

กระบวนการแปรรูปโดยเอนไซม์และลักษณะเฉพาะของน้ำเชื่อมขุ่น



นางสาวดวงภรณ์ รัตนทัศนีย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0385-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1 III ย. 2549

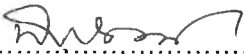
102936618

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

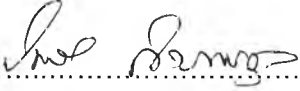
หัวข้อวิทยานิพนธ์                      กระบวนการแปรรูปโดยเอนไซม์และลักษณะเฉพาะของน้ำเชื่อมขนุน  
โดย    นางสาวดวงภรณ์ รัตนทัศนีย์  
สาขาวิชา                                    เทคโนโลยีทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา                          รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณีย์ อำนเป็รื่อง

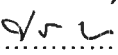
---

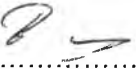
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
..... รองคณบดีฝ่ายบริหาร  
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชัยน์ การเที่ยง) รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. รมนีย์ สงวนดีกุล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณีย์ อำนเป็รื่อง)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธีญพิทยากุล)

ดวงภรณ์ รัตนทัศนีย์ : กระบวนการแปรรูปโดยเอนไซม์และลักษณะเฉพาะของน้ำเชื่อมขนุน  
(Enzymatic processing and characterization of jackfruit syrup)

อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณีย์ อานเป็รื่อง ; 100 หน้า ISBN 974-17-0385-6

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำเชื่อมขนุน จากขนุน 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์มาเลย์และจำปากรอบ โดยใช้เอนไซม์เชิงพาณิชย์กลุ่มเพคตินเนส (Pectinex<sup>®</sup> Ultra SP-L) ช่วยในการสกัดในขั้นแรกได้คัดเลือกขนุนที่มีความสุกเหมาะสม โดยใช้ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของวงที่แกะได้เป็นเกณฑ์ พบว่าวงขนุนที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 17-20°บริกซ์ ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสูงกว่าช่วงอื่นๆ ที่ทำการทดสอบ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวงขนุนทั้ง 2 สายพันธุ์ พบว่าวงขนุนพันธุ์มาเลย์มีความชื้น 82.84% โปรตีน 1.18% ไขมัน 0.16% เถ้า 0.77% คาร์โบไฮเดรต 13.20% เส้นใยหยาบ 0.73% และเพคติน 1.12% โดยน้ำหนัก ส่วนวงขนุนพันธุ์จำปากรอบมีความชื้น 74.18% โปรตีน 1.84% ไขมัน 0.26% เถ้า 1.05 % คาร์โบไฮเดรต 21.40% เส้นใยหยาบ 0.61% และเพคติน 0.66% โดยน้ำหนัก จากนั้นได้ศึกษาสัดส่วนระหว่างเอนไซม์ต่อน้ำหนักเนื้อขนุน และอุณหภูมิที่เลือกใช้ในการทำปฏิกิริยา โดยแปรสัดส่วนระหว่างเอนไซม์ต่อน้ำหนักเนื้อขนุนเป็น 6 ระดับ คือ 0 0.02 0.04 0.06 0.08 และ 0.10 มล./100 กรัม แปรอุณหภูมิในการบ่มเป็น 3 ระดับ คือ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส บ่มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าอิทธิพลร่วมของสัดส่วนระหว่างเอนไซม์ต่อน้ำหนักเนื้อขนุนและอุณหภูมิมีผลต่อความหนืดของขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) สภาวะที่เลือกใช้คือสัดส่วนระหว่างเอนไซม์และน้ำหนักเนื้อขนุน 0.08 มล./100 กรัม อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งให้ค่าความหนืดของขนุนตีปั่นพันธุ์มาเลย์และจำปากรอบเป็น 1293 และ 818 เซ็นติพอยส์ ตามลำดับ ร้อยละของน้ำขนุนพันธุ์มาเลย์และจำปากรอบที่สกัดได้เป็น 66 และ 69% ตามลำดับ จากนั้นศึกษาระยะเวลาที่สั้นที่สุดการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการย่อยสลายสูงที่สุด โดยแปรเวลาเป็น 6 ระดับ คือ 30 60 90 120 150 และ 180 นาที พบว่าระยะเวลามีผลต่อความหนืดขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เวลาที่เลือกใช้คือ 120 นาที ซึ่งให้ค่าความหนืดของขนุนตีปั่นพันธุ์มาเลย์และจำปากรอบเป็น 1311 และ 742 เซ็นติพอยส์ ตามลำดับ ร้อยละของน้ำขนุนพันธุ์มาเลย์และจำปากรอบที่สกัดได้เป็น 64 และ 72% ตามลำดับ จากนั้นนำน้ำขนุนที่สกัดได้จากสภาวะดังกล่าวมาระเหยน้ำออกจนมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 60°บริกซ์ โดยใช้วิธีทำให้เข้มข้น 2 วิธี คือ วิธีระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ และวิธีแช่เยือกแข็ง จะได้น้ำขนุนเข้มข้นหรือน้ำเชื่อมขนุน มีโปรตีน ไขมัน เถ้า น้ำตาลรีดิวซ์ แครโรทีน ปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรดต่าง ความหนืด วอเตอร์แอกติวิตี และ สี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนความชื้นไม่แตกต่างกัน และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าน้ำเชื่อมขนุนจากขนุนพันธุ์จำปากรอบที่ทำเข้มข้นด้วยวิธีแช่เยือกแข็งได้รับการยอมรับรวมจากผู้ทดสอบสูงที่สุด ( $p \leq 0.05$ )

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต.....ดวงภรณ์ รัตนทัศนีย์.....  
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ปีการศึกษา...2544.....

##4172288523 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD JACKFRUIT/SYRUP/PECTINASE

DUANGPORN RATANATHUSNEE : ENZYMATIC PROCESSING AND CHARACTERIZATION  
OF JACKFRUIT SYRUP. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRANEE ANPRUNG, Ph.D.  
100pp. ISBN 974-17-0385-6

The objective of this research for studying the enzymatic process of a variety of jackfruits namely Malay and Jampakrob by using commercial enzymes of pectinases group (Pectinex<sup>®</sup> Ultra SP-L) which help the extraction. Firstly, selecting the moderate ripe jackfruit which can be identified by total soluble solid of jackfruit bulbs which in the range 17-20 °Brix had the most acceptance from the panelists. From the above mentioned total soluble solid range, the Malay bulb had 82.84% moisture, 0.16% fat, 1.18% protein, 0.77% ash, 13.20% carbohydrate, 0.37% crude fiber, and 1.12% pectin. Jampakrob bulb had the following characteristics: 74.18% moisture, 0.26% fat, 1.84% protein, 1.05% ash, 21.40% carbohydrate, 0.61% crude fiber, and 0.66% pectin. The enzymatic reaction was studied at the optimum conditions of the enzyme and jackfruit pulp ratio: 0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 and 0.10 ml/100g at 30, 40 and 50 °C. Retention time was 2 hours. The result shown that the combination of enzyme and jackfruit pulp ratio and the temperature had effect on the viscosity of jackfruit pulp and the %yield of jackfruit juice significantly ( $p \leq 0.05$ ). The optimum condition was enzyme 0.08 ml/100g of jackfruit pulp at 40°C, which affected the viscosity of both Malay and Jampakrob at 1293 and 818 cPs respectively. Percentage of extraction yields of Malay and Jampakrob are 66% and 69% respectively. Reaction times varied at six intervals: 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes. The result shown that reaction time significantly affected on the viscosity of jackfruit pulp and the percentage yield of jackfruit juice with the optimum time of 120 minutes ( $p \leq 0.05$ ), the viscosities of Malay and Jampakrob were 1311 and 742 cPs respectively and percentage of extraction yields were 64 and 72% respectively. The experimental jackfruit juice was concentrated until total soluble solid 60 °Brix by 2 methods: vacuum evapoation and freeze concentration. The jackfruit concentrate or jackfruit syrups significantly differ in protein, fat, ash, reducing sugar, carotene, total acidity, pH, water activity, viscosity, color( $p \leq 0.05$ ), except the moisture content. Finally, the Jampakrob jackfruit syrup from freeze concentration method received more acceptance by the panelists than any other jackfruit syrup samples( $p \leq 0.05$ ).

Department Food Technology

Student's signature Duangporn Ratanathusnee

Field of study Food Technology

Advisor's signature Pranee Anprung

Academic year 2001

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ปราณีย์ อำนเปื้อง อาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร.  
ชัยยุทธ ธีรพิทยากุล ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยบางส่วน

ขอขอบคุณ บริษัท อีสต์เอเซียติก(ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์  
เอนไซม์ Pectinex® Ultra SP-L ตลอดงานวิจัย

ขอขอบคุณ อาจารย์ อนุรักษ์ เพียงบูรณธรรม จากสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการ  
เกษตร ลำปาง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ปริมาณเมธานอล

ขอบคุณเพื่อนๆ และ พี่-น้อง ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับกำลังใจ ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณ คุณมนตรี ตั้งมงคลวนิช ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือ  
ตลอดการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ บิดา มารดา ที่ให้การ  
สนับสนุนในทุกๆด้านแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	2
3 การทดลอง.....	24
4 ผลการทดลอง.....	36
5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	63
6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	69
รายการอ้างอิง.....	72
ภาคผนวก.....	76
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	100

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของยววงขนุนสุก.....9
2.2	รายชื่อผู้ผลิตเอนไซม์เพคตินเนสและการใช้งาน.....15
4.1	คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของ ยววงขนุนพันธุ์มาเลย์ที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในช่วงต่างกัน.....35
4.2	คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของ ยววงขนุนพันธุ์จำปากรอบที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในช่วงต่างกัน.....38
4.3	องค์ประกอบทางเคมีของยววงขนุนพันธุ์มาเลย์และจำปากรอบ.....39
4.4	สมบัติทางเคมีของยววงขนุนพันธุ์มาเลย์และจำปากรอบ.....40
4.5	ความหนืดของขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จาก ขนุนพันธุ์มาเลย์หลังบ่มด้วยเอนไซม์.....41
4.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของ เนื้อขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์มาเลย์.....42
4.7	ความหนืดของขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จาก ขนุนพันธุ์จำปากรอบหลังบ่มด้วยเอนไซม์.....44
4.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของเนื้อ ขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์จำปากรอบ.....45
4.9	ความหนืดของขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จาก ขนุนพันธุ์มาเลย์หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....47
4.10	ความหนืดของขนุนตีปั่นและร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุน พันธุ์จำปากรอบหลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....49
4.11	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำเชื่อมขนุน.....53
4.12	สมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำเชื่อมขนุน.....54
4.13	สีของน้ำเชื่อมขนุน.....55
4.14	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อ คุณลักษณะต่างๆของน้ำเชื่อมขนุน.....56



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15	คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อการเปลี่ยนแปลง ของกลิ่นน้ำเชื่อมขนุนที่อุณหภูมิต่างๆ.....57
4.16	ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำเชื่อมขนุน.....52
4.17	ปริมาณเมธานอลในน้ำเชื่อมขนุน.....61
จ. 1	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของยวงขนุนพันธุ์มาเลย์ ที่มีของแข็งทั้งหมดในช่วงต่างกัน.....94
จ. 2	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของยวงขนุนพันธุ์จำปากรอบ ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด ในช่วงต่างกัน.....94
จ. 3	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความหนืดของขนุนตีปั่น และร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์มาเลย์ หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....95
จ. 4	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความหนืดของขนุนตีปั่น และร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์จำปากรอบ หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....95
จ. 5	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำเชื่อมขนุน.....95
จ. 6	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของน้ำเชื่อมขนุน.....96
จ. 7	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าสี (L,a*,b*) ของน้ำเชื่อมขนุน.....96
จ. 8	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านความพอใจต่อคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำเชื่อมขนุน.....96
จ. 9	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ต่อการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นน้ำเชื่อมขนุนที่อุณหภูมิต่างๆ.....97

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ต้นขนุน.....	3
2.2 ดอกขนุนที่พัฒนาไปเป็นผล.....	4
2.3 โครงสร้าง parenchyma cell.....	10
2.4 การจัดเรียงตัวของเซลล์โลส เฮมิเซลล์โลส และเพคติน ในผนังเซลล์.....	11
2.5 สูตรโครงสร้างของกรดกาแลกทูโลนิก กรดเพคติก และเพคติน.....	12
2.6 การย่อยสลายเพคตินโดยเพคติเนสแบบปฏิกิริยาดีโพลิเมอไรเซชัน และดีเอสเทอร์ฟิเคชัน.....	13
2.7 การย่อยสลายโมเลกุลเพคตินโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลติก และทรานโอลิมีเนทีฟ.....	14
2.8 กระบวนการผลิตสารให้กลิ่นจากผลไม้.....	20
3.1 ขั้นตอนพิจารณาสัดส่วนเอนไซม์ต่อเนื้อขนุนตีปั่นและอุณหภูมิที่เลือกใช้ ในการทำปฏิกิริยา.....	28
3.2 ขั้นตอนพิจารณาเวลาที่สั้นที่สุดในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ ที่ทำให้เกิดการย่อยสลายสูงที่สุด.....	30
3.3 วิธีเตรียมน้ำเชื่อมขนุน.....	32
4.1 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของ ยวงขนุนพันธุ์มาเลย์ที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในช่วงต่างกัน.....	36
4.2 ยวงขนุนพันธุ์มาเลย์.....	37
4.3 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของ ยวงขนุนพันธุ์จำปากรอบที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในช่วงต่างกัน.....	38
4.4 ยวงขนุนพันธุ์จำปากรอบ.....	39
4.5 ความหนืดของขนุนตีปั่นพันธุ์มาเลย์ หลังบ่มด้วยเอนไซม์.....	42
4.6 ร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์มาเลย์ หลังบ่มด้วยเอนไซม์.....	43
4.7 ความหนืดของขนุนตีปั่นพันธุ์จำปากรอบ หลังบ่มด้วยเอนไซม์.....	45
4.8 ร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์จำปากรอบ หลังบ่มด้วยเอนไซม์.....	46
4.9 ความหนืดของขนุนตีปั่นพันธุ์มาเลย์หลังบ่มด้วยเอนไซม์ เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....	48

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 ร้อยละของน้ำขุ่นที่สกัดได้จากขุ่นพันธุ์มาเลย์หลังบ่มด้วยเอนไซม์ เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....	47
4.11 ความหนืดของขุ่นตีปนพันธุ์จำปากรอบ หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....	50
4.12 ร้อยละของน้ำขุ่นที่สกัดได้จากขุ่นพันธุ์จำปากรอบ หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที.....	50
4.13 น้ำเชื่อมขุ่นที่ทำให้เข้มข้นด้วยวิธีระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ เปรียบเทียบกับยวขุ่นตีปน.....	51
4.14 น้ำเชื่อมขุ่นที่ทำให้เข้มข้นด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง เปรียบเทียบกับยวขุ่นตีปน.....	52
4.15 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อการเปลี่ยนแปลง ของกลิ่นน้ำเชื่อมขุ่นที่อุณหภูมิต่างๆ.....	57
4.16 โครมาโตแกรมของเมธานอลในน้ำเชื่อมขุ่นจากขุ่นพันธุ์มาเลย์ที่ทำให้เข้มข้น โดยวิธีระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ.....	59
4.17 โครมาโตแกรมของเมธานอลในน้ำเชื่อมขุ่นจากขุ่นพันธุ์มาเลย์ที่ทำให้เข้มข้น โดยวิธีแช่เยือกแข็ง.....	59
4.18 โครมาโตแกรมของเมธานอลในน้ำเชื่อมขุ่นจากขุ่นพันธุ์จำปากรอบที่ทำให้เข้มข้น โดยวิธีระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ.....	60
4.19 โครมาโตแกรมของเมธานอลในน้ำเชื่อมขุ่นจากขุ่นพันธุ์จำปากรอบที่ทำให้เข้มข้น โดยวิธีแช่เยือกแข็ง.....	60
ก.1 แอคติวิตีของเอนไซม์ที่ pH ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 20°C.....	77
ก.2 แอคติวิตีของเอนไซม์ที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ pH 3.5.....	77
ก.3 Pectinex <sup>®</sup> Ultra SP-L.....	78
ค.1 กราฟมาตรฐานสารละลายปิตาแคโรทีน.....	89
ค.2 กราฟมาตรฐานเมธานอล.....	92
จ.1 Rotary Evaporator.....	98
จ.2 เครื่องวัด A <sub>w</sub> .....	98

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ฉ.3 เครื่องวัดสี.....	99
ฉ.4 เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง.....	99