

ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดย
Candida oleophila NN-39

นางสาวเขาวรีชัย เรื่องวิไลทรัพย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-271-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20503477

OPTIMAL CONDITIONS FOR CITRIC ACID PRODUCTION

BY Candida oleophila NN-39

Miss Chaowaree Ruengwilysup

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Programme of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-271-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดย *Candida oleophila*
NN-39

โดย นางสาวเชาวรีย์ เรืองวิไลทรัพย์

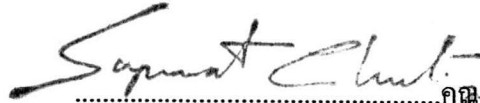
ภาควิชา หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. นลิน นิลอุบล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วินิจ จำวีวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. สงศรี กุลปรีชา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

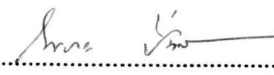

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ชูสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเวียร)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. นลิน นิลอุบล)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. สงศรี กุลปรีชา)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

เขาวรีชัย เรื่อง วิไลทรัพย์ : ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดย *Candida oleophila* NN-39 (OPTIMAL CONDITIONS FOR CITRIC ACID PRODUCTION BY *Candida oleophila* NN-39) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร. นลิน นิลอุบล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. วินิก จำวีวรรณ และ รศ. ดร. ส่งศรี กุลปรีชา, 135 หน้า. ISBN 974-634-271-1

จากการศึกษาเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดย *Candida oleophila* NN-39 ในอาหารที่มีน้ำตาลกลูโคส ซึ่งได้จากการย่อยแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์เป็นแหล่งคาร์บอน พบว่า อาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อที่เหมาะสม 1 ลิตร ประกอบด้วย กลูโคส 10.0 กรัม สารสกัดจากยีสต์ 3.0 กรัม สารสกัดจากมอลต์ 3.0 กรัม เปปโตน 5.0 กรัม อาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว 1 ลิตร ประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ ซึ่งมีน้ำตาลกลูโคส 220 กรัม แอมโมเนียมคลอไรด์ 2.0 กรัม โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.2 กรัม แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต 0.4 กรัม แมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต 0.3 กรัม สารสกัดจากยีสต์ 1.0 กรัม และแคลเซียมคาร์บอเนต 120 กรัม เมื่อนำสูตรอาหารดังกล่าวมาใช้ในการผลิตกรดมะนาวในระดับถังหมักขนาด 5 ลิตร เลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใช้อัตราการกวน 600 รอบต่อนาที อัตราการให้อากาศ 1 vvm พบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการหมักคือ ใช้น้ำตาลกลูโคสเริ่มต้นเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร รักษาระดับน้ำตาลกลูโคสในถังหมักไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร โดยการเติมอย่างต่อเนื่องจนปริมาณน้ำตาลรวมได้ 220 กรัมต่อลิตร การควบคุมค่าความเป็นกรดต่างอาจควบคุมโดยการแบ่งเติมแคลเซียมคาร์บอเนตหรือแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งจะให้ผลผลิตใกล้เคียงกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของผลผลิต ($Y_{P/S}$) ประมาณ 0.61 และ 0.62 ตามลำดับ

ภาควิชา

สาขาวิชา หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ

ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต เขาวรีชัย วิไลทรัพย์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C626637: MAJOR BIOTECHNOLOGY

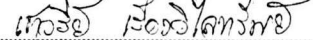
KEY WORD: CITRIC ACID /HYDROLYSED TAPIOCA STARCH /Candida oleophila
CHAOWAREE RUENGWILYSUP : OPTIMAL CONDITIONS FOR CITRIC
ACID PRODUCTION BY Candida oleophila NN-39. THESIS ADVISOR :
ASSO.PROF. NALINE NILUBOL , Ph.D., THESIS CO-ADVISOR :
ASST.PROF. VINICH KHAMVIWATH AND ASSO.PROF. SONGSRI
KULPREECHA, Ph.D. 135 pp. ISBN 974-634-271-1

The optimal conditions for citric acid production by Candida oleophila NN-39 using tapioca starch hydrolysate as a carbon source were determined. The suitable inoculum medium compositions contained per litre : 10.0 g of glucose , 3.0 g of yeast extract , 3.0 g of malt extract and 5.0 g of peptone , while the suitable compositions for production medium contained tapioca starch hydrolysate having glucose content of 220.0 g , 2.0 g of ammonium chloride , 0.2 g of potassium dihydrogen phosphate , 0.4 g of magnesium sulfate heptahydrate , 0.3 g of manganese sulfate monohydrate , 1.0 g of yeast extract and 120.0 g of calcium carbonate .The above medium compositions were applied for citric acid production in a 5-l fermentor.Cultivation was performed at 30 °C with agitation speed of 600 rpm and 1 vvm of aeration. Optimal citric acid production was obtained at initial glucose concentration of 100 g/l with maintenance level at 50 g/l by continuous feeding of starch hydrolysate until 220 g/l of total glucose concentration was obtained. The pH of the culture was controlled by gradually adding calcium carbonate or calcium oxide in aliquots, under these conditions yield coefficients ($Y_{p/s}$) of citric acid production were 0.61 and 0.62 respectively.

ภาควิชา.....

สาขาวิชา..... หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นลิน นิลอุบล ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความดูแลช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดการทำวิจัย รวมทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ ศิษย์ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสุดไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สંગศรี กุลปรีชา ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วินิจ จำวีวรรณ ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ ที่ได้กรุณาให้ความดูแลอย่างใกล้ชิด ให้คำแนะนำปรึกษา รวมทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ อีกทั้งได้กรุณาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเชียร ที่ได้กรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ ท่านผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำอันมีค่ายิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานะ ศรียุทธศักดิ์ และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณณรงค์ หอมจันทร์ และคุณปริดา ไชยฤทธิ์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของสถาบันฯ ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณสมศักดิ์ นาคเชื้อตรง คุณสมกิต อมรสमानกุล พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาตลอด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย พี่สาว พี่สะใภ้ และพี่เขยที่ได้ช่วยเหลือสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ และกำลังทรัพย์ ในระหว่างการศึกษาตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ต
คำย่อ.....	ป

บทที่

1	บทนำ	
	ประวัติความเป็นมา.....	1
	คุณสมบัติของกรรมะนาว.....	2
	มาตรฐานของกรรมะนาว.....	3
	การผลิตกรรมะนาวโดยยีสต์.....	4
	ชีวเคมีของการผลิตกรรมะนาวโดยยีสต์.....	5
	ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกรรมะนาวโดยยีสต์.....	8
	ประโยชน์ของกรรมะนาว.....	11
	มูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย.....	13
	ขั้นตอนการวิจัย.....	13
2	วิธีทดลอง	
	อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	14
	เชื้อจุลินทรีย์.....	17
	การเก็บรักษาและการเลี้ยงเชื้อ.....	17
	วิธีวิเคราะห์.....	17
3	ผลการทดลอง	
	การศึกษาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรรมะนาวโดยยีสต์สายพันธุ์กลายของ <i>Candida oleophila</i> ในระดับขวดเย้า.....	21

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
- การคัดเลือกสายพันธุ์กลายของยีสต์ <i>Candida oleophila</i> C-73 ที่มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตกรดมะนาว.....	21
- ลักษณะการเจริญของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อ.....	22
- การคัดเลือกแคลเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดมะนาว.....	28
- ลักษณะการเจริญ การผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก และการใช้น้ำตาลของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว.....	33
- การคัดเลือกสารสกัดจากมอลต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดมะนาว.....	36
- ผลของกากที่เหลือหลังจากการย่อยแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ต่อการผลิตกรดมะนาว.....	42
- ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรตที่เหมาะสม.....	46
- ผลของสารสกัดจากยีสต์ที่มีต่อการเจริญและการผลิตกรดมะนาว.....	54
- ปริมาณโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตที่เหมาะสม.....	70
การศึกษาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดยเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในระดับถังหมักขนาด 5 ลิตร.....	74
- การเจริญและการผลิตกรดมะนาวในระดับถังหมักขนาด 5 ลิตร.....	74
- ผลการควบคุมค่าความเป็นกรดต่าง โดยแบ่งเติมแคลเซียมคาร์บอเนต.....	78
- ผลการเลี้ยงเชื้อ ในอาหาร สำหรับการผลิตกรดมะนาวที่ลดปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต.....	82
- ผลการควบคุมระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในถังหมัก.....	86
- ผลของปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มลงไป ในถังหมักต่อการผลิตกรดมะนาว.....	93
- ผลการควบคุมค่าความเป็นกรดต่างของน้ำหมักด้วยแคลเซียมออกไซด์.....	100
4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	107
รายการอ้างอิง.....	115
ภาคผนวก	
ก สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	121
ข การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย.....	126

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ค กราฟมาตรฐาน.....	128
ง การย่อยแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์.....	130
จ สูตรการคำนวณ.....	132
ประวัติผู้เขียน.....	135

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณลักษณะทางเคมีตามมาตรฐานของกรดมะนาว.....	3
2	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากรดมะนาวของประเทศไทยระหว่างปี 2531-2537...	13
3	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และปริมาณน้ำตาลที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> 7 สายพันธุ์ ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว เป็นเวลา 96 ชั่วโมง.....	23
4	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และปริมาณน้ำตาลที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> 7 สายพันธุ์ ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว เป็นเวลา 120 ชั่วโมง.....	25
5	น้ำหนักเซลล์แห้งของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 เมื่อเลี้ยงในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ.....	27
6	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันชนิดของแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นเวลา 96 ชั่วโมง.....	29
7	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันชนิดของแคลเซียมคาร์บอเนต ที่เวลา 120 ชั่วโมง.....	31
8	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง และปริมาณน้ำตาลที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในระยะเวลาต่าง ๆ.....	34
9	เปรียบเทียบน้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้ในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อที่ใช้สารสกัดจากมอลต์ชนิดต่าง ๆ.....	37

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือเมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดยใช้หัวเชื้อที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดจากมอลต์ชนิดต่าง ๆ.....	40
11	ปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยแล้วชนิดไม่กำจัดกาก.....	43
12	ปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยแล้วเฉพาะส่วนใส (ชุดควบคุม).....	44
13	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือเมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันปริมาณเริ่มต้นของแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต เมื่อใช้เวลาการหมัก 96 ชั่วโมง.....	48
14	เปรียบเทียบน้ำหนักเซลล์แห้งของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในเวลาต่างๆเมื่อเลี้ยงในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อที่ใช้สารสกัดจากยีสต์ของ DIFCO และ IBGE.....	55
15	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่ใช้สารสกัดจากยีสต์ของ DIFCO โดยอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อใช้สารสกัดจากยีสต์ IBGE และ DIFCO	58

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือเมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่ใช้สารสกัดจากยีสต์ของ IBGE โดยอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อใช้สารสกัดจากยีสต์ของ IBGE และ DIFCO	61
17	เปรียบเทียบน้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้ในระยะเวลาต่างๆเมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อที่มีการแปรผันปริมาณสารสกัดจากยีสต์ IBGE.....	63
18	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันชนิดและปริมาณเริ่มต้นของสารสกัดจากยีสต์ ที่เวลา 96 ชั่วโมง.....	66
19	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันชนิดและปริมาณเริ่มต้นของสารสกัดจากยีสต์ ที่เวลา 120 ชั่วโมง.....	68
20	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า และน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันปริมาณเริ่มต้นของโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต.....	71
21	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดค่า น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว ในถังหมักขนาด 5 ลิตร.....	75

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
22	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างโดยแบ่งเติมแคลเซียมคาร์บอเนต.....	79
23	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยมีปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตไฮดรตตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต 0.2 และ 0.25 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ.....	83
24	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร (ครั้งที่ 1)	87
25	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตรควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร (ครั้งที่ 2).....	90
26	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตรควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 60 กรัมต่อลิตร.....	94

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนตทั้งหมดตั้งแต่ต้น เติมน้ำเป็นระยะ ๆ.....	97
28	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.50 ด้วยแคลเซียมออกไซด์ (ครั้งที่ 1).....	101
29	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ระดับความหนืด ค่าความเป็นกรดต่าง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.50 ด้วยแคลเซียมออกไซด์ (ครั้งที่ 2).....	104
30	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด.....	133
31	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดที่เป็นแฟคตอเรียลแบบ 2 ปัจจัย.....	134

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างทางเคมีของกรดมะนาว.....	2
2	วัฏจักรเครปส์หรือวัฏจักรกรดมะนาว.....	6
3	ความสัมพันธ์ของวัฏจักรเครปส์ วัฏจักรไกลออกซีเลต และปฏิกิริยาอะแนป เลอโรทิกซีเควนซ์.....	7
4	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิตริก และน้ำหนักรเซลล์แห้ง ที่ได้ จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> 7 สายพันธุ์ ในอาหารสำหรับการผลิตกรด มะนาว ที่เวลาหมัก 96 ชั่วโมง.....	24
5	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิตริก และน้ำหนักรเซลล์แห้ง ที่ได้ จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> 7 สายพันธุ์ ในอาหารสำหรับการผลิตกรด มะนาว ที่เวลาหมัก 120 ชั่วโมง.....	26
6	รูปแบบการเจริญของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับเตรียมหัว เชื้อ.....	27
7	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิตริก และน้ำหนักรเซลล์แห้ง ที่ได้ จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรด มะนาวที่มีการแปรผันชนิดของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยใช้ระยะเวลาการหมัก 96 ชั่วโมง.....	30
8	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิตริก และน้ำหนักรเซลล์แห้ง ที่ได้ จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรด มะนาวที่มีการแปรผันชนิดของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยใช้ระยะเวลาการหมัก 120 ชั่วโมง.....	32
9	ลักษณะการเจริญ ค่าความเป็นกรดค่า การผลิตกรดมะนาว กรดไอโซซิตริก ตลอดจนการใช้น้ำตาลของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 เมื่อเลี้ยงในอาหาร สำหรับการผลิตกรดมะนาว ในระยะเวลาต่าง ๆ.....	35
10	เปรียบเทียบลักษณะการเจริญของเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหาร สำหรับเตรียมหัวเชื้อที่ระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารที่มีการแปรผัน ชนิดของสารสกัดจากมอลต์.....	38

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
11	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำหนักเซลล์แห้ง ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว โดยใช้หัวเชื้อที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดจากมอลต์ชนิดต่างๆ เมื่อใช้เวลาในการหมัก 96 ชั่วโมง.....	41
12	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำหนักเซลล์แห้ง ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดยใช้หัวเชื้อที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดจากมอลต์ชนิดต่างๆ เมื่อใช้เวลาในการหมัก 120 ชั่วโมง.....	41
13	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำหนักเซลล์แห้ง ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยแล้วเฉพาะส่วนไซ (ส) กับการใช้รวมทั้งกาก (ก)	45
14	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำหนักเซลล์แห้ง ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันปริมาณเริ่มต้นของแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต เมื่อใช้เวลาการหมัก 96 ชั่วโมง.....	51
15	เปรียบเทียบลักษณะการเจริญของ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อที่ใช้สารสกัดจากยีสต์ของ DIFCO และ IBGE.....	56
16	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำหนักเซลล์แห้ง เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่ใช้สารสกัดจากยีสต์ของ DIFCO โดยอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อใช้สารสกัดจากยีสต์ IBGE และ DIFCO.....	59
17	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำหนักเซลล์แห้ง เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่ใช้สารสกัดจากยีสต์ของ IBGE โดยอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อใช้สารสกัดจากยีสต์ของ IBGE และ DIFCO	62

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
18	เปรียบเทียบลักษณะการเจริญของเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อที่แปรผันปริมาณเริ่มต้นของสารสกัดจากยีสต์ IBGE ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	64
19	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำนักเซลล์แห้ง ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันชนิดและปริมาณเริ่มต้นของสารสกัดจากยีสต์ ที่เวลา 96 ชั่วโมง.....	67
20	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก และน้ำนักเซลล์แห้ง ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันชนิดและปริมาณเริ่มต้นของสารสกัดจากยีสต์ ที่เวลา 120 ชั่วโมง.....	69
21	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำนักเซลล์แห้ง เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันปริมาณเริ่มต้นของโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลาในการหมัก 96 ชั่วโมง.....	72
22	เปรียบเทียบปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำนักเซลล์แห้ง เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวที่มีการแปรผันปริมาณเริ่มต้นของโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต เมื่อใช้ระยะเวลาในการหมัก 120 ชั่วโมง.....	73
23	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำนักเซลล์แห้ง ค่าความเป็นกรดต่าง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว ในถังหมักขนาด 5 ลิตร.....	76
24	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาว ในถังหมักขนาด 5 ลิตร.....	77

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
25	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างโดยแบ่งเติมแคลเซียมคาร์บอเนต.....	80
26	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างโดยแบ่งเติมแคลเซียมคาร์บอเนต.....	81
27	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยมีปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต 0.2 และ 0.25 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ.....	84
28	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยมีปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตและแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต 0.2 และ 0.25 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ.....	85
29	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร (ครั้งที่ 1)	88
30	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$, $Y_{p/x}$ ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร (ครั้งที่ 1)..	89
31	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร (ครั้งที่ 2)	91

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
32	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$, $Y_{p/x}$ ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร (ครั้งที่ 2).	92
33	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 60 กรัมต่อลิตร	95
34	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$, $Y_{p/x}$ ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 60 กรัมต่อลิตร	96
35	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง ค่าความเป็นกรดต่าง และน้ำตาลกลูโคส ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนตทั้งหมดตั้งแต่ต้น เติมน้ำเป็นระยะๆควบคุมระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร	98
36	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$, $Y_{p/x}$ ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนตทั้งหมดตั้งแต่ต้น เติมน้ำเป็นระยะๆควบคุมระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสไว้ประมาณ 50 กรัมต่อลิตร	99
37	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิทริก น้ำหนักเซลล์แห้ง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.50 ด้วยแคลเซียมออกไซด์ (ครั้งที่ 1).....	102
38	ค่า $Y_{p/s}$, $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.50 ด้วยแคลเซียมออกไซด์ (ครั้งที่ 1).....	103

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
39	ปริมาณกรดมะนาว กรดไอโซซิติริก น้ำหนักเซลล์แห้ง น้ำตาลกลูโคสที่เหลือ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida oleophila</i> NN-39 ใน อาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็น กรดต่างเท่ากับ 5.50 ด้วยแคลเซียมออกไซด์ (ครั้งที่ 2).....	105
40	ค่า $Y_{p/s}$ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/x}$ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก เมื่อเลี้ยงเชื้อ <i>Candida</i> <i>oleophila</i> NN-39 ในอาหารสำหรับการผลิตกรดมะนาวในถังหมักขนาด 5 ลิตร ควบคุมค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.50 ด้วยแคลเซียมออกไซด์ (ครั้งที่ 2).....	106
41	กราฟมาตรฐานของกรดมะนาว.....	128
42	กราฟมาตรฐานของกรดไอโซซิติริก.....	128
43	กราฟมาตรฐานของน้ำตาลรีดิวิซ์.....	129
44	กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส.....	129

คำย่อ

คำย่อ	คำอธิบาย
vvm	ปริมาณอากาศต่อปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อต่อนาที
$Y_{P/S}$	สัมประสิทธิ์ของผลผลิตกรดมะนาวเมื่อเทียบกับน้ำตาลกลูโคสที่ใช้
$Y_{X/S}$	สัมประสิทธิ์ของผลผลิตมวลเซลล์เมื่อเทียบกับน้ำตาลกลูโคสที่ใช้
$Y_{P/X}$	สัมประสิทธิ์ของผลผลิตกรดมะนาวเมื่อเทียบกับมวลเซลล์