

บทที่ 2

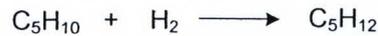
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของกับกระบวนการไฮโดรทรีตติง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มีการศึกษาค้นหาความรู้เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้

ปฏิกิริยาของการไฮโดรทรีตติง

กระบวนการไฮโดรทรีตติงเป็นกระบวนการที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการในน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ออกซิเจน และโลหะ โดยการเติมไฮโดรเจนและตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปช่วยในกระบวนการ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้ ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน (Hydrogenation, HDA) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาหลักของกระบวนการ แล้วจะมีปฏิกิริยาไฮโดรดีซัลฟิวไรเซชัน (Hydrodesulfurization, HDS) ปฏิกิริยาไฮโดรดีไนโตรจีเนชัน (Hydrodenitrogenation, HDN) และปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน (Hydrodeoxygenation, HDO) เกิดขึ้นพร้อมๆกัน ในบางครั้งกระบวนการไฮโดรทรีตติงอาจเกิดปฏิกิริยาไฮโดรดีเมทัลล (Hydrodemetallation, HDM) และปฏิกิริยาไฮโดรแครกกิง (Hydrocracking) ด้วย [4] ในองค์ประกอบของน้ำมันปิโตรเลียมนั้นจะมีส่วนประกอบของออกซิเจนอยู่น้อย ปฏิกิริยาไฮโดรดี-ออกซิจีเนชัน (HDO) จึงไม่ใช่ปฏิกิริยาหลักของกระบวนการไฮโดรทรีตติงในน้ำมันปิโตรเลียม แต่ปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน (HDO) จะเป็นปฏิกิริยาหลักในการกำจัดออกซิเจนในน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio fuel) เนื่องจากในน้ำเชื้อเพลิงชีวภาพนั้นจะมีส่วนประกอบของออกซิเจนอยู่มาก [5] โดยทั่วไปกระบวนการไฮโดรทรีตติงจะทำการทดลองที่ความดันสูง (100 ถึง 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และอุณหภูมิสูง (270 ถึง 350 องศาเซลเซียส) ในถังปฏิกรณ์แบบ Trickle-bed (TBRs) [6]

ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน (Hydrogenation, HDA) คือ ปฏิกิริยาที่มีการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนจะเข้าไปรวมตัวเกิดเป็นปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันต้องสลายพันธะเก่าออกก่อนซึ่งไฮโดรเจนเป็นพันธะโควาเลนต์ จะสลายตัวยากมาก ดังนั้นปฏิกิริยาจะไม่เกิดถ้าไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะทำให้สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่อิ่มตัวเปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่อิ่มตัว ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ปฏิกริยาไฮโดรจีเนชัน

ปฏิกริยาไฮโดรดีซัลฟูไรเซชัน (Hydrodesulfurization, HDS) คือกระบวนการทางเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกริยาเข้าไปทำปฏิกริยาเพื่อกำจัดซัลเฟอร์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ไม่ต้องการในน้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อที่จะลดการปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) จากการใช้เชื้อเพลิงโดยรถยนต์ รถไฟ เรือโรงงานที่มีการเผาไหม้ เตาเผาในบ้านหรือโรงงานอุตสาหกรรม หรือจากกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอื่นๆ ตัวอย่างของปฏิกริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ปฏิกริยาไฮโดรดีซัลฟูไรเซชัน

ปฏิกริยาไฮโดรดีไนโตรจีเนชัน (Hydrodenitrogenation, HDN) คือกระบวนการทางเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกริยาเข้าไปทำปฏิกริยาเพื่อกำจัดไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบที่ไม่ต้องการในน้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อที่จะลดการปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ตัวอย่างของปฏิกริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ปฏิกริยาไฮโดรดีไนโตรจีเนชัน

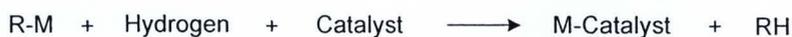
ปฏิกริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน (Hydrodeoxygenation, HDO) คือกระบวนการทางเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกริยาเข้าไปทำปฏิกริยาเพื่อกำจัดออกซิเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ไม่ต้องการในน้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ สำหรับน้ำมันปิโตรเลียมจะมีส่วนประกอบของออกซิเจนอยู่น้อยจึงไม่ใช่ปฏิกริยาที่สำคัญแต่ในน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจะมีส่วนประกอบของออกซิเจนอยู่ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงต้องกำจัดออกซิเจนในน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี

คุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันที่ได้จากการกลั่นน้ำมันจากปิโตรเลียม ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดัง
สมการในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน

ปฏิกิริยาไฮโดรดีเมทัลล (Hydrodemetallation, HDM) คือกระบวนการทางเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปทำปฏิกิริยา เพื่อจะกำจัดโลหะ ซึ่งในบางครั้งกระบวนการไฮโดรทรีตติงจะมีปฏิกิริยาไฮโดรดีเมทัลลเกิดขึ้นด้วย ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ปฏิกิริยาไฮโดรดีเมทัลล

ปฏิกิริยาไฮโดรแครกกิง (Hydrocracking) คือกระบวนการทางเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปทำปฏิกิริยา เพื่อที่จะสลายโมเลกุลใหญ่ให้แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็ก กระบวนการไฮโดรแครกกิงจะเกิดขึ้นภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง กระบวนการไฮโดรแครกกิงทำหน้าที่หลักคือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจัดเรียงโมเลกุลของน้ำมันใหม่ทำให้โมเลกุลที่สร้างตัวขึ้นมาใหม่มีความสมบูรณ์และความแข็งแรงขึ้นโมเลกุลน้ำมันอิมตัวมากขึ้น ส่งผลให้น้ำมันมีการต้านทานการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ดีขึ้นหรือที่เรียกว่าออกซิเดชัน (Oxidation Resistance) ทนทานต่อความร้อนสูงขึ้น ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ปฏิกิริยาไฮโดรแครกกิง

ตัวเร่งปฏิกิริยาของการไฮโดรทรีตติ้ง

โดยทั่วไปตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการไฮโดรทรีตติ้งคือ นิกเกิลโมลิบดีนัม, โคบอลต์โมลิบดีนัม, นิกเกิลทังสเทน, โคบอลต์ทังสเทน โดยมีลูมิเนียมออกไซด์และซิลิกอนไดออกไซด์เป็นตัวรองรับ ตัวเร่งปฏิกิริยามีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้และสารที่ป้อนเข้าไปในกระบวนการ ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัม จะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้ดีสำหรับปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันและปฏิกิริยาไฮโดรดีไนโตรจีเนชัน แต่ในทางตรงกันข้ามตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดีนัม จะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาไฮโดรดีซัลฟูไลเซชันได้ดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัม [5, 6] ซึ่งความว่องไวในการทำปฏิกิริยานั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะของการทดลอง

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการไฮโดรทรีตติ้งสามารถเตรียมได้ในรูปแบบออกไซด์และซัลไฟด์ การเตรียมทั้งแบบออกไซด์และซัลไฟด์ซึ่งจะส่งผลให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นเป็นสารผลิตภัณฑ์ (conversion) ที่ออกมามีค่าแตกต่างกัน ซึ่งการเตรียมในรูปแบบออกไซด์จะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาต่ำและเสถียรภาพง่าย แต่จะมีความว่องไวสูงสุดเมื่ออยู่ในรูปของซัลไฟด์ [7] ดังนั้นจึงต้องมีการซัลไฟด์ตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนใช้งาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการไฮโดรทรีตติ้ง

Simcek, P., Kubicka, D., Sebor, G., Pospsil, M . 2009 [8] ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการไฮโดรโปรเซสซิงของเมล็ดเรพ ที่อุณหภูมิ 260 ถึง 340 องศาเซลเซียส ความดัน 7 เมกกะปาสคาล โดยใช้นิกเกิลโมลิบดีนัมบนตัวรองรับลูมิเนียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วตรวจสอบผลด้วยเครื่อง GC ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีน้ำ ก๊าซไฮโดรเจน และสารอินทรีย์ที่เป็นของเหลว (Organic Liquid Product) เช่น สารประกอบอัลเคนไซตรงหรือสารประกอบอัลเคนไซกิ่ง ที่อุณหภูมิของปฏิกิริยาต่ำสารอินทรีย์ที่เป็นของเหลวที่ได้จะมีไตรกลีเซอไรด์หรือกรดไขมันอิสระปนอยู่ด้วย แต่ที่ปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงกว่า 310 องศาเซลเซียส จะมีเฉพาะไฮโดรคาร์บอนที่เหมือนกับไฮโดรคาร์บอนตามธรรมชาติที่อยู่ในน้ำมันดีเซลเท่านั้น จากผลการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิของปฏิกิริยาต่ำ (260 ถึง 300 องศาเซลเซียส) จะมีผลิตภัณฑ์ขาวปนในของเหลว แต่ที่อุณหภูมิมากกว่า 300 องศาเซลเซียส ของเหลวจะสะอาดใสไม่มีสี แล้วจะมีความหนาแน่น 730 ถึง 750 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้สารตั้งต้น (ไตรกลีเซอไรด์หรือกรดไขมันอิสระ) ลดลง และปริมาณของเฮฟตะเดเคนไซตรงเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง แต่ในทางตรงกันข้ามจะทำให้ออกตะเดเคนไซตรงลดลง

Sebos, I., Matsoukas, A., Apostolopoulos, V., Papayannakos, N. 2009 [9] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำน้ำมันจากเมล็ดฝ้ายผ่านกระบวนการไฮโดรโปรเซสซิงโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาทำการทดลองโดยให้ความเร็วเชิงสเปซของของเหลวระหว่าง 5 ถึง 25 ชั่วโมง⁻¹ โดยของเหลวมีปริมาณของเมล็ดฝ้ายบริสุทธิ์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 305 ถึง 345 องศาเซลเซียส ความดัน 30 บาร์ โดยใช้โคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทุกๆ 450 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ค่อนข้างเสถียรหลังจากการดำเนินการไปแล้ว 300 ชั่วโมง

Hardi Sulimma .2008 [10] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 6 ชนิด ได้แก่ โมลิบดีนัมคาร์ไบด์ โมลิบดีนัมไนไตรด์ ทังสเตนคาร์ไบด์ ทังสเตนไนไตรด์ วานาเดียมคาร์ไบด์ และ วานาเดียมไนไตรด์ โดยนำไปศึกษาตามเทคนิคที่แตกต่างกัน ตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 6 ชนิด จะถูกตรวจสอบจากการกำจัดออกซิเจน การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน ค่าการเลือกของโอเลฟิน (olefin selectivity) การใช้ก๊าซไฮโดรเจน และผลพลอยได้ (by product) จากกรดโอเลอิก จากการศึกษาที่อุณหภูมิ 390 องศาเซลเซียส ความดันบางส่วนของไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่า 7,000 กิโลปาสคาร์ แสดงให้เห็นว่า โมลิบดีนัมคาร์ไบด์และโมลิบดีนัมไนไตรด์ กำจัดออกซิเจนได้ดีมาก และมีปริมาณสารประกอบประเภทอัลเคนหรือโอเลฟิน (alkane/olefin) มากกว่าร้อยละ 30 หลังจากนั้นก็ได้ทำการเปรียบเทียบที่อุณหภูมิ 380 ถึง 390 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดันบางส่วนของไฮโดรเจน 7,100 กิโลปาสคาร์ แล้วนำไปตรวจสอบพบว่า โมลิบดีนัมไนไตรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุด ซึ่งกำจัดออกซิเจนได้มากกว่าร้อยละ 85 การเลือกของโอเลฟิน (alkane/olefin selectivity) มากกว่าร้อยละ 20 และการเลือกของดีเซล (diesel fuel selectivity)มากกว่าร้อยละ 40

George W. Huber, Paul O'Connor, Avelino Corma . 2007 [11] ได้ศึกษากระบวนการไฮโดรทรีตติงของน้ำมันเมล็ดทานตะวัน และน้ำมันเมล็ดทานตะวันผสมกับน้ำมันหนักที่ได้จากการกลั่นแบบสูญญากาศ (HVO) โดยใช้ถังปฏิกรณ์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร ยาว 65 เซนติเมตร ใช้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาระหว่าง 300 ถึง 450 องศาเซลเซียส ความดัน 50 บาร์ โดยมีนิกเกิลโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการซัลไฟด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่ามีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น 3 ปฏิกิริยา คือ ดีคาร์บอนิลเลชัน, ดีคาร์บอกซิเลชัน และไฮโดรดีออกซิจีเนชัน จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะพบว่าเมื่อเติมน้ำมันดอกทานตะวันในปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

และน้ำมันหนักที่ได้จากการกลั่นแบบสุญญากาศร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก จะทำให้ค่าการเกิดของผลิตภัณฑ์ของสารประกอบประเภทอัลเคนโซ่ตรงเกิดขึ้นร้อยละ 87 ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด และน้ำมันเมล็ดทานตะวันบริสุทธิ์จะมีค่าการเกิดของผลิตภัณฑ์ร้อยละ 75

Gandarias ,I., Barrio, V.L., Requies ,J., Arias,P.L., Cambra,J.F., Gu emez M.B..2008[7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาในการทำปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชันโดยมีนิกเกิลโมลิบดีนัมและนิกเกิลทั้งสแตนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะมีส่วนประกอบของนิกเกิลร้อยละ 3.2 โดยน้ำหนัก โมลิบดีนัมร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก ทั้งสแตนร้อยละ 13.9 โดยน้ำหนักตามลำดับ โดยมีลูมิเนียมออกไซด์ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิระหว่าง 473 ถึง 623 องศาเซลวิน ที่ความดัน 1.5 เมกกะปาสคาร์ โดยของเหลวที่ป้อนเข้ามาประกอบด้วย ฟีนอลร้อยละ 1 โดยน้ำหนักในออกเทน ป้อนเข้ามาด้วยอัตราการไหล 10 กรัมต่อชั่วโมง แล้วป้อนก๊าซด้วยอัตราการไหล 2 ลิตรต่อชั่วโมง ผลที่ออกมาปรากฏว่านิกเกิลโมลิบดีนัมที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้สูงกว่านิกเกิลทั้งสแตนที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชันของฟีนอลในทุกๆช่วงอุณหภูมิ แล้วจากการทดลองพบว่านิกเกิลทั้งสแตนจะทำปฏิกิริยาได้ดีในอุณหภูมิสูงเท่านั้น แต่นิกเกิลโมลิบดีนัมจะทำปฏิกิริยาได้ดีทั้งในอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง

Lappas, A.A., Bezergianni, S., Vasalosal, I.A. 2009 [12] ได้ทำการศึกษากระบวนการไฮโดรทรีตติงโดยการป้อนสารตั้งต้น 2 ชนิดผสมกันคือ น้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบสุญญากาศ (VGO) และน้ำมันดอกทานตะวัน โดยทำการทดลอง 4 แบบคือ ผสมน้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบสุญญากาศ ที่ผ่านการไฮโดรทรีตติงเบื้องต้น (pre hydrotreated) กับน้ำมันดอกทานตะวันในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 ตามลำดับ และผสมน้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบสุญญากาศ ที่ไม่ผ่านการไฮโดรทรีตติงเบื้องต้นกับน้ำมันดอกทานตะวันในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 ตามลำดับ ซึ่งทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความดัน 2000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว (LHSV) 1.5 ชั่วโมง^{-1} อัตราการไหลของของเหลว 20 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง จากการทดลองพบว่าปริมาณของซัลเฟอร์และไนโตรเจนลดลงหลังจากผ่านกระบวนการไฮโดรทรีตติง และอัตราส่วนของไฮโดรคาร์บอนของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ของการผสมน้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบสุญญากาศ ที่ผ่านการไฮโดรทรีตติงเบื้องต้นจะสูงกว่าการผสม น้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบสุญญากาศที่ไม่ผ่านการไฮโดรทรีตติงเบื้องต้นและการผสม น้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบ

สูญญากาศกับน้ำมันดอกทานตะวันในอัตราส่วน 70:30 ผลิตรถยนต์ที่ได้จะมีอัตราส่วนของไฮโดรคาร์บอนมากกว่าการผสมในอัตราส่วน 90:10 ทั้งการไฮโดรทรีตติงเบื้องต้นและไม่ได้ทำการไฮโดรทรีตติงเบื้องต้นของน้ำมันที่ผ่านการกลั่นแบบสูญญากาศ

Kubicka, D., and Kaluza, L. 2010 [3] ได้ศึกษาปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน ของเมทิลดีเรฟที่อุณหภูมิ 260 ถึง 280 องศาเซลเซียสความดัน 3.5 เมกกะปาสคาร์ และความเร็วเชิง-สเปซของของเหลว (LSHV) 0.25 ถึง 4 ชั่วโมง⁻¹ ในถังปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง โดยมีนิกเกิล (Ni) โมลิบดีนัม (Mo) และนิกเกิลโมลิบดีนัม (NiMo) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลการทดลองพบว่า ความว่องไวของตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ > โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ > นิกเกิลบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ และนิกเกิลโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์จะให้ค่าการเกิดของผลิตภัณฑ์ของไฮโดรคาร์บอนได้สูงกว่าโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ และนิกเกิลตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ค่าการเกิดของผลิตภัณฑ์ของไฮโดรคาร์บอนจะได้จากปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันและไฮโดรดีออกซิจีเนชัน ในขณะที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ และนิกเกิลบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ค่าของการเกิดของผลิตภัณฑ์ของไฮโดรคาร์บอนจะได้จากปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชันเท่านั้น

Senol, O.I., Viljava , T.R., Krause , A.O.I. 2005 [13] ได้ศึกษาปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิ-จีเนชันของเมทิลเอสเทอร์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัม และโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ ในการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบออกไซด์ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล-โมลิบดีนัมจะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ และตัวเร่งปฏิกิริยาแบบซัลไฟด์จะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้ดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแบบออกไซด์ของทั้งสองตัวเร่งปฏิกิริยา และเมื่อเปรียบเทียบตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่าง นิกเกิลโมลิบดีนัม และโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์พบว่า นิกเกิล-โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ จะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้ดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิจะพบว่าค่าการเกิดของผลิตภัณฑ์ของไฮโดรคาร์บอนของนิกเกิลโมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์แบบซัลไฟด์จะมีค่าสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส ในขณะที่เดียวกันค่าการเกิดของ

ผลิตภัณฑ์ของไฮโดรคาร์บอนของโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์จะมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส

Laurent E., and Delmon, B. 1994 [14] ได้ศึกษาปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน ของหมู่คาร์บอนิล และคาร์บอกซิลิกโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัม และโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการซัลไฟด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้ 4-เมททิลกลาซีโทพีนอล, ไดเอทิลเดคเซนไดโอเอท และกัวคอลลเป็นสารตั้งต้น จากการทดลองพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัมจะมีความว่องไวสูงกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดีนัมบนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ในการเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับการไฮโดรทรีตติงของน้ำมันพืช

สารตั้งต้นที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับการไฮโดรทรีตติงสามารถนำวัตถุดิบที่ได้จากน้ำมันพืชหรือกรดไขมันมาเป็นสารตั้งต้นได้หลายชนิด เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน หรือเมล็ดเรพ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันของสารตั้งต้นที่ใช้

สภาวะของการทดลอง

กระบวนการไฮโดรทรีตติงจะทำการทดลองที่อุณหภูมิประมาณ 200 ถึง 450 องศาเซลเซียส ความดัน 200 ถึง 1,015 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.25 ถึง 25 ชั่วโมง⁻¹

ตัวเร่งปฏิกิริยา

สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาในการไฮโดรทรีตติงที่พบส่วนใหญ่คือ นิกเกิลโมลิบดีนัมและโคบอลต์โมลิบดีนัม บนตัวรองรับอลูมิเนียมออกไซด์ ซึ่งจากผลงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดีนัมจะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้ดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดีนัม

ปฏิกิริยาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการไฮโดรทรีตติง

การไฮโดรทรีตติงของน้ำมันพืชจะมีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้ ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน ปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน ปฏิกิริยาดีคาร์บอนิลเลชัน และปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน



ปฏิกิริยาดีคาร์บอกซีเลชัน (Decarboxylation) คือปฏิกิริยาที่จะเปลี่ยนกรดคาร์บอกซิลิกให้กลายเป็นหมู่เมทิลและคาร์บอนไดออกไซด์ โดยไม่ต้องเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปช่วยในการทำปฏิกิริยาตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ปฏิกิริยาดีคาร์บอกซีเลชัน

ปฏิกิริยาดีคาร์บอนิลเลชัน (decarbonylation) คือปฏิกิริยาที่จะเปลี่ยนกรดคาร์บอกซิลิกโดยมีการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยา ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะเป็นหมู่เมทิลคาร์บอนมอนอกไซด์ และน้ำ ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ปฏิกิริยาดีคาร์บอนิลเลชัน

ปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน (hydrodeoxygenation) คือปฏิกิริยาที่จะเปลี่ยนกรดคาร์บอกซิลิก โดยมีการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยา ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะเป็นสารประกอบประเภทอัลเคน และน้ำ ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ปฏิกิริยาไฮโดรดีออกซิจีเนชัน

