีก คือสามารถนำเอาน้ำมันที่กลั่นได้ไปใช้กับเครื่องยนต์มาตรฐานได้จริง และสามารถเดินเครื่องได้โดยใช้น้ำมันที่กลั่นมาได้
4. การทำวิจัยครั้งต่อไปถ้ามีการทำวิจัยเรื่องการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงอีกก็ควรที่จะผลิตน้ำมันให้ได้มากกว่านี้

บรรณานุกรม

- กนกอร รจนากิจ. 2545. การพัฒนาไบโอดีเซลจากไขมันปาล์มบริสุทธิ์สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด. ฉบับที่ 1 เดือนเมษายน 2545. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง.
- กล้าณรงค์ ศรีรอดและคณะ. การศึกษาสถานภาพวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซล. มหาวิทยาลัยทักษิณ
- กณิต กฤษณังกูร. การพัฒนาน้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล. 2534. ฉบับที่ 50 ปีที่ 17 เดือนสิงหาคม - เดือน พฤศจิกายน 2546.
- บัณฑิต เอื้ออาภรณ์. 2546. เหมืองน้ำมันสาปะหลัง. ชีวมวลทางเลือกเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย:กรุงเทพมหานคร.
- ปิยาภรณ์ กัลยาสิริ และคณะ. ปีที่ 17. การสำรวจแหล่งน้ำมันพืชเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงดีเซล. ฉบับที่ 2 เดือนธันวาคม 2537. วารสาร สจ.ธ.
- วิวัฒน์ หนูเหมือนและกฤษณ ทองศรี. ปีที่ 7. จุดระเหยและจุดเดือดของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์. ฉบับที่ 1 2546 วารสารวิจัยและฝึกอบรมสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- วารสารนโยบายพลังงาน. การใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์รับจ้างสองแถว ฉบับที่ 16 เดือนเมษายน - มิถุนายน 2546.
- วารสารเคมีน่ารู้. พลังงานและเชื้อเพลิงทดแทน. ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 เดือนตุลาคม 2547.
- วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ไบโอดีเซลพลังงานทดแทนในพื้นที่ของประเทศไทย. วันที่ 14 เดือนมิถุนายน 2544
- (Encyclopedia of Science Technology)
- (Mc Graw - Hill Concise)
- (Van Nostrand's Scientific Encyclopedia Fifth Edition)
- (<http://www.mtec.or.th/th/news/cool-staff/coul30.html>)
- (<http://www.se-ed-net/winyou/kato/solarcell.htm>)
- (<http://update.se-ed.com/168/biodiesel.htm>)

ภาคผนวก

เค้าโครงวิจัย

ชื่อโครงการ

การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางสด

(Production of petroleum fuel from the latex of yaang naa)

ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยเชิงการทดลอง

สาขาที่ทำการวิจัย

สาขาเคมี

ผู้ดำเนินการวิจัย

นางสาวนิตยาภรณ์ ไชยรัตน์

MISS NITTAYAPORN CHAIRAT

นางสาวเสาวณีย์ ทองจำรูญ

MISS SAOWANEE TONGGUMROON

อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

อาจารย์สุคนธ์ พัทธกษวรงค์

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาเคมีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงเนื่องจากสถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ผันผวนทำให้หลายๆประเทศต้องแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนที่จะมาทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม

ประเทศไทยก็เป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะประเทศไทยไม่สามารถที่จะผลิตน้ำมันเองได้ต้องสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศจึงส่งผลให้ราคาน้ำมันสูงขึ้น

ในคริสต์ศักราช 1999 ประเทศไทยใช้พลังงาน 47,699 กิโลตันต่อภาวะสมมูลของน้ำมัน ซึ่งจะเพิ่มขึ้นมากกว่าปีก่อน 44 % ผลผลิตของปิโตรเลียมและพลังงานชนิดอื่นที่ได้มาใหม่ เช่น แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และลิกไนต์ เพิ่มขึ้น 4.3 % ผลผลิตน้ำมันดิบรวม 1,694 กิโลตัน และน้ำมันดิบที่นำเข้าทั้งหมด 34,860 กิโลตัน แผนกคมนาคมใช้น้ำมันไป 18,991 กิโลตัน ใช้น้ำมันดีเซล 54.1 % ขณะที่ใช้แก๊สโซลีน 27.1 % เนื่องจากราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นในตลาดโลกและในทุกประเทศ ทางด้านการเกษตรซึ่งใช้ปริมาณน้ำมัน 4.5 % ได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาผลผลิตที่ตกต่ำและราคาน้ำมันเชื้อเพลิงสูง ความคิดที่จะใช้น้ำมันจากพืชเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ขยายออกไปทั่วทั้งประเทศ (กำพล ประทีปชัยกุล และ ชีรวัฒน์ อภิชาโต ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2546 25(3) :317-326)

การศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนาและสาธิตตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิตและการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมทั้งทางเทคนิค เศรษฐกิจและสังคม สำหรับผู้ใช้ในเมืองและชนบทซึ่งในการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าวยังรวมถึงการพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย งานศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานพัฒนาพลังงานทดแทนซึ่งมีโครงสร้างที่เกี่ยวข้องโดยตรงภายใต้แผนงานนี้ คือ โครงการศึกษาวิจัยด้านพลังงานและมีความเชื่อมโยงกับแผนงานพัฒนาชนบทในโครงการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเคอร์รี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้า โดยงานศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนจะเป็นงานประจำที่มีลักษณะการดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆในเชิงกว้าง เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ทั้งในด้านวิชาการ เชิงทฤษฎีและอุปกรณ์ เครื่องมือทดลองและการทดสอบรวมถึงการส่งเสริมและเผยแพร่ ซึ่งเป็นการสนับสนุนและรองรับความพร้อมในการจัดตั้งโครงการใหม่ๆในโครงการศึกษาวิจัยด้าน

พลังงานและโครงการอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การศึกษาค้นคว้าเบื้องต้น การติดตามความก้าวหน้า และร่วมมือประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาต้นแบบ ทดสอบ วิเคราะห์ และ ประเมินความเหมาะสมเบื้องต้นและเป็นงานส่งเสริมการพัฒนาโครงการที่กำลังดำเนินการให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนสนับสนุนให้ โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วได้นำผลไปดำเนินการส่งเสริม และเผยแพร่การใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมต่อไป

การใช้พลังงานทดแทนเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์มีประโยชน์หลายด้าน สามารถลดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ ซึ่งการใช้พลังงานทดแทนสามารถลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกเพราะผลิตจากพืชที่ใช้แล้ว นอกจากช่วยลดการนำน้ำมันที่ใช้แล้วไปประกอบอาหารซ้ำแล้ว ยังช่วยป้องกันมิให้น้ำมันที่ใช้เป็นไฟผลิตเป็นอาหารสัตว์ ด้านสมรรถนะเครื่องยนต์ การผสมน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากพืชในระดับร้อยละ 1 – 2 สามารถช่วยเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นให้กับน้ำมันดีเซล จากผลการทดลองของสถานีวิจัยและเทคโนโลยีของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) พบว่า การเติมไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วและน้ำมันมะพร้าวในอัตราร้อยละ 0.5 สามารถเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นได้ถึง 2 เท่า ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้นเนื่องจากไบโอดีเซลมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10 ทำให้การผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และเป็นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาตรของอากาศต่อน้ำมันได้เป็นอย่างดี จึงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น จึงทำให้กำลังเครื่องไม่ลดลง การใช้ไบโอดีเซลช่วยสร้างงานในชนบทด้วยการสร้างตลาดพลังงานไว้รองรับผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือจากการบริโภค การใช้ไบโอดีเซลสามารถช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศได้บางส่วนซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยสูญเสียเงินตราต่างประเทศเพื่อนำเข้าน้ำมันดิบกว่า 300,000 ล้านบาท ด้านการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทยมีสัดส่วนการใช้ น้ำมันดีเซลสูงกว่าน้ำมันเบนซินมาก ตลาดน้ำมันดีเซลในประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่าน้ำมันเบนซิน 2 เท่า และในอนาคตมีแนวโน้มที่โรงกลั่นน้ำมันอาจจะผลิตน้ำมันดีเซลไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำมันในประเทศ ดังนั้นการใช้ไบโอดีเซลจึงช่วยลดความไม่สมดุลด้านการผลิตของโรงกลั่นได้ การผสมไบโอดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 1 – 2 ช่วยเพิ่มความหล่อลื่นในน้ำมันดีเซลได้ โดยเฉพาะกรณีที่จะมีการลดปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลได้

ดังนั้นผู้วิจัยจะศึกษาเกี่ยวกับการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยาง (Production of petroleum fuel from the peel of yaau g uaa) เพื่อที่จะได้นำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติ และช่วยลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำมันที่สกัดได้จากยางนาสด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติ
2. สามารถนำวัตถุดิบในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกอร รจนากิจ. (2545) “การพัฒนาไบโอดีเซลจากไขมันปาล์มบริสุทธิ์สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์”

การนำน้ำมันพืชบริสุทธิ์มาใช้โดยตรงในเครื่องยนต์จะเปิดด้วยการอัดจะเกิดปัญหาอันเนื่องมาจากการมีค่าความหนืดสูงและการระเหยต่ำ ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการนำไปผ่านกระบวนการ ทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการนำไขมันปาล์มบริสุทธิ์มาผ่านกระบวนการทรานเอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายและสารโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล ในการทดลองนี้ได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันไบโอดีเซล ที่นำไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลปกติในอัตราส่วน 10 % โดยปริมาตร โดยใช้แนวทางในการเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานโดยการทดสอบคุณสมบัติทางด้านความหนืด,ค่าทางความร้อน,จุดไหลเท,จุดวาบไฟ ฯลฯ จากนั้นนำไบโอดีเซลผสม 10 % และตัวอย่างน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซลมาทดสอบกับเครื่องยนต์ในระยะต้นเพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของการใช้งานจริงพบว่า ไบโอดีเซลผสม 10 () มีคุณสมบัติการใช้งานที่ดีกว่าตัวอย่างน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซลจึงสามารถกล่าวได้ว่าไบโอดีเซลจากไขมันปาล์มบริสุทธิ์เป็นทางเลือกใหม่ของเชื้อเพลิงที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมโดยไม่จำเป็นต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์แต่อย่างใด

คณิต ฤทธนังกูร. (2534) “การใช้ไขมันพืชเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล”

ถึงแม้ไขมันพืชและเมทิลเอสเทอร์ของมันเป็นแนวโน้มนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงดีเซลได้ แต่การนำมาใช้จริงยังคงมีปัญหาทั้งทางการเผาไหม้ การผลิต ราคาและปัญหาอื่นๆ ที่ต้องวิจัยและพัฒนาอีกมาก บทความนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงปัญหาและเสนอแนวทางการวิจัย และพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นแก่นักวิจัยทั่วไป

ปิยาภรณ์ กัลยาสิริ , นฤมล จิยโชค และคณิต ฤทธนังกูร. (2537) “การสำรวจแหล่งน้ำมันพืชเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิง ดีเซล”

การสำรวจเมล็ดพืช 364 ตัวอย่างที่หาได้ในประเทศพบว่า เมล็ดพืช 64 ชนิดนี้น้ำมันสูง กว่าร้อยละ 15 และเมทิลเอสเทอร์ของมันมีค่าดัชนีซีเทนสูงกว่า 50 ดังนั้น น้ำมันเมล็ดพืชเหล่านี้มี ศักยภาพที่จะพัฒนาใช้เป็นเชื้อเพลิงดีเซลหรือเป็นเชื้อเพลิงผสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

วิวัฒน์ หนูเหมือน และกฤษณ ทอศรี.(2546) “จุดระเหยและจุดเดือดของไบโอ ดีเซล จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์”

การควบคุมคุณภาพของเชื้อเพลิงไบโอดีเซล เช่น การระเหยกลายเป็นไอ เป็นสิ่งที่ จำเป็นต่อเครื่องยนต์ ความดันไอ (Pv) และจุดเดือด (bp) ของเมทิลเอสเทอร์ (methyl esters) และ น้ำมันพืชหลายชนิดเป็นหัวข้อที่นำไปสู่การควบคุมคุณภาพของไบโอดีเซล วิธีการที่ใช้ในการ ทดสอบเรียกว่า Thermogravimetric analysis (TGA) ที่ความดัน 1 บรรยากาศ จุดเดือดและ อุณหภูมิขึ้นอยู่กับความดันไอ ช่วง atm จนถึง 5.332 kPa (40 mmHg) โดยวัดจากเมทิลเอสเทอร์ และเอทิลเอสเทอร์ (Methyl ester) ที่มาจากวัตถุดิบเหล่านี้คือ น้ำมัน Rapeseed น้ำมัน Canla น้ำมัน ถั่วเหลือง และไขมันสัตว์ จุดเดือดที่ความดัน 1 atm อยู่ในช่วง 340 – 375 องศาเซลเซียส เมทิล เอสเทอร์และเอทิลเอสเทอร์ในส่วนของน้ำมันที่กำหนดมามีความแตกต่างกันของจุดเดือด 5 องศา เซลเซียส ผลจากการทดลองแสดงในรูปของส่วนประกอบของกรดไขมันของเอสเทอร์และน้ำมัน ผลจากการวัดค่าที่แสดงด้วยวิธี TGA มีความแม่นยำ $\pm 5\%$

เอกสารอ้างอิง

- กนกอร รณากิจ. 2545. “การพัฒนาไบโอดีเซลจากไขมันปาล์มบริสุทธิ์สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงใน เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด”, วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 10 (เมษายน 2545), 2-6.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และคณะ. 2546. “การศึกษาสถานภาพวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตไบโอดีเซล (A study of raw material status for biodiesel production in Thailand)”, การวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ. (สำเนา)
- คณิต กฤษณังกูร. 2534. “การใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล”, วารสาร สจ.บ. 14 (มิถุนายน 2534), 34-41.
- บัณฑิต เอื้ออาภรณ์. 2546. “เหง้ามันสำปะหลัง : ชีวมวลทางเลือกเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า”, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. 2546
- ปิยาภรณ์ กัลยาสิริ และคณะ. 2537. “การสำรวจแหล่งน้ำมันพืชเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงดีเซล”, วารสาร สจ.บ. 17(ธันวาคม 2537), 91-98.

วิวัฒน์ หนูเหมือน และกมล ทงศรี. 2546. “จุดระเหยและจุดเดือดของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์”, วารสารวิจัยและฝึกอบรมสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 7 (2546), 24-31.

วารสารนโยบายพลังงาน. 2546. “การใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์รับจ้างสองแถว จังหวัด เชียงใหม่”, 64 (เมษายน - มิถุนายน 2546).

วารสารเคมีน้ำรู้. 2547. “พลังงานและเชื้อเพลิงทดแทน”, 3 (ตุลาคม 2547).

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544. “ไบโอดีเซลพลังงานทดแทนในฝันของประเทศเกษตรกรรม”, (มิถุนายน 2544).

<http://kanchanapisek.or.th/Kp6/BOOK24/Chapter7/t24-7-/1.ttm>

<http://www.mtec.or.th/th/news/cool-staff/coul30.html>

<http://www.se-ed-net/winyou/kato/solarcell.htm>

http://www.tisi.go.th/lab/testing/test_109t.html

<http://update.se-ed.com/168/biodiesel.htm>

วิธีดำเนินการวิจัย

1. นำน้ำมันยางสด มาให้ความร้อนโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วน
2. เติมผงอะลูมินัม
4. นำสารตัวอย่างที่สกัดได้มาทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีโครมาโทกราฟี
5. นำสารตัวอย่างที่สกัดได้มากลับลำดับส่วน
6. หาจุดเดือดของสารตัวอย่าง
7. หาจุดเยือกแข็งของสารตัวอย่าง
8. หามวลโมเลกุลโดยกระบวนการเพิ่มจุดเดือดและลดจุดเยือกแข็ง
9. วิเคราะห์หาความหนืดของสารตัวอย่างโดยเครื่อง VISCOMETER
10. วิเคราะห์หาค่าความร้อนของสารตัวอย่างโดยเครื่อง BOMB CALORIMETER

ขอบเขตการวิจัย

ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางสด ในเขตพื้นที่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัด นครศรีธรรมราช

ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 - กันยายน 2548

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรมการวิจัย	2547			2548								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←→											
2. ทำการทดลอง				←→								
3. รวบรวมข้อมูล	←→											
4. วิเคราะห์ข้อมูล แปลผลและสรุป ผลการวิจัย							←→					
5. จัดทำ เอกสารรายงาน ผลการวิจัยและ เผยแพร่											←→	

อุปกรณ์การวิจัย

เครื่องมือ - อุปกรณ์

1. แท่งแก้วคน
2. หลอดหยด
3. บีกเกอร์
4. หลอดทดลอง
5. ขวดวัดปริมาตร
6. ขวดก้นกลม
7. กระบอกตวง
8. กรวยกรอง
9. กรวยแยก
10. สแตนดี้

11. หลอดกะปิลารี่
12. เทอร์โมมิเตอร์
13. กระดาษลิตมัส
14. กระดาษกรอง
15. ลูกเหล็ก
16. ไม้บรรทัด
17. เตาให้ความร้อน
18. เครื่องกลั่นลำดับส่วน
19. เครื่องวัดค่าพลังงานความร้อน
20. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง, 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. ผงอะลูมิเนียม
2. โลหะสังกะสี
3. โซโครเฮ็กเซน
4. กรดอะซิติกเข้มข้น
5. ปีโตรเลียมอีเทอร์
6. แอมโมเนีย

งบประมาณของโครงการวิจัย

3,200 บาท

ลงชื่อ.....*นิตยากรณ์ ไชยรัตน์*.....

(นางสาวนิตยากรณ์ ไชยรัตน์)

ลงชื่อ.....*เสาวณีย์ ทองจำรูญ*.....

(นางสาวเสาวณีย์ ทองจำรูญ)

ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา

ทำ ๓๓/๖๕๖๒ ✓

ลงชื่อ.....*สุกนธ์ พัทธวงษ์*.....

(นายสุกนธ์ พัทธวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนิตยาภรณ์ ไชยรัตน์		
วัน เดือน ปีเกิด	23 มกราคม 2526		
วุฒิการศึกษา			
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา	
ระดับประถมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนวัดศโสมสร	2539	
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3	โรงเรียนท่าศาลาประสิทธิ์ศึกษา	2542	
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนท่าศาลาประสิทธิ์ศึกษา	2545	
ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2548	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวเสาวณีย์ ทองจำรูญ

วัน เดือน ปีเกิด 03 กันยายน 2526

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับประถมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนบ้านนา	2539
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3	โรงเรียนบ้านนา	2542
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนจรัสพิชากร	2545
ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2548