บทคัดย่อภาษาไทย

ในกระบวนการหมักเอทานอลโดยใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน ปฏิกิริยาจะสิ้นสุดลงจากการยั้บยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์เนื่องจากเกิดการสะสมของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นในน้ำหมัก ซึ่งความเข้มข้นของเอทานอลที่ 1-2% โดยน้ำหนักสามารถก่อให้เกิดความเครียดในเชื้อยีสต์ได้และความเข้มข้นของเอทานอลที่ประมาณ 10% จะมีผลทำให้การหมักสิ้นสุดลงสืบเนื่องมาจากการที่เชื้อยีสต์หยุดกิจกรรมและตายไปในที่สุด ปัญหาพื้นฐานนี้ทำให้ผลผลิตที่ได้ (yield) มีค่าต่ำ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การทดลองนี้ได้มีการประยุกต์ใช้เยื่อแผ่นซิลิโคนร่วมกับการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์หรือที่เรียกว่าระบบเพอร์สแทรกชั่น (perstraction) ซึ่งเทคนิคดังกล่าวจะใช้เยื่อแผ่นยางซิลิโคนชนิด Polydimethylsiloxane (PDMS) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นใสและไม่มีรูพรุน (dense polymeric material) มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic property) แต่จะยอมให้สารอินทรีย์ซึมผ่านได้ดี โดยที่น้ำและสารประกอบที่ละลายได้ในน้ำชนิดอื่น ๆ รวมทั้งเซลล์ยีสต์จะไม่สามารถซึมผ่านเยื่อแผ่นดังกล่าวได้ จากการทดลองในการแยกเอทานอลออกจากของผสมน้ำ/เอทานอล พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลโดยรวมอยู่ระหว่าง $3.0\times10^{-7} - 4.21\times10^{-6}$ เมตรต่อวินาที และจากการศึกษาความเข้มข้นของเซลล์เริ่มต้นในกระบวนการหมักพบว่าเซลล์ที่ความเข้มข้นสูงจะมีการผลิตเอทานอลได้สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการเลี้ยงเซลล์ยีสต์ให้ได้ความเข้มข้นสูงมากกว่า 25 กรัมต่อลิตรโดยใช้อาหารสูตรเฉพาะที่ปรับแต่งขึ้นโดยรูปแบบของการหมักเป็นแบบกึ่งกะ (fed-batch fermentation) ซึ่งมีอัตราการป้อนของกากน้ำตาลอ้อยแบบต่อเนื่องที่ 0.004, 0.006, 0.01, และ 0.02 กรัม$_{\text{น้ำตาล}}$ต่อวินาทีต่อกรัม$_{\text{เซลล์}}$ โดยผลการทดลองพบว่าที่อัตราการป้อนของกากน้ำตาลอ้อยที่ 0.006 กรัม$_{\text{น้ำตาล}}$ต่อวินาทีต่อกรัม$_{\text{เซลล์}}$ มีความสามารถในการผลิตเอทานอลสูงสุด คือ 4.83 กรัม$_{\text{เอทานอล}}$ต่อลิตรต่อชั่วโมง และความเข้มข้นเอทานอลสูงสุด คือ 171 กรัมต่อลิตร ในขั้นตอนสุดท้ายเยื่อแผ่นที่ได้ผลิตขึ้น (พื้นที่ผิว 50 ซม^2) ได้ถูกนำมาทดสอบสำหรับการแยกเอทานอล ออกจากน้ำหมักโดยตรงจากน้ำหมักเริ่มต้น 1 ลิตร จากนั้นทำการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยมีตัวทำละลายอินทรีย์ (เดคานอล) เป็นตัวเก็บเกี่ยวเอทานอลออกจากถังหมัก พบว่าผลผลิตของเอทานอลจากเชื้อยีสต์ในระบบดังกล่าวสูงกว่าในกระบวนการหมักแบบกึ่งกะ (12.0 กรัม$_{\text{เอทานอล}}$ต่อกรัม$_{\text{เซลล์}}$ เทียบกับ 9.8 กรัม$_{\text{เอทานอล}}$ต่อกรัม$_{\text{เซลล์}}$) และได้ความเข้มข้นของเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 300 กรัมต่อลิตร นอกจากนี้การเปรียบเทียบอัตราการตายจำเพาะได้ยืนยันว่าการแยกเอทานอลออกระหว่างที่การหมักดำเนินไปนั้น สามารถลดอัตราการตายของเซลล์ได้จาก 2.47×10^{-2} ในกระบวนการหมักแบบกึ่งกะเป็น 1.50×10^{-2} ต่อชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตของเอทานอลที่ได้ยังต่ำกว่าที่คาดหวังไว้ โดยที่ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดของสาเหตุ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

In ethanol fermentation, product inhibition is a major problem affecting both yield and volumetric productivity. This work employed a conventional stirred-tank bioreactor equipped with an external flat sheet composite membrane unit to separate ethanol from fermentation broth into decanol as an organic solvent. The membrane was fabricated in our laboratory and was comprised of a thin non-porous polydimethyl siloxane (PDMS) selective layer coated on a microporous support layer cast from polyvinylidene fluoride (PVDF). Characterizations of the membranes were carried out using SEM, and revealed a thin film of PDMS with a thickness of approximately 2-5 μm coated on a finger-liked structure of the PVDF support layer. The overall mass transfer coefficients (k_{ov}) were found to be in the range of $3.0\times10^{-7} - 4.21\times10^{-6}$ $m.s^{-1}$ depending mainly on the aqueous hydrodynamic conditions, and thickness of selective layer. High-cell-density cultivation was carried out using special formulated media, and obtained biomass concentration up to 25 $g.L^{-1}$. The main objectives of this study were to increase production rate in parallel with reduction of deleterious effects of substrate and/or product inhibition. Fermentation kinetics studies were subsequently investigated in fed-batch process with different feeding rates of molasses ranging from 0.004 to 0.02 $g.s^{-1}.g^{-1}_{cell}$. The experimental data showed that feeding rate at 0.006 $g.s^{-1}.g^{-1}_{cell}$ resulted in the highest ethanol volumetric productivity of 4.83 $g.L^{-1}.hr^{-1}$ with the highest concentration of 171 $g.L^{-1}$. A flat sheet membrane module with membrane area of approximately 50 cm^2 was subsequently investigated with 1.0 litre of initial fermentation broth in order to increase the production yields and volumetric productivity. Production yield ($Y_{P/X}$) in the membrane bioreactor was an order of magnitude higher than fed-batch fermentation (12.0 versus 9.80 $g_{ethanol}.g^{-1}_{cell}$), and resulted in the maximum ethanol concentration of 300 $g.L^{-1}$. Finally, relative viability of the cell was observed under microscope, and showed a decrease in deactivation constant (k_d) of 1.50×10^{-2} hr^{-1} compared to 2.47×10^{-2} hr^{-1} in fed-batch process. However, the yield was lower than expected result, and the reason of this phenomenon was unclear.