

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของน้ำมะพร้าว และกากน้ำตาล เพื่อหา

1. pH โดยใช้เครื่อง PW 9418 pH meter Pye Unicam
2. Total Soluble Solid โดยใช้ Hydrometer Brix
3. Total Carbohydrates โดยวิธี The Phenol-Sulfuric acid method
4. Total Nitrogen โดยวิธี Kjeldahl method

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของน้ำมะพร้าว และกากน้ำตาลได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 คุณสมบัติบางประการของน้ำมะพร้าวแก่

คุณสมบัติ	ค่าเฉลี่ย*
pH	5.5 - 6.2
Total Soluble Solid (Brix)	4.5 - 6.3
Total Carbohydrates (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	1.2 - 3.0
Total Nitrogen (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	0.056-0.07

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ครั้ง

ตารางที่ 6 คุณสมบัติบางประการของกากน้ำตาล (molasses)

คุณสมบัติ	ค่าเฉลี่ย*
pH (สารละลายกากน้ำตาลในน้ำกลั่น 20 %)	5.45
Total Soluble Solid (Brix) (สารละลายกากน้ำตาลในน้ำกลั่น 20 %)	16.7
Total Carbohydrates (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	56.2
Total Nitrogen (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	10.87

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ครั้ง

การทดลองที่ 2 การผลิตน้ำสาจากน้ำมะพร้าว น้ำตาลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ โดยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และ *Saccharomyces* sp. CMU<sub>1</sub> การศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อคุณผลของ ปริมาณน้ำตาลในอาหาร และชนิดของยีสต์ที่มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น

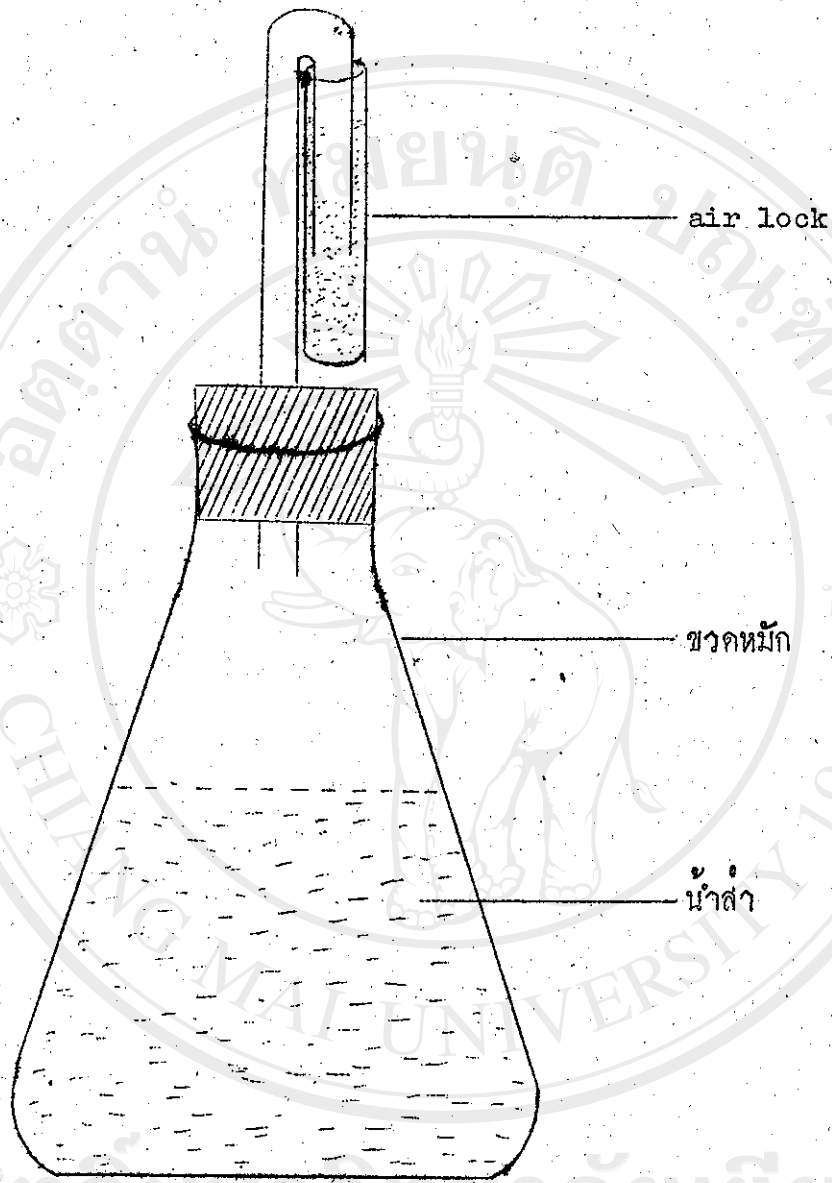
ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University  
All rights reserved

วิธีการ

นำเชื้อยีสต์เริ่มต้น (starter) ที่เลี้ยงไว้ในขวดเขย้านาน 21 ชั่วโมง สำหรับ *Saccharomyces sp.* CMU<sub>1</sub> และ 22 ชั่วโมง 30 นาที สำหรับ *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* จำนวน 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดหมักตั้งรูปที่ 6 ที่ใส่อาหารน้ำมะพร้าว เติม  $K_2HPO_4$  0.5 %,  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณน้ำตาล 14, 16, 18, 20 และ 22 % (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ตามลำดับ จำนวน 180 มิลลิลิตร แล้วนำไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30°C เมื่อหมักได้นาน 0, 6, 12, 24, 48, 72, และ 96 ชั่วโมง นำน้ำสาฆ่ากลั่นหาเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น

ผลการทดลอง

จากการนำน้ำสาฆ่าที่หมักตามเงื่อนไขต่าง ๆ ไปกลั่น แล้วเอา distillate ที่ได้วัดค่าดัชนีหักเหของแสงด้วย Refractometer ของบริษัท Atago Optical Works ประเทศญี่ปุ่น พบว่าในเวลา 0 ถึง 24 ชั่วโมง ยีสต์ทั้งสองชนิดผลิตแอลกอฮอล์ออกมาได้น้อย และในช่วง 24 ถึง 48 ชั่วโมง จะมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจาก 48 ชั่วโมงไปแล้วปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจนเกือบจะคงที่ ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 7, 8, 9, 10, 11 และรูปที่ 7, 8, 9, 10, 11, 12



รูปที่ 6 แสดง fermentor แบบง่าย ๆ ที่ใช้ในการหมัก ethanol

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีหักเหของแสง และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในน้ำสำ ในอาหารที่  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณ  
 เชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  ปริมาณน้ำตาล 14 % โดยเชื้อ Sac-  
charomyces cerevisiae var ellipsoideus และ Saccharo-  
myces sp. CMU<sub>1</sub>

เวลา (ชั่วโมง)	<u>Saccharomyces cerevisiae</u>			
	<u>Saccharomyces sp. CMU<sub>1</sub></u>		var. <u>ellipsoideus</u>	
	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)
0	1.3330	0.0	1.3330	0.0
6	1.3338	1.60	1.3335	1.00
12	1.3345	3.16	1.3342	2.50
24	1.3363	6.50	1.3352	4.60
48	1.3364	6.67	1.3359	5.80
72	1.3365	6.83	1.3362	6.33
96	1.3365	6.83	1.3362	6.33

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีหักเหของแสง และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในน้ำส้ม ในอาหารที่  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณ  
 เชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  ปริมาณน้ำตาล 16 % โดยเชื้อ *Sac-*  
*charomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และ *Saccha-*  
*romyces* sp. CMU<sub>1</sub>

เวลา (ชั่วโมง)	<i>Saccharomyces</i> sp. CMU <sub>1</sub>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i>	
	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)
0	1.3330	0.0	1.3330	0.0
6	1.3338	1.60	1.3335	1.00
12	1.3344	3.00	1.3342	2.50
24	1.3364	6.67	1.3358	5.60
48	1.3370	7.80	1.3367	7.20
72	1.3371	8.00	1.3368	7.40
96	1.3371	8.00	1.3368	7.40

\*ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง

Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีหักเหของแสง และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในน้ำสำ ในอาหารที่  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณ  
 เชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ 30°C ปริมาณน้ำตาล 18 % โดยเชื้อ *Sac-*  
*charomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และ *Saccharo-*  
*myces* sp. CMU<sub>1</sub>

เวลา (ชั่วโมง)	<i>Saccharomyces</i> sp. CMU <sub>1</sub>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i>	
	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ 20°C	แอลกอฮอล์* (%)	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ 20°C	แอลกอฮอล์* (%)
0	1.3330	0.0	1.3330	0.0
6	1.3338	1.60	1.3335	1.00
12	1.3344	3.00	1.3342	2.50
24	1.3370	7.80	1.3360	6.00
48	1.3375	8.80	1.3374	8.60
72	1.3376	9.00	1.3375	8.80
96	1.3376	9.00	1.3375	8.80

\*ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง

ตารางที่ 10 ค่าดัชนีหักเหของแสง และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในน้ำสำ ในอาหารที่  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณ  
 เชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  ปริมาณน้ำตาล 20 % โดยเชื้อ *Sac-*  
*charomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และ *Saccharo-*  
*myces* sp. CMU<sub>1</sub>

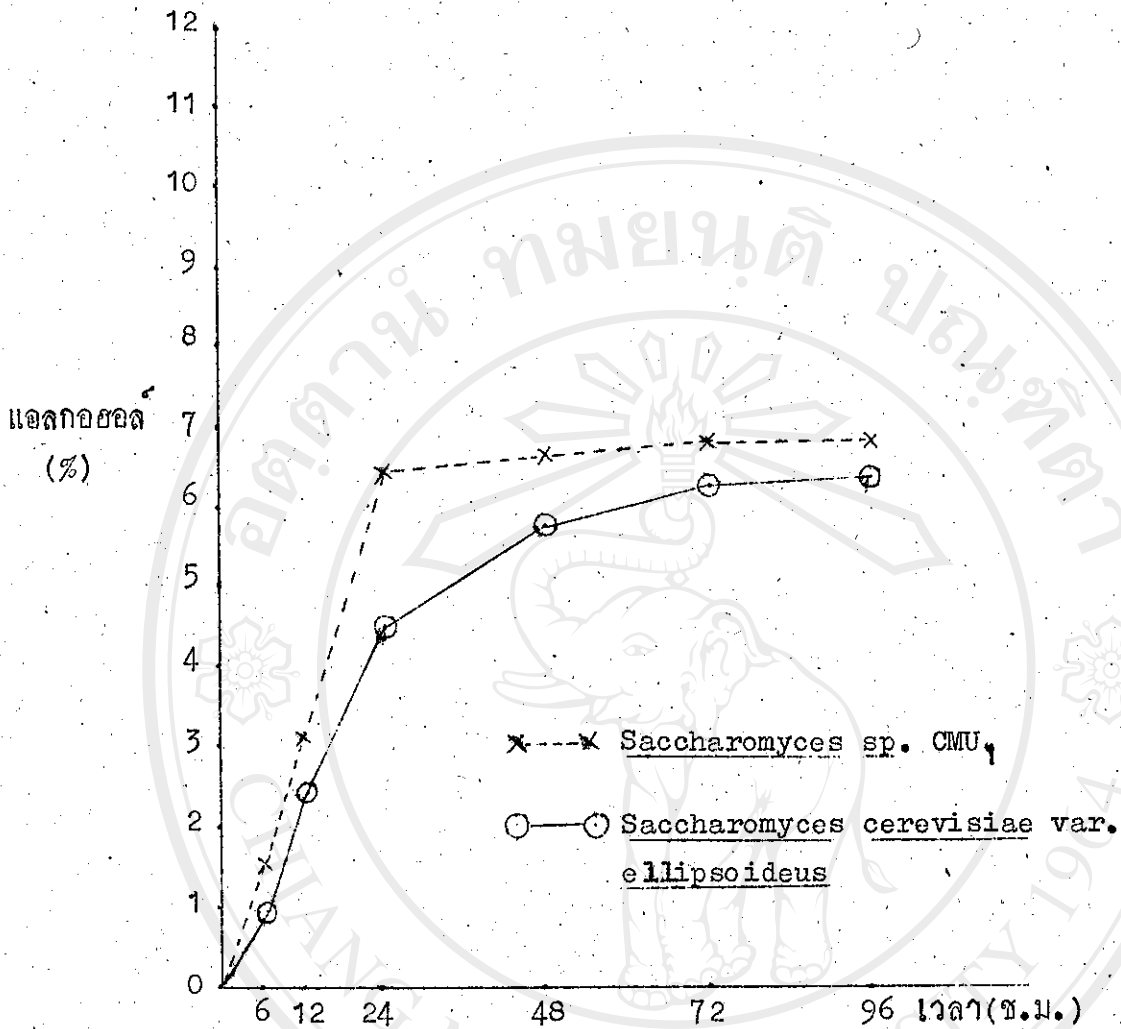
เวลา (ชั่วโมง)	<i>Saccharomyces</i> sp. CMU <sub>1</sub>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i>	
	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)
0	1.3330	0.0	1.3330	0.0
6	1.3338	1.6	1.3335	1.00
12	1.3344	3.00	1.3342	2.50
24	1.3376	9.00	1.3360	6.00
48	1.3382	10.17	1.3379	9.60
72	1.3384	10.49	1.3380	9.80
96	1.3384	10.49	1.3380	9.80

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง

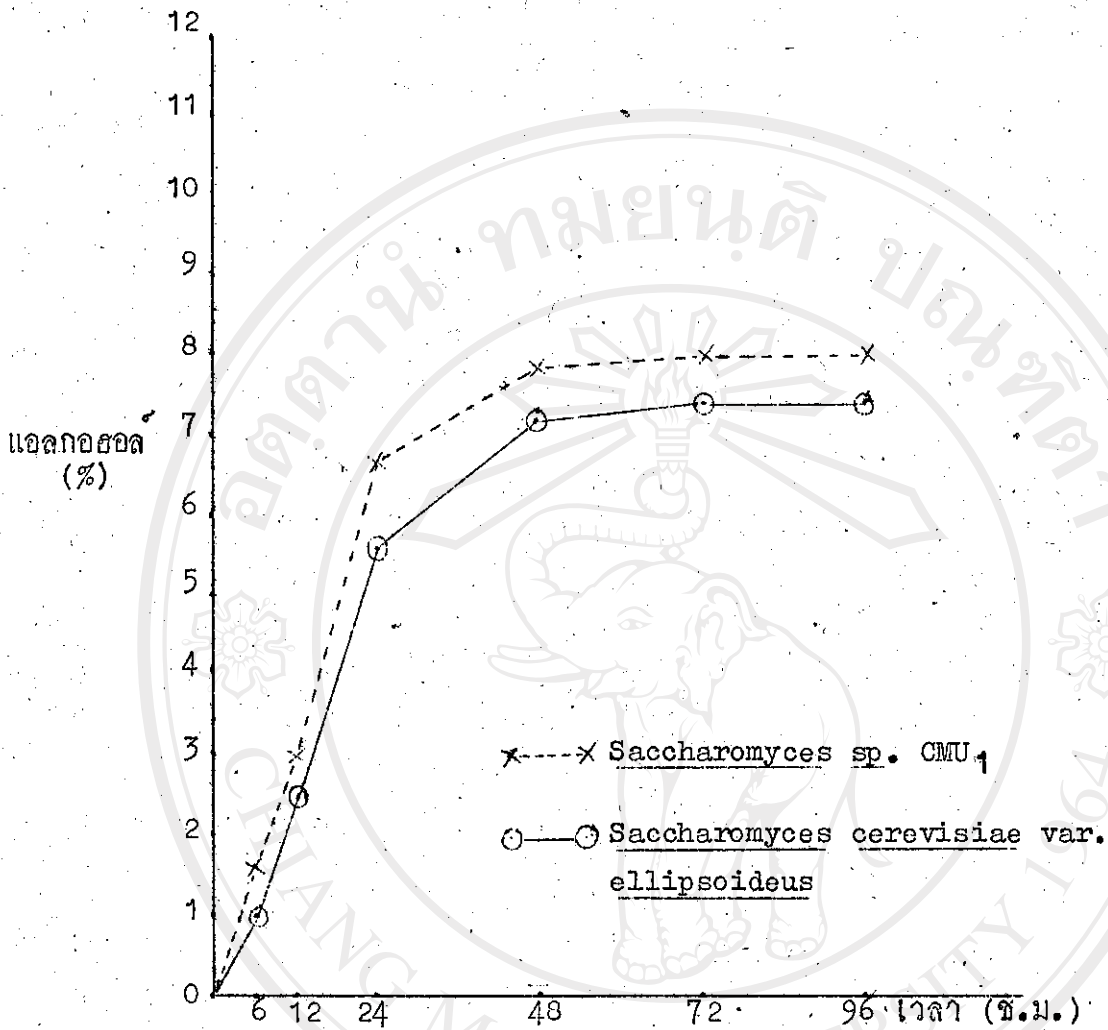
ตารางที่ 11 ค่าดัชนีหักเหของแสง และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในน้ำสำ ในอาหารที่  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณ  
 เชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  ปริมาณน้ำตาล 22 % โดยเชื้อ *Sac-*  
*charomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และ *Saccha-*  
*romyces* sp. CMU<sub>1</sub>

เวลา (ชั่วโมง)	<i>Saccharomyces</i> sp. CMU <sub>1</sub>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i>	
	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)	ค่าดัชนีหักเหของแสง* ที่ $20^\circ C$	แอลกอฮอล์* (%)
0	1.3330	0.0	1.3330	0.0
6	1.3332	0.40	1.3332	0.40
12	1.3340	2.00	1.3338	1.60
24	1.3360	6.00	1.3350	4.00
48	1.3370	7.80	1.3361	6.16
72	1.3374	8.40	1.3370	7.80
96	1.3381	10.00	1.3375	8.80

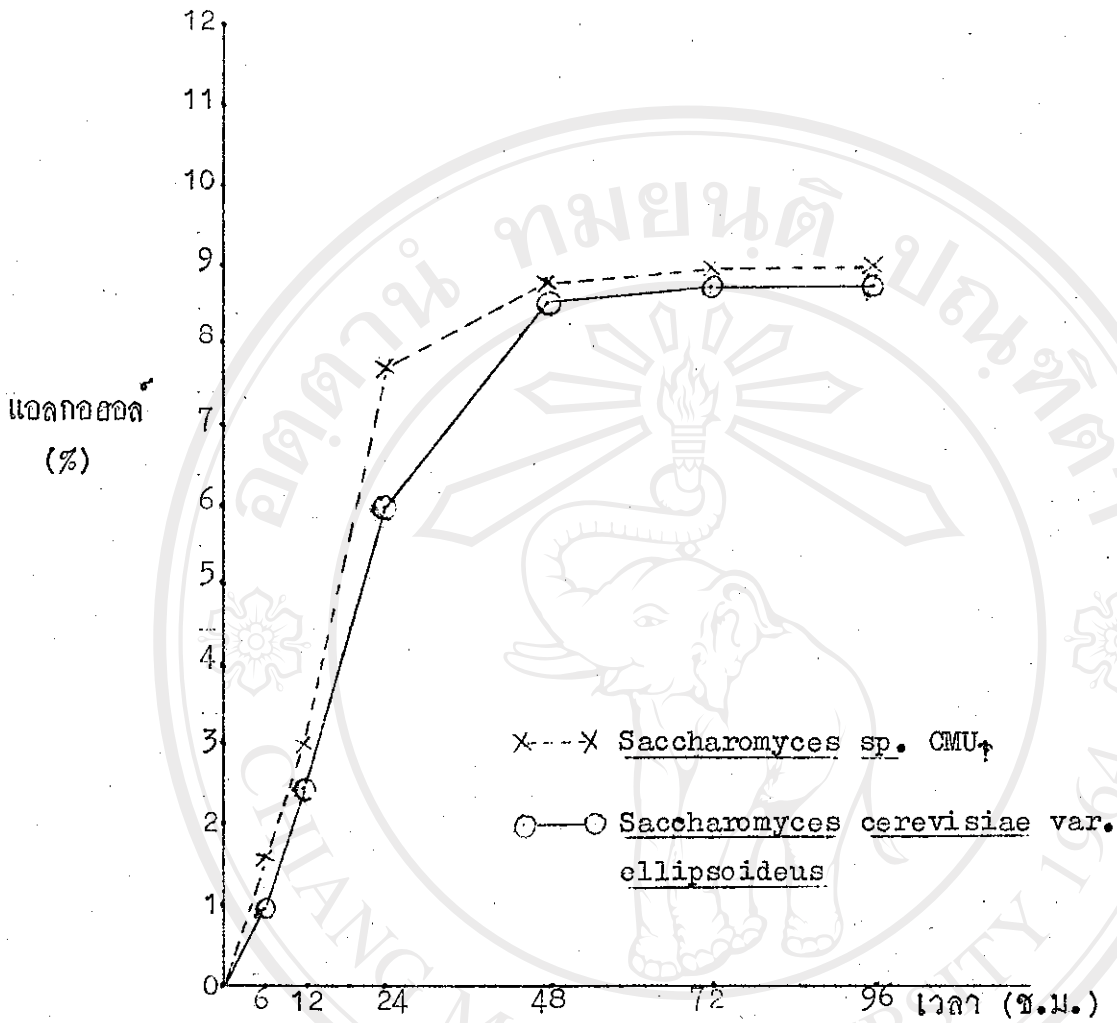
\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง



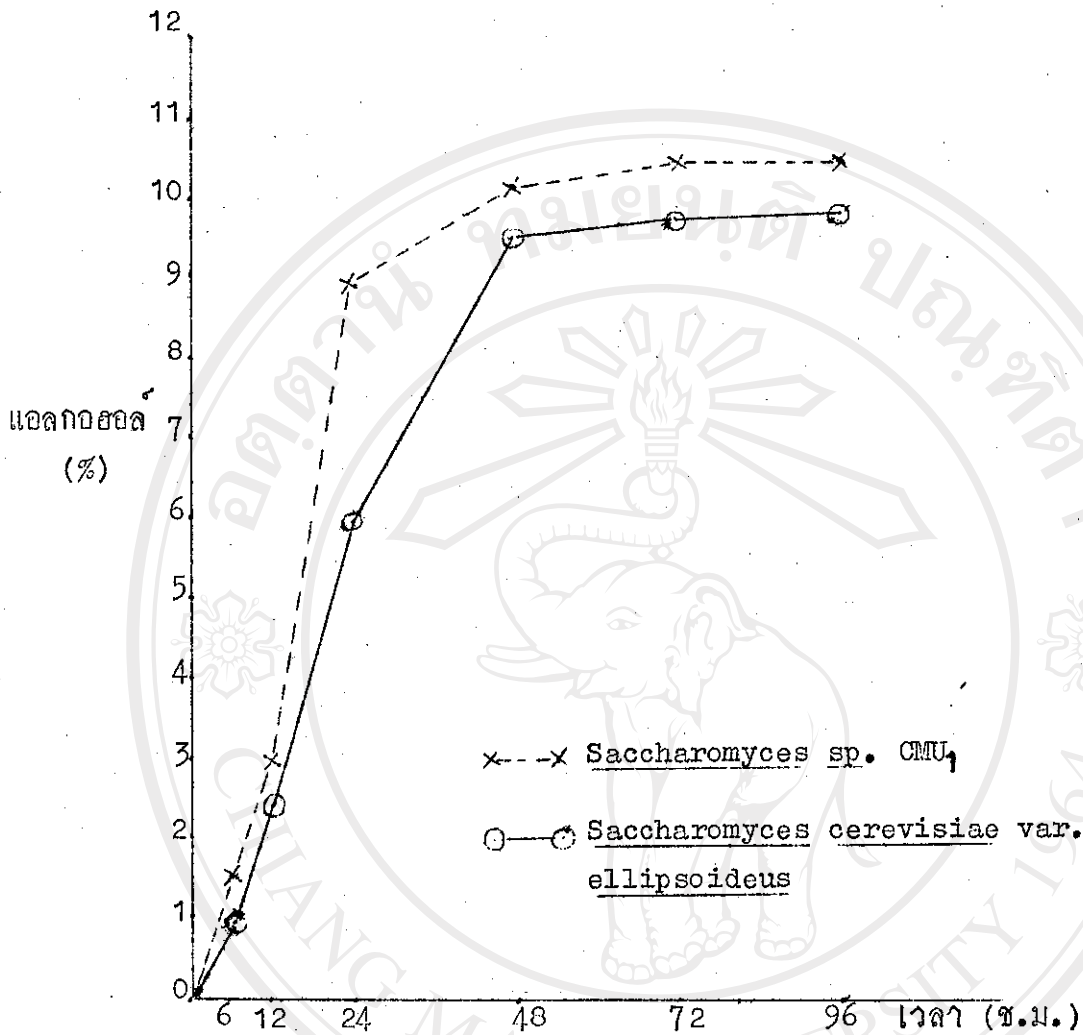
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ระหว่างการหมักในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาล 14 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  โดยเชื้อยีสต์ Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus และ Saccharomyces sp. CMU1



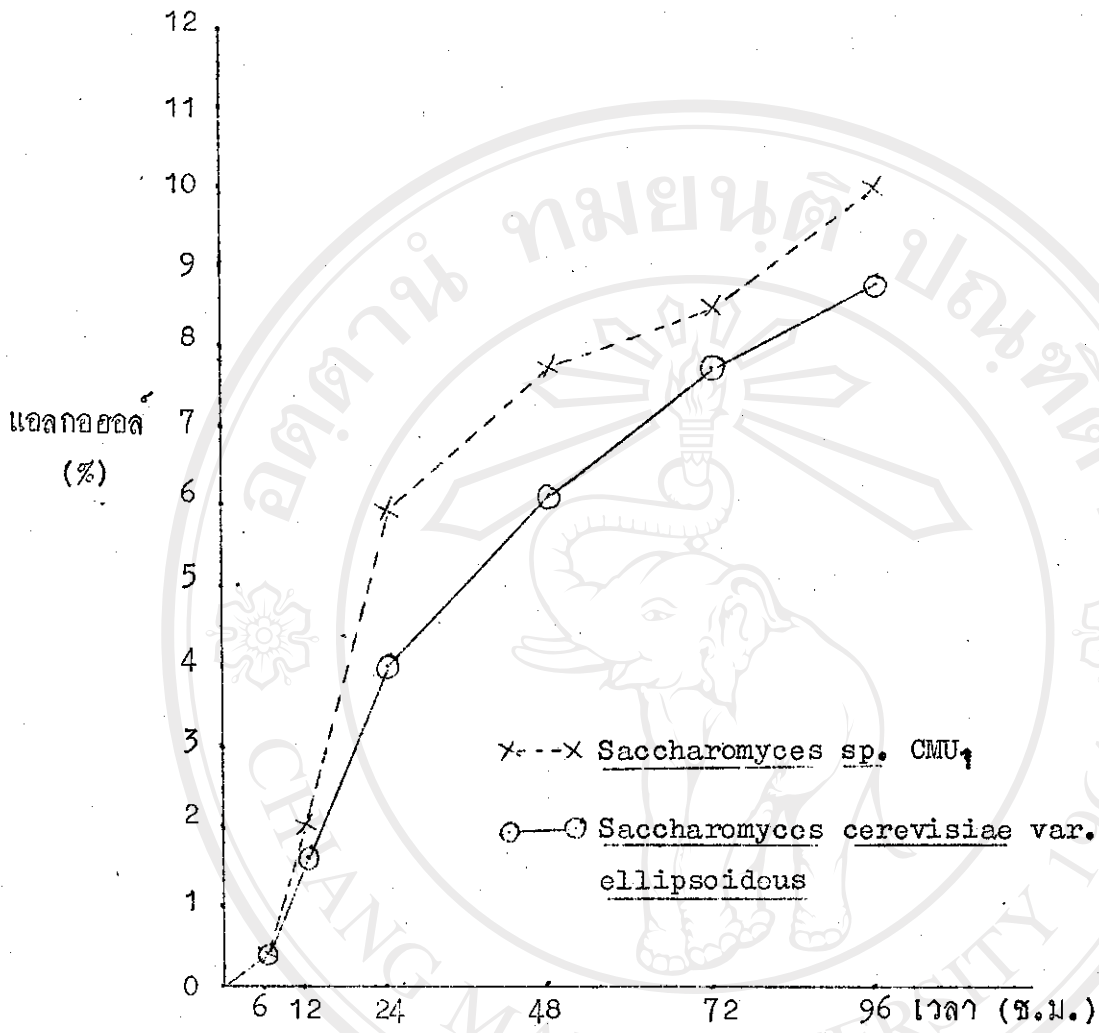
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์แอดกอสอดในระหว่างการหมักในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาล 16 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^{\circ}C$  โภชนาเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus* และ *Saccharomyces sp. CMU<sub>1</sub>*



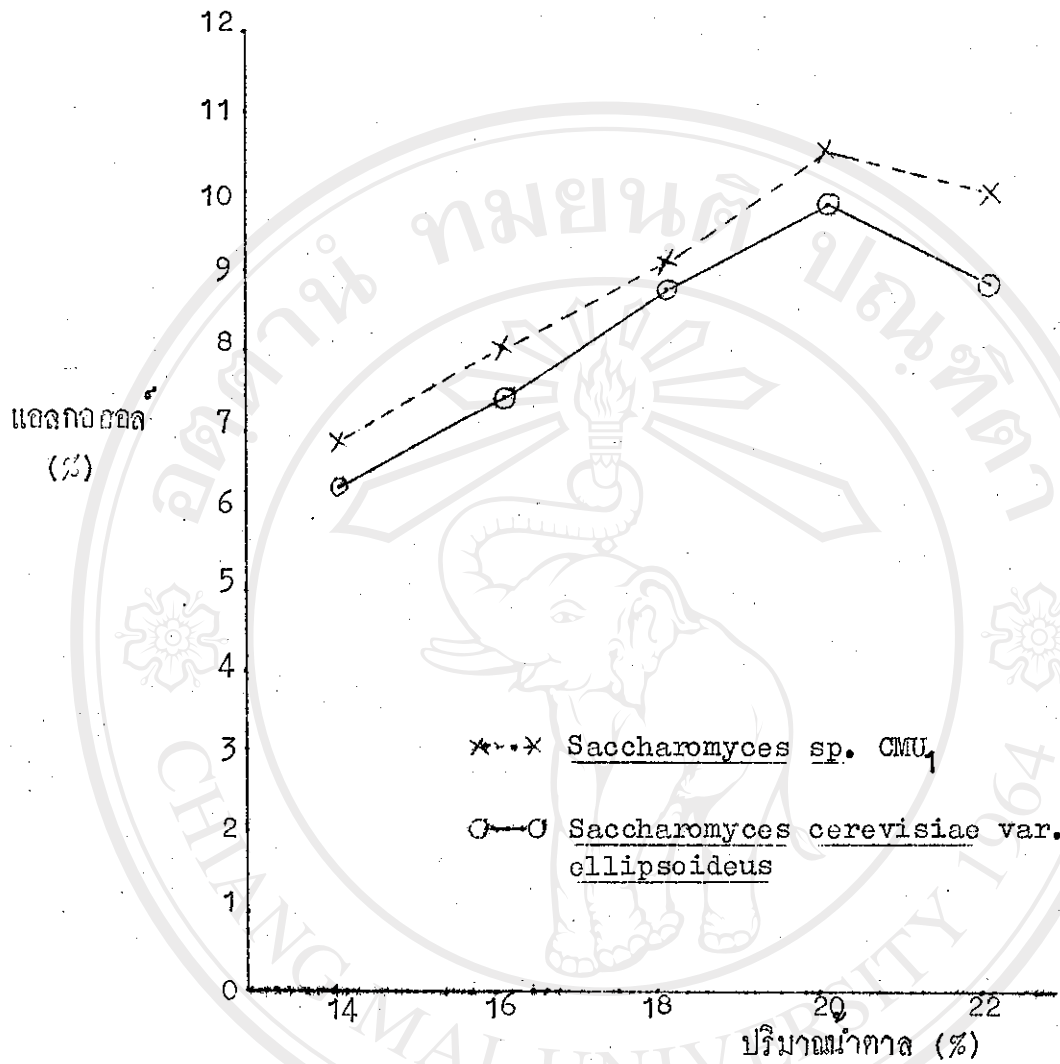
รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักในอาหารที่มีปริมาณ  
 น้ำตาล 18 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5  
 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ 30°C โดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces*  
*cerevisiae* var. *ellipsoideus* และ *Saccharomyces sp. CMU1*



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาล 20 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  โดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus* และ *Saccharomyces sp. CMU1*



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาล 22 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  โดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus* และ *Saccharomyces sp. CMU<sub>1</sub>*



รูปที่ 12 อิทธิพลของปริมาณน้ำศาลในอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ใน  
 ในอาหารที่เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และ  $(NH_4)_2HPO_4$  0.5 % pH 4.5  
 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  ในเวลา 96 ชั่วโมง โดยเชื้อยีสต์  
*Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus* และ *Saccharomyces*  
*sp. CMU<sub>1</sub>*

การทดลองที่ 3 การผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำส้ม ชั้นตอนนี้แอลกอฮอล์ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกรดน้ำส้ม โดยแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* การศึกษาในชั้นตอนนี้เพื่อคุณผลของตัวแปรต่าง ๆ คือ อิทธิพลของการเติมกรดน้ำส้มลงไปก่อนการหมัก ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสม และปริมาณอากาศที่ให้ต่อปริมาณกรดน้ำส้มที่เกิดขึ้น

### วิธีการ

นำแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* เริ่มต้น (starter) ที่เลี้ยงในน้ำส้มมี ethanol 4 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % pH 4.0 อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm นาน 40 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ  $30^\circ C$  ใส่ในน้ำส้มที่เตรียมไว้ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ศึกษาในภาชนะตั้งรูปที่ 13 คือ

#### 1. อิทธิพลของการเติมกรดน้ำส้มลงไปก่อนการหมัก

ใส่เชื้อแบคทีเรียเริ่มต้น 30 % ลงในน้ำส้มที่มี ethanol 11.26 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % ให้อากาศ 0.5 vvm แล้วใส่กรดน้ำส้มลงไป 0, 0.99, 1.48 และ 1.96 % (โดยปริมาตร) ตามลำดับ

#### 2. ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใช้

ใส่เชื้อแบคทีเรียเริ่มต้น 10, 20 และ 30 % ตามลำดับ ลงในน้ำส้มที่มี ethanol 11.26 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และกรดน้ำส้ม 1.48 % ให้อากาศ 0.5 vvm

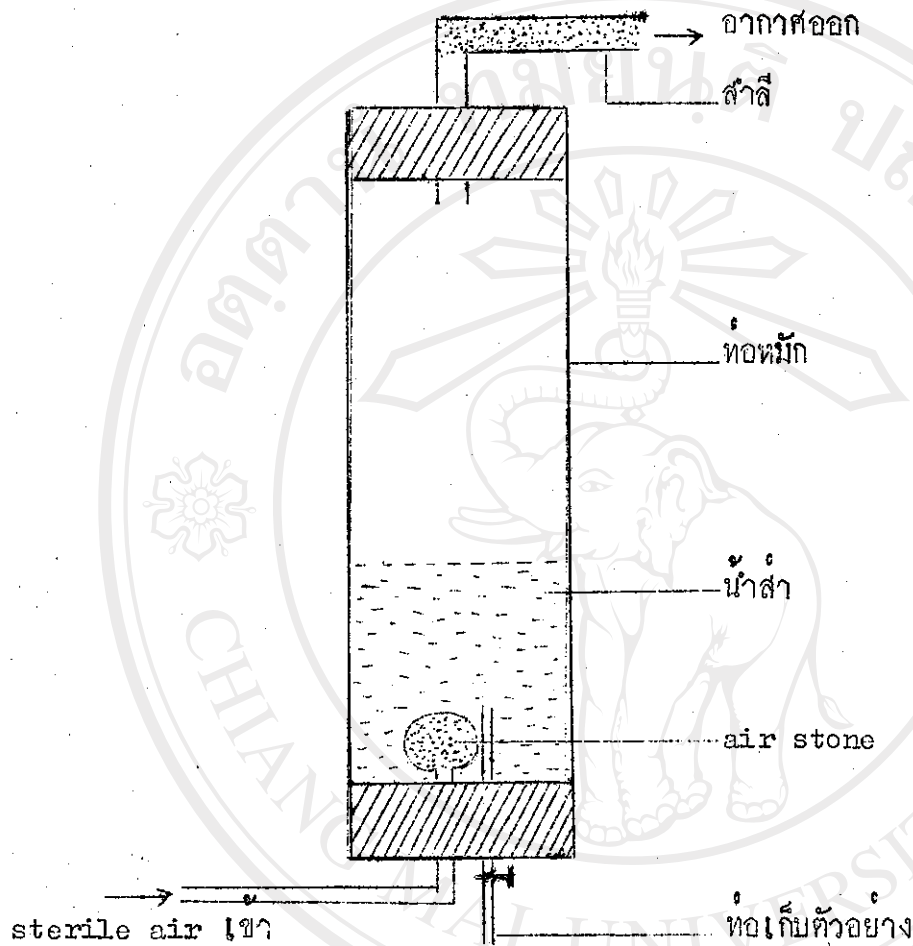
### 3. อัตราการให้อากาศ

ใส่เชื้อยักเทรีเริ่มต้น 30 % ในน้ำสาที่มี ethanol 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % และกรดน้ำส้ม 1.48 % ให้อากาศ 0.1, 0.5 และ 1.0 VVM  
 ตามลำดับ

จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ  $30^{\circ}C$  นาน 0, 12, 24, 36,  
 48, 60, 72, 84, 96, 108 และ 120 ชั่วโมง นำตัวอย่างน้ำสามาตีเตรคหาปริมาณ  
 กรดน้ำส้มที่เกิดขึ้น

ผลการทดลอง จากการนำน้ำสาที่หมักตามเงื่อนไขต่าง ๆ มาตีเตรคหาปริมาณ  
 กรดน้ำส้มที่เกิดขึ้นพบว่า

1. อิทธิพลของการ เติมกรดและไม่เติมกรดน้ำส้มในน้ำสาก่อนการหมักมีผล  
 ทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดน้ำส้มที่ได้แตกต่างกันดังรายละเอียด  
 ที่แสดงไว้ในตารางที่ 12, 13, 14, 15 และรูปที่ 14
2. ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ พบว่าปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใสมากมีผลทำให้เกิด  
 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มได้เร็วกว่าที่ใส่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นน้อย ดัง  
 รายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 16, 17, 18, และรูปที่ 15
3. อัตราการให้อากาศ ในปริมาณแตกต่างกันมีผลให้อัตราการเปลี่ยนแปลง  
 ปริมาณกรดน้ำสาที่ได้แตกต่างกัน ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 19,  
 20, 21 และรูปที่ 16



รูปที่ 13 แสดงท่อหมักน้ำส้มสายชูแบบง่าย ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และไม่เติมกรดน้ำส้มลงไปก่อนการหมัก อุณหภูมิ 30°C  
 โดยเชื้อ *Acetobacter aceti*

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	3.8	0.38	2.28
6	4.0	0.40	2.40
12	4.4	0.44	2.64
24	4.9	0.49	2.94
36	5.3	0.53	3.18
48	5.8	0.58	3.48
60	6.3	0.63	3.78
72	6.6	0.66	3.96
84	6.9	0.69	4.14
96	7.2	0.72	4.32
108	7.6	0.76	4.56
120	7.9	0.79	4.74

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรดน้ำส้มลงไป 0.99 % ก่อนการหมัก  
 อุณหภูมิ 30°C โดยเชื้อ *Acetobacter aceti*

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.1	0.41	2.46
6	4.4	0.44	2.64
12	4.8	0.48	2.88
24	5.3	0.53	3.18
36	5.8	0.58	3.48
48	6.2	0.62	3.72
60	6.7	0.67	4.02
72	7.3	0.73	4.38
84	7.8	0.78	4.68
96	8.3	0.83	4.98
108	8.1	0.81	4.86
120	7.6	0.76	4.56

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงกรคน้ำส้มในน้ำลำที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 VVM ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรคน้ำส้มลงไปก่อนการหมัก 1.48 %  
 อุณหภูมิ 30 °C โดยเชื้อ Acetobacter aceti

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวนnormality* ของกรคน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรคน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.2	0.42	2.52
6	4.6	0.46	2.76
12	5.1	0.51	3.06
24	5.9	0.59	3.54
36	6.6	0.66	3.96
48	7.2	0.72	4.32
60	7.9	0.79	4.74
72	8.5	0.85	5.10
84	8.1	0.81	4.86
96	7.7	0.77	4.62
108	7.2	0.72	4.32
120	6.8	0.68	4.08

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำสาที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรดน้ำส้มลงไป 1.96 % ก่อนการหมัก  
 อุณหภูมิ 30°C โดยเชื้อ Acetobacter aceti

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.3	0.43	2.58
6	4.5	0.45	2.70
12	4.9	0.49	2.94
24	5.3	0.53	3.18
36	5.7	0.57	3.42
48	6.1	0.61	3.66
60	6.5	0.65	3.90
72	6.9	0.69	4.14
84	7.4	0.74	4.44
96	7.9	0.79	4.74
108	8.4	0.84	5.04
120	8.2	0.82	4.92

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 VVM ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 10 % และเติมกรดน้ำส้ม 1.48 % ก่อนการหมัก อุณหภูมิ  
 $30^{\circ}C$  โดยเชื้อ Acetobacter aceti

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	5.4	0.54	3.24
6	5.6	0.56	3.36
12	5.8	0.58	3.48
24	6.2	0.62	3.72
36	6.6	0.66	3.96
48	7.0	0.70	4.20
60	7.5	0.75	4.50
72	8.1	0.81	4.86
84	8.6	0.86	5.16
96	9.0	0.90	5.40
108	9.5	0.95	5.70
102	9.1	0.91	5.46

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำสาที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 VVM ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 20 % และเติมกรดน้ำส้ม 1.48 % ก่อนการหมักอุณหภูมิ 30 °C  
 โดยใช้ Acetobacter aceti

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิกรัม)
0	4.8	0.48	2.88
6	5.2	0.52	3.12
12	5.6	0.56	3.36
24	6.3	0.63	3.78
36	7.0	0.70	4.20
48	7.6	0.76	4.56
60	8.1	0.81	4.86
72	8.6	0.86	5.16
84	9.0	0.90	5.40
96	8.7	0.87	5.22
108	8.2	0.82	4.92
120	7.5	0.75	4.50

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรดน้ำส้ม 1.48 % ก่อนการหมักอุณหภูมิ 30°C  
 โดยเชื้อ Acetobacter aceti

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.2	0.42	2.52
6	4.8	0.48	2.88
12	5.4	0.54	3.24
24	6.0	0.60	3.60
36	6.7	0.67	4.02
48	7.3	0.73	4.38
60	7.9	0.79	4.74
72	8.5	0.85	5.10
84	8.1	0.81	4.86
96	7.7	0.77	4.62
108	7.2	0.72	4.32
120	6.8	0.68	4.08

\*ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำสาที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 1.0 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรดน้ำส้ม 1.48 % ก่อนการหมัก อุณหภูมิ  
 $30^{\circ}C$  โดยเชื้อ Acetobacter aceti

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.2	0.42	2.52
6	4.7	0.47	2.82
12	5.2	0.52	3.12
24	5.7	0.57	3.42
36	5.9	0.59	3.54
48	6.2	0.62	3.72
60	6.5	0.65	3.90
72	6.8	0.68	4.08
84	6.4	0.64	3.84
96	5.9	0.59	3.54
108	5.4	0.54	3.24
120	5.2	0.52	3.12

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรดน้ำส้ม 1.48 % ก่อนการหมัก อุณหภูมิ  
 $30^{\circ}C$  โดยเชื้อ Acetobacter aceti

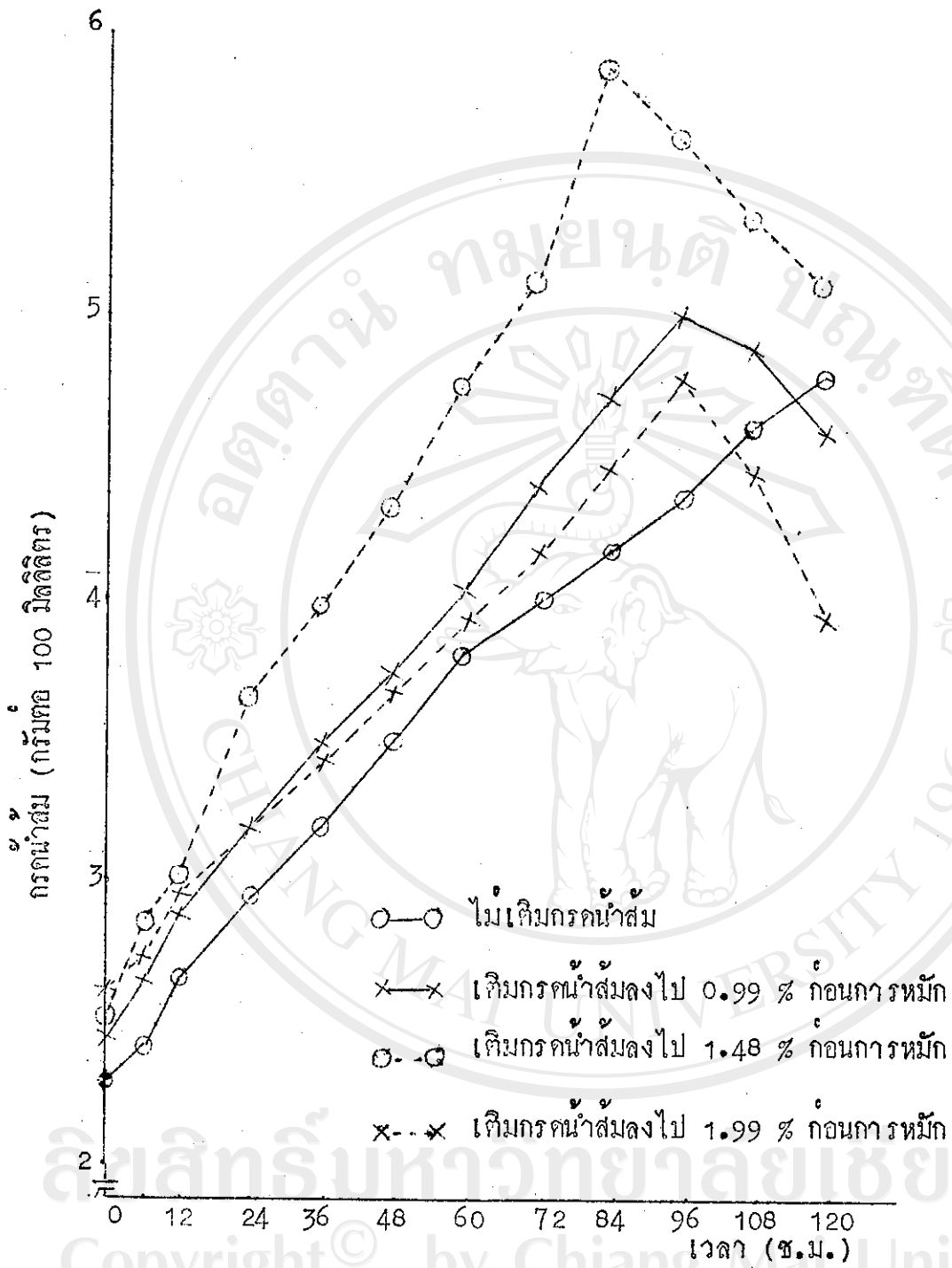
เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.2	0.42	2.52
6	4.8	0.48	2.88
12	5.4	0.54	3.24
24	6.0	0.60	3.60
36	6.7	0.67	4.02
48	7.3	0.73	4.38
60	7.9	0.79	4.74
72	8.5	0.85	5.10
84	8.1	0.81	4.86
96	7.7	0.77	4.62
108	7.2	0.72	4.32
120	6.8	0.68	4.08

\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

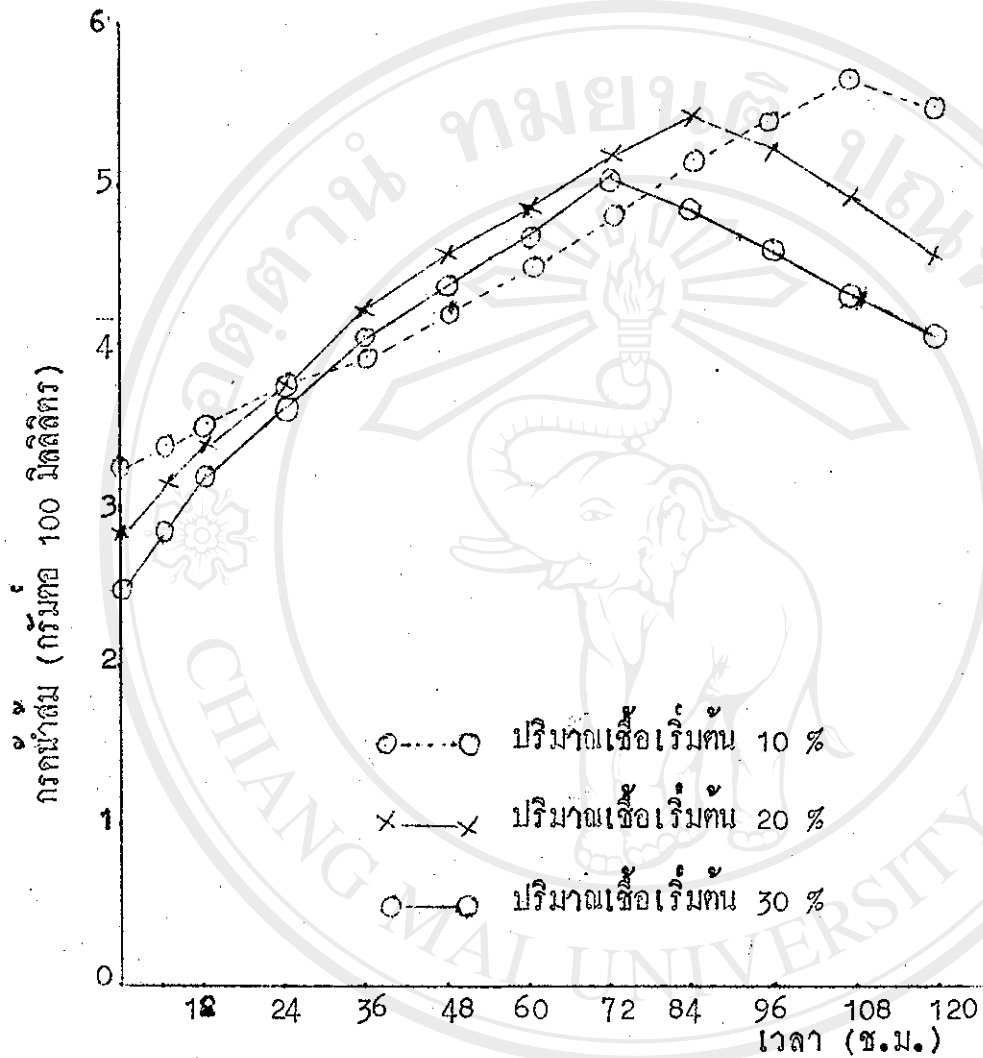
ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงกรดน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 %  
 เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.1 vvm ปริมาณเชื้อ  
 เริ่มต้น 30 % และเติมกรดน้ำส้ม 1.48 % ก่อนการหมัก อุณหภูมิ  
 $30^{\circ}C$  โดยเชื้อ *Acetobacter aceti*

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน 0.1 N.NaOH* ที่ใช้(มิลลิลิตร)	จำนวน normality* ของกรดน้ำส้ม	เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม* (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	4.2	0.42	2.52
6	4.4	0.44	2.64
12	4.7	0.47	2.82
24	5.1	0.51	3.06
36	5.0	0.50	3.00
48	4.9	0.49	2.94
60	4.9	0.49	2.94
72	4.8	0.48	2.88
84	4.7	0.47	2.82
96	4.7	0.47	2.82
108	4.6	0.46	2.76
120	4.5	0.45	2.70

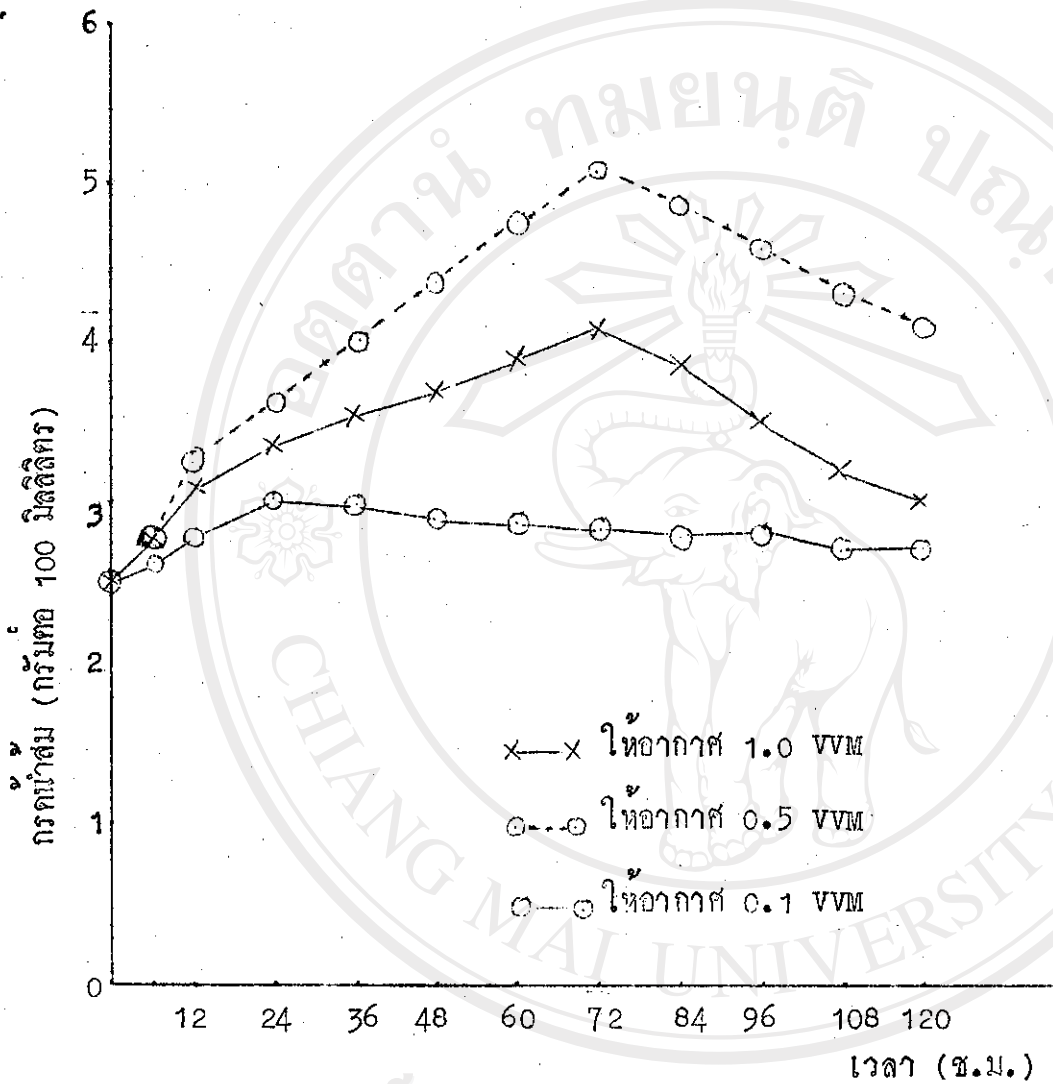
\* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง



รูปที่ 14 การเปลี่ยนแปลงกรรน้ำส้มในน้ำสำที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm เชื้อเริ่มต้น 30 % อุณหภูมิ 30°C เติมกรรน้ำส้มลงไปในปริมาณต่าง ๆ กันก่อนการหมักโดยใช้เชื้อ Acetobacter aceti



รูปที่ 15 การเปลี่ยนแปลงกรรคน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 % เติม  $K_2HPO_4$  0.5 % อัตราการให้อากาศ 0.5 vvm โดยใช้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นต่าง ๆ กัน อุณหภูมิ  $30^\circ C$  เติมกรรคน้ำส้ม 1.48 % โดยเชื้อ Acetobacter aceti



รูปที่ 16 การเปลี่ยนแปลงกรตน้ำส้มในน้ำส้มที่มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11.26 % เติม  $K_2HPO_4$  ใหม่ 0.5 % เติมกรตน้ำส้ม 1.48 % ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 30 % อุณหภูมิ  $30^\circ C$  โดยให้อากาศในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยใช้ Acetobacter aceti

All rights reserved