บทที่ 5

บทสรุป ข้อจำกัด ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

1. กระบวนการเมมเบรนระดับไมโครฟิลเตรชั่นและอัลตราฟิลเตรชั่น สามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำตาลโตนดได้ดีขึ้น โดยมีความใสขึ้น และสามารถลดจุลินทรีย์ด้วยกระบวนการกรองที่ความร้อนต่ำ โดยกลิ่นรสไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะถูกกักกันไว้ในส่วนของรีเทนเทท

2. การศึกษาถึงรูพรุนของเมมเบรน ความเร็วตามขวาง และความดันขับต่อฟาวลิ่งและกลไกการเกิดฟาวลิ่ง พบว่าค่าฟลักซ์ของเพอมิเอทลดลงเมื่อขนาดรูพรุนเล็กลง และใช้ความดันขับและความเร็วตามขวางต่ำ เนื่องจากการเกิดฟาวลิ่ง ทำให้ความต้านทานเนื่องจากฟาวลิ่งแบบ R_{irf}, R_{rf} และ R_t มีค่าเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน การเกิดฟาวลิ่งของเมมเบรนทำให้การกักกันของโปรตีนในน้ำตาลโตนดมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยเมมเบรนระดับไมโครฟิลเตรชั่นมีการกักกันโปรตีนอยู่ในช่วง 20-30% ส่วนเมมเบรนระดับอัลตราฟิลเตรชั่นมีการกักกันโปรตีนอยู่ในช่วง 50-60%

3. จากการศึกษาปัจจัยด้านขนาดรูพรุนของเมมเบรน, ความดันขับ และความเร็วตามขวางกลไกการเกิดฟาวลิ่งและการอุดตันเป็นไปในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งสามารถอธิบายด้วยแบบจำลองการอุดตันเมมเบรน พบว่ากลไกการเกิดฟาวลิ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะตามความสัมพันธ์ของการลดลงของฟลักซ์ คือในช่วงแรกจะเกิดการอุดตันแบบ SBM ซึ่งเกิดการอุดตัน/ดูดซับภายในรูพรุนจะเกิดขึ้นในระยะสั้นๆ และติดตามด้วยกลไกการอุดตันแบบ IBM ซึ่งมีการอุดตันทั้งภายในและผิวหน้าเมมเบรนไปพร้อมๆ กัน โดยกลไกทั้งสองเป็นการควบคุมการลดลงของฟลักซ์เพอมิเอทในระบบการกรอง สุดท้ายเกิดการซ้อนทับของอนุภาคและองค์ประกอบในน้ำตาลโตนดเป็นชั้นเค้กและมีความหนาเพิ่มขึ้น เป็นไปตามแบบจำลอง CFM ทำให้ค่าฟลักซ์จะอยู่ในช่วงคงตัว (steady state)

4. การศึกษาค่าฟลักซ์วิกฤตของการกรองน้ำตาลโตนด พบว่าค่าฟลักซ์วิกฤตเพิ่มสูงขึ้น เมื่อใช้เมมเบรนที่มีขนาดรูพรุนใหญ่ และความเร็วในระบบอยู่ในช่วงการไหลแบบปั่นป่วน การประมาณค่าฟลักซ์วิกฤตโดยใช้แบบจำลอง Shear-induced diffusion และ Toque balance พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าฟลักซ์วิกฤตที่ได้จากการทดลองและไม่สามารถนำมาใช้อธิบายการประมาณค่าฟลักซ์วิกฤตของน้ำตาลโตนดได้อย่างแม่นยำ

5.2 ข้อจำกัดและปัญหา

1. น้ำตาลโตนดที่เก็บตัวอย่างมาใช้ในการทดลอง มีการผันแปรทางคุณภาพเริ่มต้นสูง จึงอาจส่งผลให้ค่าการวิเคราะห์ในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างกัน

2. ไส้กรองที่ใช้ในการศึกษามีอย่างจำกัด

3. ประสิทธิภาพของปั๊ม (Peristaltic pump) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าฟลักซ์วิกฤต สามารถปรับเพิ่มฟลักซ์ของเพอมิเอทได้ในช่วงกว้าง ทำให้ประมาณค่าฟลักซ์วิกฤตได้อย่างคร่าวๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ เช่นอุณหภูมิ วัสดุเมมเบรน และความเข้มข้นของสารป้อน เพื่อดูถึงการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์เพอมิเอท ความต้านทานเนื่องจากฟาวลิ่ง การกักกันองค์ประกอบ และกลไกการเกิดฟาวลิ่ง

2. อาจมีการศึกษาถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเมมเบรน เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการกรอง

3. ควรมีการศึกษาถึงกลไกการเกิดฟาวลิ่งโดยทดสอบกับแบบจำลองอื่นๆ เพื่อเป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ และการเกิดฟาวลิ่ง

4. อาจมีการศึกษาถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินระบบ เพื่อคำนวณหาต้นทุนที่แท้จริง และนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป