ผลของตัวแปรการผลิตที่มีต่อคุณสมบัติของกะทิผงจากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

Effect of production variables on properties of coconut milk powder from spray drying process

กนกพร พิมพ์แน่น

อาทิตยา เทียนแก้ว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ผลของตัวแปรการผลิตที่มีต่อคุณสมบัติของกะทิผงจากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

Effect of production variables on properties of coconut milk powder from spray drying process

จัดทำโดย

กนกพร พิมพ์แน่น รหัสนักศึกษา 62080161

อาทิตยา เทียนแก้ว รหัสนักศึกษา 62080238

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

คริษฐา อิ่มเอิบ ..... 25 / พ.ค. / 66

(ผศ.ดร. คริษฐา อิ่มเอิบ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ผลของตัวแปรการผลิตที่มีต่อคุณสมบัติของกะทิผงจากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย
ชื่อนักศึกษา	กนกพร พิมพ์แน่น รหัสนักศึกษา 62080161
	อาทิตยา เทียนแก้ว รหัสนักศึกษา 62080238
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. คริษฐา อิ่มเอิบ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของตัวแปรการผลิตกะทิผงผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าที่ใช้ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย และการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ทวีน80 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกะทิผงที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์ของอาหารแห้ง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของกะทิสดและทำให้คุณภาพของกะทิเปลี่ยนแปลงช้าลง และทำให้ง่ายต่อการขนส่งเนื่องจากปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลดลง ในการทดลองได้ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศขาเข้า 190, 200 และ 210 องศาเซลเซียส โดยกำหนดอุณหภูมิขาออกให้คงที่ที่ 80 องศาเซลเซียส และกำหนดความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 400 กรัม และศึกษาผลของการเติมอิมัลซิไฟเออร์ทวีน80 ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5 และ1 โดยน้ำหนัก ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านกายภาพและทางเคมีของกะทิผง ได้แก่ ค่าสี ร้อยละของผลผลิตที่ได้ ความสามารถในการละลาย ปริมาณน้ำอิสระ ความชื้น ความสามารถในการดูดซับน้ำ และอายุการเก็บรักษา พบว่าสภาวะการผลิตที่เหมาะสม ที่ให้ปริมาณกะทิผงที่มากที่สุดร้อยละ11.71 คือ ที่อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 องศาเซลเซียส และไม่มีการเติมอิมัลซิฟายเออร์ทวีน80

คำสำคัญ: กะทิผง อุณหภูมิอากาศขาเข้า อิมัลซิฟายเออร์ทวีน80 การทำแห้งแบบพ่นฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Effect of production variables on properties of coconut milk powder from spray drying process
Student name	Kanokporn Pimnan Student ID 62080161
	Artitaya Tiankaew Student ID 62080238
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2023
Advisor	Asst.Prof.Dr. Karittha Im-orb

ABSTRACT

This research studied the effect of coconut milk powder production parameters through spray drying process. The effect of inlet air temperature and the addition of Tween 80 emulsifier was investigated, to find the suitable condition offering the coconut milk powder that meets specifications of dry food and to prolong the shelf life of fresh coconut milk as well as to make it easier to transport because the volume of the product is reduced. In the experiment the effect of change in the inlet air temperature (190, 200 and 210 °C) and concentration of tween 80 (0 %, 0.5% and 1% by weight) on physical and chemical properties (i.e., color value, yield, solubility, water activity, moisture content, water absorption capacity, and shelf life) of coconut milk powder was investigated. The outlet temperature was set at 80°C and maltodextrin concentrations was maintained at 400 g. The result found that the suitable production conditions offering the highest yield of coconut milk powder of 11.71% was achieved at inlet air temperature of 210 °C, and no addition of tween 80.

Keywords: coconut milk powder, inlet air temperature, Emulsifier Tween 80, spray drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.คริษฐา อิ่มเอิบ อาจารย์คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร ที่ได้สละเวลามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และช่วยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ปัญหาพิเศษนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ในคณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยอบรมสั่งสอน และมอบความรู้ให้แก่นักศึกษา จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำแนะนำการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ และคอยอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจ คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาตลอดการทำปัญหาพิเศษนี้ รวมถึงขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้มอบโอกาสให้ศึกษาเล่าเรียนและคอยสนับสนุนเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะให้ประโยชน์แก่ผู้อ่าน สำหรับข้อบกพร่องอาจจะเกิดขึ้นในการทำปัญหาพิเศษนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรับและยินดีรับฟังความคิดเห็นและคำแนะนำจากทุกท่านเพื่อนำมาพัฒนาในงานต่อไป

กนกพร พิมพ์แน่น

อาทิตยา เทียนแก้ว

24 พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 กะทิ..... 3

2.2 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย..... 3

2.3 มอลโทเดกซ์ทริน..... 5

2.4 ทวีน80..... 5

2.5 ความชื้น..... 6

2.6 น้ำอิสระ..... 6

2.7 ความสามารถในการละลาย..... 7

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 8

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 อุปกรณ์ 9

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 10

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 17

4.1 ค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ของผลิตภัณฑ์กะทิผง 17

4.2 ค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ 18

4.3 ค่าการละลายน้ำ 19

4.4 ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ 20

4.5 ค่าสี 22

4.6 ลักษณะทางกายภาพ 22

4.7 อายุการเก็บรักษา 23

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 25

บรรณานุกรม 26

ภาคผนวก 27

ภาคผนวก ก เครื่องมือวิเคราะห์และวิธีการใช้งาน 28

ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทดลอง 32

ประวัติผู้เขียน 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน80 ต่อความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของกะทิผง..... 19

4.2 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน 80 ต่อค่าสีของกะทิผง..... 22

4.3 ค่าปริมาณความชื้นของกะทิผงที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน และ 30 วัน..... 24

4.4 ค่าปริมาณน้ำอิสระของกะทิผงที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน และ 30 วัน..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กะทิ	3
2.2	เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย SDE-10 Euro 2	4
2.3	มอลโทเดกซ์ทริน	5
2.4	ทวีน 80	5
3.1	กะทิบรรจุขวด ตราอัมพวา	8
3.2	การวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำอิสระ	12
3.3	การวิเคราะห์หาค่าปริมาณความชื้น	13
3.4	ลักษณะของกะทิผงเติมน้ำกลั่น หลังจากทำการหมุนเหวี่ยงแล้ว	14
3.5	การแยกของเหลวและตะกอน หลังจากทำการหมุนเหวี่ยงแล้ว	14
3.6	อบของเหลวหลังจากทำการหมุนเหวี่ยงแล้ว จนได้น้ำหนักที่คงที่	15
3.7	การวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้ Chroma meter รุ่น CR400	16
4.1	ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ที่มีต่อค่าร้อยละของผลผลิตของกะทิผง	17
4.2	ผลของการเติมทวีน80 ที่มีต่อค่าร้อยละของผลผลิตของกะทิผง	18
4.3	ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ที่มีต่อค่าความสามารถในการละลายน้ำของกะทิผง	19
4.4	ผลของการเติมทวีน80 ต่อค่าความสามารถในการละลายน้ำของกะทิผง	20
4.5	ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ที่มีต่อค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของกะทิผง	21
4.6	ผลของการเติมทวีน80 ที่มีต่อค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของกะทิผง	21
4.7	ลักษณะทางกายภาพของกะทิผงที่ผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ที่สภาวะอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน 80 ที่แตกต่างกัน	23
ก.1	เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Eppendorf รุ่น 5804R)	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (AQUALAB 4TE)..... 29

ก.3 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Halogen)..... 30

ก.4 เครื่องวัดสี (Chroma meter รุ่น CR400)..... 31

ข.1 การประกอบเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย..... 32

ข.2 การตั้งค่าสภาวะการผลิตที่เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย..... 32

ข.3 การประกอบและเช็คหัวฟีดอาหารเหลว..... 33

ข.4 ตัวอย่างผงกะทิที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย..... 33

ข.5 ตัวอย่างการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ..... 34

ข.6 ตัวอย่างการวัดค่าความชื้น..... 34

ข.7 ตัวอย่างการตกตะกอน หลังการหมุนเหวี่ยง..... 35

ข.8 ตัวอย่างส่วนน้ำใสที่หมุนเหวี่ยงแล้ว แล้วนำไปอบแห้ง..... 35

ข.9 ตัวอย่างการวัดค่าสีกะทิผง..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กะทิเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมะพร้าว ถูกนำมาประกอบอาหารทั้งอาหารคาวและหวานอย่างแพร่หลาย และเนื่องจากกะทิมีองค์ประกอบของไขมันอยู่มาก หากสัมผัสออกซิเจนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lapid Oxidation) ทำให้กะทิเกิดกลิ่นหืนและมีรสชาติเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น หากสามารถยืดอายุของกะทิสดได้ก็จะทำให้คุณภาพของกะทิเปลี่ยนแปลงช้าลง และช่วยลดการใช้ทรัพยากรลงได้อีกทางหนึ่งด้วย

การยืดอายุของกะทิสามารถทำได้หลายวิธี ที่นิยมและพบได้มากคือ การพาสเจอไรซ์และบรรจุกล่อง แต่เนื่องจากการพาสเจอไรซ์และบรรจุกล่องยังคงมีข้อจำกัดในด้านการขนส่งและอายุการเก็บรักษาเมื่อมีการเปิดใช้งานแล้ว ดังนั้น เพื่อลดปัญหาดังกล่าว การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กะทิผงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้

การแปรรูปกะทิสดให้กลายเป็นผง สามารถทำได้โดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย ซึ่งเป็นการระเหยน้ำออกจากกะทิสดทำให้กลายเป็นผงแห้ง วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้นอกจากจะทำให้กะทิสดกลายเป็นผงแห้งเพื่อง่ายต่อการขนส่งแล้ว ยังสามารถคงคุณค่าทางอาหารของกะทิสดได้อีกด้วย เนื่องจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นกระบวนการที่ทำโดยใช้อาหารเหลวพ่นเป็นละออง สัมผัสกับกระแสลมร้อนในห้องอบแห้งในระยะเวลาที่สั้น และการทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อความร้อนอีกด้วย

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตผงกะทิ เช่น การศึกษาผลของตัวแปรการผลิต เช่น อุณหภูมิขาเข้าและขาออก และความเข้มข้นของสารมอลโทเดกซ์ทริน ที่มีผลต่อปริมาณและคุณสมบัติของกะทิผงที่ได้ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงคุณภาพของกะทิผงให้สามารถละลายน้ำได้ดี ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาผลของสภาวะการผลิต คือ อุณหภูมิของอากาศขาเข้า ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกะทิผง และศึกษาผลของการเติมอิมัลซิฟายเออร์ทวีน80 ที่มีต่อคุณสมบัติด้านการละลายน้ำของกะทิผงที่ได้ เพื่อหาสภาวะการผลิตที่ดีที่สุดในการผลิตกะทิผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะการผลิตกะทิผง ที่ให้กะทิผงที่มีปริมาณและคุณภาพที่ดีที่สุดและเป็นไปตามเกณฑ์ของอาหารแห้ง

1.2.2 เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์กะทิผงต้นแบบ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้สภาวะการผลิตกะทิผง ที่ให้กะทิผงที่มีปริมาณและคุณภาพที่ดี

1.3.2 ได้ผลิตภัณฑ์กะทิผงต้นแบบ

1.3.3 ได้แนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดผง เพื่อประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กะทิ

กะทิ เป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ไม่มีเส้นใยที่ได้จากมะพร้าว ด้วยการสกัดหรือบีบอัดจากเนื้อมะพร้าว กะทิเป็นส่วนผสมที่นิยมใช้ประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน ลักษณะทั่วไปของกะทิ คือมีสีขาวขุ่นทึบแสง โดยกะทิเป็นสารละลายที่อยู่ในรูปอิมัลชันที่ยึดเกาะระหว่างโปรตีน ไขมัน และน้ำ (puechkaset, 2558)

ภาพที่ 2.1 กะทิ

ที่มา: https://guide.michelin.com/th/th/article/dining-in/coconut-milk-fresh-or-boxed-knowing-them-better-for-successful-cooking

2.2 การทำแห้งแบบพ่นฝอย

การทำแห้งแบบพ่นฝอย คือการใช้ความร้อนดึงน้ำออกจากอาหารเหลว ทำให้อาหารเหลวกลายเป็นผง การทำแห้งแบบพ่นฝอยได้รับความนิยมแพร่หลายขึ้นมาเมื่อหลายประเทศกำลังร่วมรบในสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยมีการนำไปใช้ผลิตนมผงเพื่อป้อนให้กับกองทัพ นับจากนั้นเป็นต้นมาการทำแห้งแบบพ่นฝอย ก็ได้รับการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.2 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย SDE-10 Euro 2

ที่มา: https://www.foodnetworksolution.com/company/euro-best-technology-company-limited /products/0763/spray-dryer-เครื่องอบทำผงแห้งแบบพ่นฝอย

2.2.1 กลไกการทำงานของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ประกอบด้วยตัวกรองอากาศ พัดลมเป่า ตัวให้ความร้อน ปั๊ม หัวสเปรย์ เครื่องแยกแบบลมหมุน และตู้ทำแห้ง เป็นต้น เริ่มต้น พัดลมจะดูดอากาศผ่านตัวกรองเข้าไปในเครื่องทำแห้งแบบพ้นฝอย โดยตัวกรองจะทำหน้าที่กรองไม่ให้วัตถุอื่นปนเปื้อนเข้ามา จากนั้นอากาศที่ดูดเข้ามาจะถูกทำให้ร้อน เมื่อวัตถุดิบมาถึงหัวสเปรย์แล้วจะถูกพ่นเป็นละอองฝอยขนาดเล็ก การเจอกันระหว่างลมร้อนกับวัตถุดิบเกิดขึ้นในตู้ทำแห้ง เมื่อของเหลวกลายเป็นผงแห้งแล้วก็จะตกลงมาด้านล่างและเก็บเข้าภาชนะที่รองรับไว้ ส่วนวัตถุดิบที่ยังเป็นของเหลวอยู่ก็จะถูกแยกลอยขึ้นไปเจอกับลมร้อนในตู้อีกที

2.2.2 ข้อดีของการทำแห้งแบบพ่นฝอย

2.2.2.1 สามารถทำแห้งสำหรับวัตถุดิบที่เป็นของเหลวได้ดี

2.2.2.4 การผลิตมีประสิทธิภาพสูง อัตราการผลิตคงที่

2.2.3 ข้อเสียของการทำแห้งแบบพ่นฝอย

2.2.3.1 การเตรียมวัตถุดิบที่ค่อนข้างยุ่งยาก ทั้งปริมาณและความเข้มข้น

2.2.3.2 เนื่องจากเป็นการทำระเหยอย่างรวดเร็วต้องโดนความร้อนที่อุณหภูมิสูง ทำให้คุณค่าทางสารอาหารเสียไป

2.2.3.3 ต้องใช้สารบางชนิดเพื่อเพิ่มความเข้มข้นและยึดเกาะของวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบผงที่ได้ไม่ใช่ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน คือคาร์โบไฮเดรตประเภท polysaccharide ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชบางส่วนให้เป็นสายสั้น ๆ ของน้ำตาลกลูโคส มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาวไม่มีรส หรือมีรสหวานเล็กน้อย และสามารถละลายในน้ำได้ดี

ภาพที่ 2.3 มอลโทเดกซ์ทริน

ที่มา: https://readspoonful.co/wp-content/uploads/2020/06/malto-1024x1024.png

2.4 ทวีน 80

ทวีน 80 มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลือง และถูกนำมาใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารประเภทอิมัลซิฟายเออร์ มีค่า HLB เท่ากับ 15.0 โดยทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้อิมัลชันชนิด oil-in-water emulsion มีความคงตัวและไขมันไม่แยกชั้นในผลิตอาหาร เช่น ไอศกรีม มายองเนส เป็นต้น

ภาพที่ 2.4 ทวีน 80

ที่มา: http://www.cosme-plus.com/product_detail/371/signin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความชื้น

ความชื้น เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร เนื่องจาก

- ความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ซึ่งกระทบต่ออายุการเก็บรักษา อาหารที่มีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงจะเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่าย เพราะมีสภาวะเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย
- ความชื้นมีผลต่อความปลอดภัยทางอาหาร อาหารที่มีน้ำสูงเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคและการสร้างสารพิษที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ รวมถึงการสร้างสารพิษของรา ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
- ความชื้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงความร้อนของอาหารด้านต่าง ๆ เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำความร้อน ความร้อนจำเพาะ
- ความชื้นมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของอาหาร
- ความชื้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ที่มีผลกระทบทางลบต่ออาหารระหว่างการเก็บรักษา เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด

2.6 น้ำอิสระ

ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) เขียนย่อว่า a_w เป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำ มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร ค่า water activity มีค่า ตั้งแต่ 0-1

สามารถแบ่งอาหารตามค่า water activity ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

- อาหารสด (fresh food) เป็นอาหารที่เน่าเสียง่าย มีค่า water activity มากกว่า 0.85 เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ อาหารทะเล

- อาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) หมายถึง อาหารที่มีค่า water activity ระหว่าง 0.6-0.85 เช่น นมข้นหวาน ผลไม้แช่อิ่ม กุ้งปรุงรส

- อาหารแห้ง (dried food) หมายถึงอาหารที่มีค่า water activity น้อยกว่า 0.6 เช่น นมผง ผักผลไม้อบแห้ง กุ้งแห้ง น้ำผลไม้ผง เก๊กฮวยผงชงดื่ม กระชายผงชงดื่ม หมูหยอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ความสามารถในการละลาย

การละลาย คือ การที่สารชนิดหนึ่งแตกตัวออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ และแทรกตัวในสารอีกชนิดหนึ่ง โดยทั่วไป สารที่มีปริมาณมากกว่าเป็น ตัวทำละลาย (Solvent) และสารที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็น ตัวถูกละลาย (Solute)

การที่อนุภาคของตัวถูกละลายจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายได้หรือไม่ จะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลายกับตัวทำละลาย แรงดึงดูดโมเลกุลระหว่างตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย และแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตัวถูกละลายกับตัวถูกละลาย

ปกติแล้ว การที่ตัวถูกละลายจะละลายในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ได้นั้น สารทั้งสองชนิดจะต้องมีสมบัติเหมือนกัน ตามกฎ like dissolves like คือ ตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วเป็นแรงไดโพล-ไดโพล (dipole-dipole) แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ในทางตรงข้าม ตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้ว เป็นแรงแวนเดอร์วาลล์ (VanderWaals force) เหมือนกัน แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว แต่ถ้าในกรณีที่สารหนึ่งมีขั้วน้อยกว่าอีกสารตัวหนึ่งความสามารถในการละลายก็ลดลง หรืออาจจะกล่าวอีกนัยคือละลายได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

ในกรณีที่เป็นการละลายของของแข็งในของเหลวก็สามารถอธิบายโดยใช้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเช่นเดียวกัน ถ้าตัวถูกละลายเป็นสารประกอบไอออนิก ซึ่งมีแรงดึงดูดระหว่างไอออนสูงมาก ก็จะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วแรงได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วน้อยกว่า เพราะฉะนั้น สารประกอบไอออนิกจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วแรงมาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

กะทิ โดยกะทิที่ใช้เป็นกะทิบรรจุขวด ตราอัมพวา เพื่อสะดวกต่อการควบคุมคุณภาพหัวกะทิที่จะนำมาแปรรูปโดยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

ภาพที่ 3.1 กะทิบรรจุขวด ตราอัมพวา

ที่มา: https://www.ampawacoconutmilk.com/images/content/282021-08-05_112335.png

3.1.2 สารเคมี

มอลโทเดกซ์ทริน

ทวีน 80

น้ำกลั่น

น้ำดีไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

เครื่อง Spray dry

เครื่องปั๊ม

ท่อฟีดอาหารเหลว

สายยางฟีดอาหารเหลว

Nozzle

บีกเกอร์ขนาด 5 ลิตร สำหรับใส่อาหารเหลว

เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture Halogen)

ถาด Halogen

Water activity meter

ตลับใส่ตัวอย่างสำหรับเพื่อวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ

เครื่อง Refrigerated centrifuge

Rotor

Adapter 50 มิลลิลิตร

หลอด Centrifuge 50 มิลลิลิตร

Chroma meter รุ่น CR400

เซลล์แก้วสำหรับใส่ตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่าสี

ช้อนตักสารแบบสแตนเลสปลายแบน

แท่งแก้วคนสาร

ปากคีบ

Tong

ขวดฉีดน้ำกลั่น

ตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 วิธีการทดลองโดยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

การทำงานของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยเริ่มต้นจากการดูดน้ำจากถังเก็บตัวอย่างน้ำกะทิโดยใช้ปั๊มแรงดันสูงที่เรียกว่า Piston pump ตัวอย่างน้ำกะทิจะถูกดูดขึ้นไปตามท่อผ่านก้านหัวฉีดและออกไปทางหัวฉีด (Nozzle) โดยหัวฉีดนั้นที่รูออกจะมีขนาดเล็ก (ขึ้นอยู่กับสเปคของเครื่องสเปรย์ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm.) ทำให้ตัวอย่างน้ำกะทิที่ถูกพ่นออกมาจากหัวฉีดจะมีลักษณะเป็นฝอยละเอียด และปะทะกับกระแสลมร้อนที่มาจากห้องเผาของเครื่องสเปรย์ ทำให้เกิดการระเหยของน้ำออกอย่างรวดเร็ว แก๊สจะรวมตัวกับไอน้ำที่ระเหยจากตัวอย่างน้ำกะทิและถูกดูดออกไปทางปล่อง จากนั้นจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นผงกะทิจากตัวอย่างน้ำกะทิ

3.3.1.1 การทดลองที่ 1 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 190 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียสความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก)

3.3.1.2 การทดลองที่ 2 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 190 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก) และผสมกับทวีน80 10 กรัม (ความเข้มข้นของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (Tween80) 0.5% โดยน้ำหนัก)

3.3.1.3 การทดลองที่ 3 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 190 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก) และผสมกับทวีน80 20 กรัม (ความเข้มข้นของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (Tween80) 1% โดยน้ำหนัก)

3.3.1.4 การทดลองที่ 4 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.5 การทดลองที่ 5 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก) และผสมกับทวีน80 10 กรัม (ความเข้มข้นของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (Tween80) 0.5% โดยน้ำหนัก)

3.3.1.6 การทดลองที่ 6 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก) และผสมกับทวีน80 20 กรัม (ความเข้มข้นของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (Tween80) 1% โดยน้ำหนัก)

3.3.1.7 การทดลองที่ 7 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก)

3.3.1.8 การทดลองที่ 8 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก) และผสมกับทวีน80 10 กรัม (ความเข้มข้นของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (Tween80) 0.5% โดยน้ำหนัก)

3.3.1.9 การทดลองที่ 9 ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมของเครื่องดูดอากาศ 37.50 Hz (r/min) อัตราการป้อนอาหารเหลว 4 รอบต่อนาที (rpm) นำน้ำกะทิที่เตรียม 2 ลิตร ผสมกับมอลโทเดกซ์ทริน 400 กรัม (ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20 % โดยน้ำหนัก) และผสมกับทวีน80 20 กรัม (ความเข้มข้นของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (Tween80) 1% โดยน้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

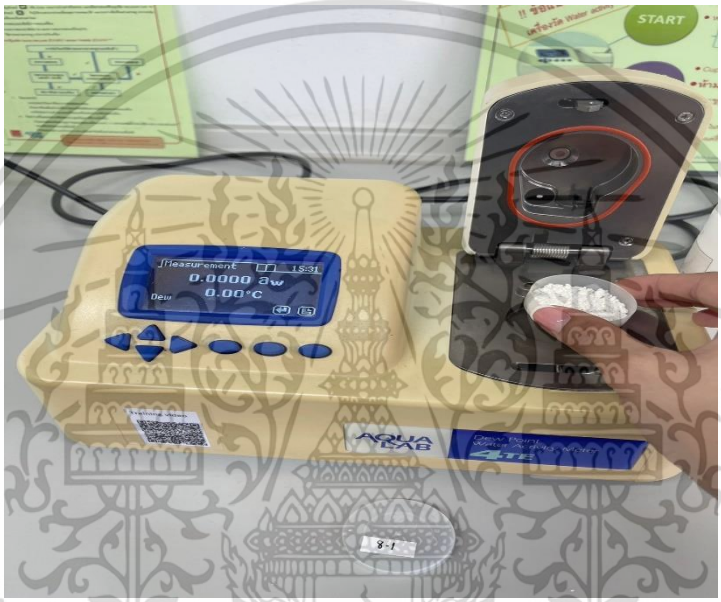
3.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.3.2.1 วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ

1) ทำการสอบเทียบค่าของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ให้ได้ค่ามาตรฐาน การปรับเครื่องมือให้ตรงกับค่าอ้างอิงทำให้ได้ค่าที่ถูกต้อง (Calibrate) เครื่องก่อนทำการวัดผล

2) นำตัวอย่างกะทิผงใส่ในตลับและนำไปใส่ในเครื่องเพื่อวัดผลค่า Water activity

3) ค่าที่ได้จะแสดงบนหน้าจอ



ภาพที่ 3.2 การวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำอิสระ

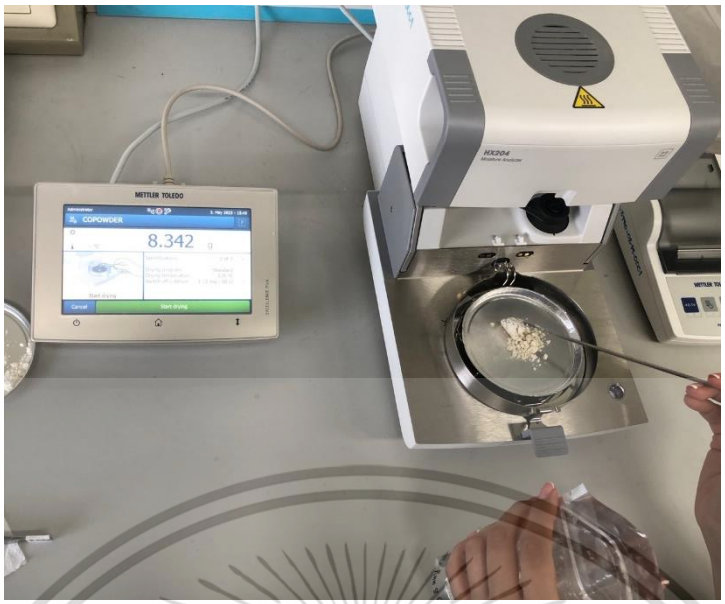
3.3.2.2 วิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้น

1) นำถาดที่อบแล้วมาเข้าเครื่อง แล้วกดปุ่ม TARE ตัวเลขหน้าจอจะปรับเป็น 0 เพื่อพร้อมในการชั่งน้ำหนักจริงของตัวอย่างกะทิผงที่ต้องการวิเคราะห์

2) ใส่กะทิผงลงไปประมาณ 1 กรัม จากนั้นกดปุ่มเริ่มเพื่อทำการวัดค่าความชื้น

3) เมื่อเครื่องทำการวิเคราะห์เสร็จแล้ว ค่าที่ได้จะแสดงบนหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 การวิเคราะห์หาค่าปริมาณความชื้น

3.3.2.3 วิเคราะห์ค่าความสามารถในการละลายและการดูดซับน้ำ

1) นำหลอดเปล่าขนาด 50 มิลลิลิตร ชั่งเพื่อทำการกดปุ่ม TARE ตัวเลขหน้าจอจะปรับเป็น 0 เพื่อพร้อมในการชั่งน้ำหนักจริงของตัวอย่างกะทิผงที่ต้องการวิเคราะห์

2) ใส่ตัวอย่างกะทิผง 2.5 กรัม

3) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นถึง 35 มิลลิลิตรให้น้ำหนักเท่ากันทุกหลอด

4) นำหลอดที่ปรับปริมาตรเท่ากันแล้วนำไปทำการหมุนเหวี่ยงโดยใช้เครื่อง Refrigerated centrifuge ใช้สำหรับเร่งการตกตะกอนของอนุภาคที่ไม่ละลายออกจากของเหลว หรือใช้แยกของเหลวหลายๆชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันออกจากกัน อุณหภูมิที่ใช้คือ 27 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที (rpm/rcf) เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นกดปุ่มเริ่มเพื่อทำการหมุนเหวี่ยงจนครบเวลา

5) หลังจากที่เครื่องทำการหมุนเหวี่ยงเสร็จจะเห็นได้ว่าเกิดตะกอนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.4 ลักษณะของกะทิผงเติมน้ำกลั่น หลังจากทำการหมุนเหวี่ยงแล้ว

6) หลังจากนำออกจากเครื่องหมุนเหวี่ยงแล้ว (Refrigerated centrifuge) นำของเหลวแยกเทใส่ถาดที่เตรียมไว้เพื่อนำไปอบ แล้วนำตะกอนที่แยกออกจากของเหลวไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวนการดูดซับน้ำของกะทิผง

ภาพที่ 3.5 การแยกของเหลวและตะกอน หลังจากทำการหมุนเหวี่ยงแล้ว

7) จากนั้นนำ ถาดที่มีของเหลวเข้าไปอบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) หลังจากครบ 2 ชั่วโมงแล้ว นำออกมาพักให้หายร้อนเป็นเวลา 30 นาทีและนำไปชั่งน้ำหนัก

9) นำถาดที่ชั่งน้ำหนักแล้วเข้าตู้อบเป็นรอบที่ 2 ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาพักให้หายร้อนเป็นเวลา 30 นาทีและนำไปชั่งน้ำหนักบันทึกผลอบทุกๆ 1 ชั่วโมงจนกว่าน้ำหนักที่ได้จากมีค่าคงที่

10) เมื่ออบจนน้ำหนักคงที่แล้วนำค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ผล

ภาพที่ 3.6 อบของเหลวหลังจากทำการหมุนเหวี่ยงแล้ว จนได้น้ำหนักที่คงที่

<u>สูตรการคำนวณ</u>

ค่าการละลายน้ำ = (น้ำหนักตัวอย่างส่วนที่ละลายน้ำ / น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น) x 100

ค่าการดูดซับน้ำ = (น้ำหนักหลอดหมุนเหวี่ยงพร้อมตะกอน – น้ำหนักหลอดหมุนเหวี่ยง) / น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

3.3.2.4 วิเคราะห์ค่าสี

1) นำตัวอย่างกะทิผงใส่ในควอทที่สะอาดใส ใส่ลงในควอทจนไม่เกิดช่องว่างที่ทำให้แสงผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) จากนั้นนำเครื่อง Chroma meter ตั้งค่าที่เราต้องการ โดยการทดลองนี้ใช้ค่า L a b ΔL Δa Δb ΔE ในการบันทึกผล

3) ค่าที่ได้จะแสดงดังหน้าจอ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ผล

ภาพที่ 3.7 การวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้ Chroma meter รุ่น CR400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

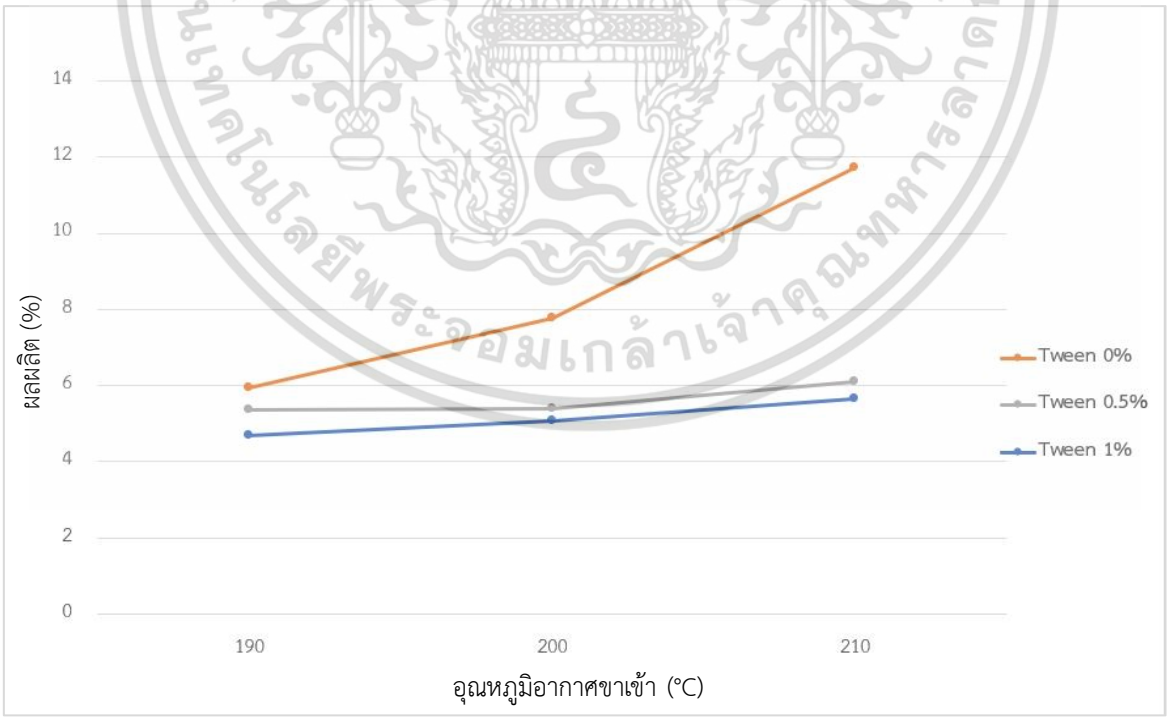
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน80 ที่มีต่อร้อยละของผลผลิตและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์กะทิผง ได้แก่ ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ความสามารถในการละลายน้ำ, ความสามารถในการดูดซับน้ำ และค่าสี ได้ดำเนินการโดยในทุกการทดลองจะกำหนดให้อุณหภูมิของกะทิป้อน, อัตราการป้อน และความดันอากาศให้คงที่ ที่ 25 °C, 1,000 ml/h และ 0.45 MPa ตามลำดับ ส่วนการศึกษาผลของการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ทวีน80 นั้น จะทำการเติมทวีน80 ที่ความเข็มข้นร้อยละ 0, 0.5 และ 1 โดยน้ำหนัก และศึกษาผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า 190, 200 และ 210 °C ผลที่พบสามารถอธิบายได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ของผลิตภัณฑ์กะทิผง

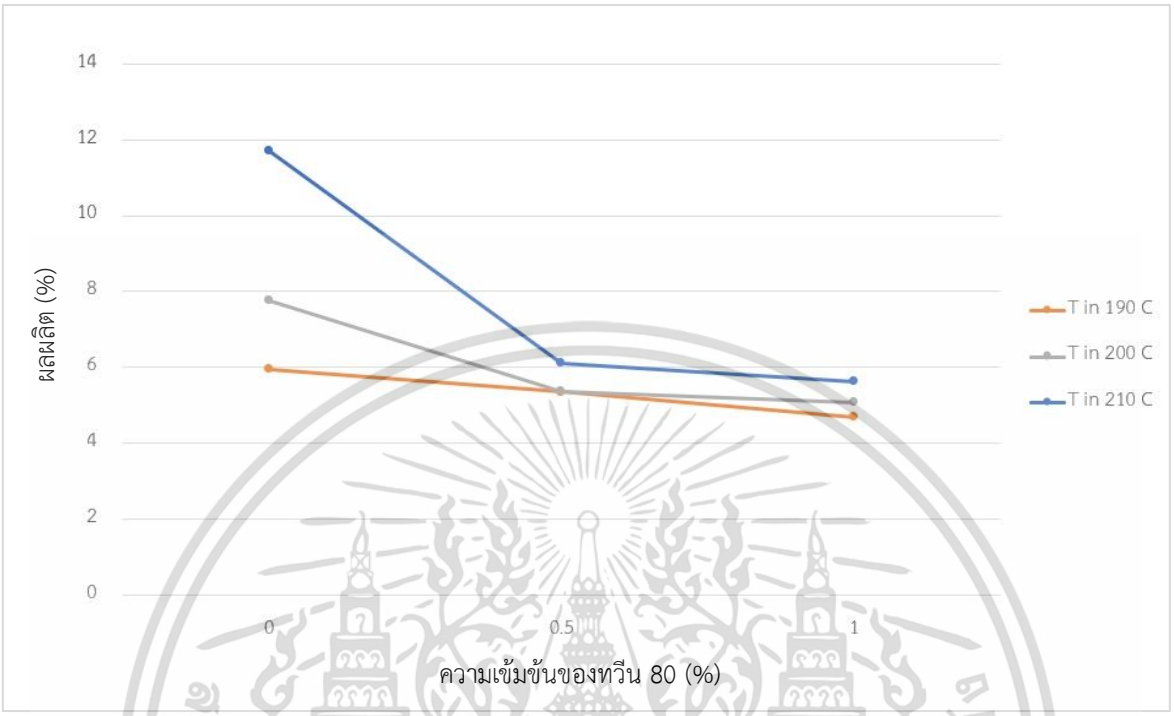
จากภาพที่ 4.1 พบว่า ที่ความเข้มข้นของทวีน80 คงที่ เมื่ออุณหภูมิอากาศขาเข้าเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ของกะทิผงเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.1 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ที่มีต่อค่าร้อยละของผลผลิตของกะทิผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.2 พบว่า ที่อุณหภูมิอากาศขาเข้าคงที่ เมื่อความเข้มข้นของทวีน80 เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ของกะทิผงลดลง



ภาพที่ 4.2 ผลของการเติมทวีน80 ที่มีต่อค่าร้อยละของผลผลิตของกะทิผง

4.2 ค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ

ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (ทวีน80) ที่มีต่อค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ แสดงได้ดังตารางที่ 4.1 พบว่า เมื่อความเข้มข้นของทวีน80 เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลง และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศขาเข้า พบว่า เมื่ออุณหภูมิอากาศขาเข้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความชื้นลดลง เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนจากอากาศร้อนไปยังกะทิเพิ่มขึ้น

ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ ควรให้ผลในทิศทางเดียวกันกับค่าความชื้น แต่จากผลการทดลองพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไปจากทฤษฎี เนื่องจากเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระที่ผู้วิจัยใช้ ไม่ได้เป็นเครื่องเดียวกันตลอดทั้งการทดลอง เพราะในบางครั้งที่ต้องทำการวิเคราะห์ เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระที่เคยใช้อยู่ประจำนั้นมีคนใช้อยู่ ผู้วิจัยจึงต้องใช้เครื่องอื่นในการวัด ทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระที่บันทึกได้เกิดการคลาดเคลื่อน

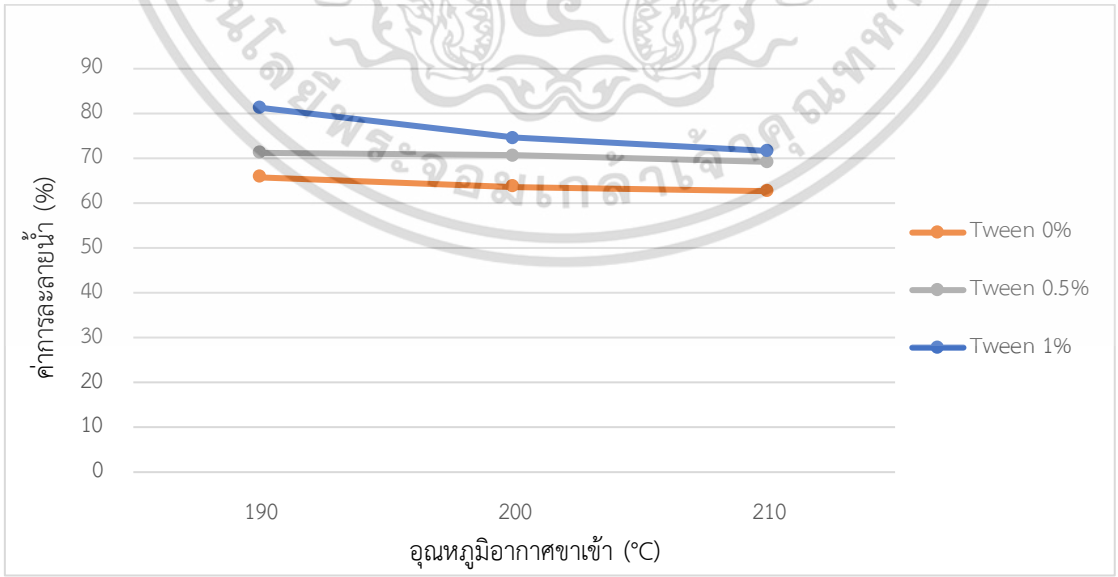
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน80 ต่อความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของกะทิผง

อุณหภูมิอากาศขาเข้า (°C)	ทวีน80 (%w/w)	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ (%)
190	0	2.58	0.2052
	0.5	1.93	0.2355
	1	1.71	0.2717
200	0	2.14	0.3757
	0.5	2.03	0.3340
	1	1.98	0.2309
210	0	1.66	0.2652
	0.5	1.52	0.2727
	1	0.14	0.2782

4.3 ค่าการละลายน้ำ

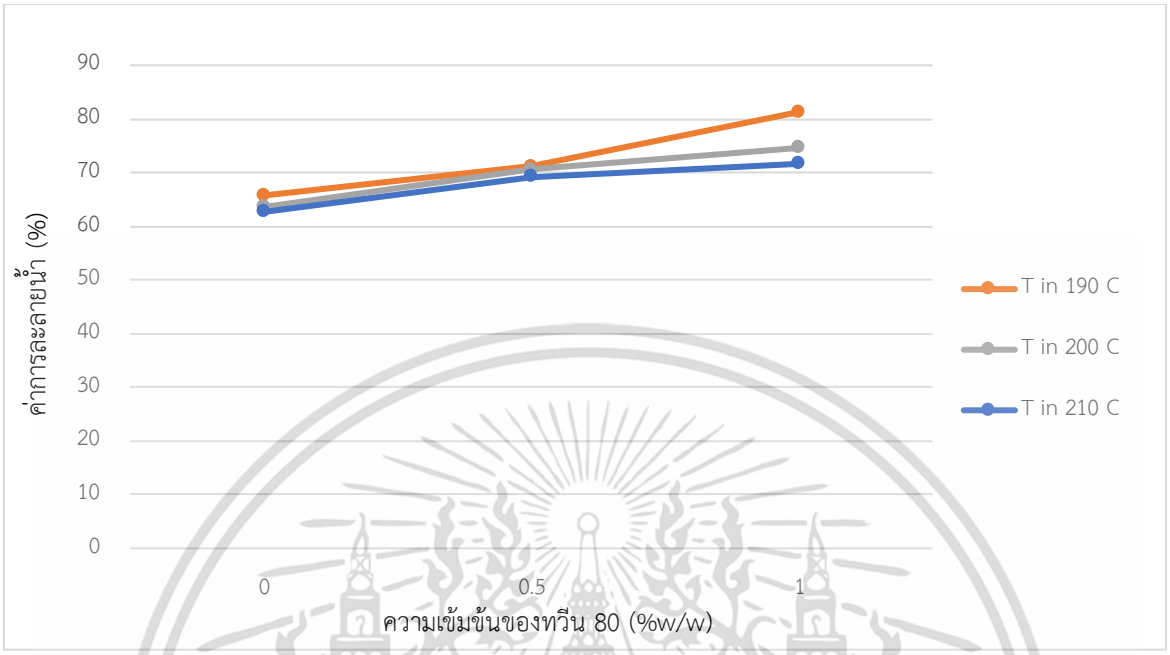
ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและการเติมอิมัลซิฟายเออร์ (ทวีน80) ที่มีต่อคุณสมบัติด้านการละลายน้ำของกะทิผง แสดงได้ดังภาพที่ 4.3 พบว่า ที่ความเข้มข้นของทวีน80 คงที่ เมื่ออุณหภูมิอากาศขาเข้าเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของกะทิผงลดลง



ภาพที่ 4.3 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ที่มีต่อค่าความสามารถในการละลายน้ำของกะทิผง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.4 พบว่า ที่อุณหภูมิอากาศขาเข้าคงที่ เมื่อความเข้มข้นของทวีน80 เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของกะทิผงเพิ่มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นอิมัลซิฟายเออร์

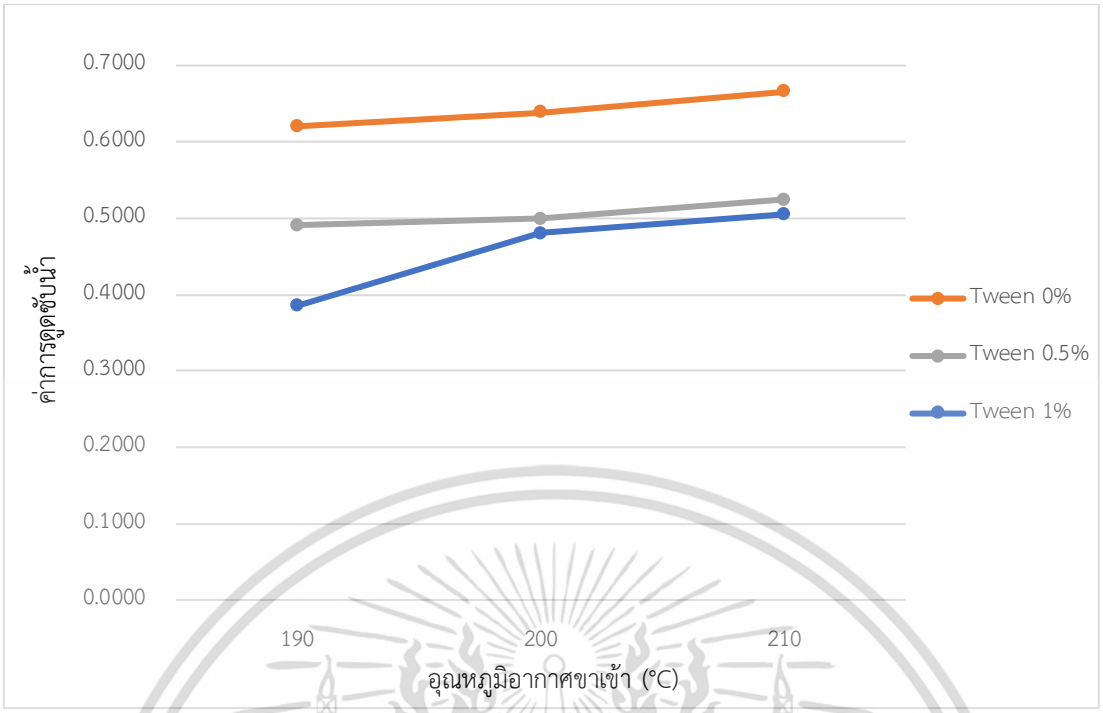


ภาพที่ 4.4 ผลของการเติมทวีน80 ต่อค่าความสามารถในการละลายน้ำของกะทิผง

4.4 ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ

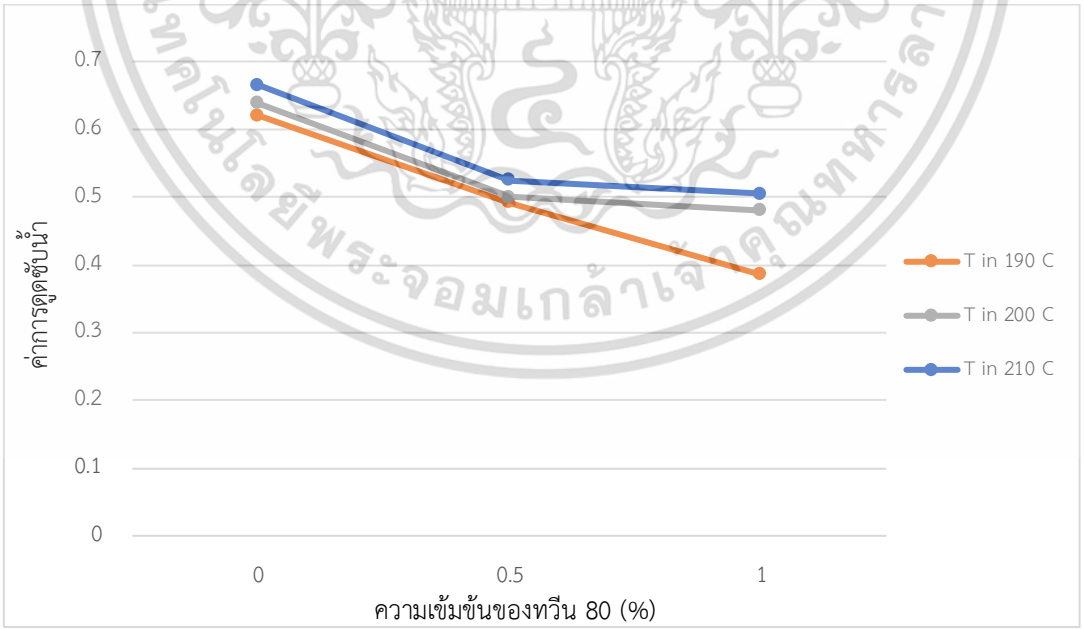
ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและการเติมอิมัลซิฟายเออร์ (ทวีน80) ที่มีต่อคุณสมบัติด้านดูดซับน้ำของกะทิผง แสดงได้ดังภาพที่ 4.5 พบว่า เมื่อความเข้มข้นของทวีน80 คงที่ อุณหภูมิอากาศขาเข้าเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของกะทิผงเพิ่มขึ้น เนื่องจากกะทิผงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงจะมีความชื้นหลงเหลืออยู่น้อยกว่ากะทิผงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้สามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้นจนกระทั่งถึงสภาวะอิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ที่มีต่อค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของกะทิผง

จากภาพที่ 4.6 พบว่า เมื่ออุณหภูมิอากาศขาเข้าคงที่ ปริมาณความเข้มข้นของทวีน80 เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของกะทิผงลดลง



ภาพที่ 4.6 ผลของการเติมทวีน80 ที่มีต่อค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของกะทิผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ค่าสี

ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (ทวีน80) ที่มีต่อค่าสี สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่ออุณหภูมิอากาศขาเข้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สีของกะทิผงมีค่าความสว่าง (L) ลดลง เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Non-enzymatic Browning) มากยิ่งขึ้น และเมื่อพิจารณาจากความเข้มข้นของทวีน80 ที่ใช้ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า เมื่อความเข้มข้นของทวีน80 ที่มากขึ้น ส่งผลให้สีของกะทิงผลมีค่าความสว่าง (L) ลดลง เนื่องจากทวีน80 เป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่มีสีเหลือง เมื่อผสมลงในน้ำกะทิก่อนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ทำให้ผงที่ได้มีค่าความสว่าง (L) น้อยลงเพราะผงกะทิจะติดสีเหลืองจากทวีน80 ไปด้วย

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน80 ต่อค่าสีของกะทิผง

อุณหภูมิอากาศขาเข้า (°C)	ทวีน80 (%w/w)	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
190	0	84.31	-0.06	5.09	+74.76	+0.79	+5.44	74.96
	0.5	79.54	0.04	6.49	+69.98	+0.88	+6.84	70.32
	1	73.68	0.14	6.59	+64.13	+0.98	+6.95	64.51
200	0	81.91	-0.35	4.01	+72.36	+0.50	+4.37	72.49
	0.5	74.08	-0.01	5.82	+64.52	+0.84	+6.18	64.82
	1	66.99	-0.23	5.02	+57.44	+0.62	+5.38	57.69
210	0	82.86	-0.16	4.27	+73.30	+0.69	+4.63	73.45
	0.5	71.26	-0.10	4.83	+61.71	+0.75	+5.18	61.93
	1	65.20	-0.15	5.79	+55.64	+0.70	+6.14	55.99

4.6 ลักษณะทางกายภาพ

กะทิผงที่ได้จากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่สภาวะการดำเนินการต่าง ๆ จะมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวคล้ายผงแป้ง เมื่อพิจารณาจากสภาวะการผลิตที่ใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้าสูง ส่งผลให้สีของผงกะทิเข้มกว่าผงกะทิที่ผลิตโดยอุณหภูมิอากาศขาเข้าที่ต่ำกว่า เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Non-enzymatic Browning) มากยิ่งขึ้น ทำให้ผงกะทิที่ผลิตที่สภาวะอุณหภูมิอากาศขาเข้าต่ำกว่ามีสีขาวมากกว่าผงกะทิที่ผลิตโดยใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้าสูง

ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อพิจารณาจากการเติมสารอิมัลซิฟายเออร์ (ทวีน80) พบว่า สภาวะที่มีการเติมทวีน80 ที่ความเข้มเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์กะทิผงมีความเป็นสีครีม-เหลือง มากยิ่งขึ้น เนื่องจากสารทวีน80 มีความเป็นสีเหลือง จึงส่งผลให้ผงกะทิที่ได้ เหลืองตามไปด้วย ตามภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กะทิผงที่ผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ที่สภาวะอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของทวีน80 ที่แตกต่างกัน

4.7 อายุการเก็บรักษา

กะทิผงที่ได้จากการทดลองที่สภาวะการผลิตต่างกัน ได้นำมาวิเคราะห์อายุการเก็บรักษาโดยการวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน และ 30 วัน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

จากตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิผงเป็นระยะเวลา 30 วัน สภาวะการผลิตที่มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ผลิตโดยใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 °C และมีการเติมทวีน80 ที่ความเข้มข้น 1 %w/w คือมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น 0.34 % และสภาวะการผลิตที่มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด ผลิตโดยใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 °C ไม่มีการเติมทวีน80 คือมีความชื้นเพิ่มขึ้น 2.07 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าปริมาณความชื้นของกะทิผงที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน และ 30 วัน

อุณหภูมิอากาศขาเข้า (°C)	ทวีน80 (%)	ปริมาณความชื้น ที่ 1 วัน (%)	ปริมาณความชื้น ที่ 30 วัน (%)
190	0	2.58	4.65
	0.5	1.93	3.51
	1	1.71	3.18
200	0	2.14	3.35
	0.5	2.03	3.36
	1	1.98	3.80
210	0	1.66	3.41
	0.5	1.52	2.88
	1	0.14	0.48

และตารางที่ 4.4 พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิผงเป็นระยะเวลา 30 วัน สภาวะการผลิตที่มีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ ผลิตโดยใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 200 °C และมีการเติมทวีน80 ที่ความเข้มข้น 0.5 %w/w คือมีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น 0.05 % และสภาวะการผลิตที่มีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นมากที่สุด ผลิตโดยใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 190 °C ไม่มีการเติมทวีน80 คือมีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น 0.35 %

ตารางที่ 4.4 ค่าปริมาณน้ำอิสระของกะทิผงที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน และ 30 วัน

อุณหภูมิอากาศขาเข้า (°C)	ทวีน80 (%)	ปริมาณน้ำอิสระ ที่ 1 วัน (%)	ปริมาณน้ำอิสระ ที่ 30 วัน (%)
190	0	0.21	0.56
	0.5	0.24	0.43
	1	0.27	0.46
200	0	0.38	0.43
	0.5	0.33	0.38
	1	0.23	0.38
210	0	0.27	0.41
	0.5	0.27	0.45
	1	0.28	0.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ ศึกษาสภาวะการผลิตที่มีผลต่อคุณสมบัติของกะทิผง พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศขาเข้าสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณร้อยละของผลผลิตและค่าการดูดซับน้ำของกะทิผงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ ความชื้น ค่าการละลายน้ำ และค่าความสว่าง (L) ลดลง และเมื่อพิจารณาจากความเข้มข้นของทวีน80 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของทวีน 80 เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการละลายน้ำของกะทิผงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ ปริมาณร้อยละของผลผลิต ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าการดูดซับน้ำ และค่าความสว่าง (L) ลดลง โดยสภาวะการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ที่ให้ปริมาณร้อยละผลผลิตของกะทิผลสูงสุด คือที่อุณหภูมิอากาศขาเข้า 210 °C อุณหภูมิขาออก 80 °C ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 20 %w/w และไม่มีการเติมทวีน80

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การวิเคราะห์ผลของทุกตัวอย่าง ควรดำเนินการด้วยอุปกรณ์เครื่องเดียวกัน

5.2.2 ทวีน80 เป็นอิมัลซิฟายเออร์ประเภท oil-in-water คือช่วยให้ไขมันละลายในน้ำได้ดี แต่ทวีน80 เป็นสารที่มีสีเหลืองและมีรสชาติขม ทำให้ผลผลิตที่ได้มีสีเหลืองและมีรสชาติขมไปด้วย ดังนั้นควรเลือกศึกษาสารอิมัลซิฟายเออร์ชนิดอื่นเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พืชเกษตร. 2558. กะทิและวิธีทำน้ำกะทิ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://puechkaset.com/กะทิ/. 24 พฤษภาคม 2565.

SPF Factory Food service business. 2564. Spray dried คืออะไร เหมาะสำหรับวัตถุดิบอะไร มีข้อจำกัดอะไรที่ควรรู้.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.spfpowder.com/2021/05/01/spray-detail/. 24 พฤษภาคม 2566.

Food Network Solution. 2553. Maltodextrin/มอลโทเดกซ์ทริน.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.spfpowder.com/2021/05/01/spray-detail/. 24 พฤษภาคม 2566.

TCS Mart. 2560. ทวีน 80.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.tcs-mart.com/product/tween80/. 24 พฤษภาคม 2566.

Food Network Solution. 2553. Moisture/ความชื้น.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0830/moisture-content-ความชื้น#google_vignette. 24 พฤษภาคม 2566.

Food Network Solution. 2553. Water activity/แอคติวิตีของน้ำ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/water-activity-แอคติวิตีของน้ำ. 24 พฤษภาคม 2566.

ณปภัช พิมพ์ดี. 2560. การละลาย (Solubility).[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7178-solubility. 24 พฤษภาคม 2566.

คู่มือผู้ใช้เครื่องวัดกิจกรรมในน้ำ AQUALAB TDL. November 12, 2021. เข้าถึงได้จาก: https://manuals.plus/th/Meter/aqualab-tdl-water-activity-meter-manual#axzz82cRkdl8z. 24 พฤษภาคม 2566.

วิธีการใช้เครื่องวัดสี : CR-400 ตั้งค่าอย่างไรบ้าง?. เครื่องวัดสี เครื่องวัดแสง.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.youtube.com/watch?v=HduavOrsiY0. 24พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องมือวิเคราะห์และวิธีการใช้งาน

ก.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Eppendorf รุ่น 5804R)

ภาพที่ ก.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Eppendorf รุ่น 5804R)

วิธีการใช้งาน

1. เปิดสวิตซ์ ON/OFF ด้านข้างทางขวามือของตัวเครื่อง จากนั้นกดปุ่ม Power เพื่อเริ่มการใช้งาน
2. เปิดฝาเครื่องใส่ Rotor ตามขนาดของหลอดที่ใช่ปั่นเหวี่ยง ปิดฝาเครื่องจากนั้นตั้งค่าอุณหภูมิ จำนวณรอบในการปั่นเหวี่ยง และเวลาที่ต้องการ
3. การตั้งค่าอุณหภูมิ ความเร็วรอบ และเวลา ทำโดยกดปุ่มที่ต้องการตั้งค่าค้างไว้ สังเกตตัวเลขที่กระพริบแล้วจึงกดปุ่มลูกศรปรับขึ้นปรับลงเพื่อให้ได้ค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ รอจนกว่าตัวเลขจะไม่กระพริบถือว่าทำการตั้งค่าเครื่องสำเร็จแล้ว
4. กดปุ่ม Start เพื่อเป็นการวอร์มเครื่องจนได้อุณหภูมิที่ต้องการ
5. นำตัวอย่างใส่ลงในหลอด เปิดฝาเครื่องและหลอดใส่ลงในช่อง adapter ต้องให้น้ำหนักในแต่ละหลอดมีความสมดุลกัน ปิดฝาเครื่อง และกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการใช้งาน (ควรชั่งน้ำหนักของหลอดและปริมาณตัวอย่างให้เท่ากันทุกๆหลอด เพื่อให้เกิดความสมดุลในขณะที่เครื่องทำการปั่นเหวี่ยง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้เครื่องจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ รอจนมีไฟขึ้นที่ปุ่ม Open จึงเปิดฝาเครื่องและนำตัวอย่างออกมา

ก.2 เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (AQUALAB 4TE)

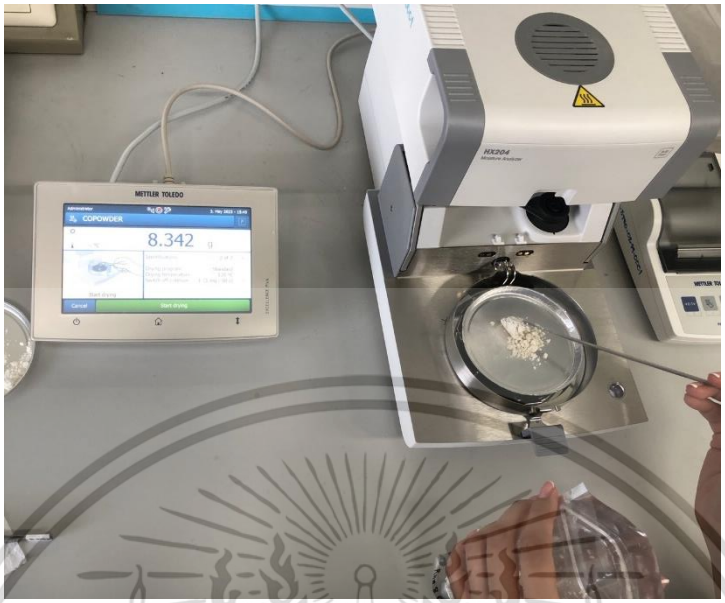
ภาพที่ ก.2 เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (AQUALAB 4TE)

วิธีการใช้งาน

1. เปิดเครื่องเสียบสายไฟที่ด้านหลังของชุด AQUALAB 4TE เข้ากับเต้ารับ กดเปิดสวิตช์เปิดปิดสีดำที่ด้านหลังของเครื่องมือ ปล่อยให้ AQUALAB วอร์มเครื่องประมาณ 30 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าอ่านค่าได้แม่นยำ
2. ทำการสอบเทียบค่าของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ให้ได้ค่ามาตรฐานโดยใช้น้ำ DI การปรับเครื่องมือให้ตรงกับค่าอ้างอิง ทำให้ได้ค่าที่ถูกต้อง (Calibrate) ก่อนทำการวัดผล
3. เตรียมตลับสำหรับใส่ตัวอย่างของเครื่อง AQUALAB 4TE นำตัวอย่างใส่ลงในตลับไม่ให้เกินขีดของตลับ เช็ดทำความสะอาดขอบและพื้นผิวด้านนอกของตลับให้สะอาด
4. วางตลับที่ใส่ตัวอย่างลงไปในเครื่อง ปิดเครื่องและเลื่อนสลักไปที่ตำแหน่ง Read เพื่อเริ่มการวัด
5. เมื่อเครื่องทำการวัดเสร็จแล้วจะส่งเสียงเตือน และค่าที่วัดได้จะแสดงบนหน้าจอของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Halogen)



ภาพที่ ก.3 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Halogen)

วิธีการใช้งาน

1. นำถาด Halogen อบแห้งเพื่อไล่ความชื้น ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
2. เสียบปลั๊กเพื่อเปิดการใช้งานของเครื่อง จากนั้นตั้งค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ
3. นำถาดที่อบแล้วมาเข้าเครื่องเพื่อทำการกดปุ่ม TARE ตัวเลขหน้าจอจะปรับเป็น 0 เพื่อพร้อมในการชั่งน้ำหนักจริงของตัวอย่างกะทิผงที่ต้องการวิเคราะห์
4. หลังจากที่เครื่องทำการชั่งถาดเรียบร้อยแล้วเครื่องจะเปิดขึ้น นำกะทิผงใส่ลงไปในถาดทั้งหมด 1 กรัม จากนั้นกดปุ่ม Start drying เพื่อทำการเริ่มวัดค่าความชื้น
5. หลังจากที่วัดค่าเสร็จแล้วเครื่องจะเปิดขึ้น ค่าที่ได้จะแสดงบนหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4 เครื่องวัดสี (Chroma meter)

ภาพที่ ก.4 เครื่องวัดสี (Chroma meter)

วิธีการใช้งาน

1. ต่อตัวหัววัดเข้าด้วยกันกับตัวหน้าจอแสดงผล จากนั้นเสียบปลั๊ก เปิด Power ที่ด้านข้างของเครื่อง จากนั้นสังเกตจากปุ่ม Ready ไฟสีเขียวจะแสดงขึ้น
2. ทำการตั้งค่า Index set ตามที่ต้องการ(โดยการทดลองนี้ใช้ค่า L a b ΔL Δa Δb ΔE ในการบันทึกผล) ตั้งค่า Calibration ให้ตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกไว้ใน Index set เปิดแผ่น white page ดูค่าในแผ่นตั้งค่าเครื่องให้ตรงกับแผ่น จากนั้นนำแผ่น white page วางลงนำหัววัดมาตั้งไว้บนแผ่น กดปุ่มEnterที่ตัวหน้าจอแสดงผลหรือกดปุ่ม measurement ที่เครื่อง(ตัวหัววัด) หลังจากนั้นเครื่องจะขึ้นคำว่า Now calibration มีการแฟลชไฟทั้งหมด 3 ครั้ง หลังจากวัดเสร็จนตัวเครื่องจะกลับไปยังหน้าจอแสดงผลปกติ ตัวหัววัดจะขึ้นไฟตรงคำว่า Ready
3. นำตัวอย่างกะทิผงใส่ในควอทที่สะอาดใส ใส่ลงในควอทจนไม่เกิดช่องว่างที่ทำให้แสงผ่าน
4. จากนั้นนำเครื่อง Chroma meter วางตั้งไว้และนำควอทที่ใส่ตัวอย่างมาวางลงบนหัววัดกดปุ่ม measurement เพื่อทำการวัดค่า
5. ค่าที่ได้จะแสดงดังหน้าจอ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการทดลอง

ภาพที่ ข.1 การประกอบเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

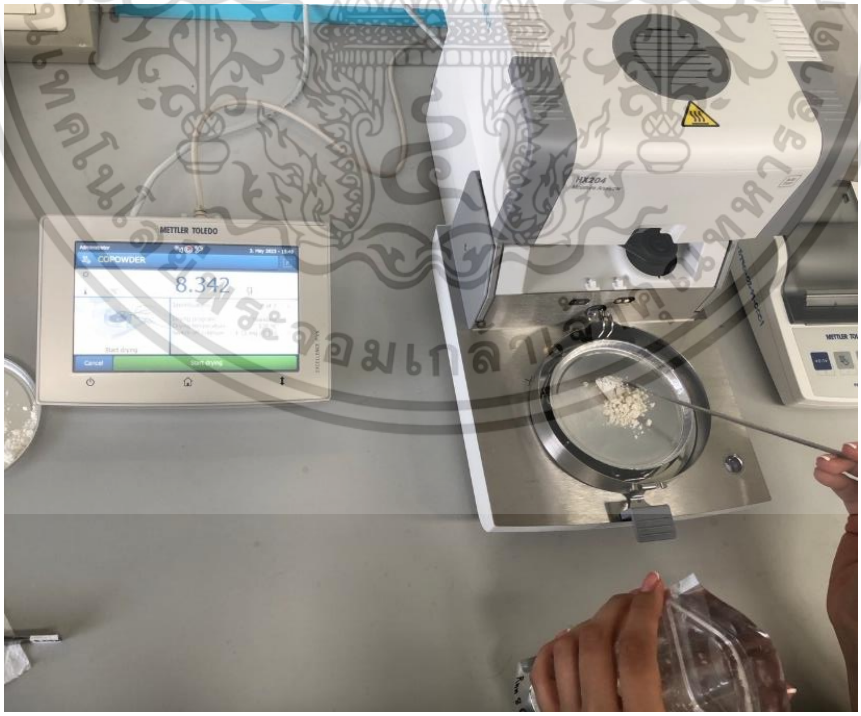
ภาพที่ ข.2 การตั้งค่าสภาวะการผลิตที่เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

ภาพที่ ข.3 การประกอบและเช็คหัวฟีดอาหารเหลว

ภาพที่ ข.4 ตัวอย่างผงกะทิที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย

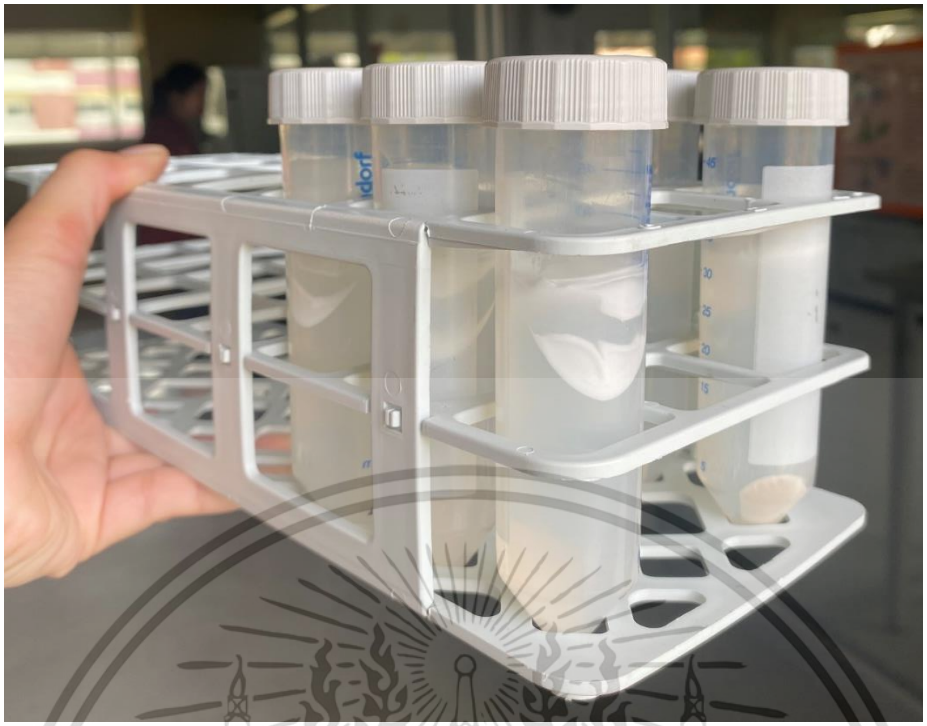
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข.5 ตัวอย่างการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ



ภาพที่ ข.6 ตัวอย่างการวัดค่าความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.7 ตัวอย่างการตกตะกอน หลังการหมุนเหวี่ยง

ภาพที่ ข.8 ตัวอย่างส่วนน้ำใสที่หมุนเหวี่ยงแล้ว แล้วนำไปอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข.9 ตัวอย่างการวัดค่าสีกะทิผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกนกพร พิมพ์แน่น
วัน เดือน ปี เกิด	29 เมษายน 2544
ประวัติการศึกษา	-จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย 2 -ปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์-บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทำงานวิจัย	ผลของตัวแปรการผลิตที่มีต่อคุณสมบัติของกะทิผง จากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Effect of production variables on properties of coconut milk powder from spray drying process)รางวัลที่เคยได้รับ
รางวัลที่เคยได้รับ	-

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอาทิตยา เทียนแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	23 พฤศจิกายน 2543
ประวัติการศึกษา	-จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า -ปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์-บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทำงานวิจัย	ผลของตัวแปรการผลิตที่มีต่อคุณสมบัติของกะทิผง จากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Effect of production variables on properties of coconut milk powder from spray drying process)
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้