

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้อธิบายการออกแบบและการสร้างระบบกรองระดับอัตราฟิลเตรชันและไมโครฟิลเตรชันแบบไหลขวางที่สามารถวัดและควบคุมความดัน ความเร็วตามขวางและค่าฟลักซ์ได้ถูกต้องแม่นยำ และได้ทดสอบการใช้งานโดยการศึกษาพฤติกรรมค่าฟลักซ์ ฟาวลิง กลไกการเกิดฟาวลิง และฟลักซ์วิกฤติ โดยใช้น้ำตาลโตนดเป็นสารป้อน เมมเบรนที่ใช้ทำจากเซรามิกมีขนาดรูพรุน และ molecular weight cut-off (MWCO) 0.14 μm , 50, 150 และ 300 kDa จากการทดลองพบว่าค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้นเมื่อขนาดรูพรุน ความดันขับและความเร็วตามขวางเพิ่มขึ้น โดยเข้าสู่สภาวะคงตัวเมื่อเวลาการกรองผ่านไปประมาณ 150 นาที มีฟาวลิงทั้งชนิดฟาวลิงแบบผันกลับได้ (reversible fouling) และฟาวลิงที่ผันกลับไม่ได้ (irreversible fouling) เกิดขึ้นในระหว่างการกรองอย่างรุนแรง โดยพบว่าความต้านทานการไหลของเพอมีเอทเนื่องจากฟาวลิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความดันขับและเมื่อใช้เมมเบรนที่มีขนาดรูพรุนเล็กลง แต่อย่างไรก็ตามมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วตามขวาง จากการศึกษากลไกการเกิดฟาวลิงพบว่าประมาณ 20-30 นาที ในช่วงแรกของการกรองเกิดฟาวลิงเนื่องจากการดูดซับของอนุภาคขนาดเล็กบนผนังรูพรุนของเมมเบรน ซึ่งอธิบายค่าฟลักซ์ได้ด้วย standard blocking model (SBM) ตามด้วยการอุดตันของรูพรุนของอนุภาค (intermediate blocking model, IBM) และการเกิดเค้กบนผิวหน้าของเมมเบรน (cake formation model, CFM) โดยที่ขนาดรูพรุนของเมมเบรน ความดันและความเร็วตามขวางไม่มีผลต่อกลไกและลำดับการเกิดฟาวลิง แต่มีผลต่อค่าคงที่ของแบบจำลองต่างๆ เพื่อที่จะลดหรือกำจัดฟาวลิงโดยเฉพาะฟาวลิงที่เกิด ผิวหน้าของเมมเบรนจึงได้ศึกษาค่าฟลักซ์วิกฤติของน้ำตาลโตนด พบว่าค่าฟลักซ์วิกฤติเป็นแบบอ่อนและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วตามขวางและขนาดรูพรุนของเมมเบรน จากการประเมินความสามารถในการทำนายค่าฟลักซ์วิกฤติโดยใช้แบบจำลองที่พัฒนาโดยอาศัยกลไกการถ่ายโอนมวล คือ Toque balance model และ Shear-induced diffusion model พบว่าแบบจำลองทั้งสองไม่สามารถทำนายค่าฟลักซ์วิกฤติที่จากการทดลองได้ถูกต้องเพียงพอ

ABSTRACT

This research describes the design and construction of a cross flow microfiltration and ultrafiltration rig allowing an accurate measurement and control of crossflow velocity (CFV), transmembrane pressure (TMP) and permeate flux. The membrane rig was tested by studying the permeate flux behavior, fouling characteristic and mechanism, and critical flux during microfiltration and ultrafiltration of sugar palm sap. The membrane used was tubular ceramic membrane with pore size/molecular weight cut-off (MWCO) 0.14 μm 50, 150 and 300 kDa. It was found that permeate flux increased as membrane pore size/MWCO, TMP and CFV increase and reached constant value after about 150 minute. The severe fouling due to reversible and irreversible fouling was found during membrane filtration. The reversible and irreversible fouling resistances increased as membrane pore size decrease and TMP increase. However both resistances decreased as CFV increase. The adsorption of small particle on the membrane pore wall was found at the first \sim 20-30 minute of filtration (described by standard blocking model, SBM), followed by pore blocking mechanism (intermediate blocking model, IBM) and cake formation on the membrane surface (cake filtration model, CFM) respectively. The membrane pore size/MWCO, TMP and CFV did not affect the fouling mechanism pattern but the kinetic constant (k) of fouling mechanism model. In order to reduce or eliminate membrane fouling especially external fouling, therefore the critical flux of sugar palm sap was also investigated. It was found that the critical flux of sugar palm sap was a weak form and increased with increasing membrane pore size/ MWCO and CFV. An assessment of critical flux model base on transportation mechanisms, a torque balance and shear-induced diffusion models was studied. It was found that neither of the models could explain the experimental critical fluxes adequately.

Key words : sugar palm sap, ultrafiltration, microfiltration, fouling, fouling mechanism, critical flux