T 145595

# บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายผลการกลั่นเอทานอลและหาต้นทุนการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจะจำลองการทำงานของระบบกลั่นที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารครั้งเดียวและระบบกลั่นที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลคำนวณที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองจริง โดยการทดลองจะทำการสร้างเครื่องกลั่นเอทานอลที่มีหม้อต้มซ้ำขนาดความจุไม่เกิน 50 ลิตร ที่อาศัยแหล่งความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์แบบท่อความร้อนขนาด 3.6 ตารางเมตร การทดลองได้ถูกกระทำ ณ ค่าตัวแปรต่างๆ อาทิ ปริมาณสารละลายตั้งต้น อัตราการป้อนสาร ความเข้มข้นสารละลายตั้งต้น และการใช้หอกลั่น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองพบว่า มีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าแตกต่างไม่เกินร้อยละ 15 โดยเมื่อใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาทำนายผลการกลั่นตลอดทั้งปีภายใต้ค่ารังสีอาทิตย์ของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เมื่อทำการกลั่นสารละลายเอทานอลความเข้มข้นตั้งต้น 10 เปอร์เซ็นต์ระบบที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่องมีสมรรถนะสูงกว่าระบบที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารครั้งเดียว โดยมีปริมาณสารละลายเอทานอลที่กลั่นได้สูงสุดเท่ากับ 1679.75 ลิตรต่อปี ความเข้มข้นที่กลั่นได้เท่ากับ 39.53 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 5.69 บาทต่อลิตร สำหรับระบบที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารครั้งเดียว สามารถกลั่นสารละลายเอทานอลได้สูงสุดเท่ากับ 1396.96 ลิตรต่อปี มีความเข้มข้นที่กลั่นได้เท่ากับ 42.37 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นราคาต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 6.63 บาทต่อลิตร นอกเหนือจากนี้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้นำเสนอสมรรถนะที่สูงที่สุดและต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดของระบบกลั่นที่มีหม้อต้มซ้ำขนาดความจุไม่เกิน 50 ลิตรไว้ว่า ระบบกลั่นที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่องร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 9 ตารางเมตร ทำการกลั่นสารละลายที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ด้วยอัตราการป้อนเท่ากับ 0.18 ลิตรต่อนาที จะให้ต้นทุนการกลั่นต่อหน่วยต่ำสุดอยู่ที่ 3.91 บาทต่อลิตร โดยมีปริมาณสารละลายเอทานอลที่กลั่นได้เท่ากับ 5042.80 ลิตรต่อปี มีความเข้มข้นที่กลั่นได้เท่ากับ 35.66 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ระบบกลั่นที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารครั้งเดียวร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 9 ตารางเมตรทำการกลั่นสารละลายที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ด้วยปริมาณสารละลายตั้งต้น 50 ลิตร จะให้ต้นทุนการกลั่นต่อหน่วยต่ำสุดอยู่ที่ 5.04 บาทต่อลิตร โดยมีปริมาณสารละลายเอทานอลที่กลั่นได้เท่ากับ 3852.82 ลิตรต่อปี มีความเข้มข้นที่กลั่นได้เท่ากับ 40.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบสมรรถนะของระบบทั้งสองที่ปริมาณเอทานอลบริสุทธิในสารละลาย จะได้ว่า ระบบกลั่นที่ใช้เทคนิคการกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่องมีสมรรถนะสูงกว่าคิดเป็นร้อยละ 12.69

## ABSTRACT

TE 145595

This research work focuses on the formulation of mathematical models to predict the performance of the solar distillation system and corresponding product unit cost. The simulations are carried out for the batch and continuous distillation system before being compared with the results from the experiment to confirm the accuracy of the mathematical modeling. The experiment setup is based on the distillation system with 50 L reboiler heated by the 3.6 $m^2$ heat pipe solar collector. A number of parameters such as quantity of charging flux, feeding rate, the concentration of charging flux and the distillation column are alters during the experiment. The comparison between results from the mathematical model and the experiment shows just 15% difference. The simulation then shows the prediction of the system's annual production based on Chiang Mai under the condition. The continuous distillation show slightly better performance than the batch system such that its annual productivity, product concentration and unit production cost are 1679.75 L/year, 39.53%, and 5.96 Baht//L. While there for the batch distillation are 1369.96 L/year, 42.37%, and 6.63 Baht/L for the system with 3.6 $m^2$ solar collector and 50 L reboiler. It is also shows from the simulation that the performance of the systems is enhanced when collector area increase. Starting with 10% concentration charging solution, the maximum performance at minimum cost of the system with 50 L reboiler is achieved with 9 $m^2$ solar collector and 0.18 L/min feeding rate the productivity of 5042.80 L/year with the concentration of 35.66% at the price of 3.91 Baht/L. With the same collector size the batch system shows the performance of 3852.82 L/year in productivity with the concentration of 40.57% and a price of 5.04 Baht/L. The continuous system shows the better performance in term of productivity than the batch system by 12.69%.