

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเครื่องปฏิกรณ์แบบแบดซ์ และหาภาวะที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวและดีเซลมากที่สุด โดยตัวแปรที่ศึกษาคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา เวลาในการทำปฏิกิริยา ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

4.1 คุณสมบัติและองค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่า

4.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบจำลองการกลั่น

องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าหาได้จากการนำน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่ามาวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบจำลองการกลั่น องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าดังตารางที่ 4.1

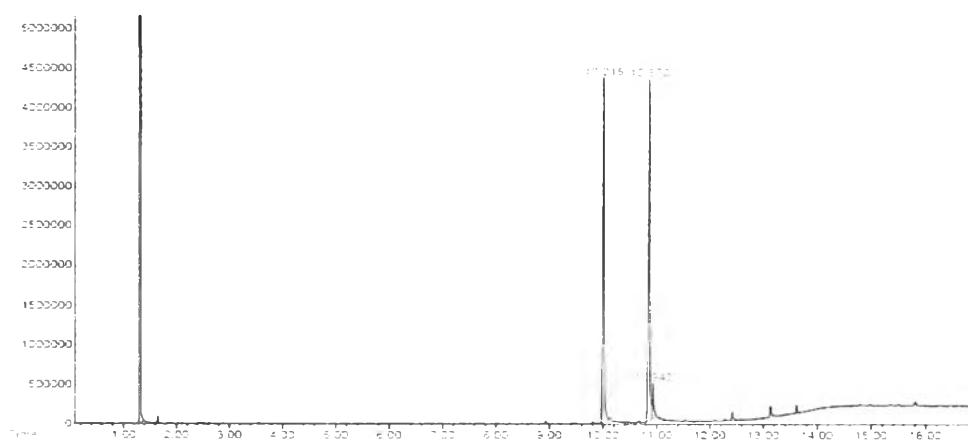
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าก่อนการศึกษาการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา

จุดเดือด (องศาเซลเซียส)	องค์ประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
IBP-200	naphtha (C ₅ -C ₁₂)	3.75
200-250	kerosene (C ₁₂ -C ₁₅)	0.63
250-370	diesel (C ₁₅ -C ₃₃)	45.00
370-FBP	long Residue (>C ₃₃)	55.00

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบจำลองการกลั่นก่อนนำไปศึกษาการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาพบว่าน้ำมันมีองค์ประกอบในช่วงของกากน้ำมัน (long residue) มากที่สุดคือร้อยละ 55.00 โดยน้ำหนัก และมีองค์ประกอบในช่วงเคโรซีนน้อยที่สุดคือร้อยละ 0.63 โดยน้ำหนัก

4.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าด้วยเครื่องโครมาโทกราฟี ประกอบกับแมสสเปกโตรมิเตอร์

การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าทำได้โดยการนำน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโตรมิเตอร์ องค์ประกอบของน้ำมันที่ได้แสดงดังรูปภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.2



รูปภาพที่ 4.1 องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีประกอบ
กับแมสสเปกโตรมิเตอร์

การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าก่อนการนำไปแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโตรมิเตอร์ พบว่าเกิดพีคที่เวลา 10.015, 10.872 และ 10.943 ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.1 ซึ่งองค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 4.1 และพบว่าพีคที่เวลา 12.300 เป็นต้นไป อาจมีสารประกอบไตรกลีเซอไรด์และโมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโตรมิเตอร์

พีค	องค์ประกอบ	สูตรเคมี
10.015	n-hexadecanoic acid	$C_{16}H_{32}O_2$
10.872	9-Octadecenoic acid	$C_{18}H_{34}O_2$
10.943	Octadecanoic acid	$C_{18}H_{34}O_2$

4.2 สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

4.2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของแมกนีเซียมออกไซด์ด้วยเทคนิค XRF

การวิเคราะห์องค์ประกอบของแมกนีเซียมออกไซด์เป็นการนำตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRF องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์

Magnesium oxide (Element)	Compound	Concentration (%weight)
Mg	MgO	99.06
S	SO ₃	0.33
Ca	CaO	0.30
Na	Na ₂ O	0.23

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์ด้วยเทคนิค XRF พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์ที่นำมาใช้ทำปฏิกิริยาประกอบไปด้วยออกไซด์ของโลหะแมกนีเซียมร้อยละ 99.06 โดยน้ำหนัก

4.2.2 การวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นการนำตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค BET พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมดของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

ตัวเร่งปฏิกิริยา	พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด (S_{BET}) (ตารางเมตร/กรัม)	ปริมาตรรูพรุน (Pore volume) (ลูกบาศก์เซนติเมตร/กรัม)
แมกนีเซียมออกไซด์	89.00	0.076
ถ่านกัมมันต์	739.97	0.148

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด (surface area) ของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์มีพื้นที่ผิวรู

พรุณทั้งหมดเท่ากับ 89.00 ตารางเมตรต่อกรัม และมีปริมาตรพรุณเท่ากับ 0.076 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ส่วนถ่านกัมมันต์มีพื้นที่ผิวพรุณทั้งหมดเท่ากับ 739.97 ตารางเมตรต่อกรัม และมีปริมาตรพรุณเท่ากับ 0.148 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม

4.3 ผลการทดลองที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าด้วยแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

4.3.1 การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลสองระดับเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ โดยตัวแปรที่ศึกษาคือ อุณหภูมิที่ทำการทดลอง เวลาที่ใช้ในการทดลอง ความดันของไฮโดรเจนเริ่มต้น และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา จำนวนการทดลองคือ 2^4 เท่ากับ 16 การทดลอง ทำซ้ำทุกการทดลอง ผลของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5 ค่าความน่าเชื่อถือของการทดลองแสดงในรูปภาพที่ 4.2 และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์แสดงในรูปภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.5 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา
ของน้ำมันจากทะเลสาบปลาที่ภาวะต่างๆ

การ ทดลอง	ตัวแปร				ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง ของเชื้อเพลิง ชีวภาพเหลว* (%wt)
	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส), A	เวลา (นาที), B	ความดันแก๊ส ไฮโดรเจน เริ่มต้น (บาร์), C	ตัวเร่ง ปฏิกิริยา (%w/w), D	
1					74.42
2	380	30	1	1	74.21
3					76.00
4	440	30	1	1	74.41
5					70.04
6	380	60	1	1	67.84
7					95.34
8	440	60	1	1	95.03
9					80.81
10	380	30	5	1	78.50
11					94.24
12	440	30	5	1	93.42
13					81.19
14	380	60	5	1	81.06
15					95.33
16	440	60	5	1	93.65
17					72.48
18	380	30	1	5	70.18
19					84.40
20	440	30	1	5	85.38
21					75.46
22	380	60	1	5	73.28
23					93.11
24	440	60	1	5	92.92

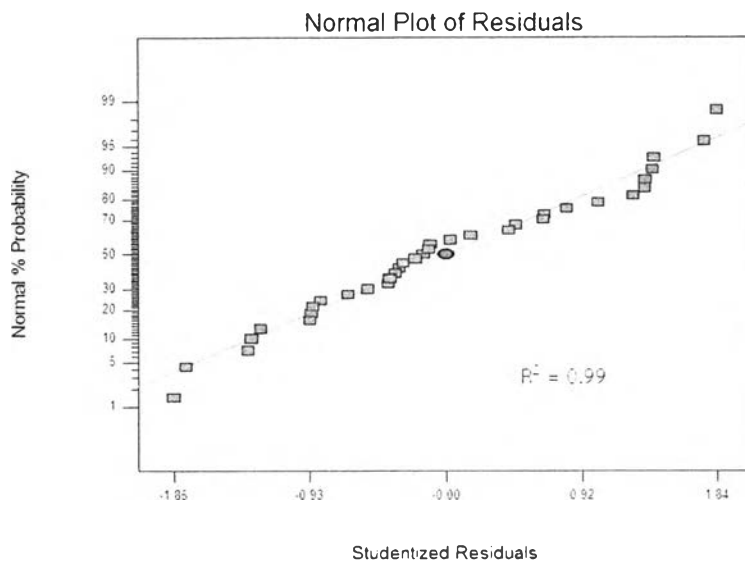
ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ปริมาณร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิง
แรงปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าที่ภาวะต่างๆ

การ ทดลอง	ตัวแปร				ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง ของเชื้อเพลิง ชีวภาพเหลว* (%wt)
	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส), A	เวลา (นาที), B	ความดันแก๊ส ไฮโดรเจน เริ่มต้น (บาร์), C	ตัวเร่ง ปฏิกิริยา (%w/w), D	
25					80.61
26	380	30	5	5	81.74
27					84.48
28	440	30	5	5	85.08
29					83.30
30	380	60	5	5	81.63
31					98.41
32	440	60	5	5	98.47
33					72.29
34	410	45	3	3	70.69
35					72.29

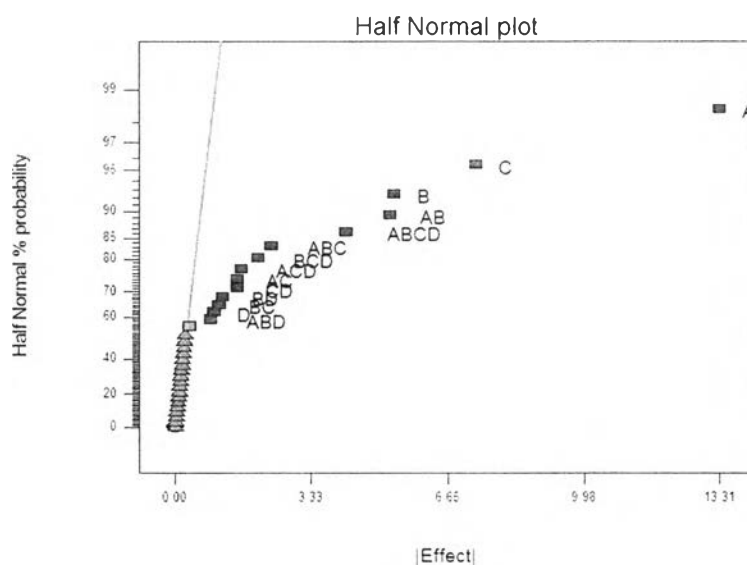
*หมายเหตุ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงเหลว = $\frac{\text{long residue}_{\text{before}} - \text{long residue}_{\text{actual}}}{\text{long residue}_{\text{before}}}$

เมื่อ $\text{long residue}_{\text{actual}} = \frac{\text{long residue}_{\text{after}} \times \% \text{liquid yield}}{100}$

การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลสองระดับเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณ
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงแรงปฏิกิริยาของน้ำมันจาก
ทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ พบว่าค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของ
เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้อยู่ในช่วงร้อยละ 67.84 - 98.47 โดยน้ำหนัก



รูปภาพที่ 4.2 Normal probability plot of residuals ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล้าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์



รูปภาพที่ 4.3 Half Normal plot ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล้าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

รูปภาพที่ 4.2 แสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ทำการทดลองได้ พบว่าสมการมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและค่า $R^2 = 0.99$ ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไปได้

รูปภาพที่ 4.3 แสดงถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลจะออกห่างจากข้อมูลอื่นที่อยู่บนเส้นตรง พบว่าตัวแปรที่ออกห่างจากเส้นตรงมากที่สุดคืออุณหภูมิ (A) แสดงว่าอุณหภูมิมีผลกระทบต่อร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวมากที่สุด รองลงมาคือเวลา (B) ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น (C) ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (D) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (AB) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (AC) อันตรกิริยาระหว่างเวลากับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (BC) อันตรกิริยาระหว่างเวลากับปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (BD) อันตรกิริยาระหว่างความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นกับปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (CD) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลาและความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (ABC) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลาและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ABD) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ACD) อันตรกิริยาระหว่างเวลากับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (BCD) และอันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลากับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ABCD) ตามลำดับ เมื่อคำนวณด้วยโปรแกรม Design – Expert ดังที่แสดงในตาราง 4.6 จะบ่งบอกว่าตัวแปรดังกล่าวมีค่า $Prob > F$ น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ และจากการคำนวณของโปรแกรมพบว่าสมการที่บอกถึงร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่เกิดจากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์คือ

$$\begin{aligned} \text{liquid Conversion} = & +83.33+6.65A+2.68B+3.67C+0.48D+2.62AB- \\ & 0.54BC+0.59BD-0.76CD-1.18ABC-0.44ABD- \\ & 0.81ACD+1.02BCD+2.09ABCD \end{aligned}$$

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวจาก การแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์ และถ่านกัมมันต์

Source	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	F value	Prob > F
Model	2607.18	14	186.23	189.83	< 0.0001
A	1416.45	1	1416.45	1443.86	< 0.0001
B	229.23	1	229.23	233.67	< 0.0001
C	430.88	1	430.88	439.22	< 0.0001
D	7.44	1	7.44	7.58	0.0126
AB	220.45	1	220.45	224.71	< 0.0001
AC	18.68	1	18.68	19.04	0.0003
BC	9.46	1	9.46	9.64	0.0058
BD	10.99	1	10.99	11.20	0.0034
CD	18.59	1	18.59	18.95	0.0003
ABC	44.58	1	44.58	45.44	< 0.0001
ABD	6.28	1	6.28	6.41	0.0204
ACD	21.21	1	21.21	21.62	0.0002
BCD	33.07	1	33.07	33.71	< 0.0001
ABCD	139.87	1	139.87	142.58	< 0.0001
Residual	18.64	19	0.98		
Cor Total	2992.87	34			

4.3.2 การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลสองระดับเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ มีตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในปฏิกิริยา ความดันของไฮโดรเจนเริ่มต้น และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา มีจำนวนการทดลองแบบแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย คือ 2^4 เท่ากับ 16 การทดลอง ทำซ้ำทุกการทดลอง ผลของร้อยละดีเซลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.7 ค่าความน่าเชื่อถือของการทดลองแสดงในรูปภาพที่ 4.4 และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์แสดงในรูปภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจาก ทะลายปาล์มเปล่าที่ภาวะต่างๆ

การทดลอง	ตัวแปร				ร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซล* (%wt)
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส), A	เวลา (นาที), B	ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น (บาร์), C	ตัวเร่งปฏิกิริยา (%w/w), D	
1					76.25
2	380	30	1	1	79.37
3					47.50
4	440	30	1	1	45.00
5					67.50
6	380	60	1	1	73.75
7					30.00
8	440	60	1	1	32.50
9					80.00
10	380	30	5	1	81.25
11					50.00
12	440	30	5	1	50.00
13					80.00
14	380	60	5	1	78.75
15					31.25
16	440	60	5	1	33.75
17					75.00
18	380	30	1	5	75.00
19					47.50
20	440	30	1	5	50.00
21					73.75
22	380	60	1	5	75.00
23					53.75
24	440	60	1	5	50.00

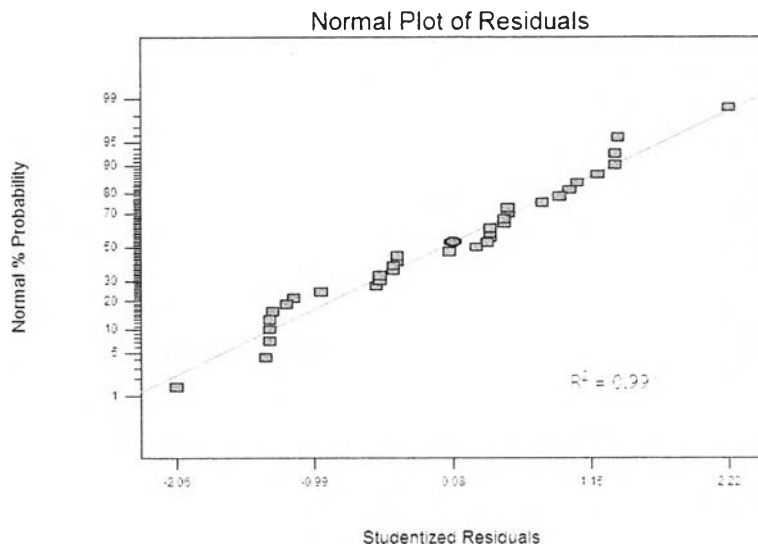
ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปลาที่ภาวะต่างๆ

การทดลอง	ตัวแปร				ร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซล* (%wt)
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส), A	เวลา (นาที), B	ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น (บาร์), C	ตัวเร่งปฏิกิริยา (%w/w), D	
25	380	30	5	5	81.25
26	440	30	5	5	83.75
27	380	60	5	5	45.00
28	440	60	5	5	46.25
29	380	60	5	5	80.00
30	410	45	3	3	77.50
31	440	45	3	3	77.50
32	440	60	5	5	43.75
33	440	60	5	5	40.00
34	410	45	3	3	58.75
35	410	45	3	3	55.00
35	410	45	3	3	57.50

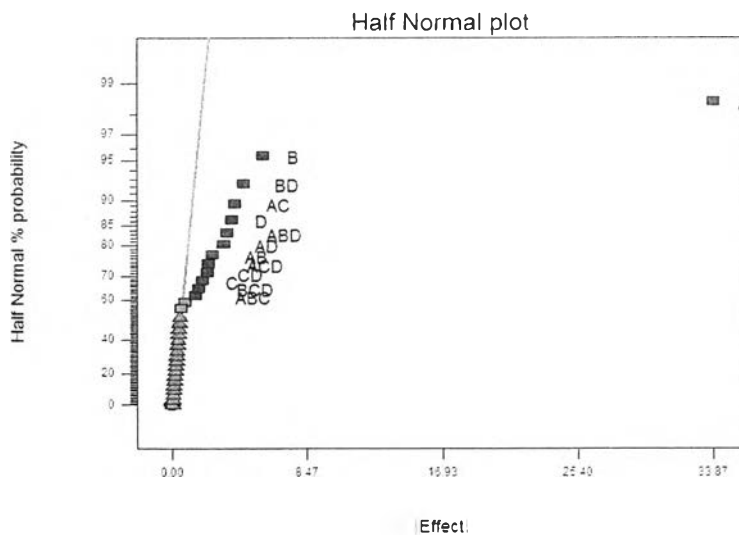
*หมายเหตุ ร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลมาจากการนำผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการทำการทดลองในแต่ละครั้งไปวิเคราะห์องค์ประกอบตามคาบจุดเดือดด้วยเครื่องDGC

ผลการศึกษการทดลองแบบแฟกทอเรียลสองระดับเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปลาบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ พบว่าค่าร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้อยู่ในช่วงร้อยละ 30.00 – 83.75 โดยน้ำหนัก





รูปภาพที่ 4. 4 Normal probability plot of residuals ของร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์



รูปภาพที่ 4. 5 Half Normal plot ของร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

รูปภาพที่ 4.4 แสดงความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ทำกรทดลองได้ พบว่าสมการมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและค่า $R^2 = 0.99$ ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไปได้

รูปภาพที่ 4.5 แสดงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อร้อยละผลผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญจะเบี่ยงเบนจากข้อมูลอื่นที่อยู่บนเส้นตรง พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบตามคาบจุดเดือดในช่วงของดีเซลมากที่สุดคือ อุณหภูมิ (A) ในขณะที่ เวลาที่ใช้ในปฏิกิริยา (B) ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น (C) ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (D) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (AB) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (AC) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (AD) อันตรกิริยาระหว่างเวลากับปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (BD) อันตรกิริยาระหว่างความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นกับปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (CD) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลาและความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (ABC) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับเวลาและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ABD) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ACD) และอันตรกิริยาระหว่างเวลากับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (BCD) มีผลต่อร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบตามคาบจุดเดือดในช่วงของดีเซลรองลงมา ตามลำดับ เมื่อคำนวณด้วยโปรแกรม Design – Expert แสดงในตาราง 4.8 พบว่า ตัวแปรดังกล่าวมีค่า Prob > F น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีการกระจายตัวตามคาบจุดเดือดในช่วงของดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ และจากการคำนวณของโปรแกรมพบว่าสมการที่บอกถึงร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่เกิดจากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์คือ

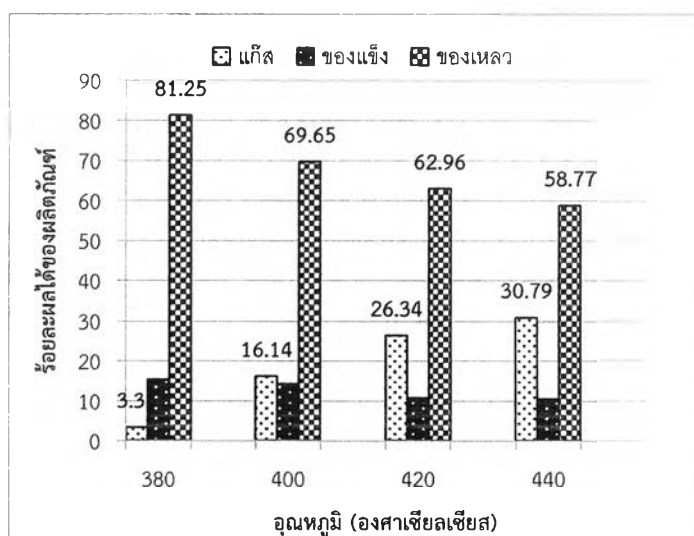
$$\text{diesel} = +60.45 - 16.93A - 2.87B + 0.96C + 1.89D - 1.27AB - 1.97AC + 1.62AD + 2.25BD - 1.11CD - 0.76ABC + 1.74ABD - 1.15ACD - 0.84BCD$$

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่ง
ปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปลาบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

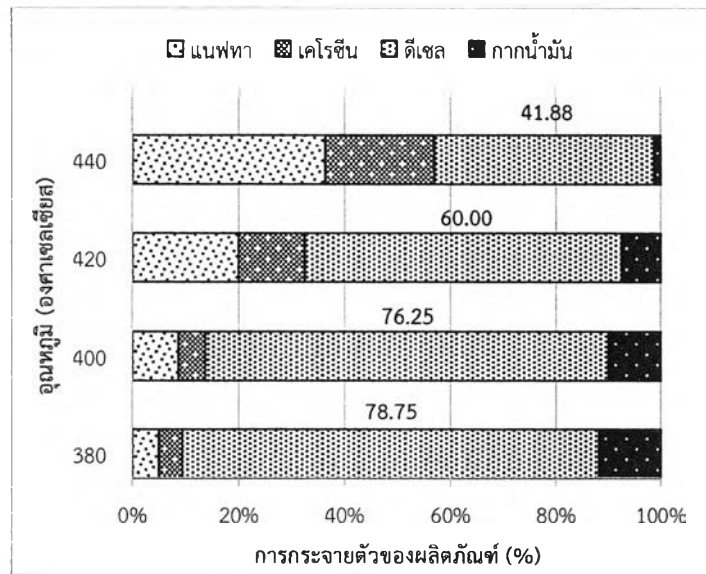
Source	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	F value	Prob > F
Model	10225.28	13	786.56	207.65	< 0.0001
A	9175.72	1	9175.72	2422.36	< 0.0001
B	263.75	1	263.75	69.63	< 0.0001
C	29.32	1	29.32	7.74	0.0115
D	114.87	1	114.87	30.33	< 0.0001
AB	51.59	1	51.59	13.62	0.0014
AC	124.54	1	124.54	32.88	< 0.0001
AD	84.08	1	84.08	22.20	0.0001
BD	161.42	1	161.42	42.61	< 0.0001
CD	39.67	1	39.67	10.47	0.0041
ABC	18.56	1	18.56	4.90	0.0386
ABD	96.71	1	96.71	25.53	< 0.0001
ACD	42.48	1	42.48	11.21	0.0032
BCD	22.56	1	22.56	5.96	0.0241
Residual	75.76	20	3.79		
Cor Total	10332.107	34			

4.3.3 อิทธิพลของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปลาบบน แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปลาบบน แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ ปริมาณร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แสดงดังรูปภาพที่ 4.6 และร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ดังรูปภาพที่ 4.7



รูปภาพที่ 4.6 ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

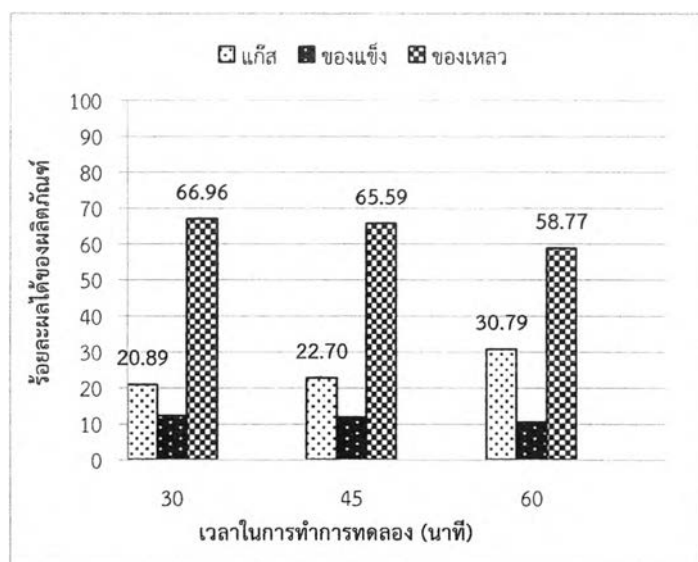


รูปภาพที่ 4.7 ร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลาะปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

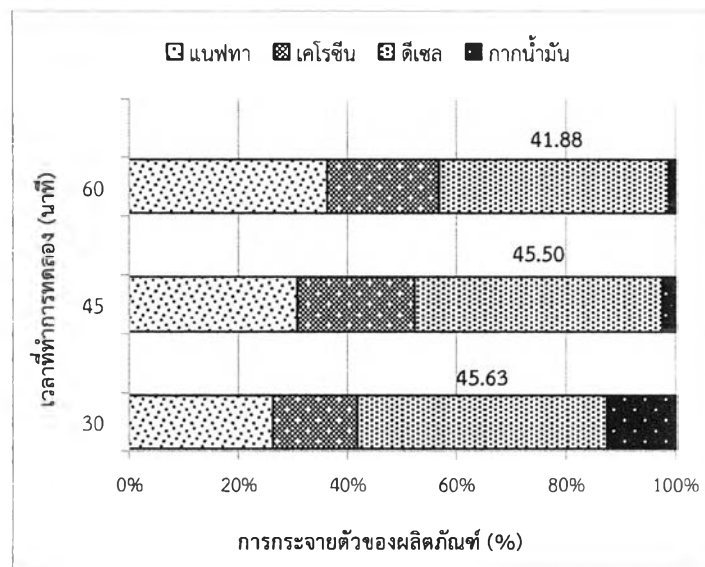
รูปภาพที่ 4.6 แสดงถึงร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลาะปาล์มที่เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 380 – 440 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวลดลงจาก 81.25 เป็น 58.77 โดยน้ำหนัก และปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สเพิ่มขึ้นจาก 3.31 เป็น 30.79 โดยน้ำหนัก และรูปภาพที่ 4.7 แสดงถึงการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลาะปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 380 – 440 องศาเซลเซียส พบว่าร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลลดลงจากร้อยละ 78.75 เป็นร้อยละ 41.87 โดยน้ำหนัก ซึ่งพออธิบายได้ว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะมีผลอย่างมากต่อการแตกตัวด้วยความร้อน (thermal cracking) โดยเมื่อให้ความร้อนในช่วงแรกจะมีบทบาทอย่างมากต่อการแตกตัวของโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์กรดไขมันไปเป็นสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลาง พร้อมกันนี้พบว่าความร้อนจะช่วยสลายพันธะของกรดไขมันโดยเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน โดยพบว่าเมื่อเก็บตัวอย่างแก๊สแล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีจะให้พีคของคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น และเมื่อปฏิกิริยาดำเนินต่อไปความร้อนก็จะมีอิทธิพลต่อการแตกตัวของสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลางพร้อมกับเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic cracking) ซึ่งอาจมีปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) ร่วมด้วย เกิดไปเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนขนาดเล็กที่มีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

4.3.4 อิทธิพลของเวลาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

การศึกษาอิทธิพลของเวลาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แสดงดังรูปภาพที่ 4.8 และร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แสดงดังรูปภาพที่ 4.9



รูปภาพที่ 4.8 ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก



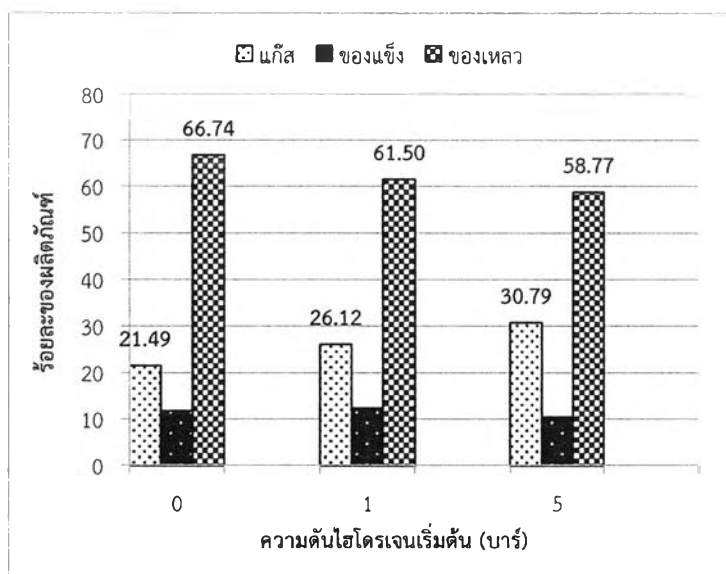
รูปภาพที่ 4.9 ร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์ม เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

รูปภาพที่ 4.8 แสดงถึงร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาทำการทดลองจาก 30- 60 นาที พบว่าเมื่อใช้เวลาในการทดลองเพิ่มขึ้น ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวลดลงจากร้อยละ 66.96 เป็น 58.77 โดยน้ำหนัก และผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20.89 เป็น 30.79 โดยน้ำหนัก ซึ่งพออธิบายได้ว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะมีผลอย่างมากต่อการแตกตัวด้วยความร้อน (thermal cracking) โดยเมื่อให้ความร้อนในช่วงแรกจะมีบทบาทอย่างมากต่อการแตกตัวของโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์กรดไขมันไปเป็นสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลาง พร้อมกันนี้พบว่าความร้อนจะช่วยสลายพันธะของกรดไขมันโดยเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน โดยพบว่าเมื่อเก็บตัวอย่างแก๊สแล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีจะให้พีคของคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น และเมื่อใช้เวลาดำเนินปฏิกิริยาต่อไป ปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยความร้อนยังผลต่อการแตกตัวต่อไปของสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลางไปเป็นขนาดเล็กพร้อมกับเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic cracking) ซึ่งอาจมีปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) ร่วมด้วย เกิดไปเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนขนาดเล็กและแก๊สไฮโดรคาร์บอน จึงพบว่าปริมาณผลิตภัณฑ์ของเหลวมีปริมาณลดลง และเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สเพิ่มขึ้น รูปภาพที่ 4.9 แสดงถึงการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาจาก 30 – 60 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลมีปริมาณลดลงเมื่อใช้เวลาในการทดลองเพิ่มขึ้น เนื่องจากเวลาในการ

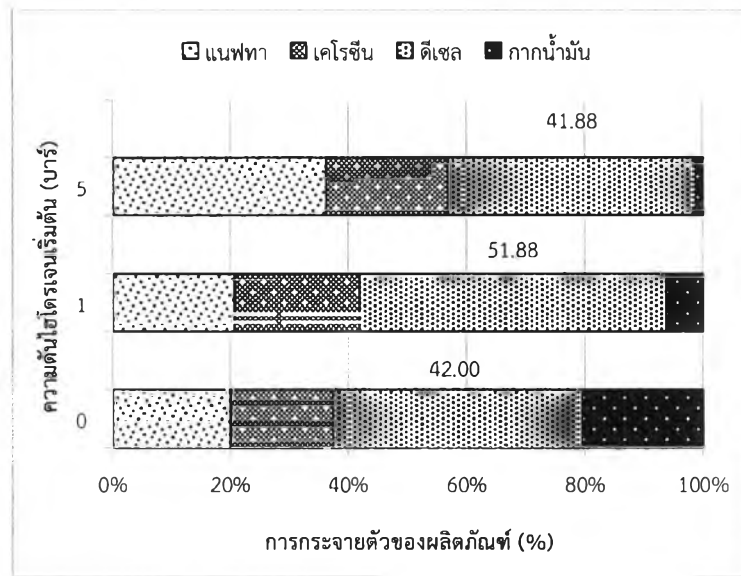
ทดลองที่นานขึ้นทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงมากกว่า จึงเกิดการแตกตัวด้วยความร้อนอย่างรุนแรงทำให้โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดใหญ่แตกตัวเป็นโมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดเล็กจำพวกเนฟทาและเคโรซีน และแก๊สไฮโดรคาร์บอน แสดงในรูปภาพ 4.9

4.3.5 อิทธิพลของความดันที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาปาล์มเปล่าบน แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

จากการศึกษาอิทธิพลของความดันที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาปาล์มเปล่าบน แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แสดงดังรูปภาพที่ 4.10 และร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แสดงดังรูปภาพที่ 4.11



รูปภาพที่ 4.10 ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก



รูปภาพที่ 4.11 ร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์ม เมื่อเปลี่ยนแปลงความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณ ตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

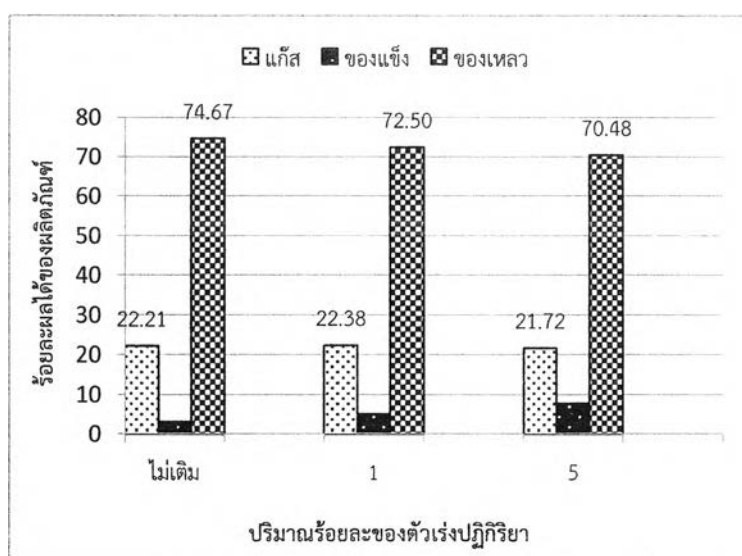
รูปภาพที่ 4.10 ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มที่ อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เมื่อ เปลี่ยนแปลงความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นจาก 0 – 5 บาร์ พบว่าร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว ลดลงจาก 66.74 เป็น 58.77 โดยน้ำหนัก และร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สเพิ่มขึ้นจาก 21.49 เป็น 30.79 โดยน้ำหนัก และรูปภาพที่ 4.11 แสดงร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการ แตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์ม พบว่าการทดลองที่ใช้แก๊สไฮโดรเจนมีปริมาณ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลเท่ากับร้อยละ 42.00 โดยน้ำหนัก และเมื่อเปรียบเทียบความดันแก๊สไฮโดรเจน 1 กับ 5 บาร์พบว่าเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลลดลงจากร้อยละ 51.88 เป็น 41.88 โดยน้ำหนัก ซึ่งพออธิบายได้ว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะมีผลอย่างมากต่อ การแตกตัวด้วยความร้อน (thermal cracking) โดยเมื่อให้ความร้อนในช่วงแรกจะมีบทบาทอย่างมาก ต่อการแตกตัวของโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์กรดไขมันไปเป็นสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาด กลาง พร้อมกันนี้พบว่าความร้อนจะช่วยสลายพันธะของกรดไขมันโดยเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน โดยพบว่าเมื่อเก็บตัวอย่างแก๊สแล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีจะให้พีคของ คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น และเมื่อปฏิกิริยาดำเนินต่อไปความร้อนก็จะมีอิทธิพลต่อการแตกตัวต่อไป ของสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลางพร้อมกับเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic cracking) ในขณะที่การทดลองที่ใช้การอัดแก๊สไฮโดรเจนจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยา



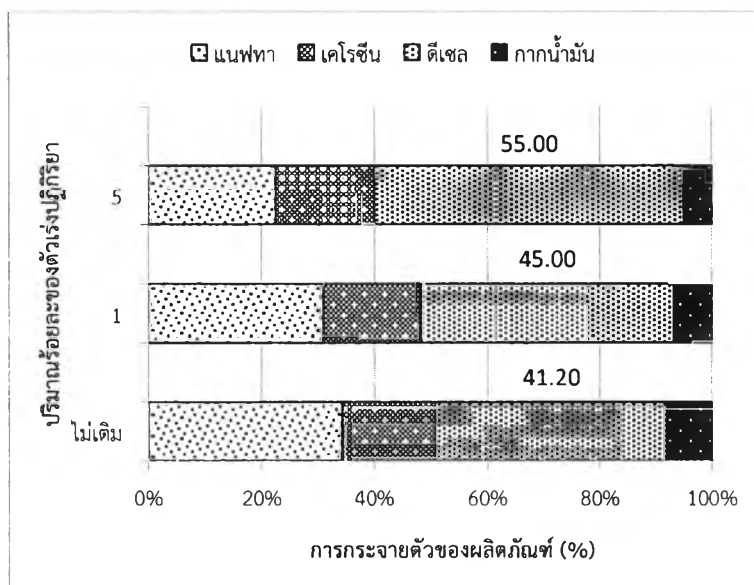
ไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) ร่วมด้วย และเกิดการถ่ายโอนไฮโดรเจนจนเกิดการเติมไฮโดรเจนลง ไปบนพันธะที่ไม่อิ่มตัว ทำให้สารไฮโดรคาร์บอนที่ได้มีความอิ่มตัวมากขึ้นอีกด้วย

4.3.6 อิทธิพลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์ม เปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

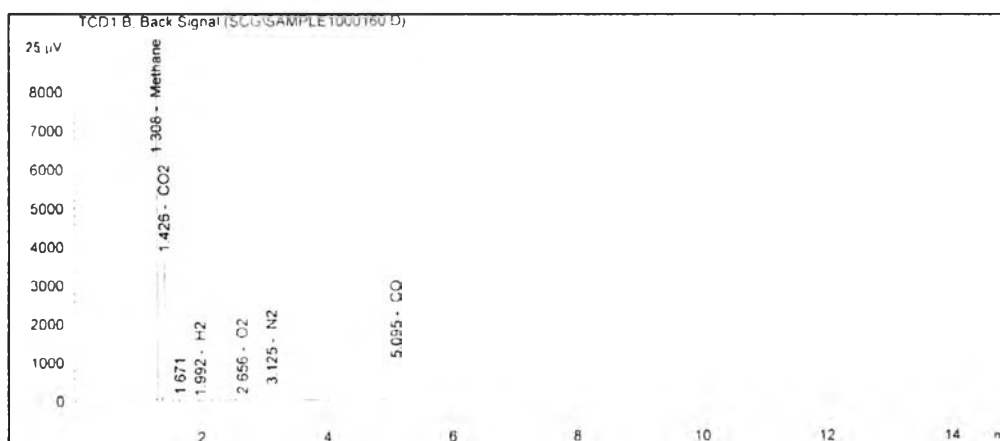
จากการศึกษาอิทธิพลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์ม เปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของ น้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ดังแสดงในรูปภาพ 4.12 และร้อยละการกระจายตัวของ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.13



รูปภาพที่ 4.12 ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจน เริ่มต้น 5 บาร์



รูปภาพที่ 4.13 ร้อยละการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลาะปาล์ม เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์



รูปภาพที่ 4.14 องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์แก๊สที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลาะปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีที่มีตัวตรวจวัดแบบ TCD

รูปภาพที่ 4.12 แสดงร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลาะปาล์มที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาจากร้อย 0 - 5 โดยน้ำหนัก พบว่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวลดลงจากร้อยละ 74.67 เป็น 70.48 โดยน้ำหนัก และรูปภาพที่ 4.13 แสดงการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลาะปาล์มเปล่าเมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่ม

จากร้อยละ 0 – 5 โดยน้ำหนัก พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 41.20 เป็น 55.00 โดยน้ำหนัก ซึ่งพออธิบายได้ว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะมีผลอย่างมากต่อการแตกตัวของ ความร้อน (thermal cracking) โดยเมื่อให้ความร้อนในช่วงแรกจะมีบทบาทอย่างมากต่อการแตกตัวของโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์กรดไขมันไปเป็นสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลาง พร้อมกันนี้พบว่า ความร้อนจะช่วยสลายพันธะของกรดไขมันโดยเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน โดยพบว่าเมื่อเก็บตัวอย่างแก๊สแล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีจะให้พีคของคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น และเมื่อปฏิกิริยาดำเนินต่อไปความร้อนก็จะมีอิทธิพลต่อการแตกตัวต่อไปของสายโซ่โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดกลางพร้อมกับเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic cracking) โดยบทบาทของตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันในที่มีการกระจายตัวตามคาบจุดเดือดในช่วงของดีเซล เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของแมกนีเซียมออกไซด์ และถ่านกัมมันต์ ในขั้นแรกของการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์จะส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันของกรดไขมันได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารไฮโดรคาร์บอนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังรูปภาพที่ 4.14 พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สจะมีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ และในน้ำมันปาล์มส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันปาล์มติก (C 16:0) และกรดไขมันโอเลอิก (C 18:1) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันจึงได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงดีเซลมากขึ้นคือ C15 และ C17 ส่วนถ่านกัมมันต์จะมีพื้นที่ผิวสูงและมีขนาดรูพรุนที่เหมาะสมแก่การเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ในช่วงดีเซล จึงทำให้ปริมาณดีเซลเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา สอนคล้องกับงานวิจัยของ H. Tani (2011) ที่กล่าวไว้ว่าแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์จะเลือกเปลี่ยนสารตั้งต้นพวกน้ำมันไปเป็นผลิตภัณฑ์ในช่วงดีเซลได้ดี [25]

4.4 ภาวะที่เหมาะสมของการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวโดยใช้โปรแกรม Design-Expert

4.4.1 การคำนวณหาภาวะที่เหมาะสมของการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวโดยใช้โปรแกรม Design-Expert

การศึกษามหาภาวะที่เหมาะสมของการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวโดยใช้โปรแกรม Design-Expert โดยขอบเขตของการหาภาวะที่เหมาะสมจากโปรแกรม Design-Expert ของการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์แสดงดังตารางที่ 4.9



ตารางที่ 4.9 ขอบเขตของการหาภาวะที่เหมาะสมจากโปรแกรม Design-Expert ของการแตกตัวเชิง
เร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Temperature	is in range	380	440	°C
Time	is in range	30	60	Minute
Pressure	is in range	1	5	Bar
Catalyst	is in range	1	5	%wt
Conversion	maximize	85	100	%wt
Yield diesel	maximize	30	100	%wt

ในการหาภาวะที่เหมาะสมพิจารณาค่าตอบสนอง 2 ค่าคือร้อยละการเปลี่ยนแปลงไปของเชื้อเพลิงเหลวและร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซล ขอบเขตที่ศึกษาของร้อยละการเปลี่ยนแปลงไปของเชื้อเพลิงเหลวระหว่างร้อยละ 85 – 100 โดยน้ำหนัก และร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลระหว่างร้อยละ 30 – 100 โดยน้ำหนัก โดยจะพิจารณาให้มีค่าตัวแปรทั้งสองนั้นมากที่สุดโดยใช้โปรแกรม Design-Expert ในการหาภาวะที่เหมาะสม จากการคำนวณของโปรแกรมพบว่าภาวะที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Design-Expert

ตัวแปร	ภาวะจากโปรแกรม
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	431.44
เวลาในการทำปฏิกิริยา (นาที)	60.00
ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (บาร์)	4.74
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	5.00
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงเหลว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	95.91
ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	47.83

ตารางที่ 4.10 พบว่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Design-Expert มีค่าเท่ากับร้อยละ 95.91 และร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Design-Expert มีค่าเท่ากับร้อยละ 47.83 เมื่อนำภาวะที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมไปทดลองจริงเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่เกิดจากการคำนวณของโปรแกรมและจากการทดลองแสดงดังตาราง 4.11

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบระหว่างภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Design-Expert กับค่าที่ได้จากการทดลอง

ตัวแปร	ภาวะจากโปรแกรม	ผลจากการทดลองจริง
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	431.44	430
เวลาในการทำปฏิกิริยา (นาที)	60	60
ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (บาร์)	4.74	5
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	5	5
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงเหลว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	95.91	93.59
ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	47.83	55

จากตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบระหว่างภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Design-Expert กับค่าที่ได้จากการทดลอง พบว่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงเหลวจากการทดลองจริงมีค่าเท่ากับ 93.59 โดยน้ำหนักและร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลจากการทดลองจริงมีค่าเท่ากับ 55 โดยน้ำหนัก

4.5 ค่าความเป็นกรด (Total acid value) ของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลว

ค่าความเป็นกรดของไขมันหรือน้ำมัน คือจำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดไขมันอิสระ ซึ่งค่าที่ได้สามารถนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระได้ค่าความเป็นกรดแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าความเป็นกรด (Total acid value) ของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการ
การแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์
และถ่านกัมมันต์

ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลว	ค่าความเป็นกรด (mg-KOH/g)
ไม่เติมตัวเร่งปฏิกิริยา	18.04
แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์	3.28

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตก
ตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลาในการทดลอง
60 นาที ความดันเริ่มต้นไฮโดรเจน 5 บาร์ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก พบว่า
เมื่อไม่มีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยา ค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้มีค่า 18.04
mg-KOH/g และเมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ลงไปพบว่าค่าความเป็น
กรดมีค่าลดลงเท่ากับ 3.28 mg-KOH/g เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์ มีอิทธิพลต่อ
การส่งเสริมปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยความร้อนในช่วงแรกที่ได้อุณหภูมิสูงแล้วส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาดี
คาร์บอกซิเลชันของหมู่คาร์บอกซิลิกบนไตรกลีเซอไรด์ ดังจะพบว่าเมื่อเก็บแก๊สตัวอย่างไปวิเคราะห์
ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีจะให้พีคที่แสดงองค์ประกอบของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และสาร
ไฮโดรคาร์บอนเกิดขึ้น จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนที่พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันเหลวที่ได้มีความเป็นกรดลดลง

4.6 องค์ประกอบธาตุ CHO ของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่ง ปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

การศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ CHO ของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการ
แตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์
องค์ประกอบของธาตุ CHO ที่วิเคราะห์ได้ แสดงในตารางที่ 4.13

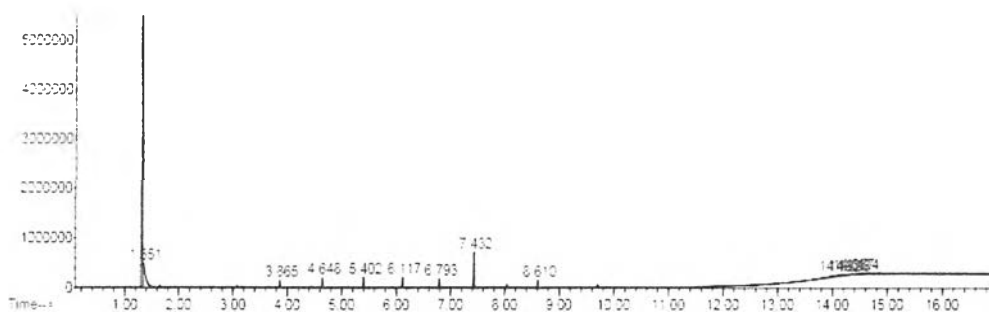
ตารางที่ 4.13 องค์ประกอบธาตุ CHO ของน้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่า

น้ำมันจากทะเลสาบปาล์มเปล่า	C	H	O
ก่อนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา	80.53	12.22	7.25
หลังการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา	86.77	12.31	0.92

ตารางที่ 4.13 แสดงองค์ประกอบของธาตุ CHO พบว่าน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าก่อนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยามีค่าออกซิเจนเท่ากับร้อยละ 7.25 หลังจากผ่านการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาแล้วพบว่าผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้มีค่าออกซิเจนลดลงเท่ากับร้อยละ 0.92 เนื่องจากในการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาที่มีแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันเป็นการกำจัดหมู่คาร์บอกซิลิกออกไปทำให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าลดลง

4.7 องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากกระบวนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ถูกวิเคราะห์โดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบด้วยแมสสเปกโตรมิเตอร์ แสดงในรูปภาพที่ 4.14 และตารางที่ 4.14



รูปภาพที่ 4.15 องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบด้วยแมสสเปกโตรมิเตอร์

เลขหมู่..... อน. 2596

เลขทะเบียน..... 7229

วันเดือนปี..... 16 ส.ค. 2550

ตารางที่ 4.14 องค์ประกอบเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจาก ทะลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบ กับแมสสเปกโตรมิเตอร์

พิก	องค์ประกอบ	สูตรเคมี
3.865	Decane	$C_{10}H_{22}$
4.648	Undecane	$C_{11}H_{24}$
5.402	Dodecane	$C_{12}H_{26}$
6.117	Tridecane	$C_{13}H_{28}$
6.793	Tetradecane	$C_{14}H_{30}$
7.432	Pentadecane	$C_{15}H_{32}$
8.610	Heptadecane	$C_{17}H_{36}$

ตารางที่ 4.14 แสดงองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตก ตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาแล้ว พบว่ามีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทอัลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ C10-C17 เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์ส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันของ น้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันปาล์มติก (C 16:0) และกรดไขมันโอเลอิก (C 18:1) และเกิดการแตกตัวต่อไปโดยอิทธิพลจากอุณหภูมิทำให้ได้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีขนาด เล็กลง ในขณะที่การทดลองที่ใช้การอัดแก๊สไฮโดรเจนจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) ร่วมด้วย และเกิดการถ่ายโอนไฮโดรเจนจนเกิดการเติมไฮโดรเจนลงไปบนพันธะที่ ไม่อิ่มตัว ทำให้สารไฮโดรคาร์บอนที่ได้มีความอิ่มตัวมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไฮโดรคาร์บอน ประเภทอัลเคน

4.8 ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของ น้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่ได้จากการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของ น้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงใน ตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าความร้อนของน้ำมันจากทะเลสาบปล้ำก่อนและหลังการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา

น้ำมันจากทะเลสาบปล้ำ	ค่าความร้อน (MJ/Kg)
ก่อนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา	39.19
หลังการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยา	43.46

จากตารางที่ 4.15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนของน้ำมันจากทะเลสาบปล้ำก่อนและหลังการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาด้วยแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ พบว่าค่าความร้อนของน้ำมันจากทะเลสาบปล้ำก่อนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ 39.19 MJ/Kg เมื่อผ่านการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาด้วยแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์แล้วปริมาณออกซิเจนหายไปเนื่องจากปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันทำให้มีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นเป็น 43.46 MJ/Kg

4.9 เปรียบเทียบงานวิจัยที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

ชุตินนท์ รัตนบัณฑิตสกุล (2552) ศึกษาภาวะที่เหมาะสมของการแตกตัวด้วยความร้อนของน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่มีสมบัติใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม โดยตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิช่วง 380-450 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 30-60 นาที และน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM-5 ร้อยละ 0.25-2.5 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบภายใต้ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พบว่าภาวะที่เหมาะสมต่อการแตกตัวของน้ำมันปาล์มดิบโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM-5 คือที่อุณหภูมิ 410 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 60 นาที น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM-5 ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ให้ร้อยละของผลิตภัณฑ์น้ำมัน 68.57 และดีเซล 25.85 โดยน้ำหนัก

ปรีชญา แก้วชิงดวง (2555) ศึกษาภาวะที่เหมาะสมของการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันเล็ดเรพเป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิช่วง 380-450 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 30-60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 1-5 บาร์ ตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และเอพซีซีที่ปริมาณร้อยละ 1-10 ของน้ำมันป้อนเข้า จากการทดลองพบว่าภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์คือที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 1 บาร์ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 4.1 โดยน้ำหนัก ได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันเหลวร้อยละ 65.19 และดีเซล 20.21 โดยน้ำหนัก และภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเอพซีซีคือที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ 30 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 1 บาร์ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ให้ร้อยละของน้ำมันเหลว 68.84 และดีเซลร้อยละ 23.41 โดยน้ำหนัก



สำหรับงานวิจัยนี้ศึกษาการแตกตัวของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าเป็นเชื้อเพลิงเหลวบนตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ โดยศึกษาที่อุณหภูมิช่วง 380-440 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 30-60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 1-5 บาร์ และตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์ต่อถ่านกัมมันต์อัตราส่วน 1:9 ร้อยละ 1-5 โดยน้ำหนัก พบว่าภาวะที่เหมาะสมต่อการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะเลลายปาล์มเปล่าเป็นเชื้อเพลิงเหลวบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์คือที่อุณหภูมิ 430 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 5 บาร์ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงเหลวร้อยละ 66.68 และดีเซลร้อยละ 55.00 โดยน้ำหนัก

จากผลการวิจัยและงานวิจัยที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน สามารถเปรียบเทียบภาวะที่ใช้ในการทดลองและผลการทดลองในตารางที่ 4.16



ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบงานวิจัยที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

การทดลอง	ชุตินันท์	ปรีชญา		งานวิจัยนี้
	2552		2555	
สารตั้งต้น	ปาล์ม	เรพ	เรพ	ปาล์ม
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	410	380	380	430
ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น	100 ปอนด์/ นิ้ว ²	1 บาร์	1 บาร์	5 บาร์
เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา	60 นาที	60 นาที	30 นาที	60 นาที
ตัวเร่งปฏิกิริยา	1%wt of HZSM-5	4.1%wt of MgO	1%wt of FCC	5% wt of MgO and activated carbon
ร้อยละเชื้อเพลิงเหลว	68.57	65.19	68.84	66.68
ร้อยละดีเซล	25.85	20.21	21.34	55.00

จากตารางที่ 4.16 พบว่าในงานวิจัยนี้ได้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงเหลวใกล้เคียงกับงานวิจัยของผู้อื่น แต่ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นดีเซลมากกว่าเนื่องมาจากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำมันปาล์มไปเป็นผลิตภัณฑ์ในช่วงดีเซลได้ดี