อาวุธ พรหมรักษา : การลดปริมาณการเจือปนของเดกซ์แทรนในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (REDUCTION OF DEXTRAN CONTAMINATION IN RAW SUGAR PRODUCTION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.เอเดรียน ฟลัด, 238 หน้า.

ผลึกน้ำตาลเจือปนด้วยเดกซ์แทรนได้เป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ งานวิจัยนี้จึงได้พยายามลดการเจือปนนี้โดยวิธีการกรองน้ำอ้อยใส (Clarified juice) ที่ซึ่งจะถูกทำให้เข้มข้นเพื่อใช้ในการตกผลึกต่อไปด้วยเยื่อเลือกผ่าน (Membrane) และโดยการหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการตกผลึก การวิจัยเริ่มจากการพัฒนาวิธีการตรวจวัดเดกซ์แทรนในตัวอย่างด้วยเทคนิคทางนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ (Nuclear Magnetic Resonance) แต่ปรากฏว่าวิธีการนี้ไม่เหมาะสมที่จะตรวจวัดเดกซ์แทรนที่ความเข้มข้นต่ำ จึงไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการทดลองอื่นที่เกี่ยวเนื่องกับการหาวิธีการลดการเจือปนของเดกซ์แทรนโดยการกรองหรือการตกผลึก การกรองด้วยเยื่อเลือกผ่านถูกใช้ในระบบเดดเอนด์ (Dead-end) โดยที่การกวนภายในเครื่องกรองถูกนำมาใช้เพื่อลดการอุดตันของเยื่อเลือกผ่าน (Fouling) และการเกิดปรากฏการณ์คอนเซนเทรชันโพลาไรเซชัน (Concentration polarization) สารละลายจำลองน้ำอ้อยใสถูกเตรียมโดยการละลายน้ำตาลซูโครส 15% บริกซ์ (Brix) เจือปนด้วยเดกซ์แทรน 5,000 ส่วนในล้านส่วนของบริกซ์ (ppm/Brix) เยื่อเลือกผ่านพอลิอิเทอร์ซัลโฟน (Polyethersulfone) และ รีเจนเนอเรตเตดเซลลูโลส (Regenerated cellulose) ขนาดรูเลือกผ่าน (MWCO) ตั้งแต่ 5,000 ดาลตัน ถึง 30,000 ดาลตัน ถูกใช้ในการกรองนี้ สภาวะต่าง ๆ ในการกรองถูกปรับเปลี่ยน เช่น ความดันผ่านเยื่อเลือกผ่านปรับในช่วง 1 ถึง 3 บาร์, อัตราการกวน 100 รอบต่อนาทีและ 200 รอบต่อนาที จากผลทดลองพบว่าเยื่อเลือกผ่านรีเจนเนอเรตเตดเซลลูโลสขนาดรูเลือกผ่าน 5,000 ดาลตัน มีความสามารถแยกเดกซ์แทรนออกจากสารละลายน้ำตาลสูงที่สุด โดยที่อัตราการไหลผ่านเยื่อเลือกผ่านสามารถยอมรับได้ ทั้งความสามารถในการแยกเดกซ์แทรนและอัตราการไหลผ่านเยื่อเลือกผ่าน สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นด้วยการเพิ่มอัตราเร็วในการกวน ในขณะที่การเพิ่มความดันผ่านเยื่อเลือกผ่านทำได้เพียงเพิ่มอัตราการไหล ทั้งเยื่อเลือกผ่านพอลิอิเทอร์ซัลโฟนและรีเจนเนอเรตเตดเซลลูโลสขนาดรูเลือกผ่าน 5,000 ดาลตันถูกนำมาใช้ในการทดลองในระบบการกรองแบบเดดเอนด์ ทั้งที่มีการกวนและปราศจากการกวนเพื่อศึกษากลไกการอุดตัน จากการทดลองพบว่าระบบการกรองที่ปราศจากการกวนการอุดตันเป็นแบบการสะสมของเดกซ์แทรนบนผิวของเยื่อเลือกผ่าน (Cake formation) ส่วนระบบการกรองที่มีการกวนการอุดตันเป็นแบบการปิดรูเลือกผ่านอย่างสนิท (Complete pore blocking) ในการทดลองโดยการปรับเปลี่ยนสภาวะในการตกผลึกน้ำตาลจากสารละลายจากการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลและ ความเข้มข้นของการเจือปนด้วยเดกซ์แทรน จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การเข้าไปเจือปนในผลึกโดยเดกซ์แทรนจากสารละลาย พบว่าค่า

สัมประสิทธิ์การเข้าไปเจือปนในผลึกระหว่างการตกผลึก มีความสัมพันธ์กับอัตราการตกผลึกอย่างชัดเจน ได้ความสัมพันธ์ว่า $K_{eff}[\%] = (9.8 \pm 1.0) \times \left(1 - \exp^{(-1.7 \pm 0.4)G}\right)$ กลไกการเข้าไปเจือปนของเดกซ์แทรนในผลึกน้ำตาลสามารถอธิบายด้วยกลไกการดูดซับโดยผิวของผลึก (Surface adsorption) และการแทรกตัวภายในผลึกด้วยของเหลว (Liquid inclusion) กลไกการดูดซับโดยผิวของผลึกจะเกิดได้ง่ายสำหรับการตกผลึกด้วยอัตราการตกผลึกสูงเนื่องจากผลึกที่ได้จากการตกผลึกด้วยอัตรานี้จะมีผิวไม่เรียบทำให้พื้นที่ในการดูดซับเดกซ์แทรนมีมาก

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ARWUT PROMRAKSA : REDUCTION OF DEXTRAN CONTAMINATION IN RAW SUGAR PRODUCTION.
THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ADRIAN FLOOD, Ph.D., 238 PP.

SUGAR PRODUCTION/SUCROSE/DEXTRAN/IMPURITY/ MEMBRANE SEPARATION/ULTRAFILTRATION/ CRYSTALLIZATION

The problems relating to the presence of dextran in the sugar production process have been a concern for many years. The major concern is raw sugar product contaminated with dextran, and this study aims to reduce this contamination. The objective of the study is dextran reduction either in a stage after the clarification of the juice or in the stage of sugar crystallization. Both membrane filtration and crystallization are expected to be possible techniques for dextran reduction in the sugar production process. In the first part of the study a Nuclear Magnetic Resonance (NMR) technique for the determination of dextran content is developed, however since there is a constraint in its detection limit, it is not considered for further use in the studies on dextran reduction. Membrane separation was performed using a dead-end ultrafiltration operation with a stirring bar placed just above the surface of the membrane to reduce fouling and concentration polarization. Ultrafiltration (UF) was investigated to separate dextran from a synthetic clarified juice made by dissolving 15% Brix of sucrose containing 5,000 ppm/Brix of dextran. Commercial polyethersulfone (PES) and regenerated cellulose (RC) membranes with a variety of pore sizes (MWCO 5,000 Da-30,000 Da) were used in the filtration. The operating

conditions were adjusted, including transmembrane pressures (TMP) in the range of 1-3 bar, and agitation speeds of 100 rpm and 200 rpm. It was found that the 5,000 MWCO RC membrane has a larger dextran rejection than that of the other membranes, while its flux is suitable. Both percent rejection and flux can be improved by increasing agitation, while increasing the TMP improves only the flux. Both membrane materials with 5,000 MWCO were used in a membrane fouling study for unstirred and stirred dead-end filtration. It is seen that the mechanism of membrane fouling for unstirred filtration is controlled by cake filtration, while fouling for the filtration with agitation at 100 rpm is described by the complete pore blocking model. Temperature, supersaturation, and dextran concentration were varied for the study of dextran partition during sucrose crystallization. It is seen that the dextran partition coefficient between the liquid phase and the crystalline phase has a significant correlation with the crystal growth rate. The relationship between the partition coefficient and the growth rate is $K_{eff}[\%] = (9.8 \pm 1.0) \times \left(1 - \exp^{(-1.7 \pm 0.4)G}\right)$. The dextran incorporation mechanism is described by both the crystal surface adsorption and the liquid inclusion. Adsorption becomes more significant at higher growth rates since higher growth rates lead to a rougher crystal surface, resulting in increased surface area and sites for adsorption.

School of Chemical Engineering Student's signature _____

Academic Year 2008 Advisor's signature _____