อ้อย–แหล่งพลังงานแห่งใหม่

โดย ... สุทธินีย์ สภานุชาต

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญซึ่งประเทศไทยใช้ทำน้ำตาลส่งออกขายเป็นอันดับที่ 5 ของโลก เมื่อไทยเข้าเป็นภาคีน้ำตาลโลก ทำให้เราต้องผลิตน้ำตาลในปริมาณจำกัด คือปีละ 1.7 ล้านตัน ใช้บริโภคในประเทศ 0.5 ล้านตัน ส่งออก 1.02 ล้านตัน และเก็บสะสมไว้ในสต๊อค 0.18 ล้านตัน รัฐบาลต้องจำกัดปริมาณอ้อยที่ปลูกภายในประเทศให้มีไม่เกินโควต้าดังกล่าว โดยการขอความร่วมมือจากชาวไร่ให้ลดเนื้อที่ปลูกอ้อยและมีการจัดสรรเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ 100 ล้านบาท แก่เกษตรกรเพื่อลดเนื้อที่ปลูกอ้อยหันไปปลูกพืชอื่นหรือประกอบอาชีพอื่น ซึ่งไม่ใคร่จะสำเร็จนัก เพราะอ้อยเป็นพืชที่ทำรายได้แก่เกษตรกรมาก ลงทุนครั้งเดียวเก็บผลได้ถึง 3 ปี

ในขณะที่ปัญหาอ้อยกำลังเกิดขึ้น ปัญหาเรื่องพลังงานโดยเฉพาะน้ำมันก็มีบทบาทมากขึ้น ทำให้ประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทยพยายามที่จะหาทางผลิตสิ่งทดแทนน้ำมันหรือทำให้ใช้น้ำมันน้อยลง เช่นการนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ การใช้อัลกอฮอล์ผสมน้ำมัน หรือน้ำผสมน้ำมัน เป็นต้น อ้อยและอัลกอฮอล์มีส่วนสัมพันธ์กัน ถ้านำอ้อยมาผลิตเป็นอัลกอฮอล์ใช้แทนน้ำมันธรรมชาติหรือผสมน้ำมันธรรมชาติ แบบต่างชาติแล้วก็จะทำให้แก้ปัญหาทั้ง 2 อย่างได้ คือมีอัลกอฮอล์ใช้และปลูกอ้อยได้โดยไม่มีขีดจำกัด

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 เมื่อน้ำมันขาดแคลนเนื่องจากภาวะสงคราม มีประเทศต่าง ๆ ใช้อัลกอฮอล์แทนน้ำมัน เช่น อังกฤษ สหรัฐอเมริกา และบราซิล เป็นต้น บราซิลเริ่มทำอัลกอฮอล์จากอ้อยตั้งแต่ปี 1920 จนมีโรงกลั่นอัลกอฮอล์แห่งแรกเมื่อปี 1975 โรงกลั่นนี้ชื่อ GIASA อยู่ในรัฐ Paraiba มีกำลังการผลิต 100,000 ลิตรต่อวัน โดยทำอัลกอฮอล์จากกากน้ำตาล (molasses) และน้ำอ้อยสด อย่างละ 50 เปอร์เซนต์ ในปัจจุบันตามปั๊มน้ำมันในบราซิลจำหน่ายน้ำมันที่มีอัลกอ-

สุทธินีย์ สภานุชาติ. "อ้อย : แหล่งพลังงานแห่งใหม่". วารสารน้ำตาล. 15, 3 (พ.ค.-มิ.ย. 2522) 1-5.

ฮอล์ผสมอยู่ 8% แก่ผู้ขับขี่ทั่วประเทศแทนน้ำมันปกติ ที่สหรัฐอเมริกามีสถาบันวิจัยและศึกษาถึงประโยชน์ที่ได้จากอ้อยทั้งน้ำอ้อยสด กากอ้อย และกากน้ำตาล สถาบันนี้ชื่อ Battelle อยู่ที่เมือง Columbus มลรัฐ Ohio

จากการศึกษาคุณสมบัติของเอ็ททานอล (EtOH) พบว่ามีอ๊อกเทนสูง ไม่ต้องเติมสารประกอบของตะกั่ว (tetraethyllead) ไม่ทำให้เครื่องยนต์น็อค ให้กำลังเครื่องยนต์พอ ๆ กับน้ำมัน ทำให้เกิดมลภาวะ (pollution) น้อยกว่าน้ำมัน ไม่มีคาร์บอนโมนอกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ เพราะการเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ มีไฮโดรคาร์บอน และสารประกอบตะกั่วเหลือน้อยกว่าน้ำมัน เป็นการประหยัด และที่สำคัญ คือ สามารถทำ EtOH ให้เกิดทดแทนอยู่เสมอ และไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ใด ๆ เพิ่มเติม (เฉพาะในกรณีที่ใช้ EtOH ผสมน้ำมัน)

EtOH เข้มข้น 95–99.6 % สามารถนำไปใช้แทนน้ำมันได้โดยตรง แต่ต้องมีการแก้ไขเครื่องยนต์ให้เหมาะกับการใช้ EtOH หรือนำ EtOH ไปผสมกับน้ำมันในอัตราส่วนพอเหมาะโดยไม่ต้องมีการแก้ไขดัดแปลงเครื่องยนต์เลย ประเทศกลุ่มยุโรปทดลองพบว่าอัตราส่วนของ EtOH ที่ใช้ผสมอยู่ในช่วง 20–35% แต่อัตราที่เหมาะคือใช้ EtOH 25% บราซิลใช้ 20% และฟิลิปปินส์ใช้ 25%

EtOH ทำได้จากสารเคมีที่มีอยู่แล้ว เช่น มีแทน, เอ็ททิล ซัลเฟต, เอ็ททีลีน, อเซ็ททีลีน เป็นต้น แต่แหล่งต่าง ๆ เหล่านี้ไม่สามารถทำให้เกิดทดแทนได้ เราสามารถทำ EtOH โดยการหมักสารประเภทแป้งกับยีสต์ซึ่งประหยัดกว่ามาก และสามารถทำขึ้นมาทดแทนได้เรื่อย ๆ ในบราซิลทำ EtOH จากอ้อยและมันสำปะหลัง แต่ทำจากอ้อยจะดีกว่าเพราะในเนื้อที่ปลูกเท่ากัน อ้อยจะให้แคลอรีสูงกว่าพืชอื่น

ขั้นตอนการทำ EtOH จากอ้อย

วิธี Melle–Boinot เป็นวิธีที่นิยมมาก เพราะให้ปริมาณอัลกอฮอล์มากกว่าวิธีอื่น ใช้เวลาหมักน้อยกว่า และนำยีสต์กลับมาใช้ได้อีก ยีสต์สายพันธุ์ที่ใช้คือ Saccharomyces cerevisiae ขบวนการทำ EtOH เป็นขบวนการทางเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำตาล sucrose ในอ้อยให้เป็น glucose และ fructose แล้วใช้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลทั้ง 2 ให้เป็นอัลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามสมการ

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$$

วัตถุดิบที่ใช้มีหลายอย่างคือ กากน้ำตาล C(C-molasses) กากน้ำตาล B(B-molasses) น้ำเชื่อม (syrup) และน้ำอ้อยสด (mixed juice) จากโรงงาน นำวัตถุดิบมาทำให้เจือจางให้มีน้ำตาลอยู่ประมาณ 13% (หรือ 40°B) ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 60°-80° C นาน 10-20 นาที แล้วทำให้เย็นที่ 30° C ดูดเข้าหม้อหมัก (fermenter) ใส่ยีสต์ในวัตถุดิบ ก่อนที่จะใส่ยีสต์ต้องทำให้ยีสต์สะอาดเสียก่อน โดยวิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้

1. ทำให้เป็นกรดด้วย กรดซัลฟูริค โดยให้มี pH อยู่ในช่วง 2.8-3.5
2. ใช้ antibiotic ฆ่าเชื้อ ซึ่งอาจจะใช้ pentachlorophenol หรือ penicillin ก็ได้

ทั้งนี้เพื่อต้องการลดการเจือปนของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เวลาหมักอยู่ในระหว่าง 12-16 ชั่วโมง บางแห่งใช้เวลา 10 ชั่วโมง การย่นระยะเวลาหมักสามารถทำได้โดย

1. ใช้ยีสต์ปริมาณมากขึ้น
2. พยายามทำให้วัตถุดิบสะอาดที่สุด

หลังจากหมักจะได้ EtOH เข้มข้น 7-8 % แล้วจึงผ่านสารละลาย EtOH เข้าโรงกลั่น โรงกลั่นที่เข้าขั้นมาตรฐานประกอบด้วย column 4 column แต่ละ column มีชื่อและหน้าที่ต่างกันคือ

1. Column ล้าง เรียกว่า Aldehyde column จะดึงเอา aldehyde และ ketone ที่เจือปนออก
2. Rectification ทำการกลั่นหลาย ๆ ครั้งใน column นี้
3. Column ดึงน้ำออก โดยใช้ Benzine-Benzol azeotropic จะทำให้เข้มข้นขึ้น
4. Benzol recovery column จะดึง Benzine-Benzol azeotropic กลับคืนมา

EtOH ที่ได้จากขบวนการนี้จะเป็นอัลกอฮอล์เข้มข้น 99.6 % นอกจากอัลกอฮอล์แล้วผลพลอยได้จากหมัก คือ สารผสมของยีสต์ใช้เป็นอาหารสัตว์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ และผลพลอยได้จากการกลั่นคือ "dunder" ได้จาก column ที่ 1 ใช้เป็นปุ๋ยในไร่อ้อย ในบราซิลอ้อย 1 ตันจะให้อัลกอฮอล์เข้มข้น 90% จำนวน 67.67 ลิตร เมื่อนำอ้อยไปสกัดน้ำตาลออกแล้วนำกากน้ำตาลมาผลิตอัลกอฮอล์ อ้อย 1 ตันให้กากน้ำตาล 40 กิโลกรัม ซึ่งหมักแล้วได้

อัลกอฮอล์ 90% จำนวน 12.27 ลิตร เมื่อใช้อ้อยที่มีน้ำตาลในต้นสูง โรงงานมีประสิทธิภาพดี และการหมักมีประสิทธิภาพจะทำให้ได้อัลกอฮอล์จำนวนมากขึ้น

ประเทศไทยขณะนี้มีโรงงานที่ผลิตและกำลังจะผลิต EtOH จากผลิตภัณฑ์ของอ้อย ซึ่งดำเนินการโดยเอกชนอยู่ 2 แห่ง คือโรงงานไทยอัลกอฮอล์ และโรงงานตะวันออกเคมี ซึ่งตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ และอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ตามลำดับ โรงงานตะวันออกเคมีผลิตอัลกอฮอล์อยู่แล้ว แต่โรงงานไทยอัลกอฮอล์ยังอยู่ในระหว่างดำเนินการ คาดว่าจะเริ่มผลิตอัลกอฮอล์ได้ในปีหน้า กำลังผลิต 200,000 ลิตรต่อวัน โดยทำงานตลอดปี การทำ EtOH จากอ้อยในบ้านเราระยะแรกควรเน้นเฉพาะอัลกอฮอล์จากกากน้ำตาล เพราะจะได้อัลกอฮอล์ที่มีต้นทุนการผลิตไม่สูงนักมีผลคุ้มค่ากว่าทำจากน้ำอ้อยโดยตรง

การทำ EtOH จากอ้อยจะเป็นตัวช่วยลดปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน และลดปัญหาการปลูกอ้อยเกินต้องการ แต่ก็ต้องคำนึงถึงข้อเท็จจริงและสิ่งที่จะตามมาดังเช่น

- ขณะนี้โรงงานน้ำตาลในประเทศมีสัญญาระยะยาวกับต่างประเทศเรื่องการขายกากน้ำตาลที่ผลิตได้ จึงต้องมีการส่งออกน้อยลง เพื่อให้มีกากน้ำตาลพอเพียงที่จะผลิตอัลกอฮอล์ตลอดปีภายในประเทศ
- การขยายพื้นที่ปลูกอ้อยต้องทำอย่างรัดกุม และควรมีการกำหนดโควต้าการส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาลและโรงงานอัลกอฮอล์ให้พอเพียงและแน่นอน
- ควรมีการกระจายโรงกลั่นอัลกอฮอล์ให้อยู่ในเขตปลูกอ้อย เพื่อลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากค่าขนส่ง
- ต้องมีการควบคุมปัญหามลภาวะ (pollution) จากโรงงานอัลกอฮอล์
- รัฐบาลควรสนับสนุนให้มีการค้นคว้า วิจัยชั้นสูง เช่น หายีสต์สายพันธุ์ที่ให้อัลกอฮอล์มากขึ้น คุณภาพดี ใช้เวลาหมักน้อย การนำเอาผลพลอยได้ในขั้นตอนการหมักมาใช้ประโยชน์ และนำเอาผลิตภัณฑ์จากอ้อยมาทำประโยชน์อย่างอื่น เพื่อลดการสูญเปล่า เช่นการทำเมททานอล และก๊าซสังเคราะห์จากกากอ้อย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Birkett, H.S. and Polack, J.A. Alcohol from sugar cane in Louisiana. The Sugar Journal. May, 1978. pp.9–11.
- Hickson, J.L. Fuels from sugar crops. The South African Sugar Journal. January, 1977. pp.37–40.
- Humbert, R.P. Alcohol for gasoline from sugar cane. Sugar Y Azucar. February, 1976
- Iipace–Valino, A. In the near–future shock : Alcohol in your gas tank. Sugar News. Sept., 1978 pp.340–343.
- Kampen, W.H. Ethyl alcohol–the automobile fuel of the future. Sugar Y Azucar. April, 1978. pp.18–30.
- Kujala, P., Hull, P., Engstrom, F. and Jackman, E. Alcohol from molasses as a possible fuel and the economics of distillery effluent treatment. Sugar Y Azucar. March, 1976. pp.28–39.
- Lipinsky, E.S. Conversion of sugar cane products into fuels and chemical feed-stocks. The Sugar Journal. August, 1976. pp.27–30.
- Shoemaker, H.J. Alcohol–gasoline motor fuels. Sugar News. Sept.,1976. pp.349 –354.
- Wolf, C. Utilization of molasses. Sugar News. March, 1976. pp.88–89.
- Unknown author Is sugarcane the answer to the fuel crisis? Keen Australian interest in alcohol from sugar plan. The South African Sugar Journal. Sept., 1978 pp.441–447
- Unknown author Brazil plans to supply own fuel needs from sugar cane and other crops by 2000...If Brazil can do it what about us?. The South African Sugar Journal. July, 1977. p.357.