แสงเดือน พิมพ์แก้ว : การผลิตเอทานอลความบริสุทธิ์สูงด้วยเทคนิคผสมระหว่างการกลั่น การแยกไอผ่านเยื่อแผ่นและการดูดซับ (HIGH QUALITY BIO-ETHANOL USING DISTILLATION, VAPOR PERMEATION AND PRESSURE SWING ADSORPTION (PSA) TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ บุญทาวัน, 112 หน้า

การผลิตเอทานอลปราศจากน้ำเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น โดยปกติการผลิตเอทานอล หลังจากผ่านกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์แล้วจะต้องผ่านกระบวนการกลั่นเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นเป็นร้อยละ 95.6 โดยน้ำหนัก และจะไม่สามารถทำให้ความเข้มข้นของเอทานอลสูงขึ้นได้มากกว่านี้อีกโดยการกลั่นธรรมดาเนื่องจากที่สภาวะความดันปกติ อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของเอทานอลจะเกิดเป็นของผสมอะซีโอโทรปกับน้ำ ซึ่งกระบวนการทำให้เอทานอลบริสุทธิ์สูงขึ้นจึงต้องใช้ต้นทุนที่สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูงจากน้ำหมักด้วยเทคนิคผสมระหว่างการกลั่น การแยกไอผ่านเยื่อแผ่นและการดูดซับ เมื่อไม่นานมานี้หอกลั่นเอทานอลประสิทธิภาพสูงได้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นที่สำเร็จในหน่วยวิจัยการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากชีวมวล ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เนื่องจากหอกลั่นที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้มีข้อได้เปรียบกว่าหอกลั่นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในอุตสาหกรรมคือ การลงทุนด้านเครื่องจักรและการใช้พลังงานในการกลั่นลดลง จากการทดสอบประสิทธิภาพการกลั่นที่สภาวะต่าง ๆ ในเบื้องต้นพบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเข้มข้นของเอทานอลในส่วนควบแน่นคือความเร็วรอบของใบพัด จากการทดลองพบว่าค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ 1000 รอบต่อนาที สามารถกลั่นเอทานอลได้ความบริสุทธิ์สูงถึงร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงที่สุดที่จะกลั่นได้ หลังจากกลั่นจะมีน้ำผสมอยู่ประมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ดังนั้นจึงต้องมีการแยกน้ำออกจากเอทานอลเพื่อให้ได้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูงขึ้น ซึ่งกระบวนการที่ใช้ในการแยกน้ำในงานวิจัยนี้เป็นการรวมเอาข้อดีของทั้งสองระบบมาผนวกเข้าด้วยกัน กระบวนการที่ใช้ในการแยกน้ำหลังจากจุดอะซีโอโทรปคือ การแยกไอผ่านเยื่อแผ่นและการดูดซับ สำหรับกระบวนการแยกไอผ่านเยื่อแผ่นได้ศึกษาประสิทธิภาพของการผลิตเอทานอลความบริสุทธิ์สูงโดยใช้เยื่อแผ่นชนิดชอบน้ำ ส่วนกระบวนการดูดซับมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเอทานอลความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 99.7 โดยน้ำหนัก

ประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นในการแยกน้ำออกจากไอผสมของกระบวนการแยกไอผ่านเยื่อแผ่นนั้นขึ้นอยู่กับความดันไอของสารด้านป้อน อุณหภูมิของโมดูล อัตราการไหลด้าน retentate และความดันด้านสูญญากาศ จากผลการทดลองพบว่าเยื่อแผ่นเชิงประกอบ PAN/PVA และท่อใยกลวงเชิงประกอบสามารถผลิตเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ได้สูงถึงร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพในการแยกน้ำออกจากเอทานอลยิ่งทำได้ยากขึ้นเมื่อต้องการเอทานอลที่มีความ

บริสุทธิ์ที่สูงๆ จากสมการการจำลองทางคณิตศาสตร์ชี้ให้เห็นว่าที่ความเข้มข้นของเอทานอลบริสุทธิ์สูงๆจำเป็นต้องใช้พื้นที่ของเยื่อแผ่นในการแยกน้ำเพิ่มสูงขึ้น

สำหรับกระบวนการดูดซับโดยตัวดูดซับความชื้น ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของเอทานอลด้านสายป้อน (ร้อยละ 95-99 โดยน้ำหนัก) และความดันด้านสายป้อน (1-3 บาร์) ต่อการแยกน้ำออกจากเอทานอล พบว่าการดูดซับของน้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความดันและความเข้มข้นเอทานอลด้านสายป้อน จากการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิของคอลัมน์ 145 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของเอทานอลด้านสายป้อนร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก และความดันเกจด้านสายป้อน 3 บาร์ สามารถผลิตเอทานอลความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 99.99 โดยน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SAENGDUAN PIMKAEW : HIGH QUALITY BIO- ETHANOL PRODUCTION USING DISTILLATION, VAPOR PERMEATION AND PRESSURE SWING ADSORPTION (PSA) TECHNIQUES : ASST. PROF. APICHAT BOONTAWAN, Ph.D., 112 PP.

ANHYDROUS ETHANOL/DISTILLATION/MOLECULAR SIEVE/PRESSURE SWING ADSORPTION/VAPOR PERMEATION

The production of anhydrous ethanol is increasing popularly, and ethanol can be recovered from fermentation broth by means of distillation. However, water cannot be completely removed due to the presence of the azeotrope at the concentration of 95.6 wt%, 78 ^{o}C, and atmospheric pressure. A major challenge in the design of ethanol dehydration plants is high energy cost. The objective of this work is to improve high quality ethanol production from fermentation broth using forced-mixing distillation, vapor permeation (VP), and pressure swing adsorption (PSA) techniques. Recently, a high efficiency continuous distillation system has been successfully developed in our laboratory. This new type of column has advantages over existing distillation columns in terms of lower construction cost and lower energy input. For forced-mixing distillation, the highest purity ethanol concentration of 95 wt% ethanol could be obtained at the optimum stirrer speed of about 1,000 rpm. The condensed azeotrope was subjected to subsequent dehydration by using VP and PSA techniques. For VP, the dehydration performances of hydrophilic membranes to produce anhydrous ethanol were investigated. Water flux across the selective layer depends on many operating parameters, including partial feed pressure, module temperature, and

retentate flow rate. From the experimental results, a composite polyvinyl alcohol (PVA)/ poly-acrylonitrite (PAN) membrane, and NaA zeolite membrane on asymmetric porous support was able to produce more than 99 wt% ethanol. However, the separation became more difficult at higher ethanol concentration. The mathematical simulation suggested that membrane area increased exponentially with the required purity. For adsorption system, 3-Å type molecular sieve was investigated. The masses of water and ethanol adsorbed were measured for various ethanol concentrations (95-99 wt %), and operating feed partial pressures (1-3 bars). From the experimental results, the adsorbed masses of water increased with increasing feed partial pressure and ethanol feed concentration. At the operating conditions of column temperature at 145 ^{o}C, ethanol feed concentration of 99 wt %, and feed pressure at 3 bars, the system obtained the highest purity of ethanol concentration at 99.99 wt %.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Biotechnology

Academic Year 2010

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____