ชื่อวิทยานิพนธ์ ปัจจัยที่มีผลต่อฟลักซ์ ค่าการกักเก็บ และฟาวลิ่งระหว่างกระบวนการกรองน้ำตาลโตนดด้วยเมมเบรน
ผู้เขียน นางสาวฐปนีย์ ฤทธิไพโรจน์
สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

การปรับปรุงคุณภาพของน้ำตาลโตนดโดยการใช้กระบวนการไมโครฟิลเตรชั่น (MF) และอัลตราฟิลเตรชั่น (UF) ระดับโรงงานทดลอง ด้วยเมมเบรนเซรามิกแบบท่อขนาดรูพรุน 0.2, 0.1 μm และขนาดMWCO 300, 50 kDa ที่ความดันขับ 100 kPa สำหรับ MF และ 250 kPa สำหรับ UF อุณหภูมิ 50±1°C และความเร็วตามขวาง 3.5 m/s จากการทดลองพบว่าน้ำตาลโตนดส่วนของเพอมิเอทมีความขุ่น ความหนืด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณโปรตีน และจำนวนจุลินทรีย์ลดลง ในขณะที่ค่าพีเอช ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลโตนดสด การศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของเพอมิเอทฟลักซ์และการเกิดฟาวลิ่ง พบว่าฟลักซ์ของเพอมิเอทมีค่าลดลงตามระยะเวลาการกรอง เนื่องจากการเกิดฟาวลิ่งและคอนเซ็นเตรชั่นโพลาไรเซชั่น การศึกษาฟาวลิ่งและกลไกการเกิดฟาวลิ่งถึงผลของรูพรุน ความดันขับและความเร็วตามขวางโดยใช้ระบบ เมมเบรนระดับ MF และUF ทดลอง โดยใช้เมมเบรนแบบท่อเซรามิกขนาดรูพรุน/MWCO 0.14 μm, 300, 150 และ 50 kDa พบว่าค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้นเมื่อขนาดรูพรุน ความดันขับ และความเร็วตามขวางเพิ่มขึ้น ความต้านทานฟาวลิ่งแบบผันกลับ (R_{rf}) และแบบไม่ผันกลับ (R_{irf}) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความดันขับ และมีค่าลดความเร็วตามขวางและขนาดของรูพรุนของเมมเบรนเพิ่มขึ้น โดยความต้านทานหลักของกระบวนการเมมเบรนคือฟาวลิ่งแบบผันกลับได้ พบว่าจากปัจจัยดังกล่าวไม่มีผลต่อลำดับการเกิดกลไกฟาวลิ่ง โดยทุกๆ เมมเบรนจะมีลำดับการเกิดฟาวลิ่งคือ การเกิดการสะสมในรูพรุน (SBM) ในช่วงแรก ตามด้วยการอุดตันทั้งภายในและปากรูพรุน (IBM) และสะสมเป็นชั้นเค้ก (CFM) บนผิวหน้าเมมเบรนตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าค่าคงที่ของกลไกการเกิดฟาวลิ่ง (k) มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับขนาดรูพรุน ความดันขับ และความเร็วตามขวาง ค่าคงที่ของกลไก SBM (k_s), IBM (k_i) และ CFM (k_c) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความดันขับ และลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วตามขวางและรูพรุนของเมมเบรน จึงสามารถทำความเข้าใจถึงการลดการเกิดฟาวลิ่งและวิธีการทำความสะอาดเมมเบรน ดังนั้นแนวคิดค่าฟลักซ์วิกฤต (J_{cr}) เป็นวิธีการสำหรับการลดและการควบคุมการเกิดฟาวลิ่ง โดยเฉพาะฟาวลิ่งภายนอกเนื่องจากการ

เกิดชั้นเค้ก การศึกษาค่าฟลักซ์วิกฤตของน้ำตาลโตนดในระหว่างการกรองด้วยระบบ MF และ UF โดยวิธีการเพิ่มค่าฟลักซ์ของเพอมิเอทเป็นลำดับและติดตามความดันขับเปลี่ยนแปลง พบว่าค่าฟลักซ์วิกฤตเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดรูพรุนของเมมเบรนและ ความเร็วตามขวางเพิ่มขึ้น การประมาณค่าฟลักซ์วิกฤตโดยใช้แบบจำลอง 2 แบบจำลองคือ Torque balance และ Shear-induced diffusion ทำนายแนวทางค่าฟลักซ์วิกฤตของน้ำตาลโตนด พบว่าแบบจำลองทั้งสองไม่สามารถนำมาอธิบายค่าฟลักซ์วิกฤตที่ได้จากการทดลองได้ และค่าฟลักซ์วิกฤตตามแบบจำลองมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลอง

Thesis Title	Factors Affecting Flux, Retention and Fouling during Membrane Filtration of Sugar Palm Sap
Author	Miss Tapanee Ritthipairote
Major Program	Food Technology
Academic Year	2005

ABSTRACT

Sugar palm sap was clarified using a pilot plant scale of microfiltration (MF) and ultrafiltration (UF) system. The membranes used were ceramic tubular membranes with pore size 0.2 μm and 0.1 μm and molecular weight cut-off (MWCO) 300 kDa and 50 kDa. The experiments were carried out at transmembrane pressure (TMP) 100 kPa for MF and 250 kPa for UF, temperature 50±1°C and cross-flow velocity (CFV) 3.5 m/s. It was found that the turbidity, total solid, viscosity, total sugar, reducing sugar and number of microorganisms in the permeate of all membranes were reduced greatly compared to those in the feed while pH, acidity and total soluble solid did not significantly decreased. The permeate flux behavior and fouling were also investigated. The permeate flux decreased greatly with processing time due to membrane fouling and concentration polarization. In order to understand fouling and fouling mechanism, the effect of membrane pore size, MWCO and operating conditions including TMP and CFV on permeate flux, fouling and fouling mechanisms were also studied using a laboratory scale of MF/UF system. The tubular ceramic membrane pore size and MWCO were 0.14 μm, 300, 150 and kDa. It was found that the permeate flux increased as membrane pore size, TMP and CFV increased. The reversible fouling resistance (R_{rf}) and irreversible fouling resistance (R_{irf}) increased as TMP increased and decreased as CFV and/or membrane pore size increased. The major fouling resistance for all membrane pore size and operating conditions was due to reversible fouling resistance. In terms of fouling mechanism, the result shown that pore size, TMP and CFV did not affected the sequent of fouling mechanisms. All membranes were fouled by pore narrowing at the initial state (standard blocking model, SBM) followed by pore blocking (intermediate blocking model, IBM) and formation of cake layer (cake formation model, CFM) respectively. However, the kinetic constant values of these fouling mechanisms were significant difference

depending on pore size/MWCO, TMP and CFV. The kinetic constants, standard blocking (k_s), intermediate blocking (k_i) and cake formation (k_c) increased with TMP and decreased with increasing CFV and pore size/MWCO. These results suggested the rate and degree of fouling, providing a meaningful information for membrane process operating condition, fouling reduction and cleaning method. In addition, the critical flux (J_{cr}) in MF and UF of sugar palm sap was also studied. The critical flux concept has been recognized as an important technique for reducing membrane fouling especially external fouling due to cake formation as found during MF and UF of sugar palm sap. In this study, J_{cr} values were determined using stepwise increasing the permeate flux and the response of TMP was investigated. The result shown that J_{cr} increased with increasing membrane pore size and CFV. Two mathematical models for back-transport mechanisms in cross-flow filtration (torque balance model and shear-induced diffusion model) were assessed, concerning their ability to predict the critical flux for sugar palm sap. It was found that neither of the expressions could explain experimental critical fluxes. The predicted J_{cr} using both two models were much higher than those of experimental values.