

กรดมะนาวจากนอร์มัล พาราฟีนส์โดยวิธีการหมักในอาหารเหลวด้วยยีสต์



นางสาว เรวดี เลิศไตรรักษ์

ศูนย์วิทยุทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

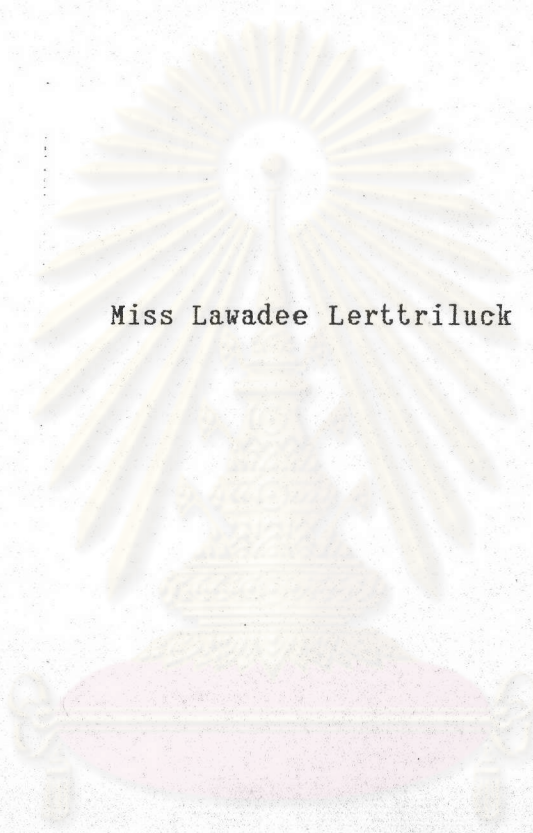
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-626-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018239 ; 10314477

Liquid State Fermentation of Citric Acid
from n-Paraffin by Yeasts



Miss Lawadee Lertriluck

A Thesis Submitted in Partial Fullfill of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Programme of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-626-4

เรวดี เลิศไตรรักษ์ : กรดมะนาวจากนอร์มัล พาราฟฟินล์โดยวิธีการหมักในอาหารเหลว
ด้วยยีสต์ (Liquid State Fermentation of Citric Acid from n-Paraffin by
Yeasts) อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิมล ขาววิวรรณ์ และ รองศาสตราจารย์
ดร.สังศรี กุลปรีชา, 142 หน้า. ISBN 974-581-626-4

จากการคัดเลือกเชื้อยีสต์ 25 สายพันธุ์ พบว่ามียีสต์จำนวน 16 สายพันธุ์ที่เจริญและผลิตกรด
และมีเพียง 7 สายพันธุ์ ที่สามารถผลิตกรดมะนาวได้ในอาหารที่มีนอร์มัล พาราฟฟินล์เป็นแหล่งของคาร์-
บอน นอกจากนี้ยังพบว่า Candida oleophila C-73 เป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตกรดมะนาวสูงสุดเท่ากับ
29.5 กรัม/ลิตร องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมเมื่อหมักด้วย Candida oleophila C-73
แล้วให้ผลผลิตกรดมะนาว 131.5 กรัม/ลิตร นั้น ใช้นอร์มัล พาราฟฟินล์ชนิด Exxpar-451 ร้อยละ 10
(น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นแหล่งคาร์บอน แอมโมเนียมไนเตรดความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (น้ำหนัก/ปริมาตร)
เป็นแหล่งไนโตรเจน และโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกเนเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตความ
เข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ตามลำดับ และเสริมด้วยแมกกาเนสิลซัลเฟตโมโน-
ไฮเดรตร้อยละ 0.02 (น้ำหนัก/ปริมาตร) สารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 0.1 (น้ำหนัก/ปริมาตร) และ
แคลเซียมคาร์บอนเนตร้อยละ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นสารควบคุมค่าความเป็นกรดต่างในการหมัก
เติมสารแยกการควบคุมคือ 2,4-ไดไนโตรฟีนอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.001 (น้ำหนัก/ปริมาตร) หลังการ
หมักนาน 24 ชั่วโมง โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมในการหมัก คือที่อุณหภูมิ 25 °ซ. เขย่าให้อากาศแบบ
วงกลมด้วยความเร็ว 300 รอบ/นาที ใช้เวลาในการหมักเพื่อให้ได้ผลผลิตกรดมะนาวสูงสุดนาน 6 วัน



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา.....2534.....

ลายมือชื่อนิสิต.....เสาว นวรัตน์.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....วิมล ขาววิวรรณ์.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....สังศรี กุลปรีชา.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

##C026099 : DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY

Key Word : FERMENTATION/CITRIC ACID/N-PARAFFIN

LAWADEE LERTTRILUCK : LIQUID STATE FERMENTATION OF CITRIC ACID FROM N-PARAFFIN BY YEASTS. THESIS ADVISOR : ASSIST. VINICH KHAMVIWAT, ASSO. PROF. SONGSRI KULPREECHA, Ph.D. 142 PP. ISBN 974-581-626-4

Twenty five strains of yeasts were screened. It was found that 16 strains of yeasts could grow and produce acids. Only 7 strains could produce citric acid by utilizing n-paraffin as a carbon source. Candida oleophila C-73 gave the highest yield of citric acid (29.5 g/l) in n-paraffin containing medium. The optimal compositions of production medium for citric acid fermentation by Candida oleophila C-73 contained 10% (w/v) n-paraffin (Exxpar-451), as a sole carbon source, and 0.2% (w/v) ammonium nitrate as a nitrogen source. The other important compositions were 0.01% (w/v) potassium dihydrogen phosphate, 0.05% (w/v) magnesium sulfate heptahydrate, 0.02% (w/v) manganese sulfate monohydrate, 0.1% (w/v) yeast extract and 10% (w/v) calcium carbonate. The optimal condition for citric acid production was carried out acrobically by rotary shaken at 300 rpm, 25 °C with the addition of 0.001% (w/v) 2, 4-dinitrophenol after cultivation for 24 hours. The highest citric acid production (131.5 g/l) was obtained after 6 days of cultivation.



ศูนย์วิจัยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....Biotechnology.....

สาขาวิชา.....Biotechnology.....

ปีการศึกษา.....2534.....

ลายมือชื่อนิสิต.....Lawadee Lerttriluck.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....Vinich Khamviwat.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....Songsri Kulprecha.....



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วินิจ ขำวิวรรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สงศรี กุลปรีชา ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ ให้แนวความคิด กำลังใจ และความเข้าใจ อันมีค่ายิ่ง ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นลิน นิลอุบล ท่านผู้อำนวยการ สถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และสารเคมี งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณ นักวิจัย เจ้าหน้าที่สถาบันฯ ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกระหว่างการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณบริษัท Exxon Chemicals Thailand จำกัด และบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้มอบทุนอุดหนุนงานวิจัย จนทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านคณาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และ น้องทุกคนที่ได้มีส่วนช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ พี่สาว พี่ชาย พี่สะใภ้และน้องชายของข้าพเจ้าทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ความเข้าใจ กำลังกาย กำลังใจ อันเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์



สารบัญ

๓

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ
คำย่อ.....	ค
บทที่	ณ
1. บทนำ.....	
1.1 คุณสมบัติของกรดมะนาว.....	1
1.2 ประวัติความเป็นมาของการผลิตกรดมะนาว.....	3
1.3 ชื่อเคมีของการผลิตกรดมะนาวโดยยีสต์.....	7
1.4 การผลิตกรดมะนาวเป็นการค้า.....	13
1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกรดมะนาว.....	17
1.6 ประโยชน์ของกรดมะนาว.....	23
1.7 การวิเคราะห์กรดมะนาวโดยวิธีเพนตาโบรโมอะซีโตน.....	26
1.8 มูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย.....	28
1.9 ขั้นตอนการวิจัย.....	30
2. วิธีการทดลอง.....	31
2.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	31
2.1.1 อุปกรณ์.....	31
2.1.2 สารเคมีและเชื้อจุลินทรีย์.....	32
2.2 วิธีการทดลอง.....	34
2.2.1 การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์.....	34
2.2.2 การละลายเกลือแคลเซียม.....	36

2.2.3	วิธีการวิเคราะห์.....	36
2.2.3.1	การวัดการเติบโตของจุลินทรีย์.....	36
2.2.3.2	การวิเคราะห์กรดมะนาวโดยวิธีเพนตาโบร โมอะซีโตน.....	36
2.2.3.3	การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์.....	39
2.2.3.4	การหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด.....	39
2.2.3.5	การหาปริมาณนอร์มัล พาราฟีนีส.....	40
3.	ผลการทดลอง.....	47
3.1	ผลการคัดเลือกยีสต์สายพันธุ์ที่สามารถเติบโตและผลิตกรดได้โดย ใช้นอร์มัล พาราฟีนีสเป็นแหล่งคาร์บอนบนอาหารแข็ง.....	47
3.1.1	ผลการคัดเลือกยีสต์สายพันธุ์ที่สามารถเติบโตบนอาหาร แข็งที่ใช้นอร์มัล พาราฟีนีสเป็นแหล่งคาร์บอน.....	47
3.1.2	ผลการคัดเลือกยีสต์สายพันธุ์ที่สามารถผลิตกรดได้บน อาหารแข็ง.....	49
3.2	ผลการคัดเลือกยีสต์สายพันธุ์ที่สามารถผลิตกรดมะนาวปริมาณสูง สุดในอาหารเหลว.....	51
3.3	ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมหัวเชื้อ <u>Candida</u> <u>oleophila</u> C-73.....	53
3.3.1	ผลของแคลเซียมคาร์บอเนต.....	53
3.3.2	ผลของลักษณะการเขย่า.....	55
3.3.3	ผลของความเร็วรอบในการเขย่า.....	57
3.3.4	ผลของอุณหภูมิ.....	57
3.4	ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกรดมะนาวโดย เชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73 ในระดับขวดเขย่า.....	60
3.4.1	ผลของลักษณะการเขย่า.....	60

สารบัญ

บทที่

หน้า

3.4.2	ผลของปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	62
3.4.3	ผลของอุณหภูมิ.....	62
3.5	ผลการศึกษาค่าประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมสำหรับ การผลิตกรดมะนาวโดยเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73...	65
3.5.1	ผลของชนิดและความเข้มข้นของนอร์มัล พาราฟฟินส์...	65
3.5.2	ผลของแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ.....	69
3.5.2.1	ผลของปริมาณกลูโคสหรือแป้งที่ย่อยแล้ว....	72
3.5.3	ผลของชนิดและความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน.....	76
3.5.4	ผลของโปรตีนเชื่อมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต.....	79
3.5.5	ผลของแมกเนเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต.....	81
3.5.6	ผลของชนิดและปริมาณของอิออนโลหะหนัก.....	81
3.5.6.1	ผลของชนิดและปริมาณอิออนโลหะหนักแต่ละ ชนิด.....	81
3.5.6.2	ผลของอิออนผสม.....	88
3.5.7	ผลของสารช่วยเสริมการเติบโต.....	93
3.5.7.1	ผลของสารสกัดจากยีสต์ และไขมันไฮโดร คลอไรด์.....	93
3.5.7.2	ผลของสารสกัดจากยีสต์ หรือไขมันไฮโดร คลอไรด์.....	95
3.5.7.3	ผลของคอร์นสตีปลิเคอร์.....	98
3.5.8	ผลของแคลเซียมคาร์บอเนต.....	100
3.5.9	ผลของสารพิเศษที่เติมในอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	102
3.5.9.1	ผลของสารลดแรงตึงผิว.....	102
3.5.9.2	ผลของสารแยกการควบคู่.....	102
4.	บทสรุปและวิจารณ์.....	107



ญ

สารบัญ

บทที่	หน้า
เอกสารอ้างอิง.....	121
ภาคผนวก.....	128
1. สูตรอาหารที่ใช้ในการวิจัย.....	128
2. การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	133
3. การเตรียมสารละลายแป้งมันสำปะหลังที่ข่อยแล้ว.....	133
4. การเตรียมสารแหล่งอินทรีย์ไนโตรเจน.....	135
5. องค์ประกอบของนอร์มัล พาราฟฟินส์.....	136
6. กราฟมาตรฐานของกรดมะนาวที่เตรียมโดยวิธีเพนตาโบรโมอะซีโตน..	138
7. กราฟมาตรฐานของกลูโคสที่เตรียมโดยวิธี Bernfeld.....	139
8. โคโรมาโตรแกรมของนอร์มัล พาราฟฟินส์โดยวิธีกาซโครมาโตรกราฟี.	140
9. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของเซลล์กับน้ำหนักเซลล์แห้งของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	141
ประวัติผู้เขียน.....	142

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสามารถในการละลายของกรดมะนาว.....	2
2	การพัฒนากระบวนการผลิตกรดมะนาวในช่วงระยะเวลาต่างๆ.....	4
3	จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดมะนาวโดยใช้นอร์มัลพาราฟีนส์เป็นแหล่งคาร์บอน.....	6
4	การผลิตกรดมะนาวของบริษัทต่างๆทั่วโลก.....	14
5	การผลิตกรดมะนาวโดยกระบวนการหมักในอาหารเหลวด้วยยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ.....	18
6	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกของกรดมะนาวในประเทศ.....	29
7	รายชื่อสายพันธุ์ต่างๆของยีสต์จำนวน 25 สายพันธุ์.....	34
8	การเติบโตของยีสต์สายพันธุ์ต่างๆบนอาหารแข็งที่มีนอร์มัลพาราฟีนส์เป็นแหล่งคาร์บอน.....	47
9	ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆที่สามารถผลิตกรดได้บนอาหารแข็งโดยใช้โบรโมคลีซอลกรีนเป็นอินดิเคเตอร์.....	49
10	การผลิตกรดมะนาวโดยยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ.....	52
11	ผลของนอร์มัล พาราฟีนส์ชนิด Exxpar-451 ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวโดย <u>Candida oleophila</u> C-73.....	68
12	ผลของแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	71
13	ผลของปริมาณกลูโคส หรือ แป้งที่ย่อยแล้วต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	73
14	ผลของแอมโมเนียมไนเตรดต่อการเติบโต และการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	78
15	ผลของการเติมเกลือซิลเฟตของโลหะ 4 ชนิดในแบบต่างๆกัน.....	90
16	ผลของไซอะมินไฮโดรคลอไรด์ และสารสกัดจากยีสต์ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
17	ผลของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวโดยเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	101
18	ผลของ 2,4-ไดไนโตรฟีนิลที่เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อในเวลาต่างๆ กันต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	105
19	ผลผลิตกรดมะนาวจากนอร์มัล พาราฟีนส์โดยยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ...	120



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างทางเคมีของกรดมะนาว	1
2	การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของนอร์มัล พาราฟฟินสังเคราะห์ที่ลิโคเอ...	9
3	วัฏจักรกรดเมทิลซิริค.....	10
4	วัฏจักรไกลออกซาเลต.....	10
5	วัฏจักรเครป หรือวัฏจักรกรดมะนาว.....	11
6	ความสัมพันธ์ระหว่างการย่อยสลายนอร์มัล พาราฟฟินส์ในไมโครโซม การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจนได้อะซีทิลโคเอ และการสร้างกรดมะนาว ในไมโตรคอนเดรีย.....	12
7	การหาปริมาณกรดมะนาวโดยวิธีเพนตาโบรโมอะซีโตน.....	38
8	ผลของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อการเติบโตของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อ.....	54
9	ผลของลักษณะการเขย่าแบบวงกลม และแบบเส้นตรง ด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที ต่อการเติบโตของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73....	56
10	ผลของความเร็วรอบในการเขย่าต่อการเติบโตของ <u>Candida oleo</u> <u>phila</u> C-73 ในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อ.....	58
11	ผลของอุณหภูมิต่อการเติบโตของ <u>Candida oleophila</u> C-73 ใน อาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อ.....	59
12	ผลของลักษณะการเขย่าแบบวงกลมและการเขย่าแบบเส้นตรงที่ความเร็ว รอบ 250 รอบ/นาที ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	61
13	ผลของปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73 ในขวดทดลองขนาด 250 มล.....	63

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
14	ผลของอุณหภูมิต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	64
15	ผลของชนิดและความเข้มข้นของนอร์มัล พาราฟีนส์ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวโดยเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	66
16	ผลของความเข้มข้นของนอร์มัล พาราฟีนส์ ชนิด Exxpar-451 ต่อการผลิตกรดมะนาวโดยเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	67
17	ผลของกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆต่อการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	74
18	ผลของแป้งที่ย่อยแล้วที่ความเข้มข้นต่างๆต่อการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	75
19	ผลของชนิดและปริมาณของสารแหล่งไนโตรเจนต่อการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	77
20	ผลของโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	80
21	ผลของแมกเนเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตต่อการเติบโต และการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	82
22	ผลของแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรตต่อการเติบโตและ การผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	84
23	ผลของคอปเปอร์ซัลเฟตเพนตาไฮเดรตต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	85
24	ผลของเฟอร์รัสซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	86
25	ผลของซิงค์ซัลเฟตเฮปตาไฮเดรตต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	87

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
26	รูปแบบการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของ <u>Candida oleophila</u> C-73 เมื่อเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีการเติมแร่ธาตุชนิดใดๆ.....	91
27	รูปแบบการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73 เมื่อเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮดรต.	92
28	ผลของไฮอะมีนไฮโดรคลอไรด์ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	96
29	ผลของสารสกัดจากยีสต์ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	97
30	ผลของคอร์นสตีปลิเคอร์ต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	99
31	ผลของชนิดและปริมาณของสารลดแรงตึงผิวต่อการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวโดยเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73.....	103
32	รูปแบบการเติบโตและการผลิตกรดมะนาวของเชื้อ <u>Candida oleophila</u> C-73 เมื่อเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม 2,4-ไดไนโตรฟีนอล ความเข้มข้น 0.01 กรัม/ลิตร หลังการหมักนาน 24 ชม.....	106

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำย่อ

°ซ.	=	องศาเซลเซียส
ชม.	=	ชั่วโมง
น.น.	=	น้ำหนัก
มล.	=	มิลลิลิตร
มม.	=	มิลลิเมตร
มก.	=	มิลลิกรัม
กก.	=	กิโลกรัม
rpm.	=	รอบต่อนาที
vvm.	=	ปริมาตรอากาศต่อปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย