

บทคัดย่อ

เนื่องจากวิกฤตการณ์โลกด้านพลังงานทำให้กระบวนการผลิตเอทานอลโดยการหมักได้รับความนิยมสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ผลิตใหม่ได้เรื่อยๆ ในปัจจุบัน แกสโซฮอลล์ อี-10 ซึ่งเป็นน้ำมันผสมในสัดส่วน 10 เปอร์เซ็นต์ของเอทานอล และ 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันแกสโซลีน ได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับรถยนต์ในประเทศไทย และมีความพยายามที่ส่งเสริมการนำแกสโซฮอลล์ อี-20 และ อี-85 เพื่อใช้สำหรับรถยนต์ในอนาคตอันใกล้ เมื่อพิจารณากระบวนการหมักเอทานอลแบบทั่วไปจะเป็นแบบกะ (batch) ซึ่งพบว่ามีข้อจำกัดหลายประการเช่น เป็นระบบที่มีความหนาแน่นของเซลล์ต่ำ ใช้เวลาผลิตค่อนข้างนาน แม้ว่ากระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องโดยใช้เซลล์แขวนลอยจะช่วยเพิ่มความเร็วของการผลิตแต่ก็มีความยากลำบากในการดำเนินการตลอดจนยากในการรักษาระบบไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ภายนอก กระบวนการหมักสามารถปรับปรุงได้โดยใช้เทคนิคการตรึงเซลล์ การใช้เทคนิคการตรึงเซลล์จะช่วยให้ได้อัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นและการดำเนินการมีความเสถียรเพิ่มขึ้น ข้อดีหลักๆของการใช้เซลล์ที่ถูกตรึงเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์แขวนลอยคือ ระบบจะมีความเข้มข้นของเซลล์ที่เพิ่มขึ้น เซลล์ได้รับการปกป้องจากสารพิษ ตลอดจนช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนกระบวนการแยกเซลล์ และการนำเซลล์กลับมาใช้ใหม่ อย่างไรก็ตามเทคนิคการตรึงเซลล์ยังไม่ได้รับความนิยมใช้ในกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากปัญหาหลักๆคือ ข้อจำกัดทางการถ่ายเทมวลสารผ่านไปยังเซลล์ และความไม่เสถียรของวัสดุตรึงเซลล์เมื่อถูกใช้ในการดำเนินการหมักเป็นเวลานาน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวพยุงเซลล์ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและพัฒนาวัสดุตรึงเซลล์ยีสต์ ชนิดใหม่ สามชนิด คือ 1) ตัวพยุงอัลจิเนทเสริมไยบวบ 2) ตัวพยุงอัลจิเนทเสริมอลูมินา และ 3) ตัวพยุงรังไหมบาง ตัวพยุงเซลล์ทั้งสามแบบถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการตรึงเซลล์ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* M30 ในการหมักเอทานอล โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน พบว่าวัสดุตรึงเซลล์ทั้งสามชนิดมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์หลายประการเช่น มีความแข็งแรงเชิงกลสูง มีความเสถียร และ ให้ค่าการตรึงเซลล์ที่สูง โดยการใช้เซลล์ที่ถูกตรึงเหล่านี้จะทำให้ได้ผลผลิต เอทานอลที่ 1.3-1.7 และ 8.0-19.0 กรัม ต่อลิตรต่อชั่วโมง สำหรับกระบวนการหมักแบบกะและแบบต่อเนื่องตามลำดับ พบว่ากระบวนการหมักเอทานอลแบบต่อเนื่องในถังปฏิกรณ์แบบเพคเบดโดยใช้เซลล์ที่ถูกตรึงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเสถียรมากกว่า 30 วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำตัวพยุงเซลล์เหล่านี้ ไปใช้ในกระบวนการหมักเอทานอลที่มีการดำเนินการเป็นเวลานาน งานวิจัยนี้ยังได้ขยายขอบเขตการดำเนินงานไปถึงการพัฒนาชีววัสดุและการตรวจสอบคุณสมบัติ เพื่อใช้ในวิศวกรรมเนื้อเยื่อและกระบวนการแยกโดยใช้แผ่นเยื่อ งานวิจัยนี้สามารถทำให้ผลิตผลงานวิจัย (1)บทความวิจัยในระดับนานาชาติ 8 บทความ (2)สิทธิบัตร (ประเทศไทย)จำนวน 2 เรื่อง (3)บทความวิจัยในหนังสือประชุมวิชาการในระดับนานาชาติ 4 บทความ (4)บทความวิจัยในหนังสือประชุมวิชาการในระดับชาติ 3 บทความ และ (5) มีส่วนสนับสนุนกิจกรรมวิจัยในการผลิตมหาบัณฑิตจำนวน 7 คน และดุษฎีบัณฑิต 1 คน

คำสำคัญ เอทานอล การตรึงเซลล์ ชีววัสดุ เชื้อเพลิงชีวภาพ

Abstract

The production of a renewable energy, ethanol by fermentation has received special attention as a consequence of the world energy crisis. Nowadays, gasohol E-10, a mixture of 10% ethanol and 90% gasoline has been widely used in vehicles in Thailand and there is an attempt to promote the use of E-20 or E-85 in the vehicles in the near future. Ethanol fermentation by conventional batch suffers from various constraints such as, low cell density and rather time consuming. Although continuous fermentation by suspended cell culture can be used to speed up the process, it is more difficult to operate and maintain it free of microbial contamination. Immobilized cell technology has been suggested as an effective mean for improved fermentation. The immobilization of cells leads to a high productivity, and good operational stability. The main advantages in the use of immobilized cells in comparison with suspended cells are the retention in a reactor of higher cell concentration, protection of cells against toxic substances and elimination of costly processes of cell recovery and cell recycle. However, the major problems of using immobilization technique in industrial scale are mass transfer limitation and instability in long term operation. For improved performance of immobilized cell carriers, three new types of the cell carriers for ethanol fermentation were developed in the current study, namely, 1) Loofa reinforced alginate carriers 2) Alumina doped alginate gel carrier and 3) Thin shell silk cocoon. These cell carriers were applied for the immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* M30 in ethanol fermentation using sugar cane molasses as a C-source. The developed cell carriers provided many advantage characteristics such as, good mechanical strength, high stability and high immobilization yield. The ethanol productivities of 1.3–1.5 and 8.0-19.0 g/(L·h) were achieved by using the immobilized cultures in batch and continuous modes of operation, respectively. The ethanol fermentations in a continuous packed-bed reactor using the immobilized cultures worked efficiently and were stable over 30 days. The results demonstrated the potential use of the cell carriers in an ethanol fermentation system for a long period of time. In extending this work, biomaterial development and characterization for tissue engineering and membrane separation were carried out. Based on this research, we can produce 8 international research articles, 2 Thai patents, 4 international conference proceedings, 3 national conference proceedings and support research activities for 7 master degree students and 1 doctoral degree student.

Keywords: Ethanol; immobilization; biomaterial; biofuel