

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มโดยวิธีการสกัดด้วยน้ำ ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันสูง แต่มีการใช้น้ำปริมาณมากโดยใช้น้ำประมาณ 0.9-1.1 ลบ.ม. ต่อตันทะลายปาล์มสด และปัญหาที่เกิดขึ้นคือ กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพไม่สามารถทำการกำจัดสี ทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้วยังมีสีน้ำตาลเข้ม จากปัญหาเรื่องสีดังกล่าวทำให้ไม่สามารถทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ การใช้วิธีทางเคมีเช่นการตกตะกอนด้วยสารเคมี หรือวิธีทางกายภาพ-เคมีที่ได้มีการศึกษามาก่อนแล้วยังไม่เหมาะสมในแง่ของการดำเนินการที่ยุ่งยากในการควบคุมปริมาณการใช้สารเคมีที่เหมาะสม และค่าใช้จ่ายที่สูงที่ทางโรงงานต้องแบกรับภาระ และยังไม่สามารถได้น้ำที่มีคุณภาพดีที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ โดยรวมแล้วคือยังไม่มียุทธศาสตร์ที่เหมาะสม งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกำจัดสีโดยใช้เมมเบรน จึงก็เป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการกำจัดสีน้ำทิ้ง กระบวนการนี้มีส่วนดีเทียบกับกระบวนการอื่นๆ คือเป็นกระบวนการสะอาดที่สามารถนำเอาส่วนของสารละลายเข้มข้นไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่นใช้เป็นสีฟอกย้อมธรรมชาติ น้ำส่วนใสก็สามารถนำไปใช้ในส่วนต่างๆ ได้ แต่เนื่องจากการใช้เมมเบรนมีปัญหาการอุดตันที่จะต้องทำการล้าง ซึ่งขึ้นกับกระบวนการที่ใช้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาทั้งกระบวนการแยกโดยเมมเบรน และไฮบริดเมมเบรนที่มีการใช้กระบวนการอย่างอื่นร่วมกับกระบวนการเมมเบรนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้มีทางเลือกในการใช้ นอกจากนี้ได้ใช้ผลการทดลองที่ได้มาทำการตรวจสอบรูปแบบของการเกิดฟาวลิง ซึ่งการศึกษารูปแบบของการเกิดฟาวลิงจะเป็นฐานข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกวิธีการล้างที่เหมาะสมได้

ผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการกำจัดสีโดยใช้ไมโครฟิลเตรชันเมมเบรนขนาดรูพรุน 0.1 0.22 0.45 μm พบว่าจะได้ค่าฟลักซ์สูง โดยมีค่าฟลักซ์เฉลี่ยระหว่าง 82-201 $\text{l/m}^2\text{h}$ ที่ความดัน 100 kPa มีการอุดตันช้า มีข้อดีหาได้ง่าย มีราคาไม่แพง และมีขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยากเพราะมีการอุดตันในรูพรุนน้อย ไม่ต้องมีการล้างบ่อย ทำให้อายุการใช้งานของเมมเบรนสูง แต่ข้อเสียคือประสิทธิภาพการกำจัดสีมีค่าประมาณ 37 % เท่าๆกันทั้ง 3 ขนาดรูพรุน รูปแบบการเกิดฟาวลิงเป็น แบบ SBM ที่มีการอุดตันของสารภายในรูพรุน ทำให้ปริมาตรรูพรุนลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

2. ในระบบไฮบริดเมมเบรน ที่เป็นการใช้วิธีทางเคมีควบคู่กับกระบวนการกรอง มีข้อดีที่ทำให้สามารถใช้ไมโครฟิลเตรชันเมมเบรนที่ทำงานที่ความดันต่ำ และมีค่าฟลักซ์ที่สูง ในการใช้สารส้มเป็นสารก่อตะกอนร่วมกับการกรองด้วย 0.45 μm พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกรองโดยน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสีมากจะให้ประสิทธิภาพดีกว่าที่เจือจาง และถ้าใช้ปริมาณสารส้มที่

เหมาะสมจะลดสีได้ถึง 66 % ที่สภาวะของน้ำที่จะนำมาใช้ในการทดลองนั้นมีค่า พีเอชที่เป็นค่าก่อนข้างเหมาะสมในการเกิดและก่อตะกอนของสารส้ม ดังนั้นการใช้สารส้มปริมาณน้อยก็ทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดี ความเข้มข้นน้ำเสีย 80 % และ 100 % จะได้ ฟาวลิง เป็นแบบ Standard blocking model (SBM) คือเกิดจากการที่ในระหว่างการกรองมีอนุภาคบางส่วนที่เป็นคอลลอยด์ขนาดเล็กที่เหลือค้างในน้ำทำให้เกิดการอุดตันภายในรูพรุน โดยที่ไม่ได้มีการสะสมเป็นชั้นของเค้กที่ผิวหน้าเมมเบรน แสดงว่า อนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าขนาดรูพรุนของเมมเบรน

3. กรณีน้ำเสีย 100% และความเข้มข้นสารส้มปานกลางจะให้เกิดฟล็อกที่ดีคือคอลลอยด์เล็กๆจะจับตัวกันได้เป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ที่จับตัวได้ง่าย ฟาวลิง เป็นแบบ CFM เมื่อฟล็อกระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ที่ได้เป็นเส้นตรงที่ยืนยันการเกิดเค้กที่ผิวหน้าเมมเบรนในระหว่างการกรองซึ่งสอดคล้องกับกรณีของ Ca(OH)_2

4. การกรองน้ำเสียที่ผ่านการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์แบบละเอียดจะสามารถลดค่าสี และ COD ได้มากกว่าการกรองน้ำเสียที่ผ่านการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์แบบหยาบ เพราะอนุภาคขนาดเล็กสามารถดูดซับสีได้มากกว่า การกวนจะให้ค่า ฟลักซ์ เฉลี่ยสูงกว่าในกรณีที่ไม่มีการกวน และขนาดอนุภาคในช่วงที่ทำการศึกษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าฟลักซ์น้อย โดยเมช 6*12 มีค่าฟลักซ์เฉลี่ย เท่ากับ 314 -658 $\text{V/m}^2\text{h}$ กรณีไม่กวน และเท่ากับ 428 - 616 $\text{V/m}^2\text{h}$ กรณีมีการกวนที่ความดัน 680-1360 kPa และที่เมช 12*16 มีค่าฟลักซ์เฉลี่ย เท่ากับ 378 - 637 $\text{V/m}^2\text{h}$ กรณีไม่กวน และเท่ากับ 487 -570 $\text{V/m}^2\text{h}$ กรณีมีการกวนที่ความดัน 680-1360 kPa ลักษณะการเกิดฟาวลิงในระบบนี้เป็นแบบ SBM คือมีการอุดตันในรูบ้าง ทำให้ปริมาตรของรูพรุนลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยโมเลกุลที่เข้าไปอุดตันเป็น โมเลกุลสีที่ไม่ได้ถูกดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์

5. การทดลองส่วนเป็นการใช้เมมเบรนระดับอัลตราฟิลเตรชันในการกำจัดสี จะได้ว่าเมมเบรนชนิด มีประสิทธิภาพการกำจัด SS สูง ค่า SS มีค่าแปรตามค่าของความดันที่ใช้งานและขนาดของรูพรุนของเมมเบรน คือที่ขนาด 100,000 MWCO และขนาด 50,000 MWCO ลด SS ได้ 85-88% และ 90-92 % ที่ความดัน 680 และ 340 kPa มีประสิทธิภาพในการลดค่าสี SS และ COD ก่อนข้างดีแต่ก็มีเหตุผลหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือ อายุการใช้งาน จะสั้น ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากปัญหาของฟาวลิง ซึ่งอาจจะไม่คุ้มกับการลงทุน การเกิดฟาวลิงเป็นแบบ CFM คือเป็นลักษณะที่โมเลกุลของสารมีขนาดใหญ่กว่ารูเมมเบรน ทำให้เกิดการสะสมเป็นชั้นเล็กที่หน้าเมมเบรน

6. ฟลักซ์น้ำกลั่น ของเมมเบรนเซลลูโลสในเตรท ความหนา 4 มม. มีค่าใกล้เคียงกับกรณีความหนา 8 มม ค่าฟลักซ์น้ำเสียแปรผันโดยตรงกับค่าความดัน กรณีเมมเบรน หนา 8 มม ประสิทธิภาพการลดสีของเมมเบรนแปรผกผันกับความดันโดยมีค่าระหว่าง 30-60% ส่วนกรณีความหนา 4 มม ที่ความดัน 340 และ 680 kPa ให้ค่า การกำจัดสีหลังผ่านการกรองด้วยเมมเบรนที่ไม่แตกต่างกัน คือประมาณ 41% แต่ที่ความดันสูงที่ 1020 kPa จะมีประสิทธิภาพการกำจัดสีที่ลดลงมากเหลือประมาณ 12 % การเกิดฟาวลิงจึงน่าจะเกิดหลังจากการกรองไประยะหนึ่งโดย

อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดรูพรุนมากสามารถผ่านรูพรุนไปได้บางส่วน ดังนั้น ปริมาตรรูพรุนของเยื่อแผ่นลดลงเป็นสัดส่วนกับเพอมีอิต จึงเกิดฟาวลิงแบบ Standard blocking model (SBM)

7. ฟลักซ์น้ำกลั่น ของเมมเบรนเซลลูโลสอะซิเตทมีค่าสูงกว่าฟลักซ์น้ำกลั่น ของเมมเบรนเซลลูโลสไนเตรท แต่ฟลักซ์น้ำเสีย มีค่าใกล้เคียง ประสิทธิภาพการกำจัดสีดีมีค่าประมาณ 75-83% ที่ความดัน 340 และ 680 และ 1020 kPa การเกิดฟาวลิงเป็นแบบเดียวกับกรณี CN คือเกิดฟาวลิงแบบ Standard blocking model (SBM)

โดยสรุปแล้วการกำจัดสีน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มสามารถทำได้หลายรูปแบบคือเป็นแบบเมมเบรนอย่างเดียว ซึ่งต้องใช้อัตราฟิลเตรชันเมมเบรนที่มีขนาดรูพรุนเล็ก การกำจัดสีดี แต่ค่าฟลักซ์น้อย การอุดตันส่วนใหญ่เป็นแบบ SBM ที่เป็นลักษณะการอุดตันที่เกิดภายในรูพรุนขึ้นกับที่ต้องใช้วิธีการล้างที่ยุ่งยาก และอายุการใช้งานของเมมเบรนอาจน้อยลงจากการที่ต้องทำการล้างโดยใช้สารเคมี หรือถ้าใช้ระบบไฮบริดเมมเบรนที่ใช้ระบบการบำบัดวิธีอื่นควบกับการกรองด้วยเมมเบรน จะได้ค่าฟลักซ์ และการกำจัดสีที่สูง และที่ระบบควบที่เหมาะสมก็จะลดปัญหาการอุดตันภายในรูพรุนเมมเบรนเพราะไม่เกิดการอุดตัน หรือถ้าเกิดก็เป็นลักษณะ CFM ที่เป็นการเกิดเล็กที่ผิวหน้าเมมเบรน ที่ใช้วิธีการล้างแบบล้างสวนได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี ระบบนี้ถึงแม้จะมีการใช้สารเคมี หรือสารอื่นเพิ่มในขั้นตอนที่ควบเพิ่มก่อนใช้เมมเบรน แต่ก็ทำให้ได้น้ำที่มีคุณภาพดีกว่า และสามารถใช้สารเคมีในปริมาณที่น้อยกว่า การใช้ระบบการบำบัดทางเคมีหรือทางกายภาพอย่างเดียว