ผลของไมโครเวฟและอัลตราโซนิคต่อการสกัดไซรัปจากกล้วยน้ำว้าด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส

EFFECT OF MICROWAVE AND ULTRASONIC ON BANANA SYRUP EXTRACTION BY PECTINASE AND CELLULASE

ธมลวรรณ สวนรักษา
พนัชกร สุดเฉลียว
วรรณทิพย์ ขันธมาลา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ผลของไมโครเวฟและอัลตราโซนิคต่อการสกัดไซรัปจากกล้วยน้ำว้าด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส

EFFECT OF MICROWAVE AND ULTRASONIC ON BANANA SYRUP EXTRACTION BY PECTINASE AND CELLULASE

จัดทำโดย

ธมลวรรณ สวนรักษา รหัสประจำตัว 58080176

พนัชกร สุดเฉลียว รหัสประจำตัว 58080184

วรรณทิพย์ ขันธมาลา รหัสประจำตัว 58080199

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 25 / 06 / 62

(ดร. กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ผลของไมโครเวฟและอัลตราโซนิคต่อการสกัดไซรัปจากกล้วยน้ำว้าด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส
ชื่อนักศึกษา	ธมลวรรณ สวนรักษา รหัสนักศึกษา 58080176
	พนัชกร สุดเฉลียว รหัสนักศึกษา 58080184
	วรรณทิพย์ ขันธมาลา รหัสนักศึกษา 58080199
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

นำกล้วยน้ำว้าที่สุกงอมระดับ 7 มาเป็นวัตถุดิบสกัดไซรัปกล้วย จากการศึกษาผลของเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไซรัปกล้วย พบว่าเมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสที่ความเข้มข้น 0.2 %w/v ร่วมกับเอนไซม์เซลลูเลสที่ความเข้มข้น 0.2%w/v ที่อุณหภูมิ 33 °C เป็นเวลา 120 นาที ทำให้ได้ผลผลิต 32.72±1.42% และการใช้เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวทำให้ได้ผลผลิต 28.05±3.43% เมื่อเทียบกับการไม่ใส่เอนไซม์ ซึ่งให้ผลผลิต 16.56±3.03% นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เอนไซม์ทำให้ได้ไซรัปที่มีความใสดีกว่าการไม่ใส่เอนไซม์อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อศึกษาผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วย พบว่าที่ระดับพลังงานสูงสุด 300 วัตต์ จะใช้เวลาในการให้ความร้อนน้อยกว่าที่ระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ และปริมาณกล้วยที่เพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นช้าลง เมื่อศึกษาผลของการใช้เอนไซม์เพคติเนสกับเอนไซม์เซลลูเลส ร่วมกับไมโครเวฟ อัลตราโซนิค และอ่างควบคุมอุณหภูมิพบว่าการให้ความร้อนโดยการใช้ไมโครเวฟ ที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ เป็นเวลาเพียง 2 นาที 15 วินาที ได้ปริมาณผลผลิต 39.34±1.00% เมื่อเทียบกับอัลตราโซนิค (29.4±1.21%) ที่เวลา 10 นาที และอ่างควบคุมอุณหภูมิ (32.72+1.42%) ที่ใช้เวลาถึง 120 นาที

คำสำคัญ: เพคติเนส เซลลูเลส ไซรัปกล้วย อัลตราโซนิค ไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Effect of microwave and ultrasonic on banana syrup extraction by pectinase and cellulase
Student name	Thamonwan Suanraksa Student ID 58080176
	Panatchakorn Sudchaleaw Student ID 58080184
	Wanthip Khantamala Student ID 58080199
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2019
Advisor	Dr. Kittichai Banjong

ABSTRACT

The ripen Nam Wa banana (level 7) was used as raw material for banana syrup extraction using pectinase and cellulase. It was found that 0.2% w/v pectinase and 0.2% w/v cellulase at 33 °C for 120 min has highest syrup yield (32.2±1.42%) when compare to 0.2% w/v pectinase (28.05±3.43%) and no enzyme treatment (16.56±3.03%). It was also found that syrup from the extraction with the enzyme has higher clarity than the extraction without enzyme treatment significantly ($P \leq 0.05$). When the power level of microwave and weight of banana on temperature of syrup extraction was studied, the 300W microwave power resulted in less heating time than 100W and 200W and also the more banana weight resulted in slower heating than less banana weight. When the effect of enzyme and the treatment methods (microwave, ultrasonic and water bath) was combined, it was found that 0.2% pectinase and 0,2% cellulase with 300W microwave power for only 2 min 15 sec has as high as 39.34±1.00% compare to 29.4±1.21% from ultrasonic treatment which take 10 min and 32.72+1.42% from water bath treatment which take 120 min.

Keywords: Pectinase, Cellulase, Banana syrup, Ultrasonic, Microwave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของไมโครเวฟและอัลตราโซนิคต่อการสกัดไซรัปจากกล้วยน้ำว้าด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้ หากไม่ได้คำแนะนำ ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในการทำการทดลองที่ถูกต้อง จาก ดร.กิตติชัย บรรจง อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งสละเวลาในการให้คำชี้แนะ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยของการจัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งคณะอาจารย์สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร และพี่ปริญญาโท ที่คอยแนะนำแลกเปลี่ยนความรู้ รวมถึงสอนการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำปัญหาพิเศษ ผู้จัดทำมีความรู้สึกซาบซึ้งและยินดีที่ทุกท่านคอยสนับสนุน จึงอยากขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ธมลวรรณ สวนรักษา
พนัชกร สุดเฉลียว
วรรณทิพย์ ขันธมาลา
มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เอนไซม์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้	3
2.2 หลักการทำงานของไมโครเวฟ	4
2.3 การใช้ไมโครเวฟในการสกัด	6
2.4 การใช้อัลตราโซนิคในการสกัด	6
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	7
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	7
3.2 อุปกรณ์	7
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	11
4.1 ผลของเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย	11
4.2 ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วย	15
4.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 27

5.1 ผลของเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย 27

5.2 ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วย 27

5.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส 27

5.4 ข้อเสนอแนะ 28

บรรณานุกรม 29

ภาคผนวก 30

ภาคผนวก ก วิธีใช้เครื่องมือ 31

ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ 34

ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณของผลการทดลอง 41

ภาคผนวก ง ภาพนิ่งประกอบการนำเสนอปัญหาพิเศษ 43

ประวัติผู้เขียน 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลของเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย	11
4.2	ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยจากเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C	12
4.3	ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยกล้วยจากเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C	12
4.4	ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดไซรัปกล้วย	19
4.5	ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยจากระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิ	19
4.6	ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยจากระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิ	20
4.7	ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส	23
4.8	ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยจากการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส	24
4.9	ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยจากการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การทำงานของเอนไซม์	3
2.2	dipole rotation และ ionic conduction ของคลื่นไมโครเวฟ	5
2.3	การสกัดของวิธีการแบบดั้งเดิม (A) และ การสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ (B)	5
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (ปริมาณกล้วย 200 กรัม)	16
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (ปริมาณกล้วย 500 กรัม)	17
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (ปริมาณกล้วย 1000 กรัม)	18
ข.1	กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7	34
ข.2	กล้วยน้ำว้าที่ถูกหั่นหลังจากปอกเปลือก	34
ข.3	กล้วยน้ำว้าที่ถูกบดด้วยเครื่องปั่น	35
ข.4	น้ำกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ความเข้มข้นเอนไซม์ 0.2% w/v ที่ถูกให้ความร้อนด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิที่33°C	35
ข.5	เครื่องหมุนเหวี่ยง Centrifuge (รุ่น Universal 320)	36
ข.6	น้ำกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส หลังเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ด้วยความเร็ว 8000 รอบ/20 นาที	36
ข.7	อ่างควบคุมอุณหภูมิ	37
ข.8	น้ำกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ที่ถูกให้ความร้อนด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ หลังผ่านการระเหยเพื่อเอาน้ำออก.	37
ข.9	เครื่องวัดค่า Aw (รุ่น 4TE)	38
ข.10	เครื่องวัดค่าความหนืด (Brookfield viscometer DV-III)	38
ข.11	เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab รุ่น Color Quest)	39
ข.12	เครื่อง Spectrophotometer (รุ่น 1601)	39
ข.13	เครื่อง Ultrasonic แบบอ่าง	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกทั้งเป็นแหล่งพลังงานระดับสูงที่ดีเนื่องจากมีทั้งแป้งและน้ำตาล และกล้วยยังเป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานกันเป็นอย่างมากเนื่องจากมีกลิ่นและรสชาติที่เฉพาะ ดังนั้นส่วนใหญ่จึงมีการบริโภคเป็นผลไม้สด โดยกล้วยเป็นผลไม้ที่มีความไวต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากการสลายตัวไปอย่างรวดเร็วเมื่อสุก โดยที่การเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิต่ำค่อนข้างไม่เหมาะ เนื่องจากหากมีจำนวนมากจะเสียเร็วเพราะการผลิตไม่ทันและพื้นที่การจัดเก็บไม่เพียงพอ (Maskan, 2000) นอกจากนี้กล้วยยังเหมาะสำหรับการนำมาผลิตเป็นน้ำผลไม้ (Mohapatra และคณะ, 2011) โดยปัญหาที่ใหญ่ที่สุดของผลกล้วยหลังจากการเก็บเกี่ยวคือ เพคติน ที่มีอยู่ในกล้วย โดยที่ทำให้การสกัดน้ำผลไม้นั้นทำได้ยาก(ทิพวรรณ, 2553) ดังนั้นเมื่อศึกษาถึงเอนไซม์ที่ช่วยในการสกัดน้ำผลไม้ในอุตสาหกรรมมีดังนี้ เอนไซม์เพคติเนส เอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์อะไมเลส

ซึ่งการนำเอนไซม์มาช่วยในการสกัดน้ำผลไม้นั้นโดยที่เอนไซม์เพคติเนส จะช่วยย่อยสลายเพคติน ทำให้มีโมเลกุลเล็กลงซึ่งช่วยในการลดความหนืดของน้ำผลไม้ได้ ส่วนเอนไซม์เซลลูเลส จะช่วยย่อยสลายเซลลูโลส ที่เป็นผนังเซลล์ของกล้วยทำให้ได้ปริมาณน้ำผลไม้จำนวนมาก

ในเรื่องของการให้ความร้อนโดยทั่วไปมักใช้การให้ความร้อนโดยใช้ Hot plate หรือ Water Bathซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ค่อนข้างยาก ทำให้เกิดการขึ้นลงของอุณหภูมิเป็นผลให้ได้ผลิตผลที่ค่อนข้างผิดพลาด ดังนั้นเมื่อศึกษาถึงการใช้อุปกรณ์ในการให้ความร้อนพบว่า การใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อน โดยที่ระบบการทำงานของไมโครเวฟ คือ คลื่นไมโครเวฟจะพุ่งเข้าสู่อาหารจากทุกทิศทางโดยรอบจากผนังเตาด้านในแล้วแผ่กระจายไปสู่อาหาร เมื่อคลื่นไปกระทบกับอาหารจะทำให้โมเลกุลของอาหารเกิดการเสียดสีกัน ก่อให้เกิดเป็นพลังงานความร้อนทำให้อาหารสุกอย่างรวดเร็ว และซึ่งในปัจจุบันการใช้อัลตราโซนิคนั่นเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น ใช้ในการสกัดน้ำผลไม้ โดยที่การนำอัลตราโซนิคมาใช้จะช่วยเพิ่มอัตราของการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหน้าของวัตถุดิบและของเหลวได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้สนใจศึกษาผลของการใช้ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคในการสกัดน้ำผลไม้ โดยการนำไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมาใช้กับกล้วยโดยการให้ความร้อนในขั้นตอนของการสกัดน้ำกล้วยเป็นไซรัป โดยเปรียบเทียบไซรัปกล้วยที่ใช้ไมโครเวฟกับการใช้อัลตราโซนิค ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยเป็นไซรัป ทั้งการใช้ไมโครเวฟและการใช้อัลตราโซนิค โดยทำการวิเคราะห์ ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของไซรัปกล้วย เพื่อพัฒนากระบวนการสกัดไซรัปกล้วยที่เหมาะสม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไซรัปกล้วยที่มีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาผลของเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไซรัปกล้วย

1.2.2 ศึกษาระดับพลังงานของไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิ

1.2.3 ศึกษาผลของระดับพลังงานไมโครเวฟที่มีต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไซรัปกล้วย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบผลของเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสที่มีผลต่อความใสและปริมาณผลผลิต

1.3.2 ทราบระดับพลังงานของไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิ

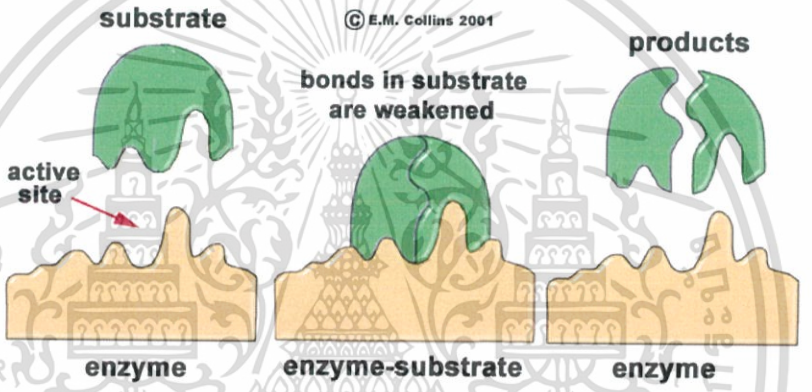
1.3.3 ทราบถึงผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณผลผลิต ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และความใส จากการสกัดไซรัปกล้วยด้วยไมโครเวฟและอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอนไซม์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้

เอนไซม์เป็นสารชีวโมเลกุลจำพวกโปรตีนที่มีหน้าที่เร่งปฏิกริยาเคมีต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต การทำงานของเอนไซม์จะมีความจำเพาะกับซับสเตรท (สารที่จะทำปฏิกริยา)สูงมาก ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เฉพาะชนิดขึ้น



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเอนไซม์

ที่มา: Collins (2001)

ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเป็นปริมาณมากและใช้กันอย่างกว้างขวาง เอนไซม์ที่มีการนำมาใช้มากในอุตสาหกรรม ได้แก่

2.1.1 เอนไซม์เพคติเนส (Pectinase) ใช้ในการย่อยสลายสารเพคติน (Pectin) ให้มีขนาดเล็กลงอันจะเป็นประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์อาหารหลายอย่าง เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้, ไวน์, โกโก้ และกาแฟ

2.1.2 เอนไซม์อะไมเลส (Amylase) เป็นเอนไซม์ที่นำมาใช้ย่อยวัตถุดิบพวกแป้ง ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น น้ำตาลมอลโทส, กลูโคส, เดกซ์ตริน ใช้มากในอุตสาหกรรมผลิตน้ำเชื่อมกลูโคส ลูกกวาด อุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ อุตสาหกรรมการหมักที่ใช้แป้งเป็นวัตถุดิบ และอุตสาหกรรมการผลิตแป้งสาลีสำเร็จรูป

ในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้บางประเภท โดยเฉพาะน้ำผลไม้ที่มีลักษณะใส เช่น น้ำองุ่น น้ำสับปะรด น้ำแอปเปิ้ล หรือน้ำกล้วย จำเป็นที่จะต้องใช้เอนไซม์ในการผลิต ซึ่งตามกฎหมายของสหภาพยุโรป ให้ใช้ได้ 3 ชนิดคือ กลุ่มย่อยเพคติน (Pectolytic enzyme), กลุ่มย่อยโปรตีน (Proteolytic enzyme) และกลุ่มย่อยแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Amylolytic enzyme) เอนไซม์ที่จำหน่ายทั่วไปมักไม่ได้อยู่ในรูปของเอนไซม์บริสุทธิ์ จึงทำหน้าที่หลายอย่าง แต่มักทำหน้าที่ในการย่อยเพคตินเป็น การตรวจสอบว่าน้ำผลไม้นั้น ๆ ได้ผ่านการย่อยเพียงพอแล้ว หรือไม่จะทดสอบจากการมีเพคตินในผลิตภัณฑ์ (Pectin test) โดยการเติมเอทธิลแอลกอฮอล์ลงไป หากยังคงมีเพคตินอยู่น้ำผลไม้จะเกิดเจลหรือมีความขุ่นเกิดขึ้น น้ำผลไม้ที่ผ่านการย่อยของเอนไซม์แล้วจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกรองหรือการทำให้ใสในโรงงานขนาดกลาง หรือขนาดเล็กจะใช้สารเบนโทไนต์ เจลาติน และ Silicon aerogel และ Diatomaceous earth ด้วยเครื่องกรองแบบเป็นชั้นหรือ กรองในระบบ Microfiltration (ขนาดอนุภาค 0.1-0.3 ไมครอน) การกรองด้วยระบบ Ultrafiltration จะเป็นระบบใหม่ที่สามารถกรองและทำให้ปลอดเชื้อได้ในขั้นตอนเดียว โดยไม่ต้องเติมสารช่วยกรอง แต่น้ำผลไม้ที่จะผ่านการกรองนี้จะต้องย่อยด้วยเอนไซม์อย่างสมบูรณ์แล้วเท่านั้นเพื่อลดการอุดตันของแผ่นกรอง

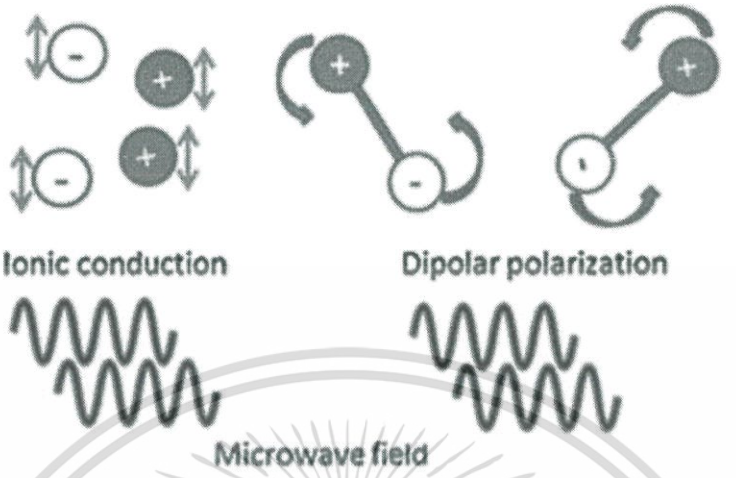
โดยจากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าเอนไซม์เพคติเนสมีความสำคัญในการสกัดน้ำผลไม้มากที่สุดและยังมีเอนไซม์อีก 2 อย่าง คือ เอนไซม์อะไมเลสและเอนไซม์โปรติเอส ที่ใช้ในการย่อยสลายแป้งและโปรตีน ตามลำดับ เพื่อศึกษาการทำงานร่วมกันของเพคติเนสกับเอนไซม์อื่นเพื่อเพิ่มความใส โดยศึกษาจากอะไมเลสจะไปย่อยสลาย ตัดสายโมเลกุลโพลีแซคคาไรด์ให้สั้นลงเล็กลง จึงมีความใส โดยศึกษาเพิ่มเติมจาก

Devina (2009) ที่ศึกษาการทำงานร่วมกันระหว่างเอนไซม์เพคติเนสกับเอนไซม์อะไมเลส โดยการใช้ผลไม้กีวี่ ซึ่งเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิค(วิตามินซี)สูง แต่การสกัดน้ำผลไม้เป็นเรื่องยากเนื่องจากการมีเยื่อของผลไม้นั้น โดยทำการทดลองใช้เอนไซม์เป็นตัวตั้งต้นในการเตรียมการสกัดกีวี่ในขั้นตอนของการได้น้ำกีวี่โดยใช้เอนไซม์ที่แตกต่างกัน ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนที่จะไปทำการกรองและทำให้ใส Mieszczakowska-Frac (2009) พบว่าระดับความใสไม่สามารถทำได้โดยใช้เพคติเนสเพียงอย่างเดียว Devina (2009) รายงานว่าการใช้เอนไซม์ เพคติเนส, อะไมเลส และเซลลูเลสในการเตรียมน้ำกีวี่ จะช่วยเพิ่มปริมาณการสกัดได้ จาก 58% เป็น 78% ในขณะที่การใช้ อะไมเลส หรือ เพคติเนส เพียงอย่างเดียวส่งผลให้ปริมาณการสกัดเป็น 74% และ 69% ตามลำดับ โดยผลการทดลองพบว่า เมื่อมีการใช้เอนไซม์ร่วมกันที่ เพคติเนส 0.025 กรัมต่อกิโลกรัม และอะไมเลส 0.025 กรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ได้ปริมาณการสกัดเป็น 78.46 % และความใสเป็น 1.54 Abs โดยวัดที่การส่องสว่าง 420 นาโนเมตร และมีความหนืดเป็น 1.34 mPa.s

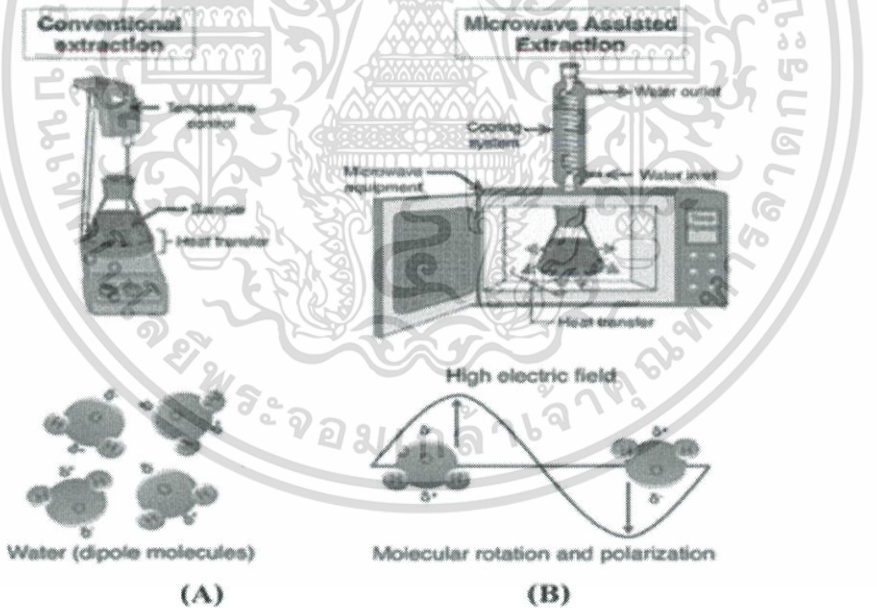
2.2 หลักการการทำงานของไมโครเวฟ

หลักการ คือ อาศัยการส่งผ่านคลื่นไมโครเวฟไปยังเซลล์พืช โดยทำให้โมเลกุลของน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในเซลล์พืชสั่นสะเทือน เกิดแรงดันขึ้นภายในเซลล์ทำให้เซลล์แตก และเซลล์จะปล่อยสารสำคัญที่อยู่ภายในออกมาผสมกับตัวทำละลายที่ใช้สกัด ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้เวลาในการสกัดสั้น ไม่เปลืองตัวทำละลาย ช่วยป้องกันการสลายตัวขององค์ประกอบสำคัญที่สกัดได้ เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้น และช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตของสารสกัดที่ได้ (นิรนาม, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดง dipole rotation และ ionic conduction ของคลื่นไมโครเวฟ
ที่มา: Veera Gnaneswar และคณะ (2013)



รูปที่ 2.3 แสดงการสกัดของวิธีการแบบดั้งเดิม (A) และ การสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ (B)
ที่มา: Francisco และคณะ (2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้ไมโครเวฟในการสกัด

งานวิจัยนี้สนใจนำไมโครเวฟ มาใช้ร่วมกับการใช้เอนไซม์ในการสกัดน้ำกล้วย เพื่อศึกษาถึงผลการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ต่อกระบวนการสกัดน้ำกล้วย สำหรับไมโครเวฟ เป็นอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีหลักการทำงานที่มีการดูดซับคลื่นไมโครเวฟของวัตถุดิบอาหารและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน โดยที่อุณหภูมิจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและใช้ระยะเวลาสั้น การใช้ไมโครเวฟในการสกัดน้ำผลไม้ ไมโครเวฟถูกใช้ในขั้นตอนก่อนการบีบคั้นน้ำผลไม้ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตของน้ำผลไม้ งานวิจัยของ Wang และคณะ (2018) ที่ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซคคาไรด์จากผลกุหลาบป่าโดยการใช้เอนไซม์ α-D-glucosidase ร่วมกับไมโครเวฟ พบว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการสกัด และยังส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α-D-glucosidase โดยอุณหภูมิที่เอนไซม์ทำงานได้ดีอยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซคคาไรด์คือ ที่ระดับพลังงาน 575 วัตต์ ระยะเวลา 18 นาที

2.4 การใช้อัลตราโซนิคในการสกัด

งานวิจัยนี้สนใจนำอัลตราโซนิค มาใช้ร่วมกับการใช้เอนไซม์ในการสกัดน้ำกล้วย เพื่อศึกษาถึงผลการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ต่อกระบวนการสกัดน้ำกล้วย โดยที่อัลตราซาวด์สามารถนำไปใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และช่วยทำลายผนังเซลล์ได้อาจเป็นผลมาจากสมบัติเชิงกลและ / หรือทางกายภาพของอัลตราซาวด์ เนื่องจากการแพร่กระจายของอัลตราซาวนด์ในของเหลวทำให้เกิดฟองสบู่ คลื่นช็อกที่แผ่กระจายออกจากฟองสบู่อาจแข็งแรงพอที่จะตัดเฉือนผนังเซลล์และโครงสร้างของเมมเบรน(Earnshaw และคณะ, 1995) งานวิจัยของ Bora และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาการสกัดน้ำกล้วย ด้วยการใช้คลื่นอัลตราซาวด์กับเอนไซม์ในขั้นตอนการ pre-treatment โดยมีขั้นตอนการทดลองคือ นำเนื้อกล้วยสุก 100 กรัม มาบดร่วมกับน้ำ 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปผ่านการอัลตราโซนิคที่คลื่นความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต กำลัง 50 วัตต์ เป็นเวลา 0-30 นาที หลังจากนั้นทำการเติมเอนไซม์เพคติเนสที่ความเข้มข้น 0-0.2% และเอนไซม์เซลลูเลสที่ความเข้มข้น 0-0.2% w/v แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า การใช้อัลตราโซนิคเป็นเวลา 30 นาที แล้วบ่มกับเอนไซม์เพคติเนสที่ความเข้มข้น 0.2% w/v และเอนไซม์เซลลูเลสที่ความเข้มข้น 0.2%w/v ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุดคือ 89.40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

กล้วยน้ำว้าสุก (เปลือกสีน้ำตาล ความสุกระดับ 6-7)

3.1.2 สารเคมี

Cellulase

Pectinase

3.2 อุปกรณ์

เครื่องหมุนเหวี่ยง (รุ่น Universal 320)
เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer DV-III)
เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
บีกเกอร์ 300 mL
เครื่องปั่น
ผ้าขาวบางใช้กรอง
ขวดโหล
กระบอกน้ำกลั่น
ถาดอลูมิเนียม
ช้อนตักสาร
มีด
นาฬิกาจับเวลา
เขียง
เทอร์โมมิเตอร์
เครื่องไมโครเวฟ
เครื่องอัลตราโซนิคแบบอ่าง
เครื่องวัดค่า water activity (รุ่น 4TE)
เครื่องวัด TSS (°Brix)
เครื่อง spectrophotometer (รุ่น 1601)
เครื่องวัดสี hunter lab (Color Quest)
อ่างควบคุมอุณหภูมิ
แท่งคนสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 ผลของเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสที่มีต่อคุณภาพของน้ำกล้วย

3.3.1.1 ไม่ใส่เอนไซม์

1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 หั่นกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงบีกเกอร์

2 บีกเกอร์ที่ใส่กล้วยบดรวมกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 33±1 °C เป็นเวลา 120 นาที

4 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 95 °C เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นที่อ่างน้ำเย็น 3 – 5 °C (Sorel และคณะ, 2013) 30 นาที

5 เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 8000 รอบ 20 นาที

6 กรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.1.2 ใส่ เพคติเนส

1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 หั่นกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงบีกเกอร์

2 บีกเกอร์ที่ใส่กล้วยบดรวมกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3 เติม เพคติเนส ความเข้มข้น 0.2 %w/v

4 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 33±1 °C เป็นเวลา 120 นาที

5 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 95 °C เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นที่อ่างน้ำเย็น 3 – 5 °C (Sorel และคณะ, 2013) 30 นาที

6 เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 8000 รอบ 20 นาที

7 กรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.1.3 ใส่ เพคติเนส และ เซลลูเลส

1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 หั่นกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงบีกเกอร์

2 บีกเกอร์ที่ใส่กล้วยบดรวมกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3 เติม เพคติเนส ความเข้มข้น 0.2 %w/v และ เซลลูเลส 0.2 %w/v

4 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 33±1 °C เป็นเวลา 120 นาที

5 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 95 °C เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นที่อ่างน้ำเย็น 3 – 5 °C (Sorel และคณะ, 2013) 30 นาที

6 เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 8000 รอบ 20 นาที

7 กรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.1.4 วิธีการระเหยน้ำกล้วยให้เข้มข้น

นำน้ำกล้วยมาเข้าเครื่อง Evaporator ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 60 นาที ให้ได้ประมาณ 72 ± 2 °Brix

3.3.1.5 ตรวจวัดคุณสมบัติของไซรัปกล้วย

1 วัดปริมาณผลผลิต (ชิดชัย, 2547)

$$\text{วิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำกล้วยที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักกล้วยเริ่มต้น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 วัด TSS (°Brix) โดยใช้เครื่อง Hand –Refractometer

3 วัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer DV-III)

4 วัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า water activity (รุ่น 4TE)

5 วัดค่าความใส การวิเคราะห์ความใส (Clarity) นำตัวอย่างไซรัปจากกล้วยมาวัดความใสด้วยเครื่อง Spectrophotometer (รุ่น 1601) โดยบรรจุตัวอย่างไซรัปจากกล้วยลงใน cuvette ขนาด 7 มิลลิลิตร วัดค่าเป็น %transmittance

6 วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี hunter lab (Color Quest)

7 วิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ RCBD

3.3.2 ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีต่ออุณหภูมิของการสกัดกล้วย

3.3.2.1 นำกล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 ปริมาณ 100 500 และ 1000 กรัม มาบดกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3.3.2.2 ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ 10 นาที ในระดับพลังงานที่ 100 200 และ 300 วัตต์

3.3.2.3 บันทึกอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ibutton

3.3.2.4 ทดลอง 3 ซ้ำ

3.3.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส

3.3.3.1 Control

1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 หั่นกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงบีกเกอร์

2 บีกเกอร์ที่ใส่กล้วยบดรวมกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3 เติม เพคติเนส ความเข้มข้น 0.2 %w/v และ เซลลูเลส 0.2 %w/v

4 เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 8000 รอบ 20 นาที

5 กรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.3.2 การสกัดโดยใช้ไมโครเวฟ

1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 หั่นกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงบีกเกอร์(ปริมาณของกล้วยจากการทดลอง 2 ย่อย) ใส่ลงบีกเกอร์

2 บีกเกอร์ที่ใส่กล้วยบดรวมกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3 เติม เพคติเนส ความเข้มข้น 0.2 %w/v และ เซลลูเลส 0.2 %w/v

4 ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่พลังงานที่ได้จากการทดลอง 3.3.2 ใช้เวลา 10 นาที

5 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 95 °C เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นที่อ่างน้ำเย็น 3 – 5 °C (Sorel และคณะ, 2013) 30 นาที

6 เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 8000 รอบ 20 นาที

7 กรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.3.3 การสกัดโดยใช้อัลตราโซนิค

1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7 หั่นกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงบีกเกอร์(ปริมาณของกล้วยจากการทดลอง 2 ย่อย) ใส่ลงบีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 บีกเกอร์ที่ใส่กล้วยบดรวมกับน้ำ อัตราส่วน 2:1

3 เติม เพคติเนส ความเข้มข้น 0.2 %w/v และ เซลลูเลส 0.2 %w/v

4 ให้ความร้อนด้วยอัลตราโซนิคที่ความถี่สูงสุดโดยใช้อุณหภูมิ 33°C ในเวลา 10 นาที

5 ให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 95 °C เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นที่อ่างน้ำเย็น 3 – 5 °C (Sorel และคณะ, 2013) 30 นาที

6 เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 8000 รอบ 20 นาที

7 กรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.3.4 วิธีการระเหยน้ำกล้วยให้เข้มข้น

นำน้ำกล้วยมาเข้าเครื่อง Evaporator ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้ได้ประมาณ 72 ± 2 °Brix

3.3.3.5 ตรวจวัดคุณสมบัติของไซรัปกล้วย

1 วัดปริมาณผลผลิต(ชิดชัย, 2547)

$$\text{วิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำกล้วยที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักกล้วยเริ่มต้น}} \times 100$$

2 วัด TSS (°Brix) โดยใช้เครื่อง Hand –Refractometer

3 วัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer DV-III)

4 วัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า water activity (รุ่น 4TE)

5 วัดค่าความใส การวิเคราะห์ความใส (clarity) นำตัวอย่างไซรัปจากกล้วยมาวัดความใสด้วยเครื่อง Spectrophotometer (รุ่น 1601) โดยบรรจุตัวอย่างไซรัปจากกล้วยลงใน cuvette ขนาด 7 มิลลิลิตร

6 วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี hunter lab (Color Quest)

3.3.3.6 เปรียบเทียบผลของการสกัดด้วยไมโครเวฟ หรืออัลตราโซนิคที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไซรัปกล้วย วิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ RCBD ผลการศึกษาคุณลักษณะของไซรัปกล้วยจากการสกัด 3 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย

การทดลองนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้เอนไซม์ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไซรัปกล้วยที่อุณหภูมิ 33°C (Sorel และคณะ, 2013) โดยทำการทดลอง 3 วิธี วิธีที่1 ไม่ใส่เอนไซม์ วิธีที่2 ใส่เอนไซม์เพคติเนส และวิธีที่3 ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส 0.2% w/v เอนไซม์เซลลูเลส 0.2% w/v (Bora และคณะ, 2017) โดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ในการให้ความร้อน เป็นเวลา 120 นาที

ตารางที่ 4.1 ผลของเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย

	No enzyme	Pectinase	Pectinase+Cellulase
Yield(%)	16.56±3.03^{a}	28.05±3.43^{b}	32.72±1.42^{c}
TSS(°Brix)^{ns}	70.33±1.15	72.33±2.08	70.33±1.15
Viscometer(cP)	4945±1151.42^{b}	293.22±241.31^{a}	239.63±86.13^{a}
Aw^{ns}	0.79±0.06	0.78±0.00	0.77±0.03
Clarity(%T)	0.68±0.31^{a}	25.84±16.1^{b}	25.84±8.96^{b}

หมายเหตุ a,b and c อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยจากเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C

	No enzyme	Pectinase	Pectinase+Cellulase
L*	46.88±2.03[a]	80.67±10.05[b]	84.74±4.79[b]
a*	8.06±0.46[b]	3.82±2.65[a]	2.42±1.93[a]
b*	34.22±0.72[b]	24.1±8.33[a]	22.9±5.18[a]
c*	23.06±0.81[b]	24.44±8.6[a]	35.15±5.34[a]
h*	76.75±0.46[a]	81.99±4.34[b]	84.5±3.69[b]

หมายเหตุ a and b อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยกล้วยจากเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C

	No enzyme	Pectinase	Pectinase+Cellulase
L*	5.89±3.8[a]	27.08±14.39[b]	29.17±13.28[b]
a*	15.04±6.54[a]	28.76±0.83[b]	29.99±0.87[b]
b*	7.33±3.26[a]	44.12±21.51[b]	47.57±19.92[b]
c*	16.73±7.3[a]	53.41±18.74[b]	56.95±16.64[b]
h*	25.82±1.33[a]	54.36±11.01[b]	55.51±11.55[b]

หมายเหตุ a and b อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ RCBD เมื่อวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตทั้ง 3 วิธี วิธีที่1 ไม่ใส่เอนไซม์ วิธีที่ 2 ใส่เอนไซม์เพคติเนส 0.2% w/v และวิธีที่3 ใส่เอนไซม์เพคติเนส 0.2% w/v ร่วมกับเซลลูเลส 0.2% w/v ที่อุณหภูมิ 33°C มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) จากตาราง 4.1 พบว่าเมื่อไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เพียงเอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของไซรัปกล้วยเท่ากับ 16.56±3.03 28.05±3.43 และ32.72±1.42 % ตามลำดับ จากการทดลองทั้ง 3 วิธี จะได้ว่าการเติมเอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของไซรัปกล้วยมากที่สุด เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์และปริมาณผลผลิตที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ TSS(°Brix) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) จากตาราง4.1 พบว่าเมื่อไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ TSS(°Brix) เท่ากับ 70.33±1.15 72.33±2.08 และ70.33±1.15 °Brix ตามลำดับ โดยที่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไซรัปกล้วยควรมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของน้ำผึ้ง ซึ่งเมื่อนำน้ำผึ้งไปวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จะมีค่าอยู่ที่ 72±2 °Brix ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าการทดลองที่ได้ทั้ง 3 วิธี จะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ค่าความหนืดของทั้ง 3 วิธี โดยใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) กับไม่ใส่เอนไซม์ จากตาราง4.1 พบว่าไม่ใสเอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ทำให้ได้ความหนืดเป็น 4945±1151.42 293.22±241.31 และ239.63±86.13 cP ตามลำดับ จากการทดลองทั้ง 3 วิธี จะได้ว่าการใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสทำให้ได้ความหนืดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับไม่ใส่เอนไซม์และใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียว

ค่าปริมาณน้ำอิสระ(Aw) ของทั้ง 3 วิธี พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) จากตาราง4.1 พบว่าเมื่อไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ค่าของปริมาณน้ำอิสระเป็น 0.79±0.06 0.78±0.00 และ0.77±0.03 ตามลำดับ โดยที่ค่าปริมาณน้ำอิสระของไซรัปกล้วยควรมีค่าใกล้เคียงกับค่าของปริมาณน้ำอิสระของน้ำผึ้ง ซึ่งเมื่อนำน้ำผึ้งมาวัดค่าปริมาณน้ำอิสระได้เป็น 0.774 โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าการทดลองที่ได้ทั้ง 3 วิธี พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ค่าความใส ของทั้ง 3 วิธี พบว่าใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) กับไม่ใส่เอนไซม์ จากตาราง4.1 พบว่าเมื่อไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนส และใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ทำให้ได้ค่าความใสเป็น 0.68±0.31 25.84±16.1 และ25.84±8.96 %T ตามลำดับ จากการทดลองทั้ง 3 วิธี พบว่าการใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส เป็นผลให้ได้ค่าความใสที่มากว่าการไม่ใส่เอนไซม์

จากตารางที่ 4.2 L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยของทั้ง 3 วิธีก่อนนำไปทำให้เข้มข้นขึ้น พบว่าค่า L* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05)โดยค่า L* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 80.67 ± 10.05 และ 84.74 ± 4.79 ตามลำดับ แต่ค่า L* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า L* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 46.88 ± 2.03 a* ค่า a* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05)โดยค่า a* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 3.82 ± 2.65 และ 2.42 ± 1.93 ตามลำดับ แต่ค่า a* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลลูเลสโดยค่า a* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 8.06 ± 0.46 b* ค่า b* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า b* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 24.1 ± 8.33 และ 22.9 ± 5.18 ตามลำดับ แต่ค่า b* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า b* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 34.22 ± 0.72 c* ค่า c* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า c* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 24.44 ± 8.6 และ 35.15 ± 5.34 ตามลำดับ แต่ค่า c* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า c* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 23.06 ± 0.81 h* ค่า h* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า h* ของน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 81.99 ± 4.34 และ 84.5 ± 3.69 ตามลำดับ แต่ค่า h* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า h* ของน้ำกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 76.75 ± 0.46

จากตารางที่ 4.3 L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยของทั้ง 3 วิธีหลังนำไปทำให้เข้มข้นขึ้น พบว่าค่า L* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า L* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 27.08 ± 14.39 และ 29.17 ± 13.28 ตามลำดับ แต่ค่า L* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า L* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 5.89 ± 3.8 a* ค่า a* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า a* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 28.76 ± 0.83 และ 29.99 ± 0.87 ตามลำดับ แต่ค่า a* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า a* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 15.04 ± 6.54 b* ค่า b* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า b* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 44.12 ± 21.51 และ 47.57 ± 19.92 ตามลำดับ แต่ค่า b* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

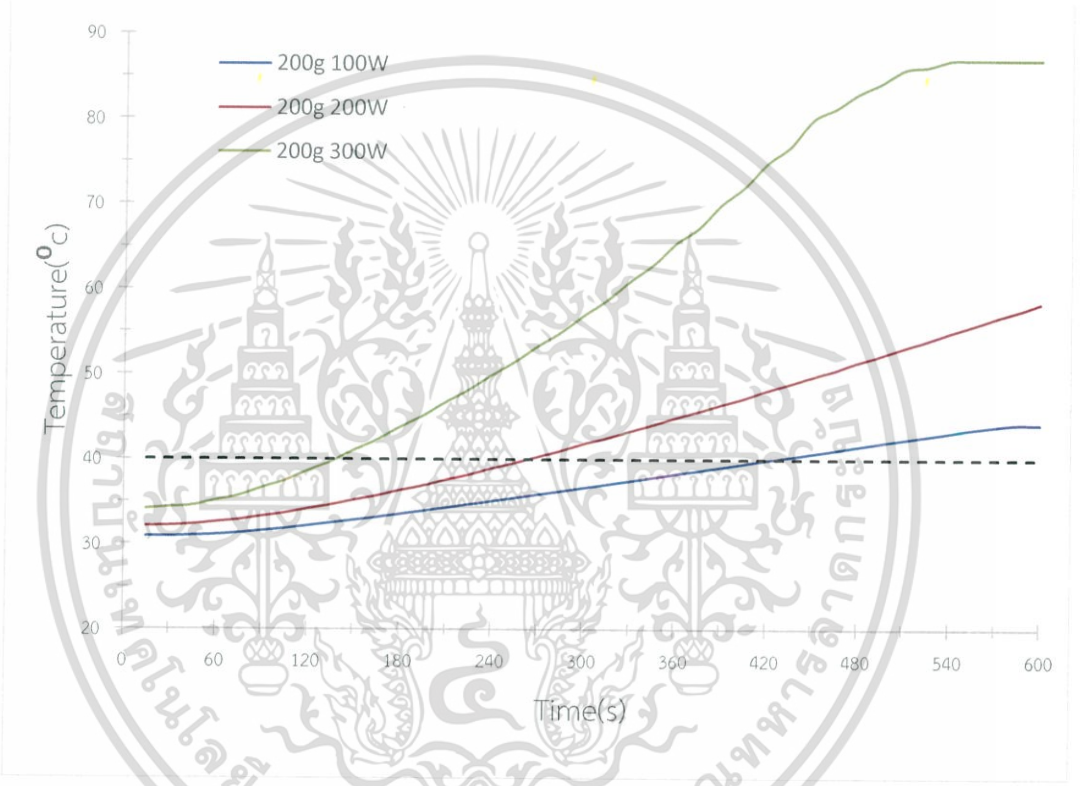
นัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า b* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 7.33 ± 3.26 c* ค่า c* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า c* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 53.41 ± 18.74 และ 56.95 ± 16.64 ตามลำดับ แต่ค่า c* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า c* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 16.73 ± 7.3 h* ค่า h* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)โดยค่า h* ของไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสมีค่าเท่ากับ 54.36 ± 11.01 และ 55.51 ± 11.55 ตามลำดับ แต่ค่า h* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)กับไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสเพียงอย่างเดียวและไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสโดยค่า h* ของไซรัปกล้วยที่ไม่ได้ใส่เอนไซม์มีค่าเท่ากับ 25.82 ± 1.33

4.2 ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วย

การทดลองนี้จะเป็นการทดลองที่ศึกษาผลของระดับพลังงานและปริมาณกล้วย ที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วยที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C โดยทำการทดลองที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200 และ 300 วัตต์ โดยในแต่ละระดับพลังงาน ทดลองโดยใช้ปริมาณกล้วย 200 300 และ 1000 กรัม จากภาพ 4.1 จะเห็นได้ว่าที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200 และ 300 วัตต์ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C จะใช้เวลาในการให้ความร้อนเพื่อให้เอนไซม์ทำงานได้ดีที่ 420 270 และ 135 วินาที ตามลำดับ จากภาพ 4.2 จะเห็นได้ว่าที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200 และ 300 วัตต์ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C จะใช้เวลาในการให้ความร้อนเพื่อให้เอนไซม์ทำงานได้ดีที่ 600 600 และ 225 วินาที ตามลำดับ จากภาพ 4.3 จะเห็นได้ว่าที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200 และ 300 วัตต์ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C จะใช้เวลา 1200 390 และ 360 วินาที ตามลำดับ

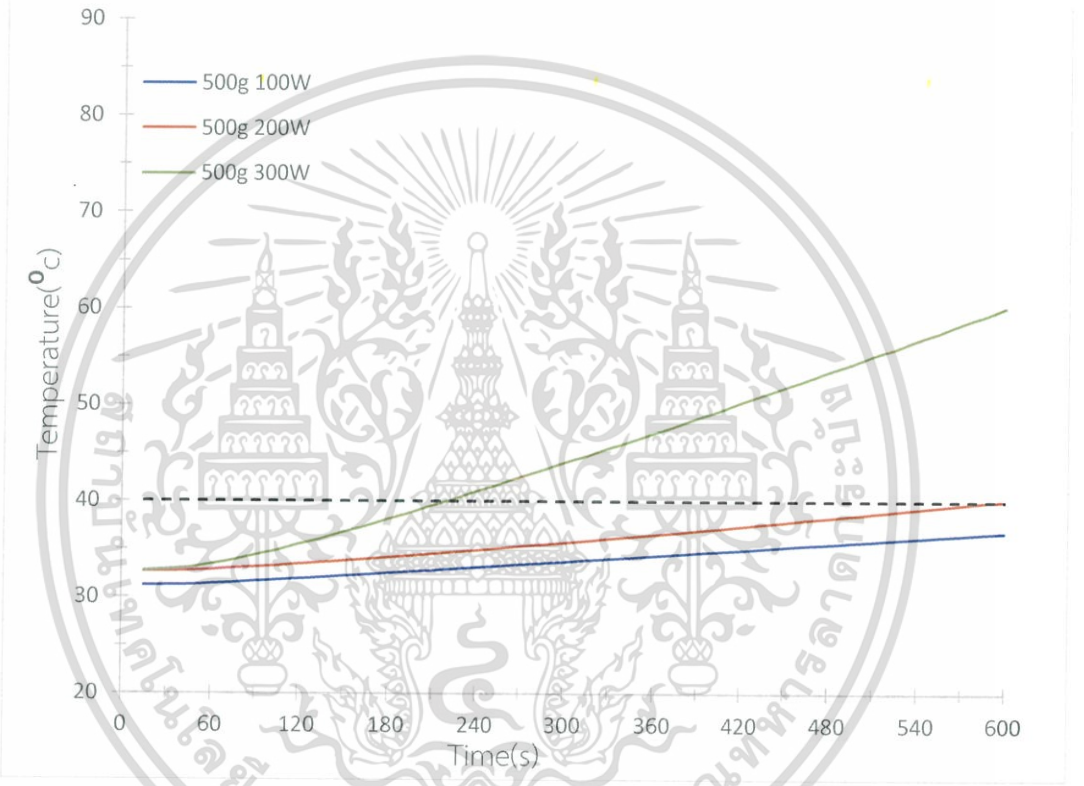
ส่วนการเพิ่มปริมาณกล้วยในการสกัด จากกราฟทั้ง 3 ภาพจะเห็นว่าระยะเวลาที่ใช้เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกล้วย อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณกล้วยทำให้สามารถสกัดได้ครั้งละมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



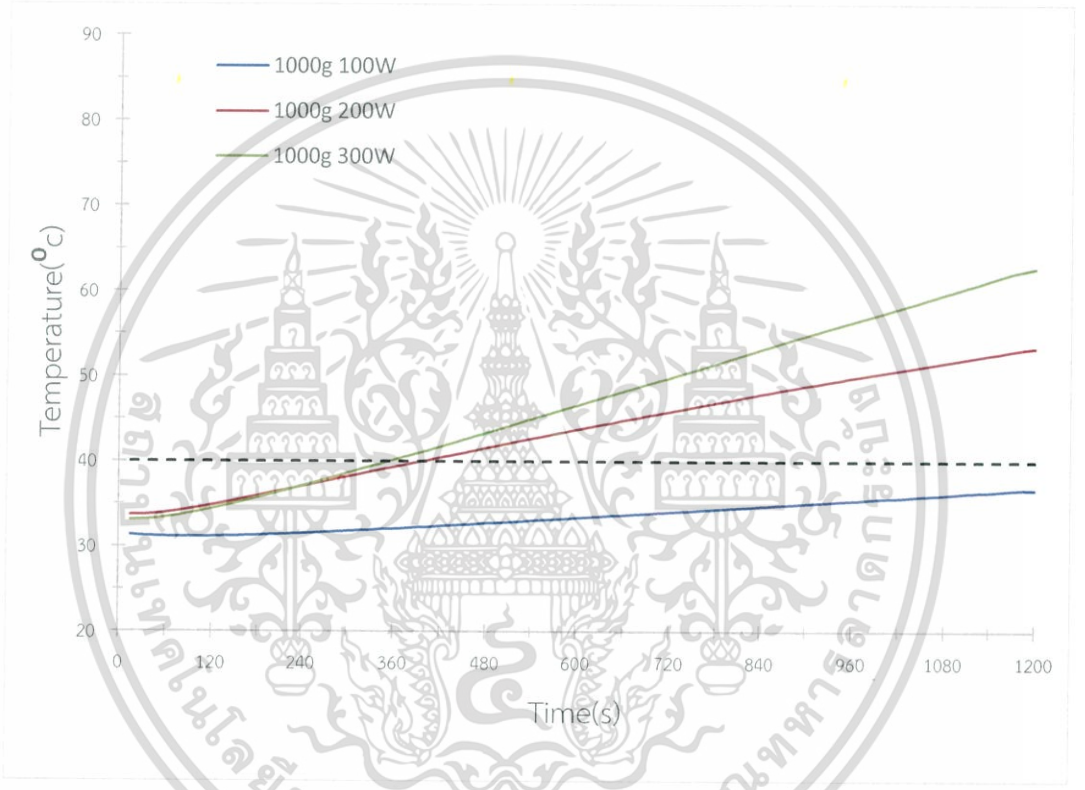
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (ปริมาณกล้วย 200 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (ปริมาณกล้วย 500 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา (ปริมาณกล้วย 1000 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดไซรัปกล้วย

	100W	200W	300W
Yield(%)	26.89±0.45[a]	27.99±0.23[a]	39.34±1.00[b]
TSS(°Brix)[ns]	71.33±1.15	69.67±1.15	68±4.36
Viscometer(cP)	350.86±75.53[b]	313.47±26.89[b]	119.90±21.93[a]
Aw[ns]	0.71±0.02	0.73±0.01	0.71±0.01
Clarity(%T)	12.82±0.65[a]	11.90±1.11[a]	23.82±0.86[b]

หมายเหตุ a and b อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยจากระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิ

	100W	200W	300W
L*	81.71±1.73[b]	79.65±0.51[ab]	77.81±0.98[a]
a*[ns]	2.69±0.54	2.89±0.51	3.12±0.25
b*[ns]	25.94±1.46	27.12±0.52	27.11±0.61
c*[ns]	26.07±1.51	27.27±0.52	27.29±0.63
h*[ns]	84.12±0.83	83.92±0.1	83.3±0.39

หมายเหตุ a and b อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยจากระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิ

	100W	200W	300W
L*	16.76±1.4[a]	16.22±0.28[a]	30.66±0.74[b]
a*	29.58±0.84[ab]	28.7±0.4[a]	30.65±0.34[b]
b*	28.25±2.5[a]	27.39±0.59[a]	20.78±1.11[b]
c*	40.92±2.35[a]	39.68±0.59[a]	59.31±1.01[b]
h*	43.63±1.68[a]	43.66±0.57[a]	58.88±0.55[b]

หมายเหตุ a and b อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT (P≤0.05)

การเปรียบเทียบที่ปริมาณ 200 กรัม เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ RCBD ปริมาณผลผลิตของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) แต่ปริมาณผลผลิตของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 300 วัตต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) กับปริมาณผลผลิตที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ จากตาราง 4.2 พบว่าที่ระดับพลังงาน 100 200 และ 300 วัตต์ ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเท่ากับ 26.89±0.45 27.99±0.23 และ39.34±1.00 % ตามลำดับ จากการทดลองทั้ง 3 ระดับพลังงาน จะได้ว่าที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับที่ระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของไซรัปกล้วยที่ระดับพลังงาน 100 200 และ 300 วัตต์ ถือว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของไซรัปกล้วยที่ระดับพลังงาน 100 200 และ 300 วัตต์ มีค่าเท่ากับ 71.33±1.15 69.67±1.15 และ68±4.36 °Brix ตามลำดับ จากการทดลองการให้ความร้อนที่ระดับพลังงานทั้ง 3 ระดับ จะได้ว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

ค่าความหนืด จากตาราง 4.2 ค่าความหนืดของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) โดยค่าความหนืดที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ มีค่าเท่ากับ 350.86±75.53 และ313.47±26.89 cP ตามลำดับ และความหนืดของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน300 วัตต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) กับไซรัปกล้วยที่มีความหนืดที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ โดยค่าความหนืดของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 300 วัตต์ มีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119.90±21.93 cP จากการทดลองให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน 100 200 และ 300 วัตต์ ที่ระดับ 300 วัตต์ทำให้ไซรัปกล้วยมีความหนืดน้อยที่สุด

ค่าปริมาณน้ำอิสระ ทดลองให้ความร้อนไซรัปกล้วยที่ 3 ระดับพลังงาน พบว่าปริมาณน้ำอิสระที่ระดับพลังงาน 100 200 และ 300 วัตต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P>0.05) โดยไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน 100 200 และ 300 วัตต์ จะมีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.71±0.02 0.73±0.01 และ0.71±0.01 ตามลำดับ

ค่าความใสของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ200 วัตต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) ค่าความใสของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์ จะมีค่าเท่ากับ 12.82±0.65 และ11.90±1.11%T แต่ความใสของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 300 วัตต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) เมื่อเทียบกับความใสของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยระดับพลังงาน 100 และ200 วัตต์ โดยความใสที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ จะมีค่าเท่ากับ 23.82±0.86%T ซึ่งมีค่าความใสมากที่สุดเมื่อเทียบกับที่ระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์

จากตารางที่ 4.5 L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 100 200และ300 วัตต์ ก่อนนำไปทำให้เข้มข้นขึ้นพบว่าค่า L* ของน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์โดยน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 และ 300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 81.71 ± 1.73 และ 77.81 ± 0.98 ตามลำดับน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 200 วัตต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) กับน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 และ 300 โดยน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 200 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 79.65 ± 0.51 a* ค่า a* ของน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน 100 200และ300 วัตต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดยน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 2.69 ± 0.54 2.89 ± 0.51 และ 3.12 ± 0.25 ตามลำดับ b* ค่า b* ของน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน 100 200 และ300 วัตต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดยน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 25.94 ± 1.46 27.12 ± 0.52 และ 27.11 ± 0.61 ตามลำดับ c* ค่า c* ของน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน 100 200และ300 วัตต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดยน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 26.07 ± 1.51 27.27 ± 0.52 และ 27.29 ± 0.63 ตามลำดับ h* ค่า h* ของน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงาน 100 200และ300 วัตต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดยน้ำกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 84.12 ± 0.83 83.92 ± 0.1 และ 83.3 ± 0.39 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.6 L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 100 200และ300 วัตต์ หลังนำไปทำให้เข้มข้นขึ้นพบว่าค่า L* ของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100และ200 วัตต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.05)กับไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์โดยไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 16.76 ± 1.4 16.22 ± 0.28 และ 30.66 ± 0.74 a* ค่า a* ของ ไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) กับไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 200 และ 300 แต่ไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 200 วัตต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์โดยไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 29.58 ±0.84 28.7 ± 0.4 และ 30.65 ± 0.34 b* ค่า b* ของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 และ200 วัตต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์โดยไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200 และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 28.25 ± 2.5 27.39 ± 0.59 และ 20.78 ± 1.11 c* ค่า c* ของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100และ200 วัตต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์โดยไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 40.92 ± 2.35 39.68 ± 0.59 และ 59.31 ± 1.01 h* ค่า h* ของไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100และ200 วัตต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์โดยไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไมโครเวฟ 100 200และ300 วัตต์จะมีค่าเท่ากับ 43.63 ± 1.68 43.66 ± 0.57 และ 58.88 ± 0.55

4.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส

การทดลองนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส โดยทำการทดลอง 3 วิธี วิธีที่1 ใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ในการให้ความร้อน วิธีที่2 การใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อน และวิธีที่3 การใช้อัลตราโซนิคในการให้ความร้อน โดยที่ใช้เอนไซม์เพคติเนส 0.2% w/v และเอนไซม์เซลลูเลส 0.2% w/v (Bora และคณะ, 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส

	[1]Water bath	Microwave	[2]Ultrasonic
Yield(%)	32.72±1.42[b]	39.34±1.00[c]	29.4±1.21[a]
TSS(°Brix)[ns]	70.33±1.15	68±4.36	71.33±1.53
Viscometer(cP)	239.63±86.13[b]	119.91±21.93[a]	110.34±27.14[a]
Aw	0.78±0.02[b]	0.71±0.01[a]	0.77±0.00[b]
Clarity(%T)[ns]	25.08±8.96	23.82±0.86	29.35±1.97
ปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้(g)	46.38±2.42[b]	49.44±0.5[c]	41.25±0.88[a]

หมายเหตุ a,b and c อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

[1]Water bath อุณหภูมิ 33°C 120 นาที (Sorel และคณะ, 2013)

[2]Ultrasonic อุณหภูมิ 33°C 10 นาที (microwave assisted extraction of papaya juice characteristics of Holland papaya syrup, 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของน้ำกล้วยจากการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส

	Water bath	Microwave	Ultrasonic
L*	84.74±4.79[b]	77.81±0.98[a]	87.06±2.92[b]
a*[ns]	2.42±1.93	3.19±0.25	1.1±1.18
b*	22.90±5.18[a]	27.11±0.61[b]	19.91±2.66[a]
c*	23.06±5.34[a]	27.29±0.63[b]	19.96±2.73[a]
h*[ns]	84.50±3.69	83.3±0.39	87.09±2.82

หมายเหตุ a and b อักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นการวิเคราะห์ DMRT ($P \leq 0.05$)
ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของไซรัปกล้วยจากการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส

	Water bath	Microwave	Ultrasonic
L*[ns]	29.17±13.28	30.66±0.74	34.72±1.74
a*[ns]	30.00±0.87	30.65±0.37	30.34±0.21
b*[ns]	47.57±19.92	50.78±1.10	56.57±2.35
c*[ns]	56.95±16.64	59.31±1.01	64.20±1.98
h*[ns]	55.51±11.55	58.88±0.55	61.77±1.15

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ RCBD เมื่อวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของทั้ง 3 วิธี ทั้งใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ในการให้ความร้อน ทั้ง 3 วิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดยจากตารางที่ 4.3 พบว่าการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไม่โครเวฟ และอัลตราโซนิค ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเป็น 32.72±1.42 39.34±1.00 และ29.4±1.21% ตามลำดับ จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองทั้ง 3 วิธี จะได้ว่า การใช้ไมโครเวฟ ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ และอัลตราโซนิค

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ จากการทดลอง 3 วิธี ทั้งการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) จากตาราง 4.3 พบว่าเมื่อใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ทำให้ได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 70.33±1.15 68±4.36 และ71.33±1.53°Brix ตามลำดับ จากการทดลองทั้ง 3 วิธี จะได้ว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

ค่าความหนืดจากการทดลอง 3 วิธี การใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค พบว่าการใช้ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) แต่การใช้ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) กับการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ จากตารางที่ 4.3 การใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ทำให้มีค่าความหนืดเท่ากับ 239.63±86.13 119.91±21.93 และ110.34±27.14 cP ตามลำดับ จากการทดลองการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค เป็นผลให้มีค่าความหนืดน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ และไมโครเวฟ

ค่าปริมาณน้ำอิสระ(Aw) จากการทดลอง 3 วิธี ทั้งการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค โดยที่ใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ และการใช้อัลตราโซนิค ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) แต่การใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ และอัลตราโซนิค มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) กับการใช้ไมโครเวฟ จากตาราง 4.3 การใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ทำให้ได้ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.78±0.02 0.71±0.01 และ0.77±0.00 ตามลำดับ จากการทดลองการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค พบว่าการใช้ไมโครเวฟเป็นผลให้ได้ปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ และอัลตราโซนิค

ค่าความใส จากการทดลอง 3 วิธีทั้งการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) จากตารางที่ 4.3 การใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค ทำให้ได้ค่าความใสเท่ากับ 25.08±8.96 23.82±0.86 และ 29.35±1.97%T ตามลำดับ จากการทดลอง 3 วิธี ทั้งการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค จะได้ว่าทั้ง 3 วิธี ทำให้ได้ค่าความใสที่ใกล้เคียงกัน

จากตารางที่ 4.8 L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของการสกัดน้ำกล้วย ด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิค พบว่าค่า L* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิและอัลตราโซนิคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยไมโครเวฟโดยค่าโดย L* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 84.74 ± 4.79 77.81 ± 0.98และ 87.06 ± 0.92 a* ค่า a* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดย ค่าโดย a* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 2.42 ± 1.93 3.19 ± 0.25 และ 1.1 ± 1.18 b* ค่า b* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิและอัลตราโซนิคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยไมโครเวฟโดย ค่าโดย b* ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 22.90 ± 5 18 27.11 ± 0.61 และ 19.91 ± 2.66 c* ค่า c* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิและอัลตราโซนิคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยไมโครเวฟโดย ค่าโดย c* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 23.06 ± 5.34 27.29 ± 0.63 และ 19.96 ± 2.73 h* ค่า h* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิและอัลตราโซนิคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05)กับน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยไมโครเวฟโดย ค่าโดย h* ของน้ำกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 84.5 ± 3.69 83.3 ± 0.39 และ 87.09 ± 2.82

จากตารางที่ 4.9 L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของการสกัดไซรัปกล้วย ด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิค พบว่าค่า L* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิและอัลตราโซนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดย ค่าโดย L* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 29.17± 13.28 30.66 ± 0.74และ 34.72 ± 1.74 a* ค่า a* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดย ค่าโดย a* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 30.00 ± 0.87 30.65 ± 0.37และ 30.34 ± 0.21 b* ค่า b* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดย ค่าโดย b* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 47.57± 19.92 50.78 ± 1.10 และ 56.57 ± 2.35 c* ค่า c* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดย ค่าโดย c* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 56.95 ± 16.64 59.31 ± 1.01และ 64.20 ± 1.98 h* ค่า h* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05) โดย ค่าโดย h* ของไซรัปกล้วยที่ถูกสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคมีค่าเท่ากับ 55.51 ± 11.55 58.88 ± 0.55และ 61.77 ± 1.15

ค่าปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้ของทั้ง 3 วิธี ทั้งการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส จากตาราง 4.3 พบว่าทั้ง 3 วิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับควมเชื่อมั่น 95% (P ≤ 0.05) โดยค่าปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้ของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟ และอัลตราโซนิค เท่ากับ 46.38±2.42 49.44±0.5 และ41.25±0.88 กรัม ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าผลของการใช้ไมโครเวฟทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิและอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลของเอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย

จากการศึกษาผลของเอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสอุณหภูมิ 33°C ที่มีผลต่อคุณภาพของไซรัปกล้วย จากการทดลองจะวางแผนการใส่เอนไซม์ออกเป็น 3 วิธี ดังนี้ วิธีที่1 ไม่ใส่เอนไซม์ วิธีที่2 ใส่เอนไซม์เพคติเนส วิธีที่3 ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส โดนเอนไซม์ที่ใช้เติมในแต่ละครั้งจะมีความเข้มข้น 0.2% w/v เมื่อนำไซรัปกล้วยที่ใช้เอนไซม์แตกต่างกันมาวัดคุณภาพ ไซรัปกล้วยที่ใช้เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส จะมีคุณภาพด้านปริมาณผลผลิต ความหนืดและความใสดีกว่าไซรัปกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์และไซรัปกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสอย่างเดียว เนื่องจากเอนไซม์เพคติเนส จะไปทำการย่อยสลายเพคติน ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับความหนืด ทำให้ความหนืดในไซรัปกล้วยลดลงและความใสเพิ่มขึ้นเนื่องจากเอนไซม์เพคติเนส จะช่วยทำให้สารประกอบที่แขวนลอยอยู่ตกตะกอนแยกอออกจากน้ำผลไม้(สมฤดี, 2012)

5.2 ผลของระดับพลังงานไมโครเวฟและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วย

จากการศึกษาระดับพลังงานและปริมาณกล้วยที่มีผลต่ออุณหภูมิของการสกัดน้ำกล้วยจะพบว่า จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา(วินาที) ที่ระดับพลังงานสูงสุด 300 วัตต์ ปริมาณกล้วยที่มีผลต่อเวลา(วินาที) กล่าวคือที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ จะใช้เวลาในการให้ความร้อนน้อยกว่าที่ระดับพลังงาน 100 และ 200 วัตต์

เมื่อนำไซรัปกล้วยที่ใช้กล้วยปริมาณ 200 กรัม ที่ถูกให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ มาวัดคุณภาพจะพบว่าไซรัปกล้วยที่ถูกให้ความร้อนที่ระดับพลังงานนี้จะมีคุณภาพด้านปริมาณผลผลิต ความหนืดและความใสดีกว่า เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับไซรัปกล้วยที่ให้ความร้อนด้วยระดับ 100 และ200 วัตต์ จากข้อสรุปข้างต้น สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการใช้คลื่นไมโครเวฟสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรที่ กล่าวว่า ระดับพลังงานไมโครเวฟจะแปรผันตามอุณหภูมิ กล่าวคือยิ่งระดับพลังงานสูงขึ้นอุณหภูมิจะแปรผันสูงตาม ซึ่งเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะช่วยลดแรงตึงผิวทำให้ความหนืดลดลงและระดับพลังงานไมโครเวฟที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตและยังลดเวลาของการสกัดได้ (อารีรัตน์, 2017)

5.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส

จากการทดลองผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส พบว่าการให้ความร้อนไซรัปกล้วยด้วยไมโครเวฟ เมื่อนำมาวัดคุณภาพ นำไปเปรียบเทียบกัน พบว่ามีคุณภาพด้านปริมาณผลผลิตมากกว่า เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ และอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส ยังสรุปได้ไม่ชัดว่าการใช้อัลตราโซนิค (10 นาที) จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตน้อยกว่าการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 33 °C (120 นาที) เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดต่างกัน จึงควรทำการทดลองหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดด้วยยอัลตราโซนิค งานวิจัย Bora, (2017) ในการใช้อัลตราโซนิคในการสกัดน้ำกล้วย อัตราส่วน 2:1 (ปริมาณกล้วย 100 กรัม : น้ำ50 กรัม) เติมเอนไซม์เพคติเนส 0.2% w/v กับ เซลลูเลส 0.2% w/v บ่มที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 30 นาที เป็นผลให้ได้ปริมาณผลผลิตเท่ากับ 89.4% เป็นผลให้งานวิจัยนี้ควรทำการทดลองการใช้อัลตราโซนิค โดยมีเงื่อนไขเพิ่มเวลาในการสกัดน้ำกล้วยให้มากขึ้น น้ำเชื่อมกล้วยที่ได้มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อยจึงควรมีการตรวจวัดพีเอชด้วยเพื่อประกอบการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทิพวรรณ ทองสุข. 2553. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อ สัมผัสและเทคนิคการปรับปรุงเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้แปรรูป. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัย มหาสารคาม. 29: 456-469. Carbohydrate Polymers. 97:703-709

Barba, F. J., Zhu, Z., Koubaa, M., Sant'Ana, A. S., and Orlien, V. (2016). Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by products.

Bora, S.J. Handique, J. Sit, N. Effect of ultrasound and enzymatic pre-treatment on yield and properties of banana juice, Ultrasonics Sonochemistry (2017),

Earnshaw, R. G., Appleyard, J., and Hurst, R. M. (1995). Understanding physical inactivation processes: Combined preservation opportunities using heat, ultrasound and pressure. Food Microbiology, 28, 197-219.

Gude, V. G., Patil, P., Martinez-Guerra, E., Deng, S., and Nirmalakhandan, N. (2013). Microwave energy potential for biodiesel production. Sustainable Chemical Processes, 1(5), 1-31.

Markowski J., Mieszczakowska M., Płocharski W., Effect of apple cultivar and enzyme treatment on phenolic compounds content during clear apple juice production, Int. J. Food Sci. Technol. 44 (2009) 1002–1010.

Maskan, M. 2000. Microwave/air and microwave finish drying of banana original. Journal of Food Engineering, 44, 71–78.

Mohapatra, D., Mishra, S., Singh, C.B., and Jayas, D.S. 2011. Post-harvest processing of banana: Opportunities and challenges. Food and Bioprocess Technology, 4,327–339.

Sagu, S.T., Jong Nso, E., Karmakar, S., amd De, S. 2013. Optimization of low temperature extraction of banana juice using commercial pectinase

Sneha, R., Virendra, K. 2018. Enzymatic sythesis of Isoamyl butyrate under microwave Irradiation

Vaidya, D., Vaidya, M., and Sharma, S. 2009. Enzymatic treatment for juice extraction and preparation and preliminary evaluation of Kiwifruits wine

Wachirasakchai, M., Oupathumpanont, O., and Parnsakhorn, P. 2017. The results of pectinase enzyme temperature and incubation time on the quality Muntingia Calabura L. syrup

Wang, H., Li, Y., Rena, Z., Cong, Z., Chen, M., Shi, L., Hanb, X., and Pei, J. 2018. Optimization of the microwave-assisted enzymatic extraction of Rosa roxburghii Tratt. polysaccharides using response surface methodology and its antioxidant and α-D-glucosidase inhibitory activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการใช้เครื่อง

ก.1 เครื่องหมุนเหวี่ยง Centrifuge (รุ่น Universal 320)

ใช้หมุนเหวี่ยงแยกชั้นระหว่างน้ำกับเนื้อกล้วย เพื่อนำน้ำกล้วยที่ได้ไปทำการระเหยทำให้เข้มข้นขึ้นเป็นไซรัปกล้วย

1. อุปกรณ์
    - 1.1 หลอด Centrifuge
    - 1.2 rotor Centrifuge
2. วิธีการใช้
    - 2.1 เปิดเครื่องที่สวิตช์ด้านหลังของเครื่อง
    - 2.2 กดปุ่มเปิดฝาเครื่อง
    - 2.3 ตั้งค่าเครื่อง ความเร็วรอบ 8000 รอบ/20นาที
    - 2.4 ใส่หลอดตัวอย่างให้สมดุลกันทั้งสองด้าน
    - 2.5 ปิดฝาเครื่อง กดปุ่ม start
    - 2.6 เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด ให้เปิดฝาและนำหลอดตัวอย่างออกมา

ก.2 วิธีการวัดความหนืด (Brookfield viscometer DV-III)

ใช้เพื่อวัดแรงต้านทานหลังจากที่นำน้ำกล้วยไปทำให้เข้มข้นขึ้นเป็นไซรัปกล้วย

1. อุปกรณ์
    - 1.1 Brookfield viscometer DV-III
    - 1.2 ชุด small sample adapter
    - 1.3 หัววัดเบอร์ 31

2 วิธีการใช้
    - 2.1 ปรับระดับลูกน้ำให้อยู่กึ่งกลางของกรอบ และเปิดสวิตช์ที่อยู่ด้านหลัง
    - 2.2 กดปุ่ม motor on/off
    - 2.3 ใส่หัววัด และชุด small sample adapter พร้อมกับตัวอย่าง
    - 2.4 ตั้งค่าเลขของหัววัด และความเร็วรอบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab (Color Quest)

ค่าสี hunter lab จะรายงานผลเป็นค่า L* a* b* โดยที่แกน L* จะบรรยายถึงความสว่าง (Lightness) จากค่า +L แสดงถึงสีขาวไปจนถึง -L แสดงถึงสีดำ แกน a * จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว -a* ไปจนถึงแดง +a* ส่วนแกน b* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน -b* ไปจนถึงเหลือง +b*

1. อุปกรณ์
    1.1 ชุด calibration
    1.2 ขวดใส่ตัวอย่าง 40 mL.
2. วิธีการใช้
    2.1 เปิดเครื่องทดสอบโปรแกรมการทดสอบในคอมพิวเตอร์
    2.2 ตั้งค่าเครื่อง เช่น จำนวนครั้งในการวัด เวลา ลักษณะของเหลวที่วัด
    2.3 ทำการ calibration ใส่ Black card วางที่ transmission port แล้วกด Standardize จากนั้นกด OK นำ Black card ออก
    2.4 นำน้ำกลั่น วางที่ transmission port กด OK
    2.5 นำน้ำกลั่นที่ใส่ในขวดตัวอย่าง 40 mL. ใส่ที่ transmission port กด OK แล้วกดอ่านค่า
    2.6 น้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดมาแทนน้ำกลั่นแล้วกดอ่าน

ก.4 เครื่อง Water activity (รุ่น 4TE)

เป็นการวัดปริมาณน้ำอิสระในไซรัปกล้วยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและการเสื่อมเสีย

1. อุปกรณ์
    1.1 น้ำ D.I.
    1.2 ตลับใส่ตัวอย่าง
2. วิธีการใช้
    2.1 เปิดเครื่องทิ้งไว้ 30 นาที
    2.2 ใส่น้ำ D.I. ในตลับเพื่อ calibration รอให้เครื่องอ่านค่าเสร็จ
    2.3 ใส่ตลับที่มีตัวอย่างลงในเครื่อง รออ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.5 เครื่อง Spectrophotometer (รุ่น 1601)

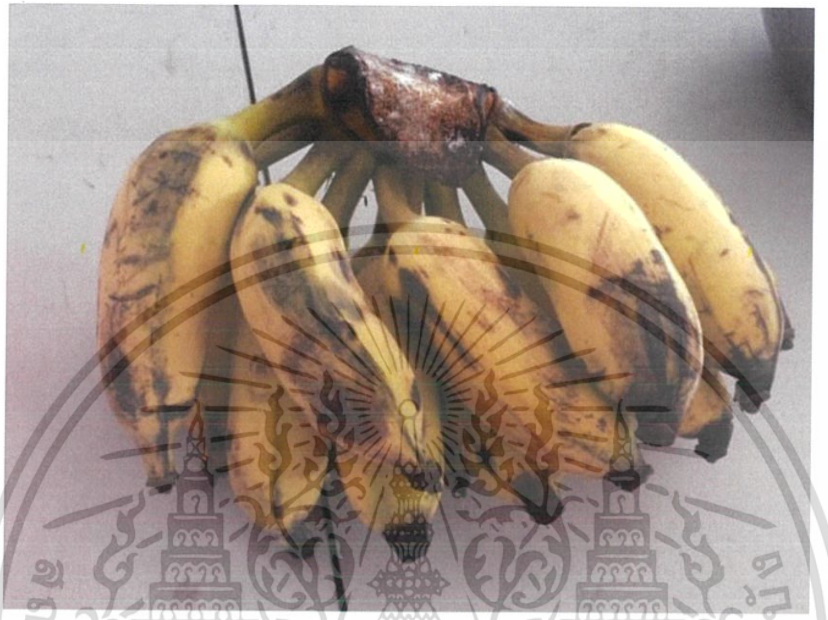
เป็นการวัดค่าการส่องผ่านของแสงในไซรัปกล้วยโดยอาศัยความสามารถดูดกลืนแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร เพื่อแสดงค่าความใส

1. อุปกรณ์
    1.1 น้ำกลั่น
    1.2 คิวเวทท์พลาสติก
2. วิธีการใช้
    2.1 เปิดสวิตช์ข้างเครื่อง รอเครื่องรันจนครบเมนู
    2.2 กด Spectrophotometer
    2.3 ตั้งค่าความส่องสว่าง 660 nm เปลี่ยนให้เป็นการอ่านค่าเป็น %T
    2.4 ใส่น้ำกลั้นในคิวเวทท์ ทั้งสองคิวเวทท์ ใส่ไปในเครื่องเพื่อ calibration
    2.5 กด Start
    2.6 เปลี่ยนคิวเวทท์อันหนึ่ง เป็นตัวอย่างที่เราต้องการอ่านค่า จากนั้นกด Start

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

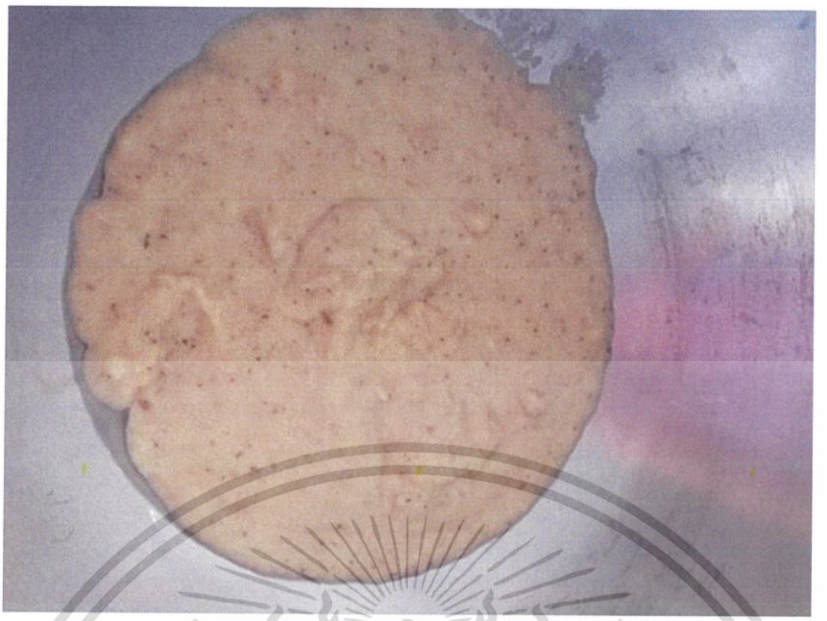
ภาคผนวก ข
ภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ



ภาพ ข.1 กล้วยน้ำว้าสุกระดับ 7

ภาพ ข.2 กล้วยน้ำว้าที่ถูกหั่นหลังจากปอกเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ข.3 กล้วยน้ำว้าที่ถูกบดด้วยเครื่องปั่น

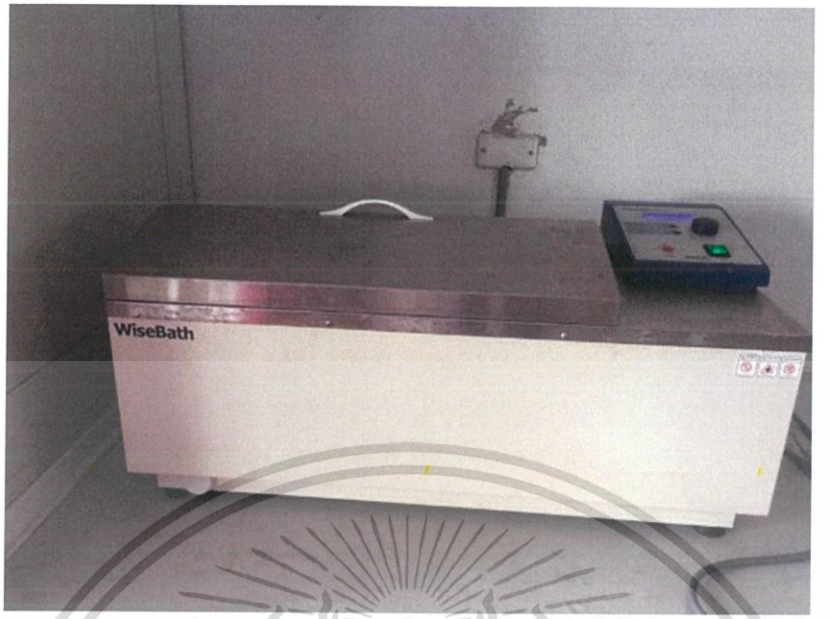
ภาพ ข.4 น้ำกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนสและใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ความเข้มข้นเอนไซม์ 0.2%(w/v) ที่ถูกให้ความร้อนโดยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 33°c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ ข.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง Centrifudge (รุ่น Universal 320)

ภาพ ข.6 น้ำกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์ น้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสและน้ำกล้วยที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส หลังเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 8000รอบ/20นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ข.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ

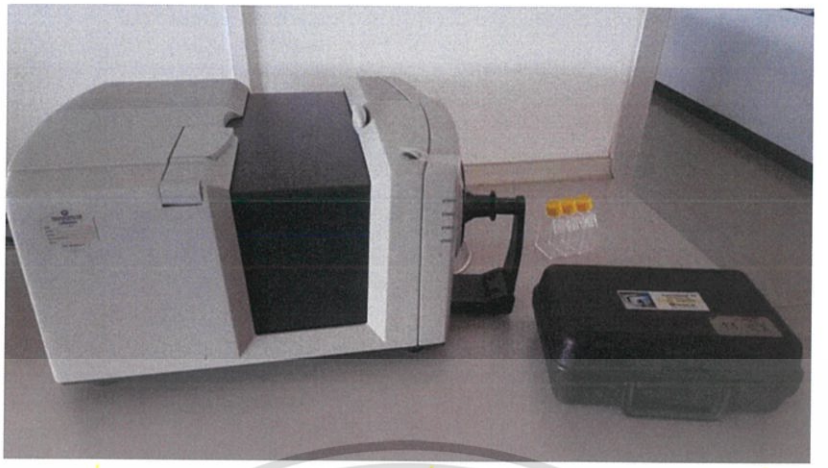
ภาพ ข.8 สีของไซรัปกล้วยที่ไม่ใส่เอนไซม์ ใส่เอนไซม์เพคติเนสและที่ใส่เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสที่ถูกให้ความร้อนด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ หลังผ่านการระเหยเพื่อเอาน้ำออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

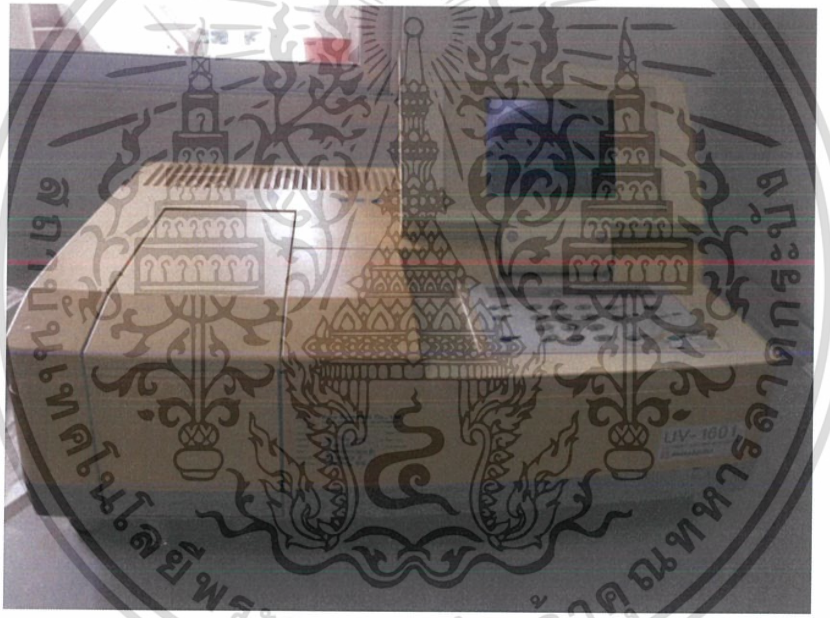
ภาพ ข.9 เครื่องวัดค่า Aw (รุ่น 4TE)

ภาพ ข.10 เครื่องวัดค่าความหนืด (Brookfield Viscometer DV-III)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ข.11 เครื่องวัดค่าสี (Hunter lab รุ่น Color Quest)



ภาพ ข.12 เครื่อง Spectrophotometer (รุ่น 1601)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ ข.13 เครื่อง Ultrasonic แบบอ่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณของการทดลอง

1.คำนวณปริมาณผลผลิต(%)

$$\text{วิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำกล้วยที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักกล้วยเริ่มต้น}} \times 100$$

ตัวอย่างการคำนวณ : ผลการทดลองที่ 4.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส คิดปริมาณผลผลิต(% Yield) ของการใช้ไมโครเวฟ 300 วัตต์

โดยที่ น้ำหนักน้ำกล้วยที่สกัดได้ = 78.90 กรัม

น้ำหนักกล้วยเริ่มต้น = 200.55 กรัม

แทนสูตร วิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต = $\frac{78.90}{200.55} \times 100$

= 39.34 %

2.คำนวณปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้ (กรัม)

ปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้(กรัม) = ปริมาณน้ำกล้วย (กรัม) x ความเข้มข้นของของแข็ง

โดยที่ ความเข้มข้นของสารละลาย (%) = $\text{TSS} \times \frac{1\%\text{ของน้ำตาลซูโครส}}{^{\circ}Brix}$

ตัวอย่างการคำนวณ : ผลการทดลองที่ 4.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส คิดปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้(g.) ของการใช้ไมโครเวฟ 300 วัตต์

โดยที่ ปริมาณน้ำกล้วย = 260.22 กรัม

ความเข้มข้นของของแข็ง = 19 %

แทนสูตร ปริมาณผลผลิตของของแข็งที่ละลายน้ำได้(กรัม) = 260.22 x 0.19

= 49.44 กรัม

โดยที่ ความเข้มข้นของสารละลาย (%) = $19 \times \frac{1\%\text{ของน้ำตาลซูโครส}}{^{\circ}Brix} = 0.19$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.คำนวณค่าสีเป็น ค่า chroma และ hue

$$h^* = \tan^{-1}[b^*/a^*]$$
$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

ตัวอย่างการคำนวณ : ผลการทดลองที่ 4.3 ผลของการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ ไมโครเวฟและอัลตราโซนิคร่วมกับเอนไซม์เพคติเนสกับเซลลูเลส คิดค่าสีเป็น ค่า chroma และค่า hue ของการใช้ไมโครเวฟ 300 วัตต์

โดยที่ ค่า $a^* = 3.12$

ค่า $b^* = 27.11$

แทนสูตร $h^* = \tan^{-1}[27.11/3.12]$

$= 83.30$

$C^* = (3.12^2 + 27.11^2)^{1/2}$

$= 27.29$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ภาพนิ่งประกอบการนำเสนอปัญหาพิเศษ

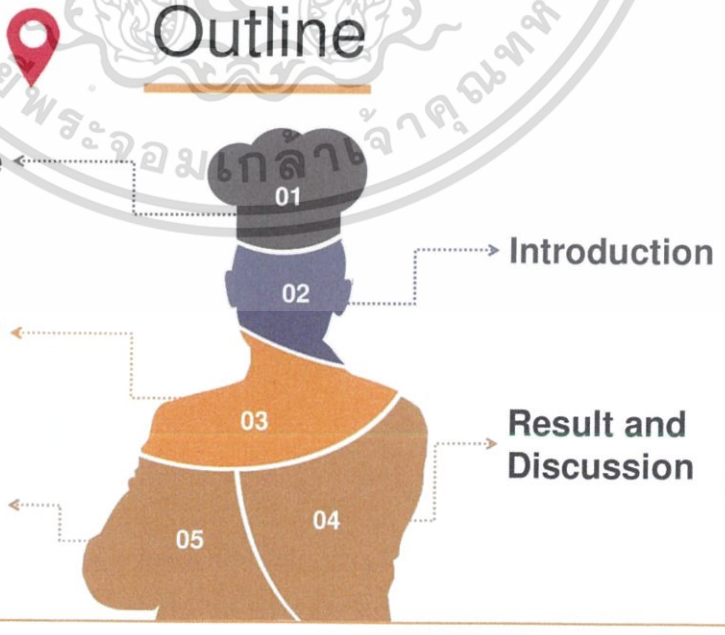
The development of syrup extraction from banana by microwave and ultrasonic

Thamonwan Suanraksa 58080176
Panatchakorn Sudchaleaw 58080184
Wanthip khantamala 58080199

Advisor

Dr.Kittichai Banjong

Faculty of Agro industry



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OBJECTIVE

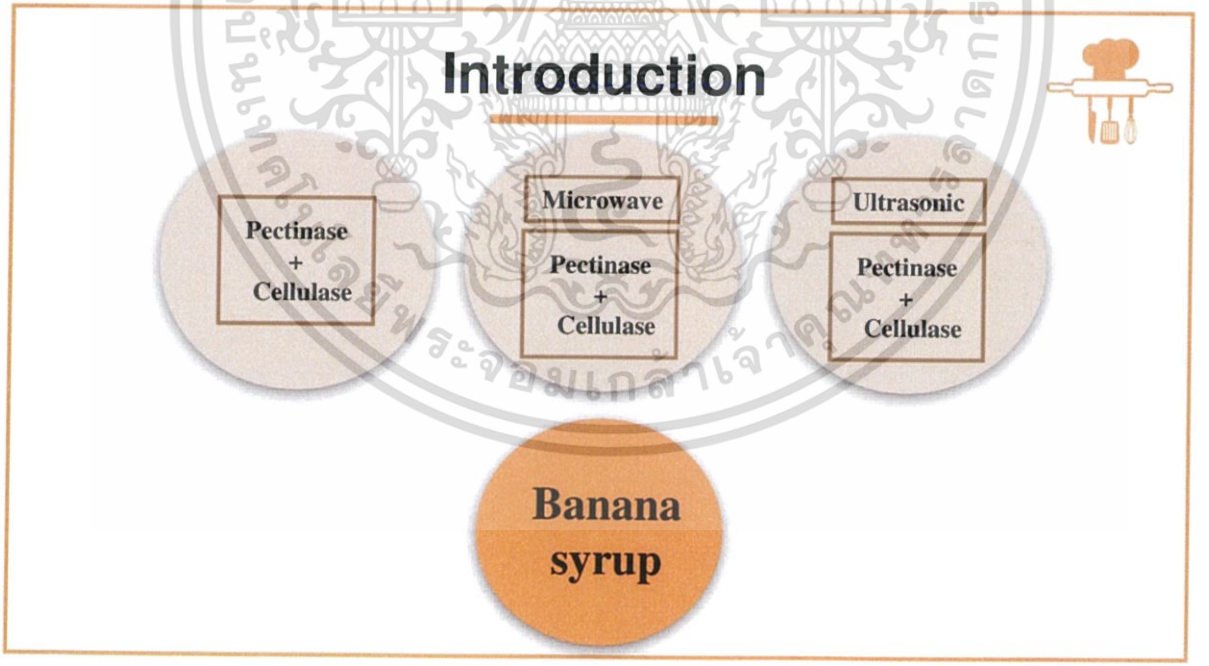
Objective

1. Study The effects of pectinase and cellulase on yield and quality of banana syrup
2. Study level of microwave power and banana quantity affected temperature.
3. Study the effects level of microwave on yield and quality of banana syrup.
4. Study The effects of microwave and ultrasonic on yield and quality of banana syrup.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTRODUCTION

Introduction



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Earnshaw et al. 1995
Micro-bubbles collapse violently and shock waves radiated by collapsing bubbles could be strong enough to shear and break cell walls and membrane structures

Sorel et al. 2006
Optimum condition for the process of banana juice extraction at temperature: 33 °C, time: 120 min.

Bora et al. 2017
Pectinase enzyme 0.2% and cellulase enzyme 0.2% cause better extraction

Literature Review

SINCE 2015

METHOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample preparation

Banana
level 7

Peeled

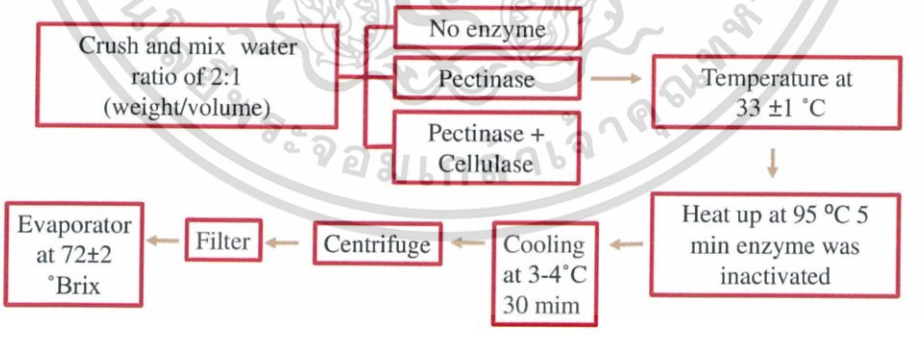
Beaker
300 mL.

1 → 2 → 3 → 4 → 5

Wash

Cut in small pieces
200 g

Effect of Pectinase and Cellulase on yield and quality of banana syrup.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of Pectinase and Cellulase on yield and quality of banana syrup.

Measure the properties of banana syrup.

↓

Yield

↓

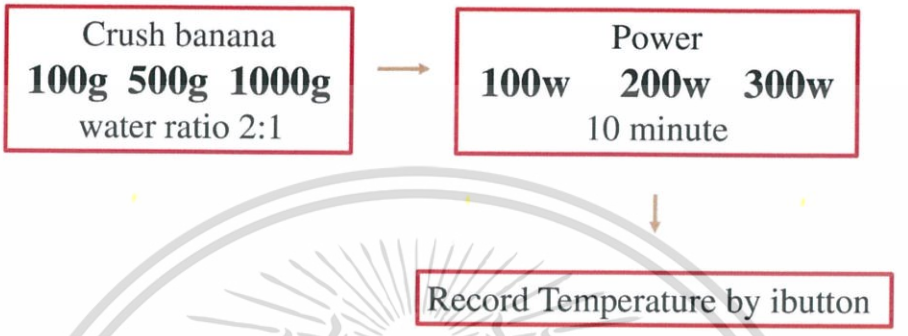
$$\text{Percentage yield} = \frac{\text{weight of Banana juice extract}}{\text{weight of Banana}} \times 100$$

Measure the properties of banana syrup.

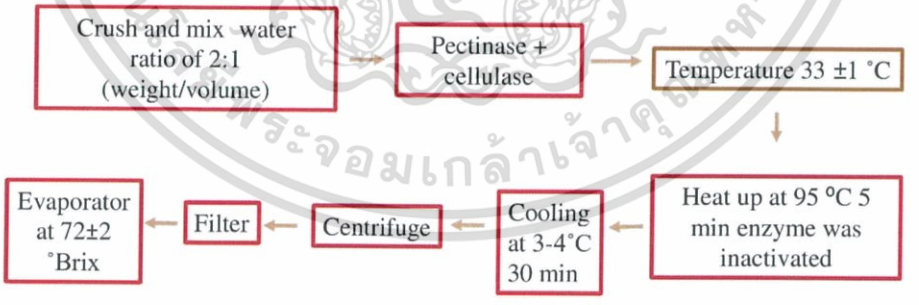
TSS (°Brix) | Viscosity | Water activity | Clarity | Hunterlab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of power by microwave and banana quantity on temperature

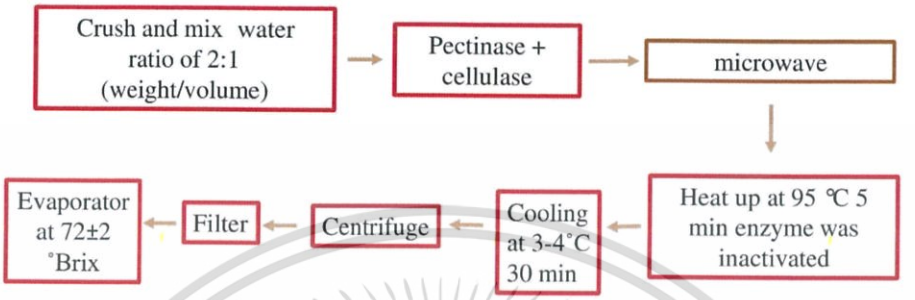


Effect of pectinase and cellulase by microwave and ultrasonic on yield and quality of banana syrup

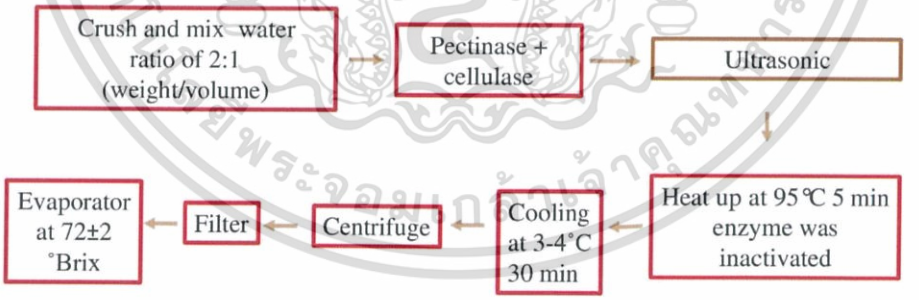


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of pectinase and cellulase by microwave and ultrasonic on yield and quality of banana syrup



Effect of pectinase and cellulase by microwave and ultrasonic on yield and quality of banana syrup



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESULT
and DISCUSSION

Result and Discussion

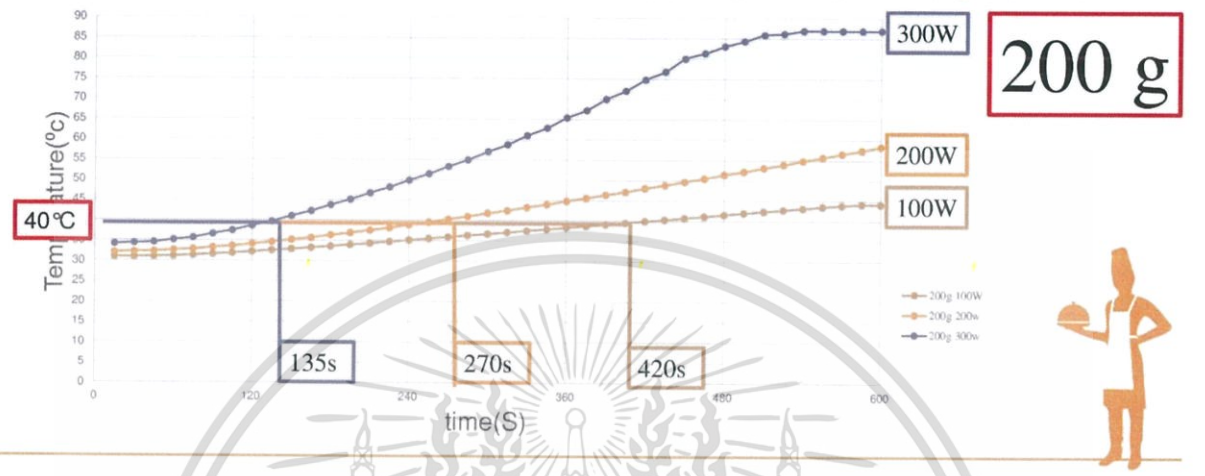
- Effect of **Pectinase and Cellulase** on **yield** and **quality** of banana syrup.

	Nonenzyme	Pectinase	Pectinase + Cellulase
Yield(%)	16.56 ± 3.03[a]	28.05 ± 3.43[b]	32.72 ± 1.42[c]
TSS (°Brix)[ns]	70.33 ± 1.15	72.33 ± 2.08	70.33 ± 1.15
Viscosity(cP)	4945 ± 1151.42[b]	293.22 ± 241.31[a]	239.63 ± 86.13[a]
Aw[ns]	0.79 ± 0.06	0.78 ± 0.00	0.78 ± 0.03
Clarity(%T)	0.68 ± 0.31[a]	25.84 ± 16.1[b]	25.84 ± 8.96[b]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

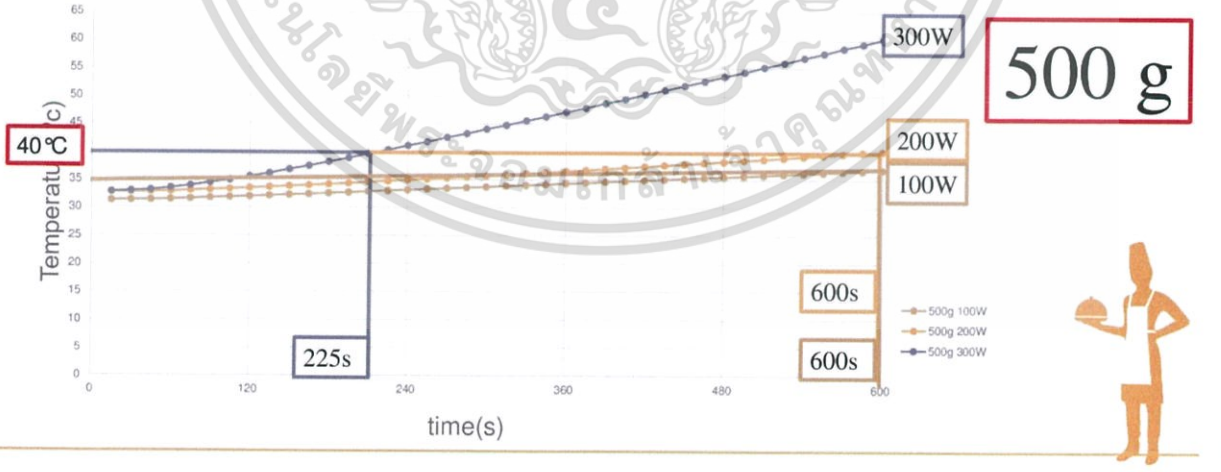
Result and Discussion

- Effect of power by **microwave** and **banana quantity** on **temperature**



Result and Discussion

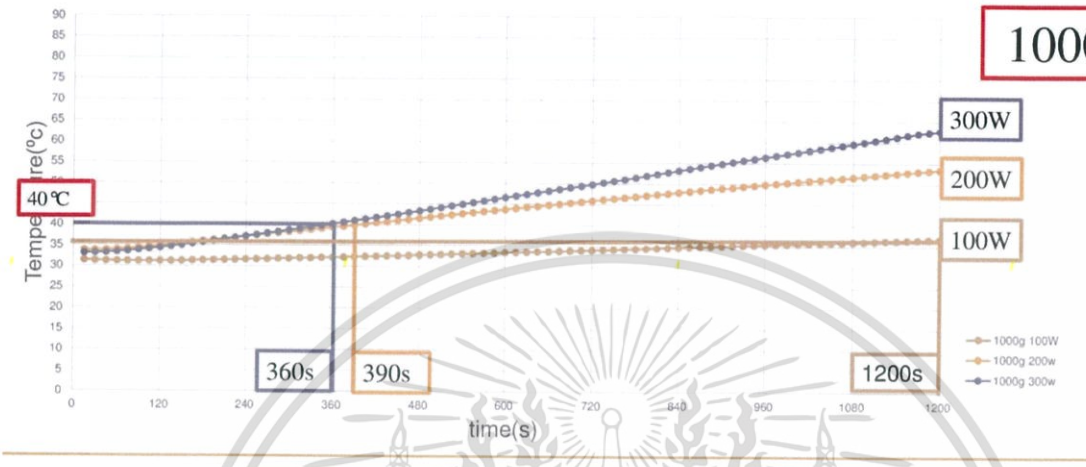
- Effect of power by **microwave** and **banana quantity** on **temperature**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Result and Discussion

- Effect of power by **microwave** and **banana quantity** on **temperature**



Result and Discussion

- Effect of power by **microwave** at **banana quantity 200g** on yield and quality of banana syrup

	100W	200W	300W
Yield(%)	26.89 ± 0.45[a]	27.99 ± 0.23[a]	39.34 ± 1.00[b]
TSS(°Brix) ns	71.33 ± 1.15	69.67 ± 1.15	68 ± 4.36
Viscosity(cP)	350.86 ± 75.53[b]	313.47 ± 26.89[b]	119.90 ± 21.93[a]
Aw ns	0.71 ± 0.02	0.73 ± 0.01	0.71 ± 0.01
Clarity(%T)	12.82 ± 0.65[a]	11.90 ± 1.11[a]	23.82 ± 0.86[b]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Result and Discussion

- Effect of **pectinase and cellulase** by **microwave** and **ultrasonic** on **yield** and **quality** of banana syrup

	Water bath	Microwave	ultrasonic
Yield(%)	32.72 ± 1.42^{b}	39.34 ± 1.00^{c}	29.4 ± 1.21^{a}
TSS(°Brix) ^{ns}	70.33 ± 1.15	68 ± 4.36	71.33 ± 1.53
Viscometer(cP)	239.63 ± 86.13^{b}	119.91 ± 21.93^{a}	110.34 ± 27.14^{a}
Aw^{ns}	0.78 ± 0.02^{b}	0.71 ± 0.01^{a}	0.77 ± 0.00^{b}
Clarity(%T) ^{ns}	25.08 ± 8.96	23.82 ± 0.86	29.35 ± 1.97
ΔE	50.92	59.48	70.28

CONCLUSION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conclusion

- Utilization of **pectinase with cellulase enzyme** has more benefit because it increased syrup yield by 15% compared to pectinase enzyme alone and by 50% compared to no enzyme.
- Utilization of **300W microwave power** gained highest syrup yield. It can increase syrup yield by 28% and 32% compared to 200W and 100W, respectively.
- Utilization of **300W microwave power** (2 min 15 sec) also gained highest syrup yield when compared to water bath (at 33 C-120 min) and ultrasonic (at 33 C-10 min). It can increase syrup yield by 17% and 25% compared to water bath and ultrasonic, respectively.

Thank you

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ธมลวรรณ สวนรักษา
วัน เดือน ปี เกิด	21 ตุลาคม 2539
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนทับปุตวิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนทับปุตวิทยา เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	พนัชกร สุดเฉลียว
วัน เดือน ปี เกิด	27 เมษายน 2540
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ฤทธิยะวรรณาลัย 2 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ฤทธิยะวรรณาลัย 2 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	วรรณทิพย์ ขันธมาลา
วัน เดือน ปี เกิด	29 ตุลาคม 2539
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพรตพิทยพยัต ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพรตพิทยพยัต เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้