



กระบวนการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

สุรรัตน์ สุวรรณพงษ์*

เอทานอลเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกหนึ่ง โดยช่วยลดการใช้พลังงานปิโตรเลียม อีกทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยพบว่าการเผาไหม้พลังงานปิโตรเลียมเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 73% ซึ่งเป็นแก๊สชนิดหนึ่งที่เกิดผลให้เกิดภาวะโลกร้อน (Wildenborg et al., 2005) เอทานอลเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่นำมาผสมกับน้ำมันเบนซินซึ่งจะให้ค่าออกเทนสูง โดยเอทานอลสามารถผลิตได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ได้จากป่าไม้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเซลลูโลสประกอบด้วยน้ำตาลคาร์บอน 6 อะตอม กลูโคส และเฮมิเซลลูโลส กิ่งก้านของเซลลูโลสประกอบด้วยกิ่งก้านที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และลิกนิน (Gupta et al, 2009).

การใช้วัสดุที่เป็นเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส โดยปกติในการย่อยวัสดุที่เป็นเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะได้น้ำตาล และลิกนิน โดยลิกนินสามารถยับยั้งกระบวนการผลิตเอทานอลจึงต้องมีการดัดลิกนินออกก่อนที่จะนำมาผลิตเอทานอล ในการย่อยเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสสามารถทำได้หลายวิธี เช่น กรดซัลฟิวริก, กรดไฮโดรคลอริก, โซเดียมซัลเฟต และโซเดียม-คลอไรด์ (Kuhad et al., 1999) และ การใช้ปูนขาว (Kim and Holtzapple, 2005) เป็นต้น

กระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

1. การเตรียมตัวอย่าง (Pretreatment)

การเตรียมตัวอย่าง โดยวัสดุต้องมีขนาดเล็ก เพื่อให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตเอทานอลได้มากขึ้น วัตถุประสงค์ของการย่อย คือ 1) เพื่อทำลายพันธะของ

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส อีกทั้งลิกนินบางส่วนถูกทำลาย 2) เพิ่มความสามารถของเอนไซม์
3) กำจัด ผลพลอยได้ที่เกิดจากการย่อยที่มีผลต่อกระบวนการหมัก (Graf et al., 2000)

กระบวนการลดขนาดมีหลายวิธี เช่น วิธีทางกายภาพได้แก่ การตัด, stream explosion, ammonium fiber explosion , วิธีทางเคมี ได้แก่ การใช้กรดหรือเบสในการย่อยสลายพันธะให้แตกตัว และวิธีทางชีวภาพ ได้แก่ การใช้เอนไซม์ หรือใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย แต่ในกระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุพวกเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส นิยมใช้กระบวนการทางเคมีในการลดขนาดวัสดุ เนื่องจาก สะดวก, รวดเร็ว และให้ผลได้หลังการย่อยค่อนข้างสูง และมีเสถียรภาพในการค่อยสูง

2. กระบวนการ Detoxification

Detoxification เป็นกระบวนการการกำจัดสารที่ยับยั้งกระบวนการหมัก (inhibitor) ส่วนใหญ่ นิยมใช้ปูนขาว หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ โดยปูนขาวสามารถทำปฏิกิริยากับสารยับยั้งการหมักในที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูง (Martinez et al., 2001) สารที่ยับยั้งกระบวนการหมัก เช่น furan และ phenolics compound (Saha, 2004; Chandel et al., 2007)

3. กระบวนการ Delignification

Delignification เป็นกระบวนการในการดึงลิกนินออก ส่วนใหญ่ นิยมใช้เบส เช่น โซเดียมซัลเฟต (5.0–20.0%, w/v) อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ โซเดียมคลอไรด์ (3.0%, w/v) จากนั้นนำไป autoclaved ที่อุณหภูมิ 100–140 °C) เวลา 15–60 min นาที (Gupta et al, 2009)

4. กระบวนการหมัก

หลังจากที่เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ผ่านการย่อย และการดึงลิกนิน และสารยับยั้งในการหมักออกแล้ว จะได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 และ 6 อะตอม ในกระบวนการหมักต้องทำการเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถนำน้ำตาลคาร์บอน 5 และ 6 อะตอม ไปใช้ในการเจริญเติบโต และผลิตเอทานอลได้ จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำตาลคาร์บอน 5 ได้ เช่น *Pichia* sp. และจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำตาลคาร์บอน 6 ได้ เช่น *Saccharomyces* sp. โดยปัจจุบันส่วนใหญ่ในการหมักนิยมใช้เชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิดควบคู่กัน อย่างไรก็ตามในการหมักเอทานอลที่ได้จากเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ยังมีข้อจำกัดอีกหลายด้าน เช่น การใช้เชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ที่

สามารถเจริญได้ดีในน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 และ 6 อะตอม ดังนั้นการนำความรู้ด้าน พันธุวิศวกรรมในการนำมาใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ควรมีการพัฒนาต่อไปในอนาคต

รายการอ้างอิง

- Chadel, A.K., Chan, E.C., Rudravaram, R., Narasu, M.L., Rao, L.V. and Ravindra, P. 2007. Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal. *Biotechnology and Molecular Biology Review*, 2, 14-32.
- Gupta, R., Sharma, K.K. and Kuhad, R.C. 2009. Separate hydrolysis and fermentation (SHF) of *Prosopis juliflora*, a woody substrate, for the production of cellulosic ethanol by *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia stipitis*-NCIM 3498. *Bioresource Technology*, 100, 1214–1220.
- Graf, A. and Koehler, T. 2000. Oregon cellulose ethanol study: an evaluation of the potential for ethanol production in oregon using cellulose based feedstocks. Oregon Department of Energy, 96.
- Kim, S. and Holtzapple, M.T. 2005. Lime pretreatment and enzymatic hydrolysis of corn stover. *Bioresource Technology*, 96, 1994–2006.
- Kuhad, R.C., Manchanda, M. and Singh, A. 1999. Hydrolytic potential of extra cellula enzymes from a mutant strain of *Fusarium oxysporum*. *Bioprocess Engineering*, 20, 47–125.
- Saha, B.C., Iten, L.B., Cotta, M.A. and Wu, Y.V. 2005. Dilute acid pretreatment, enzymatic saccharification and fermentation of wheat straw to ethanol. *Process Biochemistry*, 40, 3693–3700.
- Wildenborg, T. and Lokhorst, A. 2005. Introduction on CO₂ Geological storage classification of storage options. *Oil Gas Science Technology*, 60, 513–515.

