

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุกวันนี้คงไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าเชื้อเพลิงหรือพลังงานมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์เรา รวมถึงยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจในอนาคตอีกด้วย เราสามารถสังเกตได้ว่าแทบทุกกิจกรรมนั้นล้วนต้องการพลังงานในการขับเคลื่อน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องยนต์ที่ต้องการเชื้อเพลิง เพื่อช่วยในการขับเคลื่อน รวมไปถึงไฟฟ้าที่ใช้ตามครัวเรือนก็ต้องนำพลังงานไปหมุนเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานจากซากฟอสซิลเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยที่ทรัพยากรจากซากฟอสซิลนั้นส่วนใหญ่มาจากการขุดเจาะลงไปใต้ดิน ส่งผลให้ซากฟอสซิลซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว และเนื่องจากซากฟอสซิลนั้นเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป ใช้เวลานานหลายร้อยล้านปีในการสร้างขึ้นมาใหม่ แต่ถึงแม้ว่าในปัจจุบันราคาน้ำมันจะไม่สูงมากเหมือน 3-5 ปี ที่ผ่านมาไม่ว่าจะด้วยเหตุผลอะไรก็ตาม พลังงานที่ได้มาจากซากฟอสซิลก็มีแต่จะลดน้อยลงไปเรื่อยๆ จึงเป็นโอกาสดีที่จะใช้ช่วงเวลานี้ค้นหาแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อมาทดแทนอย่างเร่งด่วน ดังนั้น จึงควรค้นหาทางเลือกใหม่ที่ใช้สิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นและไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เชื้อเพลิงชีวภาพจึงเป็นพลังงานที่น่าสนใจ เพราะประชากรบนโลกใบนี้มีจำนวนที่มากขึ้น การบริโภคอาหารก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้เนื้อสัตว์ถูกบริโภคเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อผู้คนบริโภคเนื้อสัตว์มากขึ้น ไขมันจากสัตว์ก็ย่อมจะต้องเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งไขมันที่ได้จากเนื้อสัตว์นั้น ไม่นิยมนำไปบริโภคต่อ เนื่องจากมีกลิ่นเหม็นและเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง จึงทำให้ไขมันสัตว์มีราคาค่อนข้างถูก (ประมาณ 15 บาท/กิโลกรัม) หากซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด รวมไปถึงการที่ไขมันสัตว์มีโครงสร้างเป็นสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างยาว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความคาดหวังว่าจะนำไขวัวมาศึกษาเพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับพลังงานทางเลือกชนิดใหม่ วิธีการนำน้ำมันพืชและไขมันสัตว์มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้นมี 3 วิธีการหลัก คือ

1. วิธีการปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพ (Physical upgrading) เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดเพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เหลวที่สะอาดขึ้น โดยส่วนมากนิยมใช้ควบคู่กับกระบวนการอื่นๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับของเหลว เช่น กระบวนการกรอง (Filtration) การเพิ่มตัวทำละลาย (Solvent addition) และอิมัลชัน (Emulsions) เป็นต้น

2. วิธีการเพิ่มคุณภาพโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic upgrading) เป็นวิธีการลดปริมาณออกซิเจน ที่มีอยู่ในองค์ประกอบของวัตถุดิบตั้งต้นด้วยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้ามาช่วย เช่น กระบวนการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) กระบวนการไฮโดรดีออกซิเจน (Hydrodeoxygenation, HDO) การไพโรไลซิส (pyrolysis) และการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic cracking) เป็นต้น

3. วิธีการเพิ่มคุณภาพทางเคมี เป็นการใส่สารเคมีมาช่วยในการเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการเอสเทอริฟิเคชัน (Esterification) กระบวนการแปลงรูปด้วยไอน้ำ (Steam reforming) การกลั่นแยกสารในระดับโมเลกุล (Molecular Distillation) และการทำปฏิกิริยากับของเหลวเหนือวิกฤต (Supercritical fluids, SCFs) เป็นต้น

เนื่องจากว่าไขว้ที่จะทำการศึกษามีโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ จึงต้องศึกษากระบวนการที่ทำให้ไขว้ ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่แตกตัวกลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กลง ซึ่งกระบวนการแตกตัวที่น่าสนใจมี 3 กระบวนการหลัก ได้แก่ กระบวนการแตกตัวด้วยความร้อนเป็นกระบวนการที่ต้องการความร้อนสูง ใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาก่อนข้างนานจะได้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จำพวก C_1-C_4 กระบวนการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาจะเป็นการทำปฏิกิริยาโดยใช้ความร้อนร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยา มาช่วยในกระบวนการแตกตัวของสารตั้งต้นจะได้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จำพวกแก๊สโซลีน และสุดท้ายกระบวนการแตกตัวโดยใช้ไฮโดรเจนร่วมจะเป็นการทำปฏิกิริยาคลายกับ กระบวนการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา โดยจะใช้แก๊สไฮโดรเจนแทนตัวเร่งปฏิกิริยาและจะได้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จำพวกฟาราฟินส์

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและวิจัยโดยใช้การออกแบบการทดลอง และการวิเคราะห์แบบ ส่วนผสมกลาง เข้ามาช่วยในงานวิจัย ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงไขว้ เป็นผลิตภัณฑ์เหลวไฮโดรคาร์บอน โมเลกุลเบา และยังสามารถช่วยหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ได้ ของเหลวไฮโดรคาร์บอน โมเลกุลเบามากที่สุด อีกทั้งยังช่วยลดจำนวนการทดลองในขณะที่ยังสามารถ ครอบคลุม การทดลองทั้งหมดได้ งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปร อุณหภูมิ ระยะเวลา ในการทำปฏิกิริยา และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ในการแตกตัวสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนในไขว้ที่มีขนาด ใหญ่ให้กลายเป็นสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่มีขนาดเล็กลง เพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นของเหลว ไฮโดรคาร์บอนเบา

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะเป็นการสรุปการศึกษาการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีอยู่ในปัจจุบัน รวมไปถึงกระบวนการแตกตัว ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา สภาพที่เหมาะสม คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และเครื่องปฏิกรณ์เร่งปฏิกิริยาการแตกตัว เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยสำหรับการเตรียมความพร้อมในการทดลองและผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลิตภัณฑ์สุดท้ายและปริมาณผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับตัวเร่งปฏิกิริยาที่ถูกใช้ในกระบวนการ ตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถอยู่ในรูปเนื้อเดียวกันและไม่เป็นเนื้อเดียวกันได้ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีอยู่ในขั้นตอนเดียวกับสารตั้งต้น ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันส่วนมากเป็นของแข็งซึ่งกระทำบนสารตั้งต้น ในรูปของเหลวหรือปฏิกิริยาเคมีในรูปแบบแก๊สผสม ตัวเร่งปฏิกิริยาทั่วไปคืออลูมิเนียมซิลิเกตที่มีรูปร่างไม่แน่นอน โดยเฉพาะจำพวกอลูมิเนียมซิลิเกตซึ่งถูกให้ความสนใจเป็นอย่างมากคือซีโอไลต์ ซีโอไลต์มีหลายชนิดเพราะมีหลากหลายวิธีการในการจัดเรียงอะตอม โครงสร้างของซิลิเกตและอลูมิเนียมไอออนสามารถมีพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ในโครงสร้างสามมิติ ซึ่งมีช่องว่างสำหรับประจุบวกเช่น โซเดียม แคลเซียมและ โมเลกุลอย่างเช่นน้ำ ช่องว่างที่จะเชื่อมโยงรูปแบบช่องทางที่ยาวและรูพรุนที่มีขนาดแตกต่างกันในซีโอไลต์ที่แตกต่างกัน มีการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อไม่นานมานี้ โดย **Taufiqurrahmi et al. (2007)** ได้ทำการศึกษาการแตกตัวน้ำมันปาล์มหลังจากกระบวนการทำอาหารด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 โดยแบบใช้เตาปฏิกิริยาแบบ fixed bed อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ 400-500°C อัตราส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาต่อสารตั้งต้น 6-14 ความพรุนของตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในช่วง 0.54-0.8 นาโนเมตร ได้สถานะที่เหมาะสมที่อุณหภูมิ 458°C อัตราส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาต่อสารตั้งต้นเท่ากับ 6 ความพรุนของตัวเร่งปฏิกิริยา 0.67 นาโนเมตร ได้ร้อยละการเปลี่ยนแปลง 86.4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ของเหลวโมเลกุลเบา 46.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และสัดส่วนแก๊สโซลีน 33.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก **Zhao et al. (2015)** ได้ทำการศึกษาการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาของ camelina oil โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาและไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้เป็นชนิด ZSM-5 ผสมกับ Zn ในปริมาณ 0, 10, 20, 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ใช้เตาปฏิกิริยาแบบ fixed bed อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ 450-550°C ส่วน Liquid Hourly Space Velocity อยู่ในช่วง 0.2-1 h⁻¹ ได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นของเหลวไฮโดรคาร์บอนประมาณ 65.18% **Twaiq et al. (2004)** ได้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงตัวเร่งปฏิกิริยาของปาล์มน้ำมันไปเป็นไฮโดรคาร์บอน ทำการศึกษาในเตาปฏิกรณ์แบบ fixed bed microreactor ภายใต้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ 350-450 °C และ Weight Hourly Space Velocity 1-4 ต่อชั่วโมง ตัวเร่งปฏิกิริยาใช้ HZSM-5, zeolite β, and ultrastable Y (USY) zeolites ได้ผลการทดลองว่า HZSM-5 ให้การเปลี่ยนแปลง 99 เปอร์เซ็นต์โดย

น้ำหนัก และได้แก๊สโซลีนสูงสุดที่อุณหภูมิทำปฏิกิริยา 350°C โดยใช้ Weight Hourly Space Velocity 1 ต่อชั่วโมง และยังทราบอีกว่า HZSM-5 ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในด้านการเปลี่ยนแปลง แก๊สโซลีนสูงสุด สมรรถนะการเลือก อะโรมาติกที่สูงกว่า และการสะสมของถ่านดำ ตัวเร่งปฏิกิริยา USY and zeolite β ให้ประสิทธิภาพในการเลือกไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าในช่วงของดีเซลและแก๊สที่ได้ ออกมามีปริมาณต่ำ แก๊สโซลีนสูงสุดเพิ่มขึ้นด้วยการเติม HZSM-5 ลงในตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM-5 ร่วมกับ USY และการเพิ่มตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM-5 ใน zeolite β ไม่ได้ช่วยปรับปรุงการเปลี่ยนแปลง หรือการผลิตไฮโดรคาร์บอนสูงสุดของปาล์มน้ำมัน **Buzetcki et al. (2010)** ได้ทำการศึกษการแตกตัวของน้ำมันเรพซิดและน้ำมันทานตะวัน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 ที่มีรูพรุนขนาด 0.51-0.56 มิลลิเมตร โดยแบบใช้เตาปฏิกิริยาแบบ fixed bed อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ 350-440°C ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 40 นาที พบว่าน้ำมันเรพซิดได้ผลิตภัณฑ์ของเหลวออกมา 83 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แก๊ส 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและคราบยางเหนียว 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในส่วนของน้ำมันทานตะวัน ได้ผลิตภัณฑ์ของเหลวออกมา 82 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก, แก๊ส 13 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และคราบยางเหนียว 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเมื่อมาดูในส่วนขององค์ประกอบทางเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้ในปริมาณมากมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงดีเซลและแก๊สโซลีน **Chuaykleang et al. (2014)** ได้ทำการศึกษาแก๊สโซลีนชีวภาพจากการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาของน้ำมันปาล์มโดยใช้ H-ZSM-5 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เตาปฏิกิริยาเป็นแบบแบทช์ อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาอยู่ในช่วง 673-823K ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1-5 กรัม และ Weight Hourly Space Velocity 108-1080 ต่อชั่วโมง เตาปฏิกิริยาเป็นแบบแบทช์ทำปฏิกิริยาที่ความดันบรรยากาศ ผลจากการศึกษาพบว่า ปริมาณผลิตภัณฑ์ของเหลวชีวภาพที่ได้ส่วนมากเป็นจำพวกเบนซินและไอโซออกเทน **Ito et al. (2012)** ได้ทำการศึกษการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพจากไขมันสัตว์เหลือทิ้งด้วยวิธีไพโรไลซิส ในงานวิจัยนี้ได้เลือกไขวัวมาเป็นสารตั้งต้น 30 กรัม ทำปฏิกิริยาในเตาปฏิกิริยาแบบ Rotating stirrer autoclave อุณหภูมิที่ใช้คือ 360, 390 และ 420°C เวลาในการทำปฏิกิริยาใช้เวลา 0, 30 หรือ 60 นาที และใช้แก๊สไนโตรเจนไหลผ่าน 5 กิโลกรัมฟุตต่อตารางเซนติเมตร ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะเป็นของเหลวไฮโดรคาร์บอนเบา 85 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีองค์ประกอบใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงดีเซล **กรรข จันทรโสภาพิศ. (2013)** งานวิจัยนี้ มุ่งศึกษาการแตกตัวเชิงเร่งปฏิกิริยาของไขวัวบนเหล็ก/ถ่านกัมมันต์เพื่อศึกษาอิทธิพลตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อร้อยละผลได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันและองค์ประกอบที่ดีที่สุด โดยใช้ในการทดลองแบบแฟกทอเรียลสองระดับศึกษาในเครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็กแบบแบทช์ อิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อผลร้อยละผลได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสัดส่วนของเนฟทาที่เหมาะสม ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย อุณหภูมิ 400-430 °C ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 30-90 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ 0.25-1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น 1-5 บาร์

จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการทำปฏิกริยามีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์น้ำมัน และเมื่อทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟจำลองการกลั่น พบว่าตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนของเนฟทาคือ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการทำปฏิกริยา อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการทำปฏิกริยา และอันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิกับความดันไฮโดรเจนเริ่มต้น ภาวะที่เหมาะสมของการทดลองคือ อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการทำปฏิกริยา 69.51 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ 0.75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำมัน ที่ได้มีปริมาณสัดส่วนของเนฟทา เควโรซีน และดีเซล 33.68 9.22 และ 21.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ค่าร้อยละการเปลี่ยน 95.29 โดยน้ำหนัก

ในการศึกษาและวิจัยนี้จะใช้เตาปฏิกรณ์แบบเบบท์ เพื่อศึกษาการเพิ่มคุณภาพทางเชื้อเพลิงของไขว้ด้วยการแตกตัวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยาเชิงพาณิชย์ งานวิจัยส่วนใหญ่นิยมใช้ตัวเร่งปฏิกริยาในกลุ่มซีโอไลต์ เนื่องจากเป็นตัวเร่งปฏิกริยาที่มีความเหมาะสมในการทำปฏิกริยา สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ และซีโอไลต์ มีลักษณะรูพรุนหลายรูปแบบ สามารถเลือกให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้ ซึ่ง ZSM-5 จะเป็นตัวเร่งปฏิกริยาที่จะถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อเพิ่มคุณภาพของไขว้ไปเป็นของเหลวไฮโดรคาร์บอนเบาด้วยการแตกตัวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยาที่หาได้ตามท้องตลาด

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.4.1 ได้ตัวอย่างระบบต้นแบบการเพิ่มคุณภาพไขว้ด้วยกระบวนการแตกตัวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยา

1.4.2 ทราบถึงอุณหภูมิ เวลา และปริมาณตัวเร่งปฏิกริยาที่เหมาะสมในการเพิ่มคุณภาพไขว้ให้เป็นเชื้อเพลิง

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 ใช้ไขว้เป็นวัตถุดิบตั้งต้น

1.5.2 ตัวเร่งปฏิกริยาที่ใช้คือ ZSM-5

1.5.3 ช่วงสภาวะทดสอบคืออุณหภูมิระหว่าง 350-450°C , ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1-10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของวัตถุดิบและเวลาทำปฏิกิริยา 20-60 นาที

1.5.4 ทำการกลั่นที่อุณหภูมิ 350°C

1.5.5 การทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ

1.6 สถานที่ดำเนินงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved