

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากซังข้าวโพด

IMPROVEMENT OF DIESEL QUALITY BY FURFURAL
FROM CORNCOB



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

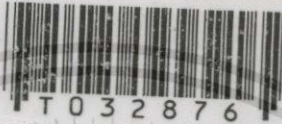
พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-373-9

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชังข้าวโพด

IMPROVEMENT OF DIESEL QUALITY BY FURFURAL
FROM CORNCOB



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

1ท

ท.บ.ว.ท.

1522

สาขาวิชาการศึกษาวិทยาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหน้.....

เลขทะเบียน... 32876

วัน, เดือน, ปี 14 ส.ย. 2542

พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-373-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**IMPROVEMENT OF DIESEL QUALITY BY FURFURAL
FROM CORNCOB**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (CHEMISTRY)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1999

ISBN 974-622-373-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

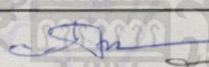
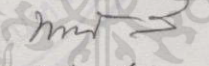
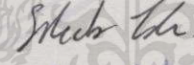
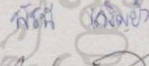
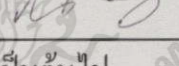
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ศูนย์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชั่งข้าวโพด
IMPROVEMENT OF DIESEL QUALITY BY FURFURAL FROM CORNCOB

ชื่อนักศึกษา นายกิตติภพ สำราญ
รหัสประจำตัว 38063211
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ตะวัน สุขน้อย
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.ตะวัน สุขน้อย	
ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์	
ผศ.ดร.ศักดิ์ ไตรศักดิ์	
ดร.พัชนี เจริญยิ่ง	
รศ.ดร.วีวรรณ ชินะตระกูล	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 24 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.มัท ดั่งวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 20 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเพอร์ฟิวรีลที่ได้จาก ซังข้าวโพด
นักศึกษา	นายกิตติภพ สำราญ
รหัสประจำตัว	38063211
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.ตะวัน สุขน้อย
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล โดยใช้เพอร์ฟิวรีลที่ได้จากซังข้าวโพดไปลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล ซึ่งจะทำให้ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น โดยศึกษาเปรียบเทียบกันระหว่าง เพอร์ฟิวรีลจากซังข้าวโพดกับเพอร์ฟิวรีลนำเข้า จากการวิจัยโดยศึกษาตัวแปรของอุณหภูมิ , ระยะเวลา และอัตราส่วนผสมเพอร์ฟิวรีลกับน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมที่ใช้ในการลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล พบว่า

เพอร์ฟิวรีลจากซังข้าวโพดกับเพอร์ฟิวรีลนำเข้าสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกได้ใกล้เคียงกัน จาก 32 % V/V เหลือเพียง 11 % V/V , 8 % V/V , 4 % V/V ตามอัตราส่วนผสมเพอร์ฟิวรีลกับน้ำมันดีเซล 50/50 , 60/40, 70/30 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าดัชนีซีเทนก่อนผสมได้เท่ากับ 48 และวิเคราะห์ได้เท่ากับ 55, 60, 65 ตามลำดับการผสม

การศึกษาถึงสภาวะของอุณหภูมิและระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำมันดีเซลผสมกับเพอร์ฟิวรีลในห้องปฏิบัติการที่อยู่ในที่มืดและนอกห้องปฏิบัติการที่มีแสงสว่างหรือแสงแดดพบว่าปริมาณสารอะโรมาติกและค่าดัชนีซีเทน ไม่แตกต่างกันตามอัตราส่วนผสมน้ำมันดีเซลกับเพอร์ฟิวรีล

ส่วนอัตราส่วนที่เหมาะสม ของการผสมเพอร์ฟิวรีล กับน้ำมันดีเซลนั้นอัตราส่วน 50/50 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม ทั้งนี้อัตราส่วน 50/50 ใช้ปริมาณสารละลายเพอร์ฟิวรีลในส่วนผสมที่น้อย แต่สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกและ ทำให้คุณภาพน้ำมันดีเซลอยู่ในมาตรฐานกระทรวงพาณิชย์กำหนด

Thesis Title	Improvement of Diesel Quality by Furfural from Corncob
Student	Mr. Kittiphop Samran
Student ID.	38063211
Degree	Master of Science
Programme	Science Education
Year	1999
Thesis Advisor	Dr. Tawan Suknoi
Thesis Co-advisor	Asst. Prof. Dr. Punnee Leekitchwatana

ABSTRACT

This study attempt to improve the quality of diesel oil by using furfural obtained from corncob. Furfural reduce aromatic compounds and increase the cetane index in diesel oil. By comparing the commercial furfural and furfural obtained from corncob, in this research various factors have been studied such as temperature, sampling time and ratio of furfural used in diesel oil. The results are as follow

Furfural from corncob and commercial furfural can reduce the aromatic content in diesel oil from 32 % volume by volume to 11%, 8 % and 4 % volume by volume which respect to the ratio of furfural used in diesel oil 50/50, 60/40 and 70/30. By the ratio studied, result in the increase of initial cetane index of 48 to 55,60 and 65

Temperature and sampling time do not effect on the reduction of aromatic content for each ratio of furfural used in diesel oil and the cetan index does not change significantly.

The effective ratio of furfural in diesel oil is 50/50 because it is the minimum raio which decrease aromatic content, increase cetane index by do effect on the quality of diesel oil in a standard of Ministry of Commerce.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.ตะวัน สุขน้อย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ ดร.พัชนี เจริญยิ่ง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณกรรมการทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ ขอขอบคุณ คุณแม่ทนา พฤษรัตนนท์ หัวหน้ากลุ่มวิเคราะห์ 2 กองวิเคราะห์สินค้า และของกลาง กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือทดลอง และให้คำแนะนำ ทำให้การทดลองวิจัยเรียบร้อยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ผู้ให้กำเนิดให้การส่งเสริมในการศึกษาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างสูงยิ่งตลอดมาขอขอบคุณ คุณศักดิ์สิทธิ์ เชนอนันต์ ที่ช่วยทำการทดลองขอขอบคุณ พี่ ๆ น้องๆ เพื่อน ๆ และผู้ช่วยเหลือแต่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้ให้โอกาสให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และ คุณครู-อาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

กิตติภพ สําราม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 น้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum oil).....	7
2.2 น้ำมันดีเซล.....	10
2.3 ขี้าวโพลที่ใช้กลั่นเฟอรัฟรัล.....	16
2.4 โครงสร้างของเฟอรัฟรัลและอนุพันธ์.....	17
2.5 คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีและปฏิกิริยาเคมีการเกิดของเฟอรัฟรัล.....	18
2.6 ประโยชน์ของเฟอรัฟรัล.....	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	25
3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กลั่นเฟอรัฟรัล.....	25
3.2 การกลั่นเฟอรัฟรัลจากขี้าวโพล.....	26
3.3 วัสดุอุปกรณ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล.....	26
3.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลโดยใช้เฟอรัฟรัล.....	27
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินใจและสรุปผลการทดลอง.....	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง.....	30
4.1 ผลการทดลองกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด.....	30
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	30
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัล นำเข้ากับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกับ.....	32
4.4 ผลการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรัล โดยนำเฟอร์ฟูรัล นำเข้าและเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดที่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลที่วิเคราะห์ แล้วนำมากลั่นใหม่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลและศึกษาเฉพาะเก็บตัวอย่าง ในห้องปฏิบัติการซึ่งศึกษาตัวแปรเหมือนเดิม.....	55
4.5 ผลการทดลองหาจำนวนครั้งในการสกัดปริมาณสารอะโรมาติกที่เหมาะสม ของเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 50/50.....	71
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	79
5.1 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	79
5.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	79
5.3 สรุปผลการวิจัย.....	80
5.4 อภิปรายผลการวิจัย.....	81
5.5 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป.....	84
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก.....	87
ภาคผนวก ก. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน.....	88
ภาคผนวก ข. แสดงภาพเครื่องมือและภาพผลการทดลอง.....	92
ประวัติผู้เขียน.....	96

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณสมบัติบางประการของไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ.....	9
2.2 ข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซล.....	11
2.3 ข้อกำหนดมาตรฐานน้ำมันดีเซลของบริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย.....	12
2.4 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์.....	19
2.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Furfural, N-Methyl-2-pyrrolidone (MP) และ Phenol ในการใช้เป็นตัวทำละลายแยกสาร.....	22
4.1 แสดงผลความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรัล กับค่าการดูดกลืนแสง.....	31
4.2 แสดงผลการกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดที่ให้ปริมาณเฟอร์ฟูรัลและผลการคำนวณค่า ต่าง ๆ ที่ได้จากการกลั่นเฟอร์ฟูรัล.....	32
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้อง ปฏิบัติการ (% V/V) จำนวน 3 ครั้ง.....	33
4.4 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้า และที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้อง ปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	40
4.5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จุดควบไพล์ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้าและ ที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	47
4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่า เอ.พี.ไอ. ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้าและ ที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	49
4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดที่ 40 °C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับ เฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้อง ปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	51
4.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ อุณหภูมิที่ 15.6/15.6 °C ในน้ำมัน ดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปด เปรียบเทียบ กันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.9	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้า และที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกับน้ำมันใหม่.....	56
4.10	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่.....	58
4.11	แสดงผลการวิเคราะห์จุดวาบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่.....	63
4.12	แสดงผลการวิเคราะห์ค่า เอ.พี.ไอ. ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพด.....	65
4.13	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด ที่ 40 °C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้า และที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่.....	67
4.14	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่.....	69
4.15	แสดงผลการวิเคราะห์หาจำนวนการสกัดสารอะโรมาติกที่เหมาะสมในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดในอัตราส่วนผสม 50/50.....	71

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน.....	8
2.2 โมโนกราฟสำหรับการประมาณหาค่าซีเทน.....	14
2.3 โครงสร้างของเพอร์ฟูรด์และอนุพันธ์	18
2.4 แสดงแผนผังเพอร์ฟูรด์และอนุพันธ์.....	18
3.1 แสดงแผนผังการทดลอง.....	29
4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเพอร์ฟูรด์.....	31
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับ เพอร์ฟูรด์ นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จากซังข้าว โคลเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	35
4.3 เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์ จากซังข้าว โคลที่เก็บในห้องปฏิบัติการที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	36
4.4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล ที่ผสมกับ จากซังข้าว โคลที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	37
4.5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์ นำเข้าที่เก็บในห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	38
4.6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ ผสมกับเพอร์ฟูรด์ นำเข้าที่ เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	39
4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์นำ เข้า และที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จากซังข้าว โคลเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้อง ปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง.....	42
4.8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จาก ซังข้าว โคลที่เก็บใน ห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	43
4.9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จาก ซังข้าว โคลที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	44
4.10 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จากนำเข้า ที่เก็บในห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	45
4.11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จากนำเข้า ที่เก็บไว้นอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์.....	46

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4.12	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จุดควบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจาก ชั่งข้าว โทคเปรียบเทียบที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการจำนวน 3 ครั้ง.....	48
4.13	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่า API ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าว โทคเปรียบเทียบที่เก็บในห้องกับห้องปฏิบัติการจำนวน 3 ครั้ง.....	50
4.14	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียสในน้ำมันดีเซลผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าว โทคเปรียบเทียบที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการจำนวน 3 ครั้ง.....	52
4.15	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ อุณหภูมิที่ 15.6/15.6 °C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าว โทคเปรียบเทียบที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการจำนวน 3 ครั้ง.....	54
4.16	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลที่นำมากลั่นใหม่.....	57
4.17	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าว โทค ที่นำมากลั่นใหม่.....	60
4.18	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลที่ทดลองครั้งแรกกับที่นำเพอร์ฟูร์ลมากลั่นใหม่.....	61
4.19	เปรียบเทียบค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลที่ทดลองครั้งแรกกับที่นำมากลั่นใหม่.....	62
4.20	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าจุดควบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าว โทคที่นำมากลั่นใหม่.....	64
4.21	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ ค่าAPI ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ล จากชั่งข้าว โทคที่ นำมากลั่นใหม่.....	66
4.22	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดที่ 40 องศาในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าว โทคที่นำมากลั่นใหม่.....	68
4.23	แสดงค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะที่ 15.6/15.6 องศาในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ล จากชั่งข้าว โทคที่นำมากลั่นใหม่.....	70

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.24	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล.....	73
4.25	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เพอร์ฟลูรอสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล.....	74
4.26	แสดงผลการวิเคราะห์ห้จุดวาบไฟเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล.....	75
4.27	แสดงผลการวิเคราะห์ความหนืดที่ 40 องศา เพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล.....	76
4.28	แสดงผลการวิเคราะห์ความถ่วงจำเพาะที่ 15.6/15.6 องศาเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล.....	77
4.29	แสดงผลการวิเคราะห์ห่า เอ พี ไอ เพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล.....	78
6.1	แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารอะโรมาติกด้วยเครื่อง HPLC และตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ลดปริมาณสารอะโรมาติก.....	91
6.2	ภาพแสดงซังข้าวโพด ที่ใช้ในการทดลอง.....	93
6.3	ภาพแสดงซังข้าวโพดบด 10 กรัม ผสมกับซัลฟูริก 35 % จำนวน 100 มล.	93
6.4	ภาพแสดงสารละลาย ที่ กลั่น ได้และทดสอบคุณภาพของสารละลายที่กลั่นได้.....	94
6.5	ภาพแสดงการทดลองผสมเพอร์ฟลูรอกับน้ำมันเพอร์ฟลูรอกับน้ำมันดีเซลที่ใช้กรวยแยก ระหว่างน้ำมันดีเซลผสมเพอร์ฟลูรอกับน้ำมันดีเซลก่อนผสมเพอร์ฟลูรอก.....	94
6.6	ภาพแสดงเครื่องมือ HPLC ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติก.....	95

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันรถยนต์ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งนอกเหนือจากปัจจัยสี่ที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นความเจริญทางด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นมากมาย ควบคู่กับกิจกรรมทางการเกษตร โดยการนำเครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาใช้แทนแรงงานคน นอกจากนี้การพัฒนาและความก้าวหน้าของระบบการศึกษาทำให้ประชาชนมีความรู้ความชำนาญมากขึ้นจากความเจริญในด้านต่างๆดังกล่าวจึงทำให้การเดินทางและการขนส่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนจะต้องให้ความสำคัญปัจจุบันจะเห็นได้ว่าจำนวนของยานพาหนะได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนทำให้จำนวนถนน ซึ่งรองรับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ พัฒนาไม่เพียงพอและทันกับความต้องการในการสัญจรจากจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เองก่อให้เกิดปัญหาด้านต่างๆตามมามากมายอาทิปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นบนท้องถนนปัญหาสุขภาพจิตเสื่อม โทรมและปัญหาสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอากาศเป็นพิษอันเนื่องมาจากการปล่อยควันพิษต่าง ๆ เช่นสารตะกั่วก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และควันทาร์ เป็นต้นโดยถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสียรถยนต์ปะปนกับออกซิเจนในอากาศซึ่งสารเหล่านี้เกิดจากการไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันให้ดีเท่าที่ควร โดยทั่วไปน้ำมันที่เผาไหม้ไม่ดีมีเขม่าควันดำจะเป็นพวกน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นน้ำมันที่ใช้กับรถยนต์ที่มีเครื่องยนต์ หมุนเกิน 1,000 รอบต่อนาทีสำหรับประเทศไทยโดยเฉลี่ยจะใช้รถยนต์ที่มีเครื่องยนต์หมุนเกิน 1,000 รอบต่อนาทีขึ้นไปการเกิดเขม่า ควันดำ เป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง อันเนื่องมาจาก น้ำมันดีเซลมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ทำให้คาร์บอนถูกเผาไหม้ไม่หมดเกิดเป็นเขม่า ทำให้น้ำมันสกปรกและมีความหนืดสูงขึ้น (อภิรัช สิริทัศนกุล. 2529 : 7)

เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าน้ำมันดีเซล เป็นส่วนผสมอันเข้มข้น ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเมื่อไฮโดรคาร์บอนสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะทำปฏิกิริยากันได้กรดและความเหนียวยิ่งอุณหภูมิต่ำและความดันสูงอัตราการรวมตัวจะเร็วขึ้นอีกทั้งถ้ามีโลหะ พวกสังกะสี ตะกั่วเหล็กหรือทองแดงปะปนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงเหล่านี้ก็จะเป็นตัวเร่งทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วยิ่งขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40°C น้ำมันดีเซลมีความดันไอต่ำเกินไป จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย ระคายผิวหนังเคืองตาทำให้เกิดผื่นแดงตามผิวหนังกรณีสัมผัสกับน้ำมันเป็นเวลานาน เพราะน้ำมันดีเซลมีปริมาณของสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนซึ่งอาจจะทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง ถ้าสัมผัสนาน ๆ ในพื้นที่ถ่ายเทอากาศไม่ดีและอุณหภูมิสูงความเข้มข้นของไอน้ำมันอาจจะสะสมมากเพียงพอจนถึงขั้นหายใจเข้าไปแล้วจะทำให้คลื่นไส้เวียนและปวดศีรษะน้ำมันดีเซลที่ดีจะรวมตัวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนได้ยาก มีสารประกอบพวกอะโรมาติกน้อยมีความหนืดน้อย มีค่าซีเทนสูง ไม่มีเขม่า ควันดำเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย (จิตพล จำเลิศ. 2535 : 9) ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน เพื่อให้ได้น้ำมันดีเซลบริสุทธิ์มีคุณภาพดีขึ้นนั้นมีหลายวิธี เช่น

การกำจัดสารจำพวกอะโรมาติกด้วยตัวทำละลายซึ่งโดยมากใช้ฟีนอลเพื่อทำให้น้ำมันมีดัชนีความหนืดสูงขึ้น สีสดใสและไม่รวมตัว กับออกซิเจนง่าย

การเติมไฮโดรเจนเพื่อแปลงรูปโมเลกุลของสารประกอบของกำมะถันและไนโตรเจนกรด และไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวทำให้น้ำมันสีสวยขึ้นและคงทน เขม่าลดลงและอายุการใช้งานยาวนาน

การแยกไขออกเพื่อให้มีจุดไหลเทต่ำสามารถใช้งานที่มีอุณหภูมิต่ำได้สำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วในสภาพการใช้งานจริง ๆ คุณสมบัติในตัวของ น้ำมันดีเซล ที่ยังไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ จะมีไขพาราฟินประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนสายตรง (Straight chain hydrocarbon) เป็นส่วนใหญ่ กำมะถันและไนโตรเจนโดยไขพาราฟินมีจุดเดือดช่วง $670-900^{\circ}\text{F}$ ที่ความดันบรรยากาศช่วงจุดหลอมเหลว $105-155^{\circ}\text{F}$ ไฮโดรคาร์บอนสามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ซึ่งตัวทำละลายอินทรีย์มีอยู่หลายชนิดเช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลว (Liquid SO_2), Furfural, Phenol, 1-Methyl-2-pyrrolidone (MP) ฯลฯ ซึ่งสารละลายพวกนี้จะไปช่วยลดความหนืด สีของน้ำมันดีเซลให้ใสขึ้นและมีความสามารถในการละลายพวกไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างสูง (วุฒิพล ท้วมภูมิงาม. 2539 : 7)

โดยทั่วไป เนื่องจากน้ำมันดีเซลจะมีสารประกอบ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็น สาเหตุทำให้เกิดการเผาไหม้ ในเครื่องยนต์ มีเขม่า ควันดำมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลให้บริสุทธิ์โดยใช้สารละลายเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชั่งข้าวโพคนำไปเป็นตัวทำละลายสกัดสารประกอบพวกไซคลิกอะโรมาติก (Aromatic cyclic) ในน้ำมันดีเซล ซึ่งจะทำการสกัดลดทำให้ค่าซีเทน (Cetane) สูงขึ้นจะช่วยทำให้เกิดการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ไม่มีเขม่า ควันดำ สารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลเป็นสารที่ไม่อิ่มตัว แต่มีความสามารถละลาย ในเฟอร์ฟูรัลสูง (จินทนา พุทธธรร. 2528 : 10) ซึ่งจะเป็นแนวทางให้โรงงานอุตสาหกรรมประเภทโรงกลั่นหันมาสนใจใช้ เฟอร์ฟูรัลจากการเกษตร ซึ่งเฟอร์ฟูรัลจะเป็นที่นิยม ต่อไปในอนาคต เพราะทำง่าย ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล โดยใช้สารละลายเฟอร์ฟูรัล ที่ได้จากชั่งข้าวโพคเป็นตัวทำละลายสกัดสารประกอบอะโรมาติก (Aromatic cyclic) ในน้ำมันดีเซล

1.2.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพ น้ำมันดีเซล ได้แก่

1.2.2.1 ความแตกต่างของปริมาณสารอะโรมาติกและค่าดัชนีซีเทนของน้ำมันดีเซล

ที่ปรับปรุงแล้วโดยใช้เฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชั่งข้าวโพคกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้าจากต่างประเทศ และโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.2.2.2 นิคมของเฟอร์ฟูรัลคือเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากซังข้าวโพดและเฟอร์ฟูรัลนำเข้า
- 1.2.2.3 อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของเฟอร์ฟูรัลต่อน้ำมันดีเซล
- 1.2.2.4 อุณหภูมิในการทดลองที่ผสมเฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล
- 1.2.2.5 ระยะเวลาในการทดลองผสม เฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล ที่วัดปริมาณ

สารอะโรมาติกและค่าดัชนีซีเทน วัดทันที ทั้งไว้ 1 สัปดาห์ ทั้งไว้ 2 สัปดาห์

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดที่ปรับปรุงจาก สมศักดิ์ ศรีวานิชภูมิ (2538 : 19) ซึ่งกล่าวว่าน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ได้จากน้ำมันดิบที่ค้นพบในส่วนต่างๆ ของโลกที่เกิดขึ้น โดยการย่อยสลายของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงๆ องค์ประกอบของน้ำมันดีเซล ส่วนใหญ่คือไฮโดรเจนและคาร์บอนชนิดต่างๆ เช่น พาราฟิน (Paraffin) โอลิฟิน (Olefin) แนฟทีน (Naphthen) อะโรมาติก (Aromatic) เป็นต้นซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่เมื่อนำมาใช้กับเครื่องยนต์ก็จะทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่หมดหรือเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ก็จะทำให้เกิดเขม่าควันดำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อมดังนั้นจึงควรหาวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลให้ดีขึ้น โดยใช้สารละลายที่เป็นตัวทำละลายให้สารไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น สารอะโรมาติกให้ลดลง จึงจะทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น สารละลายที่เป็นตัวทำละลายสารอะโรมาติกในน้ำมันนั้นมีหลายชนิด เช่น Phenol 1-methyl-2-pyrrolidone(MP) , และ Furfural ซึ่งมีคุณสมบัติ ข้อดีและข้อเสีย กล่าวคือ

Phenol เป็นตัวทำละลายที่ละลายพวกแนฟทีนและอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้ดีมาก อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อน้ำมันดำ แต่จากการที่ Phenol ละลายพวกไฮโดรคาร์บอนได้ดีนี้ ทำให้บางส่วนของน้ำมันถูกละลายด้วยนอกจากนี้ Phenol ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรงและความเป็นพิษสูงทำให้เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ทนต่อฤทธิ์กัดกร่อนไม่ได้ ปัจจุบันจึงไม่ค่อยนิยมใช้

1-Methyl-2-pyrrolidone (MP) เป็นตัวทำละลายที่ใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อน้ำมันดำ ความเป็นพิษต่ำและการกัดกร่อนต่ำ ข้อเสียคือ MP มีราคาแพง หาได้ยากและยังไม่ค่อยแพร่หลาย

Furfural เป็นตัวทำละลาย ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความสามารถในการละลายพวกไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างสูง แต่ต่ำกว่า Phenol และ MP ดังนั้นอัตราส่วนของตัวทำละลายต่อน้ำมันจึงสูงกว่ากรณีที่ ฟีนอล และเอเอ็มพี แต่เฟอร์ฟูรัล เป็นสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี

จากคุณสมบัติข้อดีและข้อเสีย ตัวทำละลายจะเห็นว่าสารละลายทั้งสามคือ Phenol , 1-methyl -2-pyrrolidone พบว่า Phenol แม้ว่าจะมีราคาถูก เมื่อเปรียบเทียบกับ Furfural และ MP ยังมีความเป็นพิษสูงกัดกร่อนรุนแรง จึงไม่นิยมใช้ Phenol แต่จะใช้ MP และเฟอร์ฟูรัลแทนแต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้นิยมใช้เฟอร์ฟูรัลมากกว่า MP เนื่องจากมีราคาถูกกว่าหาได้ง่าย อีกทั้งความเป็นพิษ

ต่ำกว่าและค่าการเลือกสูงสำหรับคุณสมบัติของสารละลายทั้งสามแสดงในตารางที่ 2.6 และอีกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างหนึ่ง que เลือกใช้ซังข้าวโพดในการกลั่นเฟอรฟูรลเนื่องจากซังข้าวโพดจะให้ปริมาณเฟอรฟูรลมากกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ ประมาณร้อยละ 18 - 20% ขึ้นไป

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอรฟูรลที่ได้จากซังข้าวโพดได้กำหนดขอบเขตดังนี้

1.4.1. สถานที่ทำการวิจัยทดลองวิเคราะห์ที่ กองวิเคราะห์สินค้าและของกลาง กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง

1.4.2. กลั่นเฟอรฟูรลจากซังข้าวโพดโดยวิธี Association of Official Analytical Chemists [AOAC] เก็บตัวอย่างซังข้าวโพดจากโรงงานในจังหวัดกาญจนบุรี

1.4.3. การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลครั้งนี้ใช้น้ำมันตัวอย่างดีเซลจากโรงกลั่นบางจาก กรุงเทพฯ นำเฟอรฟูรลผสมกับน้ำมันดีเซลเพื่อลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล ตาม วิเคราะห์ของ IP 391-90 และ 391-95 โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และหาปริมาณค่าดัชนีซีเทนตาม Method ASTM D976 ศึกษาผลของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล ได้แก่อัตราส่วนที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพคือ

1.4.3.1 ชนิดของเฟอรฟูรลคือเฟอรฟูรลที่ได้จากซังข้าวโพดและเฟอรฟูรลนำเข้า

1.4.3.2 อัตราส่วนผสมของเฟอรฟูรลต่อ น้ำมันดีเซล คือ 70/30 60/40 50/50

1.4.3.3 อุณหภูมิทดลองที่ผสมเฟอรฟูรลต่อน้ำมันดีเซล คือ อุณหภูมิในห้องปฏิบัติการที่ 25-39 °C เก็บในที่มืดและ อุณหภูมิในห้องปฏิบัติการที่ 40 °C ขึ้นไป ที่มีแสงสว่างและแสงแดด

1.4.3.4 ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

1.4.4. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

1.4.4.1 ตัวแปรต้น (Independent variables)

ชนิดของเฟอรฟูรลคือเฟอรฟูรลที่ได้จากซังข้าวโพดและเฟอรฟูรลนำเข้า
อัตราส่วนผสมเฟอรฟูรลต่อน้ำมันดีเซล คือ 70/30 60/40 และ 50/50
อุณหภูมิทดลองที่ผสมเฟอรฟูรลต่อน้ำมันดีเซลคืออุณหภูมิห้องปฏิบัติการที่ 25-39 °C เก็บในที่มืด อุณหภูมิในห้องปฏิบัติการที่ 40 °C ขึ้นไป ที่มีแสงสว่างและแสงแดด
ระยะเวลาในการทดลองผสมเฟอรฟูรล กับน้ำมันดีเซลที่วัดปริมาณสารอะโรมาติกและ ค่าดัชนีซีเทน วัดทันที ทั้งไว้ 1 สัปดาห์ ทั้งไว้ 2 สัปดาห์

1.4.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables)

ปริมาณสารละลายอะโรมาติก

ค่าซีเทน(Cetane)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

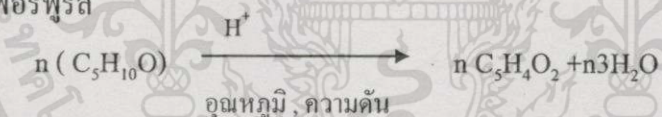
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

การกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดทำได้โดยใช้วิธีวิเคราะห์ ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) แล้วนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลโดยศึกษาเฉพาะ กรณี การนำเฟอร์ฟูรัลไป ละลายสกัดสารอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันดีเซล ทดสอบหาสารอะโรมาติกโดยใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีของ IP 391-90 หากค่าซีเทน เนื่องจากการหาค่าซีเทน เป็นการใช้งู้นสูงในการหาเครื่องทดลอง จึงได้ประยุกต์ การหาค่าซีเทนเป็นปริมาณดัชนีซีเทนโดยหาค่าความหนาแน่นแปลงเป็นค่า API เทียบกับค่า 50 % การกลั่นจะได้ค่าปริมาณดัชนีซีเทน (Cetane Index) ตามวิธี ของ ASTM D976ทดสอบหาคูณสมบัติต่างๆของน้ำมันตามวิธีทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารอะโรมาติกที่ใช้ เฟอร์ฟูรัลที่กลั่นได้จากซังข้าวโพดกับเฟอร์ฟูรัลที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

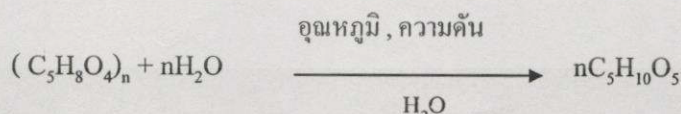
1.6.1 เฟอร์ฟูรัล (Furfural) เป็น อัลดีไฮด์เหลวมีกลิ่นคล้ายผลอัลมอนด์ (ALMOND) ไม่มีสีเมื่อกลั่นใหม่ ๆ แต่ จะมีสีคล้ำขึ้นเมื่อสัมผัสอากาศ เฟอร์ฟูรัลละลายได้ดี ในสารละลายอินทรีย์แต่ไม่ละลายในสารอนินทรีย์

1.6.2 ดีไฮเดรชัน (Dehydration) หมายถึงปฏิกิริยาการสูญเสียโมเลกุล น้ำ จากการเปลี่ยนเพนโตสเป็นเฟอร์ฟูรัล



1.6.3 ไดเมอร์ (Dimer) หมายถึง โมเลกุลที่เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลที่เหมือนกันสองโมเลกุล C_4H_8 เป็นไดเมอร์ของ C_2H_4

1.6.4 ไฮโดรไลซิส(Hydrolysis) หมายถึง ปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยน้ำจากการเปลี่ยนเพนโตแซนเป็นเพนโตส



1.6.5 การกลั่น (Distillation) หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเหลวเป็นไอด้วยความร้อน และการควบแน่นของไอเป็นของเหลวเมื่อให้ความเย็นหรือทำให้เย็นลง การกลั่นเป็นเทคนิคสำหรับใช้แยกของผสม (ส่วนใหญ่เป็นของเหลว) ออกจากกันและทำของ เหลวให้บริสุทธิ์ การกลั่นมีหลายแบบ เช่น การกลั่นแบบง่ายหรือแบบธรรมดา(Simple distillation)การกลั่นลำดับส่วน (Fractional distillation) การกลั่นภายใต้สภาวะสูญญากาศ (Destructive distillation) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.6 น้ำมันดีเซล (Diesel Oil) หมายถึงผลิตภัณฑ์ ชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบที่มีช่วงจุดเดือดระหว่าง $150-400^{\circ}\text{C}$ ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ $\text{C}_{15}-\text{C}_{20}$ และไฮโคอัลเคน

1.6.7 สารอะโรมาติก (Aromatic) เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนที่เป็นวงแหวนที่มีอยู่ในน้ำมันดีเซลมีสูตรโครงสร้าง $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ น้ำมันดีเซลที่มีอะโรมาติกจะมีจุดเดือดสูงซึ่งประกอบด้วย Benzene, Xylene, Toluene, เป็นสารละลายที่ไม่อิมิตัว

1.6.8 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) หมายถึง สารที่ประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมกับไฮโดรเจนอะตอม ตั้งแต่ขนาดโมเลกุลเล็กสุดไปจน ถึงขนาดใหญ่สุดแบ่งได้ 5 ชนิด คือ Normal Paraffins, Iso Paraffins, Naphthenes, Aromatic Mixed Naphthene , Aromatics

1.6.9 ค่าซีเทน (Cetane Numbe) หมายถึง ค่าที่แสดงออกมาเป็นตัวเลขที่ใช้วัดคุณภาพน้ำมันดีเซลในด้านของคุณสมบัติในการติดไฟค่าซีเทนควรให้สูงพอกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้การติดเครื่องยนต์ง่าย ไม่เกิดการน็อกในเครื่องยนต์และเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงด้วย

1.6.10 การติดไฟ (Ignition quality) หมายถึงการติดไฟของน้ำมันดีเซลในการติดเครื่องยนต์ได้เร็วเมื่อมีอุณหภูมิต่ำการป้องกันการน็อกในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบการเผาไหม้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงคุณสมบัติต่างๆเหล่านี้จะแสดงออกมาเป็นค่าซีเทน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยดังนี้

- 2.1 น้ำมันปิโตรเลียม
- 2.2 น้ำมันดีเซล
- 2.3 ขี้วโปกที่ไซ้กลั่นเฟอร์ฟูรัล
- 2.4 โครงสร้างของเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์
- 2.5 สมบัติทางฟิสิกส์เคมีและปฏิกิริยาการเกิดของเฟอร์ฟูรัล
- 2.6 ประโยชน์เฟอร์ฟูรัล

2.1 น้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum oil)

น้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิงใต้พิภพรูปหนึ่ง ที่ถูกค้นพบในส่วนต่าง ๆ ของโลกเกิดขึ้น โดยการย่อยสลายของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง ๆ จากการวิเคราะห์พบว่า น้ำมันปิโตรเลียม (Nelson W.L. 1965 : 10-18) ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ไฮโดรเจน 12-14% คาร์บอน 80-89% นอกจากนั้นยังมีกำมะถัน ออกซิเจน และ ในไฮโดรเจนจำนวนเล็กน้อยโดยธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ รวมตัวกันทางเคมี (Chemical combination) เป็นน้ำมันปิโตรเลียม ดังนี้

1. องค์ประกอบของน้ำมันปิโตรเลียม (Vigil B.G. 1960 : 1-9) ส่วนใหญ่คือไฮโดรเจน และคาร์บอนซึ่งมีหลายชนิดแตกต่างกันตามโครงสร้างคือ พาราฟิน (Paraffin), โอลีฟิน (Olefin), แนฟทีน (Naphthene), อะโรมาติก (Aromatic), ไดโอฟิน (Diolefin) และอะเซทิลีน (Acetylene)

พาราฟิน มีสูตรโครงสร้าง C_nH_{2n+2} เป็นไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated hydrocarbon) มีอะตอมของคาร์บอนที่ประสานเข้าด้วยกันเป็นลูกโซ่ด้วยพันธะเดี่ยว (Single bond) โดยมีไฮโดรเจนล้อมรอบชื่อท้ายจะออกเสียงด้วยแอน (Ane) เช่นมีเทน (Methane), อีเทน (Ethane) , เฮกเซน (Hexane) และ เฮกซะเดเคน (Hexadecane) ที่อุณหภูมิห้องไฮโดรคาร์บอนกลุ่มนี้จะไม่ทำปฏิกิริยากับกรดฟumingซัลฟูริก (Fuming sulfuric acid) สารละลายเข้มข้น, กรดไนตริกและกรดโครมิกยกเว้นพวกคาร์บอนที่ประกอบด้วยไฮโดรเจน 3 อะตอมแต่ละจะทำปฏิกิริยาอย่างช้าๆกับคลอรีนภายใต้แสงแดด กับคลอรีนและโบรมีนถ้ามีตัวเร่งปฏิกิริยาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบแทนที่ (Substitution) ของอะตอมไฮโดรเจน ดังภาพที่ 1(a) และ (b) ภาพที่ 1 แสดงสูตรโครงสร้างของไฮโดรคาร์บอน

โอลีฟิน สูตรโครงสร้าง C_nH_{2n} เป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated hydrocarbon) กล่าวคืออะตอมคาร์บอน 2 อะตอมจับกันด้วยพันธะคู่ (Double bond) ทำให้ผลิตภัณฑ์

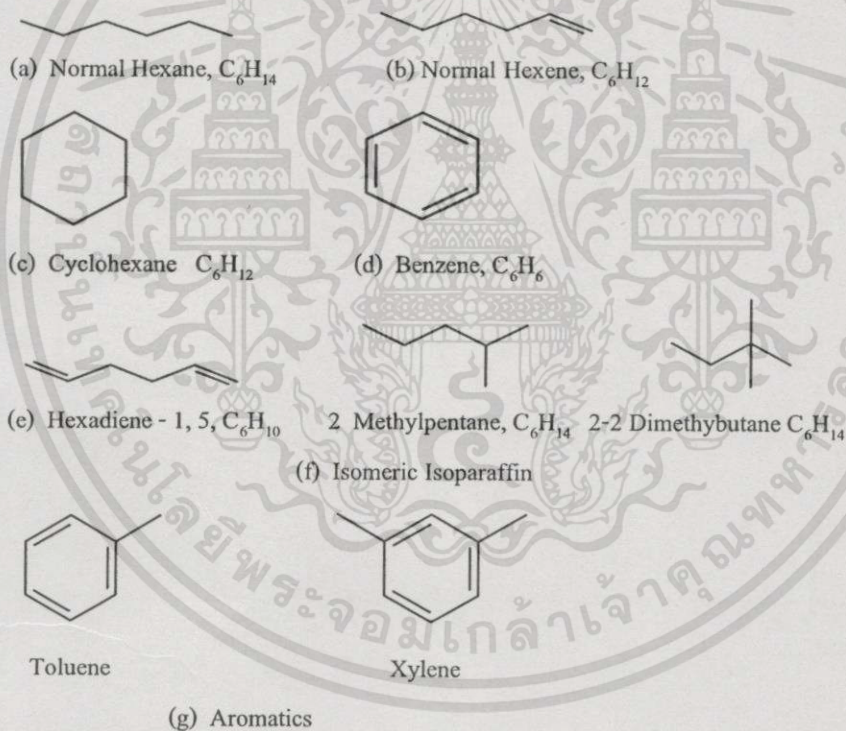
นั้นไม่อิ่มตัว คือในสภาวะปกติสามารถรับอะตอมไฮโดรเจนหรือธาตุอื่นได้อีก โอลีฟินสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นพาราฟินได้โดยทำปฏิกิริยาเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) โดยการให้ไฮโดรเจน 2 อะตอมสร้างพันธะกับคาร์บอน 2 อะตอมที่จับกันด้วยพันธะคู่เปลี่ยนเป็นพันธะเดี่ยวการเรียกชื่อลงท้ายด้วยอิน (Ene) เช่น Ethylene, Propylene และ Butene โอลิฟินที่มีจุดเดือดต่ำแต่ละจะพบในผลิตภัณฑ์ที่มีโมเลกุลเล็กจากกระบวนการกะตะลิติกแครกกิง (Catalytic cracking) ดังภาพที่ 1 b (Nelson, W.L. 1965 : 69-70)

แนฟทีน สูตรโครงสร้าง C_nH_{2n} เหมือน โอลิฟิน แต่มี คุณสมบัติแตกต่างกัน เป็น ไฮโดรคาร์บอน ที่อิมตัวประกอบด้วยนิวเคลียสวงแหวน (Ring nuclei) หนึ่งหรือมากกว่าในขณะที่ โอลิฟินเป็นสารประกอบ ที่มีโซ่สายตรง (Straight-chain compound) และไม่อิมตัวการเรียกชื่อกลุ่มนี้ ในอดีตนิยมเรียกเป็น Methylene เช่น Tetramethylene, Pentamethylene และ Hexamethylene แต่ในปัจจุบันเรียกว่า Cyclobutane, Cyclopentane, และ Cyclohexane naphthene ไม่ละลายในกรดซัลฟูริก ดังภาพที่ 2.1 (C)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

อะโรมาติก สูตรโครงสร้าง C_nH_{2n-6} บางที่เรียกเป็นอนุกรมเบนซีน (Benzen series) อะโรมาติก สามารถเกิดการออกซิเดชันกับกรดอินทรีย์ได้โดยการรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวหรือการแทนที่ขึ้นอยู่กับสภาวะของปฏิกิริยานั้น น้ำมันปิโตรเลียมที่มีอะโรมาติกจะมีจุดเดือดสูงซึ่งได้แก่ Benzene, Xylene และ Toluene ดังภาพที่ 1(g) รถยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล ที่มีควีน เขม่าดำเพราะมีการเผาไหม้ของสารอะโรมาติกไม่ดี ดังแสดงคุณสมบัติของไฮโดรคาร์บอนจากตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติบางประการของไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง

ชนิดของไฮโดรคาร์บอน	ค่าออกเทน	ค่าซีเทน	การเกิดควันดำ	จุดติดไฟเอง	จุดไหลเท
Normal Paraffins	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
ISO Paraffins	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ
Naphthenes	ปานกลาง	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	ปานกลาง	ต่ำ
Aromatic	สูง	ต่ำ	สูง	สูง	ค่อนข้างสูง
Olefins	ต่ำ/ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ

ไดโอสีฟีน สูตรโครงสร้าง C_nH_{2n-2} เหมือนกับโอสีฟีน แต่มีจำนวนอะตอมไฮโดรเจนน้อยกว่า 2 อะตอมหรือมีพันธะคู่ในแต่ละโมเลกุลทำให้มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาไดโอสีฟีน มักจะเกิดการรวมตัวหรือโพลีเมอไรเซชัน (Polymerization) กับโมเลกุลที่ไม่อิ่มตัวเป็นของแข็งที่มีลักษณะคล้ายยางเหนียว (Gum) มีมวลโมเลกุลสูงไดโอสีฟีนและยางเหนียวจะพบอยู่ใน Untrated cracked gasoline แต่จะไม่พบในน้ำมันดิบ สามารถแยกออกได้ด้วยกรดซัลฟูริก ดังภาพที่ 2.1

น้ำมันปิโตรเลียมที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของโลกแตกต่างกันในสัดส่วนของไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ประกอบกันอยู่ ตัวอย่างเช่น Pennsylvania crudes มี Paraffinic hydrocarbons มากขณะน้ำมันดิบมีเนฟทีนและอะโรมาติกมาก (Wilfrid.F. and M.C. Peters. 1980 : 193) เนื่องจากน้ำมันดิบประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดซึ่งมีมวลโมเลกุลและจุดเดือดต่างกันมากจึงทำให้หึ่งค์ประกอบบางส่วนเดือดที่อุณหภูมิห้องและบางส่วนไม่สามารถกลั่นได้ถึงแม้ว่าการกลั่นทำภายใต้สุญญากาศ (Vacuum distillation)

2. การกลั่นลำดับส่วนปิโตรเลียม (William,F.B.,and R.L.Davidson. 1967 : 3, 92, 97) ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมแบ่งออกตามมวลโมเลกุล ช่วงจุดเดือดหรือความหนืด

แก๊สปิโตรเลียม (Petroleum gas) ช่วงจุดเดือดต่ำกว่า $20^{\circ}C$ ประกอบด้วย CH_4 ถึง C_4H_{10} ใช้เป็นเชื้อเพลิงและแก๊สหุงต้ม

น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีน (Gasoline) ช่วงจุดเดือด $40-200^{\circ}C$ จุดไหลเทต่ำประกอบด้วย C_5-C_{10} และไซโคอัลเคน เป็นของเหลวไม่มีไขปน (Wax free liquid) ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal combustion engines)

น้ำมันก๊าดหรือเคโรซีน (Kerosine) เป็นของเหลวใสไม่มีไขปนช่วงจุดเดือด $175-325^{\circ}C$ ประกอบด้วย $C_{12}-C_{18}$ และ Cycloalkane มีกลิ่นฉุนใช้จุดให้ความสว่างและเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ ไอพ่น (Jetengine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันแก๊ส (Gas oil) ช่วงจุดเดือดอยู่ระหว่างเคโรซีนกับน้ำมันหล่อลื่นคือ 230-243 °C ประกอบด้วยไฮพาราฟินที่มีจุดเดือดต่ำปริมาณเล็กน้อย

น้ำมันเตา (Fuel oil) น้ำมันเตาผลิตจากหน่วยกลั่นสุญญากาศมีจุดเดือดความหนืดและจุดไหลเทสูงประกอบด้วยไฮพาราฟินพอสมควรผลิตจากหน่วยกลั่นสุญญากาศหรือหน่วยกลั่นไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Superheated steam distillation) โดยปกติประกอบด้วยไฮเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นไฮที่อยู่ระหว่างพาราฟินกับไฮไมโครคริสตัลไลน์ (Microcrystalline waxes)

เรซิดิว (Residue) มีความหนืดสูง ประกอบด้วยน้ำมันที่หนืด (Visco oil) Microcrystalline wax และยางมะตอย (Asphalt) นอกจากนี้ยังแยกได้อีกสองส่วนตามจุดประสงค์ของโรงกลั่น

น้ำมันดีเซล (Diesel oil หรือ Fuel oil) ช่วงจุดเดือด 150-400 °C ประกอบด้วย C₁₅-C₂₀ และ ไฮโคอัลเคนใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating oil) ช่วงจุดเดือดสูงกว่า 300 °C ประกอบด้วย C₁₈-C₂₂ และ cycloalkane ใช้เป็นสารหล่อลื่น

2.2 น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel) เป็นผลิตภัณฑ์ ชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เรานิยมเรียกกันติดปากว่า "โซล่า" สำหรับในส่วนวงการของน้ำมันต่าง ๆ มักจะเรียกกันว่า "น้ำมันดีเซล" (Diesel Fuel) ความจริงแล้วน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากเชื้อเพลิงอื่น ๆ เช่น เบนซิน น้ำมันก๊าด อากาศยาน ไอพ่น น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล เป็นน้ำมันประเภทระเหยได้ช้า (Low Volatile) เนื่องจากมีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 150 ถึง 385 °C เป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ชนิดอัดระเบิด (Compression ignition)

น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1. น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือบางคนเรียกโซล่า ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทั้งรถยนต์และเรือที่หมุนเกิน 1,000 รอบต่อนาที
2. น้ำมันดีเซลหมุนช้า บางคนก็เรียกน้ำมันจืด ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางหรือรอบต่ำ กระทรวงพาณิชย์กำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลไว้ (พ.ศ. 2523) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซล

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 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 ° 3ชม.)	ไม่สูงกว่า 1	-
7. กากถ่าน Conradson (% ปริมาตร)	ไม่สูงกว่า 0.05	-
8. น้ำและตะกอน (% ปริมาตร)	ไม่สูงกว่า 0.05	0.3
9. ปริมาณเถ้า (% น้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า 0.01	0.02
10. จุดวาบไฟ - PM (°C)	ไม่ต่ำกว่า 52	52
11. การกลั่น อุดหนุนร้อยละ 90% (°C)	ไม่สูงกว่า 370	-
12. สี ASTM	(ปตท. ไม่สูงกว่า 2.5)	4.5-7.5

คุณสมบัติพื้นฐานของน้ำมันดีเซลก็คือจะต้องถูกติดไฟได้ก่อนข้างดี และเผาไหม้ได้อย่างดี เมื่อถูกฉีดเข้ามาในกระบอกสูบซึ่งมีความดันและเชื้อเพลิงแรงดันสูงได้ดี รวมไปถึงการขนถ่ายอย่างสะดวกจากโรงกลั่นมาถึงถังเชื้อเพลิงของลูกค้าโดยไม่เสื่อมคุณภาพและไม่ทำอันตรายผิวโลหะซึ่งน้ำมันสัมผัส อย่างไรก็ตามคุณสมบัติหลายอย่างเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน (เช่น น้ำมันที่มีความหนาแน่นสูงมักจะมีค่าซีเทนสูงและมีช่วงการกลั่นที่สูงตามไปด้วย) ดังนั้นจึงควรพิจารณาคุณสมบัติของน้ำมันหลายๆอย่างประกอบกันคุณสมบัติ หลายประการของน้ำมันดีเซลมีความสัมพันธ์กับชนิดของสารไฮโดรคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบเช่น ไฮโดรคาร์บอนพวก “อะโรมาติก” จะมี “ค่าซีเทน” ต่ำในขณะที่พวก “พาราฟิน” จะมีค่าซีเทนสูงแต่ในทางปฏิบัตินั้นไม่สามารถที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ ของน้ำมันดีเซลโดยสมบูรณ์ ได้เนื่องจาก จะมีองค์ประกอบ เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ กว่า 200 ชนิดผสมกันอยู่

ข้อกำหนดมาตรฐาน (Specifications) ของน้ำมันบริษัทเชลล์ซึ่งได้มาตรฐานน้ำมันดีเซลสำหรับใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลของกระทรวงพาณิชย์ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนดมาตรฐานน้ำมันดีเซลของบริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย

คุณสมบัติ	หน่วย	ต่ำสุด/สูงสุด	ขีดจำกัด	วิธีทดสอบ
1. สภาพน้ำมัน	-		ใสสะอาดปราศจากน้ำหรือสารแขวนลอย	ดูด้วยตาเปล่า
2. ความหนาแน่นที่ 15 °C	kg/lite	ต่ำสุด	0.820	ASTM
	สูงสุด		0.880	D-1298
3. สีมาตรฐาน ASTM	-	สูงสุด	3.0	ASTM
				D-1500
4. ดัชนีซีเทน(หรือค่าซีเทน)	-	ต่ำสุด	47	ASTM
				D-976
5. ความเข้มข้นแบบคิเนแมติกที่อุณหภูมิ 40 °C	cSt	ต่ำสุด	1.8	ASTM
	cSt	สูงสุด	5.0	D-445
6. จุดไหลเท	°C	สูงสุด	10.0	ASTM
				D-97
7. ปริมาณกำมะถัน	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด	1.0	IP 242
8. การกัดกร่อนแผ่นทองแดงที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 3 ชั่วโมง	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด	เบอร์ 1	ASTM
				D-130
9. กากคาร์บอน (โดยวิธีคอนรัดสัน)	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด	0.05	ASTM
				D-189
10. น้ำและตะกอนสิ่งสกปรก	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด	0.02	ASTM
				D-2709
11. เถ้า	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด	0.005	ASTM
				D-482

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซล

1. ค่าซีเทน (Cetane Number) หรือดัชนีซีเทน (Cetane Index) แสดงคุณภาพจุดระเบิดของน้ำมัน (Ignition quality) Cetane rating (อัตราการต้านทานการน็อก) Cetane rating คือ ความสามารถในการต้านทานการน็อก ของน้ำมันดีเซล โดยกำหนดให้

Cetane (Hexadecane) $C_{16}H_{34}$ มี Cetane Number = 100

Alpha-methyl-naphthalene $C_{11}H_{10}$ มี Cetane Number = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้เนื่องจาก Cetane มีความล่าช้าในการติดไฟ (Ignition delay) สั้นที่สุด (Short delay) จึงมีคุณสมบัติในการต้านทานการน็อกดีที่สุด แต่ Alpha-methyl-naphthalene มี Ignition delay ยาวที่สุด (Long delay) จึงมีคุณสมบัติในการต้านทานการน็อกที่ไม่ดี

ดังนั้นถ้านำสารทั้งสองมาผสมกันโดยปริมาตร เช่น $C_{16}H_{34}$ 1 ลิตร + $C_{11}H_{20}$ 1 ลิตรจะได้ Cetane Number = 50 จึงถือเอาน้ำมันทั้งสองชนิดเป็น Reference fuel เพื่อใช้หาค่า Cetane Number ของ Test fuel อื่นๆ เพื่อให้เข้าใจคุณสมบัติในการต้านทานการน็อก จึงจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะการน็อกของเครื่องยนต์ดีเซล อันเนื่องมาจาก Ignition delay เสียก่อนโดยทั่วๆ ไปนั้น Ignition delay กำหนดให้ไม่เกิน 0.003 วินาที ยิ่งเร็วเท่าใดยิ่งดี Ignition delay (ความล่าช้าในการติดไฟ) เริ่มจากน้ำมันถูกฉีดใช้เวลาในการอุ่นตัวเป็นไอ (Vapor) รวมตัวกับอากาศเริ่มลุกไหม้ (Rapid combustion) น้ำมันที่มีซีเทนสูง (High Cetane) จะมี Short delay น้ำมันที่มีค่าซีเทนต่ำ (Low Cetane) จะ Long delay ส่วนเครื่องยนต์ดีเซลจะไม่มี Pre-ignition knock แต่จะมีเฉพาะ Detonation knock อันเกิดจากการสะสมน้ำมันเชื้อเพลิงไว้มากๆ แล้วลุกไหม้ขึ้นพร้อมๆ กันทีเดียว ทำให้ Pressure rise สูงมากจึงเกิดเสียงดังและกระแทกลงบนหัวลูกสูบอย่างรุนแรง เช่น ใช้ น้ำมันที่มี Cetane Number ต่ำเกินไป เมื่อน้ำมันจำนวนแรกฉีดออกไปแล้วต้องเสียเวลาอุ่นตัวนาน จำนวนต่อไปจึงฉีดต่อมาเรื่อยๆ ทำให้เกิดสะสมน้ำมันเชื้อเพลิงไว้มากๆ แล้ว ลุกไหม้ขึ้น พร้อมกันทีเดียว อันเป็นผลให้เกิด Detonation knock ขึ้น

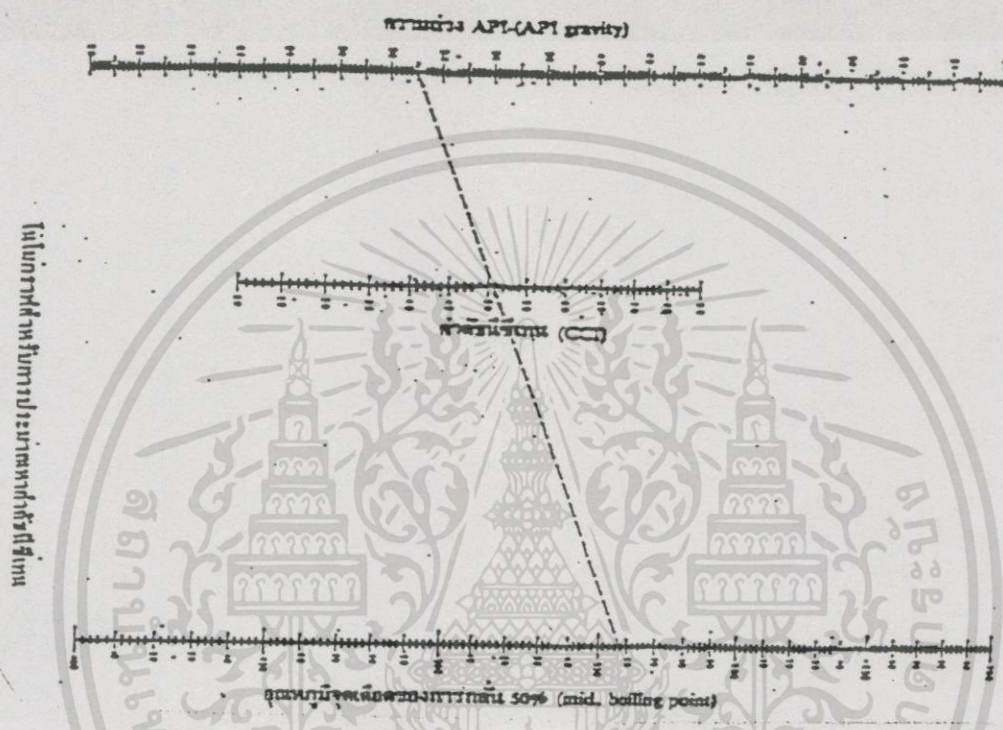
ค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วคือตัวเลขที่ใช้บ่งชี้ถึง Ignition delay ของน้ำมันที่ได้มาจากการทดสอบในเครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐาน (Cooperative Fuels Research) โดยการตั้งมาตรฐานให้ไฮโดรคาร์บอน Normal Cetane ($C_{16}H_{34}$) ซึ่งลุกติดไฟง่ายมีค่าซีเทนเป็น 100 เท่าและ ($C_{11}H_{20}$) Alpha-methyl-naphthalene ซึ่งลุกติดไฟยากมีค่าซีเทนเป็น 0 แต่หลังจากปี 1962 เป็นต้นมามีการใช้ Heptamethylnonane เป็นมาตรฐานแทน Alpha-methyl-naphthalene โดยตั้งให้มีค่าซีเทนเป็น 15 การหาค่าซีเทนของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นใช้การเปรียบเทียบ Ignition delay ของน้ำมันตัวอย่างกับน้ำมันมาตรฐาน โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D-613 หรือ IP 41

ค่าซีเทนก็คือตัวเลขจำนวนเต็มที่คำนวณจากอัตราส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณของ Normal Cetane กับ Heptamethylnonane ซึ่งมีคุณสมบัติการลุกติดไฟเทียบเท่ากับน้ำมันตัวอย่าง โดยใช้เครื่องทดสอบมาตรฐาน การคำนวณนั้นใช้สมการข้างล่างนี้โดยแทนค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมดังนี้

$$\text{ค่าซีเทน} = \text{เปอร์เซ็นต์ } n\text{-cetane} + 0.15 (\text{เปอร์เซ็นต์ Heptamethylnonane})$$

ดัชนีซีเทน (Cetane Index) การหาค่าซีเทนโดยการทดสอบด้วยเครื่องยนต์ต้องใช้เครื่องมือพิเศษสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่าย จึงมีการพัฒนาวิธีการซึ่งใช้ประมาณค่าซีเทนจากคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ซึ่งโรงกลั่นใช้ในการควบคุมคุณภาพของน้ำมัน

เนื่องจากการวัดค่าซีเทนต้องใช้เครื่องยนต์ดีเซลพิเศษ โดยเฉพาะเปรียบเทียบคุณภาพในการจุดระเบิดกับเชื้อเพลิงมาตรฐานแต่วิธีนี้ต้องลงทุนมากค่าใช้จ่ายสูงทั้งสิ้นเปลืองเวลาปัจจุบันจึงใช้วิธีประมาณเป็นดัชนีแทนซึ่งคำนวณได้จากการวัดค่าความถ่วง (API Gravity) และอุณหภูมิการกลั่นที่ 50% (Mid Boiling Point) หรือใช้ดูจากแผ่น โนโมแกรม (Nomogram) ซึ่งทำขึ้นไว้แล้ว ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โนโมแกรมสำหรับการประมาณหาค่าซีเทน

ดังเช่นน้ำมันดีเซลชนิดหนึ่งมีค่าความถ่วง API เท่ากับ 33 และอุณหภูมิจุดกึ่งกลางการเดือดเท่ากับ 55.7°F ฉะนั้นค่าดัชนีซีเทนที่หาได้เท่ากับ 51 น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูงพอเหมาะจะช่วยให้เครื่องยนต์ดีดง่ายเครื่องยนต์เดินเรียบมีควันและเขม่าน้อยและประหยัดเชื้อเพลิงด้วยมันดีเซลหมุนเร็วของปตท. มีดัชนีซีเทนประมาณ 45-55 ซึ่งสูงกว่ากำหนด (ธำรง โชตะมังสะและสุจิตต์ สอนองคุณ. 2538 : 165-186)

2. จุดวาบไฟ (Flash Point) จุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลหรือ อุณหภูมิซึ่งเชื้อเพลิงจะต้องถูกทำให้ร้อนเพื่อที่จะก่อให้เกิดส่วนผสมของไอน้ำมันและอากาศที่จุดติดไฟได้เหนือผิวหน้าของน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อมีเปลวไฟเป็นตัวอย่าง ซึ่งวิธีการทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล คือ วิธีการของ Pensky-Marten Closed Cup (ASTM D-93-IP34) ในทางปฏิบัติจุดวาบไฟมีความสำคัญในด้านอันตรายจากอัคคีภัย ในการขนส่งเก็บรักษาและใช้งานเท่านั้น แต่ไม่มีความสำคัญโดยตรงต่อการสันดาปและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังใช้จุดวาบไฟ สำหรับตรวจสอบหากมีน้ำมันชนิดมากกว่าเจือปนอยู่

เพื่อการศึกษาดังนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การกลั่น (Distillation) ความสามารถในการระเหย ของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล นั้นวัด โดยการกลั่น (Distillation) ด้วยวิธีของ ASTM D-86 หรือ IP 123 ซึ่งวิธีทดสอบก็คือการทำให้เชื้อเพลิงกลายเป็นไอและจุดอุณหภูมิของไอเชื้อเพลิงสำหรับแต่ละเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันที่กลายเป็นไอ ไปตลอดช่วงการกลั่น

คุณสมบัติข้อนี้มีความสำคัญต่อ การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน เครื่องยนต์รอบปานกลางและรอบสูง สำหรับความสามารถในการระเหยที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับ รอบ ขนาด และการออกแบบของเครื่องยนต์การใช้เชื้อเพลิงที่ระเหยง่ายเกินไปจะทำให้กำลังและ ประสิทธิภาพลดลงเช่นกัน เนื่องจากอาจจะเกิด Vapour Lock ในระบบเชื้อเพลิงหรือหยดน้ำมันเชื้อ เพลิงที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีดไม่สามารถที่จะไปได้ไกลเท่าที่ควร กล่าวโดยทั่วไปแล้วช่วงการกลั่น ของน้ำมันควรจะทำที่ต่ำที่สุดโดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางด้านจุดวาบไฟ การลุกติดไฟ ค่าความร้อน ตลอดจนความชื้นเสียไป ถ้าหากอุณหภูมิที่น้ำมันกลั่นออกมา 10 เปอร์เซ็นต์จะทำให้เครื่องยนต์ ดิดยาก ถ้าหากอุณหภูมิที่น้ำมันกลั่นออกมา 10 เปอร์เซ็นต์และ 80 เปอร์เซ็นต์ ห่างกันเกินไปจะทำให้ ช่วงเวลาการอุ่น เครื่องยนต์นานขึ้น ส่วนอุณหภูมิที่น้ำมันกลั่น 90 เปอร์เซ็นต์และจุดสุดท้าย ของการกลั่นที่ต่ำจะช่วยลดการเกิดเขม่า คาร์บอน และความสกปรกของน้ำมันเครื่องยนต์ กล่าว โดยง่ายก็คือ ถ้าการระเหยตัวหรือช่วงจุดเดือดเหมาะสม จะช่วยให้เครื่องยนต์ติดง่ายไม่เกิดเขม่า คาร์บอนจากท่อไอเสียน้อย เครื่องยนต์มีกำลังและประหยัดเชื้อเพลิง

4. ความหนืด (Viscosity) ความหนืดหรือความข้นใส คือ แรงต้านทานภายในตัวของ น้ำมันต่อการไหล น้ำมันใสไหลได้ง่าย น้ำมันข้นไหลได้ช้า ความหนืดต้องเหมาะสม เพื่อให้ระบบ การฉีดน้ำมัน (Injection System) ฉีดเป็นฝอยละเอียดในขณะที่เดียวกันก็ช่วยหล่อลื่นปั๊มเชื้อเพลิงแรง ดันสูงด้วยถ้าน้ำมันข้นเกินไปจะไม่กระจายเป็นฝอยแต่ถ้าใสเกินไปก็ให้การหล่อลื่นไม่พอ

หลักการการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงแรงดันสูง ที่จริงแล้วใช้การวัดปริมาตรนั่นเอง ดังนั้น สำหรับปั๊มเชื้อเพลิงที่ปรับไว้แล้ว หากมีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของ น้ำมันดีเซลแล้ว จำนวนเนื้อของ เชื้อเพลิงที่อัดผ่านหัวฉีดจะแตกต่างกันไปโดยที่หากความหนาแน่นสูง เนื้อน้ำมัน เชื้อเพลิงจะถูกฉีดออกไปมากผลก็คือเครื่องยนต์จะมีกำลังสูง

5. จุดไหลเท (Pour Point) จุดไหลเท คืออุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังสามารถไหลได้ โดย อาศัยแรงโน้มถ่วง ซึ่งการวัดนั้นใช้วิธี ASTM D-97 ณ อุณหภูมิต่ำ องค์ประกอบที่เป็นพวก “พาราฟิน” ของน้ำมันดีเซลอาจแยกออกเป็น ไข ซึ่งจะอุดตันทางเดินของน้ำมันเชื้อเพลิงและหม้อ กรองเชื้อเพลิงทำให้เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติหรือดับในที่สุดซึ่งอุณหภูมินี้จะเป็นเท่าไรขึ้นกับ แหล่งน้ำมันดิบ และช่วงการกลั่นของน้ำมันนั้น

6. ปริมาณกำมะถัน (Sulfur Content) ปริมาณกำมะถัน กำมะถันในเชื้อเพลิงเมื่อเผา ไหม้จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และ ไทโรออกไซด์ (SO_3) แล้วจะทำปฏิกิริยา กับ น้ำ หรือความชื้น กลายเป็นกรดกำมะถันกัดกร่อนชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังทำให้น้ำ มันเครื่องเกิดตะกอน (Sludge) ทำหน้าที่หล่อลื่นไม่ได้ดี ทั้งเครื่องยนต์ก็สึกปรัก ปริมาณกำมะถันใน

น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของ น้ำมันดิบที่ใช้ในการกลั่นและกระบวนการกลั่นที่ใช้ ซึ่งกำมะถันสามารถอยู่ในรูปแบบต่างๆได้เช่น Mercaptans, Sulphides, Disulphides หรือ Heterocyclic compounds เช่น Thiophens

2.3 ข้าวโพดที่ใช้กลั่นเฟอร์ฟูรัล

ข้าวโพดมีชื่อสามัญว่าคอร์น (Corn) ส่วนชื่อทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า ซีเมียส (Zeamays) ในทวีปอเมริกาชาวพื้นเมืองเรียกว่า เมส (Maize) ข้าวโพดเป็นพืชตระกูลเดียวกับหญ้าข้าวโพดต้นหนึ่งอาจมีฝักมากกว่าหนึ่ง ฝักส่วนแกนกลางของฝักเรียกว่า ชัง ชังข้าวโพดประกอบด้วยเซลลูโลสและสารเพนโตแซนซึ่งเป็นสารประกอบของแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ชังข้าวโพดจัดว่าเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันประเทศไทยส่งข้าวโพดออกเป็นอันดับ 4 ของโลกรองจากประเทศสหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา และอเมริกาใต้ (รายงานผลการสำรวจข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รุ่นที่ 1. 2538 : 26) ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจชั้นนำที่กำลังมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับเพราะเป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ลำต้น ใบเมล็ด เปลือก และชังข้าวโพดนอกจากจะนำรายได้เข้าประเทศจากการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศแล้วยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้อีกหลายประเภท ชังข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากซึ่งไม่ควรจะทิ้งให้สูญเปล่า เพราะจากการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์ พบว่าชังข้าวโพดนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้หลายประเภท ดังนี้

1. ผลิตเซลลูโลสชนิดบริสุทธิ์ (Purified cellulose) ซึ่งนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ผลิต Rayon, Pyroxalin, Plastics และทำกระดาษชนิดละเอียดซึ่งมีคุณภาพดีเป็นต้น
2. ผลิตวัสดุก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน ทำเครื่องตกแต่งอื่นๆ
3. ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อน้ำของโรงงานซึ่งใช้กันในโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย
4. ใช้ทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อใส่ให้อ้อยโดยผสมกับมูลสุกร
5. ใช้ในการผลิตเฟอร์ฟูรัล สารประกอบพวกเซลลูโลสในชังข้าวโพดใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมการทำไม้อัด ชังข้าวโพดใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตเบา ชังข้าวโพดมีส่วนประกอบที่เป็นเขมิเซลลูโลสอยู่มาก จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี
6. ชังข้าวโพดเป็นส่วนผสมในการทำน้ำยาขัดผิวโลหะให้มันและเรียบเร็วขึ้นใช้ทำถ่านกำมะถัน ใช้เป็นตัวกำจัดไขมันต่างๆ ของน้ำมัน
7. ใช้เป็นส่วนประกอบในไส้กรองไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำแป้งฝุ่น ไรศิวใช้เป็นตัวประกอบในการผลิตยาโดยเฉพาะยาที่เกี่ยวข้องกับโรคผิวหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังใช้เป็นส่วนผสมของยาม่าเชื้อแบคทีเรียใช้ขังข้าว โปดหมักเพื่อเป็นอาหารของยีสต์ใช้ขังข้าว โปดเป็นส่วนผสมในการผลิตพลาสติกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโซลิตอลและโซโลส (โซลิตอล เป็นสารให้ความหวานที่มีความสำคัญมากในทางการแพทย์ใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานและเป็นสารที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการแพทย์) ขังข้าว โปดใช้ทำ ชื่อเพลิงอัดแข็ง (จินทนา พุทธาธร. 2528 : 3)

นอกจากนี้ประโยชน์ของขังข้าว โปดยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกมาก ซึ่งถ้าหากมีการค้นคว้า ทดลองต่อไปอย่างต่อเนื่องจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้ก็จะสามารถเพิ่ม คุณค่าทางเศรษฐกิจในการผลิตข้าว โปดให้สูงขึ้นเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของชาติโดยเฉพาะ ประเทศไทยซึ่ง มีผลผลิตขังข้าว โปดเป็นจำนวนมากนอกจาก นี้หากมีการลงทุนประกอบอุตสาหกรรมจากขังข้าว โปดย่อมจะเกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจเป็นลูกโซ่ต่อไปอีกมากมายเช่น เพิ่มคุณค่า ของผลผลิตขังข้าว โปดให้สูงขึ้นมีผลผลิตต่างๆมากขึ้นจากการผลิตสารเคมีขึ้นมาชนิดหนึ่งเป็นแนว ทางทำให้เกิดการผลิตสารเคมีชนิดอื่นๆ ตามมา

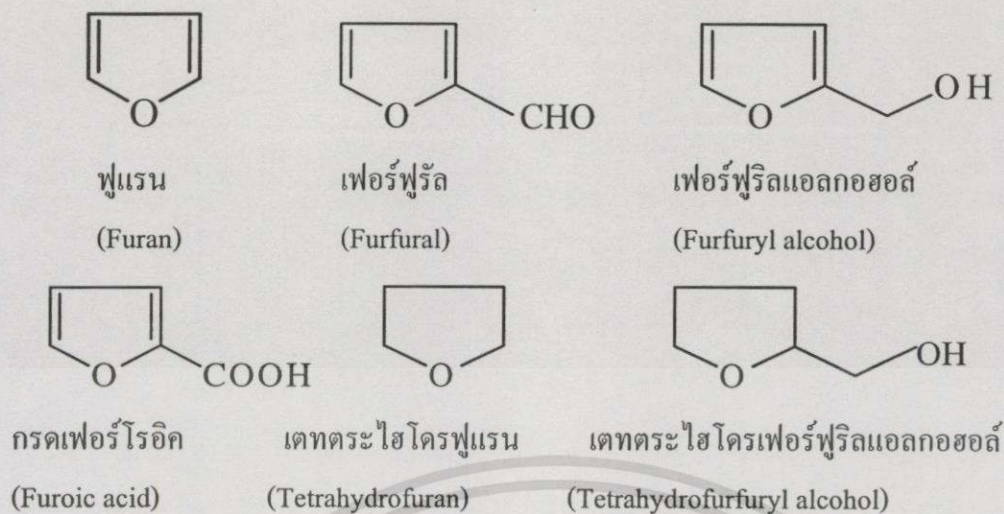
ดังได้กล่าวมาแล้วว่าขังข้าว โปดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายทางหนึ่งคือการนำไป สกัดเฟอร์ฟูรัลซึ่ง เป็นสารเคมีตั้งต้นในการผลิตสารเคมีอื่นในกลุ่มฟูแรน และสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้อย่างมากมายจึงเป็นการสมควรที่จะได้สกัดเฟอร์ฟูรัลจากขังข้าว โปดในห้องปฏิบัติการ การเคมีและ ทดลองนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลโดยใช้เครื่องมืออย่างง่ายที่มีอยู่ในห้อง ปฏิบัติการเคมีเพื่อลดค่าใช้จ่ายและทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน ดีเซลต่อไป

2.4 โครงสร้างของเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์

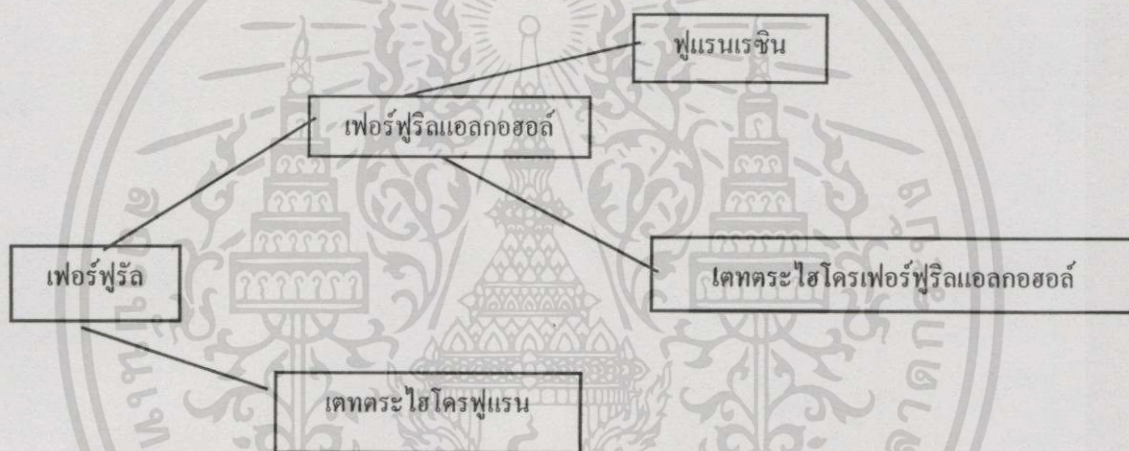
เฟอร์ฟูรัล (Furfural) เป็นสารอัลดีไฮด์ที่สำคัญในกลุ่มสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก (Hetero cyclic)พวกฟูแรนผลิตได้จากสารคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนพวกเพนโตแซนซึ่งมีอยู่ในพืชที่มี เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบเช่น เปลือกฝ้าย ขังข้าว โปด ชานอ้อย ฟางข้าวเปลือกเมล็ดทานตะวัน เป็นต้นวัสดุที่มีเพนโตแซนเป็นองค์ประกอบที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเฟอร์ฟูรัลได้จะ ต้องประกอบด้วยเพนโตแซนอย่างน้อยร้อยละ 18 ปริมาณเพียง 1 ใน 3 ของเพนโตแซนที่มีอยู่ สามารถไฮโดรไลซ์ด้วยกรดแล้วได้สารพวกเพนโตส (Pentose)จากนั้นผ่านกระบวนการดีไฮเดรชัน ก็จะสามารถเปลี่ยนเป็นเฟอร์ฟูรัลได้ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2522 : 75)

เฟอร์ฟูรัล หรือเฟอร์ฟูรัลดีไฮด์ มีลักษณะเป็นวงแหวน 5 อะตอมที่มีอะตอมของคาร์บอน ที่ไม่อิ่มตัว 2 คู่ และมีออกซิเจน 1 อะตอม เฟอร์ฟูรัลเป็นอัลดีไฮด์ที่มีหมู่ CHO อยู่ตำแหน่งที่ 2 และอนุพันธ์ของเฟอร์ฟูรัลมีเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์ กรดเฟอร์โรอิก กลุ่มเตตระไฮโดรฟูแรนที่มี พันธะคู่ได้ถูกทำให้อิ่มตัวด้วยไฮโดรเจน สำหรับเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์เหล่านี้ แสดงไว้ใน

ภาพที่ 2.3 สารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาใดๆอย่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์



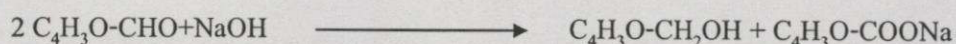
ภาพที่ 2.4 แสดงแผนผังเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์

2.5 คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีและปฏิกิริยาเคมีการเกิดของเฟอร์ฟูรัล

เฟอร์ฟูรัล (C₅H₄O₂) เป็นอัลดีไฮด์เหลว มีกลิ่นคล้ายผลอัลมอนด์ (ALMOND) ไม่มีสีเมื่อกลั่นใหม่ ๆ แต่จะมีสีคล้ำขึ้นเมื่อสัมผัสกับอากาศเฟอร์ฟูรัลจากอุตสาหกรรมจะมีสีเหลืองสว่างจนถึงสีน้ำตาลโดยปกติจะบรรจุเฟอร์ฟูรัลในเหล็กหรือเหล็กกล้าโดยไม่ต้องมีการป้องกันพิเศษ ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำขึ้นบ้าง และมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บเฟอร์ฟูรัลไว้ในที่สัมผัสอากาศ จะเกิดการออกซิเดชัน ตัวมันเอง (Auto oxidation) จึงต้องเก็บไว้ในบรรยากาศที่ไม่มี ออกซิเจน เฟอร์ฟูรัลละลายได้ดีในสารอินทรีย์ส่วนมากละลายอย่างสมบูรณ์ในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซิโตน เบนซีน และบิวทิลอะซิเตท (Butyl acetate) ไม่ละลายในพวกวาราทินและกลีเซอรอลโดยทั่วไป สารอนินทรีย์จะไม่ละลายในเฟอร์ฟูรัล(John Willy และ Sons, 1983 : 239-245) สำหรับคุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์แสดงไว้ในตาราง ที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟอร์ฟูรัลมีลักษณะเป็นอะโรมาติกอัลดีไฮด์ (Aromatic aldehyde) สามารถถูกออกซิไดซ์เป็นกรดเฟอร์โรอิก อนุกริควิสเป็นเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์ และ เปลี่ยนเป็นฟูแรนโดยการดึงเอากลุ่มคาร์บอนัลออก บนตัว เรงปฏิกิริยา เฉพาะ เฟอร์ฟูรัลกับด่างแก่ ที่เข้มข้นเช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาแคนนิซารอ (Cannizaro) ให้เฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์และโซเดียมเฟอร์โรเอทตามสมการ



ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของเฟอร์ฟูรัลและอนุพันธ์

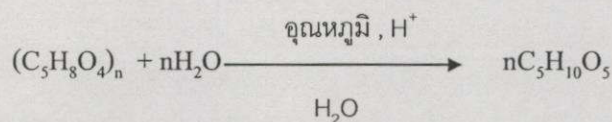
	เฟอร์ฟูรัล	Fa ^a	THFA ^b
คุณสมบัติทั่วไป			
มวลโมเลกุล	96.09	98.10	102.13
จุดเดือด	161.7	170	78
จุดเยือกแข็ง	-36.5	-85.6	-80
ความหนาแน่นที่ 20 °C	1.1598	1.1285	1.0511
คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์			
ความร้อนจำเพาะที่ 20-27 °C	-	-	1.744
ความร้อนของการเผาไหม้ KJ/mol	2344	2548	2965
คุณสมบัติของไหล			
ความหนืดที่ 25 °C	1.49	4.62	-
แรงตึงผิวที่ 29.9 °C	40.7	-	-
คุณสมบัติของการลุกไหม้ (flammability)			
จุดวาบไฟ	61.7	65	-
อุณหภูมิติดไฟ	315	391	-

FA^a หมายถึง เฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์

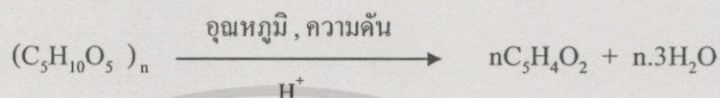
THFA^b หมายถึง เตทตระไฮโดรเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์

เฟอร์ฟูรัล ผลิตได้จากวัชดุคิบที่มีเพนโตแซนเป็นองค์ประกอบ โดยการไฮโดรไลซิสซึ่งขั้นตอนแรกของการเกิดเฟอร์ฟูรัลนั้น โมเลกุลขนาดใหญ่ของเพนโตแซนเป็น โมเลกุลเดี่ยวจะถูกสลายตัวเป็นเพนโตสในที่มีสารละลายกรดที่อุณหภูมิสูง จะเกิดการสูญเสียน้ำจากเพนโตส 3 โมเลกุลกลายเป็นเฟอร์ฟูรัลด้วย ในขณะที่เดียวกันเฟอร์ฟูรัลบางส่วนจะสูญเสียไปโดยการทำปฏิกิริยารวมตัวกับเพนโตสที่ถูกดึงน้ำออกเป็นบางส่วน ทำให้กลายเป็นเรซิน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เป็นเอกฉันท์นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเปลี่ยนเพนโตแซนเป็นเพนโตส (ไฮโดรไลซิส)



2. การเปลี่ยนเพนโตสเป็นเฟอร์ฟูรัล (ดีไฮเดรชัน)



3. กลไกการเกิดปฏิกิริยาโดยปกติ

เพนโตแซน (โพลีเมอร์) → เพนโตส (โมโนเมอร์) → ผลผลิตตัวกลาง → เฟอร์ฟูรัล → เฟอร์ฟูรัลเรซิน

ผลผลิตคอนเดนเสท

จลนพลศาสตร์ของขั้นตอนดีไฮเดรชัน พบว่าผลผลิตเฟอร์ฟูรัลสูงขึ้นตามความเข้มข้นของกรดและความเร็วของปฏิกิริยาขึ้นกับอุณหภูมิที่สูง

เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาหลายปฏิกิริยาในขณะเดียวกันจึงจำเป็นต้องทำให้เกิดปฏิกิริยาของการกลายเป็นเรซินและปฏิกิริยาคอนเดนเซชันน้อยลงในขณะที่ต้องทำให้เกิดเป็นเฟอร์ฟูรัลมากที่อุณหภูมิสูงความเข้มข้นของเฟอร์ฟูรัลในเฟสของเหลวจะต้องต่ำทำให้ต้องนำเฟอร์ฟูรัลที่เกิดขึ้นออกจากสาร โดยการผ่านไอน้ำลงไปช่วยการระเหยของเฟอร์ฟูรัลและเพื่อทำให้ความเข้มข้นของเฟอร์ฟูรัลในเฟสของเหลวต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อให้การสูญเสียเฟอร์ฟูรัลไปกับคอนเดนเซชันและการกลายเป็นเรซินเกิดน้อยที่สุด

ผลผลิตเฟอร์ฟูรัลเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของไฮโดรเจน กรดแร่เป็นตัวเร่งที่มีความไวสูงอย่างไรก็ตามกรดไฮโดรคลอริกซึ่งมีความสามารถในการกลายเป็นไอสูงจะปรากฏอยู่ในสารที่ถูกกลั่นออกมาสูงแต่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของกรดในปฏิกิริยาลดลงซึ่งจะลดความไวของตัวเร่งปฏิกิริยาในเฟสของเหลวด้วยในขณะที่ถ้าใช้กรดซัลฟูริกจะยังคงมีปริมาณกรดในปฏิกิริยาสูง อันนี้เป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งในการเลือกใช้กรดเพื่อผลประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ (Miller. 1976 : 246)

2.6 ประโยชน์ของเฟอร์ฟูรัล

เฟอร์ฟูรัลเป็นสารละลายเฉพาะที่มีความไวสูง และ นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.6.1. การนำเฟอร์ฟูรัลไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโดยตรง

2.6.1.1 สารละลายเฉพาะในการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์

2.6.1.2 ตัวกลางการกลั่นในการสกัดบิวตะไดอินจากปิโตรเลียม

2.6.1.3 สารทำลายสี

2.6.1.4 ใช้เป็นสารละลาย และช่วยในขบวนการผลิตถ่าน และผลิตภัณฑ์ถ่าน

2.6.2 ใช้เป็นสารเคมีตัวกลางในการผลิตสารเคมีประเภทฟูแรน เฟอร์ฟูรัลเป็นตัวกลางเคมีในการผลิตสารเคมีอื่นๆได้อีกหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีในกลุ่มฟูแรน เช่น เฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์เตตระไฮโดรเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์ เตตระไฮโดรฟูแรน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์มากมายดังนี้

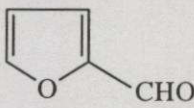
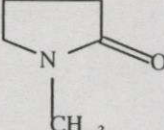
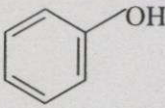
2.6.2.1 ใช้ผลิตเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารยึดในการหล่อ ใช้เป็นสารละลายแช่แข็ง สำหรับสารที่มีรูละเอียด เช่น ไม้หิน อีฐ ถ่าน หรือแกรไฟต์ทำให้สารเหล่านี้มีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นทำกาวมัซึ่งปรับปรุงด้วยเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์

2.6.2.2 ใช้ผลิตเตตระไฮโดรเฟอร์ฟูรัลแอลกอฮอล์ (THFA) ใช้เป็นสารสำหรับการสังเคราะห์เรซิน ใช้เป็นสารละลายสำหรับสี

2.6.2.3 ใช้ผลิตเตตระไฮโดรฟูแรน (THF) ใช้เป็นวัตถุดิบในทางเภสัชกรรมเป็นสารละลายสำหรับเรซินสังเคราะห์และเรซินธรรมชาติ (International Trade Centre, 1978 : 312-315)

นอกจากนี้เฟอร์ฟูรัลยังใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ และน้ำหอม ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค, ยาปราบวัชพืช และยาฆ่าแมลง เป็นต้น สมบัติในการเป็นตัวทำละลายสารละลายเฟอร์ฟูรัลกับตัวทำละลายตัวอื่นแสดงไว้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Furfural, N-Methyl-2-pyrrolidone (MP) และ phenol ในการใช้เป็นตัวทำละลายแยกสาร

Characteristic	Furfural	MP	Phenol
Molecular structure			
Relative cost. 1980	1.0	2.1	0.77
Density, 25/4 °C	1.15	1.03	1.07
Boiling point. °F	323	395	359
Melting point. °F	-34	-12	106
Viscosity. cp at 140 °F	0.95	1.02	2.58
Specific heat, Btu/lb at 250 °F	0.42	0.42	0.56
Selectivity	Excellent	Very good	Good
Solvent power	Good	Excellent	Very good
Stability	Good	Excellent	Very good
Biodegradability	Good	Good	Good
Toxicity	Moderate	Low	High

จันทนา พุทธาธร (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทดลองกลั่นเฟอรัฟรัล จากซังข้าวโพดที่ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ 100 °C และใช้กรดซัลฟูริก เป็นสารที่ทำการกลั่นพบว่า สภาวะที่ให้เฟอรัฟรัลในปริมาณที่สูงที่สุดคือ ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกร้อยละ 15 (โดยปริมาตร), อัตราส่วน ของซังข้าวโพด ต่อสารละลายกรด 1 : 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร), ระยะเวลาแช่ซังข้าวโพด ก่อนผ่านไอน้ำ 1 ชั่วโมง ขนาดของซังข้าวโพดประมาณ 1.115 มิลลิลิตร ซึ่งให้ผลผลิตเฟอรัฟรัล ร้อยละ 9.8 (โดยน้ำหนัก) ปริมาณเฟอรัฟรัลในของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละ 0.52 (น้ำหนักต่อปริมาตร)

อภิชัย สิริทัศนกุล (2529 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการตกผลึกในพาราฟินในน้ำมันไลต์ดีสติเลตที่ได้จากโรงกลั่นฝาง ในเครื่องตกผลึกแบบจานเหล็กหมุนอย่างต่อเนื่อง ได้ผลิตกัมขั้หลักคือ น้ำมันที่แยกไขออกบางส่วนซึ่งมี จุดไหลเทต่ำลงนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลได้ ไขพาราฟินที่มีน้ำมันปนอยู่ปริมาณหนึ่งดำเนินการทดลอง โดยให้อัตราการป้อนเข้า 0.5 ลิตรต่อนาที และอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็น 16 °C คงที่ตลอดทุกการทดลองแล้วให้อัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมันระหว่าง 1 : 1 ถึง 6 : 1 ความเร็วรอบของจาน 0.05 ถึง 1.28 รอบต่อนาที อุณหภูมิสารละลายน้ำมัน 30 ถึง 34 °C ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนตัวทำละลายต่อน้ำมันเท่ากับ 5 : 1 ความเร็วรอบของจาน 0.5 รอบต่อ นาที อุณหภูมิสารละลายน้ำมัน 30 °C จะได้น้ำมันที่แยกไขออกบางส่วนมี จุดไหลเทลดลงจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35 °C เป็น 31.6 °C เมื่อสารละลายน้ำมันไหลผ่านเครื่องตกผลึกครั้งเดียวและเมื่อผ่าน 10 ครั้ง ลดลงเป็น 25.5 °C

สุรเชษฐ อมรสิน และ รัชณี ทรัพย์มี (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นเพอร์ฟูรด์จากชานอ้อย พบว่า ชนิดของกรดที่ใช้กลั่นความเข้มข้นของกรด อัตราส่วนของชานอ้อยต่อสารละลายกรด และระยะเวลาในการแช่ชานอ้อยก่อนผ่านไอน้ำ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่ให้ปริมาณ เพอร์ฟูรด์สูงสุดคือ กรดซัลฟูริก ที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยใช้อัตราส่วนของชานอ้อยต่อสารละลายกรดเป็น 1:5 และ ระยะเวลาในการแช่ชานอ้อยก่อนผ่านไอน้ำนาน 60 นาที

สมศักดิ์ ศรีวานิชภูมิ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทดลองศึกษาการบำบัดน้ำมันเครื่อง ที่ใช้แล้วด้วยไฮโดรเจนแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวเร่งที่ใช้คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับบอลมินาตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล โมลิบดีนัมบนตัวรองรับบอลมินาการทดลองทำในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง ที่ความดัน 5.51 เมกะปาสกาล อุณหภูมิ 320 350 และ 380 องศาเซลเซียส อัตราการไหลเชิงสเปซ 0.5 1.0 และ 1.5 ต่อชั่วโมง สิ่งเจือปนและสารเติมแต่งในน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วส่วนใหญ่จะถูกกำจัด โดยสารสกัดด้วยตัวทำละลายก่อนการบำบัดด้วยไฮโดรเจนแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

การศึกษาพบว่า การบำบัดด้วยไฮโดรเจนแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้ค่าสีตามมาตรฐาน ASTM ปริมาณซัลเฟอร์ ความหนืดและค่าความเป็นกรด ของน้ำมันผลิตภัณฑ์ลดลงในขณะที่ไม่สามารถสรุปได้ในกรณีของดัชนีความหนืดและจุดวาบไฟภาวะปฏิบัติการของการบำบัดด้วยไฮโดรเจนแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยามีผลต่อสมบัติของน้ำมันผลิตภัณฑ์โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือลดอัตราการไหลเชิงสเปซ จะทำให้น้ำมันผลิตภัณฑ์มีค่าสีตามมาตรฐาน ASTM ปริมาณของซัลเฟอร์ ความหนืดค่าความเป็นกรดและจุดวาบไฟลดลงในขณะที่ดัชนีความหนืดเพิ่มขึ้น

จุติพล ท้วมภูมิจาน (2539 : บทคัดย่อ) ได้เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์ เพื่อใช้สังเคราะห์ก๊าซโซลีนในเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบเบดคิง โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กและตัวเร่งปฏิกิริยาผสมระหว่างเหล็ก ซีโอไลต์ (ZSM-5) ซึ่งเตรียมเอง การสังเคราะห์ใช้ก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรเจนในอัตราส่วน 1 : 1 และปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 220, 250, 280, และ 310 °C ความเร็วเข้าสเปซ 2,000, 3,000 และ 4,000 ต่อชั่วโมง และความดัน 10 และ 20 บรรยากาศผลการทดลองปรากฏว่า การเปลี่ยนรูปของก๊าซสังเคราะห์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น แต่มีค่าลดลงเมื่อความเร็วเชิงสเปซเพิ่มขึ้นปริมาณก๊าซโซลีนในสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้นต่อเชิงปฏิกิริยาเหล็กผสมตัวเร่งปฏิกิริยาZSM-5ให้ปริมาณก๊าซโซลีนในสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมากกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กตัวเดียวเมื่ออุณหภูมิมากกว่า250°C สภาวะที่ก๊าซโซลีน ในสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สูงสุด คือ อุณหภูมิ 310 °C ความดัน 2 บรรยากาศ

นุการ คำลวน และ ศักดิ์สิทธิ์ เดชนันต์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทดลอง ศึกษาการสกัด เฟอร์ฟูรัลจากฟางข้าวได้ทำการทดลอง 3 ขั้นตอน คือ ศึกษาความเข้มข้นของกรดในการสกัด ศึกษา อัตราส่วนของฟางข้าวต่อกรดที่ใช้ในการสกัด ศึกษาระยะเวลาในการแช่ฟางข้าวในกรดก่อนการ สกัด ผลการทดลองพบว่าการสกัดเฟอร์ฟูรัลจากฟางข้าวโดยใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 35 โดยปริมาตร และ ใช้อัตราส่วนฟางข้าวต่อสารละลายกรด 1:10 โดยมวลต่อปริมาตร และแช่ ฟางข้าวในสารละลายกรดก่อนนำมาผ่านไอน้ำ 30 นาที จะให้ปริมาณเฟอร์ฟูรัลสูงสุดส่วนกรด ไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยปริมาตรใช้อัตราส่วนฟางข้าวต่อสารละลาย 1:10 โดย มวลต่อปริมาตรแช่ฟางข้าวในสารละลายกรดก่อนนำมาผ่านไอน้ำ 30 นาที จะให้ปริมาณเฟอร์ฟูรัล สูงสุด



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบวิเคราะห์คุณภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล ด้วยเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากซังข้าวโพดแล้วนำไปผสมน้ำมันดีเซลเพื่อลดปริมาณสารอะโรมาติก แล้วหาปริมาณสารอะโรมาติก และหาค่าดัชนีซีเทน ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัย ดังนี้ คือนำซังข้าวโพดมาบดและกลั่นให้ได้เฟอร์ฟูรัลแล้วนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล โดยนำเฟอร์ฟูรัลที่กลั่นได้ และเฟอร์ฟูรัลนำเข้ามาผสมกับน้ำมันดีเซลเพื่อลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล แล้วนำวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันดีเซลซึ่งได้ดำเนินการตามรายการดังนี้

- 3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการกลั่นเฟอร์ฟูรัล
- 3.2 การกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด
- 3.3 วัสดุอุปกรณ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล
- 3.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลโดยใช้เฟอร์ฟูรัล
- 3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินใจและสรุปผลการทดลอง

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการกลั่นเฟอร์ฟูรัล

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กลั่นเฟอร์ฟูรัล

- 3.3.1.1 เครื่องกลั่น Steam Distillation Units
- 3.3.1.2 เครื่องชั่งอัดโนมิติ (Analytical balance)
- 3.3.1.3 เครื่องปั่น (Blender) TOSHIBA BL-100 GI
- 3.3.1.4 ยูวีไวสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV/VIS SPECTROPHOTOMETER)
- 3.3.1.5 เครื่องกลั่นเฟอร์ฟูรัลให้บริสุทธิ์ (Distillation Reusable) และเครื่องแก้วที่จำเป็น

เป็น

3.1.2 สารเคมี

- 3.1.2.1 กรดซัลฟูริก (Sulphuric acid)
- 3.1.2.2 แอนิลีน (Aniline)
- 3.1.2.3 สารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรัล (Standard furfural solution)

3.2 การกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด

3.2.1 การกลั่นเฟอร์ฟูรัลโดยวิธี Association of Official Analytical Chemists. (AOAC) 960.16

3.2.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ นำซังข้าวโพดมาตากด้วยตู้อบ เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำซังข้าวโพดมาบดโดยใช้เครื่องบดไฟฟ้า (Blender) จนละเอียด

3.2.1.2 เตรียมสารละลายกรด H_2SO_4 35 % จำนวน 1000 ml

3.2.1.3 ซังซังข้าวโพดที่เตรียมไว้ 10 กรัม ใส่ลงใน Steam distillation tube

3.2.1.4 เติมสารละลายกรด H_2SO_4 35 % จำนวน 100 ml แล้วเขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ครึ่ง ชั่วโมงเพื่อทำปฏิกิริยาระหว่าง กรดกับซังข้าวโพดที่บดละเอียดแล้ว

3.2.1.5 นำ Steam distillation tube ใส่ใน Steam distillation unit หลังจากเปิดเครื่องทิ้งไว้ 10 นาที ตั้งเวลาในการกลั่น steam เป็นเวลา 40 นาทีควบคุมความดันเพื่อให้ไอน้ำผ่านไอน้ำเข้าไปใน steam distillation tube

3.2.1.6 นำเฟอร์ฟูรัลที่กลั่นได้มาทดสอบ เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณนำไปทดสอบคุณภาพน้ำมัน

3.2.1.7 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ใช้วิธีการเติมสารละลาย แอนีลีน (Aniline) ในร้อยละ 25 กรดแก่ลเชื้อสะอ่ซดิก หยดลงในสารละลายตัวอย่างจะเกิดสีแดงอมส้มขึ้นทันที แสดงว่าเป็นสารละลายเฟอร์ฟูรัล

3.2.1.8 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ใช้วิธีการวัดการดูดกลืนแสงอุตราไวโอเลต ด้วยเครื่อง UV/VIS Photometer

3.2.1.9 การทำ Calibration Curve ปิเปตสารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรัล 1 ml เจือจางด้วยน้ำใน Volumetric flask 100 ml ปิเปตสารละลายที่ได้ 5 ml มาเจือจางด้วยน้ำ Volumetric flask 500 ml สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้น 116 mg/l เตรียม Standard ที่ความเข้มข้น 1,3 และ 5 mg/l โดยใช้สูตรคำนวณ $C_1V_1 = C_2V_2$

3.2.1.10 กลั่นเพื่อให้ได้เฟอร์ฟูรัลบริสุทธิ์โดยแยกน้ำกับเฟอร์ฟูรัลด้วย เครื่องกลั่นแยกน้ำเฟอร์ฟูรัลที่ได้ไปปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล

3.3 วัสดุอุปกรณ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน

3.3.1.1 เครื่องละลายแยกหรือกรวยแยกน้ำมันเพื่อละลายสกัดอะโรมาติก (Separatory Funnel)

3.3.1.2 เครื่องกลั่นน้ำมันระบบอัตโนมัติ (Auto Distillation) ของ ISL

3.3.1.3 เครื่องหาความหนืด (Viscometer kinetics) ของ Kerzop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 เครื่อง HPLC เพื่อใช้หาปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

3.3.1.5 เครื่องหาค่า API (Hydrometer)

3.3.1.6 เครื่องหาจุดวาบไฟ (Flash point)

3.3.1.7 เครื่องหาความหนาแน่น (Density)

3.3.2 ตรวจสอบคุณภาพน้ำมันดีเซลตัวอย่างก่อนการปรับปรุงดังนี้

นำน้ำมันดีเซล ตัวอย่างจากโรงกลั่นบางจากที่ไม่ได้ผสมสารละลายเพอร์ฟูรด์ไปตรวจสอบคุณภาพ เช่นการกลั่น หาAPI หาคความหนืด หาคความหนาแน่น หาปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน หาจุดวาบไฟและค่าดัชนีซีเทน

3.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลโดยใช้เพอร์ฟูรด์

นำสารละลายเพอร์ฟูรด์ที่ได้จากซังข้าวโพดกับเพอร์ฟูรด์นำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล เพื่อละลายสกัดคลอปริมาณอะโรมาติกโดยเปิดน้ำมันและสารละลายเพอร์ฟูรด์ตามอัตราส่วนที่ต้องการศึกษาใส่ลงใน Separatory Funnel สารละลายจะแยกชั้น โดยน้ำมันอยู่ส่วนบน สารละลายเพอร์ฟูรด์อยู่ชั้นล่าง ส่วนสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลถูกละลายแล้วจะ ไปรวมเป็นเนื้อเดียวกัน กับสารละลายเพอร์ฟูรด์ นำน้ำมันส่วนบนที่ปรับปรุงคุณภาพไปตรวจสอบคุณภาพ ตามข้อ 2 โดยการศึกษ้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของเพอร์ฟูรด์ต่อน้ำมันดีเซลเช่น 70/30 60/40 50/50 อุณหภูมิ ทดลอง เช่นอุณหภูมิห้องทดลองในที่มืดและอุณหภูมินอกห้องทดลองที่มีแสงสว่างและแสงแดด ระยะเวลาของการทดลอง เก็บตัวอย่างที่ผสมเพอร์ฟูรด์กับน้ำมันดีเซลที่เหลือจากการวิเคราะห์ครั้งแรกเสร็จในระยะเวลาต่างๆกันเช่นเก็บไว้ 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ โดยหาปริมาณสารอะโรมาติกด้วยเครื่อง HPLC และหาคดัชนีซีเทน ตามวิธี ของ ASTM

รายละเอียดของวิธีตรวจสอบคุณภาพน้ำมันดีเซลมีดังนี้

1. หาปริมาณสารอะโรมาติกด้วยเครื่อง HPLC นำน้ำมันที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์แล้ว ใส่ Vial Tube ประมาณ 1 มล.แล้วนำไปวัดปริมาณสารอะโรมาติกโดยเครื่อง HPLC ตาม Method IP 391/90 การทดสอบใช้หลักการ HPLC โดยใช้ ความดันเป็นตัวทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารละลายไปบน Mobile Phase ของสารที่เป็นตัวพา โดยสารที่มีโมเลกุลที่มีขั้วใน Column ออกมาก่อนแล้วส่งไปที่ Detector ชนิด RID Conductivity โดยมี mobile phase คือ Hexane

ทดสอบโดยการฉีดตัวอย่างน้ำมันผ่านเข้าไปใน column ขนาด 0.5 ul (polar column) สารพวก non- aromatic จะถูกแยกออกจากสารพวก aromatic องค์ประกอบที่เป็น aromatic จะถูกแยกและตรวจได้โดย detector และจากนั้นคำนวณหาปริมาณ aromatic โดยการเปรียบเทียบกับน้ำมันมาตรฐานที่ทราบปริมาณ aromatic ใช้อัตราการไหล (Flow rate) ของสารตัวอย่าง 0.8 ค่า Rt ประมาณ 5 นาที สารละลายเคลื่อนที่ได้แก่ Hexane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีซีเทนตามวิธี Method ของ ASTM D976 โดยหาค่าความหนาแน่นของตัวอย่างน้ำมันแปลงเป็นค่า API กับ 50% ของอุณหภูมิการกลั่น โดยนำไปเทียบ หาค่าดัชนีซีเทนในตารางโมโนแกรมตามตารางที่ 2.4

3. วิธีการกลั่นน้ำมันโดยใช้วิธี Method ของ ASTM D86 นำน้ำมันมาตวง 100 ml ไปใส่ลงในฟาสกลั่น(Distillation flat)นำไปใส่ลงเครื่องกลั่นตั้งโปรแกรมตาม Methodระยะเวลาการกลั่นประมาณ 45 นาที สั่งงานด้วยโมดของเครื่องกลั่น ดูข้อมูลการกลั่นจากจอและคอมพิวเตอร์ สำหรับส่งพิมพ์รายงาน

4. หาค่า API โดยใช้วิธีตาม Method ASTM D287 นำน้ำมันเทใส่กระบอกตวง ประมาณ 50 ml แล้วค่อย ๆ หย่อน Hydrometer ลงไปใน กระบอกตวงที่มีน้ำมันปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 2 นาที อ่าน ค่าข้างบน ของไฮโดรมิเตอร์ อ่าน อุณหภูมิข้างล่างนำค่าที่อ่านได้ไปเปิดตารางมาตรฐาน ASTM ที่ 60 °C จะได้ค่า API นำไปหาค่าความหนาแน่น (Density) ที่ 15 °C และความถ่วงจำเพาะที่ 15.6/15.6 °C

5. หาจุดวาบไฟ (Flash point) ใช้วิธี ASTM D4625 ตวงน้ำมันมาประมาณ 50 ml ใส่เครื่องหา Flash Point ตั้ง Method ที่ 65 °C แล้วเครื่องจะทำงานและอ่านค่า โดยอัตโนมัติ

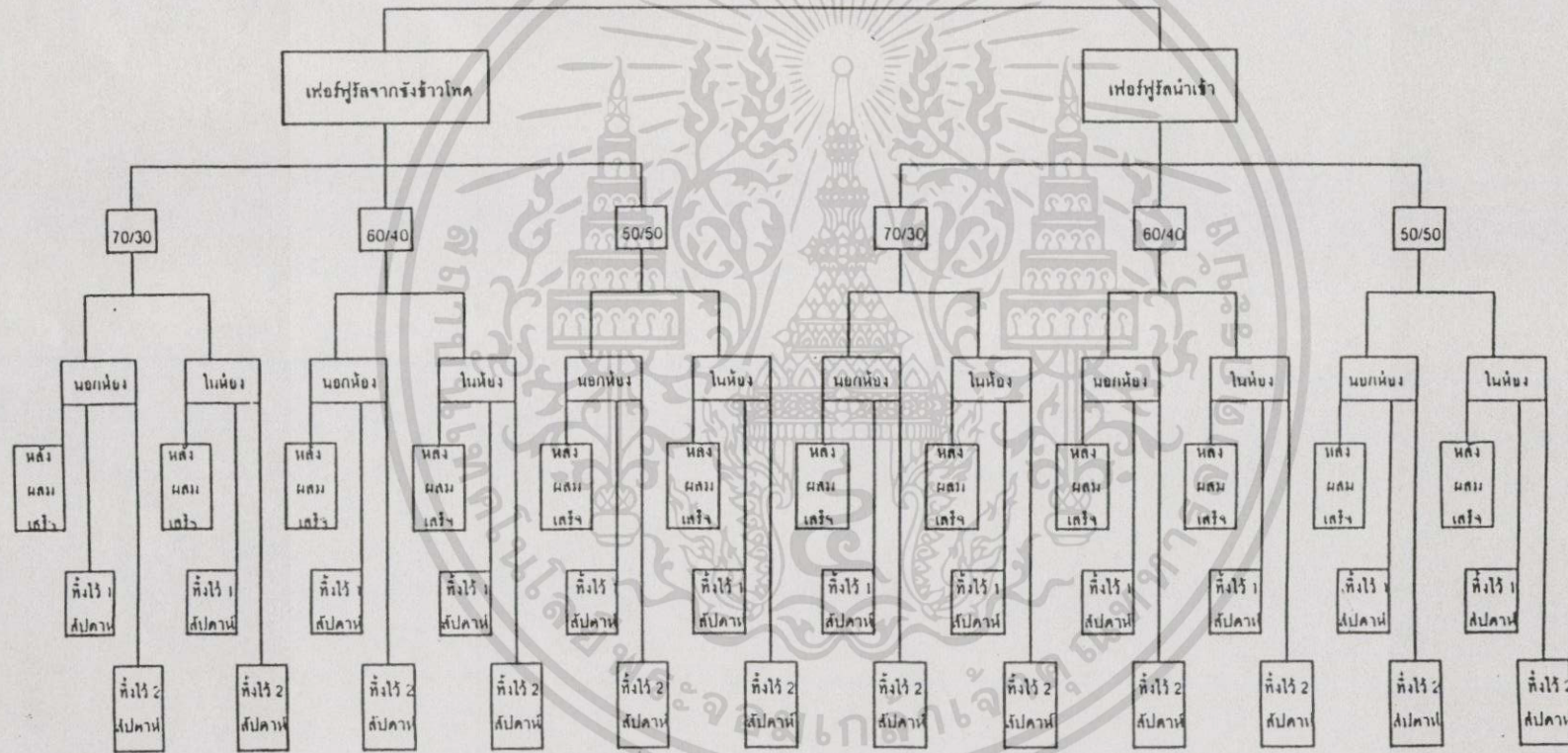
6. หาค่าความหนืด(Viscosity Kinetic)โดยวิธีMethod D2270เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 40 นาทีจนได้อุณหภูมิที่42°Cเอาน้ำมันใส่Tubeสำหรับหาค่าความหนืดใส่ลง ไปตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อจับเวลาแล้วนำเวลาที่ได้ไปแปลงค่าในตารางจะได้ความหนืด ที่ 40 °C

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินใจและสรุปผลการทดลอง

3.5.1 วิเคราะห์ผลปริมาณสารอะโรมาติกเช่นอัตราส่วนผสม 70/30, 60/40, 50/50 ของเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันที่ได้จากการทดลองโดยรายงานเป็นตารางและกราฟเปรียบเทียบระหว่างเพอร์ฟูรัลที่กลั่นได้กับเพอร์ฟูรัลนำเข้าตาม อุณหภูมิทดลองและระยะเวลาทดลอง

3.5.2 วิเคราะห์ผลค่าดัชนีซีเทน เช่นอัตราส่วนผสม 70/30, 60/40, 50/50 ของเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันที่ได้จากการทดลองโดยรายงานเป็นตารางและกราฟเปรียบเทียบระหว่าง เพอร์ฟูรัลที่กลั่นได้กับเพอร์ฟูรัลนำเข้าตาม อุณหภูมิทดลองและ ระยะเวลาทดลอง

แผนผังการทดลอง



การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบวิเคราะห์คุณภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล โดยใช้เฟอร์ฟูรัลไปลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลซึ่งจะทำให้ซีเทนสูงขึ้นรายงานผลการทดลองแบ่งเป็นรายงานผลการกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด โดยแบ่งออกเป็น การรายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพและวิเคราะห์ปริมาณรายงานผลการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรัล โดยใช้เฟอร์ฟูรัลผสมกับน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ ทดลอง เฟอร์ฟูรัลนำเข้ากับเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดที่สกัดเองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยรายงานเป็นตารางและรูปภาพเปรียบเทียบตามวิธีที่ได้กำหนดไว้ในวิธีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรัล

4.1 ผลการทดลองกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด

เตรียมซังข้าวโพดมาตากและอบด้วยตู้อบ นำไปบดให้ละเอียด ซังซังข้าวโพดที่เตรียมไว้ 10 กรัมใส่ลงใน Steam distillation tube เติมสารละลาย 35% กรด H_2SO_4 จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำ Steam distillation tube ใส่น้ำใน Steam distillation Unit ตั้งเวลาในการกลั่น 40 นาที จะได้สารละลายเป็นน้ำออกมาปริมาณโดยเฉลี่ย 900 มิลลิลิตร ในแต่ละครั้ง แล้วนำไปทดลองวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณจากนั้นนำไปกลั่นแยกน้ำกับเฟอร์ฟูรัล ด้วยเครื่องกลั่นแยก โดยใช้การกลั่นลำดับส่วนของอุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นตัวแยกด้วยเครื่อง กลั่นแยก เพื่อให้ได้เฟอร์ฟูรัลที่บริสุทธิ์แล้วนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.2.1 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

เติมสารละลาย 25% Aniline ใน Glacial Acetic acid หยดลงในสารละลายตัวอย่าง 1-3 หยด ถ้ามีเฟอร์ฟูรัลสารละลายตัวอย่างจะเกิดสีแดงอมส้ม

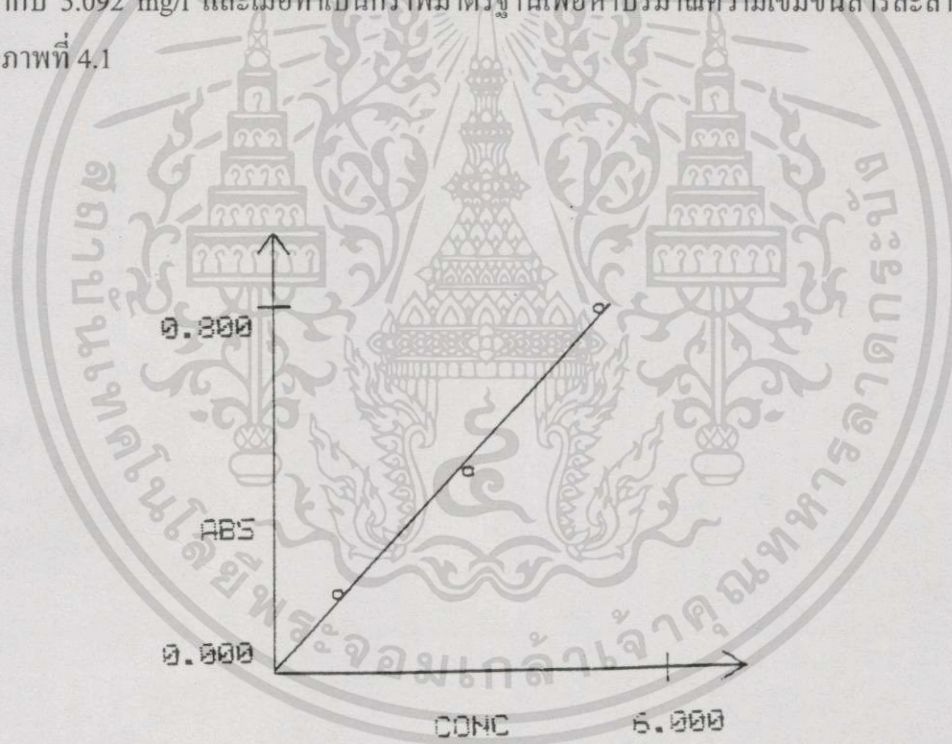
4.2.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ใช้วิธีการวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV/VIS Spectrophotometer โดยเฟอร์ฟูรัลจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 277.6 นาโนเมตร โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรัลเพื่อทำ Calibration Curve ตามวิธีวิเคราะห์ของ A.O.A.C. ได้ผลตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรัลกับค่าการดูดกลืนแสง

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน เฟอร์ฟูรัล (mg /l)	ค่าการดูดกลืนแสง Absorbance	ความเข้มข้นที่วัดได้ Concentration (mg/l)
1	0.177	1.092
3	0.442	2.816
5	0.792	5.092

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลวิเคราะห์หาความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานของเฟอร์ฟูรัลกับค่าการดูดกลืนแสง ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 1 mg/l วัดการดูดกลืนได้ 0.177 ความเข้มข้นที่วัดได้จริง เท่ากับ 1.092 mg/l ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน 3 mg/l วัดการดูดกลืน 0.442 ความเข้มข้นวัดได้ 2.816 mg/l ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน 5 mg/l วัดค่าการดูดกลืนได้ 0.792 ความเข้มข้นวัดได้เท่ากับ 5.092 mg/l และเมื่อทำเป็นกราฟมาตรฐานเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นสารละลายเฟอร์ฟูรัลจะได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรัล

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการกลั่นเฟอร์ฟูรัลจากชั่งข้าวโพดที่ให้ปริมาณเฟอร์ฟูรัลและผลการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการกลั่นเฟอร์ฟูรัล

ตัวอย่างที่นำมา เจือจาง 500 เท่า ที่นำมาวิเคราะห์ หาความเข้มข้น (3 ครั้ง)	ของเหลวที่กลั่นได้ เจือจาง 500 เท่าดูดตัว อย่างมา 0.5 มิลลิลิตร		ปริมาณ เฟอร์ฟูรัลเข้มข้น ใน 10 กรัมของ ชั่งข้าวโพด เฉลี่ย mg/l	ผลผลิต เฟอร์ฟูรัล (ร้อยละ)	เฟอร์ฟูรัล ในของเหลวที่ กลั่นได้ (ร้อยละ)
	ดูดกลืนแสง Abs	ความเข้มข้น ppm			
1	0.147	0.897	903.5	9.04	1
2	0.147	0.897			
3	0.149	0.910			

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารละลายเฟอร์ฟูรัลที่กลั่นได้จากชั่งข้าวโพดนำไปวิเคราะห์ปริมาณวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV/VIS Spectrophotometer โดยนำสารละลายตัวอย่างที่กลั่นได้จากชั่งข้าวโพดจาก 10 กรัม กลั่นได้ 900 มิลลิลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นมากเกินค่าสารละลายมาตรฐานที่เตรียม ฉะนั้นจึงนำมาเจือจางเป็น 500 เท่าโดยเปิดสารละลายที่กลั่นได้ 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าความเข้มข้นของสารละลายที่กลั่นได้ มีความเข้มข้น 0.9035 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำความเข้มข้นไปคูณ 500 หาค่าด้วย 0.5 ก็จะได้ ความเข้มข้นของเฟอร์ฟูรัลจากข้าวโพดใน 10 กรัม กลั่นได้ โดยเฉลี่ย 900 มิลลิลิตร จะได้เฟอร์ฟูรัลเท่ากับ 903.5 กรัม จะต้องใช้ชั่งข้าวโพด 11.06 กิโลกรัมจึงจะได้เฟอร์ฟูรัล จำนวน 1 กิโลกรัม

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้ากับเฟอร์ฟูรัลจากชั่งข้าวโพดเปรียบเทียบกัน

ผลการวิเคราะห์ทดลองลดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้ากับเฟอร์ฟูรัลจากชั่งข้าวโพดวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกโดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Detector ชนิด RID วิเคราะห์ตาม Method ของ IP 391/90

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์ นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ (% V/V) จำนวน 3 ครั้ง

อุณหภูมิที่เก็บตัวอย่างในที่ต่าง ๆ	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรด์กับน้ำมันดีเซล					
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fe / D 70/30
ในห้อง	อะโรมาติก	32.2181	13.13	19.835	10.887	18.6928	10.1499	17.766
นอกห้อง	อะโรมาติก	32.2181	12.68	19.700	11.351	18.4534	9.2985	17.979

Fi / D = เพอร์ฟูรด์นำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟูรด์ที่ได้จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกที่วิเคราะห์จำนวน 3 ครั้ง วิเคราะห์หลังจากผสมและเขย่าเสร็จ เปรียบเทียบกันระหว่างเพอร์ฟูรด์นำเข้ากับเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดที่ผสมกับน้ำมันดีเซลที่เก็บในอุณหภูมิห้องปฏิบัติการกับนอกห้องปฏิบัติการผสมเพอร์ฟูรด์กับน้ำมันดีเซลแล้วเขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ให้แยกชั้นโดยน้ำมันดีเซลจะแยกชั้นอยู่บนบน เพอร์ฟูรด์ เมื่อละลายสารอะโรมาติกแล้วจะรวมตัวแยกชั้นอยู่ชั้นล่างรวมกันนำเอาน้ำมันดีเซลส่วนบนไปวิเคราะห์และแบ่งไปวิเคราะห์ตามรายการที่กำหนดไว้ในวิธีดำเนินการปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลก่อนผสมวิเคราะห์ได้ 32.0705 (% V/V) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการจะเห็นว่าปริมาณสารอะโรมาติกจะลดลงตามอัตราส่วนผสมมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ส่วนระยะเวลาต่าง ๆ ที่เก็บไว้ 1, 2 สัปดาห์ ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล ที่วิเคราะห์ได้ไม่มีผลแตกต่างกันเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดกับน้ำมันดีเซลลดปริมาณสารอะโรมาติก ในน้ำมันดีเซลลดลงได้ตามอัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรด์นำเข้ลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้มากกว่าเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดทุกอัตราส่วนผสมทั้งที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จากข้อมูลตารางที่ 4.3 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 4.3 จากกราฟเพอร์ฟูรด์นำเข้ลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้มากกว่าเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพด

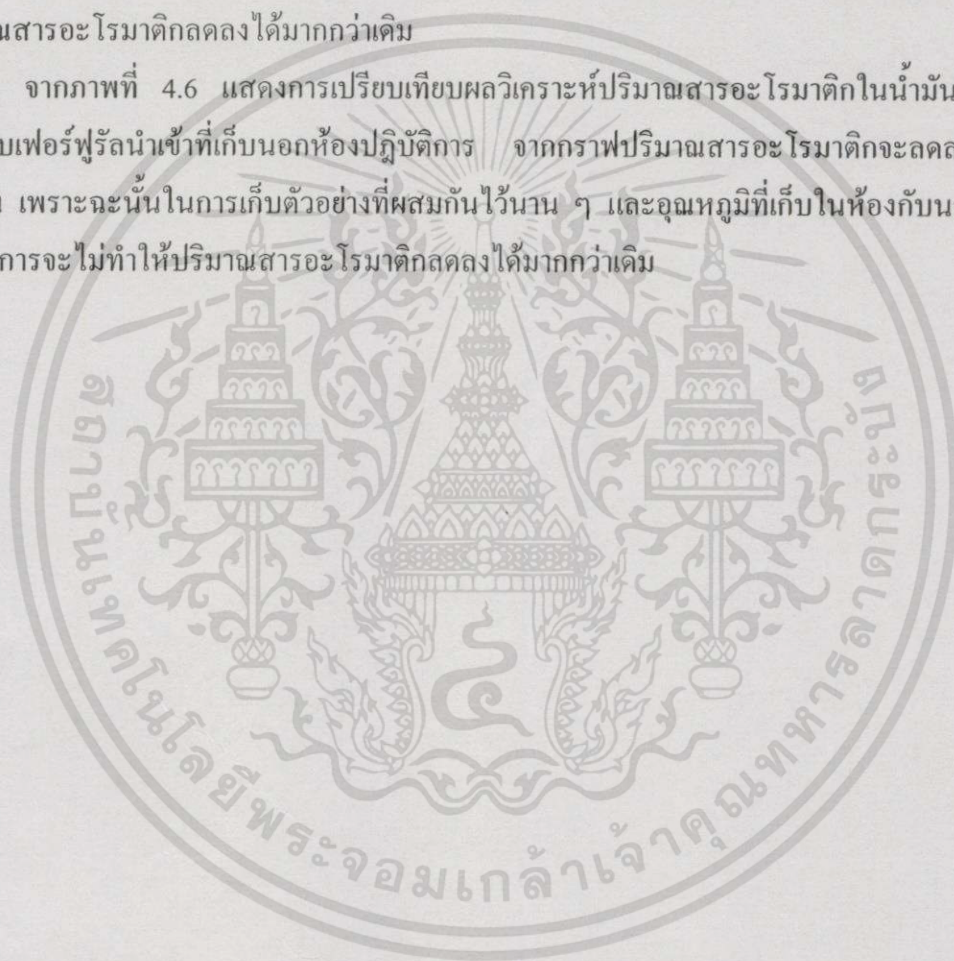
จากภาพที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดที่เก็บในห้องปฏิบัติการ จากกราฟปริมาณสารอะโรมาติกจะลดลงได้ไม่แตกต่างกันเพราะ ฉะนั้นในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นานๆ และอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะไม่ทำให้ปริมาณสารอะโรมาติกลดลงได้มากกว่าเดิม

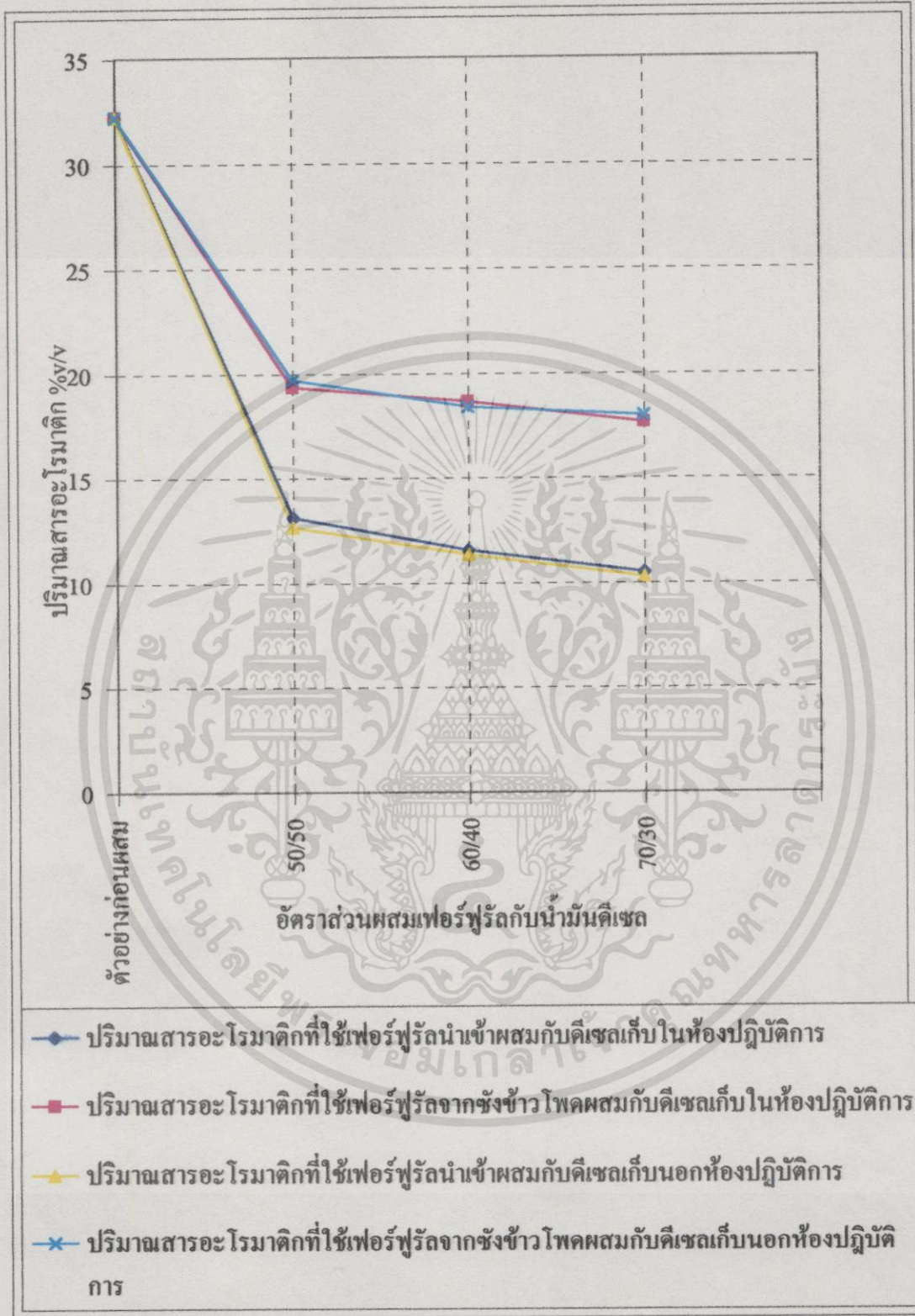
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟลูรอลจากซังข้าวโพดที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ จากกราฟปริมาณสารอะโรมาติกจะลดลงได้ไม่ต่างกัน เพราะฉะนั้นในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นาน ๆ และอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะไม่ทำให้ปริมาณสารอะโรมาติกลดลงได้มากกว่าเดิม

จากภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟลูรอลนำเข้าไปเก็บในห้องปฏิบัติการ จากกราฟปริมาณสารอะโรมาติกจะลดลงได้ไม่ต่างกัน เพราะฉะนั้นในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นาน ๆ และอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะไม่ทำให้ปริมาณสารอะโรมาติกลดลงได้มากกว่าเดิม

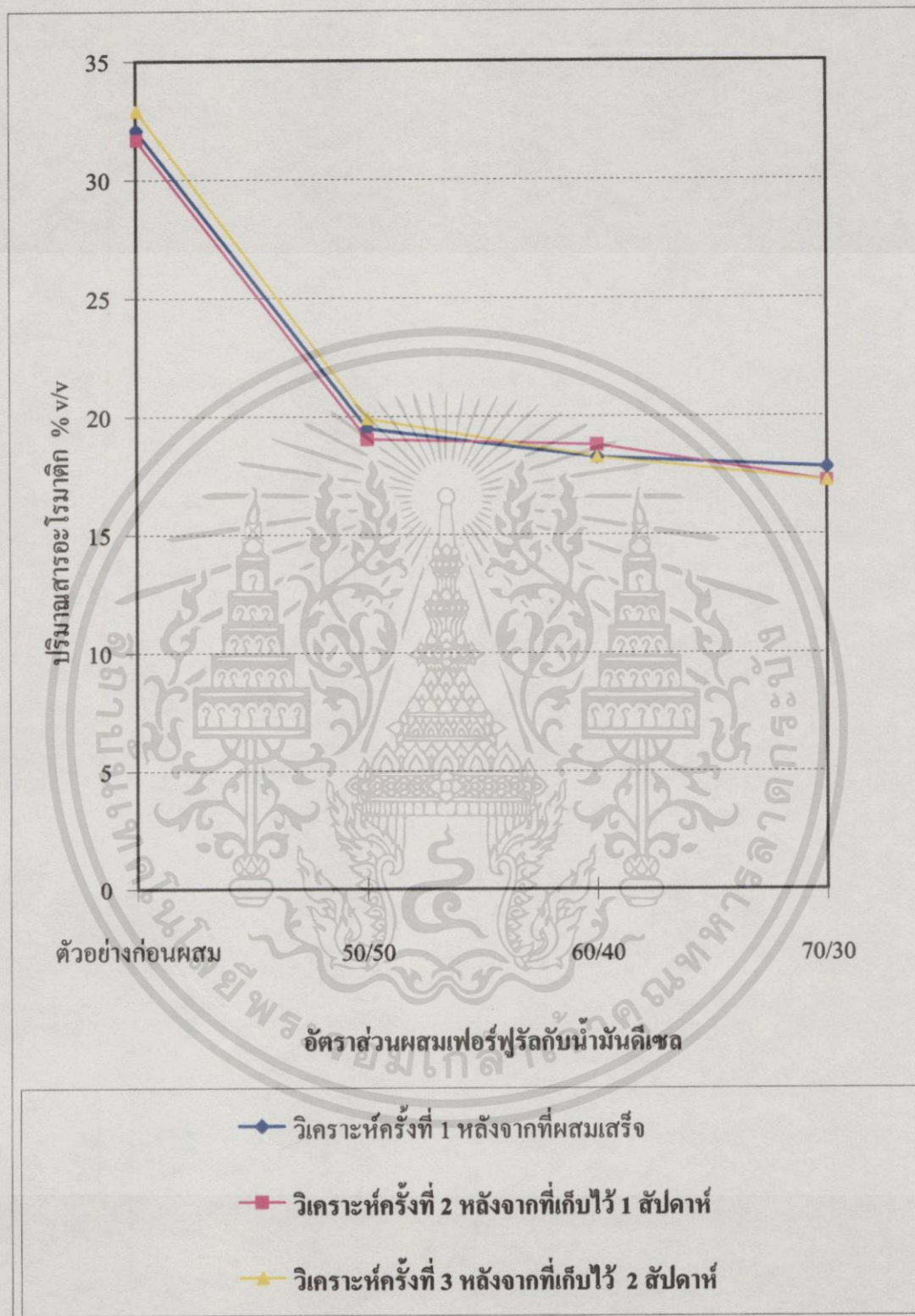
จากภาพที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟลูรอลนำเข้าไปเก็บนอกห้องปฏิบัติการ จากกราฟปริมาณสารอะโรมาติกจะลดลงได้ไม่ต่างกัน เพราะฉะนั้นในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นาน ๆ และอุณหภูมิที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการจะไม่ทำให้ปริมาณสารอะโรมาติกลดลงได้มากกว่าเดิม





ภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟออร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับเฟออร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกับที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

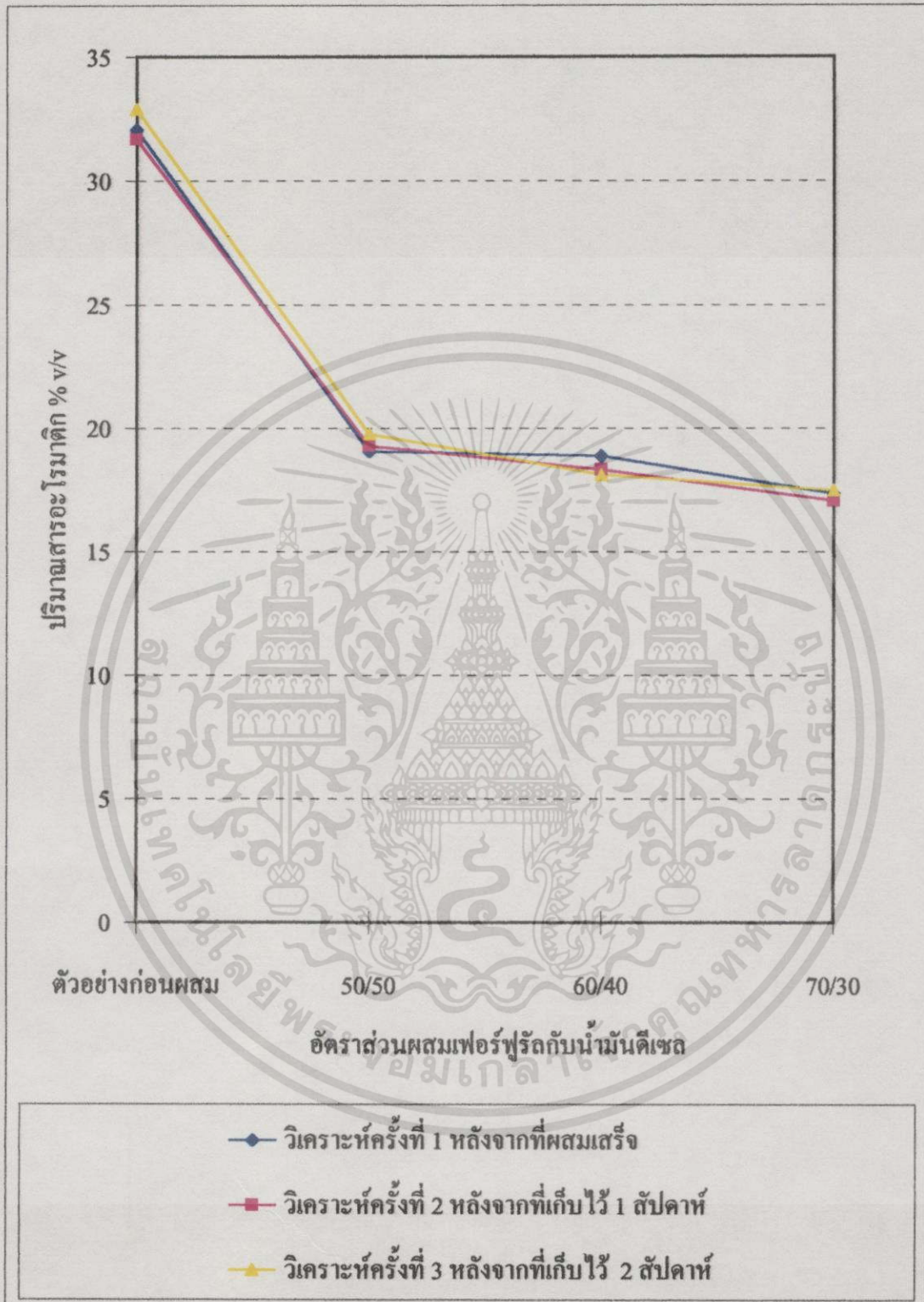
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



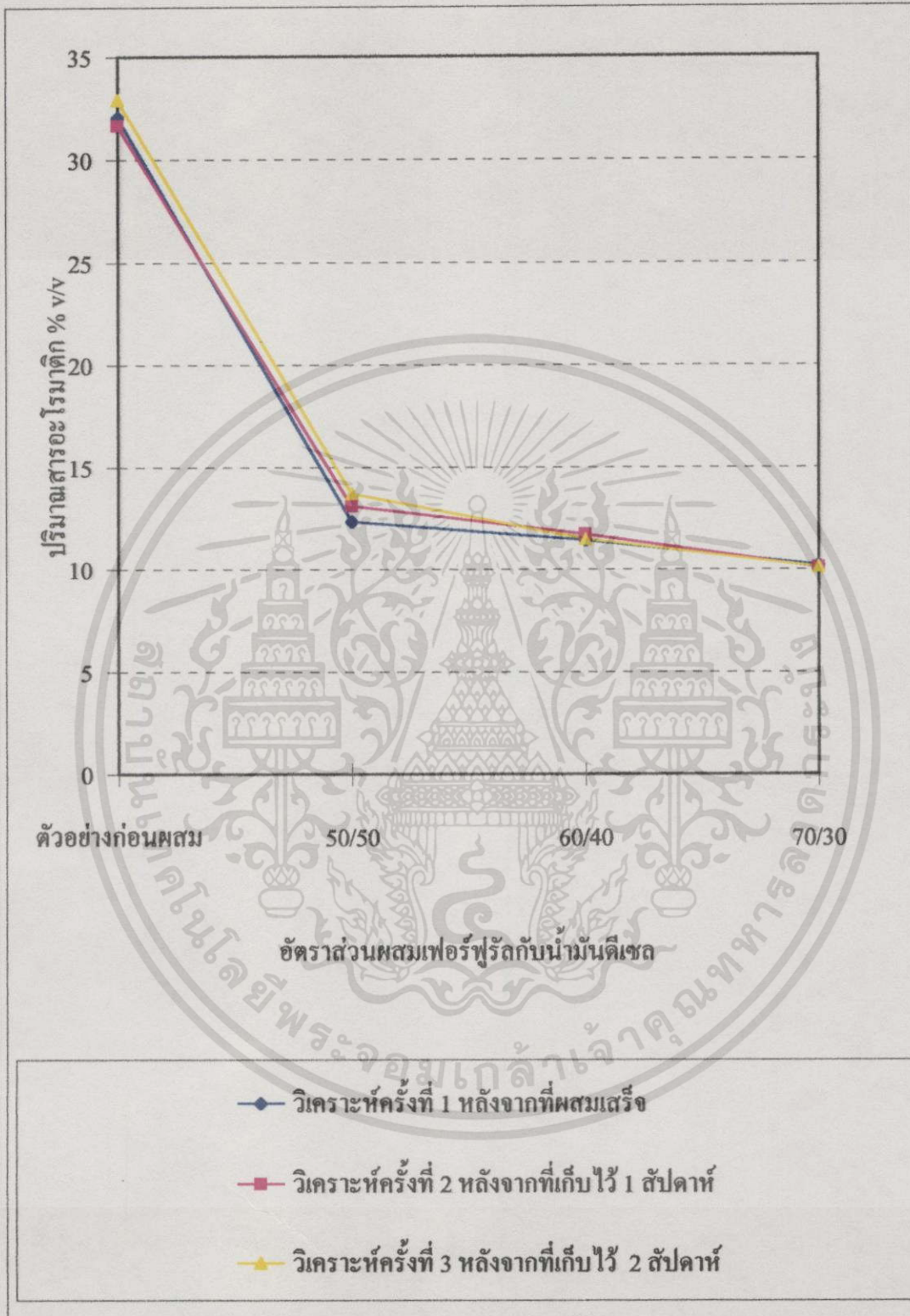
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอรูลิกจาก

ซังข้าวโพดที่เก็บในห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



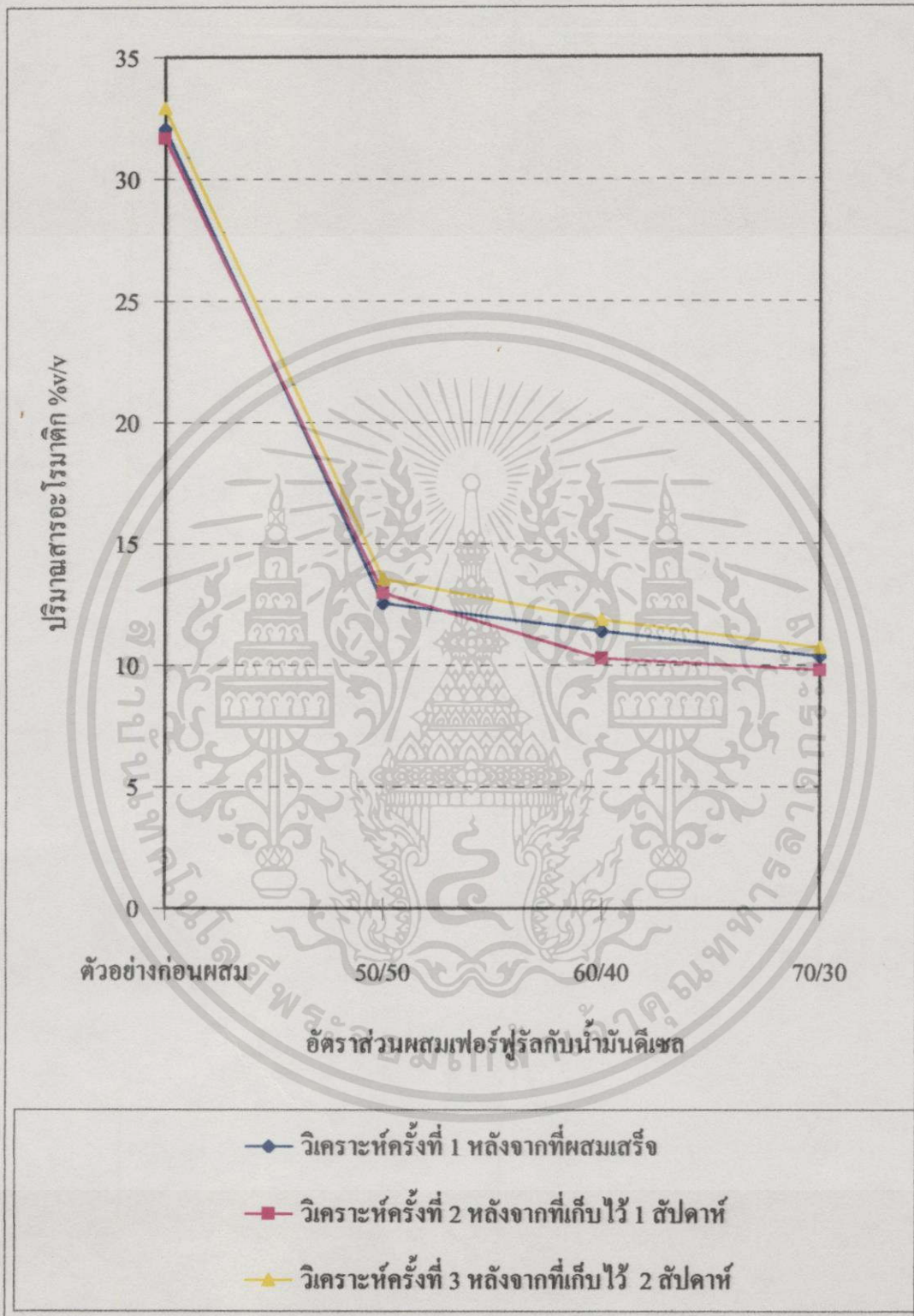
ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดิเซลที่ผสมกับเฟอรัฟรุัดจาก
 ชั่งข้าวโพดที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟลูอริลนำเข้า

ที่เก็บในห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอ์ฟูร์ด

นำเข้าที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้า และที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

อุณหภูมิที่เก็บตัวอย่างในที่ต่าง ๆ	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูร์ลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์
			Fi / D	Fc / D	Fi / D	Fc / D	Fi / D	Fc / D	
			50/50	50/50	60/40	60/40	70/30	70/30	
ในห้อง	ซีเทน	48	52.	49	54	51	57	53.5	ไม่ต่ำกว่า 47
นอกห้อง	ซีเทน	48	53	49.5	54.5	51	58	53	

Fi / D = เพอร์ฟูร์ลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟูร์ลที่ได้จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล

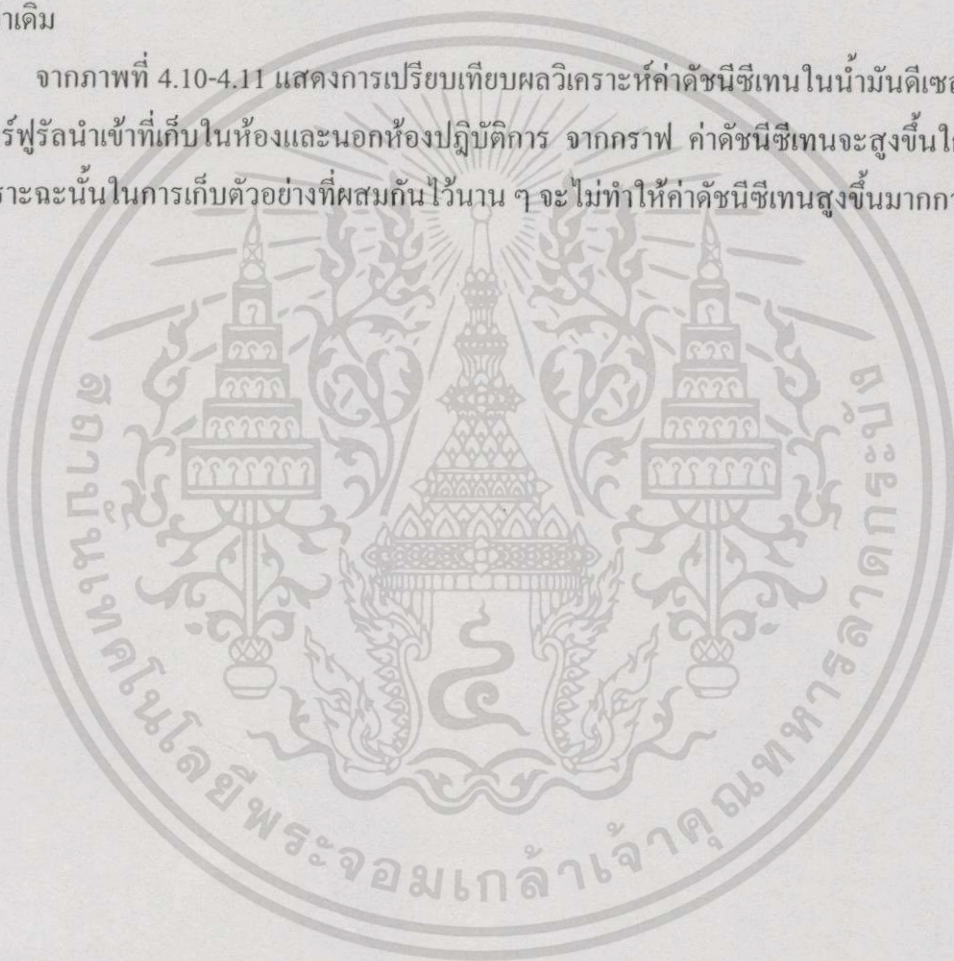
ผลการวิเคราะห์ทดลองหาค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้ากับเพอร์ฟูร์ลจากซังข้าวโพดวิเคราะห์ตามวิธีของ ASTM D 976 ซึ่งเป็นวิธีประยุกต์วิเคราะห์หาค่าดัชนีซีเทนโดยนำค่าเอ พี ไอ (API) ของน้ำมันดีเซลที่ทดลองกับ 50% อุณหภูมิการกลั่น โดยนำไปเทียบหาค่าดัชนีซีเทนในตารางโมโนแกรมตามตัวอย่าง ตารางที่ 2.4

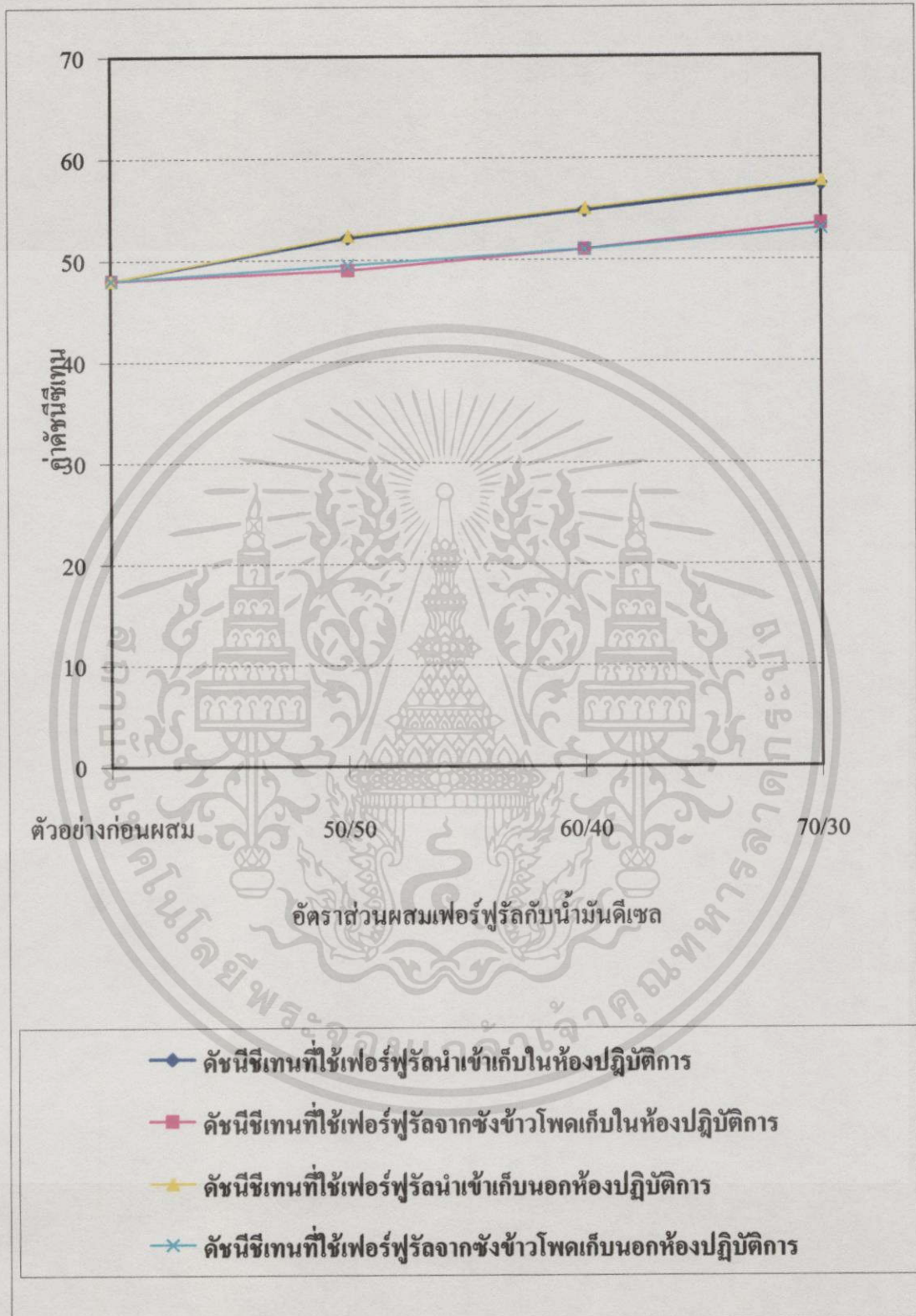
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทน ในการทดลองลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลถ้าปริมาณสารอะโรมาติกลดลงจะทำให้ให้น้ำมันดีเซลมีดัชนีซีเทนสูงขึ้นจากตัวอย่างน้ำมันดีเซล ก่อนผสมเพอร์ฟูร์ลหาค่าดัชนีซีเทนได้เท่ากับ 48 สำหรับมาตรฐานกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดมาตรฐานน้ำมันดีเซลไว้ไม่ให้ค่าดัชนีซีเทนต่ำกว่า 47 ดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลสูง ตามอัตราส่วนผสมทุกอัตราส่วนเพอร์ฟูร์ลนำเข้าทำให้ค่าดัชนีซีเทนสูงกว่าเพอร์ฟูร์ลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันระหว่างเพอร์ฟูร์ลนำเข้ากับเพอร์ฟูร์ลจากซังข้าวโพด ที่ผสมกับน้ำมันดีเซล โดยศึกษาอุณหภูมิของการทดลองระยะเวลาที่ต่างกันอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมโดยเก็บตัวอย่างในอุณหภูมิห้องกับนอกห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกันผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีซีเทนโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้งจะเห็นได้ว่าเพอร์ฟูร์ลนำเข้าที่ผสมกับน้ำมันดีเซลมีค่าดัชนีซีเทนสูงกว่าดัชนีซีเทนของน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากซังข้าวโพดทุกอัตราส่วนผสมเมื่อเปรียบเทียบกันที่เก็บในอุณหภูมิห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ และศึกษาวิเคราะห์ตามระยะเวลา แล้วจะมีดัชนีซีเทนสูงใกล้เคียงกัน ตามอัตราส่วนผสมจากข้อมูลตารางที่ 4.4 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 4.7

จากภาพที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซล ที่ผสมกับ เฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด และ เฟอร์ฟูรัลนำเข้าที่เก็บใน และนอกห้องปฏิบัติการ จากภาพค่า ดัชนีซีเทนจะมีค่าสูงขึ้น ใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้น ในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นาน ๆ ค่า ดัชนีซีเทนสูงขึ้น ใกล้เคียงกัน

จากภาพที่ 4.8-4.9 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับ เฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด ที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการจากภาพค่าดัชนีซีเทน จะสูงขึ้น ใกล้เคียงกันเพราะฉะนั้นในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นาน ๆ จะไม่ทำให้ค่าดัชนีซีเทนสูงขึ้น มากกว่าเดิม

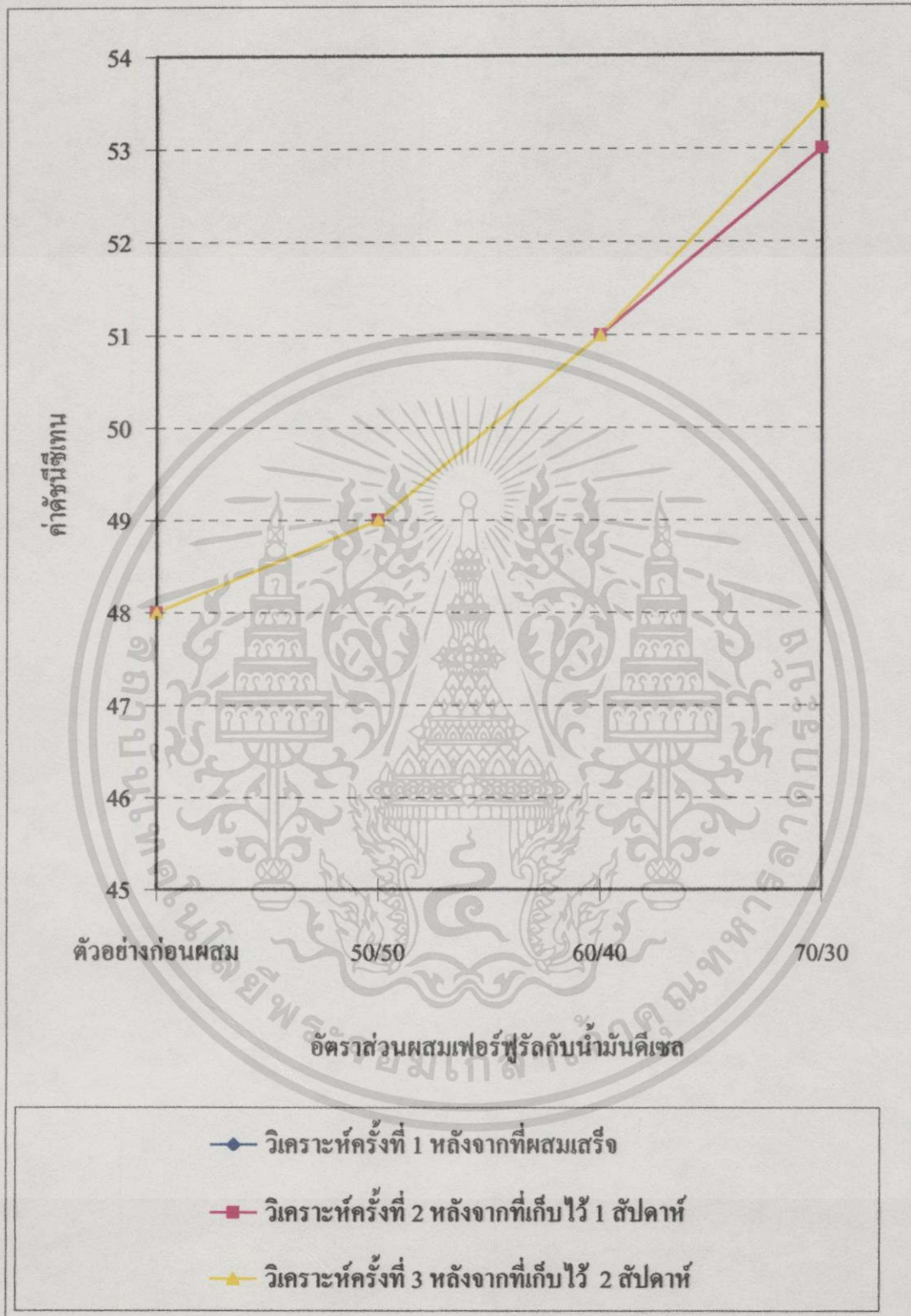
จากภาพที่ 4.10-4.11 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสม กับเฟอร์ฟูรัลนำเข้าที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จากกราฟ ค่าดัชนีซีเทนจะสูงขึ้นใกล้เคียง กัน เพราะฉะนั้นในการเก็บตัวอย่างที่ผสมกันไว้นาน ๆ จะไม่ทำให้ค่าดัชนีซีเทนสูงขึ้นมากกว่าเดิม





ภาพที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟออร์ฟูรัลนำเข้าไปและที่ผสมกับเฟออร์ฟูรัลจากข้างข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ

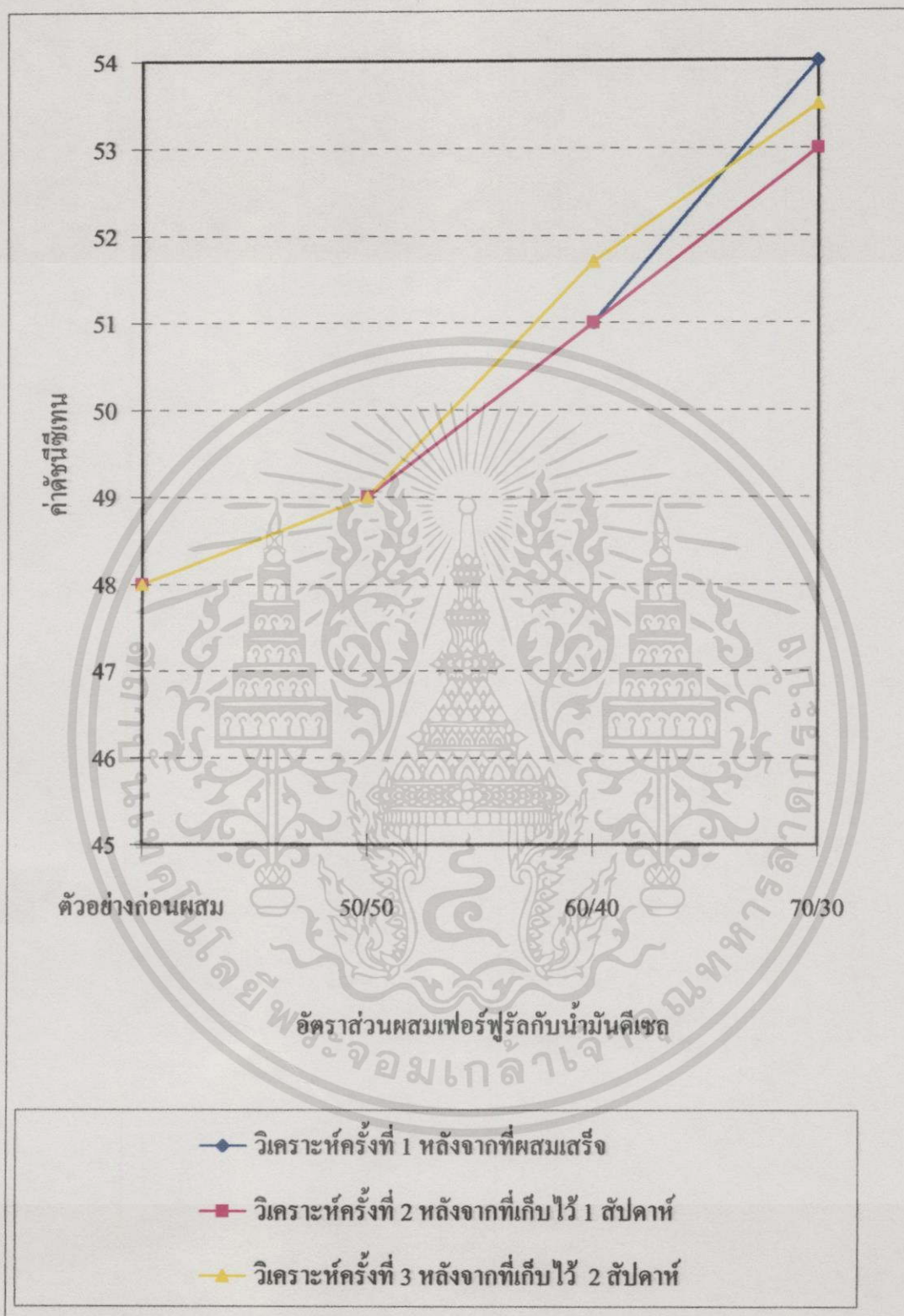
จำนวน 3 ครั้ง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูร์ลจากช่วงข้าว

โศดที่เก็บในห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

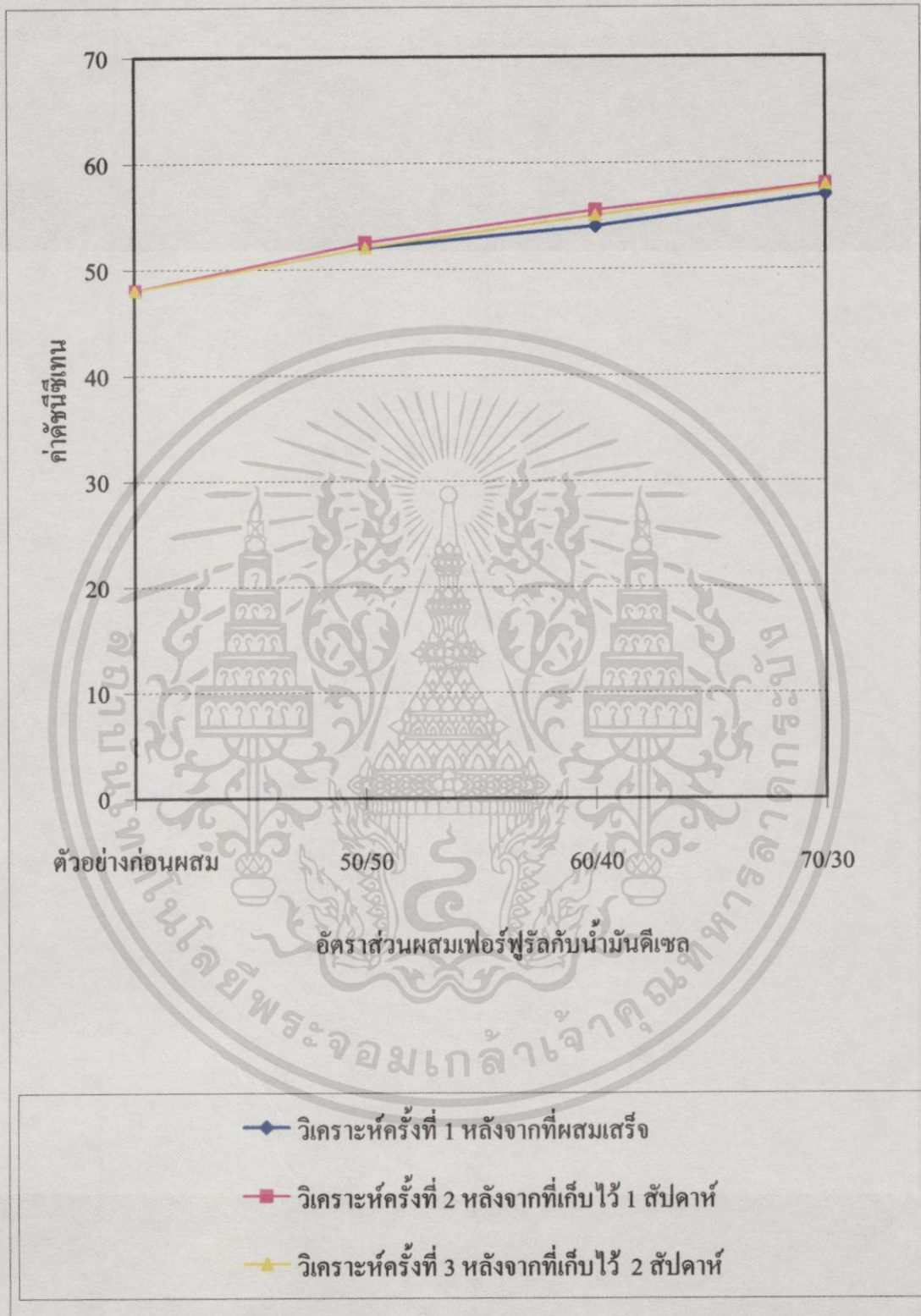
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้แทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟิวรีดจากขังข้าว

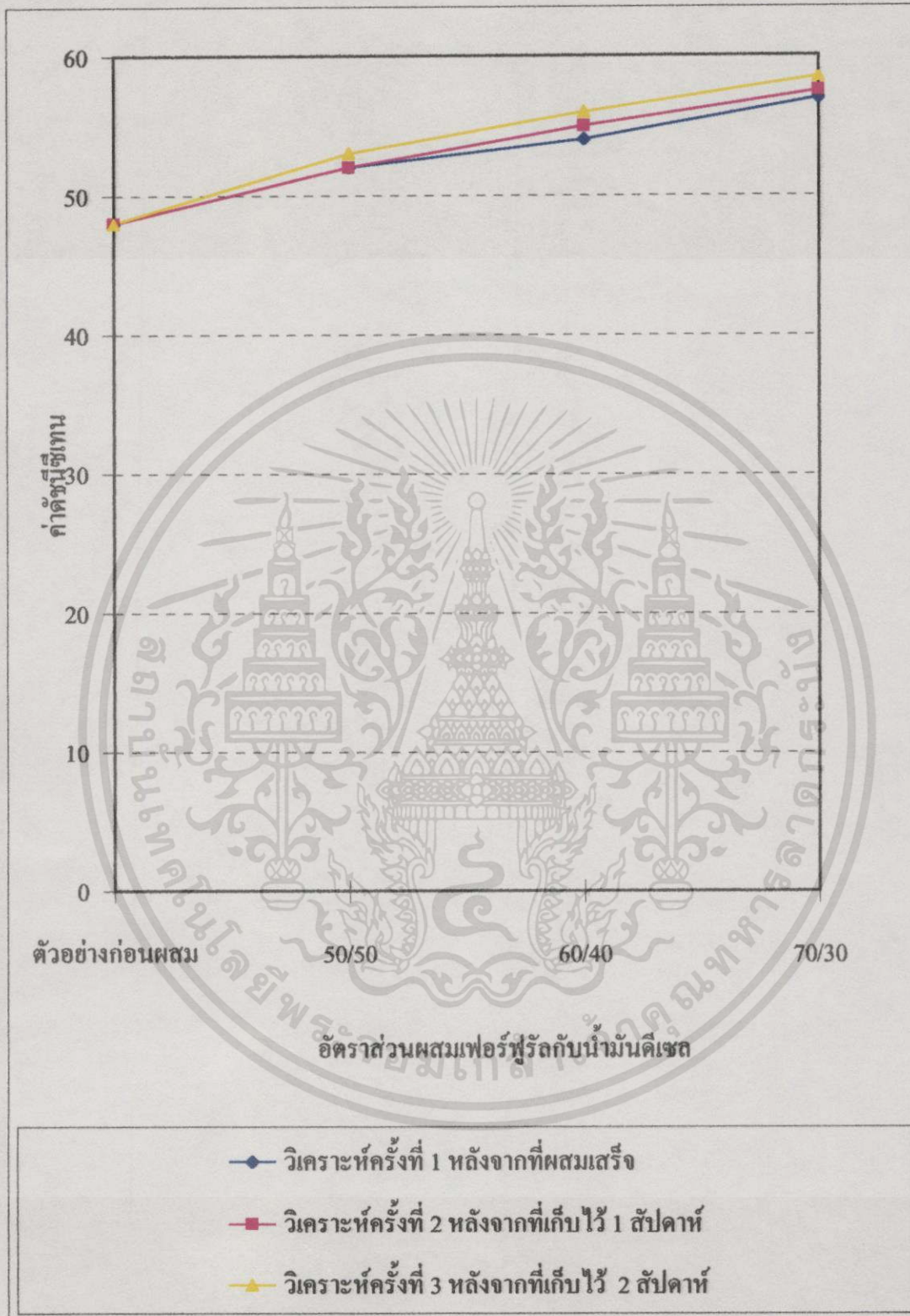
โพลที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟออร์ฟูรอลนำเข้าไปเก็บในห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้า

ที่เก็บนอกห้องปฏิบัติการ ที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จุดวาบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับ เฟอร์ฟูรลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าว โทคเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

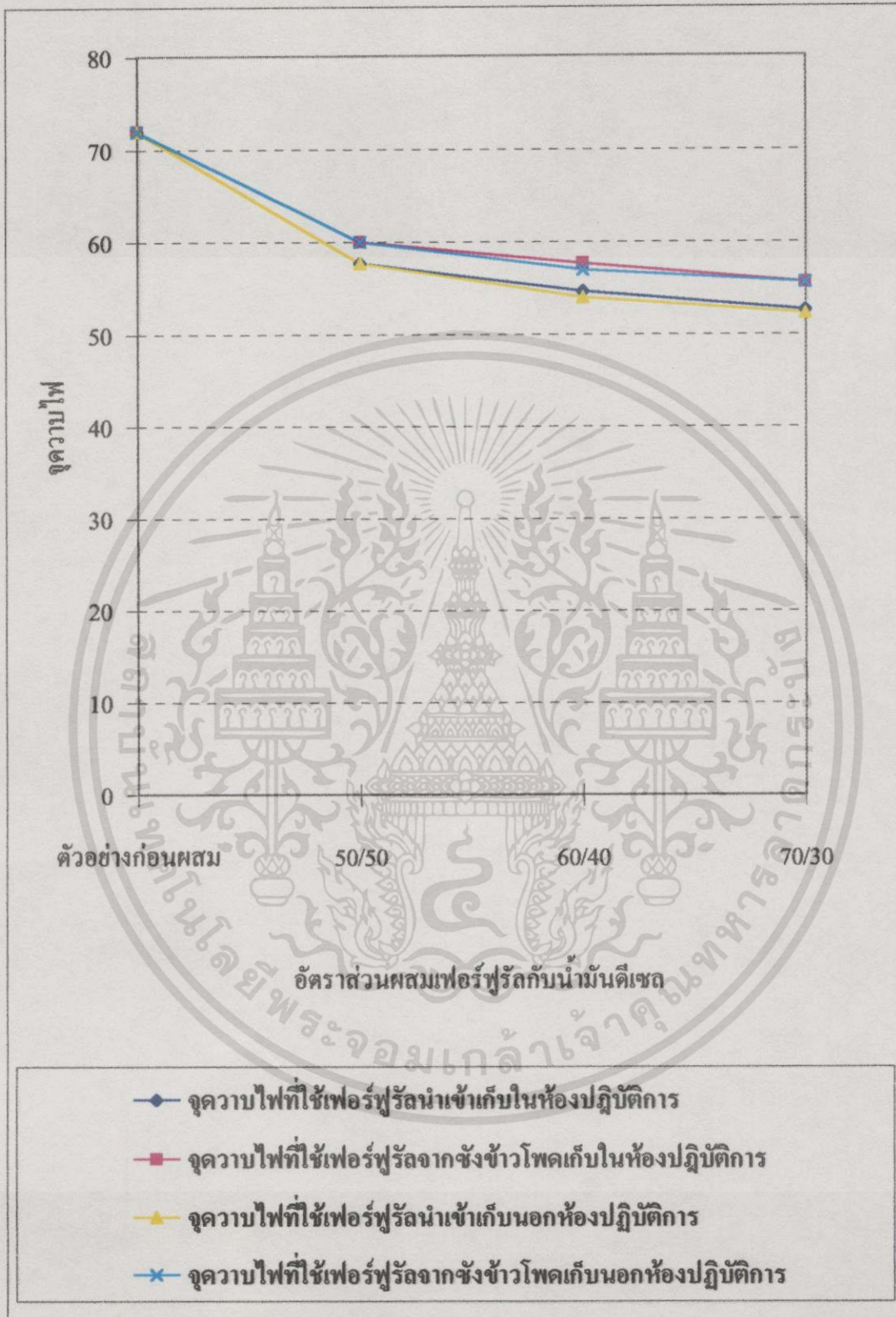
อุณหภูมิที่เก็บตัวอย่างในที่ต่างๆ	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเฟอร์ฟูรลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fc / D 70/30	
ในห้อง	จุดวาบไฟ	72	57.66	58.33	54.66	55.66	52.66	53.66	ไม่ต่ำกว่า 52
นอกห้อง	จุดวาบไฟ	72	57.66	58	54	55	52	52.6	ไม่ต่ำกว่า 52

Fi / D = เฟอร์ฟูรลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เฟอร์ฟูรลที่ได้จากซังข้าว โทคผสมกับน้ำมันดีเซล

ผลการวิเคราะห์ทดลองหาจุดวาบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้ากับ เฟอร์ฟูรลจากซังข้าว โทควิเคราะห์ตามวิธีของ ASTM D 4625 การลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลด้วยเฟอร์ฟูรลจะทำให้เขม่าและควันดำลดลง น้ำมันดีเซลจะมีจุดวาบไฟต่ำ คือสามารถทำให้เกิดการติดไฟได้ง่ายซึ่งกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดมาตรฐานไว้ว่าในน้ำมันดีเซลจะต้องมีจุดวาบไฟไม่ต่ำกว่า 52 °C

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จุดวาบไฟจากการทดลองน้ำมันดีเซลก่อนผสมเฟอร์ฟูรลวิเคราะห์ จุดวาบไฟได้ 72 °C จากการวิเคราะห์เฟอร์ฟูรลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซลค่าจุดวาบไฟในน้ำมันดีเซลลดลงได้มากกว่าเฟอร์ฟูรลจากซังข้าว โทคทุกอัตราส่วนผสมทั้งที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการตามอัตราส่วนผสมที่ใช้ปริมาณเฟอร์ฟูรลผสมกับน้ำมันดีเซล จากข้อมูลตารางที่ 4.5 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 4.12 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการจะได้ค่าจุดวาบไฟมีแนวโน้มลดลง คือไม่มีความแตกต่างกันเลยส่วนการเปรียบเทียบเฟอร์ฟูรลนำเข้ากับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าว โทคเฟอร์ฟูรลนำเข้าที่ผสมน้ำมันดีเซลจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่าจุดวาบไฟของน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าว โทคแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จุดวบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูร์ตนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูร์ตจากข้งข้าวโศคเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่า เอ พี ไอ ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟิวรีลนำเข้า และที่ผสมกับเพอร์ฟิวรีลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการจำนวน 3 ครั้ง

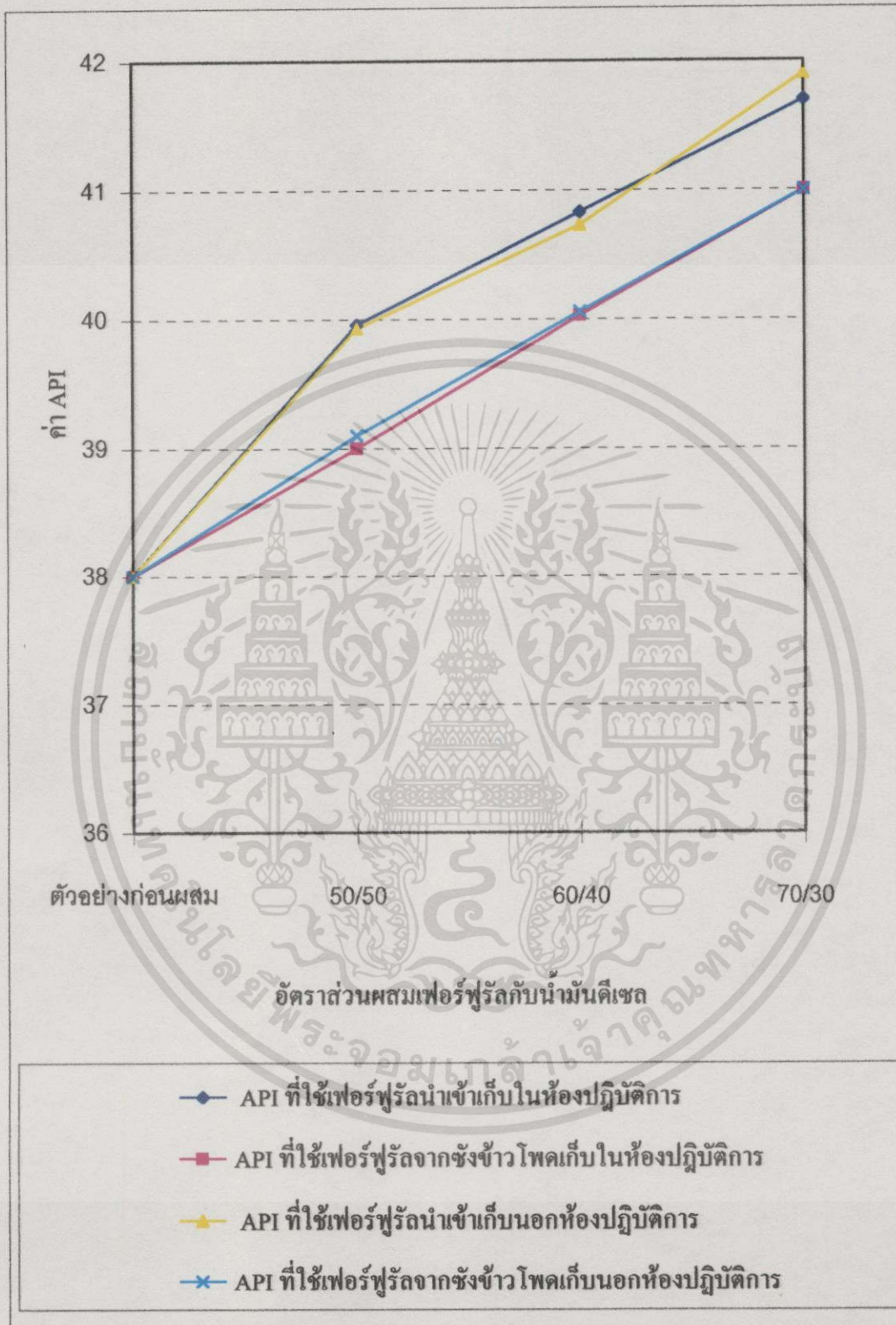
อุณหภูมิ ที่เก็บ	รายการที่	ตัวอย่าง	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟิวรีลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐาน
			ก่อน	Fi / D	Fc / D	Fi / D	Fc / D	Fi / D	
ตัวอย่าง ในที่ ต่าง ๆ	วิเคราะห์	ผสม	50/50	50/50	60/40	60/40	70/30	70/30	กระทรวง พาณิชย์
ในห้อง	เอ.พี.ไอ.	38	39.96	39.	40.83	40.06	41.7	41	-
นอกห้อง	เอ.พี.ไอ	38	39.93	39.1	40.73	40.06	41.9	41	-

Fi / D = เพอร์ฟิวรีลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟิวรีลที่ได้จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล

ผลการวิเคราะห์ทดลองหาค่า เอ พี ไอ (API) ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟิวรีลนำเข้ากับเพอร์ฟิวรีลจากซังข้าวโพดวิเคราะห์ตามวิธี ASTM D 287

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์หาค่า เอ พี ไอ ที่วิเคราะห์ ทั้ง 3 ครั้ง เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการจะมีค่าสูงขึ้น ตามอัตราส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการจะมีค่า เอ พี ไอ สูงขึ้นใกล้เคียงกัน ส่วนระยะเวลาที่ทดลองจากการวิเคราะห์น้ำมันดีเซลกับเพอร์ฟิวรีลจะมีค่า เอ พี ไอ สูงขึ้นใกล้เคียงกัน จากการทดลองลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล ถ้าปริมาณสารอะโรมาติกลดลงจะทำให้ค่า เอ พี ไอ (API) เพิ่มขึ้น จากตัวอย่างก่อนผสมน้ำมันดีเซลกับเพอร์ฟิวรีล ค่า เอ พี ไอ (API) วิเคราะห์ได้ 38 น้ำมันดีเซล ที่ผสมกับ เพอร์ฟิวรีลนำเข้ามีค่า เอ พี ไอ สูงกว่าเพอร์ฟิวรีลจากซังข้าวโพด ทุกอัตราส่วนทั้งที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จากข้อมูลของตารางที่ 4.6 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ผลวิเคราะห์ ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่า API ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอ์ฟูรลนำเข้และที่ผสมกับเฟอ์ฟูรลจากซ้งข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก้บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน

3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดที่ 40°C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

อุณหภูมิ ที่เก็บ	รายการที่	ตัวอย่าง	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐาน
			ก่อน	Fi / D	Fc / D	Fi / D	Fc / D	Fi / D	
ตัวอย่าง ในที่ ต่าง ๆ	วิเคราะห์	ผสม	50/50	50/50	60/40	60/40	70/30	70/30	
ในห้อง	ความหนืด	2.5728	2.1640	2.251	1.957	2.107	1.817	1.9431	ไม่สูงกว่า 4
นอกห้อง	ความหนืด	2.5728	2.1552	2.240	1.960	2.105	1.819	1.9282	

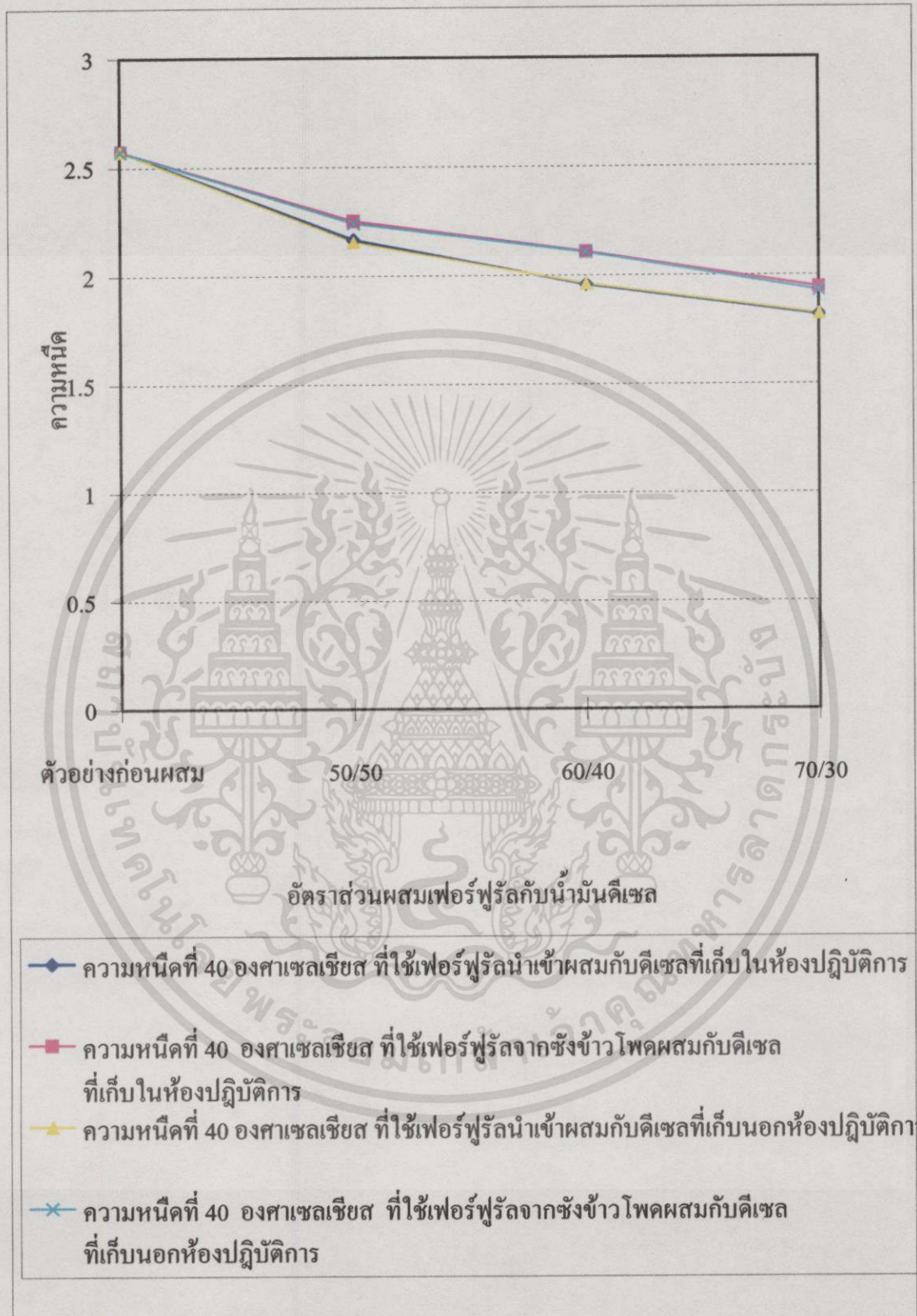
Fi / D = เพอร์ฟูรัลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟูรัลที่ได้จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล

ผลการทดลองวิเคราะห์หาค่าความหนืดที่ 40°C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมเพอร์ฟูรัลนำเข้ากับเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด วิเคราะห์ทดลองตามวิธี ASTM D 445

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์หาค่า ความหนืดที่ 40°C ที่วิเคราะห์ ทั้ง 3 ครั้ง เพอร์ฟูรัลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซลที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ย ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลง ได้ดีกว่าน้ำมันดีเซลผสมเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดส่วนระยะเวลาที่ทดลองจากการวิเคราะห์ตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันดีเซล กับเพอร์ฟูรัลจะมีค่าความหนืดลดลงใกล้เคียงกัน ตามอัตราส่วนผสม

จากการทดลองใช้เพอร์ฟูรัลลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล ถ้าปริมาณสารอะโรมาติกลดลงจะทำให้ค่าความหนืดลดลงตามอัตราส่วนผสมน้ำมันดีเซลกับเพอร์ฟูรัลจากตัวอย่างก่อนผสมน้ำมันดีเซลวิเคราะห์ความหนืดที่ 40°C ได้เท่ากับ 2.5728°C สำหรับมาตรฐานกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดไว้ไม่ให้สูงกว่า 41°C CST จากข้อมูลตารางที่ 4.7 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ผลวิเคราะห์ ดังภาพที่ 4.14 เพอร์ฟูรัลนำเข้าที่ผสมกับน้ำมันดีเซล จะมีค่าความหนืด ต่ำกว่า เพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดแสดงว่าเพอร์ฟูรัลนำเข้าลดปริมาณสารอะโรมาติกได้มากกว่า ทำให้ค่าความหนืดของน้ำมันดีเซลลดลงมาก



ภาพที่ 4.14 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอ์ฟูร์ลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอ์ฟูร์ลจากชั่งข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ อุณหภูมิที่ 15.6/15.6 °C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บใน ห้องและนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

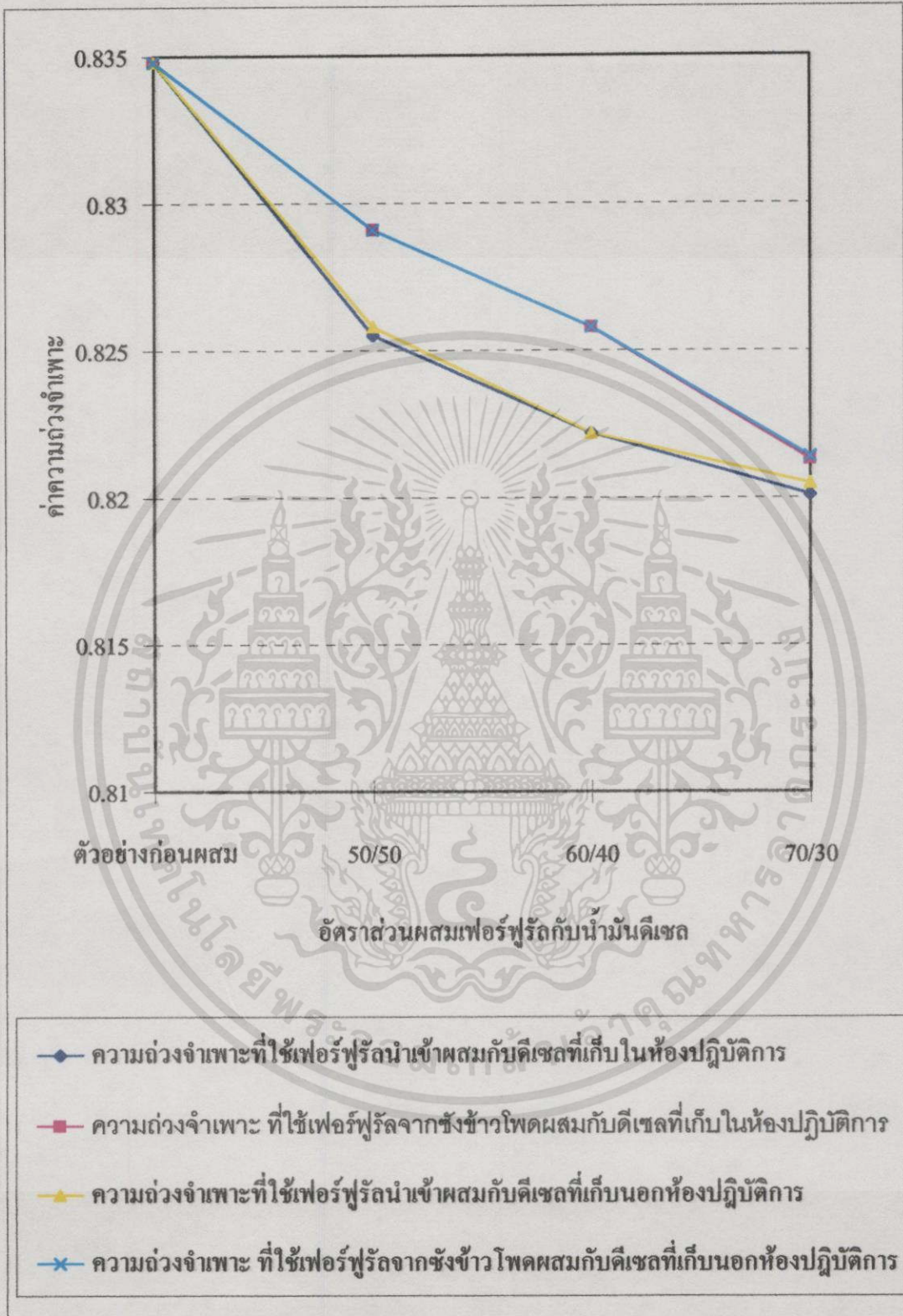
อุณหภูมิที่เก็บตัวอย่างในที่ต่าง ๆ	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเฟอร์ฟูรลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fc / D 70/30	
ในห้องปฏิบัติการ	ความถ่วงจำเพาะ	0.8348	0.825	0.829	0.822	0.825	0.821	0.821	ไม่สูงกว่า 0.87 °C
นอกห้องปฏิบัติการ	ความถ่วงจำเพาะ	0.8348	0.825	0.829	0.822	0.825	0.810	0.821	ไม่สูงกว่า 0.87 °C

Fi / D = เฟอร์ฟูรลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เฟอร์ฟูรลที่ได้จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล

ผลการวิเคราะห์หาค่าความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้ากับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดวิเคราะห์ทดสอบตามวิธี ASTM D 1298 โดยใช้สูตรความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์หาค่าความถ่วงจำเพาะ อุณหภูมิที่ 15.6/15.6 °C ที่วิเคราะห์ ทั้ง 3 ครั้ง ในการทดลอง เฟอร์ฟูรลนำเข้าที่ผสมกับน้ำมันดีเซลที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการค่าความถ่วงจำเพาะมีแนวโน้มลดลงได้ดีกว่าน้ำมันดีเซลผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดทุกอัตราส่วน ส่วนการศึกษาระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์น้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลนำเข้ากับน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพดมีแนวโน้มค่าความถ่วงจำเพาะลดลงใกล้เคียงกันในการทดลองใช้เฟอร์ฟูรลลดปริมาณสารอะโรมาติกจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง ถ้าปริมาณสารอะโรมาติกลดลงเพราะความหนาแน่นของน้ำมันจะลดลงดังนั้นถ้าความหนาแน่นของน้ำมันลดลงจะทำให้ความถ่วงจำเพาะลดลงจากตัวอย่างน้ำมันดีเซลก่อนผสมวิเคราะห์หาค่าความถ่วงจำเพาะได้เท่ากับ 0.8348 °C สำหรับมาตรฐานกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดไว้ไม่ให้สูงกว่า 0.87 °C ไม่ต่ำกว่า 0.81 °C จากข้อมูลของตารางที่ 4.8 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ผลวิเคราะห์ ดังภาพที่ 4.15 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดีเซลผสมเฟอร์ฟูรลนำเข้าลดลง ได้ดีกว่าน้ำมันดีเซลผสมกับเฟอร์ฟูรลจากซังข้าวโพด



ภาพที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 องศาเซลเซียส ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอ์ฟูร์ลนำเข้ามาและที่ผสมกับเฟอ์ฟูร์ลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันที่เก็บในห้องกับนอกห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเพอร์ฟูร์ลโดยนำเพอร์ฟูร์ลนำเข้า และเพอร์ฟูร์ลจากขังข้าวโพดที่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลที่วิเคราะห์แล้วนำมา กลั่นใหม่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลและศึกษาเฉพาะเก็บตัวอย่างในห้อง ปฏิบัติการซึ่งศึกษาตัวแปรเหมือนเดิม

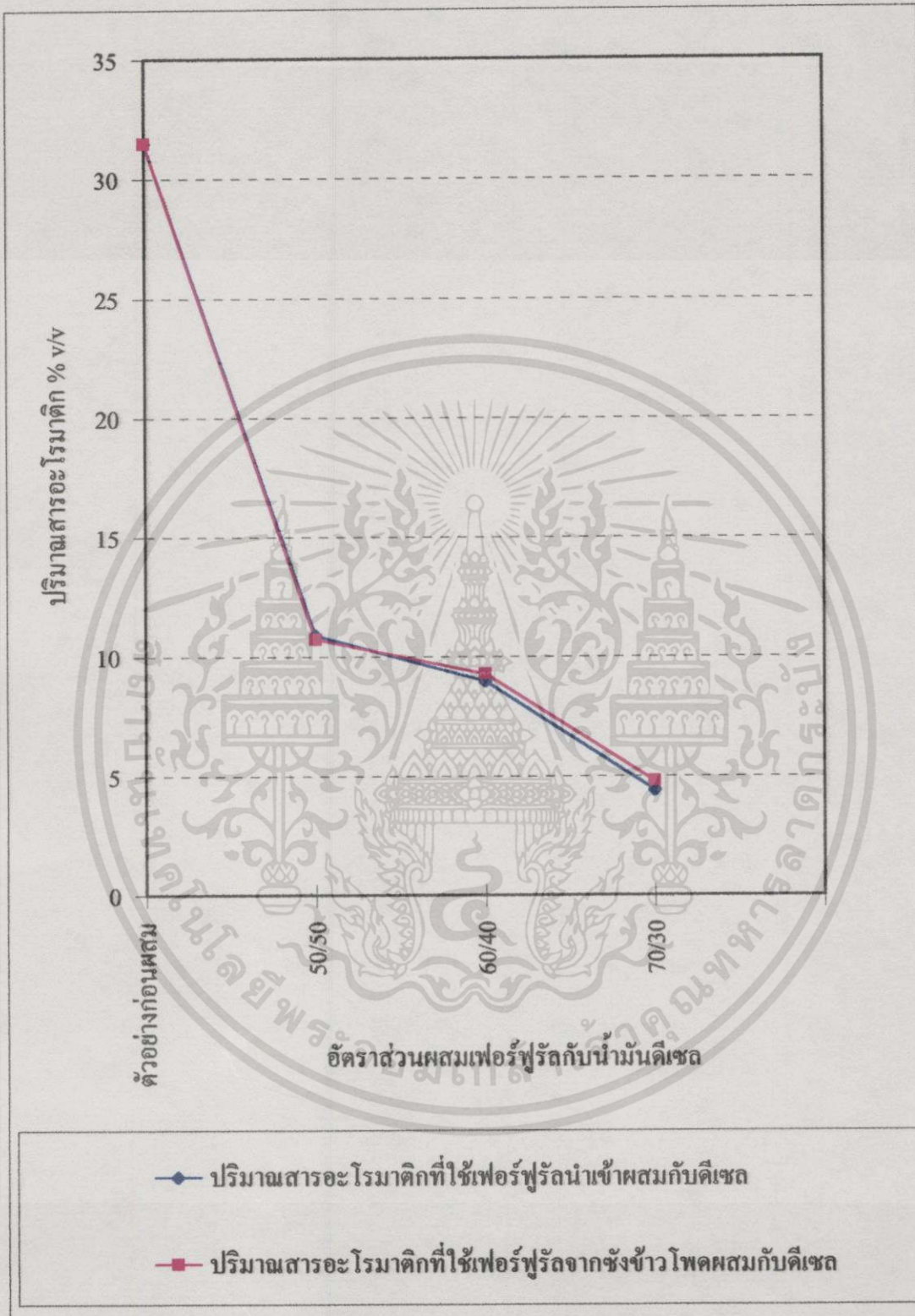
ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองนำเพอร์ฟูร์ลที่วิเคราะห์ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลวิเคราะห์ แล้วนำมาแยกเอาเพอร์ฟูร์ลออกจากน้ำมันดีเซลโดยใช้กรวยแยกแยกออกจากน้ำมันดีเซลแล้วนำไป กลั่นใหม่ ทั้งเพอร์ฟูร์ลจากขังข้าวโพดและเพอร์ฟูร์ลนำเข้าโดยใช้เวลาในการกลั่นแยกให้นานขึ้น คือจากที่กลั่นครั้งแรก 30 นาที เปลี่ยนเป็นกลั่นเป็น 40 นาที เมื่อได้เพอร์ฟูร์ลมาจะเป็นเพอร์ฟูร์ลที่มี ความบริสุทธิ์มากขึ้นแล้วนำเพอร์ฟูร์ลไปผสมกับน้ำมันดีเซล หลังจากทีแยกเอาเพอร์ฟูร์ลออกจาก น้ำมันดีเซลแล้วนำไปกลั่นใหม่ ศึกษาเฉพาะกรณีที่เกิดขึ้นตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

จากตารางที่ 4.9-4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลหลังจาก นำเพอร์ฟูร์ลมากลั่นใหม่ ผลการทดลองปรากฏว่าเพอร์ฟูร์ลนำเข้ากับเพอร์ฟูร์ลจากขังข้าวโพดที่นำ มากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกใกล้เคียงกันส่วนการวิเคราะห์ค่า ซีเทนจะได้ค่าซีเทนในน้ำมันดีเซล สูงขึ้นกว่าครั้งแรกทั้งเพอร์ฟูร์ลนำเข้า และ เพอร์ฟูร์ลจาก ขังข้าวโพด อยู่ระหว่าง 55.66 ถึง 65.83 ทั้งนี้เพราะค่าดัชนีซีเทนสูงขึ้นเนื่องจากหลายภาวะ คือ ช่วงการกลั่นของน้ำมันต่ำลงเมื่อปริมาณสารอะโรมาติกลดลง การวิเคราะห์หาจุดวาบไฟปรากฏว่า จุดวาบไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลนำเข้ากับเพอร์ฟูร์ลจากขังข้าวโพด จะมีค่าลดลงใกล้เคียงกันตามอัตราส่วนผสมคือ 50/50 60/40 , 70/30 อยู่ระหว่าง 56.33 °C ถึง 52 °C ซึ่งมาตรฐาน กระทรวงพาณิชย์กำหนดไว้คือ ไม่ต่ำกว่า 52 °C ค่า เอ.พี.ไอ. จากการวิเคราะห์จะเห็นว่าถ้าปริมาณ สารอะโรมาติกลดลงจะทำให้น้ำมันมีการเผาไหม้ได้ดี ค่า เอ.พี.ไอ. ก็จะสูงเพิ่มขึ้นส่วนความหนืด และความถ่วงจำเพาะมีแนวโน้มลดลงใกล้เคียงกันตามอัตราส่วนผสมคือเพอร์ฟูร์ลนำเข้าที่ผสมกับ ดีเซลค่าความหนืดและความถ่วงจำเพาะในน้ำมันลดลงใกล้เคียงกันส่วนเพอร์ฟูร์ลจากขังข้าวโพด ผสมกับน้ำมันดีเซลความหนืดและความถ่วงจำเพาะจะลดลงได้ใกล้เคียงกันน้ำมันดีเซลผสมกับ เพอร์ฟูร์ลนำเข้า

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่

วิเคราะห์ครั้งที่	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล					
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fc / D 70/30
ผสมเสร็จ	ปริมาณสารอะโรมาติก	30.478	9.383	9.4022	7.688	8.1635	6.193	6.3507
1 สัปดาห์	ปริมาณสารอะโรมาติก	31.187	11.25	11.208	9.549	9.778	3.412	4.528
2 สัปดาห์	ปริมาณสารอะโรมาติก	32.823	12.00	11.610	9.690	9.9454	3.612	3.5131
	ค่าเฉลี่ย	31.496	10.88	10.740	8.975	9.2956	4.405	4.7972

จากตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ทดลองลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลผสมกับเพอร์ฟูรัลหลังจากที่นำเพอร์ฟูรัล ที่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลวิเคราะห์เสร็จแล้วเก็บเพอร์ฟูรัลไว้แล้วนำมาสกัดใหม่ซ้ำทั้งเพอร์ฟูรัลนำเข้าและเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกับผลการทดลองโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง ตัวอย่างก่อนผสมปริมาณสารอะโรมาติกโดยเฉลี่ย 31.49633 %V/V อัตราส่วน 50/50 เพอร์ฟูรัลนำเข้าผสมน้ำมันดีเซลลดปริมาณสารอะโรมาติกได้เท่ากับ 10.8837% V/V เพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดผสมน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง 10.7402 %V/V อัตราส่วน 60/40 เพอร์ฟูรัลนำเข้า ผสมกับน้ำมันดีเซลลดปริมาณสารอะโรมาติกโดยเฉลี่ย 8.9757 %V/V เพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล 9.2956 %V/V อัตราส่วนผสม 70/30 เพอร์ฟูรัลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซลลดปริมาณสารอะโรมาติกโดยเฉลี่ย 4.2105 %V/V เพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล 4.7972 %V/V จากค่าเฉลี่ยข้อมูลตารางที่ 4.9 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ดังภาพที่ 4.16 จากการวิเคราะห์เพอร์ฟูรัลนำเข้ากับเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซลสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้ใกล้เคียงกันทั้งนี้เนื่องจากเพอร์ฟูรัลที่ถนอมใหม่มีความบริสุทธิ์มากขึ้นมากกว่าครั้งแรก เพราะครั้งแรกเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดถนอมครั้งแรกจึงมีความบริสุทธิ์น้อย เมื่อนำมาถนอมซ้ำจึงมีความบริสุทธิ์มากขึ้นกว่าครั้งแรก จึงลดปริมาณสารอะโรมาติกได้ดีกว่า



ภาพที่ 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูลิต นำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูลิตจากขงข้าวโพดที่นำมาทดลองใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรลนำเข้า และที่ผสมกับเพอร์ฟูรลจากชังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่

วิเคราะห์ ครั้งที่	รายการที่ วิเคราะห์	ตัวอย่าง ก่อน ผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐาน กระทรวง พาณิชย์
			Fi / D	Fc / D	Fi / D	Fc / D	Fi / D	Fc / D	
			50/50	50/50	60/40	60/40	70/30	70/30	
ผสมเสร็จ	ซีเทน	48	54	55	61	60.5	64.5	66.5	ไม่ต่ำกว่า
1 สัปดาห์	ซีเทน	48	55	56	61.5	63	65	65	47 ⁰ C
2 สัปดาห์	ซีเทน	48	58	62.5	62	64.5	66	66	
	ค่าเฉลี่ย	48	55.66	57.83	61.5	62.66	65.16	65.83	

Fi / D = เพอร์ฟูรลนำเข้าที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

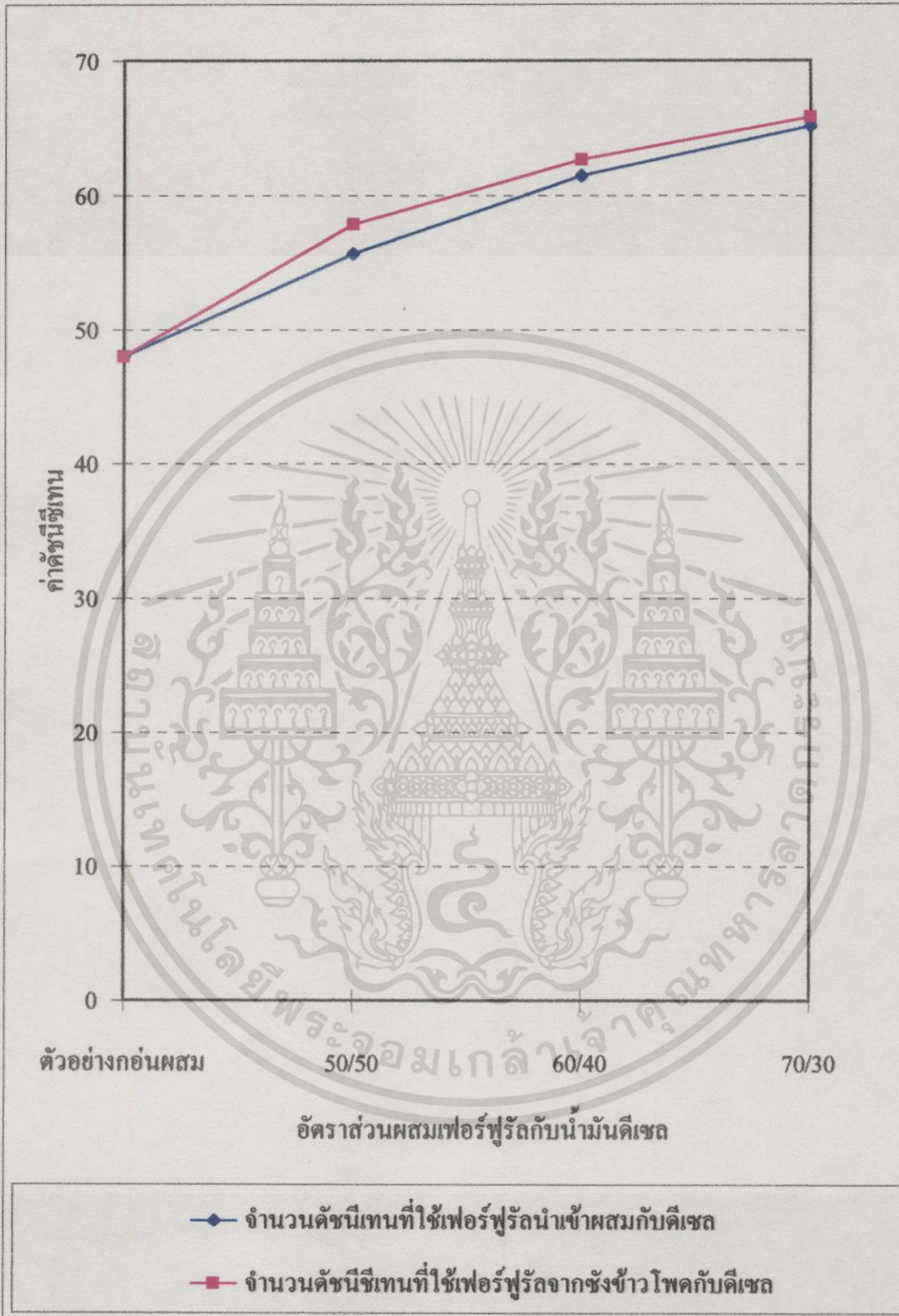
Fc / D = เพอร์ฟูรลที่ได้จากชังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

จากตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลผสมกับเพอร์ฟูรล หลังจากให้นำเพอร์ฟูรลที่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลวิเคราะห์เสร็จแล้วเก็บเพอร์ฟูรลไว้แล้วนำมา กลั่นใหม่ซ้ำทั้งเพอร์ฟูรลนำเข้าและเพอร์ฟูรลจากชังข้าวโพดเปรียบเทียบกันผลการทดลอง โดยเฉลี่ย 3 ครั้ง ตัวอย่างก่อนผสมหาค่าดัชนีซีเทนได้โดยเฉลี่ย 48 อัตราส่วน 50/50 เพอร์ฟูรลนำเข้าผสมน้ำ มันดีเซลได้ค่าดัชนีซีเทนจะได้เท่ากับ 55.66 เพอร์ฟูรลจากชังข้าวโพดผสมน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง 57.83 อัตราส่วน 60/40 เพอร์ฟูรลนำเข้า ผสมกับน้ำมันดีเซลหาค่าดัชนีซีเทนได้โดยเฉลี่ย 61.5 เพอร์ฟูรลจากชังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซลมีค่าดัชนีซีเทน 62.66 อัตราส่วนผสม 70/30 เพอร์ฟูรล นำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซลหาค่าดัชนีซีเทน โดยเฉลี่ย 65.16 เพอร์ฟูรลจากชังข้าวโพดผสมกับน้ำมัน ดีเซล 65.83 จากค่าเฉลี่ยข้อมูลตารางที่ 4.10 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ ดังภาพที่ 4.17

จากภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติก ในน้ำมันดีเซลกับ เพอร์ฟูรลที่ทดลองครั้งแรกกับที่นำเพอร์ฟูรลมากลั่นใหม่จะเห็นได้ว่าเมื่อนำมากลั่นใหม่เพอร์ฟูรล จากชังข้าวโพด สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติก เท่ากับเพอร์ฟูรลนำเข้า เพอร์ฟูรลนำเข้าก็ สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกได้มากกว่าการทดลองครั้งแรกแสดงว่าเพอร์ฟูรลมีความบริสุทธิ์ มากขึ้น เมื่อนำมากลั่นใหม่ เพอร์ฟูรลจากชังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล การทดลองครั้งแรก จะ เห็นว่าลดปริมาณสารอะโรมาติกได้น้อยกว่าเพอร์ฟูรลนำเข้าแต่เมื่อนำมาสกัดใหม่อีกครั้งปรากฏว่า ลดปริมาณสารอะโรมาติกได้มากกว่าการทดลองครั้งแรก เมื่อเปรียบเทียบกับที่ทดลองครั้งแรกจะ เห็นว่าครั้งแรกลดปริมาณสารอะโรมาติกได้น้อยกว่าเมื่อนำมาสกัดใหม่แสดงว่าเพอร์ฟูรลจากชัง ข้าวโพดมีความบริสุทธิ์มากขึ้น

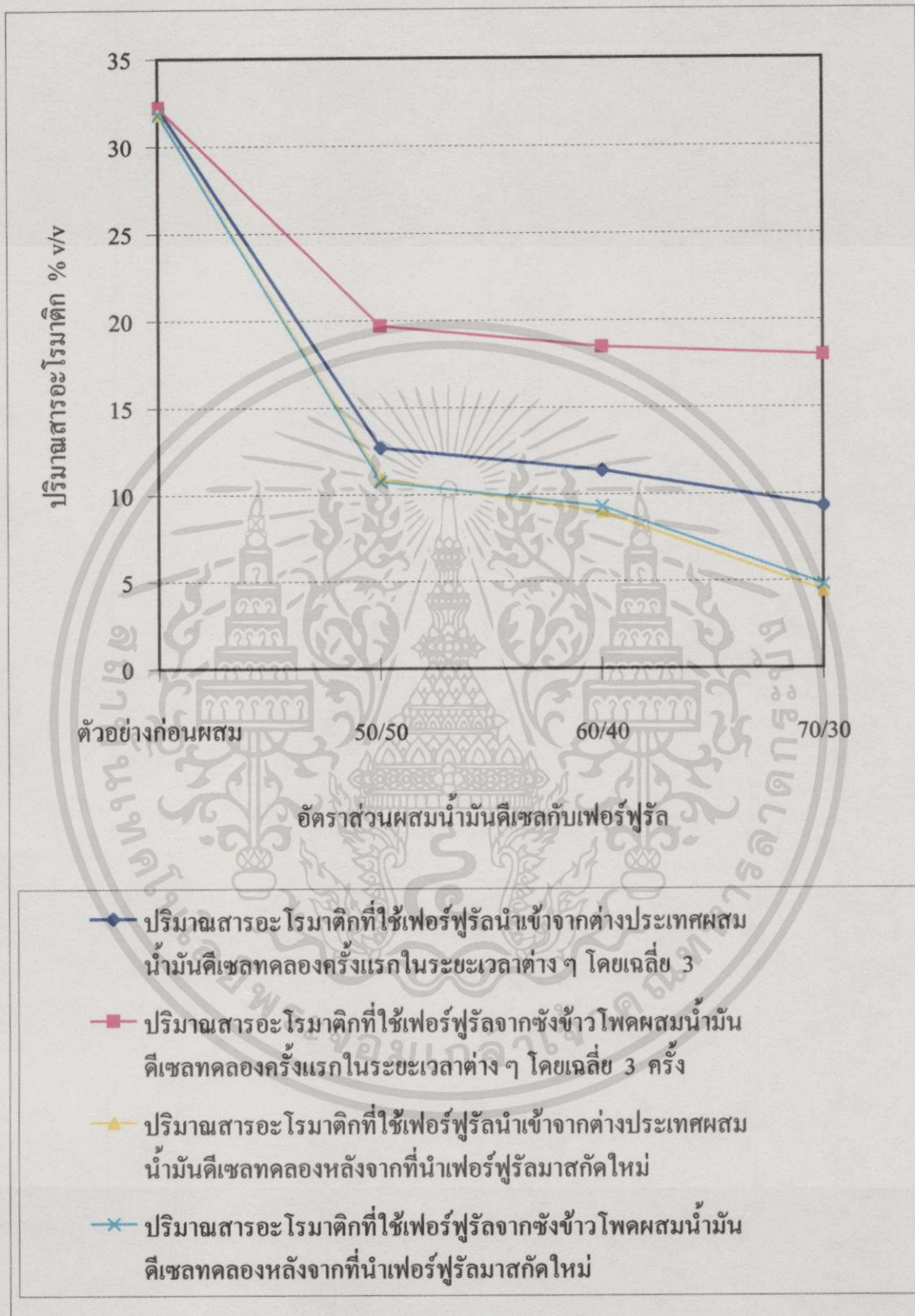
จากภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลกับเฟอร์ฟูรัลที่ทดลองครั้งแรก กับที่นำเฟอร์ฟูรัลมาสกัดใหม่เมื่อปริมาณสารอะโรมาติกลดลงค่าดัชนีซีเทนจะมีค่าสูงขึ้นจากการทดลองครั้งแรกเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดค่าดัชนีซีเทนที่ทดลองได้มีค่าต่ำ แต่เมื่อนำเฟอร์ฟูรัลมาสกัดใหม่ผลการทดลองค่าดัชนีซีเทนมีค่าสูงขึ้นมากกว่าเดิมส่วนเฟอร์ฟูรัลนำเข้าการทดลองครั้งแรกค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันมีค่าต่ำกว่าการทดลองที่นำเฟอร์ฟูรัลมาสกัดใหม่แสดงว่า เมื่อนำเฟอร์ฟูรัลสกัดใหม่ค่าดัชนีซีเทนสูงขึ้นมากกว่าครั้งแรก เพราะเฟอร์ฟูรัลที่สกัดนั้นมีความบริสุทธิ์มากขึ้นกว่าเดิม





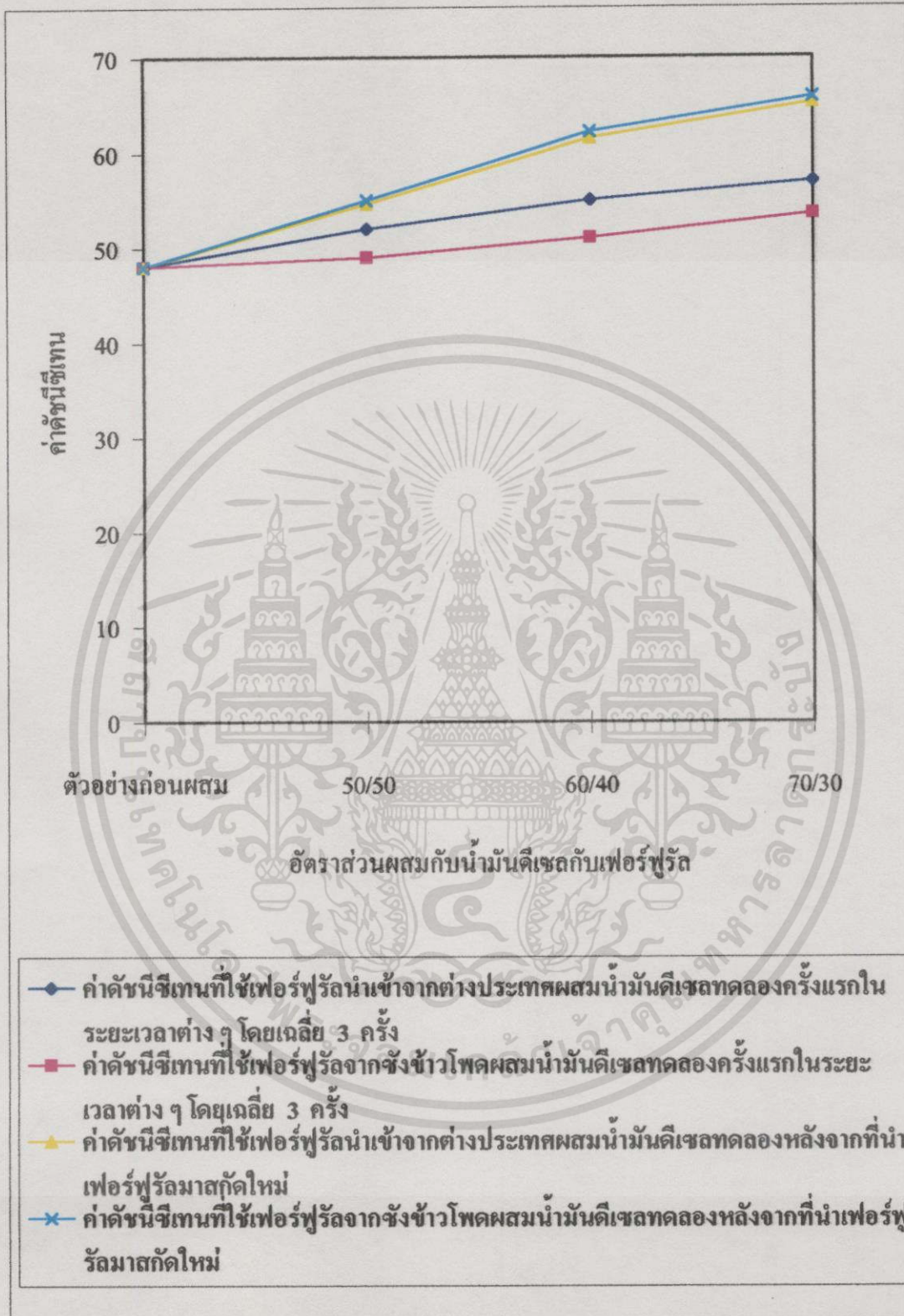
ภาพที่ 4.17 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟออร์ฟิวรีดนำเข้า และที่ผสมกับเฟออร์ฟิวรีดจากขังข้าวโพดที่นำมาทดลองใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรอลที่ทดลองครั้งแรกกับที่นำเฟอร์ฟูรอลมาคัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูลที่ทดลองครั้งแรกกับที่นำมากลั่นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

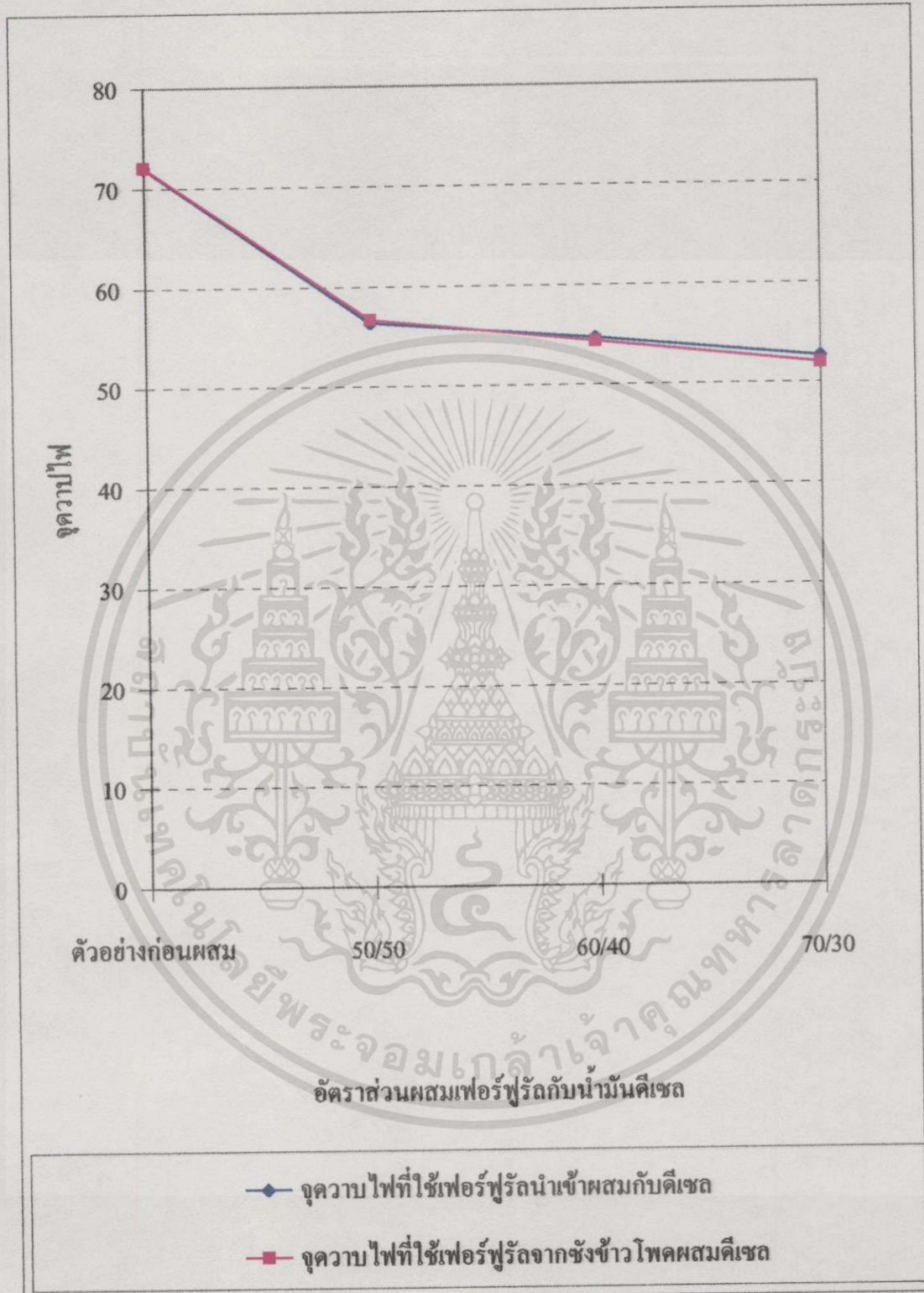
ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์จุดควบไอน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูรด์ จากซังข้าวโพดน้ำมันใหม่

วิเคราะห์ครั้งที่	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรด์กับน้ำมันดีเซล						มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fc / D 70/30	
ผสมเสร็จ	จุดควบไ	72	57	56	55	54	53	52	ไม่ต่ำกว่า 52°C
1 สัปดาห์	จุดควบไ	72	56	57	55	55	53	52	
2 สัปดาห์	จุดควบไ	72	56	57	54	54	52	52	
	เฉลี่ย	72	56.33	56.66	54.66	54.33	52.66	52	

Fi / D = เพอร์ฟูรด์นำเข้าที่นำมากลั่นใหม่ ผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟูรด์ที่ได้จากซังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

จากตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์หาจุดควบไอน้ำมันดีเซลผสมกับเพอร์ฟูรด์หลังจากที่นำเพอร์ฟูรด์ ที่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลวิเคราะห์เสร็จแล้วเก็บเพอร์ฟูรด์ไว้แล้วนำมาสกัดใหม่ซ้ำทั้งเพอร์ฟูรด์นำเข้าและเพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดเปรียบเทียบกันผลการทดลองโดยเฉลี่ย 3 ครั้งตัวอย่างก่อนผสมหาจุดควบไไฟได้โดยเฉลี่ย 72 °C อัตราส่วน 50/50 เพอร์ฟูรด์นำเข้าผสมน้ำมันดีเซลค่าจุดควบไไฟได้เท่ากับ 56.33 °C เพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดผสมน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง 56.66 °C อัตราส่วน 60/40 เพอร์ฟูรด์นำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซลหาจุดควบไไฟได้โดยเฉลี่ย 54.66 °C เพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล 54.66 °C อัตราส่วนผสม 70/30 เพอร์ฟูรด์นำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซลหาจุดควบไไฟโดยเฉลี่ย 52.66 °C เพอร์ฟูรด์จากซังข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล 52 °C จากค่าเฉลี่ยข้อมูลตารางที่ 4.11 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ ดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จตุวาทไฟในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอรืฟูร็ดนำเข้า และที่ผสมกับเฟอรืฟูร็ดจากซังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

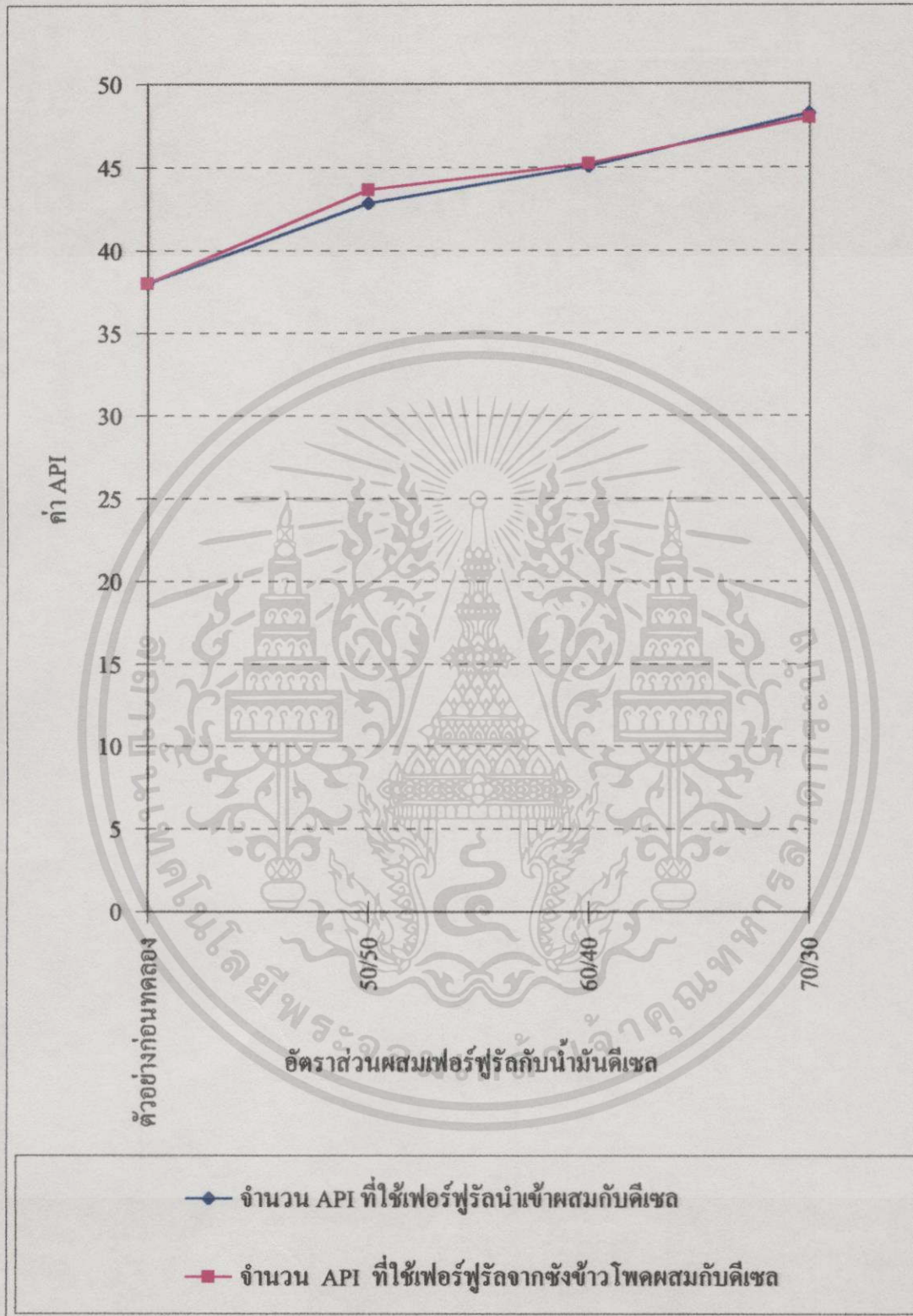
ตารางที่ 4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า เอ พี ไอ ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูลีนำเข้า และที่ผสมกับเพอร์ฟูลีนจากชั่งข้าวโพด

วิเคราะห์ ครั้งที่	รายการที่ วิเคราะห์	ตัวอย่าง ก่อน ผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูลีนกับน้ำมันดีเซล						
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fc / D 70/30	
ผสมเสร็จ	เอ.พี.ไอ.	38	42	44	43.9	43.9	48.3	47.3	-
1 สัปดาห์	เอ.พี.ไอ.	38	43.33	42.8	44	44.5	47.4	47.4	-
2 สัปดาห์	เอ.พี.ไอ.	38	43.1	41.1	47.3	47.3	49	49	-
	เฉลี่ย	38	42.81	43.63	45.06	45.28	48.23	48	-

Fi / D = เพอร์ฟูลีนำเข้าที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟูลีนที่ได้จากชั่งข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

จากตารางที่ 4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ ค่า เอ พี ไอ ในน้ำมันดีเซลผสมกับเพอร์ฟูลีน หลังจากที่น่าเพอร์ฟูลีน ที่ทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลวิเคราะห์เสร็จแล้วเก็บเพอร์ฟูลีนไว้แล้วนำมา กลั่นใหม่ซ้ำทั้งเพอร์ฟูลีนำเข้าและเพอร์ฟูลีนจากชั่งข้าวโพด เปรียบเทียบกันผลการทดลองโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง ตัวอย่างก่อนผสม ค่า เอ พี ไอ ได้โดยเฉลี่ย 38 อัตราส่วน 50/50 เพอร์ฟูลีนำเข้าผสมน้ำมันดีเซล ค่า เอ พี ไอ ได้เท่ากับ 42.81 เพอร์ฟูลีนจากชั่งข้าวโพดผสมน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง 43.63 อัตราส่วน 60/40 เพอร์ฟูลีนำเข้า ผสมกับ น้ำมันดีเซล ค่า เอ พี ไอ ได้โดยเฉลี่ย 45.06 เพอร์ฟูลีนจากชั่งข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล 45.28 อัตราส่วนผสม 70/30 เพอร์ฟูลีนำเข้ากับน้ำมันดีเซล ค่า เอ พี ไอ โดยเฉลี่ย 48.23 จากชั่งข้าวโพดผสมกับน้ำมันดีเซล 48 เพอร์ฟูลีนจากค่าเฉลี่ย ข้อมูลตารางที่ 4.12 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ ดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่า API ในน้ำมันคีเซลที่ผสมกับเฟอร์พูล์นำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์พูล์จากขังข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

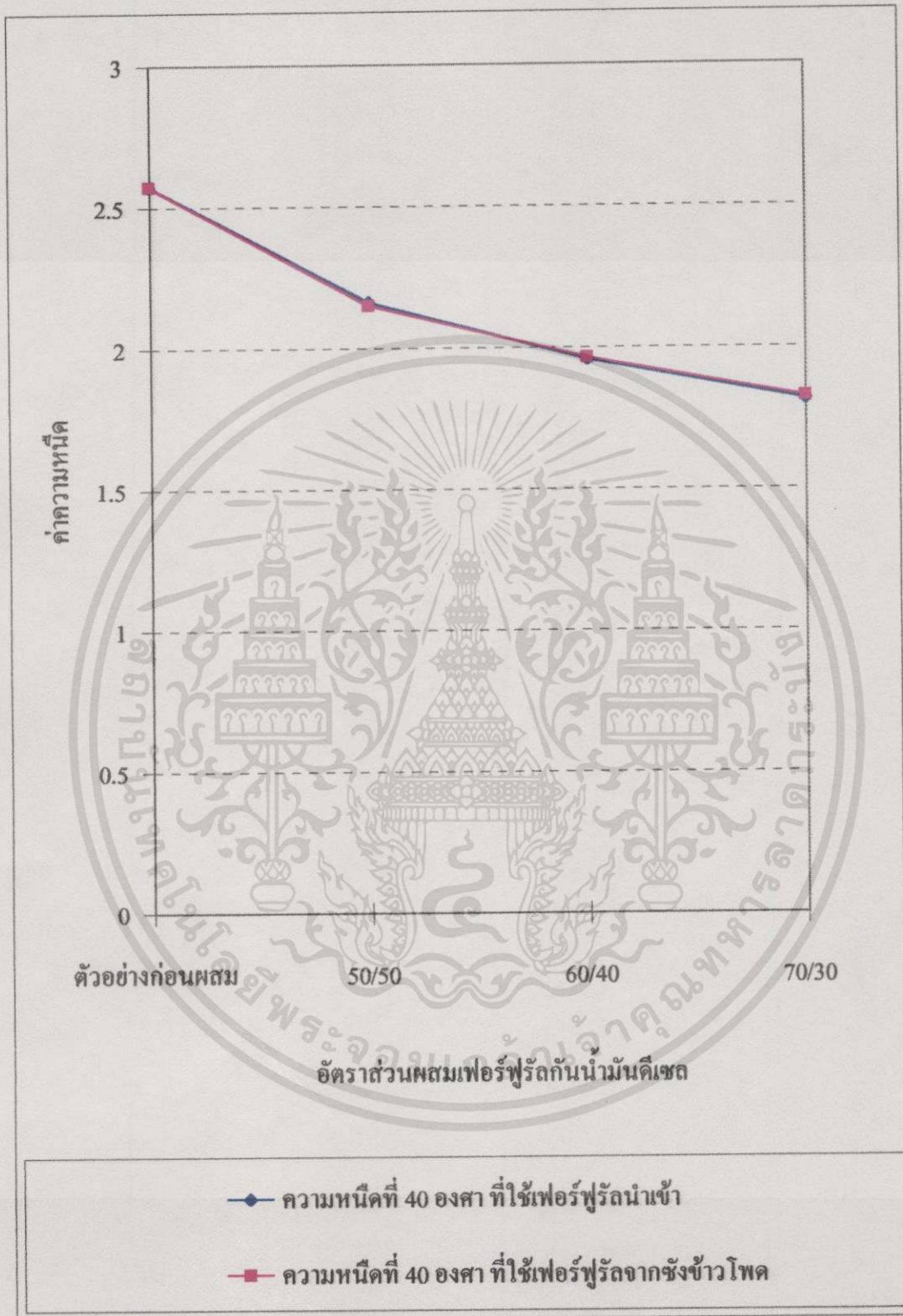
ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด ที่ 40°C ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับ เพอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปด ที่นำมากลั่นใหม่

วิเคราะห์ ครั้งที่	รายการที่ วิเคราะห์	ตัวอย่าง ก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐาน กระทรวง พาณิชย์		
			Fi / D		Fc / D		Fi / D			Fc / D	
			50/50	50/50	60/40	60/40	70/30	70/30			
ผสมเสร็จ	ความหนืด	2.5728	2.165	2.151	1.9601	1.965	1.8161	1.8221	ไม่สูงกว่า 4.0		
1 สัปดาห์	ความหนืด	2.5728	2.159	2.149	1.9591	1.961	1.8131	1.8242			
2 สัปดาห์	ความหนืด	2.5728	2.160	2.153	1.9561	1.962	1.8126	1.8226			
	ค่าเฉลี่ย	2.5728	2.161	2.151	1.9584	1.962	1.8139	1.8229			

Fi / D = เพอร์ฟูรัลนำเข้าที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เพอร์ฟูรัลที่ได้จากซังข้าว โปดที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ หาค่าความหนืดที่ 40°C ในน้ำมันดีเซลผสมกับ เพอร์ฟูรัลผลการทดลองโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง ตัวอย่างก่อนผสม หาค่าความหนืด ที่ 40°C ได้โดยเฉลี่ย 2.5728 อัตราส่วน 50/50 เพอร์ฟูรัลนำเข้าผสมน้ำมันดีเซล หาค่าความหนืด ที่ 40°C ได้เท่ากับ 2.1615 เพอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดผสมน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง 2.1511 อัตราส่วน 60/40 เพอร์ฟูรัลนำเข้า ผสมกับน้ำมันดีเซลหาค่าความหนืด ที่ 40°C โดยเฉลี่ย 1.9584 เพอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล 1.9628 อัตราส่วนผสม 70/30 เพอร์ฟูรัลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล หาค่าความหนืด ที่ 40°C โดยเฉลี่ย 1.8139 เพอร์ฟูรัลจากซังข้าว โปดผสมกับน้ำมันดีเซล 1.8229 จากค่าเฉลี่ยข้อมูลตารางที่ 4.13 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ ดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดที่ 40 องศาในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ล นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูร์ลจากชั่งข้าวโพดที่นำมาถนอมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

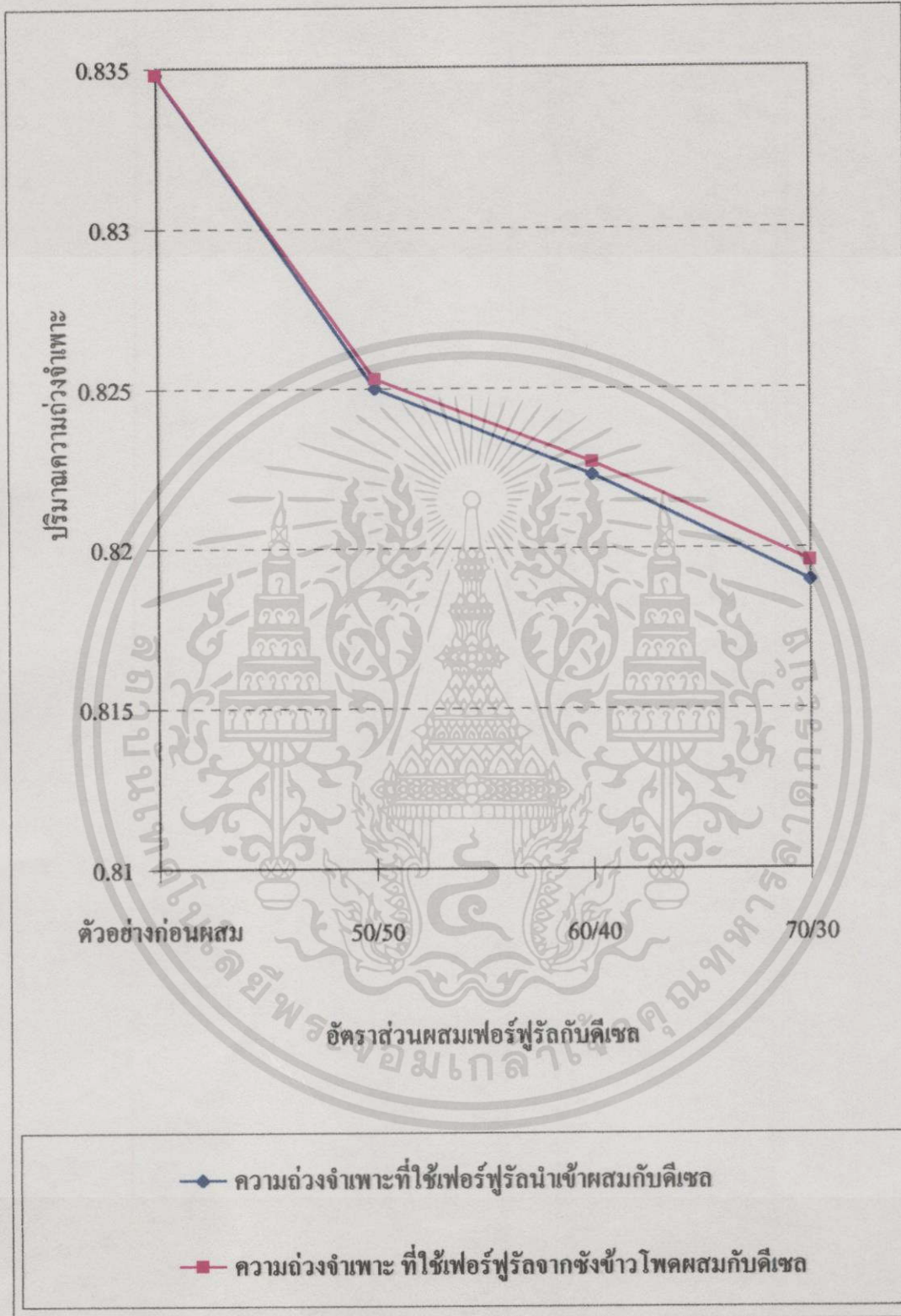
ตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C ในน้ำมันดีเซล ที่ผสมกับเฟอ์ฟูรัลนำเข้าและที่ผสมกับเฟอ์ฟูรัลจากขังข้าว โปดที่นำมาถนอมใหม่

วิเคราะห์ครั้งที่	รายการที่วิเคราะห์	ตัวอย่างก่อนผสม	อัตราส่วนผสมเฟอ์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล						มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์
			Fi / D 50/50	Fc / D 50/50	Fi / D 60/40	Fc / D 60/40	Fi / D 70/30	Fc / D 70/30	
ผสมเสร็จ	ความถ่วงจำเพาะ	0.8348	0.826	0.826	0.822	0.8229	0.8195	0.819	ไม่สูงกว่า 0.87
1 สัปดาห์	ความถ่วงจำเพาะ	0.8348	0.824	0.824	0.822	0.8226	0.8199	0.819	ไม่สูงกว่า 0.87
2 สัปดาห์	ความถ่วงจำเพาะ	0.8348	0.824	0.824	0.822	0.8226	0.8196	0.819	ไม่สูงกว่า 0.87
	ค่าเฉลี่ย	0.8348	0.825	0.825	0.822	0.8227	0.8199	0.819	ไม่สูงกว่า 0.87
									ไม่สูงกว่า 0.87

Fi / D = เฟอ์ฟูรัลนำเข้า ที่นำมาถนอมใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

Fc / D = เฟอ์ฟูรัลที่ได้จากขังข้าว โปดที่นำมาถนอมใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

จากตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ หากความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C ในน้ำมันดีเซลผสมกับเฟอ์ฟูรัลที่นำมาถนอมใหม่ผลการทดลองโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง ตัวอย่างก่อนผสมหาความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C ได้โดยเฉลี่ย 0.8348 อัตราส่วน 50/50 เฟอ์ฟูรัลนำเข้าผสมน้ำมันดีเซล หากความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C ได้เท่ากับ 0.8250 เฟอ์ฟูรัลจากขังข้าว โปด ผสมน้ำมันดีเซล โดยเฉลี่ย 3 ครั้ง 0.8253 อัตราส่วน 60/40 เฟอ์ฟูรัลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล หากความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C โดยเฉลี่ย 0.8223 เฟอ์ฟูรัลจากขังข้าว โปดผสมกับน้ำมันดีเซล 0.8227 อัตราส่วนผสม 70/30 เฟอ์ฟูรัลนำเข้าผสมกับน้ำมันดีเซล หากความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C โดยเฉลี่ย 0.8199 เฟอ์ฟูรัลจากขังข้าว โปดผสมกับน้ำมันดีเซล 0.8196 จากข้อมูลตารางที่ 4.14 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ ดังภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความถ่วงจำเพาะที่ 15.6/15.6 องศา ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเฟอร์ฟูรล นำเข้าและที่ผสมกับเฟอร์ฟูรลจากขังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.23 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความถ่วงจำเพาะที่ 15.6/15.6 องศา ในน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรัล นำเข้าและที่ผสมกับเพอร์ฟูรัลจากขังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่

4.5 ผลการทดลองหาจำนวนครั้งในการสกัดปริมาณสารอะโรมาติกที่เหมาะสมของ เพอร์ฟูรัลจากขังข้าวโพดกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 50/50

การทดลองหาจำนวนการสกัดที่เหมาะสมนี้ได้ทำการศึกษาดังนี้คือ ผสมเพอร์ฟูรัลกับ น้ำมันดีเซล จำนวน 200 มิลลิลิตร เมื่อวิเคราะห์เสร็จแยกเอาเพอร์ฟูรัลออกจากน้ำมันดีเซลแล้วนำ น้ำมันดีเซลที่เหลือมาผสมกับเพอร์ฟูรัลใหม่ทำการทดลอง จำนวน 3 ครั้ง ดังผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการวิเคราะห์หาจำนวนการสกัดสารอะโรมาติกที่เหมาะสมใน น้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรัลจากขังข้าวโพดในอัตราส่วนที่ผสม 50/50

รายการ วิเคราะห์	ตัวอย่าง ก่อนผสม	การทดลอง	การทดลอง	การทดลอง	มาตรฐาน กระทรวงพาณิชย์
		ครั้งที่ 1 Fc/D=50/50	ครั้งที่ 2 Fc/D=50/50	ครั้งที่ 3 Fc/D=50/50	
Aromatic total	30.508	13.56705	9.9442	6.7556	
ดัชนีซีเทน	48	56	61	66	ไม่ต่ำกว่า 47
จุดวาบไฟ	72	57	53	49	ไม่ต่ำกว่า 52
ความหนืด	2.5728	2	1.5241	0.9984	ไม่สูงกว่า 4.0
ความถ่วงจำเพาะ	0.8348	0.8192	0.8064	0.7972	ไม่สูงกว่า 0.87
เอ.พี. ไอ (API)	38	41.2	43	47	

F_i/D = เพอร์ฟูรัลนำเข้าที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

F_c/D = เพอร์ฟูรัลที่ได้จากขังข้าวโพดที่นำมากลั่นใหม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

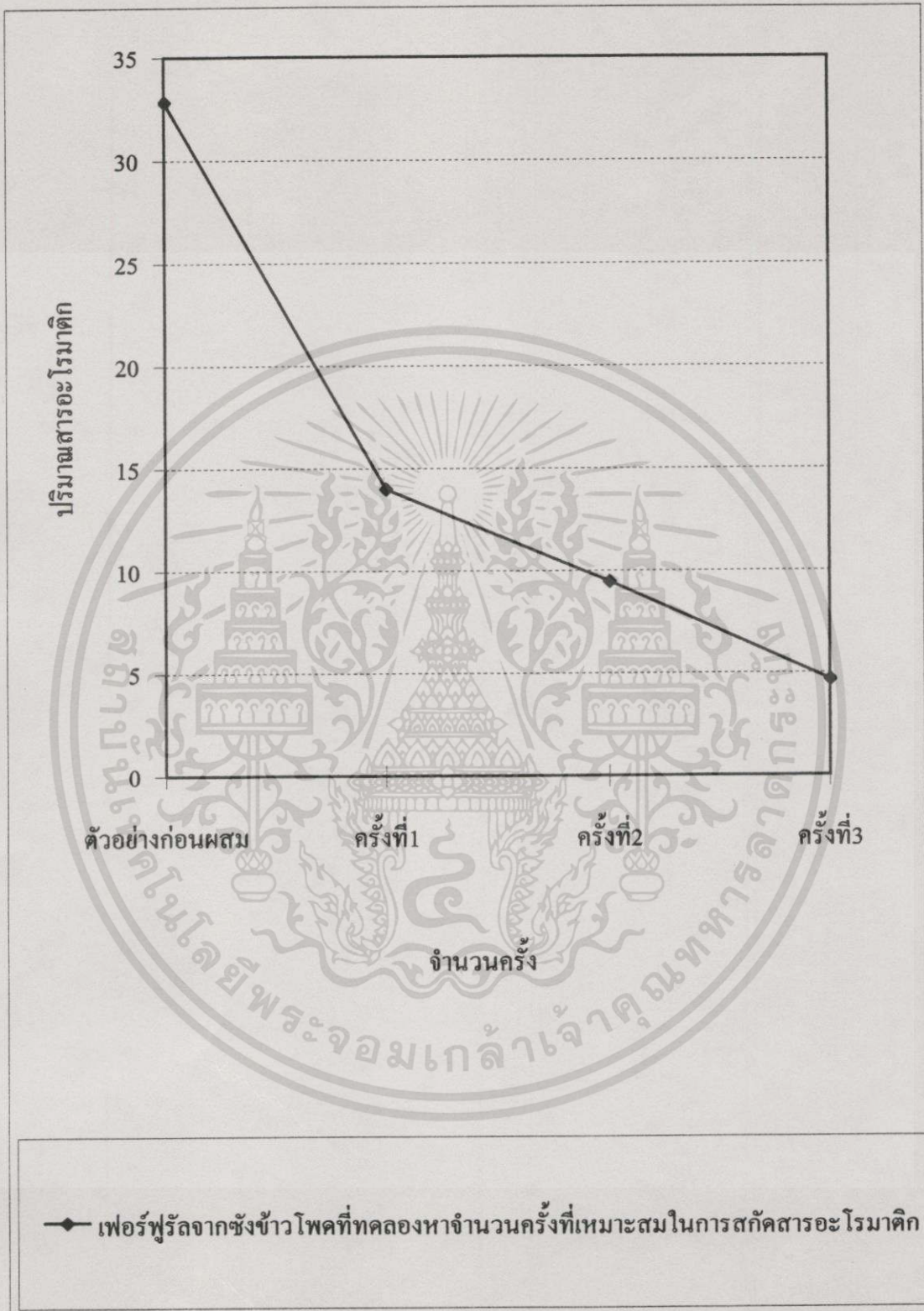
จากตารางที่ 4.15 แสดงผลการทดลองวิเคราะห์หา จำนวนครั้งที่สกัดสารอะโรมาติกที่เหมาะสมของเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 50/50 ผลการทดลองตัวอย่างก่อนผสมวิเคราะห์ ปริมาณสารอะโรมาติกได้เท่ากับ 30.508 % ปริมาตรต่อปริมาตรตัวอย่างน้ำมันดีเซลที่ผสมเพอร์ฟูรัล วิเคราะห์ ปริมาณสารอะโรมาติกได้เท่ากับ 13.56705 % ปริมาตรต่อปริมาตร ดัชนีซีเทน วิเคราะห์ได้เท่ากับ 56 จุดวาบไฟวิเคราะห์ได้ 57 °C ความหนืดวิเคราะห์ได้ 2 °C ความถ่วงจำเพาะ ได้เท่ากับ 0.8192 เอ พี ไอได้เท่ากับ 41.2 เมื่อวิเคราะห์แล้วนำตัวอย่างที่วิเคราะห์เก็บไว้ แล้วนำมา รวมกันซึ่งได้แยกเพอร์ฟูรัลออกจากน้ำมันดีเซลเหลือน้ำมันดีเซลเท่ากับ 191 มิลลิลิตรแล้วนำน้ำมัน ที่เหลือไปผสมกับเพอร์ฟูรัลที่ยังไม่ได้ทดลอง จำนวน 200 มิลลิลิตร ผลการทดลองครั้งที่ 2 ปรากฏ ว่าจำนวนสารอะโรมาติกวิเคราะห์ได้เท่ากับ 9.9442% ปริมาตรต่อปริมาตรดัชนีซีเทน ได้เท่ากับ 61 จุดวาบไฟวิเคราะห์ได้เท่ากับ 53 °C ความหนืด วิเคราะห์ได้เท่ากับ 1.5241 ความถ่วงจำเพาะวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่จากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตร คัชนีซีเทนได้เท่ากับ 66 จุดความไฟได้เท่ากับ 49 °C ความหนืดได้เท่ากับ 0.9984 ความถ่วงจำเพาะได้เท่ากับ 0.7972 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานกระทรวงพาณิชย์กำหนด เอ.พี.ไอ ได้เท่ากับ 47 จากข้อมูลตารางที่ 4.33 นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะได้ ดังภาพที่ 4.24-4.29 เมื่อทดลองทั้ง 3 ครั้งปรากฏว่าครั้งที่ 3 คุณภาพน้ำมันดีเซลที่วิเคราะห์ได้มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานกระทรวงพาณิชย์ เนื่องจากสารละลายเฟอร์ฟูรัลลดสารอะโรมาติกทำให้ค่าจุดความไฟต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด ค่าความหนืดและความถ่วงจำเพาะ มีแนวโน้มลดลงไม่อยู่ในมาตรฐานกระทรวงพาณิชย์กำหนด

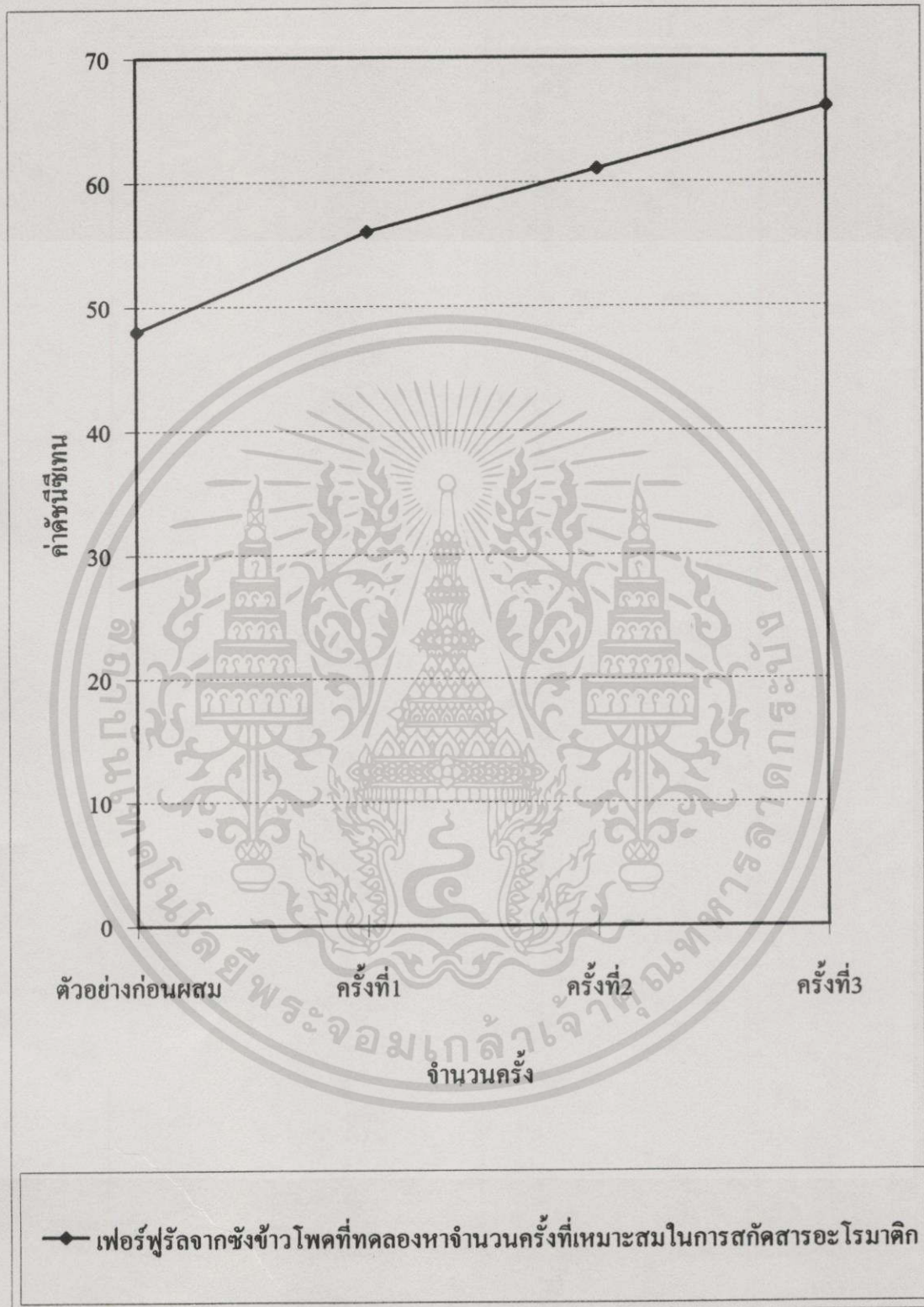


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



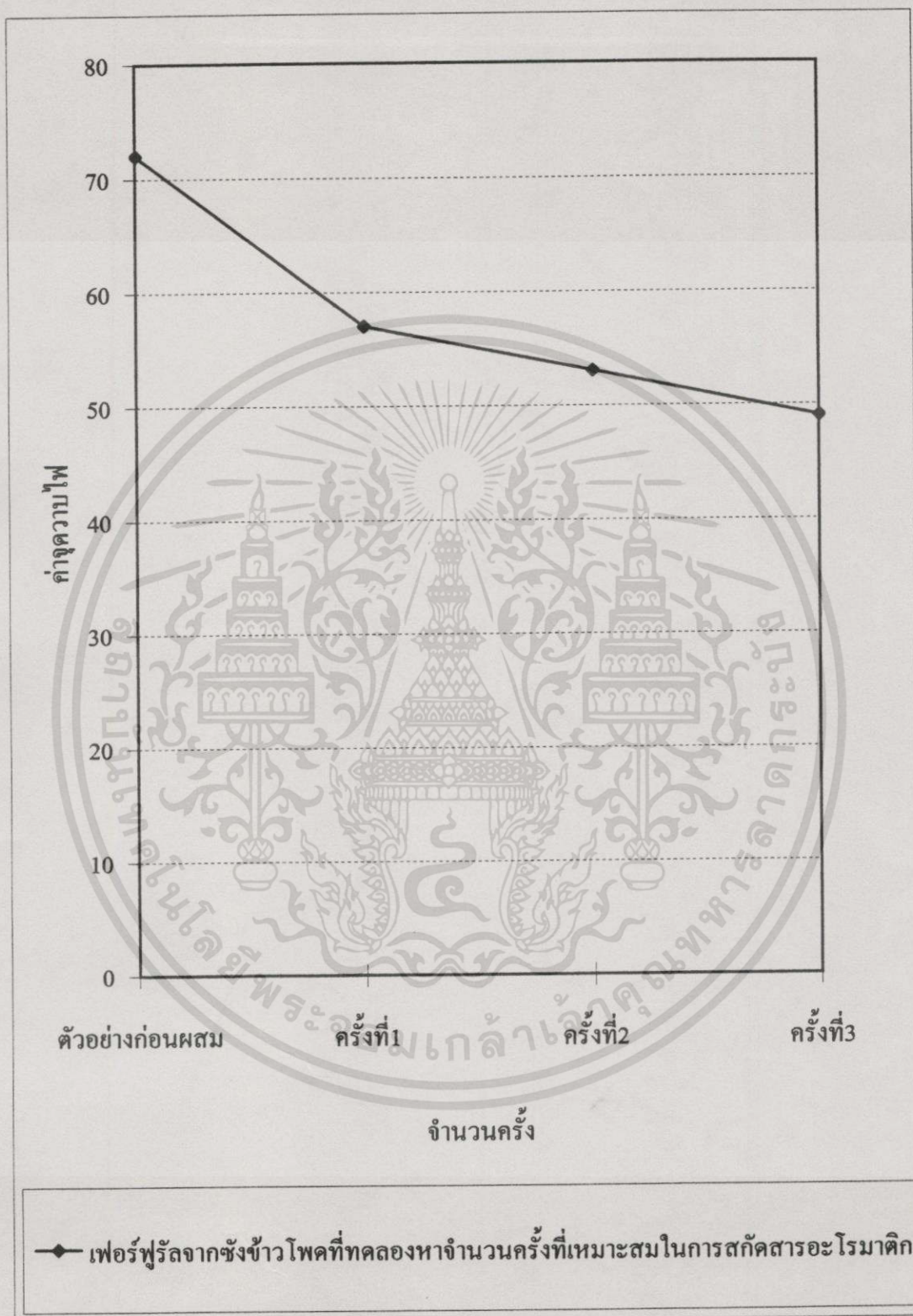
ภาพที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เฟอร์ฟูรัลสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



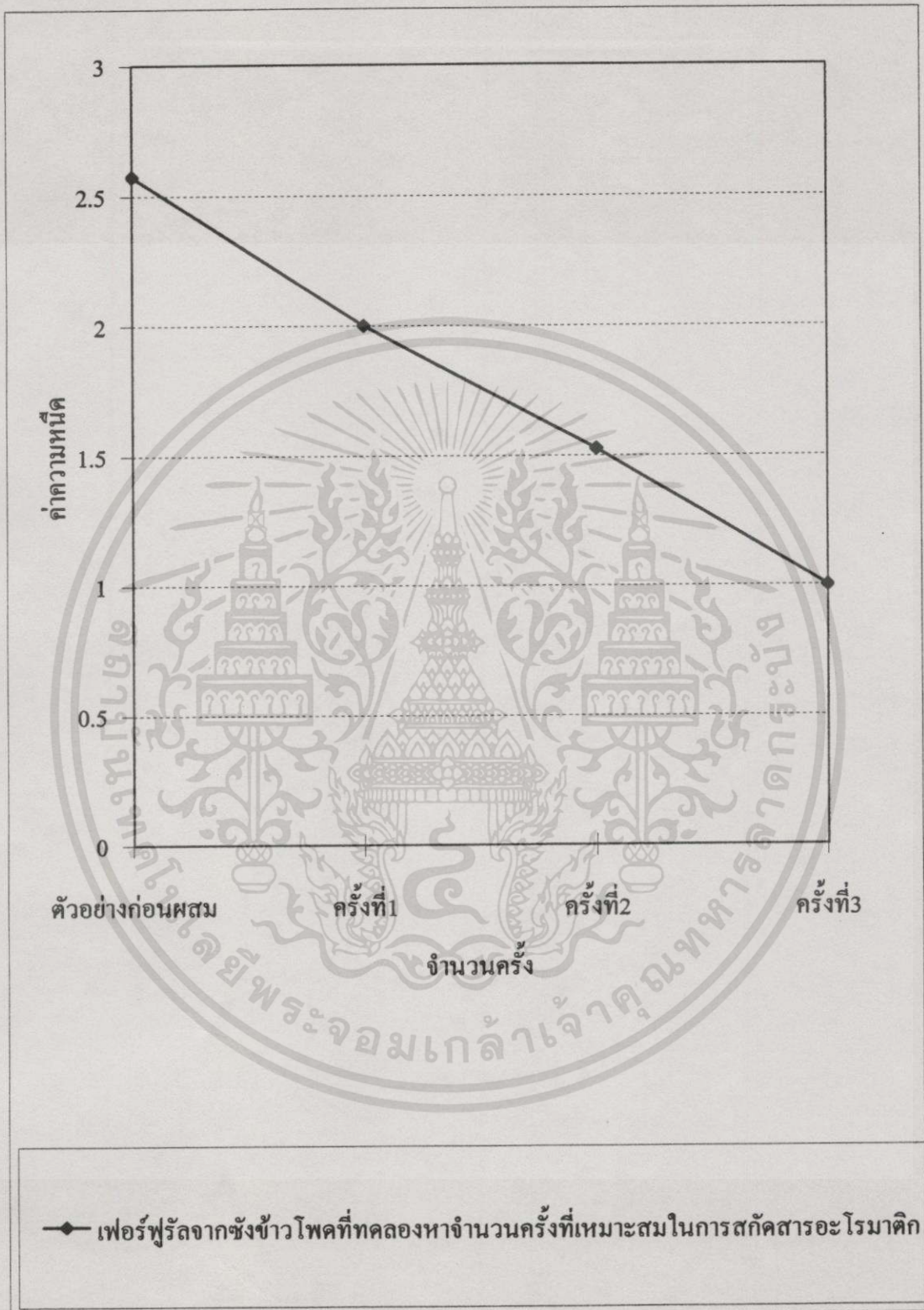
ภาพที่ 4.25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้แทนเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เฟอร์รูลสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



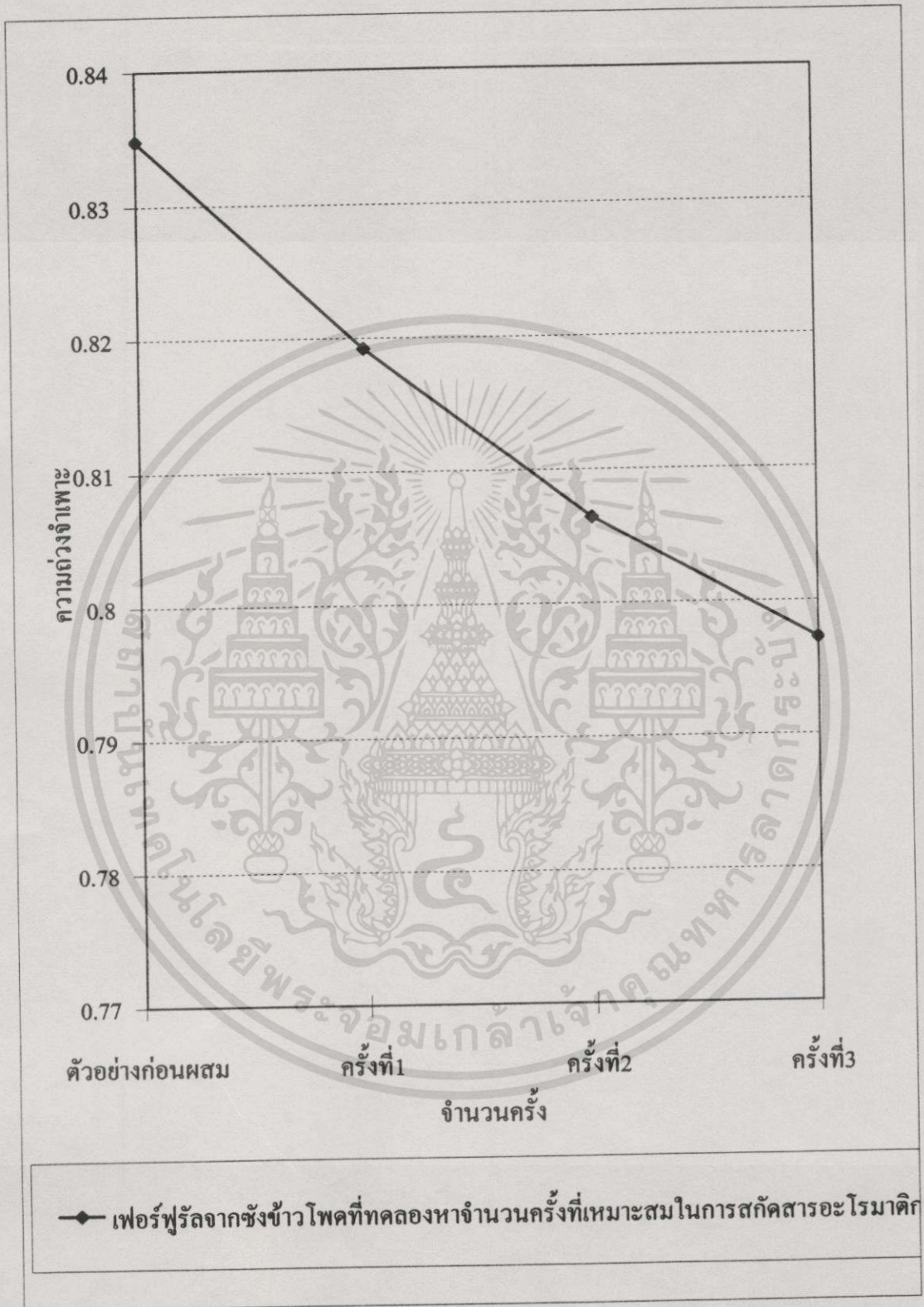
ภาพที่ 4.26 แสดงผลการวิเคราะห์จลวบไฟเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เฟอร์ฟุรล สกกดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



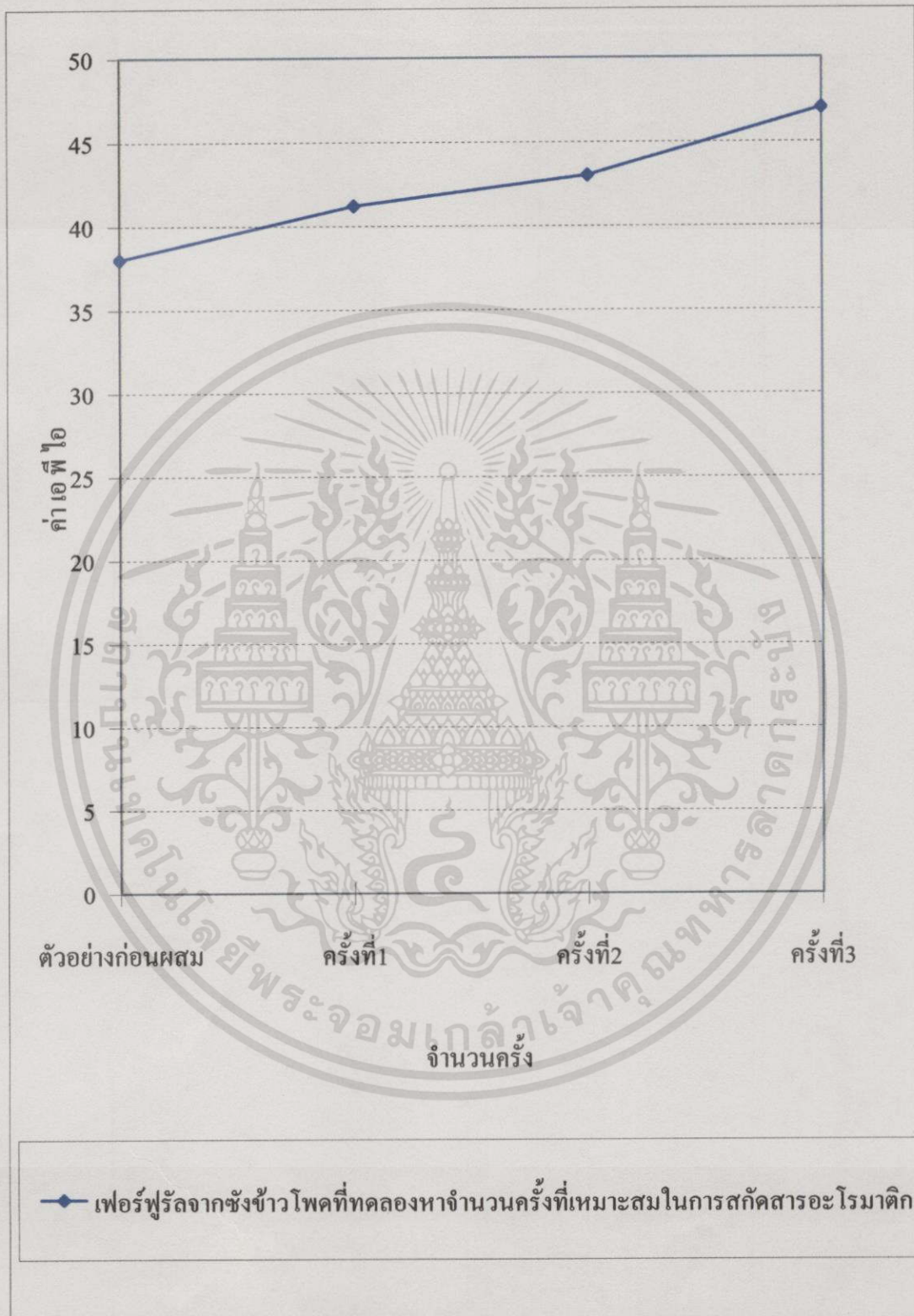
ภาพที่ 4.27 แสดงผลการวิเคราะห์ความหนืดที่ 40 องศา เพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เฟอร์พรีลสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.28 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะที่ 15.6/15.6 องศาเพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เฟอ์ฟูร์ลสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า เอ พี ไอ เพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการใช้เฟอ์ฟูร์ลสกัดสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองแบบวิเคราะห์คุณภาพทดลองในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล โดยใช้เฟอร์ฟูรัลที่กลั่นได้จากชังข้าวโพดไปลดปริมาณสารอะโรมาติกซึ่งใช้เฟอร์ฟูรัลจากชังข้าวโพดทดลองเปรียบเทียบกับเฟอร์ฟูรัลจากการนำเข้าจากต่างประเทศว่าเฟอร์ฟูรัลจากแหล่งใดลดปริมาณสารอะโรมาติกได้ดีกว่ากัน

5.1 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

5.1.1 เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล โดยใช้สารละลายเฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชังข้าวโพดเป็นตัวทำละลายสกัดสารประกอบอะโรมาติก (Aromatic Cyclic) ในน้ำมันดีเซล

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารอะโรมาติก และค่าดัชนีซีเทนของน้ำมันดีเซลที่ปรับปรุงแล้ว โดยใช้เฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชังข้าวโพดกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้า

5.1.3 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพ ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลดังนี้

5.1.3.1 ชนิดของเฟอร์ฟูรัล คือ เฟอร์ฟูรัลที่ได้จากชังข้าวโพด และเฟอร์ฟูรัลนำเข้า

5.1.3.2 อัตราส่วนผสมของเฟอร์ฟูรัลต่อน้ำมันดีเซลที่เหมาะสม

5.1.3.3 อุณหภูมิในการทดลองที่ผสมเฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซลที่เก็บในห้องปฏิบัติการในที่มืดและนอกห้องปฏิบัติการที่มีแสงสว่าง

5.1.3.4 ระยะเวลาในการทดลองผสมเฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล ที่วัดปริมาณสารอะโรมาติกและค่าดัชนีซีเทนวัดทันทีหลังผสมเสร็จ ที่เก็บ 1-2 สัปดาห์

5.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็นดังนี้ ชังข้าวโพดที่ใช้กลั่นเฟอร์ฟูรัลเก็บจากโรงงานในจังหวัดกาญจนบุรีใช้ชังข้าวโพดในการกลั่นเฟอร์ฟูรัล 58 กิโลกรัมโดยใช้เฟอร์ฟูรัลที่กลั่นจากชังข้าวโพดจำนวน 4,580 ml ซีโอเฟอร์ฟูรัลจากต่างประเทศประมาณ 5,000 ml ตัวอย่าง น้ำมันดีเซลจากโรงกลั่นบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ใช้ น้ำมันดีเซลในการวิจัยครั้งนี้ 8,940 ml

5.3 สรุปผลการวิจัย

5.3.1 เฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้าสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ถ้ากลิ่นให้บริสุทธิ์ได้มาก ๆ และทำให้ค่าซีเทนหรือดัชนีซีเทนสูงขึ้นทำให้น้ำมันดีเซลมีความบริสุทธิ์ขึ้น

5.3.2 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารอะโรมาติก และค่าดัชนีซีเทนของน้ำมันดีเซลที่ปรับปรุงแล้วจากการทดลองครั้งแรกเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด จะลดปริมาณสารอะโรมาติกได้น้อยกว่าเฟอร์ฟูรัลนำเข้า เพราะมีความบริสุทธิ์น้อยแตเมื่อนำเฟอร์ฟูรัลมากลั่นใหม่จะสามารถลด ปริมาณสารอะโรมาติกได้ใกล้เคียงกัน จากตัวอย่าง น้ำมันดีเซล ก่อนผสมเฟอร์ฟูรัล ปริมาณสารอะโรมาติก วิเคราะห์ได้โดยเฉลี่ย 32%V/V ค่าดัชนีซีเทนได้เท่ากับ 48 เมื่อนำน้ำมันดีเซลผสมกับเฟอร์ฟูรัล แล้ววิเคราะห์ได้ปริมาณสารอะโรมาติกลดลงเหลืออยู่ ในน้ำมันดีเซล และค่าซีเทนในน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย เฟอร์ฟูรัลผสมกับน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วน 50/5 วิเคราะห์ ปริมาณสารอะโรมาติกได้ 11%V/V ดัชนีซีเทนวิเคราะห์ได้เท่ากับ 55 อัตราส่วนเฟอร์ฟูรัล ผสมกับ น้ำมันดีเซล 60/40 วิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกโดยเฉลี่ยได้ 8 %V/V ค่าดัชนีซีเทนวิเคราะห์ ได้ 60 อัตราส่วนเฟอร์ฟูรัลผสมกับน้ำมันดีเซล 70/30 วิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกโดยเฉลี่ยได้ เท่ากับ 4 % V/V ค่าดัชนีซีเทน วิเคราะห์ได้เท่ากับ 65

5.3.3 การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล

5.3.3.1 เฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดและเฟอร์ฟูรัลนำเข้าถ้ามีความบริสุทธิ์ได้เท่ากัน จะมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล ได้ดีใกล้เคียงกัน คือเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด จะมีความสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกมีแนวโน้มลดลงใกล้เคียงกันกับเฟอร์ฟูรัลนำเข้า

5.3.3.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการผสมเฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซลที่ เฟอร์ฟูรัลไปลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซล จากการวิจัยได้เลือกอัตราส่วนของเฟอร์ฟูรัล 50 ส่วน ผสมกับน้ำมันดีเซล 50 ส่วนหรืออัตราส่วน 50/50 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม เพราะใช้ตัวอย่างสารละลายเฟอร์ฟูรัลในปริมาณน้อยกว่าอัตราส่วนอื่นๆแต่สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติก และทำให้คุณภาพน้ำมันดีเซลอยู่ในมาตรฐานกระทรวงพาณิชย์กำหนดและนำมาสกัด 2 ครั้งแล้ว ผสมใหม่ก็ยังสามารถนำไปลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้อีก

5.3.3.3 อุณหภูมิที่สนใจที่ทำการศึกษาเฟอร์ฟูรัลไม่สามารถให้ความแตกต่างของ เฟอร์ฟูรัลที่เก็บตัวอย่างในอุณหภูมิห้องปฏิบัติการที่ อุณหภูมิ 25-39 °C อยู่ในที่มีด และ นอกห้องปฏิบัติการที่ อุณหภูมิ 40 °C มีแสงแดดหรือ แสงสว่างไม่สามารถทำให้ปริมาณสารอะโรมาติก และค่าซีเทนได้แตกต่างกันเพราะอุณหภูมิที่ทดลองไม่แตกต่างกันผลวิเคราะห์ที่ได้จึงมีค่าใกล้เคียงกัน

5.3.3.4 ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์นั้นผลวิเคราะห์ที่ได้นั้นไม่แตกต่างกัน เพราะสารละลายน้ำมันกับเฟอร์ฟูรัลแยกชั้นกันอย่างสมบูรณ์แล้วผลวิเคราะห์ที่ได้จึงมีค่าใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันคือปริมาณสารอะโรมาติกที่วิเคราะห์ได้มีแนวโน้มใกล้เคียงกันดังนั้นตัวอย่างน้ำมันดีเซลที่ผสมกับเพอร์ฟูรัลที่เก็บไว้นาน ๆ เพอร์ฟูรัลไม่สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้อีก

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทดลองในอัตราส่วนผสม 50/50 พบว่า การทดลองผสมเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล ในการลดปริมาณสารอะโรมาติกควรผสมได้ 2 ครั้ง ถ้าผสมมากจะทำให้คุณสมบัติของน้ำมันดีเซลไม่ได้มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์ กำหนด

5.4 อภิปรายผลการวิจัย

5.4.1 ผลการกลั่นเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดด้วยการกลั่นแบบไอน้ำ จากซังข้าวโพด 10 กรัม กลั่นได้น้ำปริมาตรออกมาโดยเฉลี่ย 900 มิลลิลิตรในเวลา 40 นาที จะให้ความเข้มข้นของเพอร์ฟูรัลเท่ากับ 903.5 มิลลิกรัมต่อลิตรใน 1,000 กรัม จะได้เพอร์ฟูรัลเท่ากับ 90.35 กรัม จะใช้ซังข้าวโพดประมาณจำนวน 11.06 กิโลกรัม จึงจะได้เพอร์ฟูรัล 1,000 กรัม ผลผลิตเพอร์ฟูรัลที่ได้คิดเป็นร้อยละ 10 ต่อกรดซัลฟูริก ร้อยละ 35 ซึ่ง จันทนา พุทธาธร (2529 ; 59) ได้กลั่นเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดได้ศึกษาถึงสภาวะในการกลั่นเพอร์ฟูรัล ผลปรากฏว่าอัตราส่วนซังข้าวโพดต่อสารละลายกรดที่ให้ผลิตภัณฑ์สูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์เพอร์ฟูรัลร้อยละ 10.24 ในปริมาณซังข้าวโพด 10 กรัม ระยะเวลาการผ่านไอน้ำประมาณ 1 ชั่วโมง กลั่นได้ปริมาตรโดยเฉลี่ย 1,031 มิลลิลิตร เพอร์ฟูรัลในของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละ 0.99

5.4.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด

5.4.2.1 เพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลที่มีแนวโน้มลดลงใกล้เคียงกับเพอร์ฟูรัลนำเข้า จากการทดลองครั้งแรกปรากฏว่าเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดจะลดปริมาณสารอะโรมาติกได้ไม่ดีเท่ากับเพอร์ฟูรัลนำเข้าเนื่องจากเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดที่กลั่นได้ไม่ได้กลั่นซ้ำจึงมีความบริสุทธิ์น้อยจึงละลายสารอะโรมาติกได้น้อยกว่าเพอร์ฟูรัลและ ค่าดัชนีซีเทนในน้ำมันดีเซลที่ผสมเพอร์ฟูรัลนำเข้า แต่เมื่อนำมากลั่นใหม่แล้วทดลองผสมกับน้ำมันดีเซลทั้งเพอร์ฟูรัลนำเข้าและเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดเพอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกมีแนวโน้มลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้ใกล้เคียงหรือเท่ากับเพอร์ฟูรัลนำเข้าผลการทดลอง โดยเฉลี่ยเมื่อนำน้ำมันดีเซลไปผสมเพอร์ฟูรัลปรากฏว่าเพอร์ฟูรัลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

อัตราส่วนผสมเพอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล ปริมาณสารอะโรมาติกที่วัดได้ตามอัตราส่วนผสม

ตัวอย่างก่อนผสม	32.6413 %
50/50	11.9641 %
60/40	8.9913 %
70/30	4.405 %

เมื่อสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลลดลงสีของน้ำมันดีเซลมีความใสมาจากปกติสีเหลือง เปลี่ยนเป็นใสสะอาด ซึ่งเฟอร์ฟูรัลจะทำให้สารอะโรมาติกลดเหลือน้อยลง ดังนั้นจึงทำให้น้ำมันดีเซลมีผลการวิเคราะห์ทำให้ค่าดัชนีซีเทนสูงขึ้นค่าจุดวาบไฟต่ำลง ช่วงการกลั่นเริ่มแรกที่เดือดจึงต่ำความหนืด ความถ่วงจำเพาะจะลดลงค่า เอ พี ไอ จะสูงขึ้น ซึ่งนำผลการทดลองลดปริมาณสารอะโรมาติกนี้เปรียบเทียบกับการควบคุมปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลในต่างประเทศของประเทศต่าง ๆ Paul, J.K.(1997 ; 7-11)

ประเทศ	ปริมาณสารอะโรมาติกที่พบ
แคนาดา	5.4
ฟินแลนด์	5.1
อังกฤษ	6.5
สิงคโปร์	4.5
สวีเดน	5.8
อิตาลี	5.0
อเมริกาใต้	6.4
อเมริกากลาง	6.4
อัตราส่วนผสมเฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล	จำนวนดัชนีซีเทนที่เพิ่มขึ้น
ตัวอย่างก่อนผสม	48
50/50	55
60/40	60
70/30	65

เมื่อนำไปเปรียบเทียบประเทศควบคุมปริมาณสารอะโรมาติกจะมีค่าดัชนีซีเทนต่าง ๆ ของแต่ละประเทศอยู่ในค่าต่าง ๆ ดังนี้

ประเทศ	จำนวนดัชนีซีเทนที่พบ
ซาอุดีอาระเบีย	59.7
ฝรั่งเศส	53.4
กรีซ	55.6
อังกฤษ	52.7
สิงคโปร์	57.4
ไต้หวัน	55.6

จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบกันกับผลการทดลองน้ำมันวิจัยก่อนผสมจะมีค่าดัชนีซีเทนต่ำและมีปริมาณสารอะโรมาติกสูง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าน้ำมันในประเทศไทย มีปริมาณสารอะโรมาติกสูงมาก คือ 32 % V/V เนื่องจากไม่ได้ควบคุมปริมาณสารอะโรมาติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2.2 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณสารอะโรมาติก และดัชนีชี้แทนของ น้ำมันดีเซลที่ปรับปรุงแล้วจากการทดลองครั้งแรกจะเห็นว่าเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพดลดปริมาณสารอะโรมาติกได้น้อยกว่าเฟอ์ฟูรัลที่นำเข้าซึ่งเนื่องจากเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพดมีความบริสุทธิ์ไม่เท่ากับเฟอ์ฟูรัลนำเข้าและค่าดัชนีชี้แทนที่วิเคราะห์จะเห็นว่าเฟอ์ฟูรัลนำเข้าจะมีค่าสูงกว่าเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพดตามอัตราส่วนผสมเฟอ์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซล เมื่อนำมากลั่นใหม่ จะเห็นว่าวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติกลดได้มีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งเฟอ์ฟูรัลนำเข้ากับเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพด

5.4.2.3 ผลการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปรับปรุง คุณภาพน้ำมันดีเซลจากการวิเคราะห์

5.4.2.3.1 ชนิดของเฟอ์ฟูรัล ถ้าเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพดมีความบริสุทธิ์มาก จะสามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกได้เท่ากับเฟอ์ฟูรัลนำเข้า ซึ่งจะเป็นผลดีต่อประเทศไทย โดยไม่ต้องสั่งซื้อเฟอ์ฟูรัลจากต่างประเทศ เพราะ ถ้ามีโรงงานที่สามารถผลิตเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพดจะทำให้รัฐบาลไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเฟอ์ฟูรัลนำเข้าจะนั่นงานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้รัฐบาลหันมาสนใจใช้สารเฟอ์ฟูรัลในการลดปริมาณสารอะโรมาติก

5.4.2.3.2 อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของเฟอ์ฟูรัลต่อน้ำมันดีเซลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันทั้งในห้องและนอกห้องปฏิบัติการจะเห็นว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมคือเฟอ์ฟูรัล 50 ต่อ น้ำมันดีเซล 50 หรือ 1 : 1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ใช้เฟอ์ฟูรัลน้อย แต่สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกได้ดี ซึ่งจากการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการสกัดปริมาณสารอะโรมาติกโดยนำเฟอ์ฟูรัล จากซังข้าวโพดไปกลั่นใหม่แล้วนำมาผสมกับน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วน 50/50 ทดลองวิเคราะห์เสร็จแล้วนำตัวอย่างน้ำมันดีเซลที่เหลือเก็บไว้ แล้วนำมาผสมกับเฟอ์ฟูรัลที่ยังไม่ได้ผสมแล้วนำไปวิเคราะห์ ทำการสกัดจำนวน 3 ครั้ง ปรากฏว่าวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วน 50/50 หรือ 1 : 1 นั้น สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกซึ่งเป็นการใช้สารเฟอ์ฟูรัลในปริมาณน้อย ๆ แล้วนำเฟอ์ฟูรัลมากลั่นใหม่แล้วนำไปลดปริมาณสารอะโรมาติกได้อีกแต่ถ้านำไปสกัดหลายครั้งจะทำให้คุณภาพน้ำมันไม่ได้มาตรฐานกระทรวงพาณิชย์ผู้วิจัยเห็นว่าควรนำเฟอ์ฟูรัลมาสกัด 2 ครั้งจะทำให้ สารอะโรมาติกลด ลงทำให้คุณภาพด้านอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนไปซึ่งควรจะอยู่ในข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์

5.4.2.3.3 ตัวแปรของอุณหภูมิในการทดลอง ที่เก็บในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 25–39 °C และอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการที่ 40 °C ขึ้นไปที่มีแสงแดดเป็นอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกันมากนักผลการวิเคราะห์ที่ได้จึงมีค่าใกล้เคียงกันปรากฏว่าผลการวิเคราะห์ทดลองเฟอ์ฟูรัลจากซังข้าวโพดกับเฟอ์ฟูรัลจากการนำเข้ามาผสมกับน้ำมันดีเซล ที่เก็บในห้องและนอกห้องปฏิบัติการ

ปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันในน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มลดลงได้ใกล้เคียงกัน ตามอัตราส่วนผสมผลการวิเคราะห์แสดงว่าจะเก็บในอุณหภูมิแตกต่างกันก็ไม่มีผล คือเฟอร์ฟูรัลไม่สามารถลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลค่าที่วิเคราะห์ได้มีแนวโน้มใกล้เคียงกันจากการทดลองครั้งแรกเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด ลดปริมาณสารอะโรมาติกได้น้อยกว่าเฟอร์ฟูรัลจากการนำเข้าเพราะการทดลองครั้งแรกเฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพดความบริสุทธิ์มีน้อย จึงละลายสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลได้น้อย แต่น้ำมันกลั่นใหม่แล้วทดลองสามารถลดสารอะโรมาติกได้ใกล้เคียงกัน

5.4.2.3.4 ตัวแปรในด้านการศึกษาระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างไว้ 1-2 สัปดาห์ ผลวิเคราะห์ที่ได้ไม่แตกต่างกันเพราะสารละลายแยกชั้นกันอย่างสมบูรณ์แล้วผลวิเคราะห์ที่ได้จึงใกล้เคียงกันผลการทดลองลดปริมาณสารอะโรมาติกในน้ำมันดีเซลแต่ละครั้งสารอะโรมาติกจะลดลงได้ใกล้เคียงกันตามอัตราส่วนผสมแสดงว่าระยะเวลาที่ผสมเฟอร์ฟูรัลกับน้ำมันดีเซลจะเก็บไว้ 1 สัปดาห์หรือ 2 สัปดาห์หรือนาน ๆ เฟอร์ฟูรัลไม่มีผลต่อการลดปริมาณสารอะโรมาติก คือ ถ้าผสมไว้นานปริมาณสารอะโรมาติกก็ไม่ลดลง

5.5 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.5.1 การกลั่นเฟอร์ฟูรัลควรหาวิธีในการกลั่นให้ได้ปริมาณเฟอร์ฟูรัลมากเฟอร์ฟูรัลเป็นสารที่สามารถสกัดได้จากวัสดุดิบ ที่มีเพนโทแซนเป็นองค์ประกอบในประเทศไทยยังมีพืชอีกหลายชนิดที่มีสารประกอบพวกเพนโทแซนเป็นองค์ประกอบ เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาทำการสกัดเฟอร์ฟูรัล

5.5.2 ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซล ด้วยเฟอร์ฟูรัล ควรศึกษาอัตราส่วนในการใช้ปริมาณเฟอร์ฟูรัลผสมกับน้ำมันดีเซลเพื่อลดปริมาณสารอะโรมาติกในอัตราส่วนปริมาณเฟอร์ฟูรัลน้อยจะได้ประหยัด

5.5.3 ควรที่จะนำเฟอร์ฟูรัลไปใช้กับน้ำมันชนิดอื่นบ้าง เพื่อใช้ลดความหนืด เช่น น้ำมันหล่อลื่นหรือเป็นตัวช่วยในการทำความสะอาดของน้ำมันเครื่องหรือเป็นตัวแยกสารอะโรมาติกในน้ำมันชนิดอื่น ๆ

5.5.4 ควรศึกษาสภาวะที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิสูง ๆ

5.6 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.6.1 ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลโดยใช้เฟอร์ฟูรัลที่ กลั่นได้จากซังข้าวโพดเป็นตัวทำละลายสกัดสารอะโรมาติก

5.6.2 เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมที่จะใช้เฟอร์ฟูรัลเป็นตัวทำละลายหรือเป็นสารตั้งต้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2539. รายงานผลการสำรวจข้าวโพดเลี้ยง สัตว์ รุ่น ที่ 1 ปีการเพาะปลูก 2538-2539. กรุงเทพฯ : สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. เอกสารอัดสำเนา.
- สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. 2522. รายงานการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัยข้าวโพด อ้อยมัน สัมปะ หลังระหว่าง 2522-2524. กรุงเทพฯ : กองวิเคราะห์โครงการและประเมินผล. เอกสารอัดสำเนา.
- กระทรวงพาณิชย์. 2538. เรื่องกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลสำหรับใช้กับเครื่องยนต์. กรุงเทพฯ : ฉบับที่ 3. ประกาศกระทรวง.
- จันทนา พุทธาธร. 2528. “เฟอร์พัวร์จากขังข้าวโพด.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตพล ขำเลิศ. 2535. “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำมันเครื่องยนต์ที่ใช้ในงานใน กรุงเทพฯ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีรารัง โขตะมั่งสะ และสุจิตต์ สนองคุณ. 2538. เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร.
- วุฒิพล ท้วมภูมิจาน. 2539. “การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์เพื่อใช้สังเคราะห์ก๊าซโซลีน.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรเชษฐ อมรสิน และรัชณี ทรัพย์มี. 2536. “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นเฟอร์พัวร์จากขานอ้อย.” ภาควิชาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- สมศักดิ์ ศรีวานิชภูมิ. 2538. “การบำบัดน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วด้วยไฮโดรเจนแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุการ คำล้วน และศักดิ์สิทธิ์ เดชอนันต์. 2539. “การศึกษาการสกัดเฟอร์พัวร์จากฟางข้าว.” ภาควิชาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- อภิชัย สิริทัศนกุล. 2529. “การตกผลึกไขพาราฟินในน้ำมันไลต์ดีเซลที่ได้จากโรงกลั่นฝาง จังหวัดเชียงใหม่.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Annual Book of ASTM. 1994. **Standards Petroleum Products and Lubricants :**

(111) : D.2597-D4629 Volume 05.02 section 5.

Helrich, Kenneth. 1990. **Association of Official Analytical Chemists.** USA : Inc. Arlington, Virginia 22201

UNCTAD.GATT. 1978. **Making and Marketing Furfural.** Geneva : International Trade Centre.

Miller, Ryle. and Ethel B. 1976. **Institut francais de petrole Manual of Economic Analysis of Chemical Process.** New York : McGraw-Hill Book Company.

Nelson, W.L. 1965. **Petroleum Refinery Engineering.** New York : McGraw-Hill Book Co., 4 Th ed.

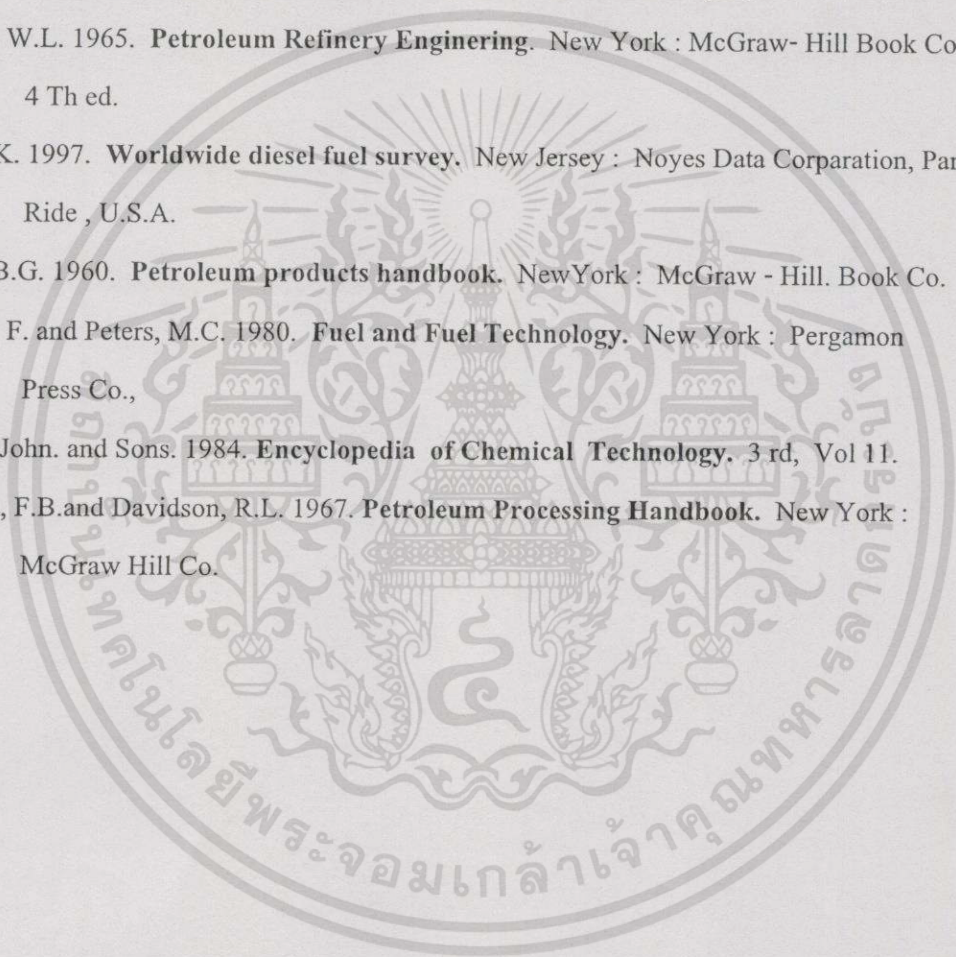
Pau, J.K. 1997. **Worldwide diesel fuel survey.** New Jersey : Noyes Data Corporation, Park Ridge, U.S.A.

Virgil, B.G. 1960. **Petroleum products handbook.** New York : McGraw - Hill. Book Co.

Wilfrid, F. and Peters, M.C. 1980. **Fuel and Fuel Technology.** New York : Pergamon Press Co.,

Wiley, John. and Sons. 1984. **Encyclopedia of Chemical Technology.** 3 rd, Vol 11.

William, F.B. and Davidson, R.L. 1967. **Petroleum Processing Handbook.** New York : McGraw Hill Co.





f

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับหาปริมาณสารเฟอร์ฟูรอล

ปิเปตสารละลายมาตรฐานเฟอร์ฟูรอล 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นใน Volumetric flask 100 มิลลิลิตร เตรียม Stock Solution ปิเปตสารละลายใน 100 มิลลิลิตร มา 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นใน Volumetric flask 500 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 116 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำ Calibration Curve ให้มีความเข้มข้น 1, 3, 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเตรียมจาก Stock ใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$ เช่น เตรียม 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

$$116 \times V_1 = 3 \times 100$$

$$V_1 = \frac{3 \times 100}{116}$$

$$116$$

$$V_1 = 2.586$$

ดังนั้นปิเปตสารละลายที่เตรียมไว้ 2.586 แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ก็จะได้สารละลายมาตรฐานเข้มข้นเท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 1 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้สูตรเดียวกัน

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารอะโรมาติก

การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารอะโรมาติก โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ High Performance Liquid Chromatography, (HPLC) ตามวิธีของ IP 391/90 การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับทำ Calibration Curve เตรียม 3 จุด ตาม IP Method A, B, C

วิธีการเตรียม

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน จุด A เตรียมเป็น % ปริมาตรต่อปริมาตร

1.1 ใช้อัตราส่วน P-Xylene ที่บริสุทธิ์ ปิเปตมา 1.5 มิลลิลิตร

1.2 เตรียม Naphthalene 1 มิลลิลิตร แต่ Naphthalene เป็นของแข็ง ดังนั้น เตรียม Naphthalene โดยใช้สูตร $D = M/V$, $D =$ ความหนาแน่น, $M =$ มวล (กรัม), $V =$ ปริมาตร (มิลลิลิตร) แทนค่าความหนาแน่นของ Naphthalene เท่ากับ 1.162 g/ml ค่าปริมาตรตาม Method เท่ากับ 1 มิลลิลิตร ดังนั้นต้องชั่ง Naphthalene เท่ากับ 1.162 กรัม ผสมกับ P-xylene แล้วเติม Cyclohexane ทำให้ปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้น P-xylene จะมีความเข้มข้น 15% ปริมาตรต่อปริมาตร Naphthalene จะมีความเข้มข้นเป็น 10% ปริมาตรต่อปริมาตร

2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน จุด B

2.1 เตรียม P-xylene 1 มิลลิลิตร

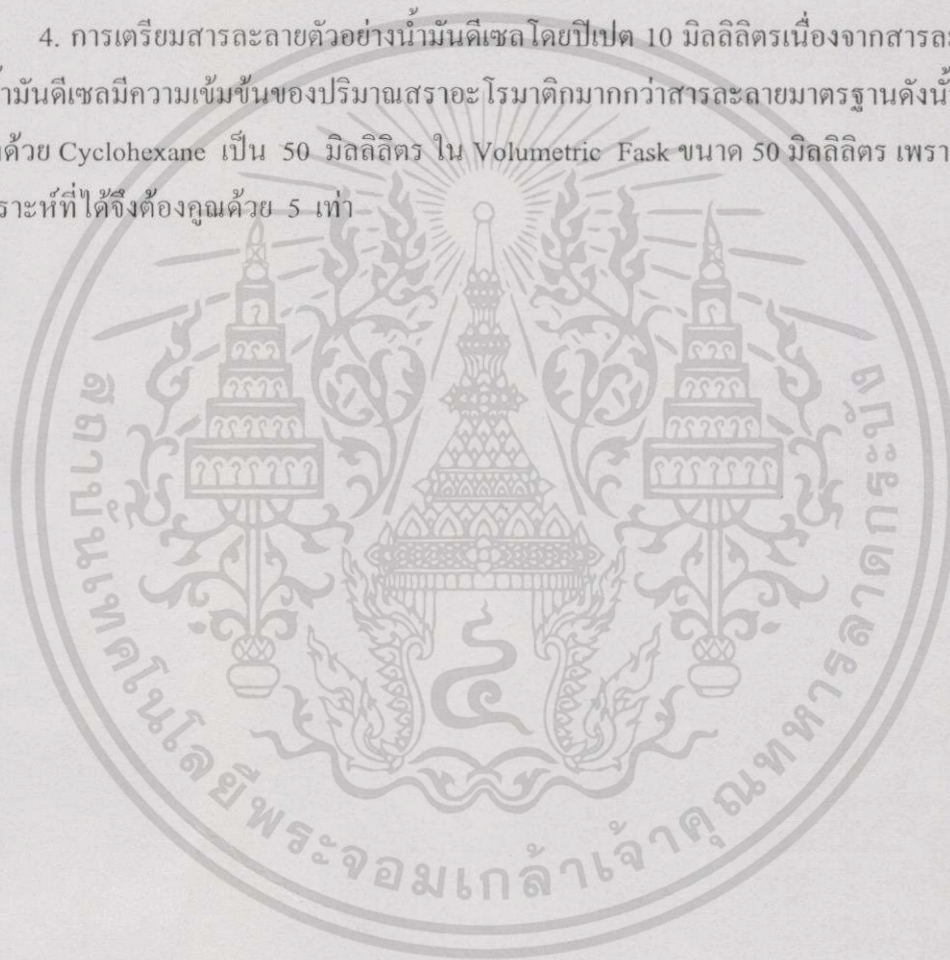
2.2 เตรียม Naphthalene 0.5 มิลลิลิตร โดยใช้สูตร $D = M/V$ ซึ่ง Naphthalene มา 0.581 กรัม ผสมกับ P-xylene 1 มิลลิลิตร แล้วเติม Cyclohexane ให้เป็น 10 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้นเป็น 10, 5 % ปริมาตรต่อปริมาตรตามลำดับ

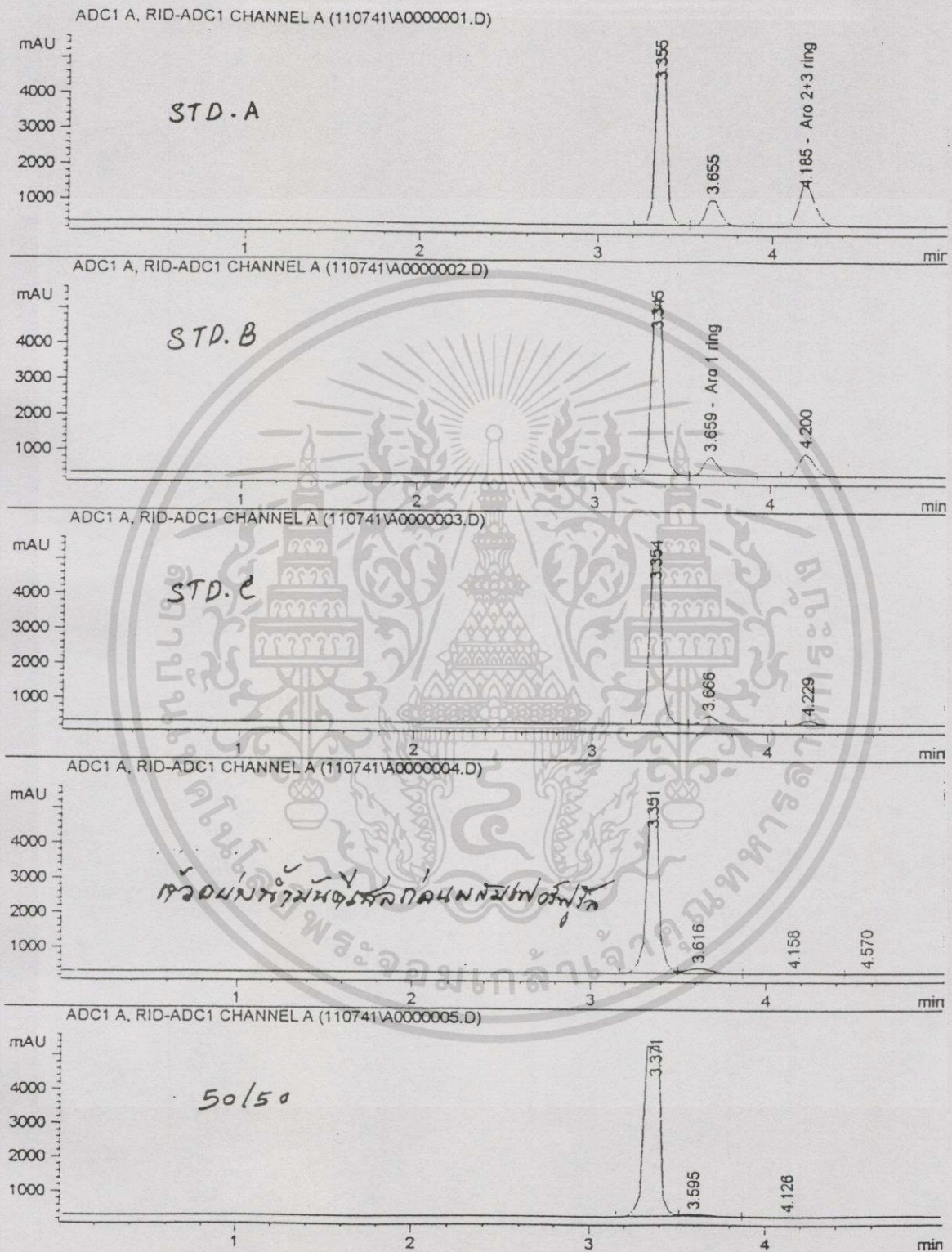
3. เตรียมสารละลายมาตรฐานจุด C

3.1 เตรียม P-xylene 0.5 มิลลิลิตร

3.2 เตรียม Naphthalene 0.1 มิลลิลิตร โดยใช้ Naphthalene มาเท่ากับ 0.2324 กรัม ผสมกับ P-xylene เติม Cyclohexane ให้เป็น 10 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้นเป็น 5, 1 % ปริมาตรต่อปริมาตรตามลำดับ

4. การเตรียมสารละลายตัวอย่างน้ำมันดีเซลโดยปิเปต 10 มิลลิลิตรเนื่องจากสารละลายตัวอย่างน้ำมันดีเซลมีความเข้มข้นของปริมาณสารอะโรมาติกมากกว่าสารละลายมาตรฐานดังนั้น จึงเจือจางด้วย Cyclohexane เป็น 50 มิลลิลิตร ใน Volumetric Fask ขนาด 50 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นผลวิเคราะห์ที่ได้จึงต้องคูณด้วย 5 เท่า





ภาพที่ 6.1 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารอะโรมาติกด้วยเครื่อง HPLC และตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ลดปริมาณสารอะโรมาติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ซังข้าวโพด

ซังข้าวโพดที่บดละเอียด

ภาพที่ 6.2 ภาพแสดงซังข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 6.3 ภาพแสดงซังข้าวโพดบด 10 กรัม ผสมกับกรดซัลฟูริก 35 % จำนวน 100 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

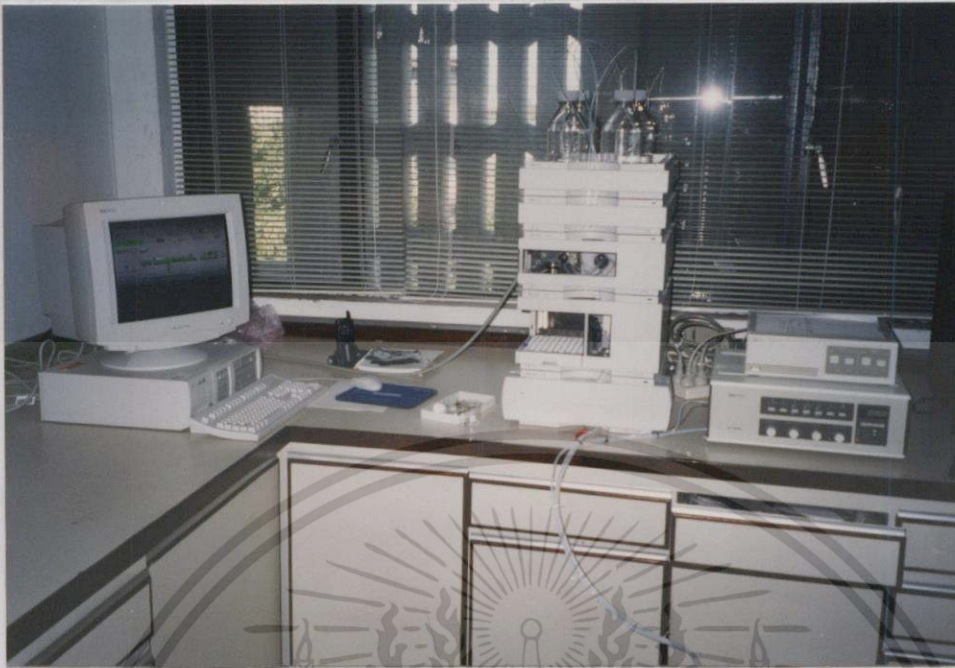


ภาพที่ 6.4 ภาพแสดงสารละลายที่กลั่นได้และทดสอบคุณภาพของสารละลายที่ กลั่น ได้

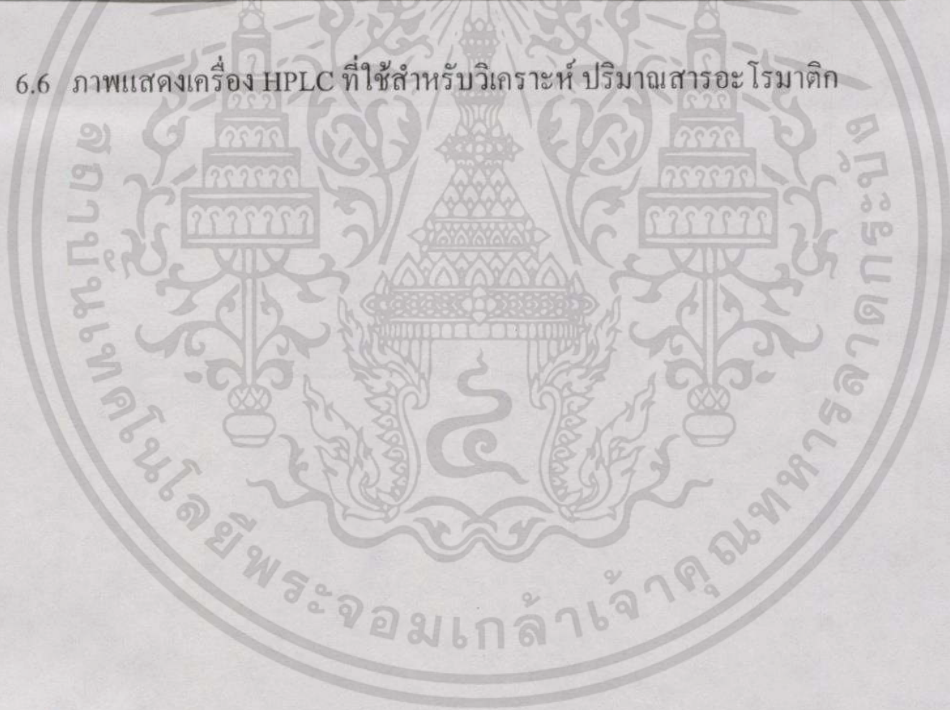


ภาพที่ 6.5 ภาพแสดงการทดลองผสมเฟอ์ฟูร์ลกับน้ำมันเฟอ์ฟูร์ลกับน้ำมันดีเซลที่ใช้กรวยแยก
ระหว่างน้ำมันดีเซลผสมเฟอ์ฟูร์ลกับน้ำมันดีเซลก่อนผสมเฟอ์ฟูร์ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



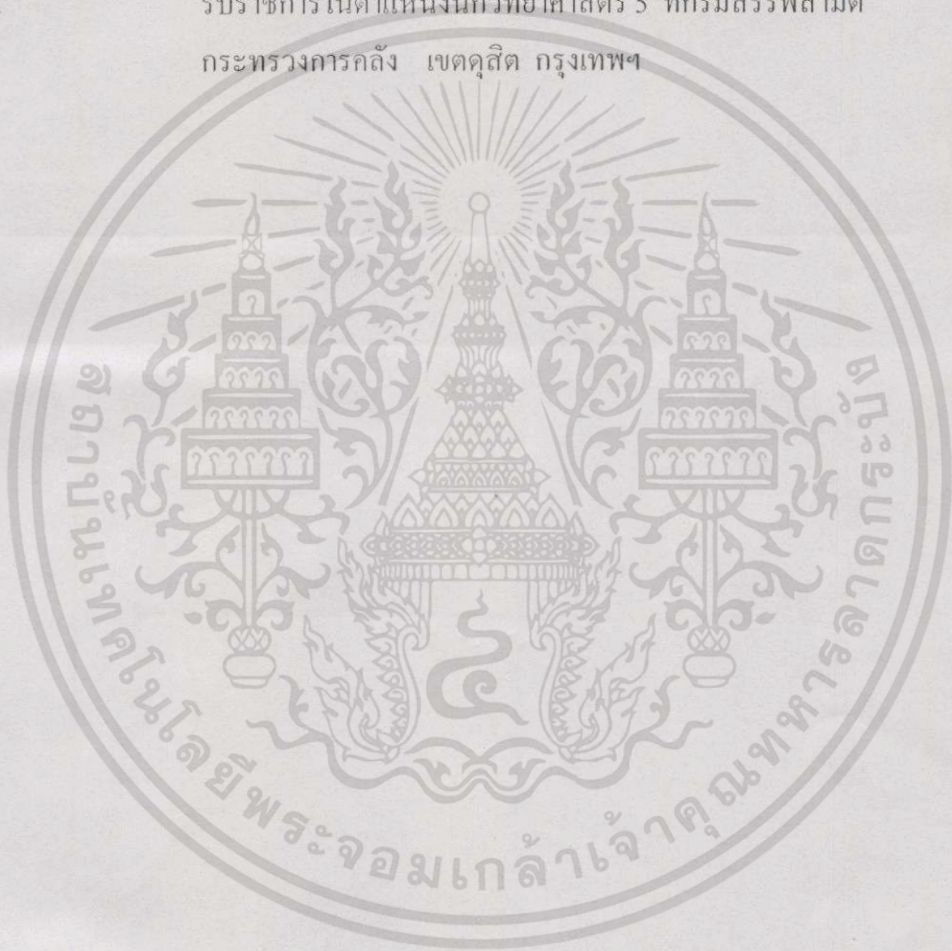
ภาพที่ 6.6 ภาพแสดงเครื่อง HPLC ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ ปริมาณสารอะโรมาติก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ - สกุล นายกิตติภพ สำราญ
- เกิดวันที่ 17 พฤษภาคม 2511
- สถานที่สำเร็จการศึกษา ระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนวัดอินทรวีหาร เขตบางขุนพรหม กรุงเทพฯ
สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเคมี จากสถาบันราชภัฏ
สวนดุสิต กรุงเทพฯ
- ปัจจุบัน รับราชการในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 5 ที่กรมสรรพสามิต
กระทรวงการคลัง เขตดุสิต กรุงเทพฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้