การศึกษาการสกัดน้ำมะละกอด้วยวิธีไมโครเวฟช่วยสกัดและคุณลักษณะของไซรัปมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์

STUDY ON MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION OF PAPAYA JUICE AND CHARACTERISTICS OF HOLLAND PAPAYA SYRUP

จันทร์จิรา จันทร์หอม
จิราพร บุญพิศิษฐ์สกุล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการสกัดน้ำมะละกอด้วยวิธีไมโครเวฟช่วยสกัดและคุณลักษณะของไซรัปมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์

STUDY ON MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION OF PAPAYA JUICE AND CHARACTERISTICS OF HOLLAND PAPAYA SYRUP

T148839

จันทร์จิรา จันทร์หอม

จิราพร บุญพิศิษฐ์สกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่ 148839
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 30 พ.ย. 2560

b 12871197
l

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาการสกัดน้ำมะละกอด้วยวิธีไมโครเวฟช่วยสกัดและคุณลักษณะของไซรัปมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์

STUDY ON MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION OF PAPAYA JUICE AND CHARACTERISTICS OF HOLLAND PAPAYA SYRUP

จัดทำโดย

จันทร์จิรา จันทร์หอม รหัสนักศึกษา 55080148

จิราพร บุญพิศิษฐ์สกุล รหัสนักศึกษา 55080151

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 20 / 5 / 57

(ดร.กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมะละกอด้วยวิธีวิธีไมโครเวฟช่วยสกัดและคุณลักษณะของไซรัปมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์		
ชื่อนักศึกษา	จันทร์จิรา	จันทร์หอม	รหัสนักศึกษา 55080148
	จิราพร	บุญพิศิษฐ์สกุล	รหัสนักศึกษา 55080151
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร		
พ.ศ.	2559		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กิตติชัย บรรจง		

บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการผลิตไซรัปจากมะละกอสุก โดยทำการเปรียบเทียบการสกัดน้ำมะละกอ 2 วิธี คือ สกัดด้วยไมโครเวฟ กับวิธีการสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำมะละกอด้วยไมโครเวฟ ได้แก่ กำลังไฟฟ้า เวลาและความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส พบว่าสภาวะที่เหมาะสม คือความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส 0.05%(w/w) กำลังไฟฟ้า 100 วัตต์ เป็นเวลา 10 นาที เมื่อทำให้น้ำมะละกอเข้มข้นโดยวิธีการระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส จนได้ค่าประมาณ 72 องศาบริกซ์ พบว่าไซรัปมะละกอที่ได้จากการสกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิ มีลักษณะสีน้ำตาลส้มและสีน้ำตาลเข้มตามลำดับ มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.72 และ 0.69 ตามลำดับ ค่าpH 4.52 และ 4.70 ตามลำดับ ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำได้ 72.2 และ 72.73 ตามลำดับ ค่าความหนืด 7,167.0 และ 10,270.7 เซนติพอยส์ตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าความชอบโดยรวมของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีคะแนนเฉลี่ยคือ 6.12 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และ 5.28 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ

คำสำคัญ : มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ ไซรัปมะละกอ การสกัดวิธีไมโครเวฟ อ่างควบคุมอุณหภูมิ การทำให้เข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Study on microwave assisted extraction of papaya juice and characteristics of Holland papaya syrup
Student name	Chanjira Chanhom Student ID 55080148 Jiraporn Boonpisitsakul Student ID 55080151
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2016
Advisor	Dr.KittichaiBanjong

ABSTRACT

The study of syrup extraction from ripe papaya was carried out by comparing microwave and water bath extraction methods. The factors studied for microwave method included electrical power, time and pectinase enzyme concentration. The optimal condition was 100W of electrical power for 10 minutes with 0.05% (w/w) of pectinase enzyme. Papaya juice was then concentrated by rotary evaporator at 72°C to about 72°Brix. The characteristics of papaya syrup extracted by microwave and water bath method including color, water activity, pH, total soluble solid (TSS) and viscosity were also compared.

Keyword: Holland papaya, Papaya syrup, Microwave extraction, Water bath, Concentration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากการศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องการศึกษาวิธีการสกัดน้ำมะละกอด้วยวิธีวิธีไมโครเวฟช่วยสกัด และคุณลักษณะของไซรัปมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์สำเร็จไปได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่านซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกคือ ดร.กิตติชัย บรรจง ท่านผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาพิเศษ อีกทั้งยังตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้ปัญหาพิเศษนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยให้คำแนะนำและสอนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆขอบคุณคณะอาจารย์สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหารที่คอยให้คำแนะนำ ขอบคุณเพื่อนๆพี่ ที่คอยช่วยแก้ปัญหาให้กับปัญหาพิเศษจนกระทั่งปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณคุณบิดา มารดาซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนและอยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมาขอบคุณเพื่อนๆที่คอยช่วยเหลือในการทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จ

จันทร์จิรา จันทร์หอม

จิราพร บุญพิศิษฐ์สกุล

12 พฤษภาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
บทที่1บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวข้อง 3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 9
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี 9
3.2 อุปกรณ์ 9
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 12
4.1 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณน้ำมะละกอ 12
4.2 ผลของการเปรียบเทียบเวลาในการสกัดโดยใช้ไมโครเวฟ 14
4.3 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของไซรัปจากการสกัดทั้ง 2 วิธี 15
4.4 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อค่าสีของไซรัป 18
4.5 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธี 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 21
5.1 ผลของกำลังไฟฟ้าที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ 21
5.2 ผลของความเข้มข้นของเอนไซม์ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ 21
5.3 ผลการศึกษาคุณภาพของไซรัปมะละกอ จากวิธีการสกัด 2 วิธี 21
5.4 ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไซรัปจากการสกัด 2 วิธี 21
5.5 ข้อเสนอแนะ 22
บรรณานุกรม 23
ภาคผนวก 26
ภาคผนวก ก. วิธีการใช้เครื่องมือ 27
ภาคผนวก ข. รูปภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ 32
ภาคผนวก ค. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 37
ประวัติผู้เขียน 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ข้อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้ 4

2.2 ผลของเอนไซม์ผสมเพคติเนสและเซลลูเลสในผลการสกัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (%) จากผลอินทผลัมที่พันธุ์แตกต่างกัน 7

2.3 ค่า Total soluble solid (TSS) ของผลอินทผลัมสด และไซรัปอินทผลัมเข้มข้นที่สกัดและทำให้เข้มข้นด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 8

4.1 แสดงผลของความเข้มข้นเอนไซม์และอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดน้ำมะละกอด้วย อ่างควบคุมอุณหภูมิต่อผลผลิตน้ำมะละกอ 12

4.2 แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นเอนไซม์และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดน้ำมะละกอด้วยไมโครเวฟ... 13

4.3 ผลของเวลาการสกัดด้วยไมโครเวฟที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ 14

4.4 ผลการศึกษาคุณลักษณะของไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธี 16

4.5 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธี 19

4.6 ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธี 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ระดับความสุกของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ 6
2.2 โปรไฟล์อุณหภูมิของไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าต่างๆ 8
4.1 ผลของเวลาในการสกัดด้วยไมโครเวฟที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ 15
4.2 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี 16
4.3 กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ทั้งหมด จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี 17
4.4 กราฟแสดงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี 17
4.5 กราฟแสดงค่าความหนืด จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี 18
ข.1 รูปภาพประกอบวิธีการสกัดน้ำมะละกอ 32
ข.2 วิธีการแยกน้ำและเนื้อ โดย เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge Thermo Sorvallรุ่น Legend 1.6 R) 33
ข.3 วิธีการกรองตะกอน (Vacuum pump) 34
ข.4 วิธีการทำให้เข้มข้น (Rotary Evaporator) 34
ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) 35
ข.6 การวิเคราะห์ความหนืด (Brookfield viscometer DV-III Ultra) 35
ข.7 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

มะละกอ เป็นไม้ผลชนิดหนึ่ง สูงประมาณ 5-10 เมตร มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลาง ถูกนำเข้าสู่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในสมัยกรุงศรีอยุธยา ผลดิบมีสีเขียว เมื่อสุกแล้วเนื้อในจะมีสีเหลืองถึงส้ม นิยมนำมารับประทานทั้งสดและนำไปปรุงอาหารหรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ

มะละกอเป็นที่รู้จักกันดีเนื่องจากมีประโยชน์และรสชาติดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอินเดีย มะละกอนิยมนำมาปรุงอาหาร เพราะเนื้อของมันมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง มะละกอสามารถป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจและโรคเบาหวาน เนื่องจากมะละกอนั้นมีการสุกเร็วจึงไม่สามารถนามาใช้ประโยชน์ได้มากนัก จึงมีการศึกษาวิธีการที่จะทำให้มะละกอที่สุกงอมนั้นมาทำให้เกิดประโยชน์และสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าขึ้นจากเดิม จึงเกิดเป็นการศึกษาการสกัดน้ำจากมะละกอโดยวิธีการสกัด โดย การสกัดน้ำผลไม้ ผลไม้ที่นำมาผลิตควรจะเป็นผลไม้ที่สามารถสกัดเอาน้ำผลไม้มาได้อย่างง่าย ซึ่งในการสกัดที่ใช้การสับชิ้นส่วนของเนื้อผลไม้ให้ละเอียด อาจจะใช้เอนไซม์ เช่น เอนไซม์ เพคติเนสช่วยในการสกัด เพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Al-Hooti และคณะ, 2002) เมื่อได้น้ำมะละกอที่ได้จากการสกัดแล้วจึงนำมาทำให้เข้มข้นโดยใช้หลักการระเหยน้ำออก ผลผลิตที่ได้จากขั้นตอนการระเหยน้ำออกคือ ไซรัปมะละกอ (Papaya Syrup) ไซรัปสามารถบริโภคได้โดยตรงหรือใช้เป็นส่วนผสมในอาหารบางอย่าง

มะละกอนั้นมีการสุกและเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วจึงไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากนักจึงมีการศึกษาวิธีการที่จะทำให้มะละกอที่สุกงอมนั้น มาทำให้เกิดประโยชน์และสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าขึ้นจากเดิม การศึกษากำลังไฟฟ้าเวลาของไมโครเวฟและความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสที่เหมาะสมในการสกัดเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น โดยไซรัปที่สกัดออกมาสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารบางอย่าง เช่นไอศกรีม เครื่องดื่ม เบเกอรี่ แยม และเนย หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชน เพื่อทำให้มีการเพิ่มมูลค่าของมะละกอสุกเกิดเป็นผลิตภัณฑ์และยังสามารถช่วยลดของเสียจากกระบวนผลิตอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดระหว่าง การสกัดโดยไมโครเวฟเทียบกับวิธีใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ

1.2.2 เพื่อศึกษากำลังไฟฟ้าเวลาของไมโครเวฟ และความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส ที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมะละกอ

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะไซรัปของการสกัด2วิธี ในด้านความหนืด ความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ พีเอช วัดสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

คาดว่าจะทำให้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการใช้ไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิร่วมกับเอนไซม์เพคติเนส ช่วยในการสกัดไซรัปจากมะละกอสุก นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบคุณภาพของไซรัปที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 วิธี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการสกัด และผลิตไซรัปจากมะละกอสุกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะละกอ (Carica papaya L.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการมีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆเช่นเบต้าแคโรทีนวิตามินซีแคลเซียมฟอสฟอรัสเป็นต้นซึ่งล้วนแต่มีประโยชน์ต่อร่างกายทั้งสิ้น ในประเทศไทยได้มีการปลูกมะละกอกันอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันผู้บริโภคต้องการความสะดวกสบายในการบริโภคอาหารมากขึ้น ดังนั้นการแปรรูปจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะตอบสนองความต้องการในการรับประทานผลไม้สด โดยมะละกอพันธุ์ที่นิยมรับประทานขณะสุก ได้แก่ พันธุ์แขกดำ ฮาวาย และฮอลแลนด์ (ภัณฑิรา และคณะ, 2554)

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ชนิดของเพคติเนสเป็นกลุ่มของเอนไซม์ประกอบด้วยเอนไซม์ 3 ชนิด คือ เพกทินเอสเทอเรส (pectinesterase, PE) พอลิกาแล็กทูโรเนส (polygalacturonase, PG) และเพกเทตไลเอส (pectatelyases, PL) เอนไซม์เพคติเนส สามารถย่อยเพคตินที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ให้ความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์ของพืช พบในเนื้อเยื่อพืช ผัก ผลไม้ ระหว่างการสุกของผลไม้ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และละลายในน้ำได้น้อย ให้มีโมเลกุลสายสั้นลงส่งผลให้ละลายในน้ำได้ดีขึ้น (Jayani และคณะ, 2005)

2.1.2 การทำงานของเพคติเนสเอนไซม์เพคติเนสจะย่อยเพคติน ทำให้น้ำผลไม้มีเนื้อนุ่ม และทำให้น้ำผลไม้คั้นสดแยกชั้นในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ น้ำผลไม้เข้มข้น จะมีการใช้ความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์เพคติเนส ทำให้น้ำผลไม้มีความคงตัว ไม่แยกชั้น และมีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ เพคติเนสถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม (beverage) น้ำผลไม้ เพื่อช่วยทำให้การสกัดน้ำผลไม้ง่ายขึ้นได้ผลผลิตมากขึ้น หรือใช้เพื่อทำให้น้ำผลไม้ใส (clarification) เช่น น้ำแอปเปิล น้ำองุ่น (Jayani และคณะ, 2005)

2.1.3 ไซรัปผลไม้ คือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลไม้ เป็นการถนอมอาหารโดยการใช้น้ำตาลความเข้มข้นสูงผสมกับน้ำผลไม้ เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น ที่มีค่า water activity ต่ำ ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสีย ไซรัปผลไม้จึงสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ไซรัปผลไม้มีลักษณะเป็นของเหลว มีความหนืดสูง อาจมีลักษณะขุ่นหรือใส มีกลิ่นรสของผลไม้ มีส่วนของน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซนต์ และมีปริมาณสารที่ละลายน้ำได้อย่างน้อย 65 เปอร์เซนต์ แต่มีความเป็นกรดต่ำ ถ้ามีน้ำตาลน้อยกว่า 68 เปอร์เซนต์ ต้องใช้สารกันเสีย (preservative) ช่วยในการเก็บรักษาหากต้องการดื่มเป็นเครื่องดื่มต้องทำให้เจือจางก่อนดื่ม ซึ่งควรมีสารที่ละลายน้ำ 10-20 เปอร์เซ็นต์ และมีความเป็นกรด 0.5-0.6 เปอร์เซ็นต์ (สุพัตรา, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะคุณภาพของไซรัปผลไม้ตามมาตรฐานของไซรัปผลไม้ (fruit cordial concentrates, fruit concentrates and fruit syrup concentrates) ของสถาบันมาตรฐานของศรีลังกา (Sri Lanka Standards Institution ; SLS 730, 1985) ได้กำหนดมาตรฐานของไซรัปผลไม้ไว้ว่าผลิตภัณฑ์ต้องเป็นเนื้อเดียวกัน มีความข้นหนืด และมีสีสม่ำเสมอ ไม่มีเมล็ด เศษเปลือก เนื้อ และสารที่เติมไปในผลิตภัณฑ์กลิ่นและกลิ่นรสผลิตภัณฑ์ต้องมีกลิ่นรสและกลิ่นที่ดี ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม ต้องไม่มีกลิ่นไหม้หรือกลิ่นน้ำตาลไหม้ กลิ่นรสตามธรรมชาติของผลไม้ต้องคงอยู่ไม่สูญเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิต

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไซรัปผลไม้

รายการ	ปริมาณที่กำหนด
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (เช่น น้ำตาลซูโครส) ต่ำสุด ร้อยละของน้ำหนัก	5
ปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน มิลลิกรัม/กิโลกรัม	70
ปริมาณกรดเบนโซอิก ไม่เกิน มิลลิกรัม/กิโลกรัม	120
ปริมาณกรด (เช่น กรดซิตริก) ไม่เกินร้อยละของน้ำหนัก	1.0

ที่มา : Sri Lanka Standards Institution (1985)

2.1.5 กระบวนการผลิตไซรัป สำหรับรายงานการวิจัยการผลิตไซรัป มีรายงานการทดลองผลิต โดยมีอยู่2ขั้นตอน คือการสกัดน้ำกล้วยและการทำให้น้ำกล้วยเข้มข้น

2.1.5.1 การสกัดน้ำกล้วย โดยในการสกัดน้ำกล้วยหลายวิธี คือ การสกัดโดยใช้เอนไซม์

1. วิธีการสกัดโดยใช้เอนไซม์ การสกัดเนื้อกล้วยหลังจากใช้เอนไซม์เพคติเนส พบว่าได้น้ำผลไม้ลักษณะขุ่นและมีความหนืดต่ำ เติมปูนขาวจะช่วยกัดเพคติเนสในเนื้อกล้วยบดแล้วทิ้งไว้ 15 นาที ทำให้เป็นกลางโดยการเติมกรดซัลฟิวริก 6 นอร์มัล หรือสามารถสกัดน้ำกล้วยได้ง่ายขึ้นโดยวิธีการบีบคั้น(Press)หรือการเหวี่ยง(Centiguge) นอกจากนี้อาจใช้เอนไซม์ผสมระหว่างพอลิกาแล็กทูโรเนส (polygalacturonase, PG) และเพคตินเอสเทอเรส(Pectin Esterass,PE)เพื่อช่วยสลายเพคตินในเนื้อกล้วยทำให้ได้ผลผลิตของน้ำกล้วยที่ดีจากกล้วยสุกและสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็ว (Jayaniและคณะ, 2005)

2.1.5.2 การทำน้ำกล้วยให้เข้มข้น สามารถบ่งชี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ช่วยในการถนอมอาหาร การยับยั้งจุลินทรีย์ สำหรับวิธีการทำให้น้ำผลไม้เข้มข้น ได้แก่

1. การให้ความร้อนโดยตรง คือ การต้มการเคี่ยวในภาชนะ เป็นวิธีที่ง่ายแต่มีข้อด้อย คือ การควบคุมความร้อนจะทำได้ยาก มีการเปลี่ยนแปลงของ สี กลิ่น รสชาติเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่ให้กลิ่น เพราะถูกอ๊อกซิไดซ์ และกรดอะมิโนจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับน้ำตาลรีดิวซ์ (ช่อลัดดา และสายสนม, 2544)

2. การทำให้เข้มข้นโดยวิธีการแช่เยือกแข็ง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ดี แต่มีค่าใช้จ่ายสูงมาก และทำให้เข้มข้นได้สูงเพียงร้อยละ50 (ช่อลัดดา และสายสนม, 2544)

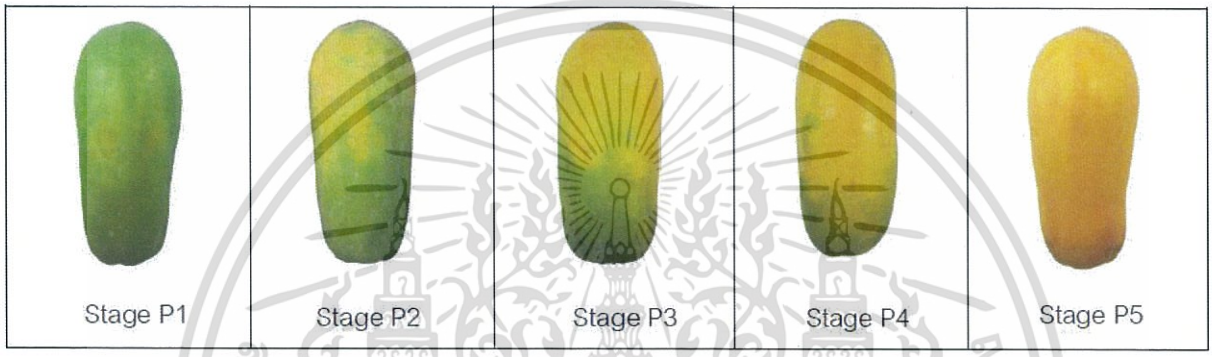
3. การทำรีเวอร์ออสโมซิส(Reverse Osmosis,RO) เป็นวิธีการแยกที่ซับซ้อน บางครั้งเรียกว่าการเอาน้ำออกเพราะวิธีนี้จะยอมให้น้ำเท่านั้นที่ผ่านได้ได้แต่สารที่ละลายน้ำได้ เช่น เกลือ น้ำตาล และอิออนต่างๆ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 150 ดาลตัน (daltons) จะไม่สามารถผ่านไปได้ (ช่อลัดดา และสายสนม, 2544)

4. การระเหยภายใต้ระบบสุญญากาศ(Vacuum evaporation) หลักการคือการแยกน้ำออกไปโดยใช้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำ ต้องใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานานจึงอาจทำให้อาหารสูญเสียคุณภาพ อาจใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 21 ถึง 50 องศาเซลเซียส โดยต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดของผลไม้ ซึ่งมีข้อจำกัดแตกต่างกัน เช่น การไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตาม การทำให้น้ำผลไม้เข้มข้นโดยวิธีการระเหยภายใต้ระบบสุญญากาศยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในปัจจุบัน (Shukla และคณะ, 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัณฑิรา และคณะ (2554) ศึกษาเรื่อง ดัชนีคุณภาพของมะละกอที่มีต่อความชอบรวมของผู้บริโภค พบว่า มะละกอ 3 พันธุ์ได้แก่พันธุ์แขกดำ (น้ำหนัก 1±0.2 กิโลกรัม) ฮอลแลนด์ (น้ำหนัก 1±0.2 กิโลกรัม) และฮาวาย (น้ำหนัก 0.3±0.1 กิโลกรัม) โดยนำมะละกอที่เก็บเกี่ยวเมื่อขึ้นแต้มสีเหลืองมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) แล้วทำการสุ่มวัดค่าคุณภาพตามระยะการสุกต่างๆทั้ง 5 ระยะโดยพิจารณาระยะการสุกจากสีเปลือกนอกได้แก่ P1 (มะละกอระยะขึ้นแต้มสีเหลือง), P2 (ระยะมีสีเหลืองหนึ่งในสี่ของผล), P3 (ระยะมีสีเหลืองสองในสี่ของผล), P4 (ระยะมีสีเหลืองสามในสี่ของผล) และ P5 (ระยะมีสีเหลืองทั่วทั้งผล)



ภาพที่ 2.1 ระดับความสุกของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์

ที่มา:Pereira และคณะ (2009)

ชิดชัย และคณะ (2547) ได้พัฒนากระบวนการผลิตไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองที่สุกเกินรับประทานสด โดยการใช้เอนไซม์ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำกล้วยหอม ได้แก่ เอนไซม์เพคติเนส เอนไซม์เซลลูเลส อุณหภูมิ และเวลาในการบ่ม พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยหอม คือการใช้เอนไซม์เพคติเนส 0.06 เปอร์เซ็นต์ เอนไซม์เซลลูเลส 0.13เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อกล้วยบด (ปริมาตร/น้ำหนัก) บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 150 นาที แล้วทำให้น้ำกล้วยหอมเข้มข้นโดยวิธี ระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ไซรัปกล้วยหอมที่พัฒนาได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองใสโดยมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 78.10, 6.44 และ 84.29 ตามลำดับมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.67 ความเป็นกรด-ด่าง 5.05 ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 72 องศาบริกซ์ และ พลังงาน 270 Kcal/100 g น้ำหนักสด มีปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส ซูโครส และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ 24.70 , 20.06, 12.60 และ 2.25เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) ตามลำดับ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา น้อยกว่า 25 และ 10 CFU/g ตามลำดับ ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะลิวัลย์ (2554) เปรียบเทียบคุณภาพของไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและน้ำตาลอ้อยเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไซรัปโดยเตรียมไซรัปจากกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ที่หมักกับน้ำตาลทรายขาวน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลอ้อยรวม 6 สูตรตามวิธีของภูมิปัญญาชาวบ้านและทำการศึกษาคุณภาพของไซรัปกล้วยทั้ง 2 ชนิดที่ผลิตได้โดยผ่านการหมักนาน30วันและเปรียบเทียบคุณภาพกับไซรัปกล้วยที่ผลิตได้ในชุมชนโดยทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดปริมาณกรดปริมาณแอลกอฮอล์และค่า pH พบว่าผลการใช้ กล้วยน้ำว้าเหมือนกับกล้วยไข่และผลการใช้ น้ำตาลทั้ง 3 ชนิดให้ผลเหมือนกันไซรัปกล้วยมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส 5.72–9.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีปริมาณแอลกอฮอล์หรือมีปริมาณน้อยมากมีปริมาณกรดทาร์ทาริกร้อยละ 26.33 – 75.57 และมี ค่า pH อยู่ระหว่าง4.29 – 4.79 เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจในสี กลิ่น และรสชาติ ของไซรัปกล้วยที่เตรียมได้พบว่าไซรัปกล้วยที่เตรียมจาก กล้วยไข่: น้ำตาลทรายแดง ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด

สมัชญา และอำพร (2558) ศึกษาผลของเอนไซม์เพคติเนสและอุณหภูมิในการสกัดน้ำกล้วยจากกล้วย 3 ชนิด คือ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่ โดยศึกษาอุณหภูมิและความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสที่เหมาะสมในการสกัดเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตน้ำกล้วยมากที่สุด พบว่าความเข้มข้นและอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดที่ทำให้ได้ผลผลิตน้ำกล้วยมากที่สุดจากกล้วยทั้ง 3 ชนิด คือ ใช้ความเข้มข้นของเพคติเนสที่ระดับ 0.10% (w/w) บ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 120 นาที

Tapre และJain (2014) ศึกษาจุดเริ่มต้นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเอนไซม์ในกระบวนการทำใสของเนื้อกล้วยที่ความสุกระดับที่ 6 โดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง ใส่เอนไซม์เพคติเนส (Pectinex Ultra SP-L) ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.05-0.15%) บ่มที่อุณหภูมิ 30-50°C และเวลา 60-180 นาที

Al-Hooti และคณะ (2002) ศึกษาผลของเอนไซม์ โดยเอนไซม์เพคติเนส/เซลลูเลสประกอบด้วยเพคติเนสสำเร็จรูปในรูปของเหลวและเซลลูเลส 250 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ100 มิลลิลิตร พบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนส/เซลลูเลส 1% มีความเหมาะสมสำหรับผลการสกัดสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายจากเนื้ออินทผลัม ผลการสกัดของแข็งที่ละลายได้จากเนื้ออินทผลัมเพิ่มขึ้นเกือบ 100% นี้อาจเป็นวิธีการสำหรับการใช้เอนไซม์ผสมดังกล่าวสำหรับเนื้ออินทผลัม กระบวนการพัฒนาของสารทดแทนน้ำตาลซูโครสที่ขึ้นอยู่กับผลอินทผลัมที่แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลของเอนไซม์ผสมเพคติเนสและเซลลูเลสในผลการสกัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (%) จากผลอินทผลัมที่พันธุ์แตกต่างกัน

Variety	Concentration(ml/100g) of pectinase and cellulase enzyme preparations used		
	0.5	1.0	2.0
Birhi	63.10±1.02	67.50±0.75	66.09±0.84
Safri	66.58±1.17	68.22±0.76	67.97±0.85

ที่มา: ดัดแปลงจาก Al-Hooti และคณะ (2002)

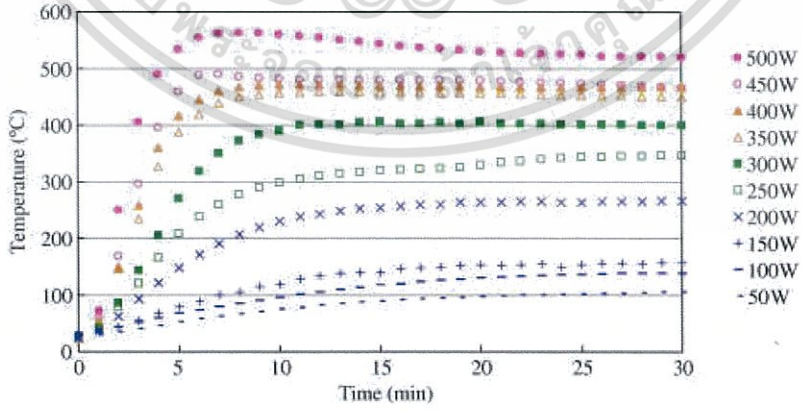
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

El-Nagga และAbd El–Tawab (2012) ศึกษาเพื่อหาวิธีการสกัดที่ดีที่สุด การสกัดและการทำให้เข้มข้นขึ้นของไซรัปอินทผลัมถูกใช้วิธีที่แตกต่างกัน โดยสกัดที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 30 นาที โดยใช้ไมโครเวฟ, เครื่องระเหยแบบหมุน และอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่ทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนและไมโครเวฟ ที่แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่า Total soluble solid (TSS) ของผลอินทผลัมสด และไซรัปอินทผลัมเข้มข้นที่สกัดและทำให้เข้มข้นด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

Treatment	TSS (°Brix)
Date flesh	83.49
Water bath extraction method	
Rotary evaporator concentration method	69.65
Microwave concentration method	74.00
Rotary extraction method	
Rotary evaporator concentration method	73.77
Microwave concentration method	75.98
Microwave extraction method	
Rotary evaporator concentration method	75.11
Microwave concentration method	77.34

ที่มา: ดัดแปลงจาก El-Nagga และ Abd El-Tawab (2012)



ภาพที่ 2.2โปรไฟล์อุณหภูมิของไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าต่างๆ

ที่มา: Huang และคณะ (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ จากตลาดสี่มุมเมือง

3.2.2 สารเคมี

Pectinase (เอนไซม์ทางการค้าของบริษัท BSG HandCraftจากประเทศแคนาดา)

3.2 อุปกรณ์

เครื่องหมุนเหวี่ยง Centrifuge (Thermo Sorvallรุ่น Legend 1.6 R)
เครื่อง Rotary Evaporater (BUCHI Rotavaporรุ่นR-200)
Hand Refractometer N-1,N-3
อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Wisebath รุ่น Fuzzy control system)
อ่างน้ำเย็น (Cooler)
เครื่องวัดค่า Aw (AQUALAB รุ่น 3TE)
เครื่องวัดสี (Minoltaรุ่นCR-300)
เครื่อง pH-meter
เครื่องวัดความหนืด (Brookfield รุ่น DV-III)
เครื่องไมโคเวฟ (Samsung รุ่น ME711K)
เครื่องกรองสุญญากาศ
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
บีกเกอร์ 250, 400 ml
ขวดรูปชมพู่ 250ml
เครื่องปั่น (Blender)
หลอดเซนทริฟิวส์
ตลับใส่ตัวอย่าง
ช้อนตักสาร
กระบอกฉีกน้ำกลั่น
กระดาษกรอง What's man No.1
กรวยกรอง (Buchner funnel)
ขวดลดความดัน (Suction flask)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ที่ความสุกระดับ 5 ขึ้นไป นำมาปอกเปลือก แยกเมล็ดออก และปั่นด้วยเครื่องปั่น

3.3.2 วิธีการสกัดน้ำมะละกอ

3.3.2.1 การทดลองหาความเข้มข้นและวัตต์ที่เหมาะสมในการสกัดด้วยไมโครเวฟ

การทดลองหาความเข้มข้นและวัตต์ที่เหมาะสมในการสกัดโดยนำเนื้อมะละกอสุกพันธุ์ฮอลแลนด์ปั่นละเอียด100กรัม และเติมเอนไซม์เพคติเนสในปริมาณความเข้มข้น0, 0.01, 0.05 และ0.1 % (w/w) นำไปสกัดด้วยไมโครเวฟ(Samsung รุ่น me711k)กำลังไฟฟ้า 100W, 200W และ 300Wเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำการหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์เพคติเนส โดยการนำไปแช่น้ำเดือดที่90องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที และทำให้เย็นโดยแช่ในอ่างน้ำเย็นที่3-5องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกเนื้อกับน้ำโดยใช้เครื่อง (Centrifuge Thermo Sorvallรุ่น Legend 1.6 R) ด้วยความเร็ว 8000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที จากนั้นนำมากรองสุญญากาศ เมื่อกรองเสร็จนำน้ำมะละกอที่ได้จากการกรองมาวัดปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอที่ได้และวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่าง โดยการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.2.2 การทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดด้วยไมโครเวฟ

การทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดโดยนำเนื้อมะละกอสุกพันธุ์ฮอลแลนด์มาปั่นละเอียด100กรัม และเติมเอนไซม์เพคติเนส ในปริมาณความเข้มข้น 0.05%(w/w) นำไปสกัดด้วยไมโครเวฟ (samsungรุ่น me711k) กำลังไฟฟ้า 100W เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20นาที จากนั้นทำการหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์เพคติเนส โดยการนำไปแช่น้ำเดือดที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที และทำให้เย็นโดยแช่ในอ่างน้ำเย็นที่ 3-5 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกเนื้อกับน้ำโดยใช้เครื่อง (Centrifuge Thermo Sorvallรุ่น Legend 1.6 R) ด้วยความเร็ว 8000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที จากนั้นนำมากรองสุญญากาศ เมื่อกรองเสร็จนำน้ำมะละกอที่ได้จากการกรองมาวัดปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอที่ได้และวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่าง โดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น95%

3.3.3 วิธีการระเหยน้ำมะละกอให้เข้มข้น

การทดลองการทำน้ำมะละกอให้เข้มข้นได้โดยใช้เครื่อง Rotary Evaporator (BUCHI Rotavaporรุ่นR-200) ที่อุณหภูมิ 72 °C จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 70 ± 2°Brix ด้วย Hand-Refractometer โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง นำมาตรวจวัดคุณลักษณะไซรัปมะละกอ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-300) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH-meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดค่าความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด viscometer (Brookfield รุ่น DV-III) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ด้วยเครื่องวัดค่า Aw (AQUALAB รุ่น 3TE) โดยเปรียบเทียบการสกัดไซรัปมะละกอ 2 วิธี

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการ T-test โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับผู้บริโภค

การทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไซรัปมะละกอที่ได้จากการสกัด 2 วิธีคือ สกัดโดยไมโครเวฟและสกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยจับกลุ่มผู้บริโภคอายุ 18 ขึ้นไป โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบทั้งหมด 9 ระดับ (9-points hedonic scale) ในคุณลักษณะด้านสีกลิ่นรสรสหวานลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมโดยในหัวข้อนี้ผู้ศึกษาได้ใช้จำนวนผู้ทดสอบประมาณ 25 คน

นำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาความแตกต่างโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองในหัวข้อ 3.3.2.1 การทดลองหาความเข้มข้นและวัตต์ที่เหมาะสมในการสกัด วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD โดยทำการทดลอง3ซ้ำ ผลการทดลองในหัวข้อ 3.3.2.2 การทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ผลการทดลองในหัวข้อ 3.3.3 การตรวจวัดคุณลักษณะวางแผนการทดลองแบบ T-test โดยทำการทดลอง 3ซ้ำ ส่วนการทดลองในหัวข้อ 3.3.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับผู้บริโภค วางแผนการทดลองแบบ RCBD ใช้จำนวนผู้ทดสอบประมาณ 25 คน โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเปรียบเทียบวิธีการสกัดที่มีผลต่อปริมาณน้ำมะละกอ

4.1.1 การสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ

ปริมาณน้ำมะละกอเฉลี่ยที่ได้จากการสกัดเนื้อมะละกอด้วยวิธีมาตรฐาน คือ อ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 3035 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำไปเซนทริฟิวจ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 8000 rpm เป็นเวลา 20 นาที รินส่วนใส แล้วนำไปกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปชั่งน้ำหนักหาปริมาณโดยเฉลี่ยของน้ำมะละกอ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลของความเข้มข้นเอนไซม์และอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดน้ำมะละกอด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิต่อผลผลิตน้ำมะละกอ

ความเข้มข้นเอนไซม์ (%w/w)	ผลผลิตน้ำมะละกอ (%)		
	30 °C	35 °C	40 °C ^{NS}
0.00	$^{B}55.72 \pm 1.64^{b}$	$^{B}63.10 \pm 0.28^{a}$	56.98 ± 0.04^{b}
0.01	$^{AB}58.28 \pm 1.87^{b}$	$^{BC}61.46 \pm 1.60^{a}$	56.01 ± 1.48^{c}
0.05^{ns}	$^{A}59.56 \pm 0.11$	$^{C}59.24 \pm 2.07$	58.91 ± 0.60
0.10	$^{A}59.54 \pm 0.74^{b}$	$^{A}67.86 \pm 1.09^{a}$	57.12 ± 1.64^{c}

หมายเหตุ : a, b, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
A, B, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
NS/ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณโดยเฉลี่ยของน้ำมะละกอที่ได้จากการสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้เอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0 %w/w ที่อุณหภูมิ 30, 35, และ 40 °C คือ55.72, 63.10 และ56.98 ตามลำดับ เอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0.01 %w/w ที่อุณหภูมิ 30, 35, และ 40 °C คือ 58.28, 61.46 และ 56.01 ตามลำดับ เอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0.05 %w/w ที่อุณหภูมิ 30, 35, และ 40 °C คือ 59.56, 59.24 และ 58.91 ตามลำดับและเอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0.10 %w/w ที่อุณหภูมิ 30, 35, และ 40 °C คือ 59.54, 67.86 และ 57.12 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ ความเข้มข้นของเอนไซม์0.10%w/w และอุณหภูมิ 35°Cเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้ปริมาณน้ำมะละกอสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

4.1.2 การสกัดด้วยไมโครเวฟ

ปริมาณน้ำมะละกอเฉลี่ยที่ได้จากการสกัดเนื้อมะละกอด้วยวิธีไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 100, 200 และ 300 วัตต์ เป็นเวลา 10 นาที นำไปเซนทริฟิวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 8000 rpm เป็นเวลา 20 นาที รินส่วนใส แล้วนำไปกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปชั่งน้ำหนักหาปริมาณโดยเฉลี่ยของน้ำมะละกอ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นเอนไซม์และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดน้ำมะละกอด้วยไมโครเวฟ

ความเข้มข้นเอนไซม์ (%w/w)	ผลผลิตน้ำมะละกอ (%)			
	0 W	100 W	200 W	300 W
0	$^{B}60.95 \pm 0.13^{a}$	$^{C}62.17 \pm 1.33^{a}$	$^{B}63.87 \pm 0.41^{a}$	$^{B}55.47 \pm 1.82^{b}$
0.01	$^{B}63.29 \pm 0.22^{a}$	$^{B}65.04 \pm 1.30^{a}$	$^{A}67.02 \pm 1.02^{a}$	$^{B}56.97 \pm 2.52^{b}$
0.05	$^{A}67.70 \pm 0.88^{b}$	$^{A}71.51 \pm 0.37^{a}$	$^{A}68.11 \pm 0.31^{b}$	$^{A}61.05 \pm 0.85^{c}$
0.10	$^{A}69.64 \pm 1.94^{a}$	$^{B}66.48 \pm 0.79^{ab}$	$^{B}64.84 \pm 1.36^{b}$	$^{B}56.42 \pm 0.43^{c}$

หมายเหตุ : a, b, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

A, B, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P≤0.05)

จากตารางที่ 4.2แสดงปริมาณโดยเฉลี่ยของน้ำมะละกอที่ได้จากการสกัดด้วยไมโครเวฟ โดยใช้เอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0 %w/w ที่กำลังไฟฟ้า 0W, 100W, 200W และ 300W คือ 60.95, 62.17, 63.87 และ 55.47ตามลำดับ เอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0.01 %w/w ที่กำลังไฟฟ้า 0W, 100W, 200W และ 300W คือ 63.29, 65.04,67.02และ 56.97 ตามลำดับ เอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0.05 %w/w ที่กำลังไฟฟ้า 0W, 100W, 200W และ 300W คือ 67.70, 71.51, 68.11และ 61.05 ตามลำดับและเอนไซม์ที่ความเข้มข้น 0.10 %w/w ที่กำลังไฟฟ้า 0W, 100W, 200W และ 300W คือ 69.64, 66.48, 64.84และ 56.42 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดด้วยไมโครเวฟที่ ความเข้มข้นของเอนไซม์ 0.05%(w/w) และกำลังไฟฟ้า 100W เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้ปริมาณน้ำมะละกอสูงสุด

4.2 ผลของการเปรียบเทียบเวลาในการสกัดโดยใช้ไมโครเวฟ

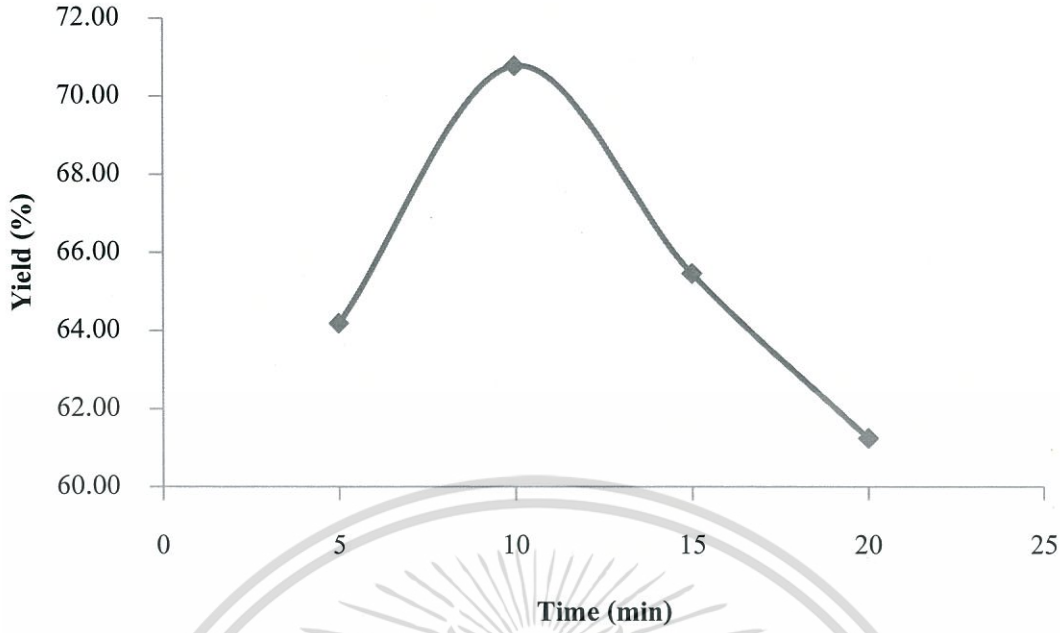
ในการทดลองนี้ได้ศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมะละกอ โดยหาเวลาที่มีปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอมากที่สุด ในการทดลองกำหนดเวลา คือ 5, 10, 15และ 20 นาที โดยใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์และกำลังไฟฟ้าที่ดีที่สุดในการสกัด จากการทดลองที่ 4.1.2 คือ 0.05%(w/w) และ100W ตามลำดับ พบว่า เวลาที่ 10 นาทีได้ผลผลิตน้ำมะละกอมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ผลของเวลาการสกัดด้วยไมโครเวฟที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ

เวลา (นาที)	ผลผลิตน้ำมะละกอ (%)
5	64.18 ± 0.85^{b}
10	70.78 ± 1.29^{a}
15	65.46 ± 2.23^{b}
20	61.24 ± 0.73^{c}

หมายเหตุ : a, b, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ผลของเวลาในการสกัดด้วยไมโครเวฟที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่าง ได้ค่าปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอดังตารางที่ 4.3 พบว่าผลผลิตไม่ได้เพิ่มขึ้นจากระยะเวลาสกัด 5 นาทีจนที่เวลา 10 ได้ผลผลิตน้ำมะละกอมากที่สุดคือ 70.78% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) หลังจากนั้นผลผลิตลดลง จากการทดลองจึงเลือกใช้เวลา 10 นาที ในการสกัดเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอมากที่สุด

4.3 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของไซรัปจากการสกัดทั้ง 2 วิธี

การวิเคราะห์คุณลักษณะของไซรัปที่สกัดได้จากเนื้อมะละกอสุกทั้ง 2 วิธี คือ ไมโครเวฟ และอ่างควบคุมอุณหภูมิ ได้ผลการทดลองดังนี้ ค่าความเป็นกรด (pH) 4.52 และ 4.70 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ทั้งหมด (TSS) 72.20 และ 72.73 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้(Aw) 0.72 และ 0.69 ตามลำดับ และค่าความหนืด (Viscosity) 7,167 และ 10,270 เซนติพอยส์ ตามลำดับโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากการทดลองค่าพีเอช ที่ได้ทำให้ไซรัปมีรสชาติออกเปรี้ยว โดยที่แบคทีเรียส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่พีเอช 7 แต่ยีสต์และราสามารถเจริญได้ที่พีเอชต่ำ ปริมาณสารทั้งหมดที่สามารถละลายได้ ประมาณ 72 องศาบริกซ์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาไซรัปได้นานกว่า โดยไม่ต้องเติมสารกันเสีย เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระมีน้อย ทำใจจุลินทรีย์เจริญได้ช้า ส่วนค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ก็คลายกันกับค่าปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ เพราะปริมาณน้ำอิสระไม่เพียงพอให้จุลินทรีย์เจริญ แต่ยังมียีสต์และราที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญได้ค่าความหนืดแสดงอย่างเห็นได้ชัด ว่าไซรัปจากอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความหนืดที่มากกว่าไซรัปที่สกัดจากไมโครเวฟ

ตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาคุณลักษณะของไซรัปมะละกอจากการสกัด2วิธี

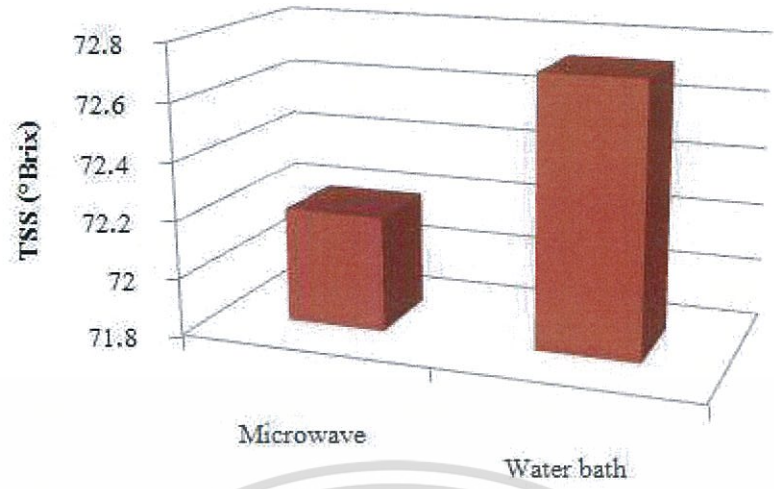
	Microwave	Water bath
pH	4.52 ± 0.02[a]	4.70 ± 0.01[b]
TSS (°Brix)	72.20 ± 0.20[a]	72.73 ± 0.23[b]
Aw	0.72 ± 0.00[a]	0.69 ± 0.00[b]
Viscosity (CP)	7167.00 ± 27.22[a]	10270.67 ± 10.50[b]

หมายเหตุ : a, b, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

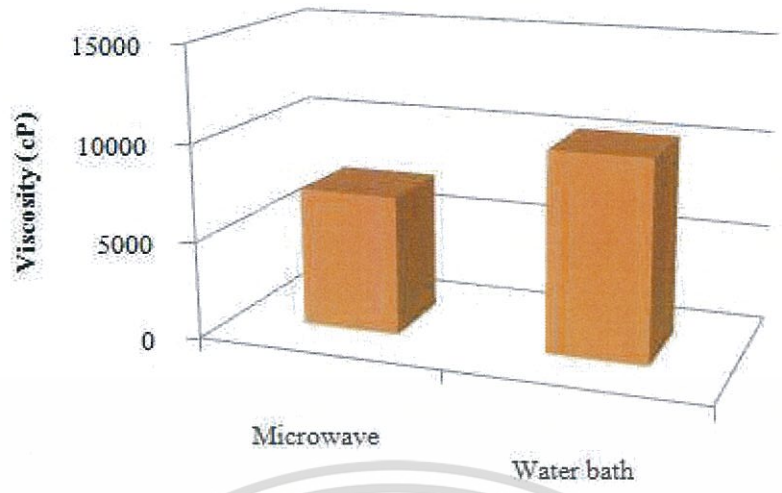
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ทั้งหมด จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี

ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148839



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความหนืด จากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี

4.4 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อค่าสีของไซรัป

เมื่อนำไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธีคือไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิ มาวัดคุณภาพด้านสี แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่า สีของไซรัปมะละกอมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมีความสว่างมากกว่าไซรัปมะละกอที่สกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยมีความสว่าง (L*) เท่ากับ 84.53 และ 79.19 ตามลำดับ ค่า a* เท่ากับ 0.53 และ 3.13 ตามลำดับ ค่า b* เท่ากับ 12.48 และ 12.92 ตามลำดับ ค่า c* เท่ากับ 13.02 และ 12.49 ตามลำดับ และค่า h* เท่ากับ 87.56 และ 76.00 ตามลำดับ

จากการทดลองวัดคุณภาพด้านสีของไซรัปมะละกอด้วยวิธีสกัด 2 วิธี คือ ไมโครเวฟ และอ่างควบคุมอุณหภูมิ พบว่า การสกัดโดยไมโครเวฟ จะได้ไซรัปที่มีสีน้ำตาลอมส้ม มีความสว่างและใสมากกว่า การสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยการสกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิ จะได้ไซรัปที่มีสีน้ำตาลเข้ม นอกจากนี้สีเข้มของไซรัป เกิดจากการย่อยสลายของเนื้อมะละกอโดยเอนไซม์เพคติเนส จึงสกัดน้ำผลไม้ได้ง่ายขึ้น ทำให้ของเหลวและสารประกอบต่างๆเช่น โปรตีน ฟอสฟอรัส ละลายออกมาได้มากขึ้นซึ่งสารประกอบต่างๆเหล่านี้มีผลต่อความข่นของน้ำผลไม้ (Jorjana และคณะ, 2011) อย่างไรก็ตามผลของการวัดสีแสดงให้เห็นสีของไซรัปที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธี

ค่าสี	ไมโครเวฟ	อ่างควบคุมอุณหภูมิ
L*	84.53 ± 0.09[a]	79.19 ± 0.05[b]
a*	0.53 ± 0.19[a]	3.13 ± 0.06[b]
b*	12.48 ± 0.17[a]	12.92 ± 0.03[b]
c*	13.02 ± 0.05[a]	12.49 ± 0.16[b]
h*	87.56 ± 0.92[a]	76.00 ± 0.42[b]

หมายเหตุ : a, b, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.5 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไซรัปมะละกอจากการสกัด 2 วิธี

การทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีผลต่อไซรัปมะละกอแสดงในตารางที่ 4.6 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนความชอบด้านสีเฉลี่ย 6.40 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยและ 5.60 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ

ความชอบด้านกลิ่นรสของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนเฉลี่ย 5.56 และ 5.44 อยู่ในระดับเฉยๆทั้งคู่ ตามลำดับ

ความชอบด้านความหวานของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมีและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย และ 5.96 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ

ความชอบด้านความหนืดของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมีและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนเฉลี่ย 5.80 อยู่ในระดับเฉยๆ และ 4.96 อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ

ความชอบโดยรวมของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมีและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนเฉลี่ย 6.12 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยและ 5.28 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ

ผู้บริโภคชอบไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟ มากว่าสกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิในด้านสี ความหนืด และความชอบโดยรวมส่วนด้านความหวานชอบไซรัปที่สกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิมากกว่าสกัดโดยไมโครเวฟ ส่วนด้านกลิ่นรสอยู่ในระดับเฉยๆเท่ากัน เนื่องจากมาจากการสกัดมะละกอพันธุ์เดียวกันจึงมีกลิ่นรสที่ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไซรัปมะละกอจากการสกัด2วิธี

การประเมิณ	ไมโครเวฟ	อ่างควบคุมอุณหภูมิ
สี	6.40 ± 0.58[a]	5.60 ± 0.87[b]
กลิ่นรส[ns]	5.56 ± 0.92	5.44 ±1.00
ความหวาน	4.88 ± 1.01[a]	5.96 ± 1.02[b]
ความหนืด	5.80 ± 1.19[a]	4.96 ± 1.27[b]
ความชอบโดยรวม	6.12 ± 0.73[a]	5.28 ± 0.84[b]

หมายเหตุ : a, b, ... หมายถึง ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 ผลของกำลังไฟฟ้าที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ

จากการทดลองสกัดน้ำมะละกอกำลังไฟฟ้าที่ทำให้ปริมาณน้ำมะละกอสูงสุด คือ 100W เนื่องจากอุณหภูมิช่วง 100W ทำให้การทำงานของเอนไซม์เพคติเนสทำงานได้ดีและได้ปริมาณน้ำมะละกอสูงสุด โดยใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์ คือ 0.05% (w/w)

5.2 ผลของความเข้มข้นของเอนไซม์ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมะละกอ

จากการทดลองหาผลของความเข้มข้นเอนไซม์พบว่าเมื่อใช้ ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส ที่ระดับความเข้มข้น 0.05% (w/w) กับมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ที่กำลังไฟฟ้า 100W ทำให้ได้ปริมาณน้ำมะละกอสูงสุด น้ำมะละกอที่ได้จากการใช้ความเข้มข้น 0.05% (w/w)

5.3 ผลการศึกษาคุณภาพของไซรัปมะละกอ จากวิธีการสกัด 2 วิธี

5.3.1 ด้านสีของไซรัปที่ได้จากการสกัด 2 วิธี คือ อ่างควบคุมอุณหภูมิ และไมโครเวฟ พบว่า การสกัดโดยไมโครเวฟจะได้ไซรัปที่มีสีน้ำตาลอมส้ม และมีความสว่างและใส มากกว่าการสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยการสกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิจะได้ไซรัปที่มีสีน้ำตาลแดง ผลของการวัดสีแสดงให้เห็นสีของไซรัปที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

5.3.2 ค่าความหนืดของไซรัปที่ได้จากการสกัด 2 วิธีคืออ่างควบคุมอุณหภูมิ และไมโครเวฟมีค่าความหนืด อยู่ในช่วง 7,167 – 10,270 เซนติพอยส์ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

5.3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (Total soluble solid: TSS) พบว่า ไซรัปที่ได้จากการสกัด 2 วิธี คือ อ่างควบคุมอุณหภูมิ และไมโครเวฟ มีปริมาณของแข็งที่ละลายเท่ากับ 70-75 องศาบริกซ์ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมชนิดอื่นๆ

5.3.4 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) พบว่า ไซรัปที่ได้จากการสกัด 2 วิธี คือ อ่างควบคุมอุณหภูมิ และไมโครเวฟไซรัปมะละกอมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.52 - 4.70 ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญ แต่พวกยีสต์และเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ที่ pH ต่ำ

5.3.5 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ พบว่า ไซรัปที่ได้จากการสกัด 2 วิธี คือ อ่างควบคุมอุณหภูมิ และไมโครเวฟอยู่ในช่วงประมาณ 0.70 ซึ่งจัดอยู่ในอาหารระดับความชื้นปานกลางยีสต์และราที่ชอบความแห้งบางชนิดสามารถเจริญได้

5.4 ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไซรัปจากการสกัด 2 วิธี

การทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีผลต่อไซรัปมะละกอผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนความชอบด้านสีเฉลี่ย 6.40 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และ 5.60 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบด้านกลิ่นรสของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนเฉลี่ย 5.56 และ 5.44 อยู่ในระดับเฉยๆ ทั้งคู่ ตามลำดับ ความชอบด้านความหวานของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมีและอ่างควบคุมอุณหภูมิ มีความแตกต่างด้านสถิติ และมีคะแนนเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย และ 5.96 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ ความชอบด้านความหนืดของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติ และมีคะแนนเฉลี่ย 5.80 อยู่ในระดับเฉยๆ และ 4.96 อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ ความชอบโดยรวมของไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมีและอ่างควบคุมอุณหภูมิมีความแตกต่างด้านสถิติและมีคะแนนเฉลี่ย 6.12 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยและ 5.28 อยู่ในระดับเฉยๆ ตามลำดับ

ผู้บริโภคชอบไซรัปมะละกอที่สกัดโดยไมโครเวฟมากว่าสกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิในด้านสี ความหนืด และความชอบโดยรวมส่วนด้านความหวานชอบไซรัปที่สกัดโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิมากกว่าสกัดโดยไมโครเวฟส่วนด้านกลิ่นรสอยู่ในระดับเฉยๆเท่ากันเนื่องจากมาจากการสกัดมะละกอพันธุ์เดียวกันจึงมีกลิ่นรสที่ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมาก

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ผลสุกของมะละกอนอกจากจะใช้รับประทานเป็นผลไม้ ที่มีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ยังนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ทำน้ำผลไม้ ผลิตซอส ผลไม้กระป๋อง ลูกกวาด เนื้อมะละกอผง แยม เป็นต้น ส่วนเปลือกของผลมะละกอใช้ทำเป็นอาหารสัตว์ และสีผสมอาหาร (พิภพ สมเวที และสิริรัตน์ เพชรเหมือน, 2552) เนื่องจากในการทดลองได้ใช้เนื้อมะละกอเป็นจำนวนมาก ทำให้มีเปลือกมะละกอที่ทิ้งไปเป็นจำนวนมากเช่นกัน จึงสามารถนำเปลือกมะละกอที่ทิ้งนี้มาทำเป็นอาหารสัตว์และสีผสมอาหารได้ สามารถลดจำนวนขยะหรือของเสียจากกระบวนการผลิต และการสูญเสียพลังงานในการกำจัดอันมีสาเหตุจากวัตถุดิบกล้วยตากที่ด้อยคุณภาพ โดยสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่า อีกทั้งกระบวนการผลิตยังไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและไม่สิ้นเปลืองพลังงาน

5.5.2 วัตถุดิบที่เหมาะสมในการนำมาผลิตไซรัป คือ กล้วยน้ำว้าที่ตากแดดเป็นเวลานาน 168 ชั่วโมง (7 แดด) ซึ่งให้ร้อยละของผลผลิตที่ได้สูงที่สุด และมีคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดีที่สุด การพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จะสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด จากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 3.58±0.20 log CFU/ml ลดลงมาเหลือเพียง 1.89±0.06 log CFU/ml
(บัณฑิต อินณวงศ์ และคณะ, 2554)

5.5.3 การทดลองนี้ไม่ได้วิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบจึงไม่สามารถสรุปผลได้ว่าในวัตถุดิบมีปริมาณคุณสมบัติต่างๆอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชิดชัย ปัญญาสวรรค์, วิชัย หฤทัยธนาสันติ์, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, ปริศนา สิริอาชา และธีรารัตน์ สังขวาสี. 2547. การพัฒนาไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองโดยการใช้เอนไซม์. หน้า 434-441. ครั้งที่ 42. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ช่อลัดดา เที่ยงพุก และสายสนม ประดิษฐดวง. 2544. การผลิตน้ำมะม่วงเข้มข้นใสจากพันธุ์น้ำดอกไม้. อาหาร ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 หน้า 28-38. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัณฑิต อินณวงศ์, อรรณพ ทัศนอุดม และวาสนา ฉัตรมงคล. 2554. การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปกล้วยตาก. รายงานเรียบเรียงฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

พิภพ สมเวที และสิริรัตน์ เพชรเหมือน. 2552. โครงการการศึกษาสายพันธุ์ระบบการผลิต และการตลาด ของมะละกอในจังหวัดกระบี่. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะวิทยาการจัดการ และ คณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

พิมเพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. ไซรัปผลไม้/Cordial. หนังสือเกษตรแปรรูป Food & Drink Thai Business ปีที่ 37 ฉบับที่ 1 หน้า 107-110.

ภัณฑิรา นามไพโรจน์, อนุวัตร์ แจ้งชัด และกมลวรรณ แจ้งชัด. 2554. ดัชนีคุณภาพของมะละกอที่มีต่อความชอบรวมของผู้บริโภค. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มะลิวัลย์ ไชยโย. 2554. การเปรียบเทียบคุณภาพของไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและน้ำตาลอ้อย. สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพ: บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมัชฌา กรีดกราย และอำพร นุชเปล่ง. 2558. ผลของเอนไซม์เพคติเนสและอุณหภูมิในการสกัดน้ำกล้วยและไซรัปจากกล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุพัตรา พูลพืชชนม์. 2556. การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไซรัปจากเปลือกและแกนสับปะรด. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

Al-Hooti, N. S., Sidhu, S. J., Al-Saqer, M. J., and Al-Othman, A. 2002.Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. Food Chemistry.79: 215–220.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

El-Nagga, A. E., and Abd El-Tawab, A. Y. 2012.Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. Annals of Agricultural Science.57(1): 29–36.

Hainida, E., Ikram, K., Stanley, R., Netzel, M., and Fanning, K. 2015. Phytochemicals of papaya and its traditional health and culinary uses – A review.Journal of Food Composition and Analysis.41: 201–211.

Hasim, K., Serkan, S., Hamide, G., and Esma, G. 2015. Comparative evaluation of volatiles, phenolics, sugars, organic acids and antioxidant properties of Sel-42 and Tainung papaya varieties.Food Chemistry.173: 912–919.

Huang, Y., Kuan, W., Lo, S., and Lin, C. 2010. Hydrogen-rich fuel gas from rice straw via microwave-induced pyrolysis.Bioresource Technology. 101: 1968–1973.

Huang, Y., Shih, C., Chiueh, P., and Lo, S. 2015. Microwave co - pyrolysis of sewage sludge and rice straw. Energy.87 (1): 638 – 644.

Jayani, R. S., Gupta, R., and Saxena, S. 2005. Microbial Pectinolytic enzymes.A review.Process Biochemistry.40: 2931-2944.

Jorjana, I. and Noor Aziah, A. A. 2011. Quality attributes of durian (DuriozibethinusMurr) pectinase enzyme treatment. International food research journal. 18(3): 1117-1122.

Kim, J., Park, S., Roh, H., Woo, H., Shin, M., Moon, G., Hong, J., Zhang, D., and Kim, H. 2015. Event-specific qualitative and quantitative detection of three genetically modified papaya events using a single standard reference molecule.Food Control.55: 127-132.

Paes, J., da Cunha, C. R., and Viotto, L. A. 2015.Concentration of lycopene in the pulp of papaya (Carica papaya L.) by ultrafiltration on a pilot scale.Food and Bioproducts Processing.96: 296-305.

Pereira, T., Vargasa, H., and de Almeida, P. S. G. 2009.Gas diffusion in 'Golden' papaya fruit at different maturity stages.Postharvest Biology and Technology.54: 123-130.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shukla, S. K., Mishra, A., and Jain, J. 2013. Concentration of Fruit Juices by Vacuum Membrane Distillation: A Review International Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 3: 2248-9924.

Sri Lanka Standards Institution.1985. Specification for fruit cordial concentrates, fruit squash concentrates and fruit syrup concentrates ; SLS 730.

Tadakittisarn, S., Haruthaithanasan, V., Chompreeda, P., and Suwonsichon, T. 2007. Optimization of Pectinase Enzyme Liquefaction of Banana'Gros Michel' for Banana Syrup Production.Kasetsart J. (Nat. Sci.) 41: 740–750.

Tapre, A. R. and Jain, R.K. 2014.Optimization of an enzyme assisted banana pulp clarification process. International Food Research Journal.21(5): 2043-2048.

United States Department of Agriculture.2015. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. [Online].Available: http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2307?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=papaya

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

วิธีการใช้เครื่องมือ

ก.1 วิธีการแยกน้ำและเนื้อ โดย เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge Thermo Sorvall รุ่น Legend 1.6 R)

เปิดเครื่องที่สวิตซ์ด้านข้างขวาของตัวเครื่อง

⇩

กดปุ่มเปิดฝาเครื่อง

⇩

ใส่หัว Rotor ลงใน chamber ให้ตรงแกนจน Rotor ลงล็อคแล้วใช้ไขควงของเครื่องขันหัว Rotor ให้แน่น

⇩

ใส่ค่าความเร็วรอบ (8,000 rpm) ระยะเวลา (20 นาที) และอุณหภูมิ (4 องศาเซลเซียส) ที่ต้องการ

⇩

นำตัวอย่างใส่หลอด Centrifuge ชั่งน้ำหนักให้เท่าๆกันเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่าง Rotor หมุนเหวี่ยง

⇩

นำหลอด Centrifuge ที่มีตัวอย่างใส่ลงใน Rotor

⇩

ตัวล็อคฝาให้แน่น (พอตึงมือ) จากนั้นปิดฝาตัวเครื่องกด Start เครื่องจะเริ่มทำงาน

⇩

เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดรอจน Speed ลดเหลือ 0 แล้วเครื่องร้องเตือน

⇩

จึงกดเปิดฝาเครื่องเพื่อนำตัวอย่างนั้นออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 วิธีการกรองตะกอน (Vacuum pump)

เสียบปลั๊กเครื่อง Vacuum pump

⇩

ทาปิโตรเลี่ยมเจลที่แขนของ Suction flask เพื่อไม่ให้สายยางดูดอากาศติดกับSuction flask

⇩

นำจุกยางวางบนหัวของ Suction flask แล้วสวมBuchner funnel ให้แน่น

⇩

วางกระดาษกรองใน Buchner funnel ในแน่น

⇩

เปิดสวิตซ์ Vacuum pump

⇩

ค่อยๆรินน้ำที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงลงบนกระดาษกรองให้หมด

⇩

รอจนกว่าจะดูดจนน้ำหมดจากกระดาษกรอง

⇩

นำน้ำที่กรองได้ที่อยู่ใน Suction flask ไปชั่งน้ำหนัก

ก.3 วิธีการทำให้เข้มข้น (Rotary Evaporator)

เปิดสวิตซ์ปั้มและเปิดก๊อกน้ำเพื่อให้มีน้ำมาหล่อเย็น

⇩

เปิดสวิตซ์ที่หม้อ และตั้งอุณหภูมิที่ต้องการ

⇩

ทาปิโตรเลี่ยมเจลที่ขวด Evaporator และขวดรับสาร

⇩

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบขวดรับสารเข้ากับขวดกลั่น โดยใช้ตัวหนีบหนีบแล้วล็อคให้แน่น

นำตัวอย่างใส่ขวด Evaporator และนำไปใส่เข้ากับตัวเครื่องแล้วล็อคไว้

ค่อยๆปรับระดับขวด Evaporator ให้ลงมาจุ่มในน้ำแล้วปรับระดับความเร็วรอบการหมุนของเครื่องตามเหมาะสม

เมื่อน้ำออกจากตัวอย่างจนตัวอย่างอยู่ในระดับที่ต้องการจึงหยุดการหมุนและถอดอุปกรณ์ขวด Evaporator ออกเพื่อนำตัวอย่างออกเพื่อวัดค่าความเข้มข้นให้ได้บริกซ์ตามที่ต้องการ

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity)(AQUALAB รุ่น 3TE)

เปิดเครื่องทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 30 นาที

Calibrate เครื่องด้วยน้ำ Ultra pure type I

ใส่ตัวอย่างที่ต้องการจะวัดลงในตลับสาหรับวัดตัวอย่างประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ(เช็ดตลับให้สะอาด)

นำไปใส่ในเครื่องวัดแล้วรอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระ(Aw) คงที่

ก.5 การวิเคราะห์ความหนืด (Brookfield viscometer DV-III Ultra)

ปรับระดับลูกน้ำให้อยู่กึ่งกลางของกรอบและเปิดเครื่อง (Power switch) ที่ด้านหลังของฐานเครื่อง

กดปุ่ม Motor on/off เครื่องจะทำการปรับศูนย์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างใส่ใน Chamber ซึ่งติดตั้งเข้ากับชุด small sample adapter
ควบคุมอุณหภูมิในการวัดที่ 25±1 องศาเซลเซียส

ใส่หัววัดเบอร์ 34 และจุ่มลงในตัวอย่าง

เลือกความเร็วรอบโดยพิจารณาความเร็วรอบจากค่าทอร์ก (Torque) ที่เข้าใกล้ 80

หลังจากนั้นอ่านค่าความหนืดของตัวอย่างเป็นเซนติพอยส์ (cP)

ก.6 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง(pH meter)

Calibrate เครื่องโดยการนำหัวโพรบจุ่มที่ขวด pH7

เช็ดหัวโพรบให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นแล้วจุ่มที่ pH4

นำโพรบมาจุ่มที่ตัวอย่าง แล้วอ่านค่า

ก.7 การวิเคราะห์สี (Minolta CR-300)

นำถ่านขนาด 2A ใส่ในเครื่อง Minolta CR-300

เปิดเครื่อง

กดปุ่ม Calibrate

นำเอาหัวเครื่องยิงที่แผ่นกระเบื้องสีขาวที่มากับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไฟกระพริบครบ 3 ครั้ง อ่านค่า L*a*b* ที่หน้าจอ

ตักตัวอย่างใส่ถ้วยเล็ก ประมาณ 5 กรัม

นำพลาสติกใสมาครอบข้างบน เพื่อไม่ให้หัวเครื่องวัดสีเปื้อน

กดยิง แล้วอ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

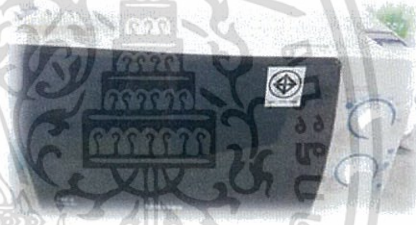
ภาคผนวก ข.
รูปภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ

ข.1 รูปภาพประกอบวิธีการสกัดน้ำมะละกอ

ภาพที่ ข.1 Reflectometer N-1

ภาพที่ ข.2 Commercial Pectinase Enzyme

ภาพที่ ข.3 Water bath



ภาพที่ ข.4 Microwave

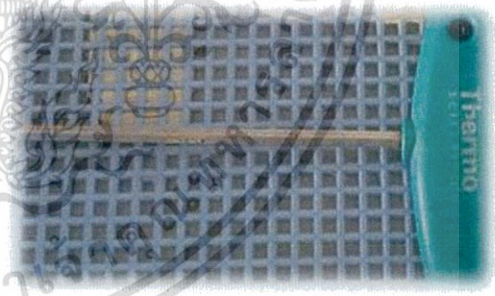
ภาพที่ ข.5 Cooler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 วิธีการแยกน้ำและเนื้อ โดยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge Thermo Sorvall รุ่น Legend 1.6 R)

ภาพที่ ข.6 Centrifuge Thermo Sorvall รุ่น Legend 1.6 R

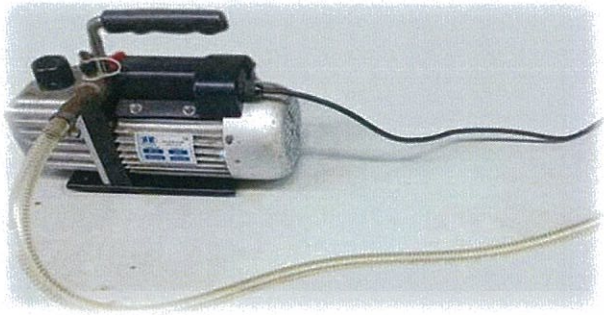
ภาพที่ ข.7 หลอดเซนทริฟิวส์



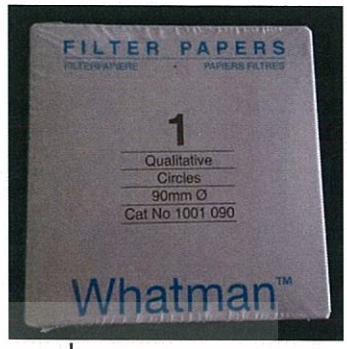
ภาพที่ ข.8 ไขควง Rotor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 วิธีการกรองตะกอน (Vacuum pump)



ภาพที่ ข.9 เครื่อง Vacuum pump

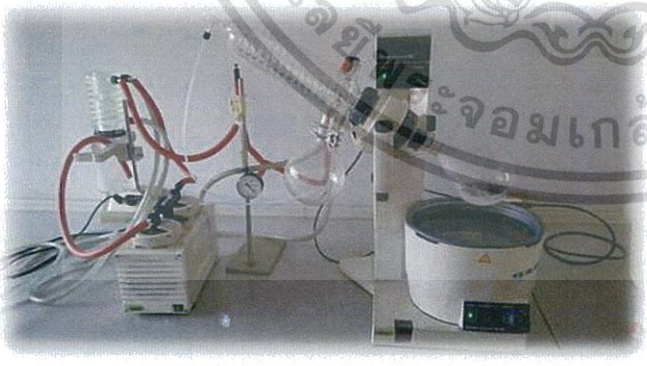


ภาพที่ ข.10 กระดาษกรอง

ภาพที่ ข.11 Suction flask

ภาพที่ ข.12 Buchner funnel

ข.4 วิธีการทำให้เข้มข้น (Rotary Evaporator)



ภาพที่ ข.13เครื่อง Rotary Evaporator

ภาพที่ ข.14 Reflectometer N-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity)

ภาพที่ ข.15 เครื่องวัด water activity **ภาพที่ ข.16** น้ำ Ultra pure type I **ภาพที่ ข.17**ตลับใส่ตัวอย่าง

ข.6 การวิเคราะห์ความหนืด (Brookfield viscometer DV-III Ultra)

ภาพที่ ข.18เครื่อง Brookfield viscometer DV-III Ultra

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.7 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

ภาพที่ ข.19 pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบชิมทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไซรัปมะละกอ

ชื่อผู้ทดสอบ : ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านตามคำอธิบายความชอบด้านล่างและกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างระดับคะแนนความชอบดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉยๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง	
ความชอบด้านสี		
ความชอบด้านกลิ่นรส		
ความชอบด้านรสหวาน		
ความชอบด้านความหนืด		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาว จันทร์จิรา จันทร์หอม
วัน เดือน ปีเกิด	14 มีนาคม 2537
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2549	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง
พ.ศ. 2552	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง
พ.ศ. 2555	เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะอุตสาหกรรมเกษตรสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
ผลงานวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับผู้ป่วยโรคอ้วนและเบาหวาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาว จิราพร บุญพิศิษฐ์สกุล
วัน เดือน ปีเกิด	14 มิถุนายน 2537
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2549	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี
พ.ศ. 2552	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี
พ.ศ. 2555	เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะอุตสาหกรรมเกษตรสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงานโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้