

งานวิจัยเชิงบูรณาการนี้เป็นโครงการวิจัยร่วมของ 3 สถาบัน ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อการออกแบบโรงงานต้นแบบในการผลิตและกลั่นเอทานอลด้วยรังสีอาทิตย์เพื่อลดต้นทุนการกลั่นเอทานอล โดยการศึกษาการหมักมันเส้นและการกลั่นเอทานอล

โรงงานต้นแบบระบบการหมักโดยใช้มันเส้น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) โดยกระบวนการย่อยเป็นน้ำตาลและหมักในขั้นตอนเดียวกันได้ประสิทธิภาพการหมักประมาณ 83% โดยมี conversion ratio เฉลี่ยอยู่ที่ 0.3405 กรัมแอลกอฮอล์/กรัมมันเส้นแห้ง (หรือมีค่าเฉลี่ย 0.4746 กรัมแอลกอฮอล์/กรัมแป้งแห้ง) โดยมีต้นทุนการผลิตเอทานอลจากมันเส้นที่อัตราการผลิต 100,000 ลิตร/วัน วัตถุดิบ 3,500 บาท/ตัน มีค่าทั้งหมด 14.92 บาท/ลิตรเอทานอล 10%v/v คิดเป็นค่าวัตถุดิบ 9.12 บาท/ลิตร ค่าใช้จ่ายอื่น 5.74 บาท/ลิตร

ระบบการกลั่นเอทานอลด้วยตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) กลั่นเอทานอลความเข้มข้น 75%v/v ที่อัตราการกลั่น 50 ลิตร/วัน มีต้นทุนการกลั่น 10.98 บาท/ลิตรเอทานอล 75%v/v เมื่อเทียบกับการกลั่นเอทานอลด้วย LPG ที่อัตราการกลั่น 50 ลิตร/วัน ที่ความเข้มข้น 75%v/v มีต้นทุน 11.91 บาท/ลิตรเอทานอล 75%v/v (กรณี LPG ราคา 16.81 บาท/กก.) เมื่อคิดกรณีราคา LPG ลดตัวที่ราคา 18.44 บาท/กก. อัตราการกลั่น 50 ลิตร/วัน ความเข้มข้น 75%v/v มีต้นทุน 12.81 บาท/ลิตรเอทานอล 75%v/v

ระบบการกลั่นเอทานอลด้วยรังสีอาทิตย์แบบเทคนิคปั๊มฟอง (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) มีอัตราการกลั่น 50 ลิตร/วัน ความเข้มข้น 80%v/v มีต้นทุนการกลั่น 13.92 บาท/ลิตร เทียบกับการกลั่นด้วย LPG อัตราการกลั่น 50 ลิตร/วัน ความเข้มข้น 80%v/v มีต้นทุน 12.21 บาท/ลิตรเอทานอล 80%v/v ในขณะที่ LPG ราคาลดตัวที่ 18.44 บาท/กก. จะมีต้นทุนการกลั่นที่ 13.14 บาท/ลิตรเอทานอล

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการกลั่นเอทานอลด้วยรังสีอาทิตย์เทียบกับการกลั่นด้วยเชื้อเพลิงมีต้นทุนการกลั่นที่ต่ำกว่า LPG พบว่า การใช้พลังงานจากรังสีอาทิตย์ในระบบตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ และมีค่าต้นทุนที่ใกล้เคียงกับ LPG ในระบบการกลั่นแบบเทคนิคปั๊มฟอง อย่างไรก็ตามในอนาคตอันใกล้เมื่อมีการคำนึงถึงการคิด Carbon tax ซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีการใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงจะพบว่าที่ราคา Carbon tax ต่ำสุด 3 US\$/ton carbon เชื้อเพลิง LPG จะมีต้นทุนเพิ่มขึ้นมากกว่าการกลั่นด้วยรังสีอาทิตย์ถึง 1.88 บาท/ลิตร เมื่อเทียบกับต้นทุนการกลั่นของระบบตัวเก็บรังสีแผ่นเรียบที่ 10.98 บาท/ลิตรเอทานอล 75%v/v และมีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับต้นทุนการกลั่นของระบบการกลั่นแบบปั๊มฟอง

This research project is integrated from 3 subprojects performance by 3 Universities, King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) Kasetsart University (KU) and Chiang Mai University (CMU). The objectives of the project are to design a prototype of ethanol production with solar energy to reduce the ethanol distillation cost and to study the techniques on ethanol chip fermentation and ethanol distillation process.

A fermentation pilot plant was carried out by Kasetsart University. Ethanol mash was produced from cassava chips by simultaneous saccharification and fermentation (SFF) process of which the fermentation efficiency was about 83% with an average conversion ratio of $0.3405 \text{ gal/g}_{\text{dry cassavachips}}$ (or an average of $0.4746 \text{ gal/g dry}_{\text{starch}}$). The production cost at 100,000 l/d ethanol capacity with 3500 Baht/ton material was around $14.92 \text{ Baht/l}_{\text{ethanol } 10\%v/v}$. The cost could be classified as 9.12 Baht/l for material and 5.74 Baht/l for others.

Distillation systems were performed by a set of flat –plate solar collectors. The system could yield 75%v/v ethanol at 50 l/d capacity. The distillation cost was $10.98 \text{ Baht/l}_{\text{ethanol } 75\%v/v}$ compared with $11.91 \text{ Baht /e}_{\text{ethanol } 75\%v/v}$ of the system using LPG as energy source (LPG cost was $16.81 \text{ Baht /e}_{\text{ethanol}}$). For the latter case when the price was inflated to be $18.44 \text{ Baht /e}_{\text{ethanol}}$ the distillation cost was $12.81 \text{ Baht /l}_{\text{ethanol } 75\%v/v}$.

Another system was done at CMU by using bubble pump technique. The distillation rate was about 50 l/d with the concentration of 80%v/v. The distillation cost was 13.92 Baht/l compared with 12.21 Baht/l for the LPG system. When the LPG cost is not subsidized and it is 18.44 Baht/kg, the distillation cost of the LPG system will be 13.14 Baht/l.

It could be seen that the distillation cost from the solar energy system tends to be lower than that of the system using LPG. However, when carbon tax is included (min carbon tax is about 3 US\$/ton carbon) the distillation cost of the LPG unit will be 1.88 Baht/l higher than that of the unit using the flat-plate collector and the cost will be similar to that of the bubble pump unit.