บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X จากดินขาวธรรมชาติด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ข้อสรุปดังนี้

5.1.1 การวิเคราะห์สมบัติของดินขาวที่ใช้ในการทดลอง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินขาวด้วยเทคนิค X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) พบว่าองค์ประกอบหลักของดินขาวธรรมชาติประกอบด้วยซิลิกา (SiO_2) และอะลูมินา (Al_2O_3) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ มีอัตราส่วนโดยน้ำหนักของซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 6.20 จากการวิเคราะห์ดินขาวด้วยเทคนิค X-ray diffraction (XRD) ทำให้ทราบว่าซิลิกาที่เป็นองค์ประกอบหลักในดินขาวอยู่ในรูปของอัลฟาควอตซ์ ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) ที่มีความเสถียรที่สุด และเมื่อพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของดินขาวด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า แสดงให้เห็นความเป็นผลึกของดินขาวซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ที่ให้รูปแบบเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชันปรากฏเส้นพีคที่มีความคม โดยขนาดของผลึกของดินขาวประมาณ 1.2 ถึง 10 ไมครอน

5.1.2 การบำบัดเบื้องต้นของดินขาว

เนื่องจากดินขาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X เป็นวัตถุดิบที่มาจากธรรมชาติ จึงต้องนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก่อนทำการสังเคราะห์ซีโอไลต์เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในวัตถุดิบ ซึ่งประกอบด้วยประกอบด้วย

- การปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพ : บดและคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh
- การปรับปรุงคุณภาพทางความร้อนของดินขาว : เผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง

- การปรับปรุงคุณภาพด้วยสารเคมี : รีฟลักซ์กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง
- การสลายควอตซ์ (breaking quartz) : หลอมเหลว (fusion) ดินขาวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

5.1.3 การสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X

หลังจากที่ดินขาวผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเบื้องต้นแล้วจะเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ วิธีการสังเคราะห์ซีโอไลต์จะถูกทำขึ้นด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล ดินขาวจะทำปฏิกิริยากับสารละลายเบส ปรับอัตราส่วนซิลิกาและโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินา นำสารละลายใส่เครื่องปฏิกรณ์ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (aging) จากนั้นให้อุณหภูมิกับเครื่องปฏิกรณ์ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล เวลาในการเกิดผลึก อัตราส่วนโดยโมลของซิลิกาต่ออะลูมินา และอัตราส่วนโดยโมลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีต่อการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X ซึ่งได้ผลสรุปดังนี้

- อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัลที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ซีโอไลต์คือ 90 องศาเซลเซียส
- เวลาที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X คือ 48 ชั่วโมง
- อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาที่ดีที่สุดในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X คือ 3.0
- อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X คือ 12

5.1.4 ภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ซีโอไลต์

หลังจากศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่มีผลในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X ทำให้ทราบภาวะที่ดีที่สุดในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ คือภาวะที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัลเท่ากับ 90 องศาเซลเซียส เวลาในการเกิดผลึกเท่ากับ 48 ชั่วโมง อัตราส่วนโดยโมลของซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 3.0 และอัตราส่วนโดยโมลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 12 ซึ่งร้อยละผลได้ของซีโอไลต์ Na-X ที่เกิดขึ้นเท่ากับ 88.4 และซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้มีพื้นที่ผิวเท่ากับ 395.30 และซีโอไลต์ Na-X ที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 474.37 ซึ่งพื้นที่ผิวของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของพื้นที่ผิวของซีโอไลต์ Na-X ที่ใช้ในอุตสาหกรรม และจากการทดสอบการดูดซับคลอไรด์ในเฮกเซนที่เป็นตัวทำละลายใช้แล้วจากกระบวนการผลิตพอลิเมอร์โดยใช้ซีโอไลต์ Na-X ที่

สังเคราะห์ได้เป็นตัวดูดซับมีร้อยละการกำจัดเท่ากับ 30.24 และมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 293.3 มิลลิกรัมต่อกรัมของตัวดูดซับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และเชิงพาณิชย์สำหรับการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X จากดินขาวธรรมชาติ รวมทั้งศึกษาการนำมาใช้ได้จริงในอุตสาหกรรม

5.2.2 ควรศึกษาการดูดซับคลอไรด์ในเฮกเซนด้วยซีโอไลต์ Na-X ที่ได้จากการสังเคราะห์ในวิทยานิพนธ์นี้เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับ

5.2.3 ควรศึกษากลไกการดูดซับของโมเลกุลคลอไรด์ด้วยซีโอไลต์ Na-X

5.2.4 ควรมีการสังเคราะห์ซีโอไลต์ Na-X จากดินขาวแหล่งอื่นๆด้วย เนื่องจากดินขาวในแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบในอัตราส่วนของซิลิกาต่ออะลูมินา และปริมาณสิ่งเจือปนไม่เท่ากัน