บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการทำน้ำฝรั่งให้ใสด้วยกระบวนการไมโครฟิลเตรชัน (microfiltration, MF) ที่มีขนาดรูพรุน 0.2 ไมครอน ได้ข้อสรุปคือ

1. การศึกษาหาความดันคร่อมของเยื่อแผ่น (transmembrane pressure) ที่ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 bar พบว่าการกรองต่อเนื่อง 240 นาที ค่าอัตราการไหลต่อพื้นที่ (flux) มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือ ฟลักซ์มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 30 นาทีแรกคือลดลงเหลือ 67%, 70%, 74% และ 61% ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ค่าฟลักซ์ลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากเกิดการสะสมของสารแขวนลอยและอนุภาคขนาดใหญ่บริเวณผิวหน้าเยื่อแผ่นเกิดเป็นคอนเซนเตรชันโพลาไรซ์เซชัน (Concentration Polarization, CP) จากนั้นจะลดช้าลงและค่อนข้างคงที่เนื่องจากความหนาของชั้น CP ที่เพิ่มขึ้นตามเวลา เมื่อสิ้นสุดการกรอง ฟลักซ์มีค่าลดลงเหลือ 46%, 41%, 57% และ 40% ตามลำดับ ความดันที่เหมาะสมในการกรองคือ 0.8 bar เนื่องจากให้ค่าฟลักซ์สูงที่สุด คือ 35,794.44 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร (L/m^2h หรือ LMH) ในเวลา 240 นาที

2. การพักทำความสะอาดเยื่อแผ่นหลังกรองต่อเนื่องเป็นเวลา 120 นาทีที่ความดัน 0.8 bar ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M เป็นเวลา 30 นาที จะทำให้ค่าฟลักซ์หลังทำความสะอาดกลับมาเท่ากับตอนเริ่มต้นและช่วยให้ค่าฟลักซ์ทั้งหมดตลอดการกรอง 4 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากการกรองแบบไม่พักทำความสะอาดถึง 19.92% ดังนั้นจึงควรพักทำความสะอาดเพื่อกำจัดชั้น CP และช่วยให้ค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้น

3. จากการทดลองได้สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้คาดคะเนค่าฟลักซ์ได้ใกล้เคียงที่สุดที่ความดัน 0.8 bar และเบี่ยงเบนมากที่สุดที่ความดัน 0.2 bar ทั้งนี้อาจเนื่องจากที่ความดัน 0.2 bar ตะกอนของอนุภาคที่รวมตัวเป็นชั้น CP บริเวณผิวหน้าเยื่อแผ่นจับตัวกันอย่างหลวมๆ ค่าความต้านทานการไหลของเพอร์มิเอทจึงมีค่าน้อยกว่าทางทฤษฎี ส่วนที่ความดัน 0.8 bar เกิดการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบของตะกอน ความหนาของชั้นตะกอนลดลง ค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นจึงสอดคล้องกับทฤษฎี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การศึกษาขั้นตอนการทำให้น้ำฝรั่งใสด้วยกระบวนการแบบดั้งเดิมทางอุตสาหกรรม พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้ในการตกตะกอน คือ 4% v/v เนื่องจากเป็นปริมาณน้อยที่สุดที่สามารถตกตะกอนสารประกอบไนโตรเจนและสารประกอบฟีนอลลิกในน้ำฝรั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพบว่าปริมาณ diatomaceous earth ที่เคลือบที่ผิวหน้ากระดาษกรองเพื่อเป็นสารช่วยกรองไม่มีผลในการช่วยกำจัดอนุภาคที่ก่อให้เกิดความขุ่นในน้ำฝรั่ง

5. ผลการเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำฝรั่งที่ผ่านกระบวนการทำให้ใสด้วยเยื่อแผ่นและวิธีการตกตะกอนด้วยเบนโทไนท์กรองผ่านกระดาษกรองแล้วพาสเจอร์ไรส์ด้วยความร้อนพบว่าค่าสี a และ b มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าความขุ่นพบว่าทั้งสองวิธีสามารถลดความขุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ น้ำฝรั่งหลังจากผ่านเยื่อแผ่น MF และกระบวนการแบบดั้งเดิมทางอุตสาหกรรมมีความขุ่นเพียง 0.75 NTU และ 0.78 NTU ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากน้ำฝรั่งก่อนผ่านกระบวนการที่มีความขุ่น 315.78 NTU สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาลก่อน-หลังรีดิวซ์ น้ำตาลซูโครส ปริมาณเถ้า และปริมาณเพคตินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำฝรั่งทั้งสองแบบ ทั้งนี้น้ำฝรั่งที่ผ่านเยื่อแผ่น MF ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่น และการยอมรับรวมมากกว่าน้ำฝรั่งที่ผ่านกระบวนการทำให้ใสด้วยวิธีการแบบดั้งเดิมทางอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากความดันที่ใช้ในการทดลองเป็นช่วงความดันที่ฟลักซ์ยังคงเป็นฟังก์ชันกับความดัน จึงควรมีการศึกษาการกรองที่ความดันสูงกว่านี้เพื่อศึกษาแนวโน้มของฟลักซ์ในช่วงที่ไม่ขึ้นกับความดัน

2. ควรศึกษาที่เวลาการกรองนานกว่า 240 นาที เพื่อดูแนวโน้มการลดลงของค่าฟลักซ์ว่าจะมีการลดลงเรื่อยๆ หรือคงที่ เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการกรอง

3. ควรมีการศึกษาการพักทำความสะอาดระหว่างทำความสะอาดเพิ่มเติม อาจจะหยุดล้างทุกๆ ชั่วโมงโดยใช้น้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว เป็นต้น

4. ควรศึกษาน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผสมน้ำกลั่น ซึ่งอาจมีข้อจำกัดที่ต้องใช้ปริมาณวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เพื่อช่วยประหยัดเวลาในการล้างทำความสะอาดเยื่อแผ่น ควรใช้สารสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M ปริมาณไม่มากในการล้างแต่ละครั้ง (ประมาณ 10-15 ลิตร) แต่เปลี่ยนสารล้างบ่อยๆ โดยเฉพาะในช่วงแรกที่รีเทนเทตยังมีสีแดงเข้มอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved