บทที่ 7

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสกัดสารไฮโดรคาร์บอนด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว เพื่อที่จะแยกสารไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ (ไขพาราฟิน) ออกจากสารไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลเล็ก (เฮกเซน เฮปเทน โนเนน หรือไตรเดคเคน) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นเครื่องสกัดสารที่ทนต่อความดันสูง

7.1 สรุปผลการทดลอง

7.1.1 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน ช่วงเวลาในการกวนผสมสาร และจำนวนครั้งในการสกัด

(1) การสกัดสารไฮโดรคาร์บอนด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ช่วงเวลาในการกวนผสมสารต่างๆ พบว่า ช่วงเวลาในการกวนผสมสารมีผลต่อการแยกไขพาราฟินออกจากสารละลายไขพาราฟิน ในช่วงเวลาการกวนผสมอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อให้สารไฮโดรคาร์บอนละลายในคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างสมดุล

(2) อุณหภูมิในการสกัด มีผลต่อสภาพของคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะสกัด กล่าวคือ คาร์บอนไดออกไซด์เหลวมีความสามารถในการแยกไขพาราฟินได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ เพราะมีความหนาแน่นสูง และคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพของไหลภาวะวิกฤต มีความสามารถในการแยกไขพาราฟินได้ดี

(3) ความดันในการสกัด มีผลต่อความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำ มีความสามารถในการแยกไขพาราฟินได้ต่ำมาก เพราะเมื่อละลายในสารไฮโดรคาร์บอนแล้ว ทำให้ความหนืดต่ำลงเท่านั้น คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีสภาพใกล้ภาวะวิกฤตสามารถแยกไขพาราฟินได้ และคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพของไหลภาวะวิกฤต มีความสามารถในการแยกไขพาราฟินได้ดียิ่ง

(4) จำนวนครั้งในการสกัดสาร พบว่า ปริมาณไขพาราฟินในสิ่งสกัดจะลดลงตามจำนวนครั้งที่สารละลายไหลผ่านเครื่อง จนถึงจุดหนึ่งที่ปริมาณไขพาราฟินในสิ่งสกัดเริ่มคงที่ กล่าวคือ มากกว่า 5 ครั้งขึ้นไป

7.1.2 การละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลาย เฮกเซน เฮปเทน โนเนน และไตรเดคเคน ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า การละลายเป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียล และการละลายของไขพาราฟินในไตรเดคเคน < โนเนน < เฮปเทน < เฮกเซน ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะการละลายของสารไฮโดรคาร์บอนจะลดลง ในขณะที่ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของตัวทำละลายเพิ่มขึ้น สมการการละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลายดังกล่าว สามารถแสดงได้ในรูปแบบของเอกซ์โพเนนเชียล และสมการในอุดมคติ ดังนี้

(1) สมการการละลายในรูปแบบของเอกซ์โพเนนเชียล

การละลายของไขพาราฟินในเฮกเซน $C_B = \exp.(0.11\ t - 0.02) - 1$

การละลายของไขพาราฟินในเฮปเทน $C_B = \exp.(0.09\ t + 0.51) - 2$

การละลายของไขพาราฟินในโนเนน $C_B = \exp.(0.10\ t - 0.08) - 1.3$

การละลายของไขพาราฟินในไตรเดคเคน $C_B = \exp.(0.10\ t - 0.36) - 1.8$

(2) สมการการละลายในอุดมคติ

การละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลายเฮกเซน เฮปเทน และโนเนน สอดคล้องกับสมการ ดังนี้

$$\phi_{B,ideal} = \exp.((-\Delta H_m/R)(1/T-1/T_m)-(\Delta H_t/R)(1/T-1/T_t)+\ln(\phi_B+(1-\phi_B)(\bar{V}_B/\bar{V}_s)))$$

การละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลายไตรเดคเคน สอดคล้องกับสมการ ดังนี้

$$\phi_{B,ideal} = \exp.((-\Delta H_m/R)(1/T-1/T_m)-(\Delta H_t/R)(1/T-1/T_t) - (1-\phi_B)(1-(\bar{V}_B/\bar{V}_s)))$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.1.3 เปรียบเทียบการละลายของเฮปเทน และไขพาราฟินในคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า คาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพแก๊ส ไม่เหมาะในการใช้เป็นตัวทำละลาย เพราะมีความหนาแน่นต่ำ แต่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใกล้ภาวะวิกฤตสามารถใช้เป็นตัวทำละลายได้ คาร์บอนไดออกไซด์เหลวสามารถใช้เป็นตัวทำละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ เพราะที่อุณหภูมิต่ำความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์จะสูงขึ้น และคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพของไหลภาวะวิกฤตสามารถใช้เป็นตัวทำละลายได้ดียิ่ง กล่าวคือ การละลายจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ ความดันและความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

7.1.4 ผลของตัวทำละลายร่วมที่มีต่อ การละลายของสารไฮโดรคาร์บอน ในคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า อะซิโตน และเมทธิลเอทธิลคีโตน เหมาะที่จะใช้เป็นตัวทำละลายร่วมในการแยกไขพาราฟิน เพราะมีผลทำให้อัตราส่วนการละลายของเฮปเทนต่อไขพาราฟินในคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

7.1.5 เปรียบเทียบองค์ประกอบของไขพาราฟินที่ได้จากการสกัด เหลือจากการสกัดและก่อนสกัด พบว่า ความดัน อุณหภูมิ และตัวทำละลายร่วมมีผลต่อการกระจายโมเลกุลของไขพาราฟิน กล่าวคือ ไขพาราฟินจากสิ่งสกัด (extract) มีการกระจายโมเลกุลค่อนไปทางซ้าย (สารอัลเคนโมเลกุลเล็ก) ในขณะที่ไขพาราฟินจากส่วนที่เหลือ (raffinate) มีการกระจายโมเลกุลค่อนไปทางขวา (สารอัลเคนโมเลกุลใหญ่) และความดันมีผลต่อการกระจายโมเลกุลของไขพาราฟินมากกว่าอุณหภูมิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากปัญหาที่พบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมัน คือ ไขที่ปนอยู่ในน้ำมันดิบ ก่อปัญหาในการขนถ่าย และการผลิตเนื่องจากมีจุดไหลเทสูง นอกจากนี้ น้ำมันที่ได้เฉพาะส่วนที่จะนำไปทำน้ำมันหล่อลื่น ยังจำเป็นต้องแยกไขออกเสียก่อน ในการวิจัยนี้ ศึกษาการสกัดสารไฮโดรคาร์บอนด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว เพื่อแยกไขพาราฟินออกจากตัวทำละลายเฮกเซน เฮปเทน โนเนน และไตรเดคเคน

ในการวิจัยขั้นต่อไป ควรศึกษาการแยกไขพาราฟินในน้ำมันชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันไลท์ดิสทิเลต (light distillate oil) น้ำมันเฮฟวีดิสทิเลต (heavy distillate oil) น้ำมันดิบ (crude oil) โดยวิธีนี้ และสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ในการสกัดสารอื่นๆได้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย