

การตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวอ่อน

โดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy

DETERMINATION OF PRESERVATIVE CONTAMINATION IN COCONUT
WATER BY UV-VISIBLE SPECTROSCOPY TECHNIQUE.



เบญจพร คำภา
ปราณปรียา อินกรัต

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวอ่อนโดยใช้เทคนิค

UV-Visible Spectroscopy

DETERMINATION OF PRESERVATIVE CONTAMINATION IN COCONUT
WATER BY UV-VIS SPECTROSCOPY TECHNIQUE.

จัดทำโดย

เบญจพร คำภา รหัสนักศึกษา 62080200

ปราณปรียา อินกรัด รหัสนักศึกษา 62080201

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21 / 5 / 2023

(รศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยติ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวอ่อนโดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy	
ชื่อนักศึกษา	เบญจพร คำภา	รหัสนักศึกษา 62080200
	ปราณปรียา อินกรัด	รหัสนักศึกษา 62080201
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร	
พ.ศ.	2566	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สนธิสุข ชีระชัยชยุติ	

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อนด้วยวิธีทางกายภาพ ได้แก่ สี ความหนืด และความหนาแน่น โดยสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการปลอมปนกับการตรวจสอบด้วยวิธีทางกายภาพ พบว่าน้ำมะพร้าวอ่อนที่ถูกปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางกายภาพ เฉพาะสี และความหนืด แต่ความหนาแน่นไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางกายภาพ และเพื่อตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต ในน้ำมะพร้าวแท้ โดยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy ในช่วงความยาวคลื่นสเปกตรัมจาก 230 ถึง 1000 นาโนเมตร ได้พัฒนาแบบจำลอง PLSR ซึ่งเป็นการทดลองการวิเคราะห์การปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อนแบบจำลองที่ดีที่สุดเป็นแบบจำลองของ SNV-PLSR ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในการทำนายสองตัว R_p เท่ากับ 0.838 และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำนาย RMSEP เท่ากับ 474.274 ppm จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิค UV-Visible Spectroscopy สามารถนำมาตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อนได้ โดยมีผลที่รวดเร็ว และแม่นยำ จึงมีแนวโน้มที่ดีในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมะพร้าว

คำสำคัญ: น้ำมะพร้าวอ่อน UV-Visible Spectroscopy โพแทสเซียมซอร์เบต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Determination of preservative contamination in coconut water by UV-Visible Spectroscopy technique.
Student name	Benjaporn Kumpa Student ID 62080200 Pranpriya Ainkast Student ID 62080201
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2023
Advisor	Assoc.Prof.Dr. Sontisuk Teerachaichayut

ABSTRACT

This special problem aims to examine the contamination of potassium sorbate preservative in coconut water by physical means such as color, viscosity, and density. By creating graphs of the relationship between contaminating coconut water and physical examination. Found that coconut water that contaminated with potassium sorbate could be examined by physical methods, only color and viscosity, but density could not be determined by physical methods. And contamination of potassium sorbate preservative in coconut water by UV-Visible Spectroscopy technique with the spectral wavelength range from 230 to 1000 nm. The PLSR model was developed which was an experiment to analyze potassium sorbate preservative contamination in coconut water. The best model was a model of SNV-PLSR with the regression coefficient in the two predictions, R_p , was 0.836 and the root mean square error of the prediction (RMSEP) was 474.274 ppm. The results showed that the UV-Visible Spectroscopy technique could detect contamination of potassium sorbate preservative in coconut water with fast and accurate results. Therefore, there is a good trend to be used in the coconut water industry.

Keywords: coconut water, UV-Visible Spectroscopy, potassium sorbate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รศ.ดร. สนธิสุข อีระชัยชยดี อาจารย์คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สละเวลามาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ดูแลช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนการทำปัญหาพิเศษเพื่อให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในคณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยอบรมสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้อันเป็นประโยชน์ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาดังกล่าว และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือต่างๆ และอำนวยความสะดวกในการเปิดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ท้ายที่สุดของความสำเร็จในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในปัญหาพิเศษจนสำเร็จไปได้ด้วยดีทั้งบุคคลที่กล่าวมาและยังไม่ได้กล่าวถึง ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้ชีวิตและสติปัญญา ขอขอบใจเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือทุกอย่างด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยหวังว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อย สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยขอน้อมรับและขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้

เบญจพร คำภา
ปราณปรียา อินกรัต
15 พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1 น้ำมะพร้าวอ่อน.....	2
2.2 หลักการของเทคนิค UV-Visible Spectroscopy.....	4
2.3 การหาความหนืด.....	7
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	11
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี.....	11
3.2 อุปกรณ์.....	11
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	11
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	15
4.1 ผลการตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าว.....	15
4.2 ผลของสีกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าว.....	16
4.3 ผลของความหนืดกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าว.....	17
4.4 ผลของความหนาแน่นกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าว.....	18
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	20
5.1 สรุปผล.....	21
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม.....	21
ภาคผนวก.....	23
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ.....	23
ภาคผนวก ข เครื่องมือและวิธีการ.....	25
ภาคผนวก ค การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์.....	29
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการทดลอง.....	33
ประวัติผู้เขียน.....	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว.....	2
2.2	ปริมาณสารเพิ่มความหนืดที่มีผลต่อน้ำชาลำไยผสมสมุนไพร.....	8
3.3.4.1	เกณฑ์การพิจารณาค่า R และ R ²	14
4.1.1	ข้อมูลของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตที่ถูกจำแนก.....	18
	ออกเป็นชุดสร้างแบบจำลอง และชุดทดสอบแบบจำลอง	
4.1.2	ผลวิเคราะห์ทางสถิติจากการสร้างแบบจำลองของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปน.....	18
	สารโพแทสเซียมซอร์เบต	
4.1.3	ตารางสรุปผลวิเคราะห์ของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบต.....	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	น้ำมะพร้าวอ่อน.....	2
2.2	เครื่อง microplate reader ที่ใช้ในการวิจัย.....	4
4.1.1	ผล calibration ของโพแทสเซียมซอร์เบตจากชุดทดสอบแบบจำลอง.....	15
4.1.2	ผล calibration ของโพแทสเซียมซอร์เบตจากชุดสร้างแบบจำลอง.....	16
4.2.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่าง (L^*) กับการปลอมปนสารกันเสีย..... โพแทสเซียมซอร์เบต	17
4.3.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับการปลอมปนสารกันเสีย..... โพแทสเซียมซอร์เบต	17
4.4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการปลอมปนสารกันเสีย..... โพแทสเซียมซอร์เบต	19
4.1.2	ผลวิเคราะห์ทางสถิติจากการสร้างแบบจำลองของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสาร..... โพแทสเซียมซอร์เบต	19
ข.1	เครื่องวัดความหนืด Viscometer Brookfield-DV-III Ultra.....	25
ข.2	เครื่อง Spectrophotometer Colometer HunterLab-XE.....	26
ข.3	Microplate Reader.....	27
ค.1.1	การเปิดโปรแกรม The Unscrambler.....	29
ค.1.2	การนำข้อมูลมาวางในโปรแกรม The Unscrambler.....	29
ค.1.3	การดูกราฟ calibration set และ prediction set และทำวิธีเดียวกัน.....	30
ค.1.4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	30
ค.2.1	การเปิดโปรแกรม OriginPro 2019.....	31
ค.2.2	นำข้อมูลจาก The Unscrambler มาวิเคราะห์.....	31
ค.2.3	กราฟที่วิเคราะห์ได้.....	32
ง.1	ตัวอย่างน้ำมะพร้าวอ่อน.....	33
ง.2	เตรียมตัวอย่างน้ำมะพร้าวอ่อน.....	33
ง.3	การทดลองวัดหาค่าความหนืดผ่านเครื่อง Viscometer Brookfield.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ง.4	การทดลองวัดค่าความหนืดผ่านเครื่อง Viscometer Brookfield.....	34
ง.5	การจับเวลาและบันทึกค่าทุกๆ 15 วินาที ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ.....	35
ง.6	การเตรียมตัวอย่างใส่ plate ก่อนเข้าเครื่อง Microplate Reader.....	35
ง.7	การนำตัวอย่างที่ใส่ plate เข้าเครื่อง Microplate Reader.....	36
ง.8	การแสดงผลการทดลองและทำการบันทึกผล.....	36
ง.9	การเตรียมตัวอย่างใส่ขวด Cuvette เตรียมเข้าเครื่อง Spectrophotometer..... Colormeter HunterLab-XE	37
ง.10	การ Calibrate เครื่อง Colormeter โดยกด standardize.....	37
ง.11	รแสดงผลการทดลองและทำการบันทึกผล.....	38
ง.12	ตัวอย่างสารโพแทสเซียมซอร์เบต.....	38
ง.13	ซังสารสารโพแทสเซียมซอร์เบต.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะพร้าวเป็นผลไม้ยอดนิยมสำหรับคนไทยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน น้ำมะพร้าว เป็นเครื่องดื่มที่ใช้แก้กระหาย มีรสชาติหอมหวาน นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุและสารอาหารที่ประโยชน์ เนื่องจากสภาพอากาศของประเทศไทย ทำให้การเก็บรักษาน้ำมะพร้าวเป็นเรื่องยาก ผู้ประกอบการบางรายจึงมีการเติมสารกันเสีย สารกันเสียเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ถนอมอาหาร และยืดอายุในการเก็บรักษา ซึ่งหากรับประทานอาหารที่ในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ อาเจียน ท้องเสีย หรือหมดสติได้ ดังนั้น ผู้บริโภคจึงควรระมัดระวัง ในการเลือกรับประทานอาหารแปรรูปมากเป็นพิเศษ เพราะอาจมีสารกันเสียเจือปนอยู่ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ตามมาตรฐานกำหนดให้ใส่สารกันเสียในน้ำผลไม้ได้ในปริมาณที่ไม่เกิน 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (กรุงเทพฯเคมี, ม.ป.ป.)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการปลอมปนในน้ำมะพร้าวอ่อน โดยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy โดยเติมสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต ลงในน้ำมะพร้าวแท้ในอัตราส่วนที่ต่างกัน และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ นำมาวิเคราะห์เพื่อหาความแม่นยำของเทคนิค UV-Visible Spectroscopy ในการนำมาใช้ตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวแท้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าว โดยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy
- 1.2.2 เพื่อศึกษาสีของน้ำมะพร้าวที่ปลอมปนสารกันเสีย
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความหนืดของน้ำมะพร้าวที่ปลอมปนสารกันเสีย
- 1.2.4 เพื่อศึกษาความหนาแน่นของน้ำมะพร้าวที่ปลอมปนสารกันเสีย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 สามารถตรวจสอบได้ว่าน้ำมะพร้าวตามท้องตลาดเป็นน้ำมะพร้าวที่ถูกเจือปนด้วยสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตหรือไม่
- 1.3.2 ทราบความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นของสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตที่มีผลต่อ สี ความหนืด ความหนาแน่นในน้ำมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำมะพร้าวอ่อน

น้ำมะพร้าว เป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่น เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมะพร้าวที่แสดงในตารางที่ 2.1 น้ำมะพร้าวอ่อน มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักประมาณร้อยละ 94 รองลงมาเป็นคาร์โบไฮเดรต เกลือ โปรตีน ไขมัน และไม่พบใยอาหาร มีคาร์โบไฮเดรต ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลเป็นหลัก โดยน้ำมะพร้าวอ่อนมีน้ำตาลฟรุกโตส และ กลูโคสมาก แร่ธาตุในน้ำมะพร้าวอ่อนประกอบด้วยโพแทสเซียมมากที่สุด โดยมีปริมาณ 203.70 มก./100ก. ซึ่งมีค่ามากพอสมควร น้ำมะพร้าวประกอบด้วยวิตามินซีมากที่สุด สำหรับกรดอินทรีย์ในน้ำมะพร้าวประกอบด้วยกรดมาลิกมากที่สุด แต่มีปริมาณน้อยกว่าน้ำตาล คือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.6 ± 0.1 น้ำมะพร้าวจึงออกรสหวานมากกว่าเปรี้ยว (ช่อลัดดา, 2558) น้ำมะพร้าวยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถช่วยปกป้องร่างกายจากความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ (Ravi และคณะ, 2019) น้ำมะพร้าวมีจำหน่ายทั่วไปตามร้านอาหารเพื่อสุขภาพ และสามารถนำมาดื่มได้ทันทีหรือใช้เป็นส่วนผสมในการทำเครื่องดื่มอื่นๆ (Brown and Valiere, 2018)



ภาพที่ 2.1 น้ำมะพร้าวอ่อน

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว

งานวิจัย	Santoso <i>et al.</i> , (1996)
ชนิดมะพร้าว	มะพร้าวอ่อน
สารอาหารหลัก	(ก./100 ก.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำ	94.18
โปรตีน	0.12
ไขมัน	0.07
เถ้า	0.87
คาร์โบไฮเดรต	4.76
ใยอาหาร	ไม่พบ
น้ำตาล	(ก./100 ก.)
ทั้งหมด	5.23
ซูโครส	0.06
กลูโคส	2.61
ฟรุกโตส	2.55
มอลโตส	ไม่พบ
ไซโลส	ไม่พบ
แร่ธาตุ	มก./100 มก.
แคลเซียม	27.35
เหล็ก	0.02
แมกนีเซียม	6.40
ฟอสฟอรัส	4.66
โพแทสเซียม	203.70
โซเดียม	1.75
สังกะสี	0.07
ทองแดง	0.01
แมงกานีส	0.12
ซีลีเนียม	-
คลอรีน	-
ซัลเฟอร์	0.58
อลูมิเนียม	0.07
โบรอน	0.05
วิตามิน	มก./100 มก.
วิตามินซี	0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทอะมิน (B1)	น้อยมาก
โรโบฟลาวิน (B2)	0.006
ไนอะซิน (B3)	ไม่พบ
กรดแพนโทธีนิก (B5)	-
ไพริดอกซิน (B6)	ไม่พบ
กรดโฟลิก	-
ไบโอติน	-
กรดนิโคตินิก	-
กรดอินทรีย์	มก./100 มก.
ทาร์ทาริก	0.09
มาลิก	18.44
ซิตริก	ไม่พบ
อซิติก	ไม่พบ
ไพลีโดลีน	-
ซักซินิก	-
ค่า pH	4.6±0.1

ที่มา : ซอลัดดา (2558)

2.2 หลักการของเทคนิค UV-Visible Spectroscopy

เป็นเทคนิคที่ใช้วัดการดูดกลืนแสง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า สเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะทำการตรวจวัดแสงในช่วง ultra violet (UV) ความยาวคลื่นในช่วง 190 ถึง 400 นาโนเมตร และช่วง visible ความยาวคลื่นในช่วง 400 ถึง 800 นาโนเมตร (อรุณรัตน์, 2563) โดยถ้าสารที่ทำการวิเคราะห์มีสี สารที่มีสีนั้นจะดูดกลืนแสงในช่วง visible อาจเรียกว่า คัลเลอร์ิเมตรี (colorimetry)



ภาพที่ 2.2 เครื่อง microplate reader ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

microplate reader (เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท) เป็นชุดเครื่องมือสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณและชนิดของสารที่มีความจำเพาะและความไวสูงมากซึ่งตัวอย่างที่ใช้มีปริมาณไม่มากและครั้งละหลายตัวอย่างโดยอาศัยหลักการวัดความเข้มของแสงโดยการเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน (standard solution) ที่ทราบค่าแน่นอน สำหรับการท่วิจัยในการหาปริมาณสารใดสารหนึ่งโดยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ โดยเกิดปฏิกิริยาบนไมโครเพลท ซึ่งใช้หลักการวัดค่าดูดกลืนแสงในช่วงต่างๆ เพื่อผลการทดลองที่ถูกต้อง และได้มาตรฐาน

2.2.1 ขั้นตอนพื้นฐานของการทำงานของเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลทมีดังนี้

2.2.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

ขั้นตอนแรกคือการเตรียมตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเติมรีเอเจนต์ หรือวัสดุอื่นๆลงในหลุมไมโครเพลท ขึ้นอยู่กับประเภทของการทดสอบที่กำลังดำเนินการ

2.2.1.2 การบ่ม

ไมโครเพลทจะถูกวางไว้ในเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลทและบ่มที่อุณหภูมิเฉพาะในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาขึ้นในช่วงเวลานี้เครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลทอาจเขย่าหรือผสมตัวอย่างในหลุมเพื่อให้แน่ใจว่าตัวอย่างจะเป็นเนื้อเดียวกัน

2.2.1.3 การวัดเมื่อระยะบ่มสมบูรณ์ เครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลทจะวัดปริมาณแสงที่ดูดซับหรือปล่อยออกมาจากตัวอย่างในหลุมไมโครเพลท ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการวัดค่าการดูดกลืนแสงการเรืองแสงหรือการเรืองแสงของตัวอย่าง

2.2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลซอฟต์แวร์

เครื่องอ่านไมโครเพลทจะวิเคราะห์ข้อมูลที่สร้างขึ้นจากการวัดและให้ผลลัพธ์ของการทดสอบแก่ผู้ใช้ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการคำนวณความเข้มข้นของสารเฉพาะในตัวอย่าง หรือพิจารณาว่ามีหรือไม่มีชีวโมเลกุลจำเพาะ

โดยรวมแล้วเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลทเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการวิจัยหลายสาขา และสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย รวมถึงการตรวจเอนไซม์ การตรวจทางอิมมูโน การตรวจทางเซลล์ และการค้นพบยา

2.2.2 คุณลักษณะเฉพาะ/คุณลักษณะทางเทคนิค

2.2.2.1 เป็นเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลทมัลติโหมดที่รองรับการอ่านค่าได้ อย่างน้อย

3 เทคโนโลยีคือ Absorbance, Luminescence และ Fluorescence Intensity

2.2.2.2 มีระบบ Shaking ได้อย่างน้อย 3 แบบได้แก่ Linear, Orbital, Double orbital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 สามารถวัดค่าตัวอย่างได้ทั้งแบบอ่านจากด้านบนและอ่านจากด้านล่างได้ในโหมด Luminescence และ Fluorescence Intensity

2.2.2.4 ระบบจานหมุนฟิลเตอร์มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.4.1 สามารถติดตั้งฟิลเตอร์ได้สูงสุดอย่างน้อย 32 ตำแหน่ง หรือมีระบบอื่นที่ดีกว่า

2.2.2.4.2 สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งระหว่างฟิลเตอร์วงในและฟิลเตอร์วงนอกได้หรือมีระบบอื่นที่ดีกว่า

2.2.2.4.3 ฟิลเตอร์อันเดียวกันสามารถใช้งานสำหรับ Excitation หรือ Emission ได้หรือมีระบบอื่นที่ดีกว่า

2.2.2.5 การอ่านค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance measurement) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.5.1 เป็นระบบสเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer-based system) หรือระบบอื่นที่ดีกว่า

2.2.2.5.2 สามารถอ่านค่าได้ในช่วงความยาวคลื่น 230 – 1,000 นาโนเมตร หรือช่วงที่กว้างกว่า

2.2.2.5.3 มีความละเอียดในการปรับตั้งค่า (increment) 1.0 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า

2.2.2.5.4 สามารถปรับค่าแบนด์ได้ในช่วง 2.0, 5.0 และ 10.0 นาโนเมตร

2.2.2.5.5 มีความเร็วในการสแกนค่า < 1 วินาทีต่อ 1 well

2.2.2.5.6 สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงสุดอย่างน้อย 8 wavelength ในการอ่านครั้งเดียว

2.2.2.6 ระบบสัญญาณ (Detector) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.6.1 สามารถอ่านค่าได้ที่ระดับความสูงในช่วง 0-16 มิลลิเมตรหรือช่วงที่กว้างกว่า

2.2.2.6.2 สามารถรับสัญญาณ Emission ได้ในช่วงความยาวคลื่น 230 – 850 นาโนเมตร หรือช่วงที่กว้างกว่า

2.2.2.6 แหล่งกำเนิดแสงเป็นชนิด Flash lamp หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า ให้แสงสำหรับการ Excitation ในช่วงความยาวคลื่น 230 – 1,000 นาโนเมตร หรือช่วงที่กว้างกว่า

2.2.2.8 มีประสิทธิภาพในการอ่านค่าในเทคนิค Absorbance Spectrometer หรือระบบอื่นที่ดีกว่าดังนี้

2.2.2.8.1 มีค่า OD range อยู่ที่ 0 – 2 OD หรือช่วงที่กว้างกว่า สำหรับตัวอย่าง 96 และ 384 หลุม

2.2.2.8.2 มีค่า OD accuracy อยู่ที่ <2.0% (OD 2) สำหรับตัวอย่าง 96 และ 384 หลุม

2.2.2.9 มีประสิทธิภาพในการอ่านค่า Luminescence ดังนี้

2.2.2.9.1 มีค่าความไวในการอ่าน Sensitivity (Top reading) 50 amol หรือน้อยกว่า

2.2.2.9.2 มีค่าช่วงในการอ่าน Dynamic range อยู่ที่ 6 log หรือมากกว่า

2.2.2.10 มีประสิทธิภาพในการอ่านค่าในเทคนิค Fluorescence Intensity ดังนี้

2.2.2.10.1 มีค่าความไวในการอ่าน sensitivity (Top reading) 0.5 fmolหรือน้อยกว่าสำหรับตัวอย่าง 96หลุม และ 0.01 fmol หรือน้อยกว่า สำหรับตัวอย่าง 384 หลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.2.2.10.2 มีค่าความไวในการอ่าน Sensitivity (Bottom reading) 0.06 fmol หรือน้อยกว่า สำหรับ ตัวอย่าง 384 หลุม
- 2.2.2.11 โปรแกรมที่ใช้ควบคุมเป็นชนิด Browser-based ทำให้สามารถควบคุมเครื่องผ่านทางคอมพิวเตอร์ซีพี แล็บที่ออฟและแท็บเล็ตได้ หรือระบบอื่นที่ดีกว่า
- 2.2.2.12 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมมีรูปแบบการใช้งานที่ติดตั้งไว้ล่วงหน้า (Predefine application protocols) เช่นงาน DNA quantification หรือ ELISA เป็นอย่างน้อย เพื่อความรวดเร็วในการใช้งาน
- 2.2.2.13 โปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบต่างๆได้แก่ 3D view, heatmap, kinetic overlay และ spectral plot ได้ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงการทำ curve fitting ได้
- 2.2.2.14 สามารถรายงานผลในรูปแบบ Excel objects และ template ของ MS Word ได้
- 2.2.2.15 สามารถส่งออกข้อมูล (Exporting) ในรูปแบบ XLSX, PDF, DOCX และ HTML ได้
- 2.2.2.16 สามารถควบคุมเครื่องระยะไกล (Remote control) โดยผ่านระบบเครือข่าย LAN Network หรือ Wi-Fi ได้ และตัวเครื่องติดตั้งพร้อมโมเด็ม หรือระบบอื่นที่ดีกว่า
- 2.2.2.17 ตัวเครื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วงที่สูงกว่าอุณหภูมิห้อง 3 องศาจนถึง 65 องศาเซลเซียสหรือช่วงที่กว้างกว่า
- 2.2.2.18 ตัวเครื่องติดตั้งพร้อมคอมพิวเตอร์ประมวลผลมีคุณสมบัติดังนี้
- 2.2.2.18.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นชนิด Intel Core i5 หรือดีกว่า
 - 2.2.2.18.2 หน่วยความจำ (RAM) 4 GB หรือดีกว่า
 - 2.2.2.18.3 ฮาร์ดดิสก์มีขนาด 1 เทราไบต์หรือมากกว่า
 - 2.2.2.18.4 ระบบปฏิบัติการชนิด Windows 10 แบบ 64 บิต
 - 2.2.2.18.5 จอภาพแสดงผลขนาด 15 นิ้วหรือดีกว่า
 - 2.2.2.18.6 มีเครื่องพิมพ์ผลแบบความร้อน (Thermal printer) หรือเครื่องพิมพ์ผลแบบเลเซอร์ (Laser printer) หรือดีกว่า

2.3 การหาความหนืด

ปิยะดา (2554) ได้ศึกษาการใช้แป้งข้าวเจ้าเพิ่มความข้นหนืดในน้ำส้มและน้ำสับปะรดที่เหมาะสม สำหรับผู้สูงอายุ โดยนำไปวัดค่าด้วยเครื่องวัดความหนืดรุ่น RVT (Viscometer Brookfield) และใช้ค่า Spindle 1 และใช้ RMP ที่ 50 เช่นเดียวกับ อนุวัตร และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารเพิ่มความหนืด ขนาดและปริมาณเนื้อลำไยที่เหมาะสมในเครื่องดื่มชาลำไยผสมสมุนไพรแบบขงดื่มสำหรับผู้สูงอายุ จากการศึกษาปริมาณสารเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนืด 3 ระดับ คือร้อยละ 0, 0.6 และ 1.2 (w/v) ที่มีผลต่อค่าความหนืดของน้ำชาลำไยผสมสมุนไพรมะขาม ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณสารเพิ่มความหนืดที่มีผลต่อน้ำชาลำไยผสมสมุนไพรมะขาม

Concentration% (w/v)	Viscosity (cP)
0	0.85 ± 0.23
0.6	27.00 ± 1.98
1.2	50.75 ± 0.07

ที่มา : อนุวัตร และคณะ (2563)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนด้วยวิธีอัลตราไวโอเลตสเปกโตรโฟโตเมตรี

การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนด้วยวิธีอัลตราไวโอเลตสเปกโตรโฟโตเมตรีที่ λ_{\max} โดยที่ λ_{\max} สามารถหาได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน คาเฟอีนใน 1-propanol เข้มข้น 20 ppm ในช่วงความยาวคลื่น 250-300 นาโนเมตร พบว่ามี λ_{\max} เท่ากับ 274 นาโนเมตร กราฟมาตรฐานเตรียมขึ้นจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ λ_{\max} ของสารละลายมาตรฐานคาเฟอีนในช่วงความเข้มข้น 0-30 ppm และใช้กราฟนี้เป็นตัวเทียบหาปริมาณของคาเฟอีนใน เครื่องดื่มโค้ก พบว่ามีคาเฟอีนอยู่ในเครื่องดื่มโค้ก 10.340 ± 0.434 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (ไพรัตน์, 2547) อีกทั้งยังได้มีการศึกษาการออกแบและการประเมินคุณภาพของนมที่ตรวจจับด้วยเทคนิคยูวีวิชีเปิลสเปกโทรสโกปี และพบว่าตัวอย่างนม FR และ HPH มีจุดสูงสุดของการดูดกลืนแสงหลายจุด มีจุดยอดของการดูดกลืนแสงที่แหลมและเล็กในช่วง 202-215 นาโนเมตร ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไขมันทั้งหมด ความกว้างและนัยสำคัญของจุดยอดอยู่ในช่วง 220-240 นาโนเมตร ซึ่งสอดคล้องกับปฏิกิริยาการเติมของพันธะคู่สลับเดี่ยว (Conjugated diene) ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแข็งทั้งหมดของนมเพิ่มขึ้นภายในช่วงความยาวคลื่น 250-461 นาโนเมตร (Yang และคณะ, 2016)

การตรวจสอบการปนเปื้อนต่างๆในอาหารสามารถทำได้หลายวิธี Lucas และคณะ (2019) ได้ทำการศึกษาวิธีการที่ง่ายและรวดเร็วในการตรวจหาวัตถุกันเสียพร้อมกันในอาหารแปรรูปต่างๆ โดยใช้เทคนิค QuEChERS และ HPLC-UV ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการพัฒนาเพื่อระบุสารกันบูดในอาหารแปรรูปจากประเภทต่างๆ วิธีการนี้แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงกว่า 0.99, LOQs ระหว่าง 0.13 ถึง 0.33 mgkg⁻¹ และการฟื้นตัวอยู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง 91 ถึง 107% และค่า RSD \leq 5.3% โดยเบนโซเอตมีระดับของสารกันบูดสูงถึง 2040 mgkg⁻¹ ซอร์เบต มีระดับของสารกันบูด 3185mgkg⁻¹ และเมทิลพาราเบนมีระดับของสารกันบูด 452 mgkg⁻¹ ซึ่งมีเพียง 4 จาก 82 ตัวอย่างจากการวิเคราะห์เท่านั้น ที่มีค่าสูงกว่าระดับสูงสุดที่กฎหมายอนุญาต นอกจากนี้ ยังมีการประเมินการบริโภคสารกันบูดในแต่ละวัน สำหรับเบนโซเอตมีการประมาณการบริโภคที่ค่อนข้างสูง (25% ของปริมาณที่ยอมรับได้ต่อวัน – ADI) เมื่อเปรียบเทียบกับซอร์เบต (5% ของ ADI) และพาราเบน (<1% ของ ADI) เมื่อพิจารณาการบริโภคโดยเฉลี่ย วิธีนี้เป็นทางเลือกที่ดีในการระบุสารกันบูดในตัวอย่างอาหารต่างๆ โดย Najjar และคณะ (2021) ยังได้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนผลมะเขือเทศจากโรคราสีเทาในระยะแรกด้วยเทคนิค VIS/NIR Spectroscopy โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของมะเขือเทศที่ติดเชื้อในวันที่ 0, 1 และ 2 จากการเพาะเชื้อด้วยราสีเทา และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค VIS/NIR Spectroscopy ที่ความยาวคลื่น 550-1100 นาโนเมตร พบว่าเส้นสเปกตรัมที่ได้จากตัวอย่างที่ติดเชื้อแตกต่างจากสเปกตรัมที่ได้จากตัวอย่างที่มีสุขภาพดีอย่างสิ้นเชิง และเมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) สำหรับตัวอย่างที่ติดเชื้อ ในวันที่ 0 ของการติดเชื้อ ไม่สามารถจำแนกกระหว่างตัวอย่างที่ติดเชื้อและตัวอย่างที่มีสุขภาพดีได้ โดยการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลักทั้ง 2 ส่วน เป็น 83% และ 82% ของความแปรปรวนทั้งหมด ในวันที่ 1 ของการติดเชื้อ สามารถจำแนกตัวอย่างที่ติดเชื้อและมีสุขภาพดีได้ แต่มีบางส่วนที่ทับซ้อนกัน เป็น 77% และ 90% ของความแปรปรวนทั้งหมด และในวันที่ 2 ของการติดเชื้อ สามารถจำแนกตัวอย่างที่ติดเชื้อและมีสุขภาพดีได้อย่างเต็มที่ เป็น 99% และ 100% ของความแปรปรวนทั้งหมด สรุปได้ว่าสามารถใช้วิธี VIS/NIR Spectroscopy (550-1100 nm) ในการตรวจหาโรคราสีเทาในระยะแรกของมะเขือเทศ

Metrani และคณะ (2017) ได้ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการหาปริมาณกรดไฟรูวิกในหัวหอมด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท และยืนยันผลด้วยแมสสเปกโตรมิเตอร์ระดับสูง ทำการทดลองโดยการเพิ่มประสิทธิภาพของ microplate reader โดยการเติมรีเอเจนต์ลงในหัวหอมต่างชนิด ต่างสีกัน ในปริมาณที่น้อยและรวดเร็ว เพื่อไม่ให้สีที่เป็นตัวบ่งบอกของกรดไฟรูวิกเสื่อมสภาพ จากนั้นวัดด้วย microplate reader ที่ค่าการดูดกลืนแสง 485 นาโนเมตร และอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทุก 3 นาที จนครบ 30 นาที ความเข้มข้นที่ต่างกันของกรดไฟรูวิกในหัวหอมแต่ละชนิด ถูกนำมาจำแนกและวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติด้วยโปรแกรม JMP Pro 12 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที (t-test) โดยผลความแตกต่างของนัยสำคัญถูกกำหนดระดับความน่าจะเป็นที่ 5 % สรุปได้ว่างานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแรก ที่พัฒนาวิธีที่เสถียรสำหรับการตรวจสอบปริมาณกรดไฟรูวิกในหัวหอมด้วยเครื่อง microplate reader ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำ และมีความสามารถในการทำซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การตรวจคุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโคปี

การตรวจคุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโคปี

เทคนิคทางสเปกโทรสโคปีซึ่งประกอบด้วย เทคนิคอัลตราไวโอเลต-วิชีเบิลสเปกโทรสโคปี อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี และนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการตรวจคุณลักษณะเคมีพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์และอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับตัวเร่งปฏิกิริยาเทคนิคทางสเปกโทรสโคปีช่วยให้บรรลุถึงเป้าหมายในการได้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีขึ้นและปรับปรุงกระบวนการเร่งปฏิกิริยาจากความเข้าใจพื้นฐานที่ดีขึ้นของเคมีพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาบทความนี้จะได้บรรยายถึงการตรวจคุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโคปีเพื่อให้ได้ข้อมูลของตำแหน่งที่ว่างในการเร่งปฏิกิริยาการดำเนินไปภายใต้การเร่งปฏิกิริยา รวมถึงเสถียรภาพและการเสื่อมสภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา

Jin และคณะ [1] ได้ศึกษาตำแหน่งกรดของซีโอไลต์ชนิด HZSM-5 ซึ่งซีโอไลต์เป็นสารออลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate) ที่เกิดขึ้นจากหน่วยย่อยของ SiO_4 -และ AlO_4 - โดยการเชื่อมต่อกับออกซิเจนเป็นโครงสร้างเตตระฮีดรอล (tetrahedral) เมื่อนำซีโอไลต์ HZSM-5 ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี ให้ผลการทดลองจะพบแถบการสั่นของกรด บรอนสเตด (Brønsted acid site; $\equiv \text{Si-OH-Al}\equiv$) ที่เลขคลื่น 3600-3620 cm^{-1} ซึ่งแสดงตำแหน่งกรดบรอนสเตดที่เกิดจากโปรตอน (proton; H^+) ซึ่งทำหน้าที่เป็นไอออนประจุบวกไปดุลประจุลบที่เกิดขึ้นจากออลูมิเนียมเข้าไปแทนที่ในโครงร่างผลึก (framework) ของซีโอไลต์ ในขณะที่แถบการสั่นที่เลขคลื่น 3660-3690 cm^{-1} จะแสดง Al-O-H ซึ่งเป็นโครงสร้างพิเศษ (extraframework) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของผลึกซีโอไลต์ และแถบการสั่นที่เลขคลื่น 3720-3740 cm^{-1} ซึ่งแสดงหมู่ปลายของไฮดรอกซิล (Si-O-H) และยังปรากฏแถบการสั่นเล็กๆ ที่เลขคลื่น ~ 3565 , ~ 3630 และ ~ 3700 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากพันธะไฮโดรเจนของหมู่ไฮดรอกซิลที่มีลักษณะแตกต่างกัน

จากผลการศึกษาทำให้สรุปได้ว่าเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปีสามารถใช้แสดงตำแหน่งกรดบรอนสเตดที่แตกต่างกันของตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์ได้ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของพันธะของหมู่ O-H บนอะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาความแรงของกรด (acid strength) และปริมาณกรด (acidity) ได้จากตำแหน่งของแถบการสั่นและพื้นที่ใต้พีคของแถบการสั่นตามลำดับ โดยแถบการสั่นที่ปรากฏที่เลขคลื่นต่างๆจะแสดงค่าพลังงานพันธะระหว่าง O-H ถ้าแถบการสั่นปรากฏที่เลขคลื่นสูงแสดงว่ามีพันธะที่แข็งแรงและเป็นกรดอ่อน (กรดที่มีความแรงของกรดต่ำ) ในทางตรงกันข้ามถ้าแถบการสั่นปรากฏที่เลขคลื่นต่ำกว่าแสดงว่ามีพันธะ O-H ที่แข็งแรงน้อยกว่าและเป็นกรดแก่ (กรดที่มีความแรงของกรดสูง) และถ้าแถบการสั่นมีพื้นที่ใต้พีคมากแสดงว่ามีปริมาณของกรดชนิดนั้นๆ สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบ

น้ำมะพร้าวอ่อน จากอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

3.1.2 สารเคมี

สารกันเสีย (Potassium Sorbate).

น้ำกลั่น (distilled water)

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 Multimode Microplate reader PerkinElmer - EnSight

3.2.2 เครื่องวัดความหนืด (Viscometer Brookfield-DV-III Ultra)

3.2.3 เครื่องวัดสี (Colormeter HunterLab XE)

3.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (Mettler Toledo MS105, Switzerland)

3.2.5 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.6 กระบอกตวงขนาด

3.2.7 Microplate, 96 WELL, PS, F-BOTTOM

3.2.8 ซ้อนตวงสาร

3.2.9 Micropipette Labnet BioPette Autoclavable 0.5-10 μ l

3.2.10 pipette tip1

3.2.11 แท่งแก้ว 6 นิ้ว

3.2.12 UL Adaptor เบอร์ 0

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมน้ำมะพร้าว

3.4.1.1 นำผลมะพร้าวอ่อนมาผ่าและแยกน้ำมะพร้าวออกจากผลมะพร้าว

3.4.1.2 ชั่งน้ำมะพร้าว ลงในขวดพลาสติกแบบมีฝาปิดขนาด 125 ml.

3.4.1.3 เป็นขวดของน้ำมะพร้าวอ่อนแท้ 150 ขวด และน้ำมะพร้าวอ่อนเจือปนสารกันเสีย 200 ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเติมสารกันเสีย

การเตรียมโพแทสเซียมซอร์เบต 20 ppm จนถึง 2000 ppm

3.4.2.1 เริ่มจากซังโพแทสเซียมซอร์เบต 20 ppm คือใช้โพแทสเซียมซอร์เบต 20 กรัมต่อน้ำมะพร้าว 1000 กรัม

3.4.2.2 เติมใส่ขวดน้ำมะพร้าวที่เตรียมไว้ โดยเพิ่มความเข้มข้นขึ้นครั้งละ 10 ppm (10 กรัมต่อน้ำมะพร้าว 1000 กรัม) ในแต่ละตัวอย่าง จะได้ตัวอย่างน้ำมะพร้าวอ่อนที่เจือปนสารกันเสีย 200 ตัวอย่าง ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 20 30 40 50 ไปจนถึง 2000 ppm

3.3.3 การวิเคราะห์เบื้องต้น

3.4.3.1 การวัดค่าความหนืด

การวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Viscometer Brookfield-DV-III Ultra

3.4.3.1.1 ตวงน้ำมะพร้าวที่ใช้หาค่าความหนืด 15 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง

3.4.3.1.2 จับเวลา 15 วินาที แล้วอ่านค่า viscosity (cP) โดยมีเงื่อนไขว่าค่า Torque ต้องมากกว่า 60 %

3.4.3.1.3 ทำซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละตัวอย่าง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

3.4.3.2 การวัดค่าสี

วัดค่าสีด้วยเครื่อง Color Quest รุ่น XE

3.4.3.2.1 ตวงน้ำมะพร้าวใส่ขวด คิวเวท 40 มิลลิลิตร

3.4.3.2.2 วัดค่าสี โดยค่าที่ได้จะออกมาเป็นค่า L^* a^* และ b^* ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

3.4.3.2.3 นำค่าสีที่ได้ มาคำนวณค่าเฉลี่ย

3.4.3.3 การหาความหนาแน่น

คำนวณความหนาแน่นจากการวัดปริมาณของน้ำมะพร้าว

3.4.3.3.1 นำน้ำมะพร้าว 5 มิลลิลิตร มาชั่งน้ำหนักในหน่วยกรัม

3.4.3.3.2 คำนวณความหนาแน่นที่ได้โดยใช้สูตร

3.4.3.4 การหาค่าการดูดกลืนแสง

การหาค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Microplate Reader

3.4.3.4.1 เตรียมตัวอย่างน้ำมะพร้าวใส่ในไมโครเพลท 96 หลุม โดยใส่ตัวอย่างละ 3 หลุม หลุมละ 0.2 มิลลิลิตร

3.4.3.4.2 นำตัวอย่างเข้าเครื่อง Microplate Reader โดยตั้งค่าสเปคตร้าที่อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 230-1000 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.3 นำออกและบันทึกข้อมูลค่าการดูดกลืนแสงที่ได้

3.3.4 การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.3.4.1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ในการสร้างแบบจำลอง ใช้โปรแกรม Unscrambler นำข้อมูลของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบต 200 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Partial Least Squares Regression (PLSR) กำหนดให้ค่าการดูดกลืนแสง เป็นตัวแปรอิสระ (X) และปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบตที่ปลอมปนในน้ำมะพร้าวอ่อน (ppm) เป็นตัวแปรตาม (Y) วิธี PLSR ใช้เมื่อมีตัวแปรอิสระเป็นจำนวนมาก โดยเลือกเฉพาะช่วงของความยาวคลื่น 230 ถึง 1000 นาโนเมตร นำมาสร้างแบบจำลอง โดยใช้ชุดสร้างแบบจำลอง (calibration set) ด้วยโปรแกรม Unscrambler แบ่งข้อมูลเป็นชุดสร้างแบบจำลอง (calibration set) และชุดทดสอบแบบจำลอง (prediction set) ด้วยอัตราส่วน 70:30 ตามลำดับ ในขั้นตอนนี้ ใช้ข้อมูลเฉพาะ calibration set เมื่อได้ผลวิเคราะห์ทางสถิติ เป็นค่า Correlation Coefficient หรือ R และค่า Root Mean Square Error of Cross Validation หรือ RMSECV (ppm) จะสามารถทำนายตัวแปรตามได้ดังสมการ

$$Y = a_0 + a_1PC_1 + a_2PC_2 + a_3PC_3 + \dots + a_nPC_n$$

โดยที่ Y = ค่าของตัวแปรตาม

a = ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอย

PC = ค่าตัวแปรใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นจากการแบ่งกลุ่มของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน

การปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัมที่ได้จากการทดลอง (spectrum pretreatment) เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนหนึ่งที่ทำให้การสร้างสมการทำนายมีความแม่นยำมากขึ้น และทำให้สัญญาณรบกวนเรียบขึ้น (ปานมนัส, 2556) ในการสร้างแบบจำลองนี้ ใช้วิธี smoothing ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อน โดยแทนค่าการดูดกลืนแสงแต่ละความยาวคลื่น ด้วยค่าเฉลี่ยของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่มีจุดศูนย์กลางของช่วงความยาวคลื่นตรงกับจุดที่ถูกแทนที่ ต่อจากนั้นเลื่อนช่วงไปหนึ่งความยาวคลื่น แล้วทำซ้ำจนครบช่วงความยาวคลื่น (Siesler และคณะ, 2002) วิธีอนุพันธ์อันดับ 1 (1st Derivative) เป็นวิธีการลดการเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ของค่าการดูดกลืนแสง เพื่อแก้ปัญหากล่องเลื่อนขึ้นของสเปกตรัม (Osborne และคณะ, 1993) วิธีการปรับแก้การกระเจิงแบบผลคูณ (Multiplicative Scatter Correction หรือ MSC) เพื่อแก้ปัญหากล่องกระเจิงแสงที่ไม่สม่ำเสมอเนื่องจากปัจจัยต่างๆ และวิธีการปรับความแปรปรวนให้เป็นมาตรฐาน (Standard Normal Variate, SNV) (ปานมนัส, 2556) โดยสเปกตรัมแต่ละเส้นจะถูกปรับแก้โดยปรับค่าการดูดกลืนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (ศิริพิชญ์ และ ทิพย์วรรณ, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผ่านการปรับแต่งข้อมูลแล้ว เลือกวิธีที่ดีที่สุด เพื่อนำมาเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด โดยพิจารณาผลการวิเคราะห์ จากวิธีที่มีค่า RMSECV ต่ำสุด และมีค่า R สูงสุด (ภัทรพรพรรณ และ อติศร, 2020) เพราะฉะนั้น สมการ Calibration ที่ดีที่สุดถูกสร้างขึ้นจากการปรับแต่งด้วยวิธี SNV

ทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยชุดทดสอบแบบจำลอง จะได้ผลการวิเคราะห์ใน prediction set เป็นค่า R_p และ Root Mean Square Error of Prediction หรือ RMSEP (ppm) และใน calibration set เป็นค่า R_c และ Root Mean Square Error of Calibration หรือ RMSEC (ppm) สมการที่วิเคราะห์ได้ ถ้าค่า Standard Error of Calibration (SEC) มีค่าน้อย หมายความว่าสมการที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการทำนายต่อไปได้ดี และค่า Standard Error of Prediction (SEP) หมายความว่า เมื่อนำสมการที่สร้างขึ้นมาใช้ทำนาย เพื่อให้ได้ผลที่ได้มีความแม่นยำสูง ค่าที่คำนวณได้ควรมีค่าน้อย และค่า R เข้าใกล้ 1 หรือเท่ากับ 1 หมายความว่าสมการที่สร้างขึ้น สามารถนำมาใช้อธิบายค่าทำนายที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) ที่มีความสัมพันธ์กันมาก (Williams, 2007) เกณฑ์การพิจารณาค่า R ดังตารางที่ 3.3.4.1

ตารางที่ 3.3.4.1 เกณฑ์การพิจารณาค่า R และ R^2

ค่า R	ค่า R^2	การตีความ
จนถึง ± 0.5	จนถึง 0.25	ไม่สามารถใช้ทำนายได้
$\pm 0.5-0.70$	0.26-0.49	ความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ดี
$\pm 0.71-0.80$	0.50-0.64	คัดกรองข้อมูลได้
$\pm 0.81-0.90$	0.66-0.81	ตรวจสอบและคัดกรองข้อมูลได้ โดยประมาณ
$\pm 0.91-0.95$	0.83-0.90	ใช้ได้กับงานเกือบทุกประเภทด้วยความ ระมัดระวัง รวมถึงงานวิจัย
$\pm 0.96-0.98$	0.92-0.96	ใช้ได้กับงานเกือบทุกประเภท รวมถึงการ ประกันคุณภาพ
± 0.99 ขึ้นไป	0.98 ขึ้นไป	ใช้ได้กับงานทุกประเภท

ที่มา : Williams (2007)

3.3.4.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ในการสร้างแบบจำลอง ใช้โปรแกรม Unscrambler นำข้อมูลของ น้ำมะพร้าวอ่อนแท้ และ น้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยใช้วิธี Partial Least Squares-Discriminant Analysis (PLS-DA) แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นชุดสร้างแบบจำลอง และชุดทดสอบแบบจำลอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

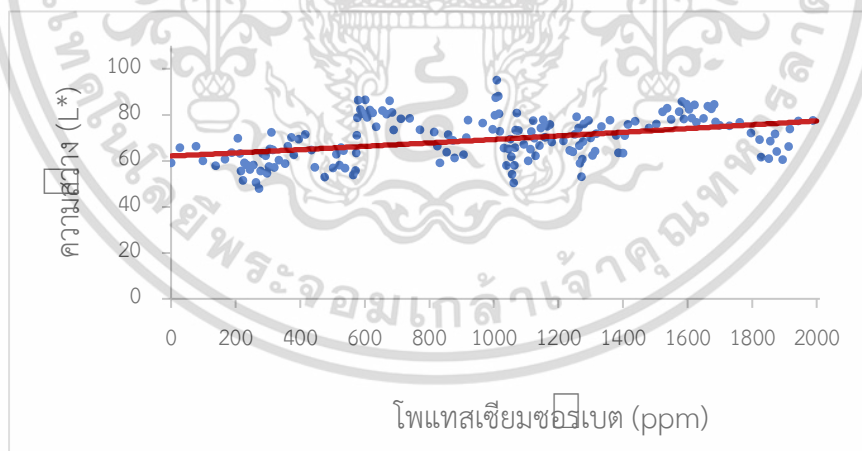
แบ่งเป็นประมาณ 70% และ 30% โดยแต่ละชุด จะมีปริมาณ 0 และ 1 ในสัดส่วนที่เท่ากัน โดยกำหนด 0 คือน้ำมะพร้าวอ่อนแท้ และ 1 คือน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตโดยเอาผลจากกราฟมาคำนวณหาตัวอย่างที่ทำนายถูกและผิด โดยใช้ค่า 0.5 เป็นตัวตัดสิน ถ้าค่าจริงเป็น 0 ค่าทำนายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าทำนายถูก ถ้าค่าจริงเป็น 1 ค่าทำนายมากกว่า 0.5 ถือว่าทำนายถูกจากนั้น นับว่าทำนายถูกกี่ตัวอย่างจากทั้งหมดซึ่งจะเป็นเปอร์เซ็นต์ความสามารถของแบบจำลองที่ใช้ในการทำนาย

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

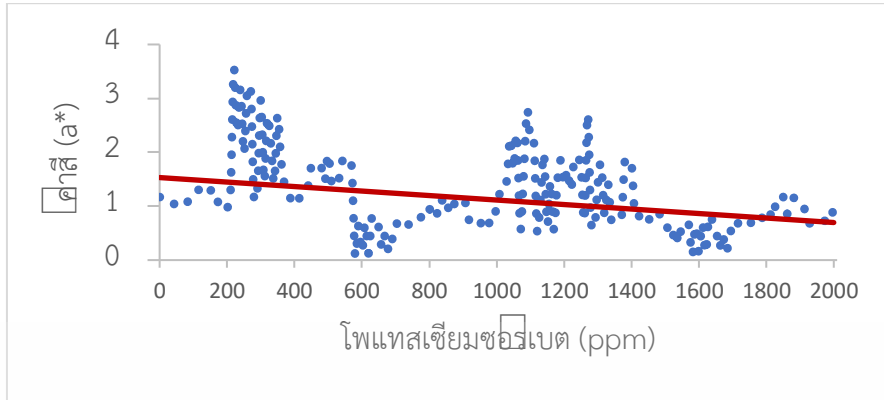
4.1 ผลของสีกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อน

ผลที่ได้จากการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต ดังแสดงในภาพที่ 4.1.1 ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่า เมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารกันเสียเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความสว่างของน้ำมะพร้าว (L^*) เพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มที่จะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4.1.2 และ 4.1.3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารกันเสีย ส่งผลให้น้ำมะพร้าวมีความเป็นสีแดง-สีเขียว และสีเหลือง-สีน้ำเงินลดลง กล่าวคือ น้ำมะพร้าวมีสีที่กลายเป็นกลาง หรือเป็นสีเทามากขึ้น

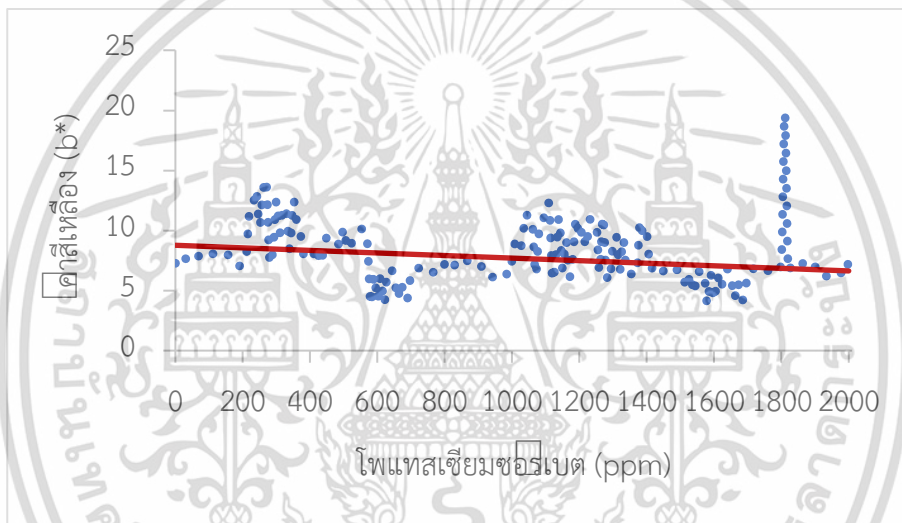


ภาพที่ 4.1.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่าง (L^*)
กับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดง-สีเขียว (a*)
กับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต

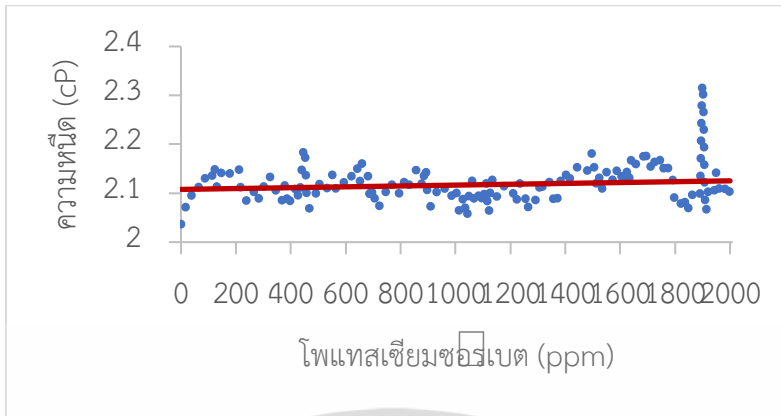


ภาพที่ 4.1.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)
กับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต

4.2 ผลของความหนืดกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อน

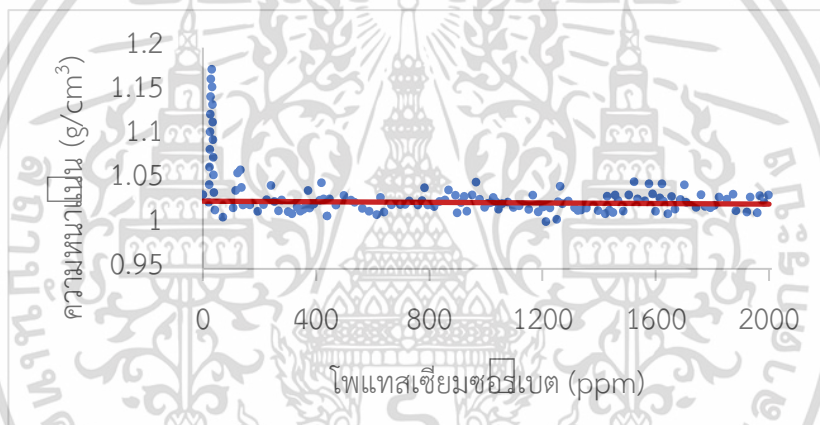
จากภาพที่ 4.2.1 กราฟแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงผลของการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบต ที่ส่งผลให้ความหนืดของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thakur และคณะ (2016) ที่ทำการศึกษาการเติมโพแทสเซียมซอร์เบตและเพคตินในน้ำฝรั่ง ส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากการจับกันของสายโซ่ยาวจนเกิดเป็นตาข่ายที่ดักจับโมเลกุลของน้ำ และงานวิจัยของ Valero และคณะ (2017) ที่ศึกษาเรื่องการลดปริมาณน้ำ กล่าวไว้ว่า สารกันเสีย เช่น โซเดียมเบนโซเอต และโพแทสเซียมซอร์เบต สามารถลดปริมาณน้ำในน้ำผลไม้ได้ โดยสารกันเสีย จะทำการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่กินน้ำตาลเป็นอาหาร ส่งผลให้น้ำผลไม้ไม่มีความหนืดเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต

4.3 ผลของความหนาแน่นกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อน



ภาพที่ 4.3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต

จากภาพที่ 4.3.1 การเติมสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบต ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของน้ำมะพร้าว กล่าวคือ ในการเติมโพแทสเซียมซอร์เบต ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 20 ppm ถึง 2000 ppm ไม่ทำให้ความหนาแน่นของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้น ซึ่ง Alias และคณะ (2013) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการแปรรูปผลไม้ ซึ่งในงานวิจัยกล่าวว่า ความคล้ายคลึงกันทางเคมีของสารกันเสียที่ใช้ในน้ำผลไม้ เช่น โพแทสเซียมซอร์เบต หรือ โซเดียมเบนโซเอต ซึ่งสารกันเสียทั้งสองนี้ มีโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายคลึงกับน้ำตาล และกรดอินทรีย์ที่พบในน้ำผลไม้ตามธรรมชาติ ความคล้ายคลึงกันทางเคมีนี้ ทำให้ยากต่อการตรวจจับความหนาแน่นโดยใช้วิธีการมาตรฐาน และ Quintero และคณะ (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของโซเดียมเบนโซเอตและโพแทสเซียมซอร์เบต ที่มีความเข้มข้นต่างกัน ต่อคุณสมบัติทางเคมีของน้ำสตรอเบอร์รี่ งานวิจัยระบุว่า ความเข้มข้นของสารกันบูดที่ใช้ในน้ำผลไม้โดยทั่วไป มีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ โดยปกติจะน้อยกว่า 1% โดยน้ำหนัก ที่ความเข้มข้นต่ำเหล่านี้ ส่งผลน้อยมากหรือไม่ส่งผลเลยกับความหนาแน่นของน้ำสตรอเบอร์รี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

4.4 ผลการตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อน

ตารางที่ 4.4.1 แสดงข้อมูลของโพแทสเซียมซอร์เบตที่ถูกจำแนกออกเป็นชุดสร้างแบบจำลอง (Calibration set) และ ชุดทดสอบแบบจำลอง (Prediction set) เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ทางสถิติ ชุดสร้างแบบจำลอง ของโพแทสเซียมซอร์เบต (Potassium sorbate) มีจำนวนตัวอย่าง (Number of samples) 134 ตัวอย่าง ความเข้มข้นอยู่ในช่วง (Range) 20-2000 ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 1012.481 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 578.073 Prediction set ของโพแทสเซียมซอร์เบต (Potassium sorbate) มีจำนวนตัวอย่าง (Number of samples) 66 ตัวอย่าง ความเข้มข้นอยู่ในช่วง (Range) 30-1980 ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 1005 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 578.891

ตารางที่ 4.1.1 ข้อมูลของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตที่ถูกจำแนกออกเป็นชุดสร้างแบบจำลอง และชุดทดสอบแบบจำลอง

characteristic	Item	Calibration set	Prediction set
Potassium Sorbate (ppm)	Number of samples	134	66
	Range	20-2000	30-1980
	Mean	1012.481	1005
	SD	578.073	578.891

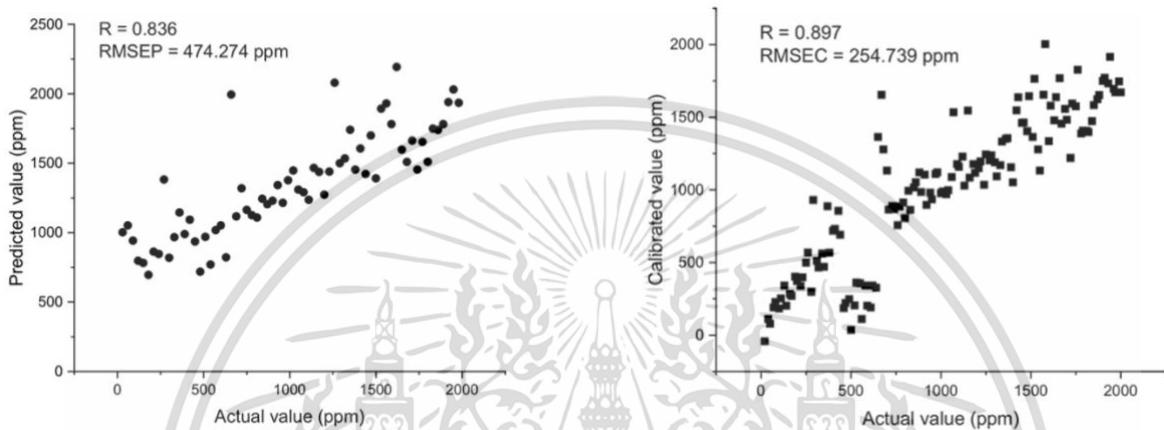
จากการนำข้อมูล ชุดสร้างแบบจำลอง ของโพแทสเซียมซอร์เบตที่จำแนกได้ในตารางที่ 4.1.2 มาสร้างแบบจำลอง และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Unscrambler จะได้ผล validation ของ Original และเมื่อทำการ Pre-treatment จะได้ค่า Smoothing, 1stDerivative, MSC และ SNV ดังตารางที่ 4.1.2

ตารางที่ 4.1.2 ผลวิเคราะห์ทางสถิติจากการสร้างแบบจำลองของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบต

No.	Pre-processing techniques	Potassium Sorbate			
		N	F	R	RMSECV (ppm)
1	Original	134	4	0.886	266.951
2	Smoothing	134	6	0.877	277.028
3	1 st Derivative	134	5	0.886	266.929
4	MSC	134	2	0.878	275.921
5	SNV	134	3	0.887	266.050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4.2 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุด โดยดูจากผลที่ได้ เริ่มพิจารณาจากค่า RMSECV ที่ต่ำสุดก่อน ถ้าแบบจำลองมีค่า RMSECV เท่ากัน ให้พิจารณาที่ค่า R สูงสุด และสุดท้ายพิจารณาที่ค่า F ต่ำสุด ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้ในข้อมูลชุดนี้ แบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายโพแทสเซียมซอร์เบต คือแบบจำลองของ SNV



ภาพที่ 4.4.1 ผล calibration

ภาพที่ 4.4.2 ผล calibration

ของโพแทสเซียมซอร์เบตจากชุดทดสอบแบบจำลอง

ของโพแทสเซียมซอร์เบตจากชุดสร้างแบบจำลอง

ตารางที่ 4.4.3 ตารางสรุปผลวิเคราะห์ของน้ำมะพร้าวอ่อนปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบต

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration set			Prediction set		
			N	R _c	RMSEC (%)	N	R _p	RMSEP (%)
Potassium Sorbate (ppm)	SNV	5	134	0.897	254.739 ppm	66	0.836	474.274 ppm

จากตารางที่ 4.4.3 เมื่อได้แบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายการปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตแล้ว นำแบบจำลองไปทดสอบด้วยชุดทดสอบแบบจำลอง จะได้ผล calibration ของโพแทสเซียมซอร์เบต ดังภาพที่ 4.4.1 และผล calibration ของชุดสร้างแบบจำลอง จะได้จากการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.4.2 ดังภาพที่ 4.4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวอ่อนโดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy เพื่อตรวจหาการปลอมปนของโพแทสเซียมซอร์เบต โดยการสร้างแบบจำลอง และหาแบบจำลองที่ดีที่สุดด้วยวิธี Partial Least Squares Regression (PLSR) เพื่อตรวจหาสารโพแทสเซียมซอร์เบต พบว่าแบบจำลองที่ดีที่สุดคือ SNV ซึ่งแสดงค่า R_c และ R_p เท่ากับ 0.897 และ 0.836 ตามลำดับ และค่า RMSEC และ RMSEP เท่ากับ 254.739 ppm และ 474.274 ppm ตามลำดับ หมายความว่า สามารถประยุกต์ใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy ในการตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตในน้ำมะพร้าวอ่อนได้และจากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ของการปลอมปนสารโพแทสเซียมซอร์เบตที่เพิ่มขึ้น กับค่าสี (L^* a^* b^*) ความหนืด และความหนาแน่น ผลที่ได้คือ กราฟของค่าสี L^* a^* b^* และความหนืด มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด สรุปได้ว่าสามารถตรวจสอบค่าสี L^* a^* b^* และค่าความหนืดของน้ำมะพร้าวที่ถูกปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตด้วยวิธีทางกายภาพได้ แต่ในทางกลับกัน กราฟของความหนาแน่น ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สรุปได้ว่า ไม่สามารถตรวจสอบความหนาแน่นของน้ำมะพร้าวที่ถูกปลอมปนสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตด้วยวิธีทางกายภาพได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับช่วงสเปกตรัมของโพแทสเซียมซอร์เบตและน้ำมะพร้าวอ่อน
- 5.2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมในการสร้างแบบจำลองและการทดสอบประสิทธิภาพ
- 5.2.3 การศึกษาในช่วงทดลองมีการใช้เวลาค่อนข้างนาน จึงควรลดปัจจัยในการศึกษาหรือลดจำนวนตัวอย่างเพื่อให้การทดลองมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรุงเทพเคมี. ม.ป.ป. Potassium Sorbate โปแตสเซียมซอร์เบต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://xn--12cgi8d9atj3mva5fc.com/index.php?route=product/product&product_id=969. 17 พฤษภาคม 2566
- ช่อลัดดา เทียงพุก. 2558. น้ำมะพร้าว อาหารธรรมชาติที่ยอดเยี่ยม. วารสารอาหาร. 45(2): 37-42. ไทยรัฐ. 2551. สารกันบูดกับน้ำผลไม้. Nfitr. 464: 7.
- ปิยะดา อาชายุทธการ. 2554. การศึกษาการใช้แป้งข้าวเจ้าเพิ่มความหนืดในน้ำส้มและน้ำสับปะรดที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://ssruir.sru.ac.th/bitstream/ssruir/444/1/007-54.pdf>. 14 พฤษภาคม 2566.
- ไพรัตน์ โชควิบุลย์กิจ. 2547. การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในเครื่องดื่มโคล่าโดยวิธีการสกัดและสเปกโตรโฟโตเมตรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://e-library.siam.edu/e-journal/wp-content/uploads/2018/12/Journal-of-food-technology-siam-university-vol1-no1-jun-may-40-44.pdf>. 14 พฤษภาคม 2566.
- ภัทราพรรณ สุคนธ์รัตน์ และอดิสร ยะวงศา. 2020. การวิเคราะห์ความเข้มข้นของเบต้าไฮดรอกซีบิวทิเนตในซีรัมของโคนมด้วยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี. วารสารสัตวแพทย์. 30: 61-78.
- สุภมาส อังศุโชติ. ม.ป.ป. เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.stou.ac.th/offices/ore/info/cae/uploads/pdf/636366560441132172.pdf>. 14 พฤษภาคม 2566
- อนุวัตร แฉ่งชัต และคณะ. 2563. การศึกษาปริมาณสารเพิ่มความหนืด ขนาดและปริมาณเนื้อลำไยที่เหมาะสมในเครื่องดื่มชาลำไยผสมสมุนไพรแบบขงดื่มสำหรับผู้สูงอายุ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwirgqv-0rb7AhUzwzGhVOfAowQFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fkukr.lib.ku.ac.th%2Fkukr_es%2Fkukr%2Fsearch_detail%2Fdownload. 14 พฤษภาคม 2566.
- อรุณรัตน์ สันฐิติกวินสกุล. 2563. สเปกโตรสโกปีสำหรับเคมีอินทรีย์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- Lucas, J. 2019. Fast and simple method of simultaneous preservative determination in different processed foods by QuEChERS and HPLC-UV: Method development, survey and estimate of daily intake. 293: 112-119.
- Metrani, R., Jayaprakasha, G. K. and Patil, B. S. 2017. Optimized method for the quantification of pyruvic acid in onions by microplate reader and confirmation by high resolution mass spectra. Food Chemistry. 242: 451-458.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Najjar, K. and Abu-Khalaf, N. 2021. VIS/Near-Infrared (VIS/NIR) Spectroscopy Technique to Detect Grey Mold Disease in The Early Stages of Tomato Fruit. *The Journal of Microbiology*. 11: 3108-3112.
- Thakur, N. S., Desai, K. M., Patil, B. R., and Kulkarni, S. G. 2016. Effect of potassium sorbate and pectin on the rheological characteristics of guava juice. *Journal of Food Science and Technology*. 53(10): 3814-3820.
- Valero, E., Paredes, P., and Pinero, M. 2017. Natural and chemical antimicrobial compounds to preserve fruit juices and beverages. *International Journal of Food Microbiology*. 250: 34-45.
- Williams, C. 2007. Research Methods. *Journal of Business & Economic Research*, 5, 65-72.
- Williams, P. (2003) Near-infrared Technology—Getting the Best out of Light. PDK Grain. Nanaimo, Canada.
- Yang, B., Guo, W., Liang, W., Zhou, Y., and Zhu, X. 2022. Design and evaluation of a miniature milk quality detection system based on UV/Vis spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis*. 106: 104341- 104348.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณ

ก.1 การคำนวณความหนาแน่น

สูตรการคำนวณ

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำมะพร้าว} = \frac{\text{มวลของน้ำมะพร้าวหลังเติมโพแทสเซียมซอร์เบต (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของน้ำมะพร้าวหลังเติมโพแทสเซียมซอร์เบต (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ : มวลของน้ำมะพร้าวหลังเติมโพแทสเซียมซอร์เบต = 5.10 กรัม

ปริมาตรของน้ำมะพร้าวหลังเติมโพแทสเซียมซอร์เบต = 5.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของน้ำมะพร้าว} &= \frac{5.10}{5.00} \\ &= 1.02 \text{ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เครื่องมือและวิธีการ



ภาพที่ ข.1 เครื่องวัดความหนืด Viscometer Brookfield-DV-III Ultra

วิธีการใช้งาน

1. ตรวจสอบระดับลูกน้ำที่อยู่ส่วนบนของเครื่องวัดความหนืด โดยให้ลูกน้ำอยู่ในเส้นของวงกลม
2. เปิดเครื่องสำรองไฟและเครื่องวัดความหนืด โดยกดปุ่มสวิตช์ทางด้านหลังของเครื่อง
3. กดปุ่ม motor on/off เพื่อเข้าสู่โปรแกรมวัดความหนืด
4. นำหัววัดประกอบเข้ากับเครื่องวัดความหนืด
หลักการเลือกหัววัด คือ ตัวอย่างที่มีความหนืดมากให้ใช้หัววัดที่มีขนาดเล็กและตัวอย่างที่มีความหนืดน้อยให้ใช้หัววัดที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งต้องสังเกตค่าของ % Torque ให้อยู่ในช่วง 85-100%
5. ประกอบหัววัดกับตัวเครื่อง โดยให้หมุนหัววัดไปทิศทางตามเข็มนาฬิกา
6. ใส่ตัวอย่างน้ำมันะพร้าวอ่อนปริมาณ 15 มิลลิลิตร ในปีกเกอร์
นำมาวางประกอบเข้ากับเครื่องวัดความหนืด
7. หมุนลูกบิดสีดำในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเพื่อปรับให้ส่วนที่เป็นหัววัดจุ่มในตัวอย่าง โดยระดับที่จุ่มจะต้องท่วมขีดเครื่องหมายที่แสดงอยู่บนหัววัด
8. กดปุ่ม SELECT SPDL เพื่อใส่ตัวเลขรหัสหัววัดแล้วกด Enter
9. กดหมายเลขเพื่อใส่ความเร็วรอบของการหมุน โดยเลือกกดตัวเลขจากน้อยไปมาก และสังเกตค่าของ % Torque ให้อยู่ในช่วง 85-100% เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.1 ใส่ความเร็วรอบ 50 แล้วกด Enter จะปรากฏ % Torque เป็น 64 % กดหยุดการหมุนที่ปุ่ม MOTOR ON/OFF

9.2 ใส่ความเร็วรอบ 100 แล้วกด Enter จะปรากฏ % Torque เป็น 86.2 % กดหยุดการหมุนที่ปุ่ม MOTOR ON/OFF

9.3 ใส่ความเร็วรอบ 110 แล้วกด Enter จะปรากฏ % Torque เป็น 95.9 % กดหยุดการหมุนที่ปุ่ม MOTOR ON/OFF

9.4 ใส่ความเร็วรอบ 120 แล้วกด Enter จะปรากฏ % Torque เป็น EEE % กดหยุดการหมุนที่ปุ่ม MOTOR ON/OFF

ดังนั้น ให้เลือกที่ความเร็วรอบที่มีค่า % Torque ใกล้เคียง 100 % แต่ไม่ต่ำกว่า 85 %

ในการทดลองครั้งนี้ให้เลือกความเร็วรอบ เป็น 178 แล้วกด Enter จะปรากฏ % Torque

10. กดปุ่ม SELECT DISP เพื่อดูค่าความหนืด(viscosity)
11. จดบันทึกข้อมูลผลการทดลอง
12. กดปุ่ม SELECT DISP 3 ครั้ง เพื่อกลับไปหน้าจอเมนูหลัก
13. กดปุ่ม MOTOR ON/OFF เพื่อหยุดการหมุนของหัววัด
14. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ถอดหัววัด ล้างทำความสะอาดเช็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูและนำไปบรรจุกล่องเก็บให้เรียบร้อย
15. ปิดเครื่องที่สวิทช์ด้านหลังของเครื่องวัดความหนืด
16. ลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือทุกครั้งหลังการใช้งาน



ภาพที่ ข.2 เครื่อง Spectrophotometer Colormeter HunterLab-XE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

วิธีการใช้งาน

1. เสียบปลั๊กเครื่อง เปิดสวิตช์เครื่องวัดสี ด้านหลังเครื่อง
2. เครื่องวัดสีจะพร้อมใช้งานเมื่อไฟสีเขียวขึ้น
3. เปิดคอมพิวเตอร์เข้าโปรแกรม Universal
4. เมื่อเข้าโปรแกรมครั้งแรกให้ทำการ Standardize คลิกที่ Standardize เครื่องแสดงหน้าจอสำหรับตั้งค่า Mode(RTRAN), Area view, Port size และ UV filter กด OK
5. เครื่องจะขึ้นให้วาง Light trap ค่อยๆขยับฐานออกมาจนลงล็อค วาง Light trap ที่ Reflectance port แล้วกด OK
6. เครื่องขึ้นเตือนให้วาง White tile ที่ Reflectance port นำ Light trap ออกมาจากนั้นวาง White tile ที่ Reflectance port กด OK เครื่องพร้อมสำหรับเริ่มวัดค่าสีของตัวอย่าง กด OK และนำ White tile ออก
7. ตั้งชื่อไฟล์งาน Coconut Ps
8. ตัวอย่างแรกที่จะใช้วัดคือน้ำกลั่น นำตัวอย่างแรกไปวางที่ Reflectance port คลิก Read Sample ใส่ชื่อตัวอย่างที่ช่อง Sample ID แล้วคลิก OK
9. ตารางแสดงผลการทดลองตัวอย่างแผ่นฟิล์มค่า L,a,b
10. นำตัวอย่างที่ต้องการวัด ไปวางที่ Reflectance port คลิก Read Sample ใส่ชื่อตัวอย่างที่ช่อง Sample ID แล้วคลิก OK
11. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ปิดโปรแกรมวัดค่าสี Universal ในหน้าจอคอมพิวเตอร์
12. ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
13. ทำความสะอาดอุปกรณ์และเช็ดให้แห้งเก็บไว้ให้เป็นระเบียบเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป
14. ลงชื่อจดบันทึกการใช้งาน



ภาพที่ ข.3 Microplate Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้งาน

1. เสียบปลั๊กหลังเครื่อง
2. เปิดเครื่องโดยกด 2 ปุ่มล่างข้างไว้พร้อมกัน
3. เปิดสวิทช์เครื่อง Microplate Reader
4. เปิดคอมพิวเตอร์
5. เข้าโปรแกรม Kaleido
6. ใส่ชื่อ Protocol คลิก Measurement ใส่ Wavelength
7. Setup Protocol
8. เตรียมตัวอย่างใส่ Plate ใส่เป็นอุปกรณ์ใส่ตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์
9. คลิก Eject เพื่อนำตัวอย่างเข้า
10. จากนั้นคลิก Run Protocol สามารถเลือกดูผลได้ Plate View, Graph View, List View
11. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง Saveผล ปิดโปรแกรม Kaleido ในหน้าจอคอมพิวเตอร์
12. ปิดเครื่องที่สวิทช์ด้านหลังของเครื่อง

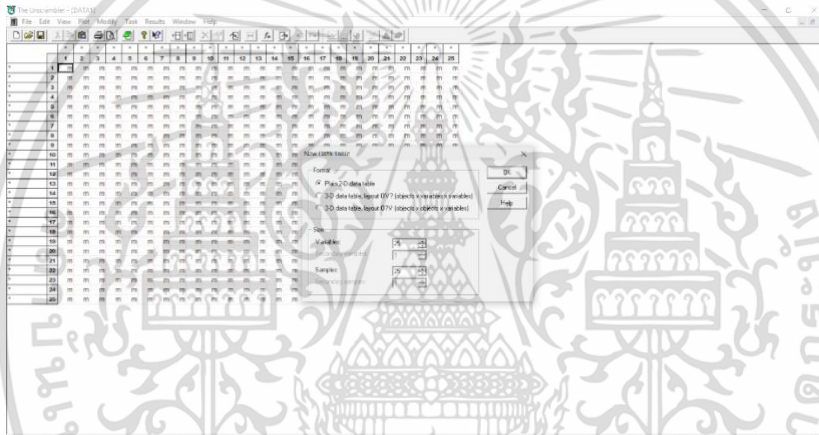
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

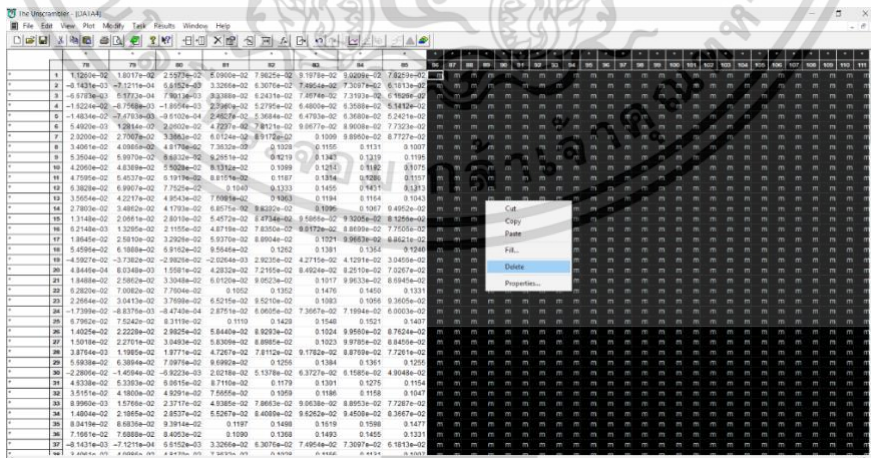
การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์

ค.1 การใช้โปรแกรม The Unscrambler

The Unscrambler เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร (Multivariate data analysis) เพื่อเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย แม่นยำ และรวดเร็ว โดยข้อมูลที่สามารถนำเข้ามานำวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมนี้ สามารถเป็นได้ทั้งข้อมูล Spectrum หรือข้อมูลตัวเลขที่ได้จาก chemical และ physical นำข้อมูลเตรียมจัดกลุ่มเป็น Calibration set และ Prediction set มาวิเคราะห์



ภาพที่ ค.1.1 การเปิดโปรแกรม The Unscrambler

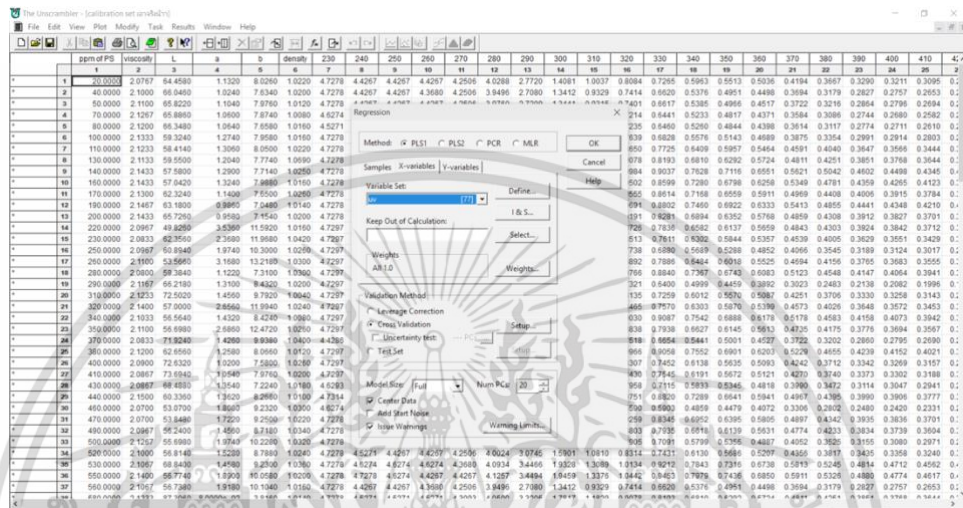


ภาพที่ ค.1.2 นำข้อมูลมาวางในโปรแกรม The Unscrambler

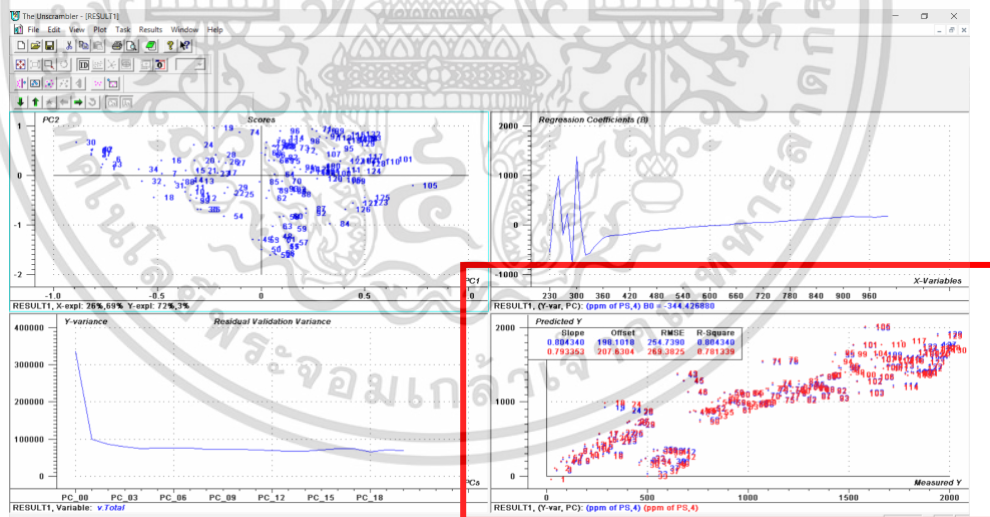
ตรวจสอบคอลัมน์ และ แถวที่เกินให้ลบออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลที่เตรียมไว้ในโปรแกรม Excel มาวางในโปรแกรม The Unscrambler ทั้ง Calibration set และ Prediction set โดยกำหนดค่าตัวแปร Y และ X เพื่อสร้างโมเดล โปรแกรมจะทำการสรุปผล Model ที่เหมาะสมกับการทดลองและสามารถดูผลการวิเคราะห์จากแถบเครื่องมือด้านบน ซึ่งจะมีผลการวิเคราะห์ที่ต่างๆ ดังแสดงดังภาพ ค.1.3 และ ค.1.4



ภาพที่ ค.1.3 ตาราง Calibration set และ Prediction set ทำวิธีเดียวกัน



ภาพที่ ค.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค.2 การใช้โปรแกรม OriginPro 2019

OriginPro 2019 เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างกราฟและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ interactive พัฒนาโดย OriginLab เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

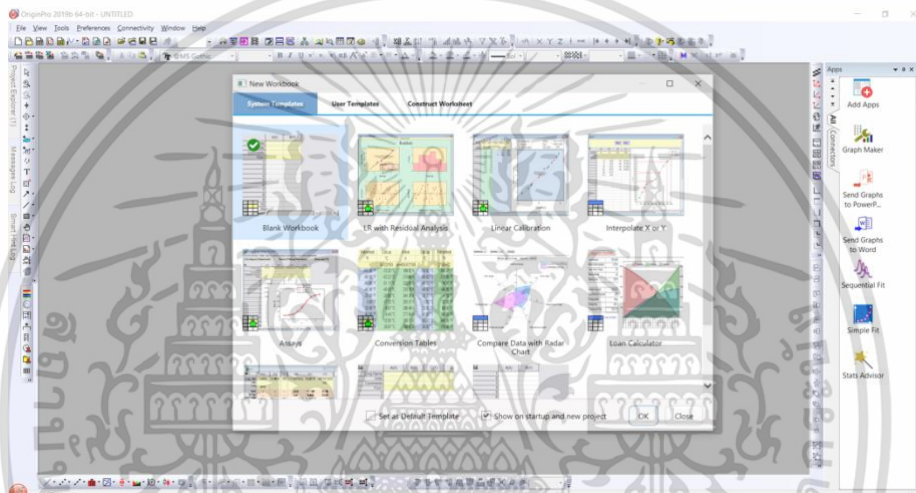
Corporationเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและพื้นที่ทำงานกราฟสำหรับนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร โดยในโปรแกรม OriginPro

มีชุดเครื่องมือที่ครอบคลุมสำหรับนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในทุกระดับทางเทคนิคเพื่อวิเคราะห์กราฟและสิ่งพิมพ์ โปรแกรมสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในหลายประเภทสถิติรวมถึง การวิเคราะห์ peak analysis, การประมวลผลสัญญาณ (signal processing), การปรับเส้นโค้ง (curve fitting) และอื่น ๆ

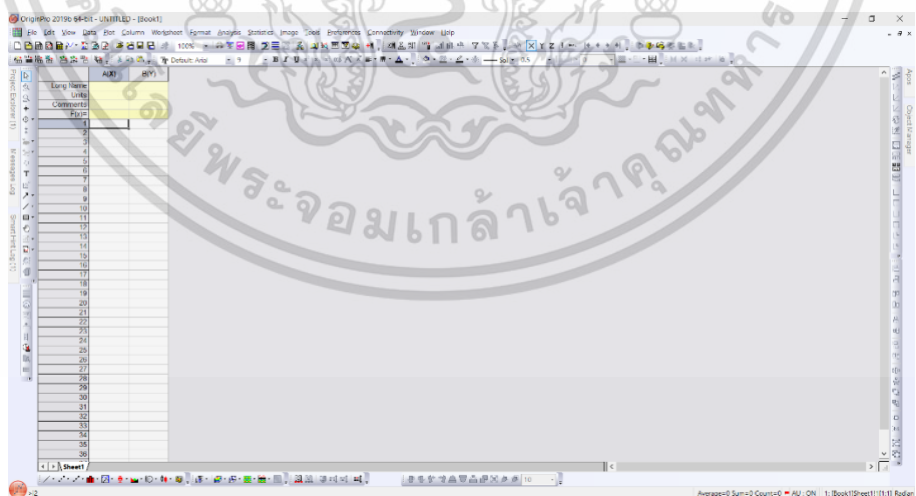
มันมีคุณสมบัติทั้งหมดของ Origin

รวมถึงเครื่องมือวิเคราะห์เพิ่มเติมเครื่องมือสร้างกราฟและเครื่องมือพัฒนามากมาย

โดยเราได้นำผลการวิเคราะห์จาก โปรแกรม The Unscrambler มาวิเคราะห์ดังรูป ค.2.1,ค.2.2

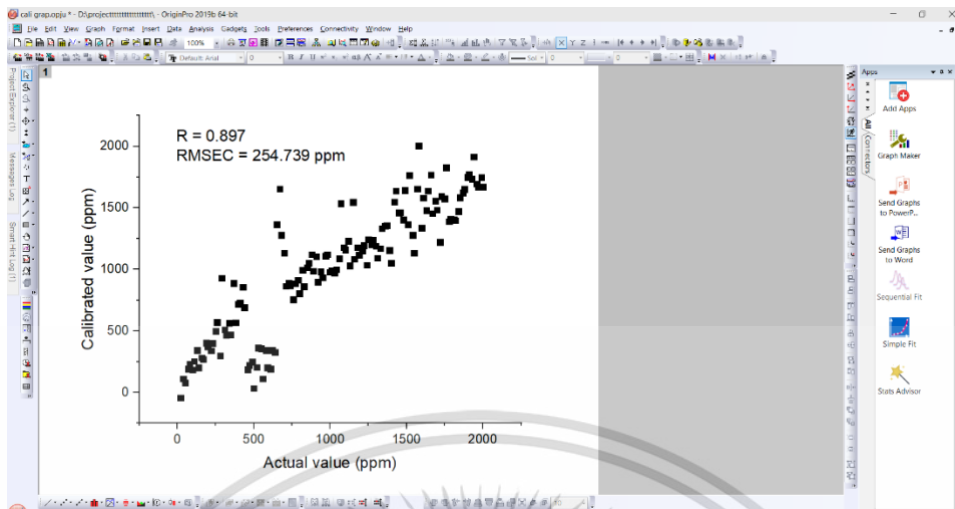


ภาพที่ ค.2.1 การเปิดโปรแกรม OriginPro 2019



ภาพที่ ค.2.2 นำข้อมูลจาก The Unscrambler มาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.2.3 กราฟที่วิเคราะห์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ภาพประกอบการทดลอง



ภาพที่ ง.1 ตัวอย่างน้ำมะพร้าวอ่อน



ภาพที่ ง.2 เตรียมตัวอย่างน้ำมะพร้าวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

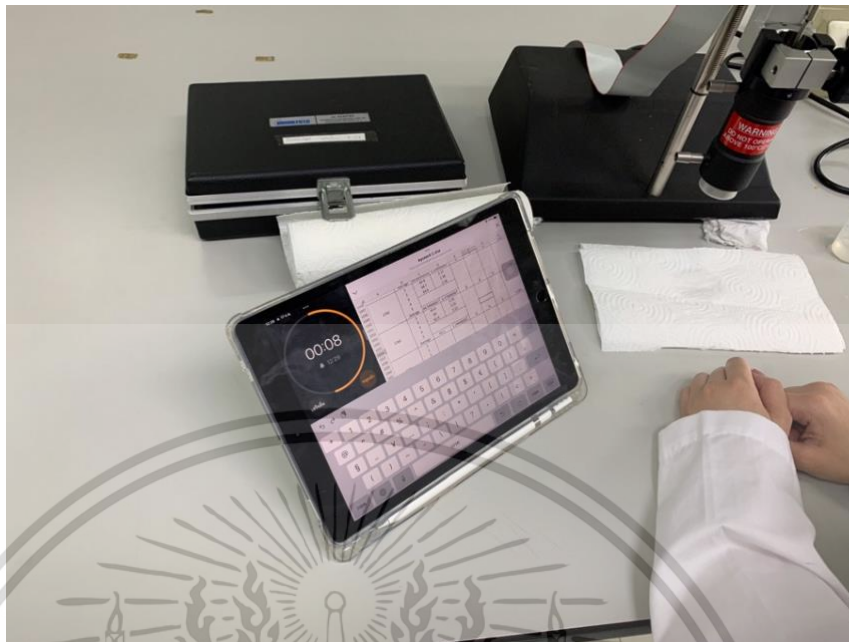


ภาพที่ ง.3 การทดลองวัดหาค่าความหนืดผ่านเครื่อง
Viscometer Brookfield



ภาพที่ ง.4 การทดลองวัดหาค่าความหนืดผ่านเครื่อง Viscometer Brookfield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

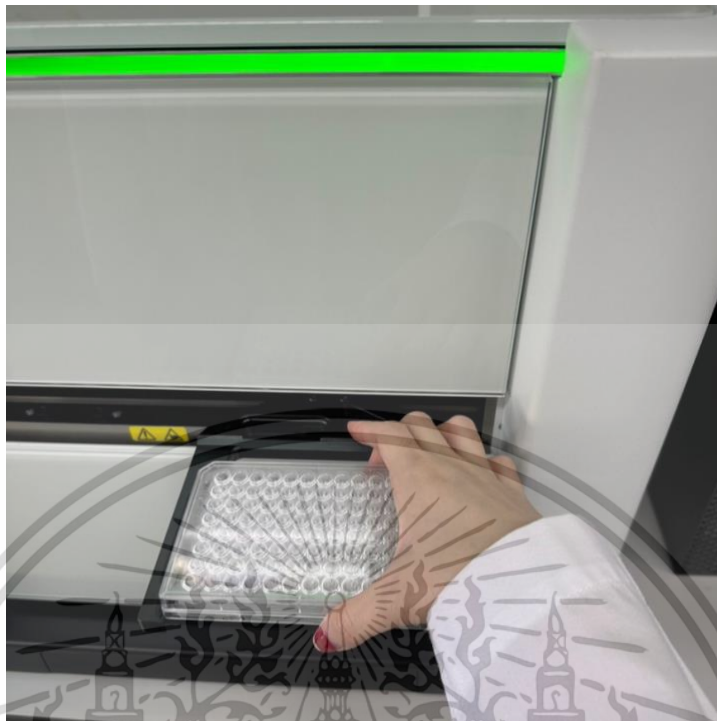


ภาพที่ ง.5 จับเวลาบันทึกค่าทุกๆ 15 วินาที ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

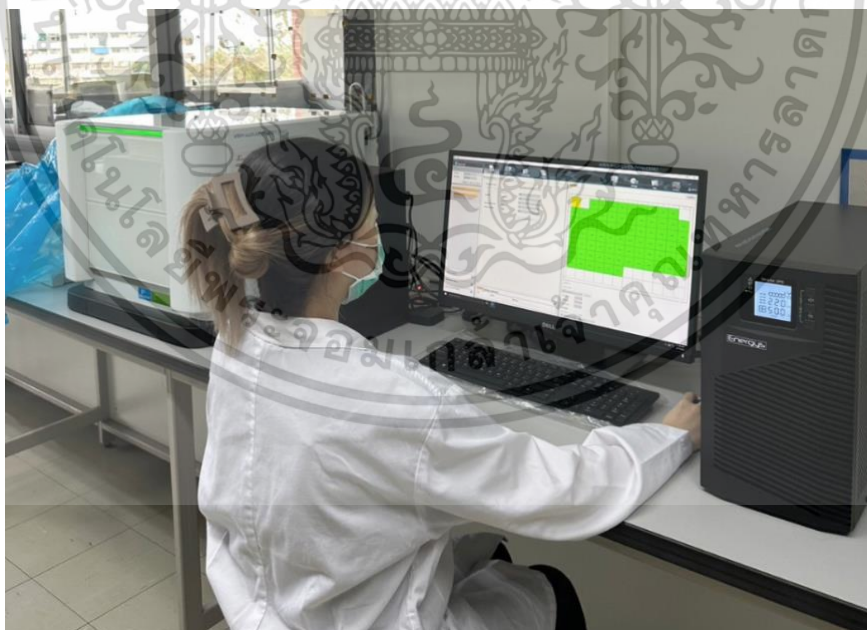


ภาพที่ ง.6 เตรียมตัวอย่างใส่ Plate ก่อนเข้าเครื่อง Microplate Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.7 นำตัวอย่างที่ใส่ Plate เข้าเครื่อง Microplate Reader



ภาพที่ ง.8 รวบรวมผลการทดลองและทำการบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.9 เตรียมตัวอย่างใส่ขวด Cuvette เตรียมเข้าเครื่อง Colormeter HunterLab รุ่น XE

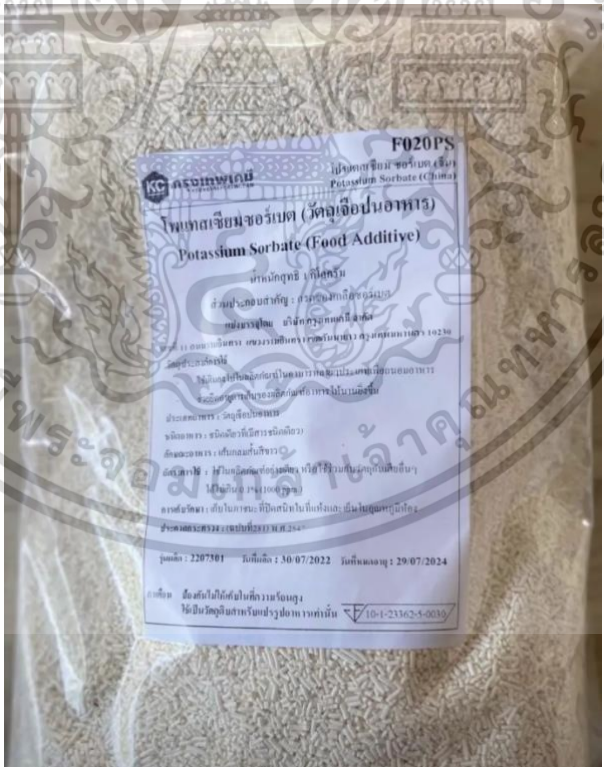


ภาพที่ ง.10 ก่อนทำการทดลองต้อง Calibrate เครื่อง โดยกด Standardize

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.11 รวบรวมผลการทดลองและทำการบันทึกผล



ภาพที่ ง.12 ตัวอย่างสารโพแทสเซียมซอร์เบต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.13 ซังสารสารโพแทสเซียมซอร์เบต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว เบญจพร คำภา
วัน เดือน ปี เกิด	11 สิงหาคม 2543
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
ปัจจุบัน	ปัจจุบันกำลังศึกษาใน คณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทำงานวิจัย	การตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวอ่อนโดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy DETERMINATION OF PRESERVATIVE CONTAMINATION IN COCONUT WATER BY UV-VISIBLE SPECTROSCOPY TECHNIQUE.
รางวัลที่เคยได้รับ	-
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปราณปรียา อินกรัด
วัน เดือน ปี เกิด	18 เมษายน 2543
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศบดินทรเดชา
ปัจจุบัน	ปัจจุบันกำลังศึกษาใน คณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทำงานวิจัย	การตรวจสอบการปลอมปนสารกันเสียในน้ำมะพร้าวอ่อนโดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy DETERMINATION OF PRESERVATIVE CONTAMINATION IN COCONUT WATER BY UV-VISIBLE SPECTROSCOPY TECHNIQUE.
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้