

การผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาธู

โดย *Saccharomyces cerevisiae*

Bio-Ethanol Production from Waste of Sago Starch by

*Saccharomyces cerevisiae*พีรนาฏ คิตติ^{1*}, ภัทรานิษฐ์ แอโสะ², ทักษพร หลีน้อย² และมณฑล เลิศวรปรีชา³Peeranart Kiddee^{1*}, Pattranis Airsoe², Thaksaporn Leenoi² and Monthon Lertworapreecha³

บทคัดย่อ

สาธู (*Metroxylon sagu*) เป็นพืชท้องถิ่นของภาคใต้ถูกใช้ประโยชน์ในการผลิตแป้งสาธู โรงงานผลิตแป้งสาธูจะมีของเสียในกระบวนการผลิตจำนวนมาก ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นกากเส้นใย เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการหมักโดยอาศัยยีสต์เพื่อผลิตเป็นไบโอเอทานอลได้ ดังนั้นการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำของเสียจากการผลิตแป้งสาธูเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอเอทานอล โดย *Saccharomyces cerevisiae* เริ่มต้นที่ 1×10^8 CFU/mL และใช้สัดส่วนของเสียที่แตกต่างกัน คือ 1) น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาธูร้อยละ 100 2) น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาธูร้อยละ 50 3) กากแป้งสาธูร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสยร้อยละ 50 และ 4) กากแป้งสาธูร้อยละ 25 ผสมกับน้ำเสยร้อยละ 75 ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการหมักให้เอทานอลสูงสุดที่เวลา 12 ชั่วโมง ในทุกกลุ่มการทดลอง โดยกลุ่มการทดลองที่ใช้กากแป้งสาธูร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสยร้อยละ 50 ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดร้อยละ 2.9

คำสำคัญ: ของเสีย เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* แป้งสาธู เอทานอลชีวภาพ

¹ อ.ดร., สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

² นิสิตปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

³ ผศ.ดร., สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

¹ Lecturer, Dr., Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Science, Thaksin University, Phthalung, 93210, Thailand

² Undergraduate Student, Environmental Science Program, Faculty of Science, Thaksin University, Phthalung, 93210, Thailand

³ Asst. Prof. Dr., Department of Biology, Faculty of Science, Thaksin University, Phthalung, 93210, Thailand

* Corresponding author: E-mail adress: peeranartk@hotmail.com. Tel 074 609600 Ext 2274

Abstract

The sago (*Metroxylon sagu*) is a local plant found in the southern region. It is used to produce sago starch. Sago starch factories produce a large amount of waste from the production process. Most of them are cellulosic fibers and hemicellulose residue. It can be used in yeast-based fermentation to produce bioethanol. Thus this study has aimed to recycle wastes from the production of sago starch as raw material for the production of bioethanol using *Saccharomyces cerevisiae*. By using the concentration of *Saccharomyces cerevisiae* at 1×10^8 CFU/mL combine with the different ratio of Sago waste, including, 1) 100 % of wastewater 2) 50 % of wastewater 3) 50 % of Sago starch waste mixed with 50 % of wastewater and 4) 25 % of Sago starch waste mixed with 75 % of wastewater. The results found that the maximum bioethanol was produced at 12 hours in all experiments and the highest bioethanol (2.9 %) was obtained from 50 % of Sago starch waste mixed with 50 % of wastewater.

Keywords: Waste, *Saccharomyces cerevisiae*, Sago Starch, Bio-Ethanol

บทนำ

พลังงานเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลก เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานโดยเฉพาะน้ำมันปิโตรเลียมทั้งในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการคมนาคมขนส่ง มีความต้องการใช้ปริมาณมากและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลให้ปริมาณปิโตรเลียมลดลง ประเทศไทยจึงได้มีการส่งเสริมและพัฒนาการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพอย่างจริงจัง ส่งผลให้การใช้และปริมาณการผลิตเอทานอลสูงขึ้น โดยที่ปริมาณการผลิตเอทานอลได้เพิ่มขึ้นถึง 1.2 ล้านลิตรต่อวัน โดยภายในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยได้มีการวางแผนที่จะผลิตเอทานอลให้ได้ 9 ล้านลิตรต่อวัน หากสามารถผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพได้ตามแผนจะทำให้ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ อันดับที่ 5 ของโลก และเป็นผู้ดำเนินการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ [1] ซึ่งประเทศไทยมีวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรมาก เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ชังข้าวโพด เศษไม้ ชากต้นไม้มะพร้าว โดยวัตถุดิบดังกล่าวสามารถนำมาเป็นสารตั้งต้นสำหรับการผลิตเอทานอลได้ [2] ซึ่งในการผลิตเอทานอลต้องนำวัตถุดิบดังกล่าวไปผ่านกระบวนการย่อยแป้งหรือเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลด้วยการใช้วิธีทางเคมีหรือวิธีทางชีวภาพ การย่อยแป้งหรือเซลลูโลสด้วยวิธีทางเคมีจะเป็นการใช้กรดร่วมกับความร้อน ทำให้ได้ผลผลิตอย่างอื่นนอกจากน้ำตาลกลูโคส ส่วนวิธีทางชีวภาพจะใช้เอนไซม์ [3] ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลเนื่องจากเป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หลังจากนั้นจึงนำน้ำตาลที่ได้จากการย่อยเข้าสู่กระบวนการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อยีสต์เพื่อให้ได้เป็นเอทานอล จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอทานอลได้มีหลายชนิด โดยเฉพาะยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลอย่างแพร่หลาย เนื่องจากยีสต์สามารถเติบโตได้เร็ว ส่วนใหญ่การผลิตเอทานอลจะใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลได้สูงสุด นอกจากแป้งที่สามารถนำมาผลิตเอทานอลได้แล้ว ยังมีของเสียหลายชนิดที่เกิดจาก

กระบวนการผลิตแป้งมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้เช่นกัน และเนื่องจากจังหวัดพัทลุงเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตแป้งสาเกเป็นจำนวนมาก ซึ่งกระบวนการผลิตแป้งสาเก จะมีของเสียเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นคือ กากแป้งสาเก และน้ำเสีย หากมีการนำของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกมาผลิตเอทานอลจะเป็นการนำของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งสามารถลดการกำจัดของเสียให้แก่ผู้ประกอบการได้ และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเสียได้อีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำของเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกมาทำให้เกิดประโยชน์ โดยการนำมาผลิตเอทานอลจากเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ในกระบวนการหมัก รวมถึงศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

การศึกษากระบวนการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเกโดยเชื้อ *S. cerevisiae* ดังนี้

1. เตรียมของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งสาเกโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) โดยมีทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำเสียในอัตราส่วนร้อยละ 100

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำเสียต่อน้ำกลั่นในอัตราส่วน 50 : 50

ชุดการทดลองที่ 3 กากแป้งต่อน้ำเสียในอัตราส่วน 50 : 50

ชุดการทดลองที่ 4 กากแป้งต่อน้ำเสียในอัตราส่วน 25 : 75

โดยทุกชุดการทดลองเติมน้ำเชื้อร้อยละ 10 และทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

2. นำกากแป้งและน้ำเสียมาทำการนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อฆ่าเชื้อที่ปะปนมา

3. นำตัวอย่างมาวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นด้วยวิธี Dinitrosalicylic Acid Method (DNS) และวัดปริมาณเอทานอลเริ่มต้นด้วยเครื่องอีบูลลิโอมิเตอร์ (Ebulliometer)

4. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนำของเสียมาใช้ในการผลิตเอทานอลโดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*

4.1 ปิเปตกล้าเชื้อ *S. cerevisiae* เริ่มต้นร้อยละ 10 ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีอัตราส่วนของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งสาเกในปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.2 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4.3 เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลทุก 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอีบูลลิโอมิเตอร์

4.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิจัยและผลการทดลองทั้งหมดจากการวิจัยทำทั้งหมด 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) เปรียบเทียบ

ความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ F-Test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

การวิจัยการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก โดยใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* มีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกและกากแป้งสาเกก่อนการผลิตเอทานอลชีวภาพ โดยใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*

การศึกษาลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกและกากแป้งสาเกก่อนการผลิตเอทานอลชีวภาพ โดยใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ได้มีการเตรียมของเสียโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่ม แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ 1) น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกร้อยละ 100 2) น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกร้อยละ 50 3) กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 และ 4) กากแป้งสาเกร้อยละ 25 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 75 พบว่า ลักษณะของของเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกก่อนการผลิตเอทานอลชีวภาพ มีค่าความเป็น กรด-ด่าง อยู่ในช่วง 2.76 ± 0.58 ถึง 5.4 ± 0.10 มีสภาพความเป็นกรดอ่อน ซึ่งเป็นสภาพที่เชื้อยีสต์สามารถเจริญได้ดี มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25.33 ± 0.58 ถึง 33 ± 0.00 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในช่วงนี้เป็นช่วงที่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดี [4] ของเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกในส่วนของกากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนการผลิตเอทานอลสูงสุด เนื่องจากในกากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณแป้งสูงสุด เมื่อย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์โดยการให้ความร้อน ทำให้กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด เนื่องจากยีสต์อยู่ในสภาพความเป็น กรด-ด่าง และสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ภายได้สภาพความสมบูรณ์ของอาหาร ส่งผลให้กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนการผลิตเอทานอลสูงสุดคือ 30.79 ± 0.16 และผลิตเอทานอลได้สูงสุดร้อยละ 0.30 ± 0.00 (ดังตารางที่ 1)

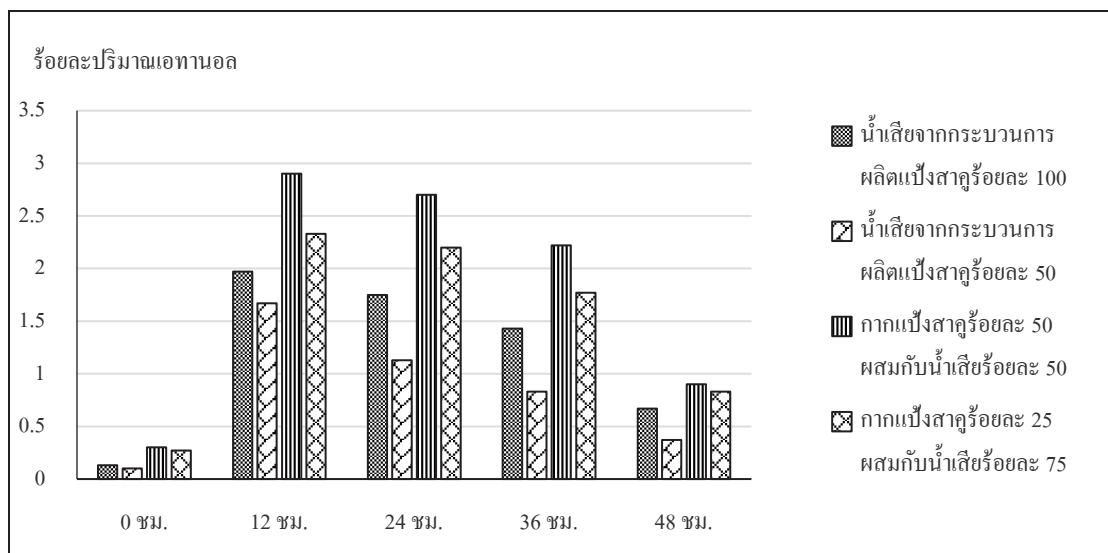
ตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกและกากแป้งสาเกก่อนการผลิตเอทานอลชีวภาพ
โดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*

ของเสียจากกระบวนการ ผลิตแป้งสาเก	กรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณน้ำตาล รีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเอทานอล (ร้อยละ)
น้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตแป้งสาเก ร้อยละ 100	5.26 ± 0.06	33 ± 0.00	8.33 ± 0.86	0.13 ± 0.06
น้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตแป้งสาเก ร้อยละ 50	5.4 ± 0.10	32 ± 0.00	4.07 ± 0.06	0.1 ± 0.00
กากแป้งสาเก ร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 50	4.23 ± 0.12	25.33 ± 0.58	30.79 ± 0.16	0.3 ± 0.00
กากแป้งสาเก ร้อยละ 25 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 75	2.76 ± 0.58	28.33 ± 0.58	19.34 ± 1.13	0.27 ± 0.05

2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก
โดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเกโดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* โดยใช้กลูโคส ร้อยละ 10 ไม่มีการเข้า ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการวิเคราะห์เอทานอลทุก ๆ 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งในการทดลองพบว่าปริมาณกลูโคส ร้อยละ 10 ที่เลี้ยงในทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีปริมาณเอทานอลสูงสุดที่เวลา 12 ชั่วโมง และมีปริมาณเอทานอลลดลงที่เวลา 24 36 และ 48 ชั่วโมง (ดังภาพที่ 1) เนื่องจากที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เชื้อยีสต์มีความสมดุลกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตเอทานอล และที่เวลา 24 36 และ 48 ชั่วโมง มีปริมาณยีสต์เพิ่มขึ้นแต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีไม่เพียงพอในการผลิตเอทานอล

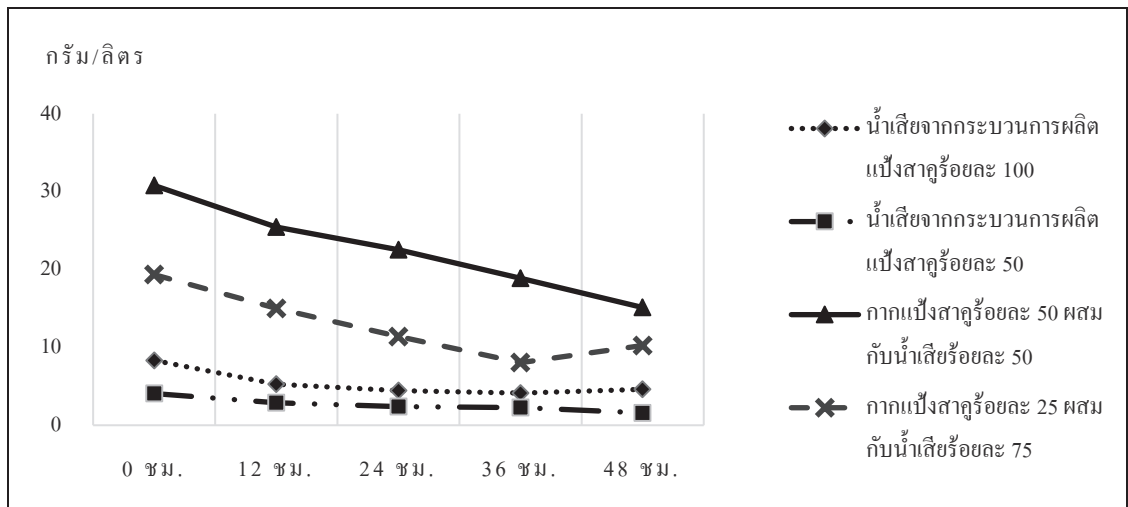
การศึกษาระดับเอทานอลจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) พบว่าปริมาณเอทานอลในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเก ร้อยละ 100 น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเก ร้อยละ 50 กากแป้งสาเก ร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 50 และกากแป้งสาเก ร้อยละ 25 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 75 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ร้อยละ 95.0 ($p < 0.05$) ค่า F-test = 3.863 ค่า p-value = 0.014 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan พบว่าปริมาณเอทานอล ในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเก ร้อยละ 100 แตกต่างกับกากแป้งสาเก ร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 50 สำหรับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเก ร้อยละ 50 แตกต่างกับกากแป้งสาเก ร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 50 และกากแป้งสาเก ร้อยละ 25 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 75 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 ($p < 0.05$)



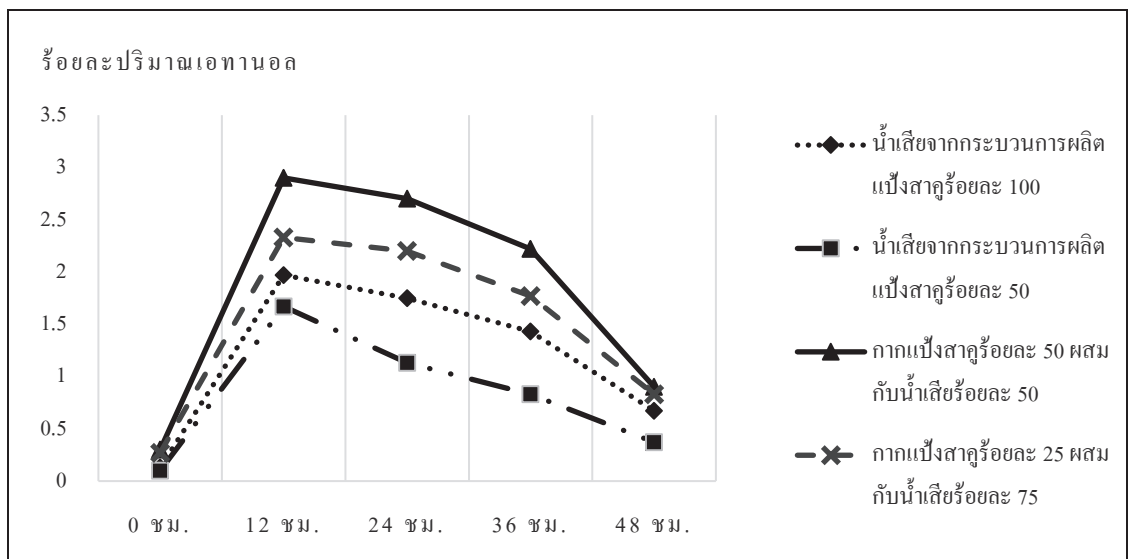
ภาพที่ 1 ปริมาณเอทานอลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเอทานอลโดยกล้ำเชื้อ *S. cerevisiae*
ความเข้มข้น 1×10^8 CFU/mL ที่เลี้ยงในของเสียในกระบวนการผลิตเอทานอล

3. การศึกษากระบวนการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาธู โดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*

จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาธู โดยวิธี Dinitrosalicylic Acid Method และปริมาณเอทานอล โดยใช้ปริมาณกล้ำเชื้อร้อยละ 10 ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ ทุก ๆ 12 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณเอทานอลที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลง (ดังภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3) เนื่องจากในกระบวนการผลิตเอทานอล ยีสต์ใช้น้ำตาลรีดิวซ์เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเอทานอล และจากการศึกษาพบว่า กากแป้งสาธูร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณเอทานอลสูงสุดร้อยละ 2.90 และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 25.45 กรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงที่สุด เนื่องจากกากแป้งสาธูร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนการผลิตเอทานอลสูงสุด จึงส่งผลให้กากแป้งสาธูร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสีย ร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังการผลิตเอทานอลสูงสุด และเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* จะนำน้ำตาลรีดิวซ์มาใช้เป็นอาหารในการเจริญเติบโตและผลิตเอทานอลเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดน้อยลง



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก
โดยกล้ายเชื้อ *S. cerevisiae* ความเข้มข้น 1×10^8 CFU/mL



ภาพที่ 3 ปริมาณเอทานอลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก
โดยกล้ายเชื้อ *S. cerevisiae* ความเข้มข้น 1×10^8 CFU/mL

อภิปรายผล

การศึกษาการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก โดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ซึ่งมีการวิเคราะห์น้ำตาลที่ละลายน้ำได้และปริมาณเอทานอลเริ่มต้นจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเกพบว่า กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ก่อนการผลิตเอทานอลสูงสุดคือ

30.79 ± 0.16 และผลิตเอทานอลได้สูงสุดร้อยละ 0.30 ± 0.00 ซึ่งมีความสอดคล้องกับวิธีการทดลองของ Kongjindamunee [5] การศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณเอทานอลเริ่มต้นสูงสุดยังมีปริมาณเอทานอลน้อย ซึ่งมีผลการศึกษาที่แตกต่างกับ Kongjindamunee [5] เนื่องจาก Kongjindamunee [5] มีการใช้กล้าเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 2 ที่สภาพความเป็นกรด-ด่าง 5.64 ภายใต้สภาพความสมบูรณ์ของอาหาร ยีสต์จึงมีสารอาหารเพียงพอในการดำรงชีวิตส่งผลให้ปริมาณเอทานอลที่ได้มีปริมาณที่สูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้ ที่มีการใช้กล้าเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 และมีการใช้ของเสียที่ต่างชนิดกันส่งผลให้ปริมาณเอทานอลต่างกัน

นอกจากนี้กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนการผลิตเอทานอลสูงสุด จึงส่งผลให้กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังการผลิตเอทานอลสูงสุด และเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* จะนำน้ำตาลรีดิวซ์มาใช้เป็นอาหารในการเจริญเติบโตและผลิตเอทานอลเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดน้อยลง มีความสอดคล้องกับวิธีการทดลองของ Pulavavan [6] โดยการหมักเอทานอลจากผักตบชวา ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด มีปริมาณสูงกว่าของ Pulavavan [6] และเวลาที่เอทานอลมีปริมาณสูงสุดและน้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณสูงสุดน้อยกว่า Pulavavan [6] โดยจากการศึกษาให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดร้อยละ 2.90 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด 25.45 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 12 ชั่วโมง ขณะที่ Pulavavan [6] ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดร้อยละ 0.04 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด 12.99 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 72 ชั่วโมง เนื่องจากของเสียที่ใช้ในการผลิตเอทานอลต่างชนิดกันส่งผลให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดแตกต่างกัน และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ส่งผลให้สารอาหารมีปริมาณไม่เพียงพอทำให้อัตราการผลิตเอทานอลของยีสต์ลดลง

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก โดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* มีการวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณเอทานอลเริ่มต้นจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเก พบว่า กากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นและปริมาณเอทานอลเริ่มต้นมากที่สุด มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 30.79 กรัมต่อลิตร ปริมาณเอทานอลร้อยละ 0.3 และน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาเกร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นและปริมาณเอทานอลเริ่มต้นน้อยที่สุด มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 4.07 กรัมต่อลิตร ปริมาณเอทานอลร้อยละ 0.1 และเมื่อทำการหมักเอทานอลชีวภาพโดยใช้กล้าเชื้อปริมาณร้อยละ 10 ระยะเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง พบว่ากากแป้งสาเกร้อยละ 50 ผสมกับน้ำเสียร้อยละ 50 มีปริมาณเอทานอลสูงสุดร้อยละ 2.90 ที่เวลา 12 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่เชื้อมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ทำให้ในช่วงเวลานี้เป็นช่วงเวลาที่มีการผลิตเอทานอลสูงสุด ซึ่งในกระบวนการผลิตเอทานอลชีวภาพจากของเสียในกระบวนการผลิตแป้งสาเกโดยเชื้อ *S. cerevisiae* พบว่าเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* จะนำน้ำตาลรีดิวซ์มาใช้เป็นอาหารในการเจริญเติบโต และผลิตเอทานอลเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดน้อยลง เอทานอลจะมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของยีสต์

ก็จะส่งผลให้ยีสต์ไม่สามารถผลิตเอทานอลได้หรือผลิตได้น้อยลง สรุปได้ว่าสามารถนำของเสียจากกระบวนการผลิตแป้งสาธูมาผลิตเอทานอลได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อีกทั้งขอขอบคุณ คุณชามาดา ชัยเจริญ และคุณปนัดดา พรหมรักษ์ ที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Niwaswong, C., & Ruengwiriychai, C. (2012). Production of Cellulosic Ethanol in Thailand. *KKU Science Journal*, 40(4), 1073-1088. (In Thai).
- [2] Ministry of Energy. (2016). *Feasibility Study on Production of Cellulosic Ethanol to Commercial* (Online). Retrieved 29 March 2016, from <http://webkc.dede.go.th>. (In Thai).
- [3] Altintas, M.N., Ulgen, K.O., Kirdar, B. Onsan, Z.I., & Oliver, S.G. (2002). Improvement of Ethanol Production from Starch by Recombinant Yeast through Manipulation of Environmental Factors. *Enzyme and Microbial Technology*, 31, 640-647.
- [4] Limthong, S. (1997). *Yeast and Technology Yeast*. Kasetsart University, Bangkok. (In Thai).
- [5] Kongjindamunee, W. (2013). *Ethanol Production from Corn cob*. Master of Engineering in Chemical Engineering. Prince of Songkla University. (In Thai).
- [6] Pulavavan, M. (2012). *Production of Ethanol from Reducing Sugar Obtained from Pretreated Water Hyacinth using Trichoderma harzianum*. Master of Chemical Environment. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (In Thai).