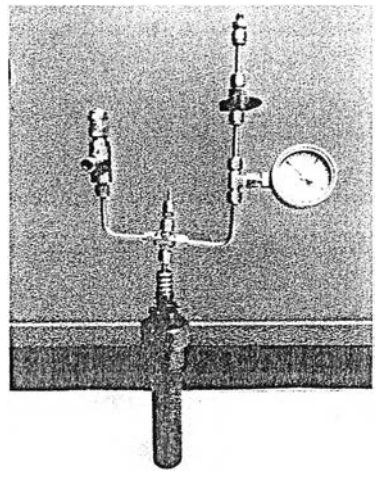
บทที่ 3
เครื่องมือและวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์ และหาภาวะที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวและดีเซลมากที่สุด

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็ก (Microreactor) รูปทรงกระบอก ปริมาตร 70 มิลลิลิตร ทำจากเหล็กกล้าเหนียวไร้สนิม SS 316 โดยด้านบนมีชุดฝาปิดทำจากสเตนเลสเหนียวอย่างดี มีชุดอุปกรณ์สำหรับอัดแก๊ส และวาล์วนิรภัย สามารถทำการทดลองภายใต้ภาวะที่ทนความร้อนได้ถึง 500 องศาเซลเซียส ความดัน 10 เมกะพาสคัล มีชุดสำหรับใส่เทอร์โมคัพเพิลสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ระหว่างทำการทดลอง



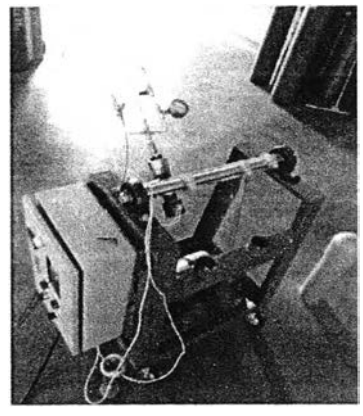
รูปภาพที่ 3.1 เครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็กขนาด 70 มิลลิลิตร (Microreactor)

3.1.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัลทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายกระแสจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ให้ความร้อนและตัดการจ่ายกระแสเมื่อได้อุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ มีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิได้ในระดับ ± 10 องศาเซลเซียส

3.1.3 อุปกรณ์ให้ความร้อนแรงดัน 230 โวลต์ กำลัง 350 วัตต์

3.1.4 เทอร์โมคัพเพิลแบบเค (K-Type) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตรสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ

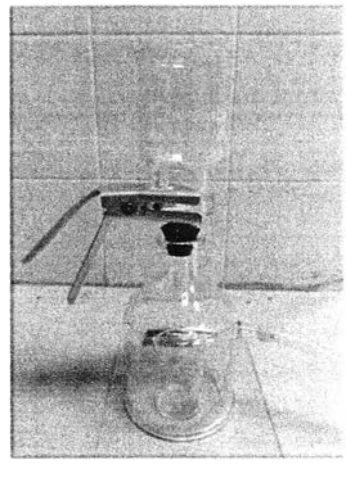
3.1.5 เครื่องเขย่าโดยมีมอเตอร์เป็นชุดกำลังขับเคลื่อนแกนหมุน สามารถปรับความเร็วรอบการเขย่าได้จากชุดควบคุมความเร็ว



รูปภาพที่ 3.2 ชุดทดลองและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล

หม้อแปลงไฟฟ้าและเครื่องเขย่า

3.1.6 ชุดกรองสุญญากาศ ประกอบด้วยชุดเครื่องแก้วต่อกับเครื่องปั๊มอากาศเพื่อทำการกรองแยกแบบสุญญากาศสำหรับแยกผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวออกจากส่วนที่เป็นกากของแข็งโดยใช้กระดาษกรองใยแก้ว



รูปภาพที่ 3.3 ชุดกรองสุญญากาศ

3.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก ชั่งได้ละเอียดถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง

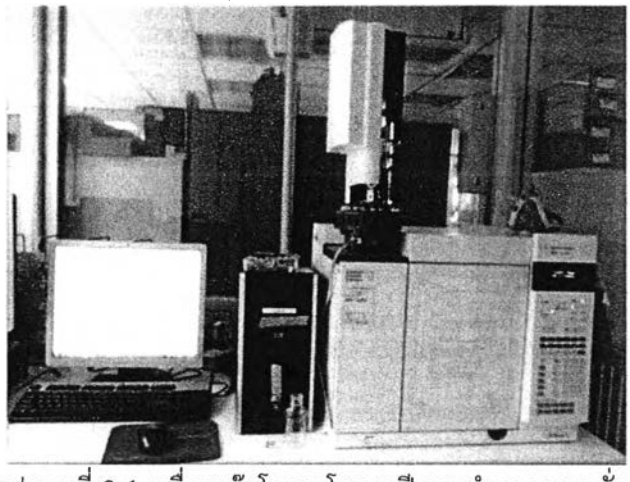
3.1.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก ชั่งได้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.9 นาฬิกาจับเวลา

3.1.10 ตู้อบ

3.1.11 เครื่องแก้ว ประกอบด้วยบีกเกอร์ ขวดใส่สารตัวอย่าง

3.1.12 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) และซอฟต์แวร์จำลองการกลั่น (Simulated Distillation) โดยมีตัวตรวจวัดแบบ FID สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวตามคาบจุดเดือด



รูปภาพที่ 3.4 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบจำลองการกลั่น

(Simulated Distillation Gas Chromatography)

3.1.13 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโทรมิเตอร์ (Gas Chromatography – Mass Spectrometer, GC-MS) เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี รุ่น GC2010 และแมสสเปกโทรมิเตอร์ รุ่น GCMSQP2010 เป็นตัวตรวจวัด จากบริษัท Algilent จำกัด โดยใช้ Capillary column จากบริษัท J&W Scientific จำกัด รุ่น DB-1 ขนาด 0.25 มิลลิลิตร ยาว 30 เมตร ซึ่งมี 100% Dimethylpolysiloxane หนา 0.25 ไมโครเมตรเป็นวัฏภาคนิ่ง ซึ่งสามารถใช้ได้ในช่วงอุณหภูมิ -60 ถึง 350 องศาเซลเซียส

รูปภาพที่ 3.5 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโทรมิเตอร์

(Gas Chromatography - Mass Spectrometer, GC-MS)

3.2 สารตั้งต้นและสารเคมี

3.2.1 น้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าจากบริษัท ทักษิณปาล์ม (2521) จำกัด

3.2.2 แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) 99.9%

3.2.2 ถ่านกัมมันต์ (activated carbon)

3.2.3 แก๊สไฮโดรเจน 99.99%

3.2.4 โทลูอีน เกรดการค้า

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.3.1 การวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของน้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่า วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเหลือทิ้งจากทะลายปาล์มเปล่าก่อนการทดลองโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) และซอฟต์แวร์จำลองการกลั่น (Simulated Distillation) และเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโทรมิเตอร์ (Gas Chromatography – Mass Spectrometer, GC-MS)

3.3.2 การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลสองระดับประสมกลาง เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อร้อยละการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวและดีเซลจากกระบวนการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันเหลือทิ้งจากทะลายปาล์มเปล่าที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ โดยการทดลองเป็น 2^4 แฟกทอเรียล ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา เวลาในการทำปฏิกิริยา ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้นและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ดังแสดงในตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรและระดับของตัวแปรที่ทำการศึกษาของน้ำมันเหลือทิ้งจากทะลายปาล์มเปล่าบนแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

ตัวแปร		ระดับ	
		ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)
A	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	380	440
B	เวลา (นาที)	30	60
C	ความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น (บาร์)	1	5
D	ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	1	5

ตารางที่ 3.2 การทดลองแฟกทอเรียลสองระดับของน้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าบนตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์

ภาวะที่ใช้ทดลอง			
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส), A	เวลาในการทำปฏิกิริยา (นาที), B	ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น (บาร์), C	ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก), D
380	30	1	1
440	30	1	1
380	60	1	1
440	60	1	1
380	30	5	1
440	30	5	1
380	60	5	1
440	60	5	1
380	30	1	5
440	30	1	5
380	60	1	5
440	60	1	5
380	30	5	5
440	30	5	5
380	60	5	5
440	60	5	5
440	60	5	5
410	45	3	3
410	45	3	3
410	45	3	3

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.4.1 ชั่งน้ำหนักเครื่องปฏิกรณ์พร้อมแหวนก่อนการทดลอง ใส่น้ำมันจากทะลายปาล์มเปล่าจำนวน 15 กรัม

3.4.2 ชั่งน้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาแมกนีเซียมออกไซด์และถ่านกัมมันต์ในอัตราส่วน 1 ต่อ 9 ของน้ำหนัก เติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงในเครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์ จากนั้นประกอบปิดฝาให้แน่นสนิท

3.4.3 นำเครื่องปฏิกรณ์ไปทำการไล่อากาศที่อยู่ภายในออกโดยการอัดแก๊สไฮโดรเจนเข้าไปแล้วปล่อยออก จากนั้นอัดแก๊สไฮโดรเจนจนถึงความดันที่กำหนด ตรวจสอบรอยรั่วของแก๊สตามข้อต่อของเครื่องปฏิกรณ์โดยใช้น้ำสบู่ หมุนวาล์วปิดให้สนิท

3.4.4 ต่อเครื่องปฏิกรณ์เข้ากับชุดควบคุม สวมอุปกรณ์ให้ความร้อนเข้ากับเครื่องปฏิกรณ์ จากนั้นหุ้มด้วยฉนวนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนในระหว่างทำการทดลอง นำสายเทอร์โมคัพเปิลใส่เข้าไปภายในเครื่องปฏิกรณ์

3.4.5 ตั้งอุณหภูมิตามภาวะที่กำหนดไว้ และเริ่มทำการจับเวลาเมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์คงที่เท่ากับที่ตั้งไว้จนครบเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจึงนำฉนวนและอุปกรณ์ให้ความร้อนออก ปล่อยทิ้งไว้จนอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง จึงปล่อยแก๊สภายในเครื่องปฏิกรณ์ออก

3.4.6 แยกผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงเหลวออกจากกากของแข็งโดยการกรองแบบสุญญากาศและใช้กระดาษกรองเพื่อแยกส่วนที่เป็นของเหลวเก็บไว้ในขวดแก้ว เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

3.4.7 เช็ดทำความสะอาดเครื่องปฏิกรณ์ด้วยกระดาษซับที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว นำส่วนที่เป็นของแข็งและกระดาษซับไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาร้อยละของของแข็งต่อไป

3.4.8 นำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟีแบบจำลองการกลั่นเพื่อวิเคราะห์ค่าการกระจายขององค์ประกอบตามคาบจุดเดือดที่อุณหภูมิต่างๆและวิเคราะห์ชนิดองค์ประกอบที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบกับแมสสเปกโทรมิเตอร์

3.4.9 คำนวณหาร้อยละผลได้ของเชื้อเพลิงเหลว ของแข็ง และแก๊ส