บทคัดย่อภาษาไทย

ในปัจจุบันกรดแล็กติกถือว่ามีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมหลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ ดังนั้นจึงมีความต้องการเป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถผลิตได้โดยเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกนั่นเอง ซึ่งจะเปลี่ยนสารตั้งต้นไปเป็นกรดแล็กติก เพื่อที่จะลดต้นทุนการผลิตกรดแล็กติกในกระบวนการหมักจึงมีการใช้กลูโคสไซรัปที่เป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอนและใช้ brewer's yeast extract ที่เป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานเบียร์เป็นแหล่งไนโตรเจน เพื่อเปลี่ยนสารอาหารเหล่านี้เป็นกรดแล็กติกที่เป็นผลผลิตหลักโดยเชื้อสายพันธุ์ *Pediococcus pentosaceus* ในกระบวนการหมักแบบกึ่งกะ อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาจากการยับยั้งโดยกรดแล็กติกที่เป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นในน้ำหมัก ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในการศึกษาถึงระบบการแยกกรดแล็กติกออกจากระบบ คือระบบ EDI อย่างต่อเนื่อง (Continuous electrodeionization, CEDI) เพื่อให้สามารถยืดเวลาในกระบวนการหมัก ให้เกิดการผลิตกรดแล็กติกอย่างต่อเนื่อง และถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการที่จะนำกรดแล็กติกไปใช้ได้ โดยที่หลักการของระบบ EDI ประกอบด้วย ตัวให้กระแสไฟฟ้า เรซิ่น ion exchange membranes (anion - cation exchange membranes) ที่เลือกผ่านกรดแล็กติกที่มีการไหลเวียนน้ำหมักผ่านระบบ EDI เพื่อเยื่อแผ่นจะสามารถแยกกรดแล็กติกออกจากน้ำหมักไปเก็บไว้ในอีกด้าน concentration side ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคการแยกผลิตภัณฑ์ขณะกระบวนการกำลังดำเนินการ (*in situ* product removal technique) นั้นถูกนำมาศึกษาเนื่องจากสามารถควบคุมระบบได้ง่ายและผลผลิตจะไม่ยับยั้งกระบวนการหรือปฏิกิริยา จากการการประยุกต์ใช้ระบบ EDI ร่วมกับการหมักนี้ พบว่าสามารถลดค่าความเป็นพิษของกรดแล็กติกที่มีต่อเซลล์แบคทีเรียและอัตราการผลิตกรดแล็กติก ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพและเวลาที่ยาวนาน ในขณะที่ปฏิกิริยาการหมักในแบบกึ่งกะจะหยุดอยู่ที่ประมาณ 96 ชั่วโมงเท่านั้น ค่า volumetric productivity ในระบบ EDI และการหมักแบบกึ่งกะ อยู่ที่ 3.39 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง การแยกเอากรดแล็กติกออกจากน้ำหมักในระหว่างที่ปฏิกิริยากำลังดำเนินไปอยู่นั้นจะส่งผลในการลดการสะสมของกรดแล็กติกในน้ำหมัก ทำให้เชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกไม่ถูกยับยั้ง และ สามารถผลิตกรดแล็กติกได้เพิ่มมากขึ้น ทั้งยังสามารถแยกเพียงกรดแล็กติกออกจากน้ำหมักเท่านั้น โดยที่น้ำตาลหรือสารอื่นๆไม่ออกจากระบบ อีกทั้งตลอดการทดลองเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดได้ถูกกักกันไว้ภายในถังหมักจากการกรองน้ำหมักก่อนที่จะปั๊มของเหลวเข้าสู่ระบบ EDI เกิดการแยกกรดแล็กติกออกมาให้บริสุทธิ์ เพื่อให้ได้กรดแล็กติกสำหรับนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นหรือวัตถุดิบในงานต่อๆไป ทั้งยังพัฒนากระบวนการที่แยกให้ได้สารที่มีบริสุทธิ์สูงอีกด้วย เพื่อที่จะพัฒนากระบวนการผลิตกรดแล็กติกทั้งระบบต่อไป

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Nowadays, Lactic acid plays important roles in various industries especially bio-polymer industry. Poly-lactic acid has been attracting much attention because it is producible from renewable resources, e.g. starch, and has very low or non-toxicity and high mechanical performance comparable to those of non-degradable polymers. In order to reduce production cost, this work used hydrolyzed starch as starting substrate supplemented with brewer's yeast extract as nitrogen source. The strain employed in this work was *Pediococcus pentosaceus* because of its high productivity. However, lactic acid productions in both batch and fed-batch mode suffer from end-product inhibition, and traditional product recovery processes require high energy input. In order to alleviate product inhibitory effect during fermentation and to facilitate subsequent downstream processes, the product must be selectively removed *in situ* from the fermentation broth. Continuous electrodeionization (CEDI) is the most advance membrane process for separation of charged molecules. It captures charged materials with ion-exchange resins before continuously removed by ion-permeable membrane under direct electrical current. As a result, separation performance is significantly improved especially in the real fermentation system where product inhibition affects the volumetric productivity. A commercial CEDI spiral-wound module (IonPure®) was purchased from Siemens, USA whilst an adjustable power supply was domestically manufactured. The experiment used synthetic feeds with initial lactic acid concentrations in the range between 10-50 g/L. The direct electric currents were adjusted in the range of 0-20 volts. The mass transfer rate has been found to be a function of feed concentration, feed flow rate, and most importantly current density. In fermentation system, the biochemical reaction, in fed-batch process, stopped at only 96 hours whereas fed-batch mode coupling with EDI system seemed to work more efficiently and for a longer time. The volumetric productivity of this system was 3.39 $g.L^{-1}.hr^{-1}$ with the highest concentration of 160 $g.L^{-1}$ in the receiving solution. In conclusion, continuous EDI technique is successfully applied for *in situ* lactic acid recovery from fermentation broths in both batch and fed-batch mode. The technique is strongly encouraged in scaling up the production system for pilot plant scale.