ภาคผนวก ก.

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

1. การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ (ดัดแปลงจาก Somogyi, 1951 และสารละลายกลูโคสออกซิเดส)

a. สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc.HCl)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (1M NaOH)
3. สารละลายกลูโคสออกซิเดส

b. วิธีการ

1. วิธีเปลี่ยนน้ำตาลตัวอย่างเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด

น้ำตาลตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ประมาณน้ำตาลทั้งหมด 15 มิลลิลิตร เติมกรดเกลือเข้มข้น 1.5 ml นำสารละลายดังกล่าวไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนจนสารละลายมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 60-70 $^{\circ}$C รักษาอุณหภูมิช่วงนี้นาน 5 นาที จากนั้นนำสารละลายมาทำให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 20 $^{\circ}$C เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1-2 หยด ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 N (นอร์มอล) จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน ปรับปริมาตรสารละลายทั้งหมดเป็น 100 ml จากนั้นไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในรูปน้ำตาลรีดิวซ์

2. วิธีการหาน้ำตาลรีดิวซ์

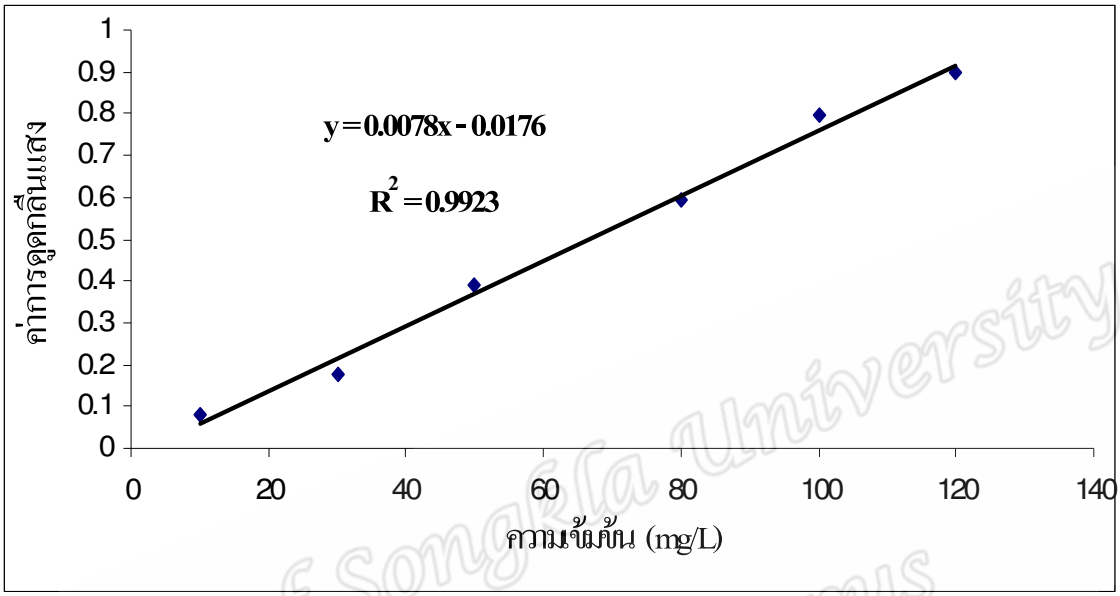
ปิเปตสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง 1 ml ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายกลูโคสออกซิเดส 1 ml นำไปเขย่าในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 37 $^{\circ}$C เป็นเวลา 30 นาที จะได้สารละลายเป็นสีชมพู นำสารละลายที่ได้มาเติมน้ำกลั่น 2 ml และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 505 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกลูโคส

3. การหากราฟมาตรฐานของกลูโคส

เตรียมสารละลายกลูโคสเข้มข้น 1000 mg/l แล้วนำมาเจือจางให้มีความเข้มข้นของกลูโคส 10 , 30 , 50 , 80 , 100 และ 120 mg/l ปิเปตสารละลายกลูโคสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 1.0 ml ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด เติมสารละลายกลูโคสออกซิเดสหลอดละ 1.0 ml นำไปเขย่าในอ่างน้ำ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ร้อนที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 30 นาที แล้วเติมน้ำกลั่นหลอดละ 2 ml แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 505 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank แล้วนำไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส



รูปภาคผนวก ก ที่ 1 กราฟสารละลายมาตรฐานกลูโคส

2. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนรวม โดยวิธี Kjeldahl Method (AOAC. 2000)

a. อุปกรณ์

1. ชุดย่อยโปรตีน (Digestion apparatus)
2. ชุดกลั่นโปรตีน (Distillation)
3. ปิเปตและบิวเรต
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 200 ml (Erlenmeyer flask)
5. ขวดปรับปริมาตรขนาด 10 ml (Volumetric flask)
6. Boiling Chip
7. Beaker
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

Prince of Songkla University Pattani Campus

b. สารเคมี

1. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (Conc. Sulfuric acid)
2. Mix Catalyst (สารผสมระหว่าง copper sulfate : sulphate อัตราส่วน 1:10)
3. Sodium hydroxide เข้มข้นร้อยละ 40 ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
4. Hydrochloric เข้มข้น 0.1 N
5. Boric acid เข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยต้มน้ำกลั่น 50 ml ให้ร้อนแล้วใส่ผงบอริกลงไป 4.0 g ต้มจนละลายหมด ทิ้งไว้จนสารละลายเย็นลงแล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml
6. Indicator สารผสมระหว่าง Bromocresolresin : Methylene blue อัตราส่วน 0.1 : 0.125 : 0.028 g ในแอลกอฮอล์ 100 ml

c. วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 0.7-2.2 g ในขวดย่อยโปรตีน
2. ใส่ Mix Catalyst ลงไป 5 g แล้วเติม Boiling Chip
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. Sulfuric acid) 20 ml
4. ย่อยบน mantle heating จนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
5. เติมน้ำกลั่น 20 ml ลงในขวดย่อยโปรตีน
6. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) เข้มข้น 40% ปริมาตร 60 ml ลงในขวดย่อยโปรตีน
7. เติมกรดบอริกเข้มข้น 4% ปริมาตร 25 ml ลงในขวดรูปชมพู่แล้วหยดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไปกลั่นในขวดที่รองรับ
8. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ ด้วยกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric) เข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง บันทึกปริมาตรของไฮโดรคลอริกที่ใช้ไป
9. ทำการทดลองควบคุม Blank ตามข้อ 1-9 โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

Prince of Songkla University Pattani Campus

d. การคำนวณ

$$\text{Protein content } \% = \frac{(A - B) \times N \times 1.4 \times F}{Wt}$$

โดย A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง (ml)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง (ml)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)

F คือ ค่าแฟคเตอร์

3. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยวิธี Direct Method (AOAC,2000)

a. อุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle Furnace) ยี่ห้อ Fisher sciencetific
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crusible)
3. โถดูดความชื้น (Desicater)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง
5. เตาไฟฟ้า (Hot Plate)

b. วิธีการ

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 °C เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่โถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาทีแล้วกระทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 mg

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 g ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนัก นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 °C และกระทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

c. การคำนวณ

$$\text{Ash content } \% = \frac{\text{Wt after burn (g)} \times 100}{\text{Wt before burn (g)}}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยวิธี Air Oven Method (AOAC,2000)

a. อุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
2. ถ้วยอลูมิเนียม (Aluminium moisture can)
3. โถดูดความชื้น (Desicator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

b. วิธีการ

1. อบถ้วยอลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±5°C นาน 2-3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบไฟฟ้า ใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นตัว โดยอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง
2. ทำซ้ำในข้อ 1. จนผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งแตกต่างกันไม่เกิน 1-3 mg
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-3 g ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±5°C นาน 5-6 ชั่วโมง
4. นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างจากนั้นนำกลับเข้าตู้อบและทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองติดกันไม่เกิน 1-3 mg

c. การคำนวณ

$$\text{Moisture content (wet basis)}\% = \frac{\text{Wt wet - Wt dry}}{\text{Wt wet}}$$

5. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter

a. วิธีการ

1. สอบเทียบ pH meter ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer) มาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ pH 7 และเท่ากับ pH 4
2. นำกากน้ำตาลปริมาตร 30 ml ใส่ในบีกเกอร์ แล้ววัดด้วยเครื่อง pH meter
3. ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นและซับน้ำให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู

Prince of Songkla University Pattani Campus

6. การวัดปริมาณน้ำตาลด้วยรีแฟลกโตมิเตอร์ (Reflextometer)

a. วิธีการ

1. ล้างกระจกเครื่องรีแฟลกโตมิเตอร์ด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
2. หยดกากน้ำตาลลงบนกระจกรีแฟลกโตมิเตอร์ 1-2 หยด อ่านค่า

7. การหาปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง Ebulliometer

a. วิธีการ

1. ใช้น้ำกลั่นใส่ในช่องใส่ตัวอย่าง ปริมาตร 75 ml
2. เสียบปรอทและชุดควบแน่นที่มีน้ำหล่อเย็นให้เรียบร้อย ให้ความร้อน อ่านค่าที่อุณหภูมิคงที่
3. นำค่าจุดเดือดของน้ำกลั่นที่อ่านได้ไปปรับสเกลให้ลูกศรตรงกับจุดเดือดของน้ำที่อ่านได้ สำหรับตัวอย่าง ก็ทำเช่นเดียวกัน
4. ใช้ตัวอย่าง 75 มิลลิลิตร ทำการหาจุดเดือดของตัวอย่าง
5. นำจุดเดือดที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสเกล เพื่ออ่านค่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในตัวอย่าง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ข.

วิธีการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

8. การเตรียมหัวเชื้อสำหรับการหมัก

a. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Mall extract	5 g/l
2. Peptone	5 g/l
3. Agar	20 g/l
4. Yeast extract	3 g/l
5. Glucose	10 g/l
6. Distillated water	1000 ml

b. วิธีการ

1. นำอาหารเลี้ยงเชื้อ YM และ YM agar อย่างละ 200 ml และกากน้ำตาลปริมาตร 1000 ml ที่มี pH เท่ากับ 5 (Ergun and Mutlu, 1999) ปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 20°Brix นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C ที่ความดัน 15 psi เป็นเวลา 15 นาที

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ YM ที่มีอุณหภูมิประมาณ 40-60°C ลงในหลอดทดลองปริมาตร 5.0 ml เมื่ออาหารมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงเขี่ยเชื้อ *S. carlsbergensis* ที่อยู่ในรูปเชื้อที่ผ่านการทำแห้ง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3. เขี่ยเชื้อจากข้อ 2 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ YM agar แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

4. เขี่ยเชื้อจากข้อ 3 จำนวน 1 ลูป แล้วเติมลงในกากน้ำตาล นำไปบ่มเชื้อบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก โดยอัตราในการเขย่าเป็น 120 rpm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Prince of Songkla University Pattani Campus

9. การนับจำนวนเซลล์ *S. carlsbergensis* โดยวิธี Counting.

a. วิธีการ

1. นำส่วนผสม YM Agar ทั้งหมดมาละลายในบีกเกอร์ให้ความร้อนจนวุ้น (Agar) ละลาย บรรจุลงในในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 500 ml ขณะร้อน นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 psi เป็นเวลา 15 นาที

2. ทำการเจือจางตัวอย่างกากน้ำตาลที่ต้องการนับเซลล์ เป็น 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} เท่า

3. ปิเปตสารเจือจางในข้อ 2 ที่ระดับความเจือจาง 10^{-6}, 10^{-7} และ 10^{-8} ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อปริมาตร 1.0 ml จำนวน 2 จานในแต่ละระดับความเจือจาง

4. ถ่าย YM Agar ที่อุณหภูมิประมาณ 30-40°C ลงจานประมาณ 20-25 ml เขย่าเบาๆ ให้เข้ากันสารเจือจางกระจายทั่วจานเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°C เวลา 24-48 ชั่วโมง ให้จำนวนโคโลนีในแต่ละจาน อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ค.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ % เอทานอลในการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกะ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	5.125	3	1.708	45.556	0.002
Within Group	0.15	4	0.083	-	-
Total	5.275	7	-	-	-

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 2 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของ % เอทานอลในการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกะ

อุณหภูมิ °C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
25	2	3.5500	-	-
35	2	-	4.7000	-
Room	2	-	5.1000	-
30	2	-	-	5.7500
Sig.	-	1.000	0.108	1.000

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการผลิตเอทานอลในการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกะ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.245	3	0.082	54.344	0.001
Within Group	0.006	4	0.001	-	-
Total	0.251	7	-	-	-

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 4 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของอัตราการผลิตเอทานอลในการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกะ

อุณหภูมิ °C	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
25	2	0.780	-	-
35	2	-	1.0300	-
Room	2	-	1.1200	-
30	2	-	-	1.260
Sig.	-	1.000	0.081	1.000

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ % เอทานอลในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.03	2	0.002	0.500	0.65
Within Group	0.10	3	0.003	-	-
Total	0.13	5	-	-	-

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 6 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของ % เอทานอลในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

ชนิดใบกวน	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Open turbine	2	8.9500
Marine propeller	2	8.9500
Disc turbine	2	9.0000
Sig.		0.447

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการผลิตเอทานอลในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.000	2	0.000017	0.500	0.65
Within Group	0.000	3	0.000033	-	-
Total	0.000	5	-	-	-

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 8 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของอัตราการผลิตเอทานอลในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

ชนิดใบกวน	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Open turbine	2	0.8050
Marine propeller	2	0.8050
Disc turbine	2	0.8100
Sig.		0.447

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเชื้อเริ่มต้นในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.753	2	1.376	0.788	0.531
Within Group	5.243	3	1.748	-	-
Total	7.996	5	-	-	-

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 10 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อเริ่มต้นในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

ชนิดใบกวน	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Open turbine	2	0.8050
Marine propeller	2	0.8050
Disc turbine	2	0.8100
Sig.		0.447

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเชื้อสุดท้ายในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1.850	2	0.925	0.662	0.578
Within Group	4.191	3	1.397	-	-
Total	6.041	5	-	-	-

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 12 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อสุดท้ายในการศึกษาผลของชนิดใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

ชนิดใบกวน	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Open turbine	2	6.980
Marine propeller	2	7.680
Disc turbine	2	8.340
Sig.		0.331

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ % เอทานอลในการศึกษาผลของความเร็วใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	3.720	3	1.24	124.00	0.000
Within Group	0.040	4	0.01	-	-
Total	3.760	7	-	-	-

ตารางภาคผนวก ค. ที่ 14 ผลการเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของ % เอทานอลในการศึกษาผลของความเร็วใบกวนผสมต่อการผลิตเอทานอลโดยการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง

ความเร็วใบกวน (rpm)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	2	7.9000	-	-	-
75	2	-	9.0000	-	-
150	2	-	-	9.4000	-
300	2	-	-	-	9.7000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Prince of Songkla University Pattani Campus

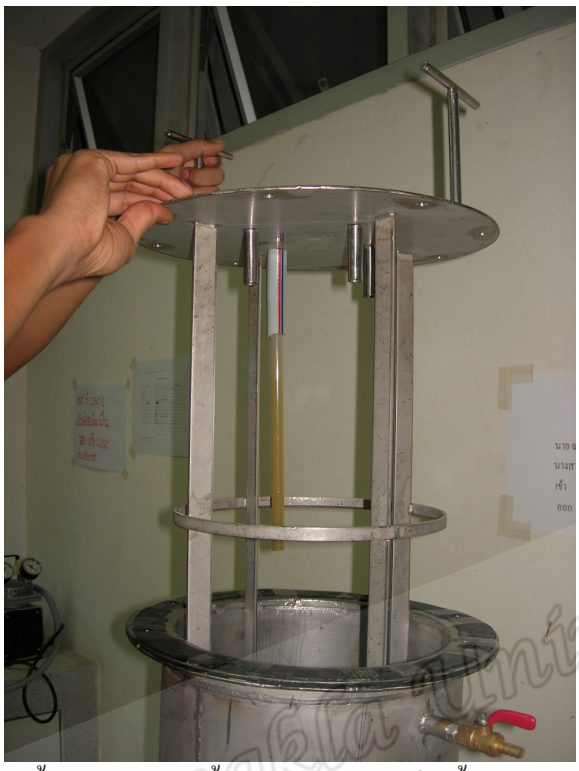
ภาคผนวก ง.

ภาพแสดงการใช้งานถังหมักต้นแบบ

รูปภาคผนวก ง. ที่ 1 ถังหล่อเย็น ถังหมักชั้นใน และ Baffle ตามลำดับ

รูปภาคผนวก ง. ที่ 2 กากน้ำตาลภายในถังหมัก ที่ระดับการปริมาตรใช้งาน

Prince of Songkla University Pattani Campus



รูปภาคผนวก ง. ที่ 3 แผ่นกั้น (Baffle) ติดตั้งภายในถังหมัก เป็นชิ้นเดียวกับฝาถัง

รูปภาคผนวก ง. ที่ 4 การผนึกฝาถัง

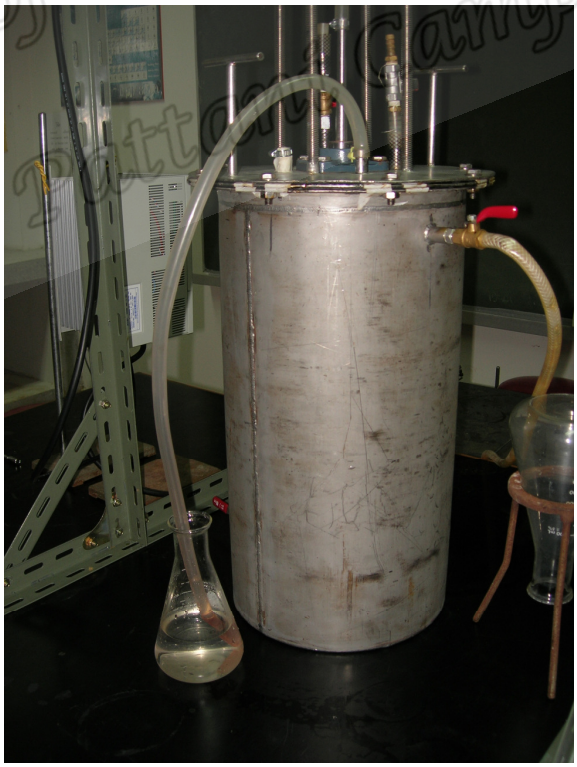
Prince of Songkla University Pattani Campus

รูปภาคผนวก ง. ที่ 5 วาล์วและชุดควบคุมถังหมัก

รูปภาคผนวก ง. ที่ 6 วาล์วเติมหัวเชื้อหมักและกากน้ำตาล, ประกับลูกปืนยึดใบกวน

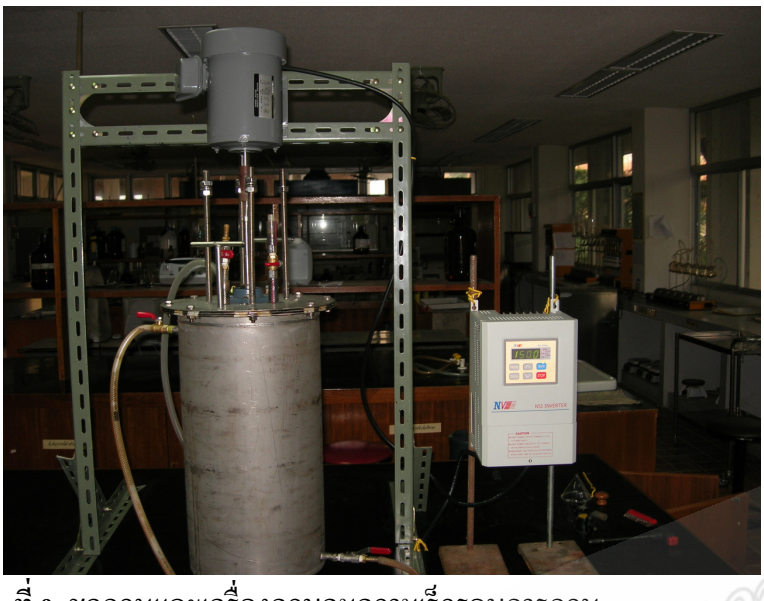
Prince of Songkla University Pattani Campus

รูปภาคผนวก ง. ที่ 7 การเติมหัวเชื้อและกากน้ำตาลระหว่างการหมัก

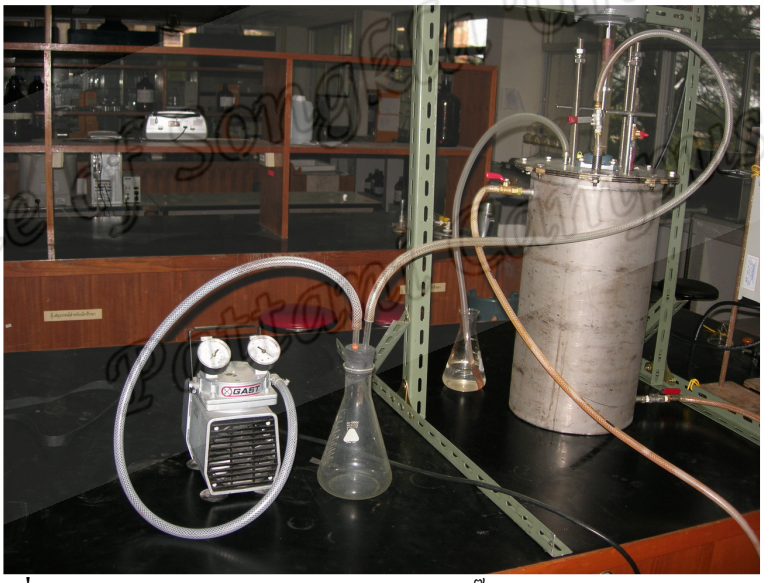


รูปภาคผนวก ง. ที่ 8 แสดงการประยุกต์ใช้ Air lock ก๊าซระบายจากถังหมักออกภายนอกแต่อากาศภายนอกไม่สามารถไหลเข้าสู่ภายในถังหมักได้

Prince of Songkla University Pattani Campus

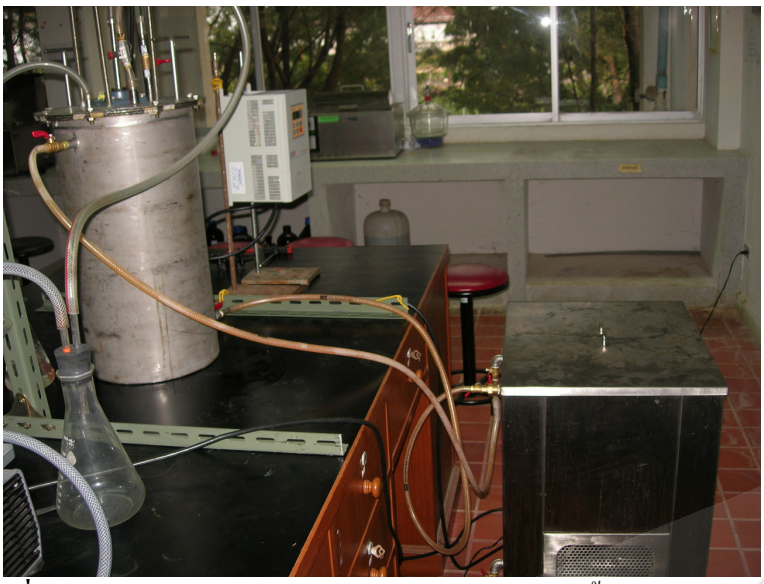


รูปภาคผนวก ง. ที่ 9 ชุดกวนและเครื่องควบคุมความเร็วรอบการกวน



รูปภาคผนวก ง. ที่ 10 อุปกรณ์สำหรับการดึงตัวอย่างด้วยปั๊มสุญญากาศต่อกับท่อดูดภายในถัง

Prince of Songkla University Pattani Campus



รูปภาคผนวก ง. ที่ 11 การควบคุมอุณหภูมิถังหมักด้วยการใช้ระบบน้ำไหลเวียนจากอ่างน้ำร้อนภายนอกที่ตั้งค่าอุณหภูมิตามความต้องการของถังหมัก

รูปภาคผนวก ง. ที่ 12 ภาพโดยรวมของระบบถังหมัก

Prince of Songkla University Pattani Campus