บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเมมเบรนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

ผลจากการถ่ายภาพเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ที่พื้นผิวด้านบนและด้านตัดขวางหรือด้านข้างของเมมเบรน สรุปได้ว่า โครงสร้างของเมมเบรนบริเวณพื้นที่ผิวมีลักษณะเป็นเส้นใยที่เชื่อมต่อกันของเส้นใยเซลลูโลสเป็นลักษณะโครงร่างแห (Cross-linked structure) ทำให้เกิดรูพรุนที่มีการกระจายขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอมีความหนา 90 ไมโครอน เมื่อนำมาทดลองใช้ในการแยกของผสมเอทานอลบริสุทธิ์กับน้ำและของผสมเอทานอลที่ในน้ำหมัก พบว่าเมมเบรนชนิดนี้ไม่สามารถแยกของผสมออกจากกันได้ดีนัก เนื่องจากโครงสร้างของเมมเบรนบริเวณพื้นที่ผิวมีลักษณะเป็นโครงร่างแห (Cross-linked structure) ที่เชื่อมต่อกันของเส้นใยเซลลูโลสทำให้เมมเบรนมีรูพรุนขนาดใหญ่ ส่วนเมมเบรนเซลลูโลสเคลือบด้วยพอลิเมอร์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10% ลักษณะโครงสร้างภายในเมมเบรนมี 2 ชั้น และชั้นพอลิเมอร์ที่เคลือบเมมเบรนมีความหนาประมาณ 50 ไมโครอน ซึ่งมีความหนาน้อยกว่าเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทแต่เนื่องจากการเคลือบเมมเบรนแบบจุ่มทำให้ทั้งสองด้านของเมมเบรนถูกเคลือบด้วยพอลิเมอร์เช่นกันดังนั้นจึงทำให้การแยกสารไม่แตกต่างกับเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทมากนัก นอกจากนี้เมมเบรนทั้งสองชนิดนี้ไม่สามารถทนต่อสภาวะอุณหภูมิสูงได้

5.1.2 ความเข้มข้นต่าง ๆของเอทานอลต่อระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

ผลของการทดสอบความเข้มข้นต่าง ๆของเอทานอลที่ 10, 15, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทและเมมเบรนเซลลูโลสเคลือบด้วยพอลิเมอร์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10% พบว่า ค่าฟลักซ์ของเมมเบรนทั้งสองชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้นของเอทานอล 10- 15 เปอร์เซ็นต์ค่าแฟคเตอร์การแยก (α) เมมเบรนเซลลูโลสเคลือบพอลิเมอร์ PVA 10% มีค่ามากกว่าของเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตท เนื่องมาจากองค์ประกอบของเมมเบรนมีความต่างกันโดยเมมเบรนเซลลูโลสที่ผ่านการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ PVA 10% จะทำให้เมมเบรนมีคุณสมบัติชอบน้ำและการเคลือบจะทำให้เมมเบรนมีความหนาแน่นของรูพรุนมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าฟลักซ์น้อยกว่าเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทแต่การแยกสารดีกว่าค่า α จึงสูง

5.1.3 ผลของเวลาต่อระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

ผลของการเพิ่มเวลาให้ระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันที่ 15, 30, 45 และ 60 นาที ทดลองแยกของผสมสองชนิดคือของผสมเอทานอลกับน้ำและของผสมเอทานอลในน้ำหมัก พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาให้ระบบที่ใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตท ทำให้ค่าฟลักซ์ของของผสมทั้งสองชนิดมีแนวโน้มลดลง ค่า α ของของผสมเอทานอลน้ำหมักสูงสุดที่ 45 นาที ส่วนของผสมเอทานอลกับน้ำค่า α สูงสุดที่ 30 นาที นอกจากนี้ทุก ๆเวลาของการทดลองค่า α ของของผสมเอทานอลน้ำหมักจะดีกว่าของผสมเอทานอลกับน้ำ ดังนั้นเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทน่าจะมีความเหมาะสมสำหรับการแยกเอทานอลออกจากของผสมเอทานอลน้ำหมักมากกว่าของผสมเอทานอลกับน้ำ และ ส่วนการเพิ่มเวลาให้ระบบที่ใช้เมมเบรนเซลลูโลสเคลือบด้วยพอลิเมอร์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10% ฟลักซ์ของของผสมเอทานอลกับน้ำมีแนวโน้มลดลงและที่เวลา 30 นาทีค่า α มีค่าสูงสุดแสดงว่าการแยกเกิดได้ดี ส่วนการเพิ่มเวลาให้กับของผสมเทานอลน้ำหมักการแยกเกิดขึ้นได้ดีที่ 15 นาทีจึงทำให้ค่า α สูงสุด

5.1.4 ผลของอุณหภูมิต่อระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

ผลของการเพิ่มอุณหภูมิที่ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ที่ให้กับระบบโดยใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทและเมมเบรนเซลลูโลสเคลือบด้วยพอลิเมอร์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10% พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ค่าฟลักซ์ของเมมเบรนทั้งสองชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและที่ 60 องศาเซลเซียสการแยกสารจะเกิดได้ดีและเหมาะสำหรับใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทและเมมเบรนเซลลูโลสเคลือบด้วยพอลิเมอร์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10% มาทดสอบการแยกเอทานอลออกจากของผสมทั้งสองชนิดเนื่องจากค่า α มีค่าสูง

5.1.5 ผลความดันด้านเพอร์มิเอตต่อระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

จากการเพิ่มดันด้านเพอร์มิเอตโดยใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทและเมมเบรนเซลลูโลสเคลือบด้วยพอลิเมอร์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10% ทดสอบระบบด้วยของผสมเอทานอลในน้ำหมัก พบว่า เมื่อใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตท การเพิ่มความดันด้านเพอร์มิเอตทำให้ค่าฟลักซ์มีแนวโน้มลดลงและค่า α ลดลงเล็กน้อย กรณีของการใช้เมมเบรนเซลลูโลสเคลือบโพลิเมอร์ PVA 10% การเพิ่มความดันทำให้ค่าฟลักซ์ลดลงและค่า α เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ก็ไม่แตกต่างจากเมมเบรนเมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตท

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาปรับปรุงระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันในระดับห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพสูงกว่านี้ เช่น ปรับปรุงให้มีส่วนของการไหลของสารป้อนเข้าและสารป้อนออก(Retentate) หรือการเพิ่มแก๊สเฉื่อย (Inert gas) พาไอด้านเพอร์มิเอตเข้าสู่ส่วนควบแน่น หรือลดขนาดของท่อสายยางให้มีขนาดเล็กลงและควรมีการเพิ่มตัววัดความดันด้านสารป้อนเพื่อให้ทราบความดันด้านสารป้อนซึ่งจะทำให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.2.2 ควรมีการศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบอื่น ๆในของผสมเอทานอลที่ได้จากน้ำหมัก เช่น น้ำตาล สารอินทรีย์อื่น ๆที่เกิดจากการหมัก ต่อประสิทธิภาพการคัดแยกสารของระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

5.2.3 ควรมีการศึกษาของผสมชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากการใช้ของผสมเอทานอลบริสุทธิ์กับน้ำและของผสมเอทานอลที่ได้จากน้ำหมัก มาทดสอบด้วยกระบวนการเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

5.2.4 ควรมีการศึกษาแปรผันชนิดของเมมเบรนทางการค้าให้มากขึ้นหรือมีความหลากหลายชั้น เพื่อศึกษาความเหมาะสมของชนิดเมมเบรนที่ใช้ในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน เพื่อใช้ในการคัดแยกสารอย่างมีประสิทธิภาพ หรือเมมเบรนที่สังเคราะห์จากวัสดุอื่น ๆรวมถึงโมดูลที่ใช้ด้วยที่ต้องมีการศึกษาขยายผลผลิตในโมดูลแบบอื่น ๆเช่น โมดูลแบบใยกลวงหรือแบบท่อ เป็นต้น

5.2.5 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันเทียบกับวิธีหรือเทคนิคอื่น ๆที่ใช้ในการเพิ่มความเข้มข้น

5.2.6 ควรมีการทดสอบเมมเบรนด้วยน้ำหรือเอทานอลที่มีความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ทราบว่าเมมเบรนมีความชอบสารใดมากกว่ากัน