เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจร เพื่อเกษตรกร

โดย

นายพงศกร คชาพงศ์กุล

สนับสนุนงบประมาณโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2561

Coconut Oil Extraction Machine with Saving Energy in Completed Processes for Agricultural

By

Mr. Pongsakorn Kachapongkun

Granted by

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

Fiscal year 2018

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณผู้อำนวยการ และคณาจารย์วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้ให้คำแนะนำพร้อมทั้งความรู้อันมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงและแก้ไขให้เกิดความสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่าผลงานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เข้ามาศึกษาต่อไป

พงศกร คชาพงศ์กุล

7 สิงหาคม พ.ศ.2562

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : เลขที่สัญญารับทุน A-27/2561 / ปี พ.ศ. 2561

ชื่อโครงการ : ภาษาไทย เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร

ชื่อนักวิจัย : 1. ผศ.ดร. พงศกร คชาพงศ์กุล 2. ดร.เอกสิทธิ์ นุกูลเจริญลาภ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยคือ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร และหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับสำหรับการเกษตร อุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไป ศึกษาปรับปรุงและพัฒนาระบบการอบแห้ง ระบบกรองน้ำมันมะพร้าวพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในครัวเรือน เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และเพื่อประเมินศักยภาพทางด้านเศษฐศาสตร์ในการสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร

การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือการอบแห้งกากมะพร้าวภายหลังจากการคั้นกะทิแล้ว ช่วงที่ 1 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส ช่วงที่ 2 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส และช่วงที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียสซึ่งจากการทดลองพบว่าการนำกากมะพร้าวที่คั้นกะทิแล้วมาอบแห้งที่อุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส จะได้น้ำมันมะพร้าวแบบสกัดเย็นที่คุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน

อัตราการผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งในปริมาณ 4 กิโลกรัมจะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 1 ลิตร ซึ่งน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งกากที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส สีของน้ำมันขาวใส มีรสชาติของมะพร้าวแท้/มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งกากที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส สีของน้ำมันขาวใส มีรสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ แต่ปริมาณน้ำมันที่ได้จะน้อยกว่าแบบแรกอยู่เล็กน้อย ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งกากที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส สีของน้ำมันเหลืองอ่อนๆ มีรสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมเหมือนมะพร้าวคั่ว ส่วนปริมาณน้ำมันที่บีบคั้นออกมาจะน้อยกว่าแบบแรกเฉลี่ยประมาณ 9.16 เปอร์เซ็นต์ และ น้อยกว่าแบบที่ 2 เฉลี่ยประมาณ 8.79 % ส่วนการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวกรณีที่ 2 จะน้อยกว่าแบบแรกเฉลี่ยประมาณ 0.37 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ กากมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

E-mail Address : pongsakorn.kerd@rmutr.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 ตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2561

Abstract

Code of project : เลขที่สัญญารับทุน A-27/2561 / ปีพ.ศ.2561

Project name : Coconut Oil Extraction Machine with Saving Energy in Completed Processes for Agricultural

Researcher name : Asst.Dr.Pongsakorn Kachapongkun and Dr.Ekasit Nukulcharoenlarp

The objective of this research project is In order to design and build a full range of coconut oil, and the find suitable models for agriculture, industry and general houses. The study and improve of drying system coconut oil filter system, solar energy, used in household, agriculture, industrial plants. And in order to evaluate the potential of scraps in creating a full range of coconut oil.

The research is dividing into 3 types: drying coconut residue after coconut milk squeezing. Phase one, the control temperature is between 40to50 °C. The second phase, the control temperature is between 50to60 °C and the third period is the temperature. Controlled between 60to70 °C. From the experiment, it was founding that the coconut pulp that was squeezing in coconut milk was deriding at a temperature of 50to 60 °C. Coconut oil is cold pressed; the image is multiplying by the standard.

The oil sample, which the average production rate uses 4 kilograms of dried coconut residue, 1 liter of virgin coconut oil, which is drying by coconut oil at a controlled temperature between 40 to 50 °C. Has a taste of real coconut or has a mild aroma. The drying coconut oil at the controlled temperature is between 50 to 60 °C. The color of the oil is white. Has a taste of real coconut or has a mild aroma But the amount of oil obtained is slightly less than the first. The drying coconut oil at the controlled temperature is between 60 to 70 °C. The color of the oil is light yellow. With the taste of real coconut or fragrant like roasted coconut As for the amount of oil that is squeezed out, it is less than the first model, averaging about 9.16 % and less than the second type, with an average of about 8.79 %.

Keywords: Solar drying; Coconut residue; Cold pressed coconut oil

E-mail Address : **pongsakorn.kerd@rmutr.ac.th**

Period of project : 1 October 2017 to 30 September 2018

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช

บทที่ 1	**บทนำ**	**เลขหน้า**
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	8
	2. วัตถุประสงค์การวิจัย	9
	3. ขอบเขตการวิจัย	10
	5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10

บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**เลขหน้า**
	1. กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	11
	2. แนวความคิดในการปฏิบัติ ทำเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	12
	3. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	13
	4. ความหมายของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	18
	5. องค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	25
	6. บทบาทของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีต่อร่างกาย	27
	7. การใช้ประโยชน์จากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	29
	8. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ระหว่างการทอด	32
	9. การเก็บรักษาที่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	33

บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**เลขหน้า**
	1. การปฏิบัติ	35
	2. แนวความคิดในการปฏิบัติ ทำเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว	36
	3. แนวความคิดในการปฏิบัติ ทำเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว	37

สารบัญ (ต่อ)

		เลขหน้า
	4. วิธีดำเนินการวิจัย	40
	5. อุปกรณ์และเครื่องมือดำเนินงานวิจัย	41
	6. สถานที่ทำการทดลองและวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี	41
	7. การออกแบบและการสร้าง	44
	8. ลักษณะการทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์	45
	9. การคำนวณหากำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์	51
บทที่ 4	**ผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์**	**เลขหน้า**
	1. ผลการทดลองการอบแห้งกากมะพร้าว	52
	2. ผลการทดสอบบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว และระบบการกรองน้ำมันมะพร้าว	60
	3. ผลวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันด้วยเครื่อง FTIR	65
	4. ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้หลักสูตรอบรมเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าว ประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร	68
	5. รายงานผลการประเมินโครงการ	70
	6. ผลการทดสอบความรู้ ความเข้าใจก่อนและหลังการอบรม	73
บทที่ 5	**สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ**	**เลขหน้า**
	1. สรุปผลการวิจัย	75
	2. อภิปรายผล	75
	3. ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม		**77**
ภาคผนวก ก	ผลการทดสอบการอบแห้ง	77
ภาคผนวก ข	ผลการทดสอบการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว	82
ภาคผนวก ค	การถ่ายทอดองค์ความรู้งานวิจัย	85
ประวัติผู้วิจัย		**88**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

ตารางที่ 2.1. การเปรียบเทียบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 15

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวราคาใกล้เคียงกัน 18

ตารางที่ 2.3 เทคนิคสำคัญที่ใช้สกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เพื่อการค้าของบริษัท Nutiva 23

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าว RBD ตามมาตรฐาน Codex และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ตามมาตรฐาน APCC 25

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันมะพร้าว RBD 26

ตารางที่ 4.1 การบีคั้นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 64

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตแบบครบวงจร 11
ภาพที่ 2.2 ลักษณะของแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ และการสมดุลพลังงาน 12
ภาพที่ 2.3 วิธีการกรองด้วยแรงดัน 16
ภาพที่ 2.4 การกรองด้วยแรงโน้มถ่วง ผ่านกระดาษกรอง 17
ภาพที่ 3.1 แสดงแบบการประกอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 35
ภาพที่ 3.2 แสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อประกอบเสร็จแล้ว 36
ภาพที่ 3.3 แสดงภาพด้านข้างเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าว 37
ภาพที่ 3.4 แสดงการคั้นน้ำมันมะพร้าว 37
ภาพที่ 3.5 แสดงการกรองน้ำมันมะพร้าว 38
ภาพที่ 3.6 แสดงการกรองน้ำมันมะพร้าว 38
ภาพที่ 3.7 กระบวนการผลิตแบบครบวงจร 39
ภาพที่ 3.8 เทอร์โมคัปเปิล type K 42
ภาพที่ 3.9 เครื่องมือวัดความเร็วอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ KIMO VT100 42
ภาพที่ 3.10 เครื่องบันทึกข้อมูล Graphtec GL200 43
ภาพที่ 3.11 เครื่องวัดและบันทึกกำลังไฟฟ้า HIOKI 3360-21 43
ภาพที่ 4.1 แสดงการกำหนดจุดวัดอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นของกากมะพร้าว ขณะอบแห้ง 53
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรังสีแสงอาทิตย์ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ 54
ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในหม้อกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม 55
ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรังสีแสงอาทิตย์กับอัตราการถ่ายเทความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์ 56
ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรังสีแสงอาทิตย์ 57
ภาพที่ 4.6 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 40 - 50 °C 58
ภาพที่ 4.7 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 °C 59
ภาพที่ 4.8 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C 60
ภาพที่ 4.9 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 40 - 60 °C 61
ภาพที่ 4.10 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 °C 62

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.11 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C 62

ภาพที่ 4.12 แสดงการสี่ของน้ำมันมะพร้าวที่อบแห้งกากมะพร้าวในช่วงต่างๆ 64

ภาพที่ 4.13 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง FTIR 65

ภาพที่ 4.14 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง FTIR แบบซ้อนทับกันของตัวอย่าง 66

ภาพที่ 4.15 แสดงค่าพลังงานของการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C 67

ภาพที่ 4.16 ภาพการบรรยายในหัวข้อต่างให้กับชุมชน 68

ภาพที่ 4.17 ภาพการปฏิบัติการทดลองการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวของชุมชน 68

ภาพที่ 4.18 ภาพการแจกน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการแล้วให้กับผู้เข้ารับการอบรม ในชุมชน 69

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในประเทศไทย มะพร้าวเป็นพืชที่พบเห็นได้ทั่วไป ตามพื้นที่ชายทะเลทุกแห่ง และ เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของคนท้องถิ่นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นประเพณี วัฒนธรรม อาหารการกิน ผลิตภัณฑ์วัสดุเครื่องใช้ในครัวเรือน คุณสมบัติที่ดีของมะพร้าว คือส่วนต่างๆ ของมะพร้าวตั้งแต่ ลำต้น ใบ ก้าน ผล กะลา กาบมะพร้าว รากมะพร้าว เป็นต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลากหลาย ในกะลามะพร้าวจะมีชั้นของเนื้อมะพร้าว เมื่อทำให้แห้งและแยกออกจากกะลาจะมีปริมาณน้ำมันประมาณ 50 – 65 % การสกัดน้ำมันมะพร้าวถือเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านของไทยมาช้านาน โดยเฉพาะการสกัดด้วยการเคี่ยวกระทิด้วยไฟอ่อนๆจนได้น้ำมัน เรียกว่า การสกัดร้อน การนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ประโยชน์ในการดูแลสุขภาพและความงาม โดยการหมักผมทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที แล้วล้างออก ซึ่งช่วยให้ผมดกดำเป็นเงางาม รักษารากผม ลดการหลุดร่วงของเส้นผม ช่วยป้องกันและรักษารังแค หรือใช้ชโลมผมหลังสระจะช่วยทำให้ผมนุ่มสลวยไม่หงอก ในการดูแลบำรุงผิวผิวพรรณ หลังอาบน้ำใช้น้ำมันมะพร้าว 1-2 หยดทำให้ผิวนุ่มชุ่มชื่น ยืดหยุ่น กระชับสดใส และรักษาโรคผิวหนังบางชนิดได้ ถ้าพิจารณาทางด้านเศรษฐกิจ ปัจจุบันไทยส่งออกมะพร้าวในรูปมะพร้าวฝอย เนื้อมะพร้าวแห้ง น้ำมันมะพร้าว และกะทิสำเร็จรูป ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีตลาดที่สำคัญ คือ สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป นิวซีแลนด์ และในเอเชีย ขณะเดียวกัน แนวโน้มความต้องการน้ำมันพืชเพิ่มขึ้นทั้งเพื่อการบริโภค พลังงานเชื้อเพลิง และสุขภาพและความงาม โดยเฉพาะน้ำมันมะพร้าวมีบทบาทในการดูแลผิวพรรณและความงาม ใช้เป็นน้ำมันนวดในธุรกิจสปาอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในประเทศตะวันออกกลาง ส่วนพื้นที่ปลูกมะพร้าวในประเทศไทย จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติได้เคยสำรวจในปี 2555 พบว่ามีพื้นที่ปลูกมะพร้าวประมาณ 1,332,484 ไร่ และมีประชากรไทย 1 คน จะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีพลเมืองประมาณ 55 ล้านคน จะใช้ผลมะพร้าวประมาณ 990 ล้านผล หรือประมาณ 65 % ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ 35% ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 489 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออกต่อไปผู้ประกอบการน้ำมันมะพร้าว เพื่อสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ส่งไปขายยังประเทศตะวันออกกลางน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่นิยมใช้ในสุขภาพและความงามนั้นมาจากการสกัดแบบเย็นที่ไม่ผ่านความร้อน ทำให้วิตามินอีไม่ถูกทำลาย

ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรได้ทำน้ำมันมะพร้าวใช้เองที่บ้าน โดยใช้อุปกรณ์และวิธีการดังนี้ 1.ขวดโหลแก้วหรือภาชนะอื่นๆใช้สำหรับหมัก 2.ผ้าขาวบางหรือตะแกรงลวดตาถี่ 3.ปั๊มพลาสติก สำหรับดูดน้ำมันออกจากภาชนะหมัก 4.กะละมัง 5.เนื้อมะพร้าวสดขูด 2 กิโลกรัมน้ำอุ่น 2 ลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตน้ำมันมะพร้าวของเกษตรกรนั้นสามารถที่จะผลิตได้จำนวนมากกว่า 1 ครัวเรือน และในปัจจุบันเกษตรกรมีการรวมตัวกันผลิตน้ำมันมะพร้าวจำนวนมากขึ้น แต่จะมีปัญหาในเรื่องการกรองน้ำมัน ปัจจุบันจะใช้ผ้าขาว

บางเป็นตัวกรอง แต่ไม่สามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อน เช่นเศษมะพร้าว ฝุ่นละออง ฯลฯ ได้ ดังนั้นการผลิตเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวจึงมีความสำคัญในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูง และเหมาะสมหรับกลุ่มเกษตร

จากปัญหาที่กล่าวมาจึงนำมาเพื่อการพัฒนาและสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวดังนั้นการพัฒนาและสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันรำมะพร้าวใช้เองจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยพัฒนารายได้ให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่ง โดยที่ระบบประกอบไปด้วย โครงสร้างเครื่อง มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ชุดป้อนรำกากมะพร้าว ชุดอุปกรณ์บีบอัด ภาชนะรองรับทำมัน (สแตนเลส) ตัวกรองหยาบ และอุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมอัตโนมัติ ซึ่งสามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวได้ 80 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสามารถใช้คนทำงานเพียงหนึ่งคนสำหรับการผลิต ซึ่งก่อนที่จะดำเนินการบีบอัดน้ำมันนั้นต้องทำการอบแห้งดังงนั้นต้องใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ประหยัดพลังงาน โดยที่ระบบประกอบไปด้วย แผงรับรังสีอาทิตย์ ห้องอบแห้ง พัดลมดูดลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ท่อไหลเวียน อุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมอัตโนมัติ แบตเตอรี่ และแผงโซล่าเซลล์ โดยสามารถการไหลเวียนลมร้อนได้เองแบบอัตโนมัติ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไปภายในประเทศ และมีราคาที่ไม่สูงมาก จึงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และทางด้านพลังงาน อีกทั้งยังลดปริมาณมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในการอบแห้งได้อีกทางหนึ่ง และเมื่อผ่านการบีบคั้นน้ำมันรำข้าวแล้ว ต้องผ่านการกรองเพื่อให้ได้น้ำมันรำข้าวบริสุทธิ์ จึงจำเป็นต้องสร้างเครื่องกรองอัตโนมัติ โดยจะมีระบบที่ประกอบไปด้วย โครงสร้างเครื่อง มอเตอร์ปั๊มขนาด 1/3 แรงม้าโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดป้อนน้ำมัน ชุดกรอง ภาชนะรองรับน้ำมัน (สแตนเลส) และอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร และหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับสำหรับการเกษตร อุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไป
2. ศึกษาปรับปรุงและพัฒนาระบบการอบแห้ง ระบบกรองน้ำมันมะพร้าวพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในครัวเรือน เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม
3. เพื่อประเมินศักยภาพทางด้านเศษฐศาสตร์ในการสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร

3. ขอบเขตการวิจัย

การสร้างเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ประหยัดพลังงาน โดยที่ระบบประกอบไปด้วย แผงรับรังสีอาทิตย์ ห้องอบแห้ง พัดลมดูดลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ท่อไหลเวียน อุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมอัตโนมัติ แบตเตอรี่ และแผงโซล่าเซลล์ โดยสามารถการไหลเวียนลมร้อนได้เองแบบอัตโนมัติ เครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวได้ 80 กิโลกรัมต่อวัน เครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวประกอบด้วย มอเตอร์ปั๊มขนาด 1/4 แรงม้าโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดป้อนน้ำมัน ชุดกรอง ภาชนะรองรับน้ำมัน (สแตนเลส) และอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

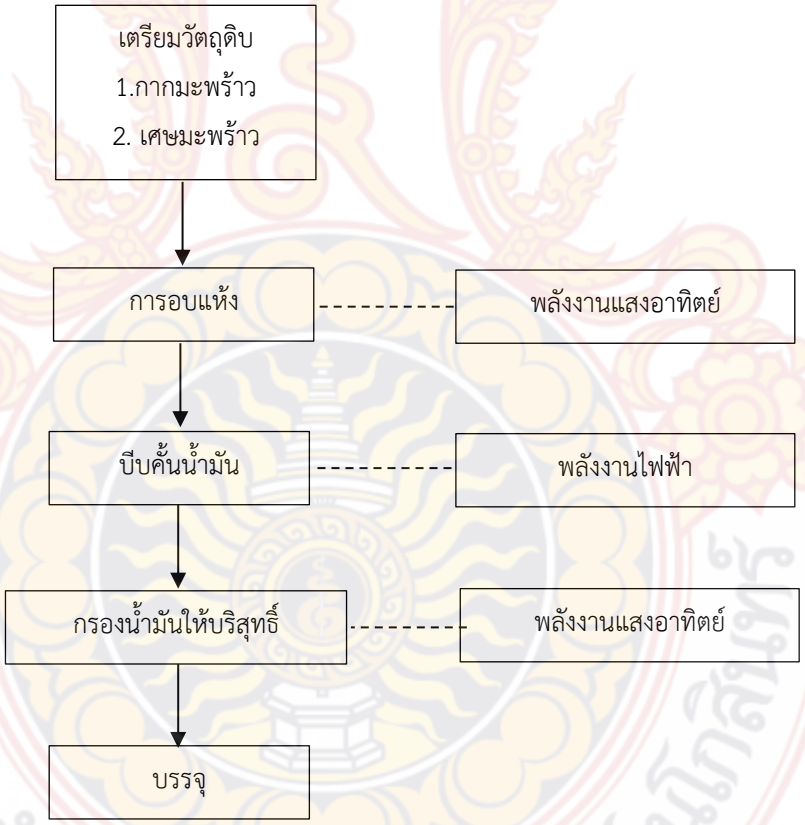
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถผลิตเครื่องอบแห้ง เครื่องบีบคั้น และเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว ที่ประหยัดพลังงาน เพื่อสนับสนุนเกษตรกร

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การดำเนินการวิจัยภายใต้หัวข้อเรื่องเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร นั้น เนื่องจากเกษตรกรที่ผลิตน้ำมันมะพร้าวใช้เองและจำหน่ายนั้นประสบณ์ปัญหาด้านต้นทุนการผลิต และปริมาณการผลิต ซึ่งมีผลมาจากการที่ไม่มีเทคโนโลยีที่ครบสมบูรณ์ในการผลิต ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตที่ล้าสมัย ส่งผลให้ต้องใช้แรงงานคนที่มากเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตที่ได้ และประกอบกับการใช้ต้นทุนพลังงานที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบแบบครบวงจรที่สามารถใช้แรงงานคนเพียง 1 คนก็สามารถดำเนินการผลิตได้ และนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนพลังงาน ส่งผลให้ต้นทุนรวมในการผลิตน้ำมันมะพร้าวของเกษตรกรลดลง ซึ่งกระบวนการผลิตแบบครบวงจรนี้ได้แสดงในผังการผลิตดังนี้



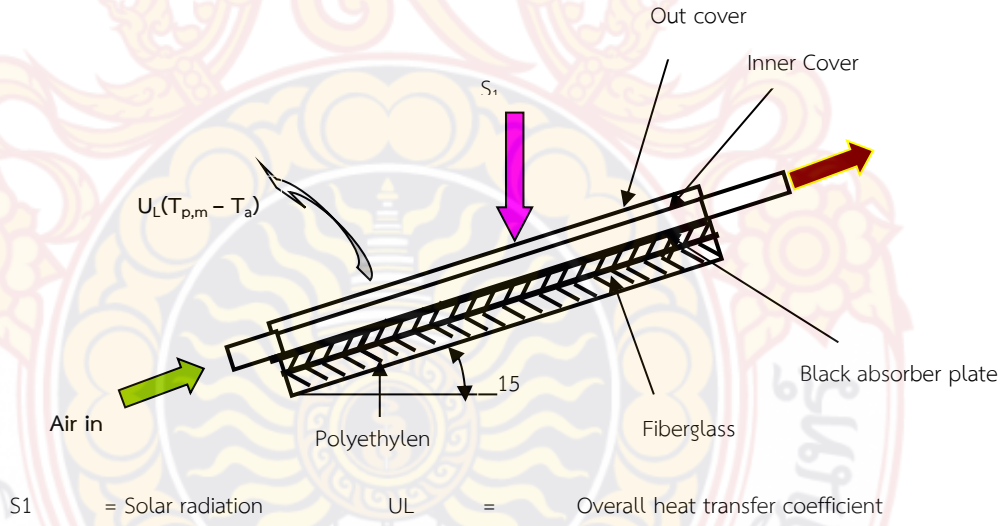
ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตแบบครบวงจร

2.2 แนวความคิดในการปฏิบัติ ทำเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปแบบพลังงานความร้อน โดยการใช้แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ รับพลังงานจากรังสีอาทิตย์ (Solar Radiation) ซึ่งรังสีอาทิตย์ส่วนใหญ่จะส่งผ่านทะลุกระจกปิด

ด้านบนของตัวรับรังสีอาทิตย์ไปยังแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับของไหลเพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งของไหลที่ใช้โดยมากได้แก่ น้ำ หรือ อากาศ แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบนับเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายเมื่อเปรียบเทียบกับแผงรับรังสีอาทิตย์แบบอื่น ๆ ตัวอย่างที่พบโดยทั่วไปได้แก่ระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งใช้แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นตัวดูดรังสี แม้ว่าแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบจะมีข้อจำกัดด้านความไม่เหมาะสมในการใช้งานที่อุณหภูมิสูง แต่ก็มีข้อดีหลายอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับแผงรับรังสีอาทิตย์แบบอื่น ๆ เช่นสามารถรับได้ทั้งรังสีตรงและรังสีกระจาย มีการบำรุงรักษาน้อย และที่สำคัญ คือมีระยะเวลาคืนทุนเร็ว

การออกแบบแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยการต่อแผงรับรังสีอาทิตย์หลาย ๆ แผงเข้าด้วยกันสามารถทำได้หลายแบบ เช่น ต่อแบบขนาน แบบอนุกรมและแบบผสม (ทั้งขนานและอนุกรม) ลักษณะการต่อแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่มีต่อสมรรถนะรวมของแผงรับรังสี ซึ่งในทางอุดมคติการกระจายของไหลของของไหลในแผงรับรังสีอาทิตย์เป็นไปแบบสม่ำเสมอ แต่ในทางปฏิบัติพบว่าอัตราการไหลของของไหลในแผงรับรังสีอาทิตย์แต่ละท่อของแผงรับรังสีอาทิตย์มักจะไม่เท่ากัน เป็นผลให้เกิดจุดร้อนขึ้นในส่วนที่มีการไหลต่ำเกิดการสูญเสียความร้อนสูงและทำให้สมรรถนะของระบบลดลง ดังในรูปที่ 2.[9] เป็นการแสดงการเกิดการสูญเสียความร้อนของระบบที่บริเวณ แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ



ภาพที่ 2.2 ลักษณะของแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ และการสมดุลพลังงาน

จากรูปที่ 2. เป็นลักษณะของการรับพลังงาน และการสูญเสียความร้อนของแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ซึ่งการสูญเสียความร้อนของระบบ มีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดต่ำลง ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากระบบจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันโดยการปิดกั้นด้วยฉนวนกันความร้อน ในที่นี้นำเอาฉนวน และโฟมเป็นฉนวนกันความร้อนบริเวณด้านล่างและด้านข้างของแผงรับรังสีอาทิตย์

2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยภายใต้หัวข้อเรื่องเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร นั้น เนื่องจากเกษตรกรที่ผลิตน้ำมันมะพร้าวใช้เองและจำหน่ายนั้นประสบณ์ปัญหาด้านต้นทุนการผลิต และปริมาณการผลิต ซึ่งมีผลมาจากการที่ไม่มีเทคโนโลยีที่ครบสมบูรณ์ในการผลิต ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตที่ล้าสมัย ส่งผลให้ต้องใช้แรงงานคนที่มากเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตที่ได้ และประกอบกับการใช้ต้นทุนพลังงานที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบแบบครบวงจรที่สามารถใช้แรงงานคนเพียง 1 คนก็สามารถดำเนินการผลิตได้ และนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนพลังงาน ส่งผลให้ต้นทุนรวมในการผลิตน้ำมันมะพร้าวของเกษตรกรลดลง จากการศึกษาพบว่ามีการศึกษาในเรื่องนี้อยู่บ้างซึ่งรูปแบบการศึกษาก็แตกต่างกันไป ดังมีรายละเอียดที่ที่ยกตัวอย่างดังนี้

การศึกษาเรื่อง เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นอย่างต่อเนื่องได้ทำการศึกษาในปี 2555 เพื่อผลิตน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นบริสุทธิ์(Virgin cold-pressed coconut oil, VCO) [5] ประกอบด้วย กรดไขมันสาย ปานกลาง (medium-chain fatty acids) ที่อิ่มตัวในปริมาณสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์เช่น กรดลอริค (คาร์บอน 12 อะตอม) 48-52% กรดคาปริค (คาร์บอน 10 อะตอม) 6.7 % และกรดคาปริลิค (คาร์บอน 8 อะตอม) 7.8% ซึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่ร่างกายถูกดูดซึมและเผาผลาญได้ดี การทดลองนี้ศึกษา กรรมวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากกะทิจากสถานะของเหลว กะทิถูกทำให้แข็งตัวก่อนการสกัดน้ำมันมะพร้าว เพื่อให้เกิดการรวมตัวของไขมันในกะทิณ อุณหภูมิ-30 องศาเซลเซียส ที่ เวลา 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง นำไปเหวี่ยง แยกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่สภาวะอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที กะทิถูกแบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นบนเป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ชั้นกลาง คือ ชั้นครีม และชั้นล่าง คือ น้ำาเปรี้ยว พบว่ากะทิที่แช่แข็งเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ของน้ำามันมะพร้ าวสูงที่สุด คือ 26.25 และร้อยละ ผลได้ทั้งหมด 95.74 % การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเหวี่ยงแยกมันมะพร้าวด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุม อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 15, 20 และ 26 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 15 และ 20 องศาเซลเซียส ไม่สามารถแยกน้ามันมะพร้าวได้จึงนำ มาเหวี่ยงแยกที่ 26 องศาเซลเซียสซ้ำอีกครั้ง พบว่าได้ปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมันมะพร้าว 32.85 เท่ากัน และ ร้อยละผลได้ทั้งหมด 98.82% และ 97.45% ตามลำดับ

การผลิตเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเพื่อทำการเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (แบบบีบเย็น) [7] ประกอบด้วย 1.ชุดส่งกำลังบีบอัด มอเตอร์ 1 แรงม้า ต่อพ่วงด้วยสายพานแบบร่อง B เข้ากับมูลเลย์ ขนาด 16 นิ้ว เพื่อทำหน้าที่เป็นลูกเบี้ยวโบกคันโยกดันแม่แรงไฮดรอลิกส์ขนาด 15 ตัน 2.ชุดบีบน้ำมันมะพร้าวทำจากกระบอกสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร ผนังกระบอกสูบเจาะรูขนาด 2 มิลลิเมตรทั่วกระบอก 3.ชุดดันกากมะพร้าวออก ปรากฏว่าเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวมีความสามารถผลิตน้ำมันได้สูงสุด 1,106.77 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องโดยนำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาง่ายภายในประเทศนำมาประกอบเป็นเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าว และได้นำมาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องคั้นน้ำมันรำข้าวที่จัดทำขึ้นกับเครื่องคั้นน้ำมันรำข้าวที่มีอยู่ทั่วไป

ส่วนการศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับการอบแห้งกากมะพร้าว เศษมะพร้าว ก่อนนำมาผ่านกระบวนการบีบคั้นนั้นโดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้การตากแห้ง ซึ่งมีความยุ่งยาก

และต้องใช้ระยะเวลามากกว่าจะทำให้กากมะพร้าวและเศษมะพร้าวแห้งสนิท เนื่องจากเป็นการลดต้นทุนการผลิตที่ดีที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แนวคิดผสมสานการนำระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เช่น กระบวนการพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน [10] และการพัฒนาประสิทธิภาพเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้แผงรับรังสีอาทิตย์เป็นชุดทำอากาศร้อน [9] สำหรับการอบแห้งที่มีปริมาณที่รวดเร็วและทั่วถึงกับวัตถุดิบ และได้พลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้สำหรับการควบคุมปริมาณอากาศร้อน ความชื้นในระบบ รวมถึงระบบควาบคุมอัตโนมัติ เพื่อให้ปริมาณความชื้นในเนื้อมะพร้าวเป็นศูนย์ (ถ้ามีความชื้นอยู่จะทำให้น้ำมันมะพร้าวที่ได้มีกลิ่นได้)

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปแบบพลังงานความร้อน โดยการใช้แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ รับพลังงานจากรังสีอาทิตย์ (Solar Radiation) ซึ่งรังสีอาทิตย์ส่วนใหญ่จะส่งผ่านทะลุกระจกปิดด้านบนของตัวรับรังสีอาทิตย์ไปยังแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับของไหลเพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งของไหลที่ใช้โดยมากได้แก่ น้ำ หรือ อากาศ แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบนับเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายเมื่อเปรียบเทียบกับแผงรับรังสีอาทิตย์แบบอื่น ๆ ตัวอย่างที่พบโดยทั่วไปได้แก่ระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งใช้แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นตัวดูดรังสี แม้ว่าแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบจะมีข้อจำกัดด้านความไม่เหมาะสมในการใช้งานที่อุณหภูมิสูง แต่ก็มีข้อดีหลายอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับแผงรับรังสีอาทิตย์แบบอื่น ๆ เช่นสามารถรับได้ทั้งรังสีตรงและรังสีกระจาย มีการบำรุงรักษาน้อย และที่สำคัญ คือมีระยะเวลาคืนทุนเร็ว

การออกแบบแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยการต่อแผงรับรังสีอาทิตย์หลาย ๆ แผงเข้าด้วยกันสามารถทำได้หลายแบบ เช่น ต่อแบบขนาน แบบอนุกรมและแบบผสม (ทั้งขนานและอนุกรม) ลักษณะการต่อแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่มีต่อสมรรถนะรวมของแผงรับรังสี ซึ่งในทางอุดมคติการกระจายของไหลของของไหลในแผงรับรังสีอาทิตย์เป็นไปแบบสม่ำเสมอ แต่ในทางปฏิบัติพบว่าอัตราการไหลของของไหลในแผงรับรังสีอาทิตย์แต่ละท่อของแผงรับรังสีอาทิตย์มักจะไม่เท่ากัน เป็นผลให้เกิดจุดร้อนขึ้นในส่วนที่มีการไหลต่ำเกิดการสูญเสียความร้อนสูงและทำให้สมรรถนะของระบบลดลง

การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กับการอบแห้งพลังงานไฟฟ้าและแก๊ส

ตารางที่ 2.1. การเปรียบเทียบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

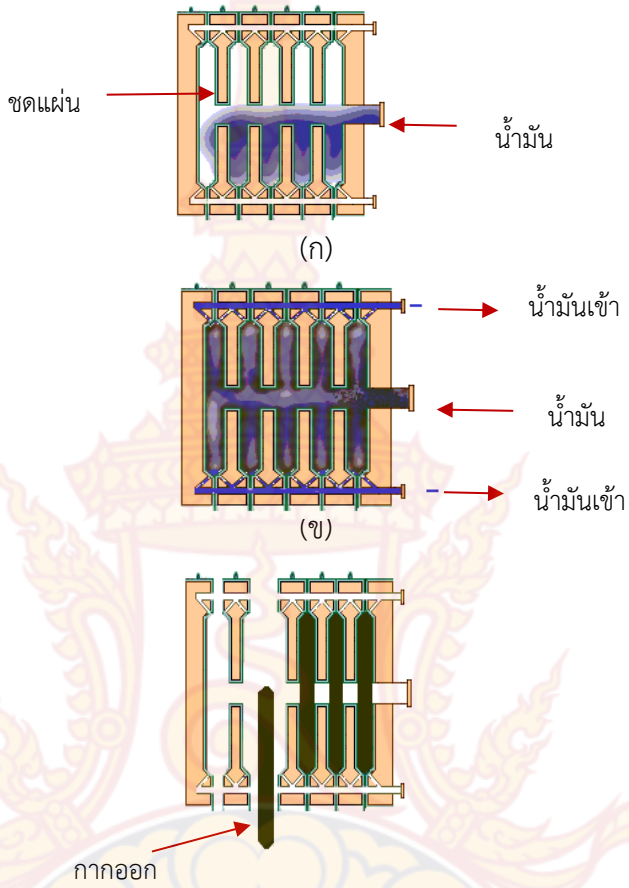
พลังงานแสงอาทิตย์		พลังงานไฟฟ้าและแก๊ส
เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่จัดทำขึ้น	**เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตแบบทั่วไป**	**เครื่องอบแห้งแบบใช้ความร้อนจากไฟฟ้าและการเผาไหม้**
สามารถควบคุมอุณหภูมิในการอบแห้งได้	ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้	อุปกรณ์มากชิ้น (ระบบไฟฟ้า ระบบเผาไหม้)
มีระบบควบคุมความชื้นเพื่อรักษาคุณค่าทางโภชนาการ	ไม่มีระบบควบคุมความชื้นเพื่อรักษาคุณค่าทางโภชนาการ	ต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมที่มีราคาแพง
การใช้พลังงานฟรีทั้งระบบไฟฟ้าและความร้อน ได้อย่างต่อเนื่องทั้งวัน (พลังงานแสงอาทิตย์)	ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์อย่างเดียว เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์หรือมีน้อยไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง	การใช้พลังงาน (ไฟฟ้า+แก๊ส)
การบำรุงรักษาง่าย/ค่าใช้จ่ายต่ำ	การบำรุงรักษายาก/ค่าใช้จ่ายต่ำ	การบำรุงรักษายาก/ค่าใช้จ่ายสูง
ติดตั้งง่ายและเคลื่อนย้ายได้สะดวก	ติดตั้งยาก/จุดเดียว	ติดตั้งยาก/จุดเดียว
ความปลอดภัยสูง	ความปลอดภัยต่ำ(เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ควบคุม)	ความปลอดภัยต่ำ(ใช้ไฟฟ้า และแก๊สอาจเกิดการระเบิด)
ค่าใช้จ่ายในอนาคตน้อย (ค่าซ้อมแซม)	ค่าใช้จ่ายในอนาคตน้อย (ค่าซ้อมแซม)	ค่าใช้จ่ายในอนาคตมาก (ค่าไฟฟ้าหรือแก๊ส และค่าซ้อมแซม)

ในส่วนของกระบานการรองผู้จัดทำศึกษาระบบการทำงานของเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว โดยใช้วัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น และของเหลือใช้มาประกอบเป็นเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว สำหรับการเกษตรอุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไปแต่ราคาถูก ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพการทำงานเทียบเท่าหรือดีกว่า และได้ประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานสำหรับการทำงานของปั๊ม เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานสำหรับการผลิต โดยใช้ DC ขนาด 24 V. 1/3 แรงม้า ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาการกรองแบบแรงดันมาประยุกต์ใช้งาน โดยการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของลักษณะการกรองทั่วไป ซึ่งได้แสดงรายละเอียดต่อไป [13]

1. การกรองแบบแรงด้น Filter Press

การกรองด้วยวิธีบีบอัด เพื่อแยกน้ำมันออกจากกกาก สามารถกรองได้อย่างรวดเร็ว แต่การบีบอัดจะทำให้ได้น้ำมันที่มีกากของรำข้าวติดออกมาด้วย ทำให้นำมันไม่บริสุทธิ์ ซึ่งมีลำดับการทำงาน

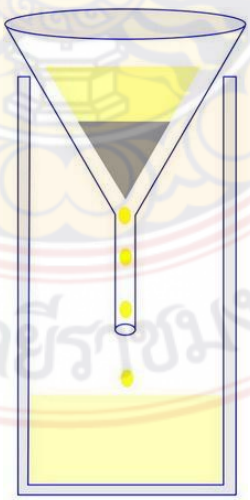
ดังนี้คือ ปั๊มจะสูบน้ำมันที่บีบคั้นแล้วเข้าสู่แผ่นกรอง และไหลออกในช่องทางออก เมื่อใช้งานในระยะเวลาที่นานจะสามารถถอดแผ่นกรองออกเพื่อทำความสะอาดและนำกลับมาใช้ใหม่ได้



ภาพที่ 2.3 วิธีการกรองด้วยแรงดัน

2. การกรองด้วยกระดาษกรอง Filter Paper

การกรองด้วยกระดาษกรองคือการปล่อยให้น้ำมันไหลตามแรงโน้มถ่วง ผ่านกระดาษกรอง แม้ว่าจะกรองได้ช้า แต่เป็นวิธีที่ทำให้ได้น้ำมันที่ใส สะอาด บริสุทธิ์ ไม่มีกากติดมากับน้ำมัน ได้น้ำมันที่มีคุณภาพสูงที่สุด



ภาพที่ 2.4 การกรองด้วยแรงโน้มถ่วง ผ่านกระดาษกรอง

ประเภทและคุณภาพของกระดาษกรอง ที่นำมาใช้ในการกรอง มีหลายระดับความถี่ ที่มีหน่วยเป็น ไมครอนตามประเภทของการใช้ เช่น

- ความถี่ 17 ไมครอน: ใช้กรองกำจัดความขุ่นมาก มีความหนืดสูง สำหรับน้ำมันพืช สีทาบ้าน
- ความถี่ 10 ไมครอน: ใช้กรองที่ความใสระดับหนึ่ง ความหนืดปานกลาง สำหรับกรอง ไวน์ สุรา น้ำเชื่อม น้ำมัน ยา สารเคมี
- ความถี่ 1.2 ไมครอน: ใช้กรองความใส และการกำจัดยิสต์ สำหรับ ไวน์ สุราผลไม้ สุรากลั่น น้ำผลไม้ เครื่องสำอาง ยา
- ความถี่ 0.3 ไมครอน: ใช้กรองกำจัดเชื้อ (Sterilizing) สำหรับไวน์ชนิดไม่หวาน แชมเปญ เครื่องสำอาง ยาที่ต้องการความบริสุทธิ์สูง
- ความถี่ 0.2 ไมครอน: ใช้กรองสิ่งที่ต้องการความบริสุทธิ์สูงสุด กำจัดแบคทีเรีย สำหรับยา ไวน์หวาน แชมเปญ

3. การกรองด้วยแรงดู Vaccum Filter

เป็นการกรองด้วยกระดาษกรอง และแรงดูด เพื่อทำให้ เร็วขึ้น โดยใช้แรงดูดของอากาศช่วยทำให้การกรองได้รวดเร็วขึ้น โดยยังได้น้ำมันที่สะอาดเท่ากับการกรองด้วยกระดาษกรอง

4. การกรองแบบแรงเหวี่ยง Centrifugal Filter

การกรองแบบการหมุนเหวี่ยง เพื่อแยกน้ำออกจากกาก เป็นวิธีการอีกแบบหนึ่งที่ใช้ในการกรอง

เพื่อความ รวดเร็ว แต่ไม่ค่อยนิยมในระดับอุตสาหกรรม เพราะไม่สามารถแยกน้ำมันออกจากกากได้หมด

การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวที่จัดทำขึ้นกับเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวที่มีอยู่ทั่วไป

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวราคาใกล้เคียงกัน

เครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวที่จัดทำขึ้น	เครื่องกรองน้ำมันรำข้าวแบบทั่วไป	
เครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวแบบแรงดัน	เครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวด้วยกระดากรอง	เครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวการกรองแบบแรงเหวี่ยง
การกรองด้วยวิธีบีบอัด เพื่อแยกน้ำมันออกจากกกาก	การกรองด้วยกระดาษกรองคือการปล่อยให้น้ำมันไหลตามแรงโน้มถ่วง	ต้องใช้แรงเหวี่ยงในการแยกน้ำมันมะพร้าว
ใช้พลังงานเล็กน้อย	ไม่มีการใช้พลังงาน (ใช้แรงโน้มถ่วงของโลก)	ใช้พลังงานมาก
การกรองได้ปริมาณน้ำมันมากที่มากและใช้เวลาน้อย	การกรองได้ปริมาณน้ำมันที่น้อยและ ใช้เวลามาก	การกรองได้ปริมาณน้ำมันที่มากและใช้เวลาน้อย
การบำรุงรักษาง่าย/ค่าใช้จ่ายต่ำ ไม่ต้องเปลี่ยนแผ่นกรอง	การบำรุงรักษาไม่มี/ค่าใช้จ่ายต่ำสูง เนื่องจากต้องเปลี่ยนกระดาษกรองปล่อย	การบำรุงรักษายาก/ค่าใช้จ่ายสูง
ติดตั้งง่ายและเคลื่อนย้ายได้สะดวก	ติดตั้งง่าย/จุดเดียว	ติดตั้งยากมีขนาดใหญ่/ไม่สามารถแยกน้ำออกได้
ความปลอดภัยสูง	ความปลอดภัยสูง	ความปลอดภัยต่ำ(ใช้ไฟฟ้ามาก)
ค่าใช้จ่ายในอนาคตน้อย (ค่าซ้อมแซม)	ค่าใช้จ่ายในอนาคตมาก (ค่าต้องเปลี่ยนแผ่นกรอง)	ค่าใช้จ่ายในอนาคตมาก (ค่าไฟฟ้า และค่าซ้อมแซม)
สามารถถอดแผ่นกรองออกมาทำความสะอาดได้	ต้องเปลี่ยนแผ่นกรองเนื่องจากทำจากกระดาษ	ไม่มีตัวกรอง ทำให้มีกากและน้ำเจือปนมากับน้ำมันมะพร้าว

สามารถถอดแผ่นกรองออกมาทำความสะอาดได้ ต้องเปลี่ยนแผ่นกรองเนื่องจากทำจากกระดาษ ไม่มีตัวกรอง ทำให้มีกากและน้ำเจือปนมากับน้ำมันมะพร้าว

ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมคือการใช้การกรองแบบแรงดัน เนื่องจากง่ายต่อการใช้งานและประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาน้อย ประกอบกับการที่นำกากมะพร้าวและเศษมะพร้าวมาอบแห้งแล้ว จึงไม่มีปริมาณที่ ปะปนมา จะไม่มีปัญหาเรื่อกลิ่น และได้น้ำมันมะพร้าวแบบสกัดเย็นที่สะอาด

2.4 ความหมายของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oils : VCO) หรือเรียกอีกอย่างว่า “น้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง” (cold-pressed coconut oil) คือ น้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวสดโดยวิธีทางกลหรือวิธีทางธรรมชาติ โดยใช้หรือไม่ใช้ความร้อน อุณหภูมิที่ใช้ควรต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส (ลลิตา อัตนโถ, 2548)เพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณความชื้นต่ำ น้ำมันมะพร้าวที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปบริโภคนั้นต้องมีสีใส ประกอบด้วยวิตามินอีธรรมชาติ ไม่เกิดการออกซิเดชันภายใต้สภาวะบรรยากาศ ไม่มีตะกอน มีกลิ่นหอมของมะพร้าว ไม่มีกลิ่นเหม็นหืนและเหม็นเปรี้ยว สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่

เสื่อมสภาพ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความแตกต่างจากน้ำมันมะพร้าวที่วางจำหน่ายในท้องตลาดที่เรียกว่า copra-derived oil ซึ่งผลิตโดยใช้สารเคมีและความร้อนสูงในการทำให้บริสุทธิ์ (chemical refining) ผ่านการฟอกสี (bleaching) และ 3 การกำจัดกลิ่น (de-odorsing) ก่อนนำไปบริโภค บางครั้งอาจกล่าวได้ว่าเป็นน้ำมันมะพร้าวธรรมชาติ (coconutoil) แต่ความจริงแล้วเป็นน้ำมันมะพร้าว RBD ที่ย่อมาจาก Refined, Bleached, De-odorised coconut oil โดยน้ำมันมะพร้าวชนิดนี้จะมีสีเหลือง ไม่มีกลิ่น (แต่เมื่อทิ้งไว้นานๆ จะมีกลิ่นเหม็นหืน) ไม่มีรสชาติ และวิตามินอีธรรมชาติ เนื่องจากวิตามินอีได้ถูกกำจัดออกไประหว่างกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงและใช้สารเคมี (Bawalan,DD., and Chapman, KR., 2006)

2.5 ประเภทของน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าว สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำมันมะพร้าว RBD และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์หรือน้ำมันมะพร้าวบีบเย็น (กันทิมา สิทธิธัญกิจ และ วิมลนารถ ประดับเวทย์, 2548) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.1 น้ำมันมะพร้าว RBD เป็นน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวห้าวโดยการบีบหรือใช้ตัวทำละลายแล้วนำมาผ่านความร้อนสูงและกระบวนการทางเคมีคือ การทำให้บริสุทธิ์ (refining) การฟอกสี (bleaching) และการกำจัดกลิ่น (deodorization) ซึ่งน้ำมันมะพร้าวภายหลังการสกัดและเหมาะสำหรับนำมาบริโภคนั้นจะมีสีเหลืองอ่อน ไม่มีกลิ่นและรสชาติ ปราศจากวิตามินอี มีปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกิน 0.1 % ปัจจุบันไม่ค่อยมีน้ำมันมะพร้าวชนิดนี้จำหน่าย เนื่องจากโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าวประเภทนี้ส่วนใหญ่เลิกดำเนินการไปแล้ว

2.5.2 น้ำมันมะพร้าวบีบเย็น (cold-pressed coconut oil) เป็นน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจากเนื้อมะพร้าวัสดุผ่านกระบวนการบีบ แต่ไม่ผ่านความร้อนสูง เป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สุด สีใสเหมือนน้ำ มีวิตามินอีและไม่ผ่านกระบวนการเติมออกซิเจน (oxidation) มีค่าเปอร์ออกไซด์และกรดไขมันอิสระต่ำ มีกลิ่นมะพร้าวอ่อนๆ ถึงแรง(ขึ้นอยู่กับกระบวนการการผลิต) มีความชื้นไม่เกิน 0.1 % โดยเรียกน้ำมันมะพร้าวชนิดนี้อีกอย่างว่า “น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์” (virgin coconut oil) ซึ่งเป็นน้ำมันที่ผลิตโดยอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือในครัวเรือน ทั้งนี้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดจากเนื้อมะพร้าวสดจะมีปริมาณส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactivecomponents) มากกว่าน้ำมันมะพร้าว RBD ที่สกัดโดยใช้การสกัดแบบแห้ง หรือ dry process (Ghazali, HM.,et al., 2009)

2.5.3 การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากเนื้อมะพร้าวสด สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

2.5.3.1 การสกัดแบบแห้ง (dry process) เป็นการสกัดโดยใช้เนื้อมะพร้าวสดที่นำไปทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนไม่สูงมากประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส นาน 30-45 นาที จากนั้นนำไปบีบเพื่อให้

น้ำมันออกมาโดยใช้เครื่องบีบอัดแบบเย็น (cold press) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือ เครื่องอัดแบบไฮโดรลิก (hydraulic press) และเครื่องอัดแบบเกลียวอัด (screw press)

2.5.3.2 การสกัดแบบเปียก (wet process) วิธีนี้น้ำมันมะพร้าวจะถูกสกัดจากเนื้อมะพร้าวสด โดยน้ำกะทิจะถูกบีบออกจากเนื้อมะพร้าว จากนั้นจึงนำไปแยกเอาน้ำมันออกจากน้ำกะทิ วิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ออกจากน้ำกะทิสามารถทำได้หลายวิธี คือ วิธีการเคี่ยว (boiling) วิธีการหมัก (fermentation) การแช่เย็น(refrigeration) การใช้เอนไซม์ (enzymes) และการใช้เครื่องเหวี่ยง (centrifuge)

2.5.4 การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

การผลิตน้ำมันมะพร้าวในอุตสาหกรรมทั่วไป จะเริ่มจากการนำเนื้อมะพร้าวออกจากผลมะพร้าวโดยนำมาตากแห้งหรืออบแห้ง จากนั้นจึงบดย่อยเนื้อมะพร้าวแห้งให้เป็นชิ้นเล็กๆ และทำการบีบน้ำมันมะพร้าวออกด้วยเครื่องบีบแบบเกลียวอัด น้ำมันที่ได้มักมีเศษมะพร้าวแห้งปนมาด้วย จึงต้องนำไปกรองเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวดิบสีน้ำตาลใสปราศจากเศษมะพร้าวแห้ง โดยกากของเนื้อมะพร้าวจะถูกส่งขายเป็นอาหารสัตว์ และน้ำมันมะพร้าวดิบสีน้ำตาลใสนั้นจะนำไปเข้าสู่กระบวนการกลั่นให้บริสุทธิ์โดยวิธีทางเคมี (โดยใช้ด่าง เช่นโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าว จากนั้นล้างสบู่และด่างส่วนเกินออกด้วยน้ำจนมีสภาพเป็นกลาง วิธีนี้อาจทำให้สูญเสียน้ำมันมะพร้าวสูง) หรือกระบวนการกลั่นให้บริสุทธิ์โดยวิธีทางกายภาพ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทำโดยการนำน้ำมันมะพร้าวดิบที่ได้จากการสกัดมากำจัดยางเหนียวด้วยกรดฟอสฟอริกและฟอกสีด้วยผงฟอกสี จากนั้นนำน้ำมันเข้าสู่กระบวนการกลั่นที่อุณหภูมิสูงและความดันต่ำกว่าบรรยากาศเพื่อแยกกรดไขมัน กลิ่นและสีออก จากนั้นนำมากรองอีกครั้งจึงได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เพื่อรอจำหน่ายต่อไป ซึ่งรายละเอียดของกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ลลิตา อัตนโถ, 2548) มีดังนี้คือ

2.5.4.1 วัตถุดิบ จะใช้มะพร้าวที่มีอายุ 12-13 เดือน ซึ่งเป็นมะพร้าวที่โตเต็มที่ (fully mature nut) และต้องไม่มีเซลล์เบียน (haustorium) เนื่องจากจะทำให้ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวลดลง โดยจำนวนมะพร้าวที่ใช้ผลิตเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าว 1 ลิตร คือ 10-15 ลูก หรือเนื้อมะพร้าวขูดที่อบแห้งแล้ว 1 กิโลกรัม เมื่อผ่านการบีบเย็นแล้วจะให้ผลผลิตของน้ำมันมะพร้าว 0.17 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของการผลิตและกระบวนการที่ใช้การผลิตระดับจุลภาค (micro-scale enterprise) หรือระดับครัวเรือนจะมีกำลังการผลิตน้อยกว่า 1,000 ลูกต่อวันขณะที่การผลิตระดับหมู่บ้าน (village-scale enterprise) มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 1,000-5,000 ลูกต่อวัน (Bawalan,DD., and Chapman, KR., 2006)

2.5.4.2 การเตรียมวัตถุดิบ ควรเลือกใช้น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกใหม่ๆ และระมัดระวังไม่ให้ผลมะพร้าวปริแตกระหว่างการขนส่งเนื่องจากลูกมะพร้าวจะเกิดการเน่าเสีย (spoilage) จากการทำงานของเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ ทำให้น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้มีกลิ่นและรสที่ไม่ดี โดยทั่วไปเนื้อมะพร้าวขูดจะมีความชื้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ควรนำเนื้อมะพร้าวนั้นเข้าอบแห้งภายใน 4 ชั่วโมง และไม่ควรทิ้งไว้ข้ามคืน

2.5.4.3 กระบวนการในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวมีหลายกรรมวิธีด้วยกัน เช่น วิธีการสกัดแบบดั้งเดิมในระดับครัวเรือน วิธีการสกัดโดยใช้เครื่องอัดแบบไฮโดร

ลิก วิธีการสกัดโดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียวอัด วิธีการสกัดโดยใช้เครื่องเหวี่ยงและวิธีการหมัก (ลลิตา อัตนโถ , 2548) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- Traditinal hand pressed method เป็นกรรมวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวในระดับครัวเรือนแบบดั้งเดิม การผลิตเริ่มต้นจากการบีบน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวขูดที่เก็บรักษาไว้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ซึ่ง 5 องค์ประกอบในน้ำกะทิประกอบด้วยน้ำมัน น้ำ โปรตีนและอื่นๆ น้ำกะทิจะถูกหมักเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันมะพร้าวแยกออกจากชั้นน้ำ จากนั้นให้ความร้อนแก่น้ำมันมะพร้าวเพื่อไล่ความชื้นและทำการกรองข้อเสียของวิธีการนี้คือ เป็นการผลิตในระดับกำลังการผลิตขนาดเล็ก ทำให้การควบคุมคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวให้สม่ำเสมอนั้นเป็นไปได้ยาก

- Centrifuge process เป็นการผลิตโดยใช้เครื่องเหวี่ยง การผลิตน้ำมันมะพร้าววิธีนี้จะได้น้ำมันมะพร้าวที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีTraditinal hand pressed method เนื่องจากไม่มีการให้ความร้อนแก่น้ำมันในขั้นตอนของการผลิต การผลิตเริ่มต้นจากการนำน้ำกะทิมาเหวี่ยงเพื่อแยกของแข็งและน้ำออกจากชั้นน้ำมันจนได้ชั้นของน้ำมันอยู่ด้านบน ข้อเสียของวิธีนี้คือ มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง เนื่องจากต้องใช้เครื่องเหวี่ยงซึ่งมีราคาแพง ทั้งนี้การสกัดโดยใช้เครื่องเหวี่ยงมักจะใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในระดับโรงงาน ซึ่งข้อดีของการสกัดโดยใช้เครื่องเหวี่ยงคือน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้จะมีคุณภาพดี ผ่านความร้อนและมีความชื้นน้อย(คมสัน หุตะแพทย์, 2548) จากการศึกษาของ Nour, AH., et al. (2009) โดยใช้เครื่องเหวี่ยงในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ความเร็วในการเหวี่ยงหมุน 6,000-12,000 รอบต่อนาที และใช้เวลา 30-105 นาที นั้นพบว่าความเร็วและเวลาที่ใช้ในการเหวี่ยงมีผลต่อปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้กล่าวคือเมื่อความเร็วในการเหวี่ยงเพิ่มขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เพิ่ม โดยความหนืดของน้ำมันมะพร้าวและน้ำจะมีความไวต่ออุณหภูมิ ซึ่งแรงเหวี่ยงจะทำให้เกิดความร้อนจากการเหวี่ยงหมุน เมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ความหนืดของน้ำมันมะพร้าวจะลดลง ส่วนการเพิ่มอัตราเร่งในการเหวี่ยงหมุนจะทำให้อัตราเร็วในการแยกน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น ผลที่ได้คือ ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่เพิ่มขึ้น และยังพบว่าผลผลิต (yield) ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สูงสุดอยู่ที่ 29.5 % โดยใช้ความเร็วและเวลาในการเหวี่ยงหมุน 1,200 รอบต่อนาทีและ 105 นาทีตามลำดับ

- Direct micro expeller (DME)- fresh dry process เป็นการผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยใช้เครื่องบีบแบบสกรู (screw type press) โดยเนื้อมะพร้าวที่ใช้ได้ผ่านการขูดและอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมงหลังจากกะเทาะเปลือกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรีย การผลิตวิธีนี้สามารถใช้ความดันต่ำร่วมด้วย หรือเรียกว่า low pressure oil extraction โดยเนื้อมะพร้าวที่ใช้จะมีความชื้นประมาณ 10-12 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำมันมะพร้าวที่บีบได้มีองค์ประกอบของน้ำที่มาจากความชื้นของเนื้อมะพร้าวประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้ เมื่อวางทิ้งไว้ให้น้ำมันและน้ำแยกชั้นแล้วอาจใช้ความร้อนเพื่อกำจัดปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ ระยะเวลาที่ใช้ต่อการดำเนินงาน 1 ครั้ง ประมาณ 1.5 ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพในการสกัด (extraction efficiency : OEE) มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์

- การสกัดด้วยเครื่องไฮโดรลิก วิธีการสกัดโดยใช้เครื่องอัดแบบไฮโดรลิกและวิธีการสกัดโดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียวอัดนั้นมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตเชิงธุรกิจ เนื่องจากต้องลงทุนเกี่ยวกับเครื่องมือที่มีราคาค่อนข้างแพง โดยขั้นตอนในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีดังนี้คือ นำเนื้อมะพร้าวที่อบแห้งสดไปอบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30-45 นาที นำเนื้อมะพร้าวที่อบแห้งมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปบีบด้วยเครื่องบีบแบบไฮโดรลิก จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ออกมา จากนั้นนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ไปกรองด้วยผ้ากรองตาถี่หลายชั้น แล้วใส่ในภาชนะที่มีฝาปิด ตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ให้ตกตะกอนและนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เฉพาะน้ำมันใสๆ มากรองอีกครั้งหนึ่ง จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบบีบเย็น (coldpressed)จากนั้นนำไปบรรจุลงในขวดที่มีฝาปิด (คมสัน หุตะแพทย์, 2548)

- การสกัดด้วยวิธีการหมัก เป็นวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ง่าย สะดวกและลงทุนต่ำการหมักเป็นวิธีการดั้งเดิมของชาวฟิลิปปินส์ อินเดีย และชาวเกาะแปซิฟิก ทำโดยการคั้นน้ำกะทิจากผลมะพร้าวแก่ที่เก็บมาจากต้นภายใน 24 ชั่วโมง วิธีการหมักมีข้อเสียเกี่ยวกับความชื้นในน้ำมันมะพร้าว ถ้านำน้ำมันมะพร้าวไปไล่ความชื้นออกโดยผ่านการให้ความร้อนก็สามารถไล่ความชื้นออกไปได้และได้น้ำมันที่มีคุณภาพดี

การสกัดด้วยวิธีการหมัก มีขั้นตอนดังนี้คือ นำเนื้อมะพร้าวขูดใส่ในกะละมัง เติมน้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสลงไป โดยใช้อัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวขูดต่อน้ำอุ่นเท่ากับ 1 ต่อ 1 ส่วน จากนั้นคั้นน้ำกะทิในกะละมังแล้วใช้ผ้าขาวบาง หรือ ตะแกรงลวดกรองเอากากมะพร้าวทิ้งไป โดยกากมะพร้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น ทำปุ๋ย หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น นำน้ำกะทิที่คั้นได้ไปหมักในสภาวะไร้อากาศ โดยใส่ในขวดโหลหรือภาชนะอื่นๆ ที่มีทรงสูง โดยให้ขอบบนของน้ำกะทิห่างจากปากขวดประมาณ 2 นิ้ว ปิดปากขวดโหลด้วยผ้าพลาสติก ใช้หนังยางรัดให้แน่น แล้วตั้งทิ้งไว้ 36-48 ชั่วโมง เอนไซม์ที่มีอยู่ในมะพร้าวตามธรรมชาติจะทำให้โปรตีนแยกตัวออกจากน้ำมันหลังจากตั้งทิ้งไว้ 36-48 ชั่วโมงโดยน้ำกะทิจะแยกออกเป็น 3 ส่วนคือน้ำมันมะพร้าวจะลอยตัวอยู่ด้านบน ซึ่งอาจพบกากกะทิปนอยู่ด้วย ส่วนที่อยู่ตรงกลางระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำจะเป็นกากกะทิ และส่วนล่างซึ่งมีปริมาณมากที่สุดก็คือ น้ำ ขั้นตอนสุดท้ายนำน้ำมันมะพร้าวที่ลอยอยู่ด้านบนแยกออกจากน้ำ โดยใช้สายยางหรือกระบวยตักน้ำ แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน เพื่อให้ตกตะกอน ทำการกรองเอาแต่น้ำมันใสๆ มาบรรจุลงในภาชนะทึบแสงหรือขวดที่มีฝาปิด ซึ่งสามารถเก็บน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้นานเป็นปีโดยไม่เสื่อมคุณภาพ การสกัดน้ำมันมะพร้าววิธีนี้จะได้น้ำมันออกมาประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อมะพร้าวที่นำมาสกัด (คมสัน หุตะแพทย์, 2548) การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของประเทศในทวีปอเมริกาเหนือโดยบริษัท Nutiva ได้สรุปเทคนิคสำคัญที่ใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ไว้ 5 เทคนิคดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เทคนิคสำคัญที่ใช้สกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เพื่อการค้าของบริษัท Nutiva

วิธีการ สี	สีเมื่อมีการแข็งตัว	รสชาติและกลิ่น	อุณหภูมิที่ใช้	ข้อคิดเห็น
Dry Refined, bleached and deodorized (RBD)	ขาว/เหลือง	ไม่มีกลิ่น /ไม่มีรสชาติ	> 104˚C	ผลิตจากเนื้อมะพร้าวแห้งที่ผ่านการตากแดดนานหลายสัปดาห์หรือหลายเดือนจากนั้นนำมาทำให้บริสุทธิ์ (refined) ฟอกสี (bleached) และกำ จัดกลิ่น (deodorized)
Dry Expeller pressed Extra-virgin coconut oil	ขาว	รสชาตินุ่ม มีรสหวานอ่อนๆ ของมะพร้าว/มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	< 76˚C	ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนานหลายชั่วโมง จากนั้นนำมาบีบเย็น
Wet Centrifuged (Cold) Extra-virgin coconut oil	ขาว	รสชาติของมะพร้าวแท้/มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	< 45˚C	ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดโดยการทำให้เป็นน้ำกะทิก่อนจากนั้นนำมาเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์
Wet Centrifuged (Hot) Extra-virgin coconut oil	ขาว	รสชาติของมะพร้าวแท้/มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	60˚C	ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดโดยการทำให้เป็นน้ำกะทิก่อนจากนั้นนำมาเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์
Wet Village scale Fermented extra-virgin coconut oil	ขาว	มีรสเปรี้ยวของมะพร้าว/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ถึงหอมมาก	หมักที่อุณหภูมิห้อง/อาจมีการใช้ความร้อนร่วมด้วย	ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดโดยการทำให้เป็นน้ำกะทิก่อนแล้วนำไปหมักนาน 10-24 ชั่วโมงเพื่อให้น้ำและน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แยกชั้นกัน

ที่มา ; Nutiva (2010)

2.6. คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทางเคมีและกายภาพ

2.6.1 คุณสมบัติทางเคมี

Marina, AM., Che Man, YB. and Nazimah, SAH. (2009)ได้ศึกษาตลาดของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซียเกี่ยวกับลักษณะทางเคมีและองค์ประกอบของกรด

ไขมันในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ พบว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แต่ละตัวอย่างมีปริมาณกรดลอริก (lauric acid content) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยที่น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ส่วนใหญ่มีปริมาณกรดลอริก 46.64-48.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไอโอดีน (iodine value : I.V) อยู่ในช่วง 4.47-8.55 ซึ่งหมายถึง จำนวนกรัมของไอโอดีนที่เข้าไปทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมัน 100 กรัม ค่า I.V เป็นตัวชี้บ่งว่าไขมันหรือน้ำมันนั้นว่ามีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลมากน้อยเพียงใด ถ้าค่า I.V สูง แสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบมากและสามารถเกิดการหืนได้ง่ายจากการเข้าทำปฏิกิริยาของออกซิเจน จะเห็นได้ว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีค่าต่ำ จึงทำให้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวต่ำ แต่ทั้งนี้ค่า I.V ก็ไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุดในการประเมินความเสถียรของปฏิกิริยาออกซิเดชัน(Henna Lu, FS. and Tan, PP., 2009) sponification value (S.V) ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีค่าเท่ากับ 250.07-260.67 mg KOH ซึ่งหมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม S.V เป็นค่าเฉพาะที่เป็นตัวบ่งสมบัติเฉพาะของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดเนื่องจากสามารถบ่งชี้ถึงขนาดโมเลกุลหรือน้ำหนักโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมัน น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีค่า S.V สูง แสดงว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value : P.V) ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีค่าต่ำ คือ 0.21-0.57 mequiv oxygen/kg ซึ่งค่า P.V หมายถึง จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.002 นอร์มอล ที่ใช้ในการไตเตรตไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม หรือหมายถึง จำนวนมิลลิลิตรสมบูรณ์ของเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนที่มีในไขมันหรือน้ำมัน 1 กิโลกรัม น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีค่า P.V. ต่ำ แสดงว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความเสถียรต่อการเข้าทำปฏิกิริยาของออกซิเจน(oxidation stability) ในอากาศได้มาก จึงทำให้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เกิดการหืน (oxidative rancidity) ได้น้อยoxidative rancidity เป็นการหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทางธรรมชาติ(auto-oxidation) ที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็น peroxide linkage ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เองอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีปริมาณของกรดไขมันอิสระต่ำคือ อยู่ในช่วง 0.15-0.25 แสดงว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีชนิดหนึ่ง

2.6.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ทดสอบจากการประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation)มีดังนี้กล่าวคือ สีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ควรมีใสเหมือนน้ำ การเกิดสีของน้ำมันมะพร้าวอาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนในน้ำมันระหว่างกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (microbial contaminant)ในเนื้อมะพร้าวก่อนขั้นตอนการสกัด (Bawalan, DD., and Chapman, KR., 2006) ถ้ามีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์จะทำให้สีของน้ำมันเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือชมพูหรือแดงส้ม ทั้งนี้กลิ่นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์คุณภาพดี ควรมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ของมะพร้าว ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ในการสกัด รสชาติของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ต้องไม่ระคายเคืองในลำคอเมื่อรับประทานเข้าไป คุณสมบัติ

ทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ รวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับน้ำมันชนิดต่างๆแสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าว RBD ตามมาตรฐาน Codex และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ตามมาตรฐาน APCC

คุณสมบัติ	มาตรฐานของ Codex[a]	มาตรฐานของ APCC[b]
Unsaturated fatty acid		
Stearic acid หรือ C18:0	2.0-4.0	2.0-4.0
Oleic acid หรือ C18:1	5.0-10.0	5.0-10.0
Linoleic acid หรือ C18:2	1.0-2.5	1.0-2.5
Linolenic acid หรือ C18:3-C24:1	ND-0.7	< 0.5
ลักษณะด้านคุณภาพ (Quality characteristics)	ไม่มีสี หรือ สีเหลืองอ่อน	สีเหมือนน้ำและสะอาด
สี (Colour)	สูงสุด 0.2 % (กรดลอริก)	≤ 0.5 %
กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid)	≤ 3 meq peroxide oxygen /kg_{oil}	≤ 3 meq peroxide oxygen /kg_{oil}
ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	< 10 cfu	< 10 cfu
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)	< 1 cfu	
E.coli	< 1 cfu	
Salmonella spp.	< 10 cfu	
ยีสต์	ปราศจากกลิ่นหืนและรสชาติ	ปราศจากกลิ่นและรสชาติ
กลิ่นและรสชาติ (Odour and taste)		
สิ่งปนเปื้อน (Contaminants)	0.2 %	0.2 %
สารระเหยง่าย (Matter volatile at 105˚C)	5.0 mg/kg	5.0 mg/kg
เหล็ก (Iron:Fe)	0.4 mg/kg	0.4 mg/kg
ทองแดง (Cu)	0.1 mg/kg	0.1 mg/kg
ตะกั่ว (Lead)	0.1 mg/kg	0.1 mg/kg
สารหนู (Arsenic)		

ที่มา : [a] Codex alimentarius commission (2001) ; Bawalan, DD. ,and Chapman, KR. (2006) ; Marina, AM.,Che Man, YB. and Amin, I. (2009)

[b] Asian and Pacific Coconut Community (2010)

2.7 องค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

โดยทั่วไปพืชที่สกัดและให้น้ำมัน(plant seed oil) จะมีส่วนประกอบหลักคือ ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride: TGs) และส่วนประกอบรองคือโมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride : MGs) ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride : DGs) สเตอรอล (sterols) และกรดไขมันอิสระ (free fatty acid: FFA) เมื่อเปรียบเทียบส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันมะพร้าว RBD (ตารางที่ 4) จะพบว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีโมโนกลีเซอไรด์ สเตอรอล และกรดไขมันอิสระสูงกว่าน้ำมันมะพร้าว RBD เนื่องจากน้ำมันมะพร้าว RBD ต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์โดยการใช้สารเคมีภายใต้สภาวะด่าง (alkaline refining) ส่วนน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์นั้นไม่มีสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องในการผลิต (Dayrit, FM., et al., 2008)

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันมะพร้าว RBD

ส่วนประกอบ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ น้ำมันมะพร้าว RBD

ส่วนประกอบ	น้ำมันมะพร้าว บริสุทธิ์	น้ำมันมะพร้าว RBD
monoglyceride (1-MGs)	0.027 %	0.019 %
diglyceride	1.549 %	4.095 %
sterols	0.096 %	0.032 %
free fatty acid	0.127 %	0.015 %

ที่มา : Dayrit, FM., et al. (2008)

Marina, AM., Che Man, YB. and Nazimah, SAH. (2009) กล่าวว่า องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากถิ่นกำเนิดทางภูมิศาสตร์ (geographical origin) วิธีการผลิตและระยะเวลาในการเก็บ (duration of storage) รวมทั้งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity)ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิต โดยความร้อนจะทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ลดลง

จากการทดลองของ Nevin, KG. and Rajamohan, T. (2006) โดยการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากเนื้อมะพร้าวสดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดได้มาทดสอบประสิทธิภาพที่มีต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเอนไซม์ (activity of antioxidant enzyme) และระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (lipid peroxidation level) ในหนูทดลองเพศผู้แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าว RBD และน้ำมันถั่ว (groundnut oil) ผลการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าน้ำมันมะพร้าว RBD และน้ำมันถั่ว เนื่องจากมีวิตามินอีและเอรวมทั้งสารพอลิฟีนอลที่สูงกว่าโดยน้ำ มันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติในการลดคอเลสเตอรอล(hypocholesterolemic effect) จากการทำงานของสารที่ไม่สามารถทำให้เกิดฟองได้ (unsaponifiable component)บางตัว ได้แก่ วิตามิน พอลิฟีนอล (polyphenols) และสเตอรอล (sterol) จึงส่งผลทำให้ระดับของไขมันและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันชนิดไม่อิ่มตัวลดลง โดยทั่วไปสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (nutritional antioxidant) ได้แก่ วิตามินอีและซี เบต้าแคโรทีนอยด์ (β-carotenoid) ซีลีเนียม(selenium) ทองแดง (copper) และสังกะสี (zinc) ส่วนเอนไซม์ที่ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidative enzyme) ได้แก่superoxide dismutase (SOD) catalase (CAT) glutathione peroxidase (GSH-Px) และ glutathione reductase(GSH-Red) ซึ่งจะทำหน้าที่ปกป้องเนื้อเยื่อจากการบาดเจ็บโดยการเปลี่ยนเป็น oxygen free radical เช่นsuperoxide anion (O^{-}_{2}) hydroxyl radical (OH^{-}) และ hydrogen peroxide (H_2O_2) ซึ่งเชื่อกันว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีสารออกฤทธิ์ที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระได้คือ วิตามินอีและสารพอลิฟีนอล สารพอลิฟีนอลของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถยับยั้งการเกิด lipid peroxidation ได้และมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับโรคท่อเลือด

แดงและหลอดเลือดแดงแข็งเรื้อรัง (chronic artherosclerosis) และภาวะโรคหัวใจ (cononary artery disease) โดยผลิตผลตัวแรกที่เกิดจากปฏิกิริยา lipid peroxidation คือ alkoxyl radicals จะเป็นตัวที่ทำให้พันธะคาร์บอน-คาร์บอนเกิดการแตกหลุดออกจากกัน โดยมีโลหะทรานส์ซิชันเป็นตัวช่วย แล้วเกิดเป็น short-chain unesterifiedaldehyde ซึ่งการเกิดออกซิเดชันของ LDL โดยอนุมูลอิสระนี้ถือเป็นกุญแจสำคัญของการเกิดโรคท่อเลือดแดงและหลอดเลือดแดงแข็ง สารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์นี้สามารถป้องกันการแข็งตัวของหลอดเลือดได้โดยไปยับยั้งการเกิด lipid peroxidation นอกจากนี้การทำให้น้ำมันมะพร้าว RBD บริสุทธิ์ (refining) ยังส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิก (phenolic contents) โดยพบว่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันมะพร้าว RBD มีค่าต่ำสุดอาจเนื่องมาจากน้ำมันมะพร้าว RBD ได้ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ในขณะที่น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดโดยใช้วิธีการหมักมีค่ากรดไขมันอิสระสูง ทำให้มีปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น อันเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ย่อยไขมัน (lipolytic enzyme) ส่วนตัวอย่างของน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการให้ความร้อนจะมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงกว่าน้ำมันมะพร้าวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน เนื่องมาจากความร้อนช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน(Marina, AM., Che Man, YB. and Nazimah, SAH., 2009)

2.7.1 กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า90 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวจัดเป็นกรดไขมันที่มีขนาดความยาวปานกลาง (medium-chainfatty acids : MCFA) มีจำนวนคาร์บอน 8-12 อะตอมโดยกรดไขมันอิ่มตัวที่สำคัญได้แก่ กรดคาโปอิก (caproic acid) กรดคาปริลิก (caprylic acid) กรดคาปริก (capric acid) กรดลอริก (lauric acid) และกรดไมริสติก (myristic acid) กรดไขมันที่มีขนาดความยาวปานกลางนี้คิดเป็น 64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัดส่วนของกรดลอริก (lauric acid – C12) มากที่สุด คือ 47-53 เปอร์เซ็นต์ (Bawalan, DD., and Chapman, KR., 2006) เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ให้น้ำมันชนิดอื่นแล้ว พบว่า น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันที่มีขนาดความยาวปานกลางสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้แล้วน้ำมันมะพร้าวยังประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsatuarated fatty acids)ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ (กันทิมา สิทธิธัญกิจ และ วิมลนารถ ประดับเวทย์, 2548) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monosaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีอะตอมของคาร์บอน 1 ตัวไม่มีไฮโดรเจน 2 ตัวมาจับจึงต้องจับคู่กันเองด้วยพันธะคู่ (double bond) จึงเป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่เพียง 1 คู่
- กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ ซึ่งส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจำนวนของคาร์บอนอะตอมมาก จึงทำให้โมเลกุลมีความยาวมาก เช่น กรดลินโนเลอิก (linoleic acid-C18)

2.8 บทบาทของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีต่อร่างกาย

2.8.1 กรดไขมันอิ่มตัว จากความเชื่อที่ว่ากรดไขมันอิ่มตัวเป็นไขมันที่ไม่ดีต่อสุขภาพของเรานั้น ความจริงแล้วกรดไขมันอิ่มตัวมีหลายประเภทและมีบทบาทต่อร่างกายที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่ากรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวมีความแตกต่างจากในสัตว์คือ ในสัตว์มีกรดไขมันอิ่มตัวที่มีขนาดความยาว

มาก (long-chaon fatty acids : LCFA) คิดเป็นปริมาณ 98-100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการบริโภคน้ำมันมะพร้าวจึงไม่ได้เป็นสาเหตุของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดและโรคหัวใจ (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2550) ดังจะเห็นได้จากชาวพื้นเมืองในเกาะมหาสมุทรแปซิฟิกที่บริโภคน้ำมันมะพร้าวเป็นประจำในปริมาณสูง ไม่มีใครเป็นโรคหัวใจแต่อย่างใด ซึ่งการที่น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันที่มีขนาดความยาวปานกลาง ทำให้มีข้อดีดังนี้คือ

- สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ตับได้อย่างรวดเร็วภายใน 1 ชั่วโมง จึงไม่ทำให้เกิดการสะสมไขมันในร่างกาย นอกจากนี้ซึ่งกรดไขมันที่มีขนาดความยาวปานกลางจะสามารถย่อยและสกัดได้ง่ายกว่ากรดไขมันที่มีขนาดความยาวมาก และเมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายไม่จำเป็นต้องมีการไฮโดรลิซิสและใช้เอนไซม์ช่วยย่อย(Tenda, ET., Tulato, MA. and Novarianto, H., 2009)

- เพิ่มเมตาบอลิซึมในร่างกาย โดยจะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของต่อมธัยรอยด์ ส่งผลให้มีอัตราการเผาผลาญไขมันในร่างกายเร็วขึ้น (รวมทั้งไขมันเดิมในร่างกาย) จึงทำให้ร่างกายผอมลงได้ Marina, AM., Che Man, YB. and Amin, I. (2009) รายงานว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอร์ไรด์ และฟอสโฟไลปิดได้ รวมทั้งทำให้ค่า low density lipoprotein (LDL) และ verylow density lipoprotein cholesterol (VLDL) ต่ำและต่ำมาก ตามลำดับ แต่กลับทำให้ค่า high density lipoprotein (HDL) เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากเนื้อมะพร้าวแห้ง (copra oil) ทั้งนี้ Nevin, KG. And Rajamohan, T. (2006)ได้ศึกษาผลของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีต่อคอเลสเตอรอลในอาสาสมัคร 258 คน อายุระหว่าง 18-65 ปี ที่บริโภคน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 15.40 กรัม/คน/วัน โดยพบว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถลด LDL และเพิ่ม HDL นอกจากนี้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังสามารถเพิ่มการต่อต้านอนุมูลอิสระของเอนไซม์ (antioxidant enzyme) และลดปริมาณการเกิดปฏิกิริยาเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (lipid peroxidation content)ได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีปริมาณของสารพอลีฟีนอล (polyphenols) สูง จึงสามารถป้องกันการเกิด lipid peroxidation ได้มากกว่าน้ำมันมะพร้าว RBD (Ghazali, HM., et al., 2009)

2.8.2 กรดลอริก สามารถช่วยสร้างภูมิคุ้มกันและมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคในร่างกายได้ กล่าวคือ เมื่อบริโภคน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เข้าไปในร่างกาย กรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวจะเปลี่ยนเป็นโมโนกลีเซอไรด์ที่เรียกว่า “โมโนลอริน” (monolaurin) ซึ่งเป็นสารตัวเดียวกับน้ำนมของมารดาที่ใช้เลี้ยงทารกในระยะ 6 เดือนแรก ซึ่งร่างกายยังไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันได้ นอกจากนี้โมโนลอรินยังทำหน้าที่เป็นสารปฏิชีวนะ (antibiotic) และเป็นสารฆ่าไวรัส (antivirus) ได้ด้วย โดยโมโนลอรินจะเข้าไปทำลายเฉพาะเชื้อโรคที่มีเกราะหุ้มเซลล์ที่เป็นไขมัน (lipid-coated membrane) เช่น เชื้อไข้หวัดใหญ่ โรคเริม คางทูม โรคซาร์ และโรคเอดส์ โดยเกราะนี้จะถูกละลายโดยน้ำมันมะพร้าวเพื่อให้โมโนลอรินเข้าไปทำลายเชื้อโรค อย่างไรก็ตาม โมโนลอรินก็ไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ทุกชนิด อีกทั้งไม่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ นอกจากกรดลอริกแล้วยังมีกรดคาปริกอีกตัวที่ช่วยเสริมประสิทธิภาพของโมโนลอริน โดยการเปลี่ยนเป็นสารโมโนคาปริน (monocaprin) เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะมีฤทธิ์เช่นเดียวกับโมโนลอริน ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการ

ทำงานของสารทั้ง 2 ตัว ขึ้นอยู่กับปริมาณที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์(กันทิมา สิทธิธัญกิจ และ วิมลนารถ ประดับเวทย์, 2548 : Tenda, ET., Tulato, MA. and Novarianto, H., 2009)

2.8.3 วิตามินอี ในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ

- การต่อต้านอนุมูลอิสระ วิตามินอีทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากมลพิษในสิ่งแวดล้อมอาหาร เครื่องดื่ม การสูบบุหรี่ ความเครียด รังสี ฯลฯ อนุมูลอิสระนี้เองที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้เซลล์มีความผิดปรกติและกลายพันธุ์จนเป็นสาเหตุของโรคสำคัญต่างๆ เช่น โรคหัวใจ มะเร็ง เบาหวาน ภูมิแพ้ เป็นต้น

- สารโทโคไทรอีนอล (tocotrienol) วิตามินอีในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะมีสารโทโคไทรอีนอลที่มี

ประสิทธิภาพสูงกว่าสารโทโคเฟอรอล (tocopherol) ที่มีอยู่ในเครื่องสำอาง 40-60 เท่า จึงทำให้วิตามินสามารถต่อต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.9. การใช้ประโยชน์จากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งแบบรับประทานได้ (edible use) ได้แก่ น้ำมันทอดอาหาร ยาและผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ และแบบรับประทานไม่ได้ (inedible use) ได้แก่ วัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ซักรีดและสบู่อาบน้ำ พลังงาน และเครื่องสำอาง (Bawalan, DD., and Chapman, KR., 2006) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.9.1 แบบรับประทานได้ (edible use)

- น้ำมันทอดอาหาร น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถนำมารับประทานได้ (edible use) โดยการนำมาใช้เป็นน้ำมันทอดอาหารและน้ำมันปรุงอาหาร เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติในการต้านกลิ่นหืน(rancidity resistance) สามารถนำมาใช้แทนไขมันในน้ำนมที่มีราคาแพง โดยไม่ทำให้รสชาติเปลี่ยน (Bawalan, DD., and Chapman, KR., 2006) การทอดเป็นกรรมวิธีหนึ่งในการทำอาหารโดยการสัมผัสของอาหารกับน้ำมันที่ร้อน ขณะทอดน้ำมันปรุงอาหารจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน (heat transfer media) ไปสู่อาหาร การทอดโดยใช้อุณหภูมิสูง (elevated temperature) และคงที่ รวมทั้งสภาวะของการทอดที่มีอากาศและความชื้นนั้นจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา เช่น polymerization, oxidation และ hydrolysis (Henna Lu, FS. and Tan,PP., 2009) ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้านอื่นๆ เช่น เป็นแหล่งของไขมันสำหรับทารกหรืออาหารสำหรับทารก (baby foods) เนื่องจากสามารถย่อย (digestibility) และดูดซึมง่าย (absorbability) ใช้เป็น spray oil สำหรับขนมปังกรอบ (crackers) คุกกี้ (cookies) และอาหารเช้าที่ทำจากธัญพืช (cereal) เพื่อเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา (shelf-life) และเพิ่มความมันเงาของอาหาร นอกจากนี้ยังสามารถนำมาผสมในขนมหวาน (confectionaries) ได้แก่ ขนมที่มีลักษณะเป็นแท่งแบน (candy bar) ท็อฟฟี่ (toffee) และคาราเมล(caramel) (Bawalan, DD., and Chapman, KR., 2006)

- ยาและผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีขนาดความยาวปานกลาง (คาร์บอน 8-12 อะตอม) ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับไขมันในน้ำนมแม่และสามารถสร้างระบบคุ้มกัน (immunity systems) ให้กับทารกและผู้ใหญ่ได้ อีกทั้งน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังมีคุณสมบัติของ antiinflammatory, anti-microbial และ antioxidant properties ที่ทำงานร่วมกันและป้องกันโรคท่อเลือดแดงและหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) และโรคหัวใจ (cardiovascular disease) โดยการเพิ่ม high densitylipoprotein (HDL) ซึ่งเป็นไขมันที่ดีที่ยิ่งมีมากก็จะป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจตีบและอุดตันได้ HDL จะทำหน้าที่จับไขมันส่วนเกินหรือคอเลสเตอรอลในร่างกายจากการขับของเสียออกมาจากร่างกายโดยตับ และช่วยให้ย่อยง่ายโดยไม่ต้องใช้น้ำดี (bile) จากตับเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน ช่วยเร่งขบวนการเมตาบอลิซึมและป้องกันการตกตะกอนของไขมัน จึงช่วยป้องกันภาวะอ้วนลงพุง (obesity) ได้ นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการติดเชื้อโรค(infectious disease) ช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารโดยการเพิ่มการดูดซึมของวิตามิน แร่ธาตุและกรดอะมิโนต่างๆ และช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง (cancer-forming)

2.9.2 แบบรับประทานไม่ได้ (inedible use)

ก. วัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ซักรีดและสบู่อาบน้ำ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถนำมาใช้เป็นสารเคมีในการผลิตสารชำระล้างที่มีความสามารถในการย่อยสลาย (biodegradable detergent)แชมพู เจลอาบน้ำและเป็นสารทำความสะอาด (cleaning agent) ในผลิตเครื่องสำอางผลิตภัณฑ์สำหรับชำระล้าง และเป็นสารช่วยให้เกิดฟอง (foaming booster) (Bawalan, DD., and Chapman, KR., 2006) ทั้งนี้จะขอยกตัวอย่างการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ทำสบู่ก้อน (VCO soap) ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

- VCO soap ส่วนผสมที่ใช้ คือ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 60 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม น้ำปราศจากไอออน(de-ionized water) 28 กรัม โซเดียมเบนโซเอต (สารกันเสีย) 0.5 กรัม และน้ำมันหอมระเหย (บริสุทธิ์ หรือไม่ผ่านการเจือจาง) 1-2 กรัม (น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในสูตรนี้ได้แก่ ตะไคร้ 1.5 เปอร์เซ็นต์ หญ้าหอมจำพวกตะไคร้ (citronella) 1.5 เปอร์เซ็นต์ มะกรูด 1.5 เปอร์เซ็นต์ ขมิ้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าแฝก 1.0 เปอร์เซ็นต์)วิธการคือ ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมเบนโซเอตในน้ำและรอจนกว่าส่วนผสมของทั้ง2 ตัวจะเย็นลงที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นเทส่วนผสมลงในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ใช้เวลาในการคน10-15 นาที จนกว่าส่วนผสมจะเริ่มเหนียวแล้วเติมน้ำมันหอมระเหยลงไป คนให้เข้ากัน เทส่วนผสมลงในแม่พิมพ์ของสบู่ที่ทำจากท่อพีวีซีขนาด 50 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ให้ส่วนผสมเซ็ตตัวประมาณ 2 วัน นำออกมาจากแม่พิมพ์และตัดให้ได้สบู่ก้อนที่มีน้ำหนักประมาณ 100 กรัม วางสบู่ก้อนทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2-4 สัปดาห์แล้วนำสบู่ก้อนมาห่อด้วยกระดาษไขและบรรจุใส่ภาชนะในภาชนะบรรจุที่เตรียมไว้ทั้งนี้คุณสมบัติทางฟิสิกส์-เคมีของ VCO soap

ข. พลังงาน ตั้งแต่ปี 1970 เป็นต้นมา มีการใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจาก coco methylester สำหรับใช้ผลิตเชื้อเพลิงดีเซลทดแทน ปัจจุบันประเทศฟิลิปปินส์ใช้ coco

methyl ester เป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพในเชื้อเพลิงดีเซล (fuel additive) โดยใช้ส่วนผสม 5 เปอร์เซ็นต์เพื่อลดการปล่อยควันและการเกิดของไนตรัสออกไซด์ ในประเทศไทยมีการนำน้ำมันมะพร้าวมาผสมกับ 10-20 % kerosene ในการกำจัดไขมันต่างๆ นำมาใช้เป็นสารตัวเติม (filler) และใช้เป็นสารทดแทนน้ำมันดีเซลด้วยเช่นเดียวกัน

ค. เครื่องสำอาง เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติอ่อนโยนต่อผิวแพ้ง่าย (hypoallergenic properties) ปัจจุบันจึงนิยมใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในด้านหลักๆ ดังนี้คือ คอนดิชันเนอร์สำหรับเส้นผมและผิวหนัง เป็นส่วนผสมน้ำมันในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ดูแลผิว หรือเป็นน้ำมันพื้นฐาน (carrier oil) ในสุวคนธบำบัด (aromatherapy) และน้ำมันนวด (massage oil) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- การเตรียมน้ำมันสุวคนธบำบัดและน้ำมันนวด (Preparation of aromatherapy and massage oil) สามารถเตรียมได้ 2 วิธี คือ

1. น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความอ่อนโยนและสามารถดูดซึมสู่ผิวหนังได้ง่าย จึงใช้เป็นน้ำมันพื้นฐานสำหรับเติมผสมลงไปในน้ำมันหอมระเหย โดยทั่วไปจะใช้น้ำมันหอมระเหย 20 หยด (1 มิลลิลิตร) ต่อน้ำมันพื้นฐาน 30 มิลลิลิตร สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นแรงมากๆ เช่น พิมเสน (patchouli) จะใช้ในปริมาณ 2 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 98 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้สารละลาย 2 เปอร์เซ็นต์ (2 % solution) สำหรับน้ำมันหอมระเหย 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่ควรนำมาผสมกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยตรง ควรจะทำให้เจือจางโดยการผสมกับแอลกอฮอล์หรือตัวทำละลายอื่นก่อนผสมกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2. การเตรียมน้ำมันสุวคนธบำบัดจากสมุนไพรต่างๆ เป็นวิธีการที่ง่าย โดยเริ่มต้นจากการอบสมุนไพรแห้งในภาชนะแก้วที่สามารถกันความร้อนได้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (สำหรับใบของโรสแมรี) หรือ 2 ชั่วโมง(สำหรับรากขิง) อัตราส่วนที่ใช้คือ สมุนไพรอบแห้ง 60 กรัม ต่อ น้ำมันพื้นฐาน (น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์) 480มิลลิลิตร

- การเตรียมสำหรับใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันในผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหนัง (Coco oil-based body/skin care products) ได้แก่ Coconut moisturizing jelly ส่วนผสมที่ใช้ คือ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 120 มิลลิลิตร ขี้ผึ้ง (beeswax) 30 กรัม และน้ำมันหอมระเหย(สะระแหน่ ลาเวนเดอร์ กระดังงา ตะไคร้ ฯลฯ) 2 มิลลิลิตรวิธีการคือ นำขี้ผึ้งมาหลอมให้ละลายอย่างช้าๆ และให้ความร้อนแก่น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในภาชนะที่มีน้ำเป็นตัวให้ความร้อน จากนั้นนำส่วนผสมของขี้ผึ้งและน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มาผสมให้เข้ากันและนำไปเคี่ยวต่อที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติมน้ำมันหอมระเหยลงไปในส่วนผสม คนให้เข้ากันและเทลงในภาชนะบรรจุที่จัดเตรียมไว้แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น Moisturizing body butter

ส่วนผสมที่ใช้ คือ ขี้ผึ้ง 30 กรัม เนยโกโก้(cocoa butter) 90 กรัม น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 90 กรัม น้ำผึ้ง 10 มิลลิลิตร และน้ำมันหอมระเหย (ตามที่เลือกใช้) 3 มิลลิลิตรวิธีการคือ หลอมขี้ผึ้งให้ละลายช้าๆ เติมเนยโกโก้ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ และน้ำผึ้งลงไปผสมตามลำดับ คนให้เข้ากันและนำไปเคี่ยวที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติมน้ำมันหอมระเหยลงไปและผสมให้เข้ากัน เสร็จแล้ว

นำไปเทลงในภาชนะแห้งและสะอาดที่เตรียมไว้ Lip balm ส่วนผสมที่ใช้ คือ เนยโกโก้(cocoa butter) 20 กรัม ขี้ผึ้ง 20 กรัม และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 40 กรัม วิธีการคือ นำเนยโกโก้และขี้ผึ้งมาหลอมละลายช้าๆ เติมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ลงไปผสมคนให้เข้ากันจนส่วนผสมมีลักษณะข้นเหนียว จากนั้นเทส่วนผสมลงในภาชนะที่เตรียมไว้ ปล่อยให้ส่วนผสมเย็นตัวลงและเติมสารแต่งกลิ่นและรส เช่น กลิ่นสะระแหน่หรือส้ม ตามความต้องการโดยควรเติมก่อนที่ส่วนผสมจะเริ่มเซ็ตตัว

2.10. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ระหว่างการทอด

จากการทดลองของ Ghazali, HM., et al. (2009) เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวระหว่างการทอดระหว่างน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD (RBD palm olein) โดยการสังเกตจากค่าต่างๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.10.1 Peroxide value (P.V) ค่า P.V เฉลี่ยที่ได้จากการทดลองของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD โดยใช้ระยะเวลาในการทอด 5 วัน พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.45 และ 2.85 meqO2 /kg/day ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีค่าความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชัน (oxidation resistant) ที่มากกว่า เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีระดับของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวต่ำกว่า ทั้งนี้ยังพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการทอด (time of frying) มีอิทธิพลต่อค่า P.V อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่า P.V ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะมีค่าอยู่ในระดับสูงสุดในวันที่ 4-5 (12.24 meqO2 /kg) ส่วนน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD ระดับสูงสุดของค่า P.V จะอยู่ในวันที่ 3 (14.02 meqO2 /kg)

2.10.2 p-Anicidine value (p-AV) ค่า p-AV เป็นค่าที่ใช้วัดผลผลิตลำดับที่ 2 ที่เกิดจากการออกซิเดชัน (secondary oxidation products) ขณะใช้ความร้อนในการทอด จากการทำปฏิกิริยาของ p-AV reagent กับบางส่วนของกรดไขมันที่ระเหยไม่ได้ (non-volatile portion of fatty acid) แล้วเกิดเป็นสารประกอบอัลดีไฮด์ที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated aldehyde) โดยเฉพาะ 2,4-dienals จากการทดลองพบว่าค่า p-AV เมื่อสิ้นสุดการทดลองของน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD จะสูงกว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ คือ 6.27 และ 5.87 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของการออกซิเดชันมากกว่า แต่ค่าความแตกต่างของน้ำมันทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากมีปริมาณของ linoleic acid ในน้ำมันน้อย โดยน้ำมันทอดที่ดีควรมีค่า p-AV น้อยกว่า 10 ซึ่งน้ำมันทั้ง2 ชนิดก็มีค่านี้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

2.10.3 Total oxidation value (TOTOX) ค่า TOTOX เป็นดัชนีชี้วัดการเสื่อมสลายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน (index of oxidative deterioration) โดยที่สามารถวัดปริมาณได้ทั้งเปอร์ออกไซด์และอัลดีไฮด์จากการทดลองพบว่า ค่า TOTOX ของน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD จะสูงกว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์คือ 5.19 และ 3.67 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความเสถียรของปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stability) ขณะทอดมากกว่า เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีระดับของการไม่อิ่มตัว (degree of unsaturated) น้อยกว่าคือ 10 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่น้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD มีระดับของการไม่อิ่มตัวสูงถึง 53 เปอร์เซ็นต์

2.10.4 Total polar compounds (TPC) ค่า TPC เป็นตัวชี้วัดการเสื่อมสลายของไขมันและน้ำมัน(indicator of fat and oil deterioration) จากการทดสอบสารประกอบที่มีขั้วที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและออกซิเดชัน ผลจากการทดลองพบว่า ค่า TPC ภายหลังการทอดของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD มีค่าเท่ากับ 15.11 และ 19.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีอัตราการเกิดของสารประกอบมีขั้วที่เร็วกว่า และค่า TPC ที่ต่ำ ชี้ให้เห็นถึงความเสถียรของปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มากกว่า นอกจากนี้ค่า TPC ยังเกี่ยวข้องกับระดับของการไม่อิ่มตัวด้วยกล่าวคือ ในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะมีปริมาณของโครงสร้างแบบ triglycerol น้อยกว่าน้ำมันปาล์มโอลีอินชนิด RBD ซึ่งในโครงสร้างแบบนี้จะมีพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ด้วย พันธะคู่นี้จะไวต่อการย่อยสลายอันเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน(oxidative decomposition) เมื่อมีพันธะคู่มากเท่าใดก็จะทำให้เกิดการย่อยสลายอันเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงทำให้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความเสถียรของปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่านั่นเอง และการเกิดสีขึ้นในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์อาจมาจาก 2 สาเหตุคือ oxidative deterioration ที่เกิดขึ้นขณะทอด และสีที่เกิดจากอาหารที่ใช้ทอด ได้แก่ สารประกอบจำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ซัลเฟอร์และสารอาหารรองในอาหารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันที่ใช้ทอด

2.11. การเก็บรักษาที่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

Henna Lu, FS. and Tan, PP. (2009) ได้ทดลองเก็บรักษา (storage) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และน้ำมันมะกอกโดยดูจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมัน จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังคงรักษาองค์ประกอบของกรดไขมันให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการทดลองของธวัชชัย ธูปแก้ว, สงบทิพย์ พงศ์สถาบดี และธราพงษ์ วิทิตศานต์ (2553) ที่พบว่า องค์ประกอบของน้ำมันกะทิที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจำนวน 1-5 วัน หลังผ่านเครื่องเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมงนั้นมีร้อยละองค์ประกอบของน้ำกะทิ (โดยน้ำหนัก) โดยเฉลี่ยค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเก็บกี่วันก็ตาม

จากการที่น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่น้อยมาก จึงมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันน้อยเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะการให้ความร้อนและการเก็บรักษา ส่วนน้ำมันมะกอกมีองค์ประกอบของกรดไขมันเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ภายหลังการให้ความร้อน พบว่าเปอร์เซ็นต์ของ linoleic acid มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของ palmitic acid มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการเก็บรักษา เนื่องจากผลของปฏิกิริยา lipid oxidation ในน้ำมัน การลดลงของ linoleic acid อาจเนื่องมาจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดนี้อยู่ภายใต้อิทธิพลของปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่ากรดไขมันชนิดอื่นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเลย

ดังนั้นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มีคุณสมบัติที่มหัศจรรย์หลายประการคือ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านอาหาร ยารักษาโรค และเครื่องสำอางมาตั้งแต่สมัยโบราณโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาแต่อย่างใด ทั้งนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่มักเชื่อว่าการบริโภคน้ำมันมะพร้าวจะเป็นสาเหตุของการทำให้เกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดและโรคหัวใจนั้นไม่เป็นความจริง เนื่องจากนักวิจัยได้พบหลักฐานว่าน้ำมันมะพร้าว

สามารถป้องกันโรคหัวใจสร้างภูมิคุ้มกัน ลดคอเลสเตอรอล และต่อต้านเชื้อโรคได้ การวิจัยเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าวที่มากขึ้น ทำให้ทราบผลดีของน้ำมันมะพร้าวที่มีต่อสุขภาพ โดยคุณสมบัติเด่นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์นั้น เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีขนาดความยาวปานกลางอยู่ในปริมาณมาก (64 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแตกต่างจากพืชที่ให้น้ำมันชนิดอื่นๆ เมื่อรับประทานน้ำมันมะพร้าวจึงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ประกอบด้วยคาร์บอน 8-12อะตอม โดยคาร์บอนจะจับกับพันธะเดี่ยวจึงไม่เปิดโอกาสให้ไฮโดรเจนและออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยาได้ จึงไม่ทำให้เกิดกรดไขมันชนิดทรานส์ (trans fats) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพที่สามารถทำลายเซลล์เนื้อเยื่อ ทำให้เชื้อโรคและสารพิษเข้าไปในเซลล์ได้ง่าย รวมทั้งยังทำให้เกิดสารก่อมะเร็งขึ้นด้วย นอกจากนี้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังมีกรดลอกริกสูง (48-53 เปอร์เซ็นต์) ที่ช่วยสร้างภูมิคุมกันและสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย รา ยีสต์ โปรโตซัวและไวรัสได้ รวมทั้งวิตามินอีที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากมลพิษในสิ่งแวดล้อม โดยจะไปช่วยเพิ่มการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่จะส่งผลเสียต่อเซลล์และเนื้อเยื่อในร่างกาย ทั้งนี้การสกัดหรือการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เพื่อให้คงไว้ซึ่งองค์ประกอบทางชีวภาพดังกล่าวนั้นเป็นสิ่งสำคัญ และวิธีหนึ่งที่สามารถวิธีทำได้คือ การผลิตหรือสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยใช้กระบวนการบีบเย็น ซึ่งเป็นวิธีการสกัดแบบเปียก สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพสูงโดยไม่ผ่านความร้อน มีให้เลือกใช้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การผลิตน้ำมันมะพร้าวแบบดั้งเดิมในครัวเรือน การผลิตโดยใช้เครื่องเหวี่ยง การผลิตโดยใช้เครื่องบีบแบบสกรู การผลิตโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก และการผลิตโดยใช้การหมักทั้งนี้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ระหว่างการทอด รวมทั้งการเก็บรักษาที่มีต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ พบว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังคงรักษาองค์ประกอบของกรดไขมันให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและเป็นน้ำมันทอดอาหารที่ดีชนิดหนึ่ง ซึ่งความรู้เกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์นี้ สามารถนำไปใช้เพิ่มมูลค่าให้กับมะพร้าว รวมทั้งใช้ประกอบการพิจารณาในการนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการวิจัย

ในส่วนของกระบานการรองผู้จัดทำศึกษาระบบการทำงานของเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว โดยใช้วัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น และของเหลือใช้มาประกอบเป็นเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว สำหรับการเกษตร อุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไปแต่ราคาถูก ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพการทำงานเทียบเท่าหรือดีกว่า และได้ประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานสำหรับการทำงานของปั๊ม เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานสำหรับการผลิต ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาการกรองแบบกระดาษกรองขนาด 10 ไมครอน และแบบแรงดันมาประยุกต์ใช้งาน โดยการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของลักษณะการกรองทั่วไป ซึ่งได้แสดงรายละเอียดการดำเนินงานวิจัยดังต่อไป

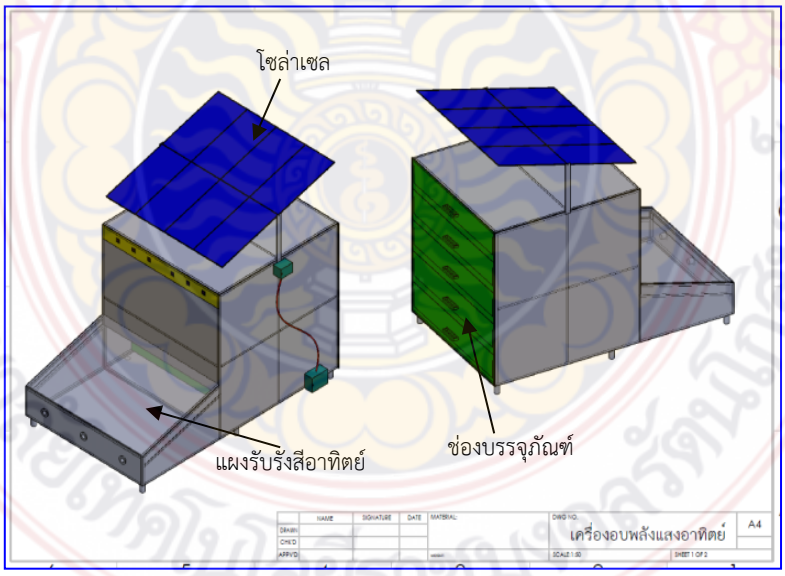
3.1การปฏิบัติ

3.1.1 ขั้นเตรียมการ

- จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการประกอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ วัสดุโครงสร้าง ภาชนะ (สแตนเลสสำหรับวางวัตถุดิบ) แผนปิดใส แผงโซล่าเซล อุปกรณ์ควบคุม พัดลมระบายอากาศ ปลั๊กไฟ แบบสวิตซ์ปิด – เปิด 2 ทาง , เทปร่อน ,ปลอกรัด และอื่นๆ

3.1.2 ขั้นตอนการผลิตเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

- นำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาไว้แล้วนำมาประกอบเป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพประกอบ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 3.1 แสดงแบบการประกอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ 3.2 แสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อประกอบเสร็จแล้ว

3.2 แนวความคิดในการปฏิบัติ ทำเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว

ผู้วิจัยศึกษาระบบการทำงานของเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวที่มีใช้อยู่ทั่วไป เมื่อทราบถึงระบบการทำงานแล้ว จึงออกแบบและประดิษฐ์ดัดแปลงระบบการทำงานโดยใช้วัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น และของเหลือใช้มาประกอบเป็นเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวสำหรับการเกษตร อุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไปแต่ราคาถูก ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพการทำงานเทียบเท่าหรือดีกว่า

3.2.1 การปฏิบัติ

3.2.1.1 ขั้นเตรียมการ

- จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการประกอบเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวได้แก่ วัสดุโครงสร้าง ภาชนะ (สแตนเลสสำหรับรองรับน้ำมันมะพร้าว) ชุดอุปกรณ์คั้นน้ำมันมะพร้าว มอเตอร์กำลัง และอุปกรณ์ควบคุม ปลั๊กไฟ แบบสวิตซ์ปิด – เปิด 2 ทาง , เทปร่อน ,ปลอกรัด และอื่นๆ

3.2.1.2 ขั้นตอนการผลิตเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าว

- นำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาไว้แล้วนำมาประกอบเป็นเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวดังภาพประกอบ 3.3 และ 3.4

ภาพที่ 3.3 แสดงภาพด้านข้างเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าว

ภาพที่ 3.4 แสดงการคั้นน้ำมันมะพร้าว

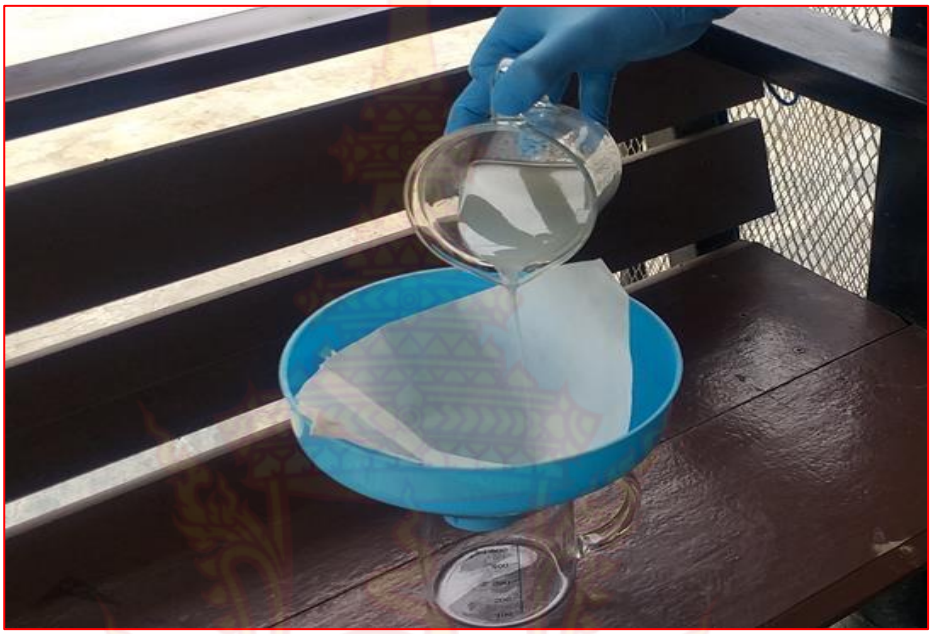
3.3 แนวความคิดในการปฏิบัติ ทำเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว

3.3.1 ขั้นเตรียมการ

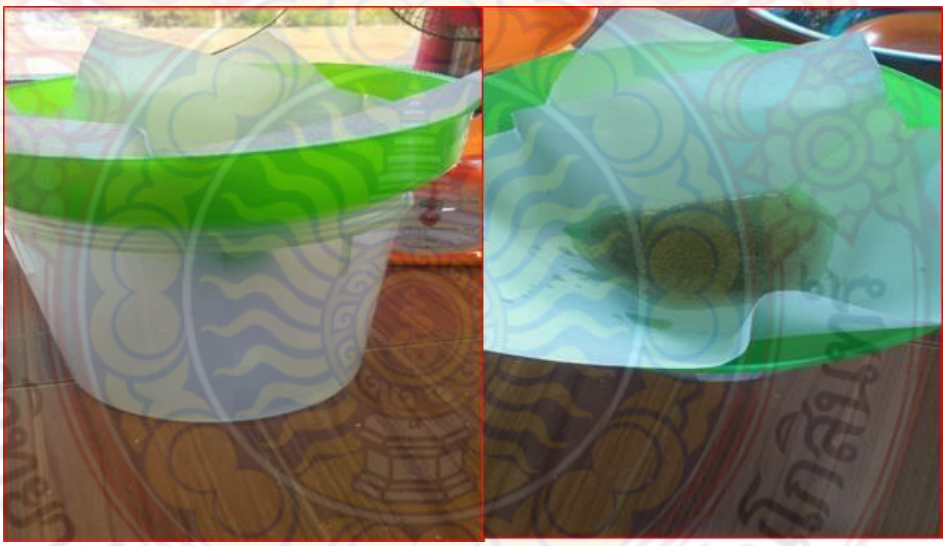
- จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการประกอบเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าวได้แก่ วัสดุโครงสร้าง ภาชนะ (สแตนเลสสำหรับรองรับน้ำมันมะพร้าว) ชุดอุปกรณ์กรองน้ำมันมะพร้าว มอเตอร์กำลัง และอุปกรณ์ควบคุม และอื่นๆ

3.3.2 ขั้นตอนการผลิตเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว

- นำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาไว้แล้วนำมาประกอบเป็นเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว ดังภาพประกอบที่ 3.5 และ 3.6

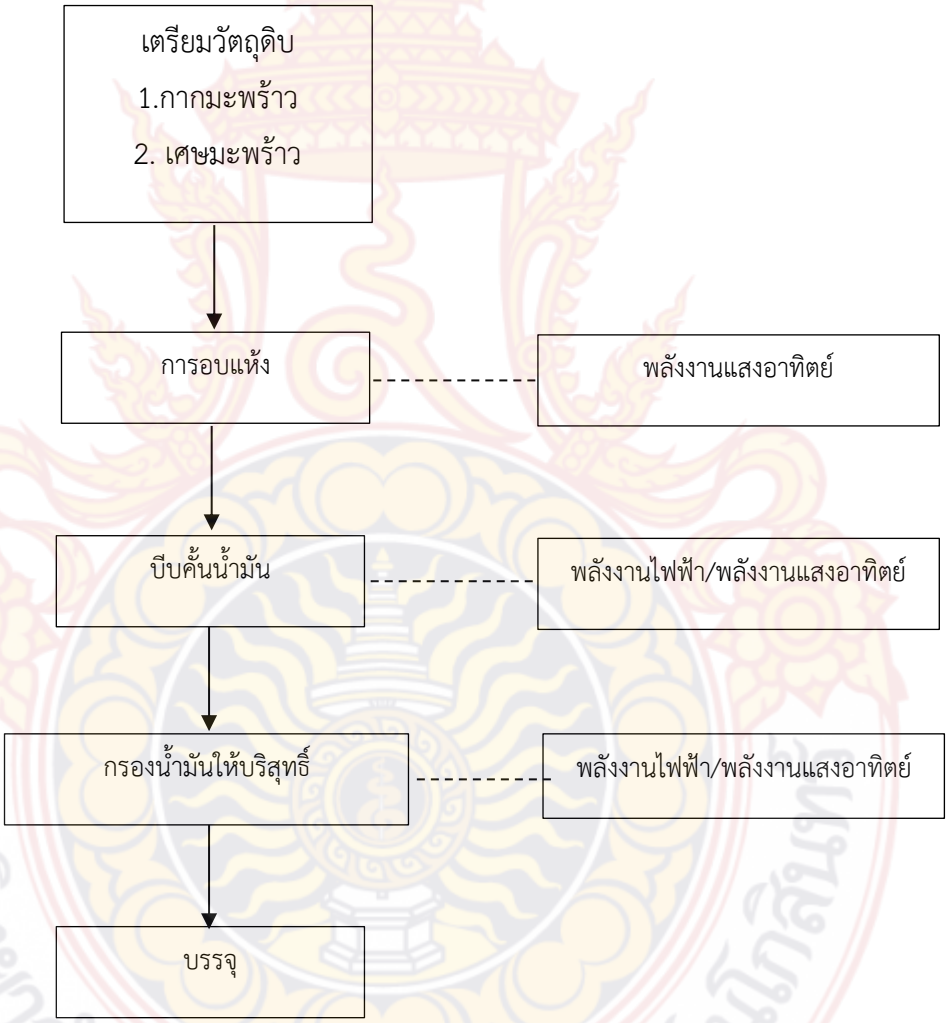


ภาพที่ 3.5 แสดงการกรองน้ำมันมะพร้าว



ภาพที่ 3.6 แสดงการกรองน้ำมันมะพร้าว

การดำเนินการวิจัยภายใต้หัวข้อเรื่องเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร นั้น เนื่องจากเกษตรกรที่ผลิตน้ำมันมะพร้าวใช้เองและจำหน่ายนั้นประสบปัญหาด้านต้นทุนการผลิต และปริมาณการผลิต ซึ่งมีผลมาจากการที่ไม่มีเทคโนโลยีที่ครบสมบูรณ์ในการผลิต ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตที่ล้าสมัย ส่งผลให้ต้องใช้แรงงานคนที่มากเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตที่ได้ และประกอบกับการใช้ต้นทุนพลังงานที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบแบบครบวงจรที่สามารถใช้แรงงานคนเพียง 1 คนก็สามารถดำเนินการผลิตได้ และนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนพลังงาน ส่งผลให้ต้นทุนรวมในการผลิตน้ำมันมะพร้าวของเกษตรกรลดลง ซึ่งกระบวนการผลิตแบบครบวงจรนี้ได้แสดงในผังการผลิตดังนี้



ภาพที่ 3.7 กระบวนการผลิตแบบครบวงจร

3.4 วิธีดำเนินการ

แบ่งดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ค้นคว้าให้ได้ชุดเทคโนโลยีการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยการศึกษาพัฒนากระบวนการผลิต ศึกษาอายุการเก็บรักษา วิเคราะห์หาปริมาณการผลิต และแปรรูปน้ำมันมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบจัดทำเครื่องอบแห้งกากมะพร้าว เศษมะพร้าว เครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว และการกรองน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ พร้อมทั้งการดำเนินการทดสอบการผลิตน้ำมันมะพร้าวจากกากมะพร้าว และเนื้อมะพร้าวตาดแห้ง

ขั้นตอนที่ 3 ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต การแปรรูป การพัฒนาผลิตภัณฑ์ สู่กลุ่มเป้าหมาย เช่น กลุ่มเกษตรกร ผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่ของรัฐ ประชาชนนักเรียนนักศึกษา และกลุ่มเกษตรกรติดตามประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี และความพึงพอใจในการนาเทคโนโลยีไปใช้อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ ใช้ในการทดลอง

    1.1. อุปกรณ์ในการผลิต เช่น เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับอบกากมะพร้าวที่คั้นกะทิแล้ว เมื่ออบแห้งแล้วดำเนินการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว เพื่อนำน้ำมันที่ได้มาผ่านการกรองให้สะอาดต่อไป

    1.2. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2. วัสดุและอุปกรณ์ ในการขยายผลถ่ายทอดเทคโนโลยี

    2.1. เอกสารแผ่นพับ สำหรับแจกในงานนิทรรศการและการฝึกอบรม

    2.2. คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการ

    2.3. โปสเตอร์แสดงในนิทรรศการ และการประชุมสัมมนา

    2.4. วัสดุที่ใช้ในการอบรม และแจกเป็นตัวอย่างให้ผู้เข้าอบรม/ดูงาน/ชมการสาธิต

    2.5 วัสดุ และอุปกรณ์ ในการติดตามประเมินผล ได้แก่ แบบสอบถาม สมุดบันทึกการเข้าดูงาน และภาพถ่าย

3.4.1 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 นำกากมะพร้าวจากตลาดที่คั้นกะทิแล้ว มาชั่งน้ำหนักที่ปริมาณ 5 กิโลกรัม/ครั้ง ตรวจวัดความชื้นเบื้องต้น เสร็จแล้วดำเนินการตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดำเนินการอบแห้งให้มีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำการทดสอบที่อุณหภูมิเฉลี่ยภาในตู้อบ อยู่ 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 2 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส

เมื่อดำเนินการอบแห้งแล้วนำกากมะพร้าวที่ได้นำมาใส่ถุงพลาสติกที่มีการซิล อย่างแน่นหนาเพื่อป้องกันไม่ให้มีความชื้นในอากาศเข้าไปสัมผัสได้ แล้วนำมาเก็บไว้ในตู่เย็นที่มีอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว โดยการนำกากมะพร้าวที่อบแห้งแล้วทำการทดสอบโดยแบ่งการทดสอบ 3 ช่วงดังนี้

ช่วงที่ 1 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้

ช่วงที่ 2 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้

ช่วงที่ 3 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้

การทดลองที่ 3 นำน้ำมันที่ได้จากการบีบคั้นทั้งสามกรณีมาผ่านการกรองด้วยวิธีการแบบกระดาษกรองที่มีความละเอียดขนาด 10 ไมครอน และทดสอบด้วยวิธีการกรองผ่านเครื่องกรองแล้วทำการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำมัน เช่นการบนเปื้อนน้ำ สี กลิ่น และรส ของน้ำมันที่ได้

3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือดำเนินงานวิจัย

3.4.1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เป็นแบบเทอร์โมคัปเปิล type K สำหรับวัดค่าอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ในระบบอากาศอัด ดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 เทอร์โมคัปเปิล type K

3.4.2 เครื่องมือวัดความเร็วอากาศเข้าและออกในตู้อบแห้ง

ภาพที่ 3.9 เครื่องมือวัดความเร็วอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ KIMO VT100

3.4.3 เครื่องบันทึกข้อมูล สำหรับบันทึกค่าความดัน อุณหภูมิ ความเร็วลม และอัตราการไหล

ภาพที่ 3.10 เครื่องบันทึกข้อมูล Graphtec GL200

3.4.4 เครื่องวัดและบันทึกกำลังไฟฟ้า สำหรับวัดค่าการใช้กำลังและพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ

ภาพที่ 3.11 เครื่องวัดและบันทึกกำลังไฟฟ้า HIOKI 3360-21

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่ทำการทดลองเพื่อการวิจัย ดำเนินการ ณ หมู่บ้านสวนตาล ตำบลท่าพระยา อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73120

3.5.1 วิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีได้เผยแพร่ข้อมูลและให้บริการ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ อบรมเชิงปฏิบัติการ ฝึกงานให้ชุมชนบางระกำ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ในวันเสาร์ที่ 3 สิงหาคม 2562 ณ ลานอเนกประสงค์ หมู่ที่ 6 ตำบลบางระกำ และการเผยแพร่ข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ พร้อมทั้งดำเนินการประเมินผลและแจกจ่ายทำมันมะพร้าวที่บริสุทธิ์ ให้กับผู้นำชุมชน และผู้เข้าอบรมที่มีความต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

3.5.1.1 การออกแบบและการสร้าง

ในการออกแบบชุดทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้แทนพลังงานในตู้อบแห้งและนำไปใช้ประยุกต์ทำตู้อบแห้งกากมะพร้าว พลังงานความร้อนจากแผงรับรังสีจากแสงอาทิตย์โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการนำความร้อน และได้มีการปรับปรุงในการ นำเอาแผงโซล่าเซลล์มาเป็นอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ระบบ

3.5.2 เงื่อนไขที่ใช้ในการคำนวณหาค่าต่างๆ มีดังนี้

1. พื้นที่แผ่นรับแสงอาทิตย์	A_c	=	1 m^2
2. ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ	C_p	=	1009 J/kg.K
3. เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกช่องอากาศ	D	=	0.0127 m
4. เส้นผ่านศูนย์กลางภายในช่องอากาศ	d	=	0.0190 m
5. สัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบอิสระของอากาศ	$h_{c\alpha}$	=	5 $W/m^2.K$
6. พลังงานแสงอาทิตย์จากการทดลอง (17/11/61)	I_c	=	487.6 W/m^2.
7. ค่านำความร้อนของแผ่นรับแสงอาทิตย์	k_t	=	399 W/m.K
8. ค่าการนำความร้อนของตู้อบแห้ง	k	=	14.4 W/m.K
9. ค่าการนำความร้อนของฉนวน	k_1	=	0.045 W/m.K
10. ความกว้างของแผ่นรับแสงอาทิตย์	l_1	=	1 m
11. ความยาวของแผ่นรับแสงอาทิตย์	l_2	=	1 m
12. ความหนาของฉนวนด้านบน	l_3	=	0.08 m
13. ความหนาของฉนวนด้านหน้าและด้านข้าง	l_i	=	0.08 m
14. ระยะห่างของท่อทองแดง	l	=	0.0827 m
15. จำนวนแผ่นกระจก	N	=	2

16. ความหนาของแผ่นรับแสงอาทิตย์ t = 0.001

17. อุณหภูมิสิ่งแวดร้อนจากผลการทดลอง (17/11/61) T_a = 35 °C

18. อุณหภูมิแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ (17/11/61) T_{pC} = 119.6 °C

19. อุณหภูมิที่ท่อเข้าจากผลการทดลอง (17/11/61) $T_{f.in}$ = 80.3 °C

20. อุณหภูมิที่ท่อออกจากผลการทดลอง (17/11/61) $T_{f.out}$ = 50.3 °C

21. ระยะของรางรับแสง W = 0.035 m

22. ค่าการแผ่รังสีการรับแสงอาทิตย์ σ = 5.67 × 10^{-8} W/m^2.K

23. ค่าการแผ่รังสีของแผ่นรับแสงอาทิตย์ $\varepsilon_{P.i}$ = 0.037

24. ค่าการแผ่รังสีของกระจก $\varepsilon_{g.i}$ = 0.93

25. มุมเอียงของแผงรับแสงอาทิตย์ β = 15°

26. Effective Solar Transmittance τ_s = 0.888

27. Solar Absorptance α_s = 0.35

28. แรงเคลื่อนไฟฟ้า V = 12.0 V

29. กระแสไฟฟ้า I = 3.63 A

3.6 ลักษณะการทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

แผ่นรับแสงอาทิตย์ต่อเข้ากับตู้อบแห้ง โดยการไหลเวียนของอากาศจากแผนรับแสงอาทิตย์ เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวความหนาแน่นน้อยลง ทำให้อากาศที่ได้รับความร้อนจากแผงแสงอาทิตย์ เข้าสู่ด้านล่างของตู้อบ แล้วถ่ายเทความร้อนชั้นอบแห้งในแต่ละชั้นเป็นไปตามธรรมชาติ และเมื่อต้องการควบคุมอุณหภูมิภายในจะใช้พัดลมช่วยระบายอากาศร้อนออกตามต้องการ ความร้อนที่ตู้อบจึงสามารถควบคุณอุณหภูมิในการอบแห้งได้ ดังนั้นจึงใช้พัดลมไฟฟ้าเพิ่มอัตราการไหลเวียนของอากาศร้อนเพื่อให้ความร้อนที่อบแห้งเกิดความรวดเร็วยิ่งขึ้น

กรณีที่การใช้ไฟฟ้าสำหรับควบคุมการไหลของอากาศจะนำกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์และนำมาเก็บในแบตเตอรี่ 12 V 100 Ah มาเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับพัดลม และส่วนหนึ่งจะนำไปใช้กับมอเตอร์เครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว

3.6.1 การคำนวณหาอัตราการสูญเสียความร้อนของแผ่นรับแสงอาทิตย์

3.6.1.1 อัตราการสูญเสียความร้อนรอบด้านล่างและด้านข้าง

จากสมการ อัตราการสูญเสียความร้อนรอบด้านล่างและด้านข้าง (จาก F.kreit 1976)

$$q_{button\ loss} = \frac{A_c k_i}{L_i}(T_c - T_a)\left\{1 + \frac{2((L_3 + L_i)(1 + L_2)}{L_1 L_2}\right\}$$

เมื่อ k_1 = สภาพนำความร้อนของฉนวน (W/m.K)

$L_1 L_2$ = ความกว้างและความยาวของแผ่นรับแสงตามลำดับ (m)

L_3 = ความหนาของตัวแผ่นรับแสง (m)

L_i = ความหนาของฉนวนด้านล่างและด้านข้าง (m)

T_C = อุณหภูมิแผ่นรับแสงอาทิตย์ (K)

T_a = อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (K)

$$q_{\text{back loss}} = \frac{(1\times 0.045)}{0.08} \times (392.6\text{-}308) \times \left[\frac{1+2\times(0.08+0.08)\times(1+1)}{1\times 1}\right]$$

$$= (0.562 \times 84.6 \times 1.64)$$

$$= 77.97 \text{ W}$$

3.6.1.2 อัตราการสูญเสียความร้อนบนแผ่นรับแสง

จากสมการอัตราการสูญเสียความร้อนบนแผ่นรับแสง (จาก H.C.Hottel, B.B. wort 2 (1942) และ Aklein (1975)

$$q_{\text{top loss}} = \frac{(T_c \quad T_a)A_c}{\left[N/[(C/T_c)\{(T_c \quad T_a)/(N+f)\}^{0.33}]\right]+1/h_{c,\alpha}} +$$

$$\frac{\sigma(T_c \quad T_a)A_c}{\left[1/\{\varepsilon_{p,i}+0.05N(1+\varepsilon_{p,i})\}\right]+\left[2N+f \quad 1)/\varepsilon_{g,i}\right]N}$$

โดยที่

f = $(1\text{-}0.04h_{C.\alpha}+0.0005h^2_{C.\alpha})(1+0.091N)$ $(W/m^2.K)$

C = $365.9\ (1\text{-}0.00883\ \beta+0.00013\beta^2)$

N = จำนวนแผ่นกระจกคลุม

$h_{C,\alpha}$ = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ย $(W/m^2.K)$

$\varepsilon_{g,i}$ = การสะท้อนรังสีของกระจก

f = $[1\text{-}(0.04 \times 5) + (0.0005 \times 5^2) \times (1 + 0.019 \times 2)]$

= 0.960 $W/m^2.K$

C = $365.9 \times [1 - (0.00883 \times 15) + (0.00013 \times 15^2)]$

= 306.773

$$q_{\text{top loss}} = \frac{(392.6-308)\times 1}{\frac{2}{\left(\frac{306.773}{392.6}\right)\left(\frac{392.6-308}{2+0.96}\right)^{0.33}+\frac{1}{5}}}$$

$$+\frac{5.67\times10^{-8}\times(392.6^4-308^4)\times1}{\left(\frac{1}{0.037+(0.05\times2)(1+0.037)}\right)+\left(\frac{(2\times2)+0.96-1}{0.93}\right)+2}$$

= 170.23 W

3.6.1.3 อัตราการสูญเสียความร้อนรวม

q_{loss} = 77.97 + 170.23

= 248.2 W

3.6.1.4 การคำนวณหาสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อน

จากสมการ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

U = q / A (T - T)

U_c = $\frac{248.2}{(1)\times(392.6-308)}$

= 2.93 $W/m^2.K$

3.6.1.5 การคำนวณหาประสิทธิภาพของรางรับแสง

$W(U_c/Kt)$ = $0.035\left(\frac{2.93}{(399)\times(0.001)}\right)$

= 0.09

นำค่า 0.09 ไปหาประสิทธิ์ภาพจะได้ประสิทธิ์ภาพของรางรับแสงอาทิตย์ 99%

3.6.1.6 การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของแผ่นรับแสง

จากสมการ ตัวร่วมประสิทธิภาพของแผ่นรับแสง

$$F' = \frac{1/U_c L}{[1/\{U_c(D+2w\eta_f)\}]-[1/\{h_{c,i}(2D+2d)\}]}$$

$$F = \frac{1}{\frac{(2.93)\times(0.0827)}{\frac{1}{2.93[(0.0127+2(0.035\times 0.99)]}+\frac{1}{300[(2\times 0.0127)+(2\times 0.0109)]}}}$$

$$= \frac{4.126}{4.162+0.070}$$

$$= 0.975$$

3.6.1.7 การคำนวณหาอัตราการไหลโดยมวล

จากสมการ อัตราการไหลโดยมวล

$$\dot{m} = \frac{-A_c U_c F''}{C_p\left[In\frac{(T_{f,out}-t_a)-\alpha_s I_s/U_c}{(T_{f,in}-T_a)-\alpha_s I_s/U_c}\right]}$$

$$\dot{m} = \frac{-(2.93\times 0.975\times 1)}{1842\times \ln\left[\frac{107.3-35-\frac{(0.35\times 2\times 487.6\times 0.888)}{2.93}}{104.3-35-\frac{(0.35\times 2\times 487.6\times 0.888)}{2.93}}\right]}$$

$$= 0.0168 \text{ kg/s}$$

3.6.1.8 การคำนวณอัตราส่วนของอัตราการถ่ายเทความร้อนให้แก่ของไหล

จากสมการ อัตราส่วนของอัตราการถ่ายเทความร้อนให้แก่ของไหล

$$F_R = \frac{\dot{m}C_p}{A_c U_c}\left[1-\left\{\frac{\alpha_s I_s/U_s-(T_{f,out}-T_a}{\alpha_s I_s/U_s-(T_{f,in}-T_a}\right\}\right]$$

เมื่อ

I_s = $I_c \tau_s$

I_c = รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ตกบนผิวแผ่นรับกระจกแผ่นบน (W/m^2)

τ_s = effective solar transmittance ของกระจก

α_s = solar absorptance ของผิวตัวดูดกลืน

เมื่อสำรวจดูสมการเหล่านี้จะพบว่าค่า F_R จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น

$$F_R = \frac{0.0168\times1842}{1\times2.93}\left(1-\frac{(0.35\times2\times487.6\times0.888)/2.93-(107.3-35)}{(0.35\times2\times487.6\times0.888(/2.93-(104.3-35)}\right)$$

$$= (10.56\times0.089)$$

$$= 0.91$$

3.6.1.9 การคำนวณหาแฟคเตอร์การไหลของแผ่นรับแสง

จากสมการแฟคเตอร์การไหลของแผ่นรับแสง

$$F'' = \frac{\dot{m}C_p}{A_cU_cF'}\left[1-e\left(\frac{A_cU_cF}{\dot{m}C_p}\right)\right]$$

$$F'' = \frac{(0.0168\times1009)}{(1\times2.93\times0.975)}\left(1-e-\left(\frac{2.93\times1\times.975}{0.0168\times1842}\right)\right)$$

$$= 0.90$$

3.6.1.10 การคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์

จากสมการ อัตราการถ่ายเทความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์

$$q_u = (D+2W\eta f)\left[(\alpha_s I_s \quad U_c)(T_{f,in} \quad T_a)\right]$$

$$q = 0.0127+2(0.035\times0.99)\left[(0.35\times487.6\times0.888 \quad 2.93)(104.3 \quad 35)\right]$$

$$= \mathbf{844.50\ W}$$

3.6.1.11 การคำนวณหาอุณหภูมิเฉลี่ยของของไหล

จากสมการ อุณหภูมิเฉลี่ยของของไหล

$$T_{fM} = T_{f\,in} + \left[\frac{q_u}{A_c U_c F_R}\right](1-F'')$$

$$T_{fM} = 104.3 + \left(\frac{844.50}{(0.91\times 2.93\times 1}\right)(1-0.93)$$

$$= 126.45 \ ^\circ C$$

3.6.1.12 การคำนวณหาอุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นรับแสงอาทิตย์

จากสมการอุณหภูมิของแผ่นรับแสง

$$T_{P.M} = T_{f\,in} + \left[\frac{q_u}{A_c U_c F_R}\right](1-F_R)$$

$$T_{PM} = 104.3+\left(\frac{844.50}{(0.91\times 2.93\times 1}\right)(1-0.91)$$

$$= 132.80 \ ^\circ C$$

3.6.1.13 การคำนวณหาอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งที่สามารถทำได้

จากสมการความร้อนภายในตู้อบแห้ง

$$q = \frac{A_k}{t}(T - T_i)$$

เมื่อ

k = ค่าการนำความร้อนของภาชนะ (W/m.K)

T = อุณหภูมิเข้าตู้อบแห้ง(°C)

T_i = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง (°C)

t = ความหนาของตู้อบแห้ง(°C)

A = พื้นที่ ที่สัมผัสกับสารนำความร้อน (m^2)

$$T_i = 107.4 - \left(\frac{(936.037 \times 0.001)}{14.4(\frac{\pi}{4} 0.25 \times 0.25)} \right)$$

ดังนั้นอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งที่ทำได้ = 88.22 °C

3.6.2 การคำนวณหากำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์

จากสมการเซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอีเล็คทรอนิกส์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้านี้จะถูกจ่ายออกใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อต่อเซลล์แสงอาทิตย์พื้นกับโหลดที่เหมาะสม

$$P = IV$$

เมื่อ P = กำลังไฟฟ้า (W)

I = กระแสไฟฟ้า (A)

V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)

$P = 3.63 \times 12$

$= 43.56$ W

3.7 ผลที่ได้จากการคำนวณ

จากการคำนวณเพื่อออกแบบระบบตู้อบแห้งทำให้ทราบว่าอัตราการสูญเสียความร้อนรวมของแผ่นรับแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 248.2 W อัตราการถ่ายเทความร้อนนำไปใช้ประโยชน์มีค่าเท่ากับ 844.50 W อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นรับแสงมีค่าเท่ากับ 132.80 °C และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งมีค่าเท่ากับ 88.22 °C นอกจากนี้เรายังคำนวณหากำลังไฟฟ้าของแผงโซลาเซลล์จะมีค่าเท่ากับ 43.56 W ที่ 12 V

บทที่ 4
ผลการวิจัย/ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เพื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร และหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับสำหรับการเกษตร อุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไป ศึกษาปรับปรุงและพัฒนาระบบการอบแห้ง ระบบกรองน้ำมันมะพร้าวพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในครัวเรือน เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และเพื่อประเมินศักยภาพทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร ดังนั้นจำเป็นต้องออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวที่สะอาดออกมาพร้อมนำไปใช้ จึงต้องออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการลดต้นทุนการผลิต โดยนำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาไว้แล้วนำมาประกอบเป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อได้เครื่องอบแห้งแล้วจะนำมาผ่านการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว โดยการสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว โดยการนำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาไว้แล้วนำมาประกอบเป็นเครื่องคั้นน้ำมันมะพร้าว และเมื่อได้น้ำมันแล้วต้องผ่านการกรองโดยเครื่องกรองน้ำมันต้องสะดวกและรวมเร็วเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวที่สะอาด โดยการนำวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาไว้แล้วนำมาประกอบเป็นเครื่องกรองน้ำมันมะพร้าว เมื่อสร้างเครื่องเสร็จแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการทดสอบทดลอง ใน 3 ลักษณะคือ

1. การทดสอบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการตรวจวัดปริมาณการอบแห้ง อุณหภูมิ และความชื้นของเนื้อมะพร้าว

2. การทดสอบการบีบคั้น โดยการนำกากมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแล้วมาทดสอบการบีบคั้นตามปริมาณที่กำหนด เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้ต่อปริมาณกากมะพร้าวที่นำไปบีคั้นน้ำมัน

3. การกรองน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบ นำมาผ่านการกรอง กาก และของแขวงลอยที่ปนเปื้อนมา โดยการตรวจวัดมีกรดไขมันอิสระในปริมาณสูงกว่าค่ามาตรฐานของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์หรือไม่ ที่กำหนดให้ไม่เกิน 0.2% ซึ่งเมื่อบริโภคเข้าไปจะส่งผลเสียต่อร่างกายมากกว่าผลดีที่จะได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

4.1 การทดลองการอบแห้งกากมะพร้าว

การทดลองแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยการต่อแผงรับรังสีอาทิตย์หลาย ๆ แผงเข้าด้วยกันโดยการแบบอนุกรมและแบบผสม (ทั้งขนานและอนุกรม) ลักษณะการต่อแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่มีต่อสมรรถนะรวมของแผงรับรังสี ซึ่งในทางอุดมคติการกระจายของไหลของของไหลในแผงรับรังสีอาทิตย์เป็นไปแบบสม่ำเสมอ แต่ในทางปฏิบัติพบว่าอัตราการไหลของของไหลในแผงรับรังสีอาทิตย์แต่ละท่อของแผงรับรังสีอาทิตย์มักจะไม่เท่ากัน เป็นผลให้เกิดจุดร้อนขึ้นในส่วนที่มีการไหลต่ำเกิดการสูญเสียความร้อนสูงและทำให้สมรรถนะของระบบลดลง

4.1.1 การวัดผลการอบแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ทำการทดลองผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 3 กรรมวิธี ดังนี้

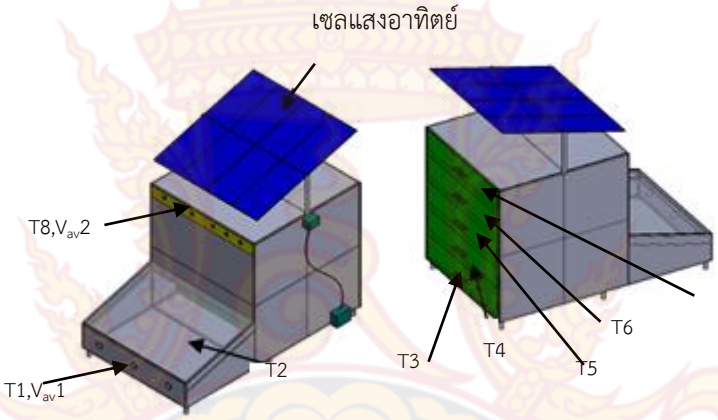
กรรมวิธีที่ 1 นำกากมะพร้าวจากตลาดที่คั้นกะทิแล้ว มาชั่งน้ำหนักที่ปริมาณ 5 กิโลกรัม/ครั้ง ตรวจวัดความชื้นเบื้องต้น เสร็จแล้วดำเนินการตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดำเนินการอบแห้งให้มีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำการทดสอบที่อุณหภูมิเฉลี่ยภาในตู้อบ อยู่ 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 2 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส

ดังนั้นจึงกำหนดจุดในการตรวจวัดค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงการกำหนดจุดวัดอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นของกากมะพร้าวขณะอบแห้ง

จากภาพที่ 4.1 แสดงการกำหนดจุดวัดอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นของกากมะพร้าวขณะอบแห้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

$Temp,(T_i)$ = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง (°C)

$Temp,(T_a)$ = อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (°C)

I_t = รังสีแสงอาทิตย์ (W/m^2)

T1 = อุณหภูมิทางเข้าตู้อบแห้ง (°C)

T2 = อุณหภูมิภายในแผงรับรังสีอาทิตย์ (°C)

T3 = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งชั้นที่ 1 (°C)

T4 = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งชั้นที่ 2 (°C)

T5 = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งชั้นที่ 3 (°C)

T6 = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งชั้นที่ 4 (°C)

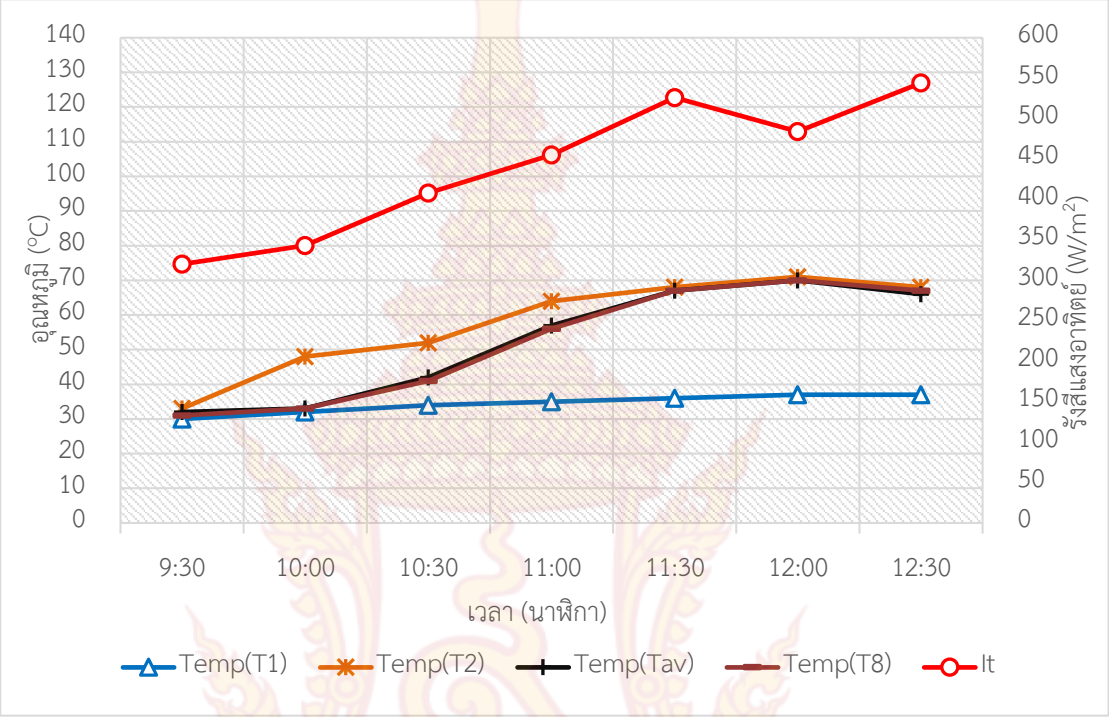
T7 = อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งชั้นที่ 5 (°C)

T8 = อุณหภูมิทางออกตู้อบแห้ง (°C)

V1 = ความเร็วลมเฉลี่ยที่ทางเข้าตู้อบแห้ง (m/s)

V1 = ความเร็วลมเฉลี่ยที่ทางออกตู้อบแห้ง (m/s)

การดำเนินการวิจัยได้ทำการทดสอบแผงรับรังสีอาทิตย์ก่อนเพื่อตรวจสอบศักยภาพที่นำลมร้อนที่ได้ไปใช้ในการอบแห้ง โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับรังสีแสงอาทิตย์ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์

เมื่อ $Temp,(T_1)$ = อุณหภูมิทางเข้าแผง (°C)

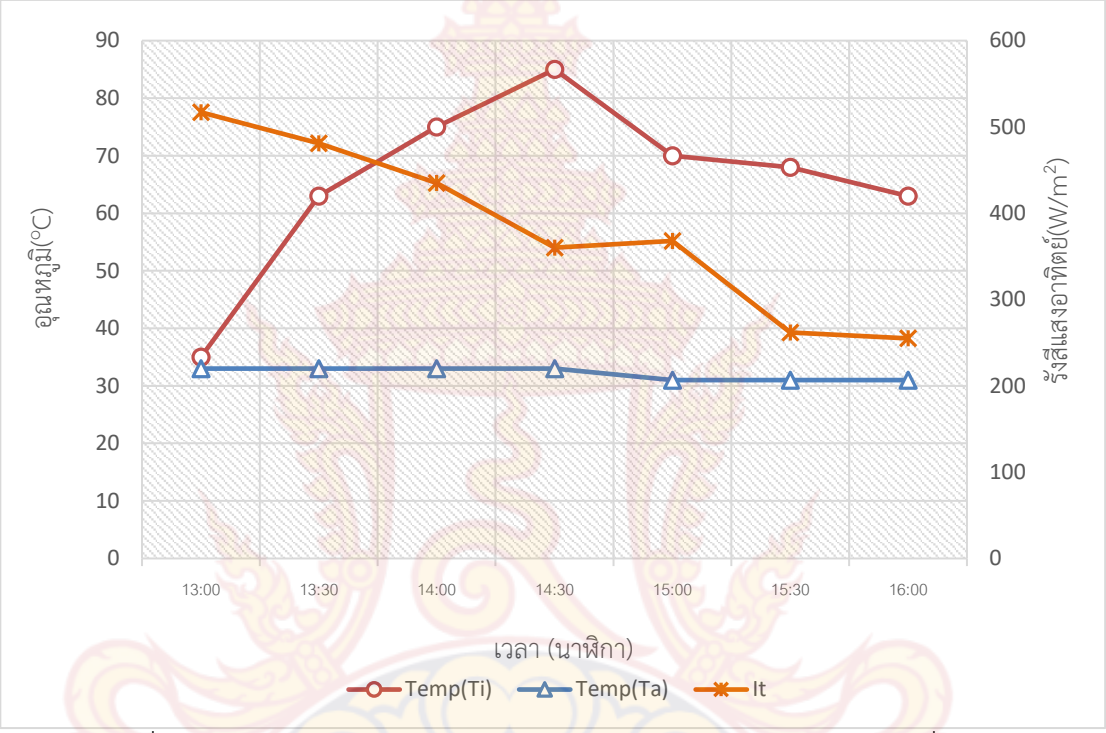
$Temp,(T_2)$ = อุณหภูมิทางออกแผง (°C)

$Temp,(T_{av})$ = อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบ (°C)

$Temp,(T_8)$ = อุณหภูมิเฉลี่ยออกจากตู้อบ (°C)

I_t = รังสีแสงอาทิตย์ (W/m^2)

จากภาพที่แสดงผลการทดลอง ของวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2562 จะเห็นได้ว่า เวลา 9.30 ถึง 12.30 นาฬิกา อุณหภูมิอากาศที่ทางออกแผงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ รวมถึงที่บริเวณแผงรับรังสี และอุณหภูมิภาในแผงรับรังสีอาทิตย์พบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้น มีความสัมพันธ์กับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าอากาศที่ผ่านตัวรับรังสีสามารถนำไปใช้ในการอบแห้งกากมะพร้าวได้



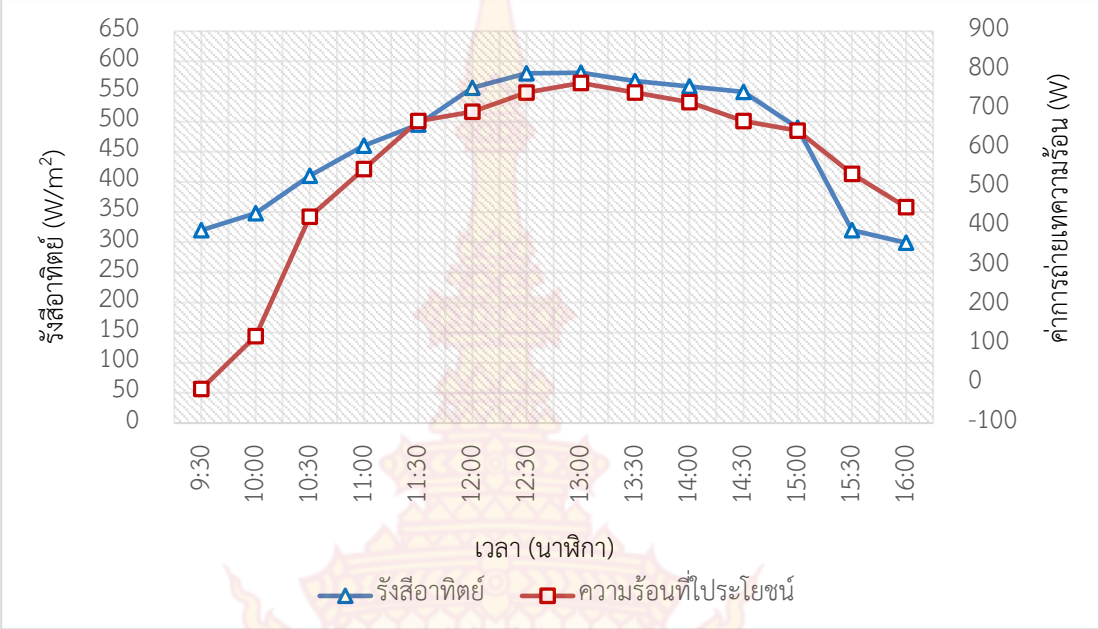
ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในห้องกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

เมื่อ $Temp,(T_i)$ = อุณหภูมิภายในตู้อบ (°C)

$Temp,(T_a)$ = อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (°C)

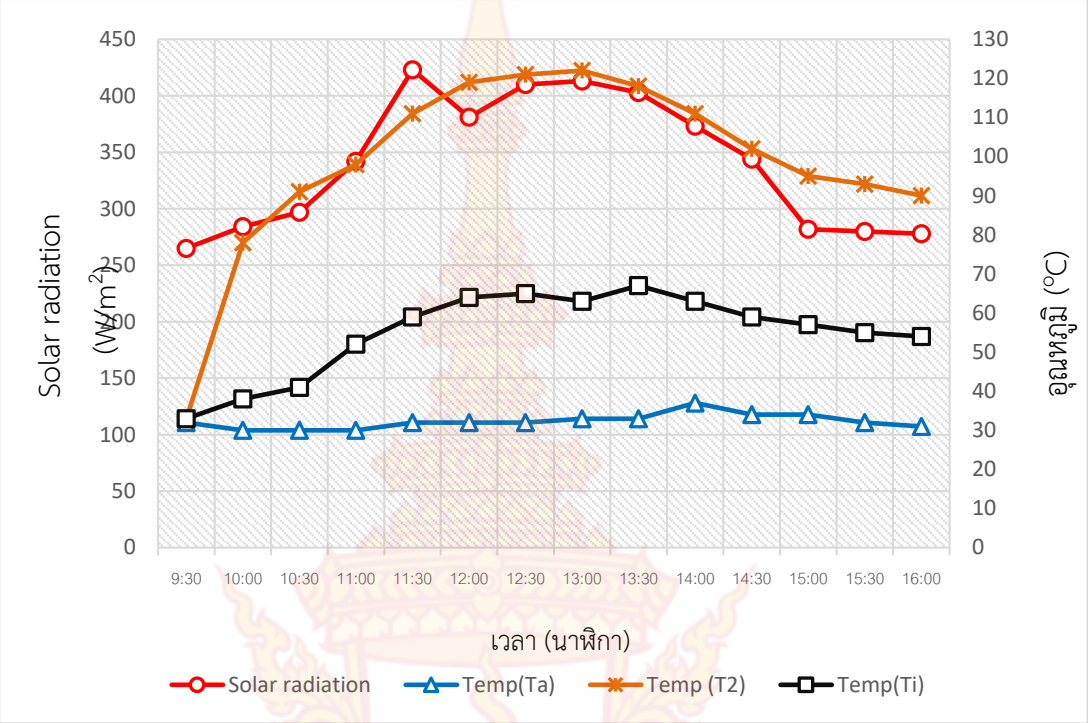
I_t = รังสีแสงอาทิตย์ (W/m^2)

จากภาพแสดงผลการทดลอง ของวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2562 จะเห็นได้ว่า ที่เวลา 13.00 นาฬิกาอุณหภูมิภายในตู้อบจะสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 85 °C โดยที่การทดลองครั้งนี้สามารถอบแห้งกากมะพร้าวได้ใน 14.30 นาฬิกา



ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรังสีแสงอาทิตย์กับอัตราการถ่ายเทความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลการทดลองของวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2562 เพื่อนำเอาค่าที่ได้มาทำการคำนวณเมื่อ q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน (W) และ I_t คือ รังสีแสงอาทิตย์ (W/m^2) เพื่อหาอัตราการถ่ายเทความร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์จะเห็นได้ว่าถ้ามีความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์สูงค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนก็จะสูงขึ้นตามและค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงถึง 767.61 W ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ 581 W/m^2 ณ เวลา 13.00 นาฬิกาและหลังจากนั้นค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ลดก็จะมีผลทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงไปด้วย

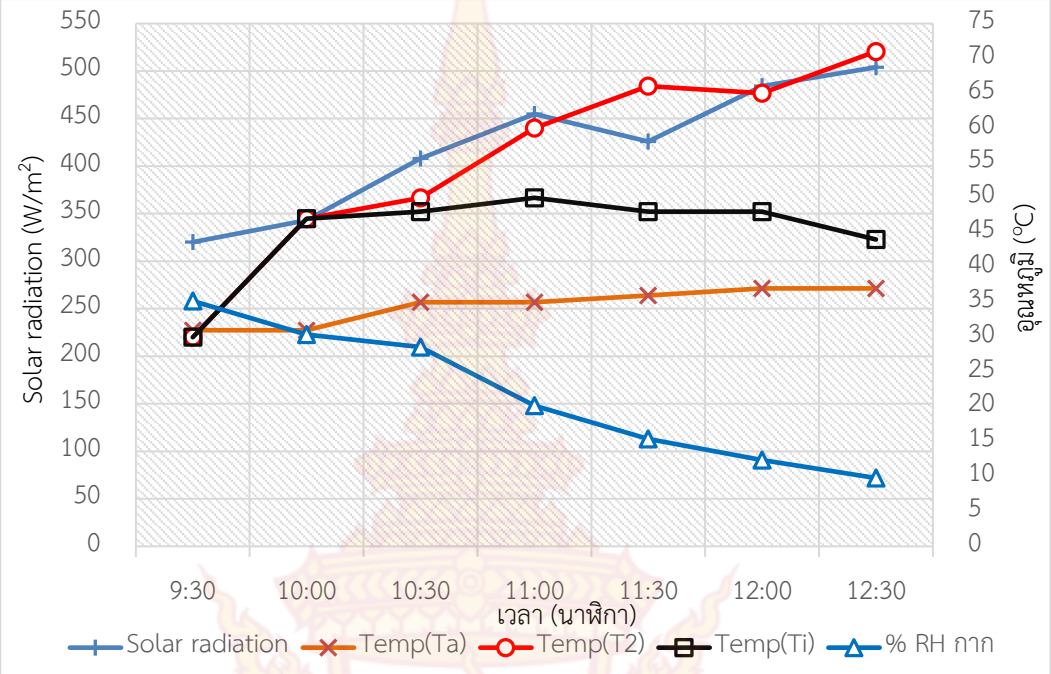


ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรังสีแสงอาทิตย์

จากภาพที่ 4.5 แสดงผลการทดลองของวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2562 โดยการทดสอบความสามารถในการทำความร้อนของตู้อบกากมะพร้าว เพื่อหาศักยภาพในการนำไปใช้จะเห็นได้ว่าถ้ามีความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์สูงค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนก็จะสูงขึ้นตามและ ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ 423 W/m^2 ที่เวลา 11.30 นาฬิกาและหลังจากนั้นค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ลดก็จะมีผลทำให้อุณภูมิในตู้อบแห้งลดลงไปด้วย ธันวาคม

ในการทดสอบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แล้วนั้นพบว่ามีการรั่วไหลของความร้อนในตู้อบบริเวณรอบข้างทั้งด้านบนและด้านล่าง ส่งผลให้อุณภูมิในตู้ลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องดำเนินการแก้ไขใหม่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ภายหลังจากการปรับปรุงแล้วจึงได้ดำเนินการทดสอบด้วยการอบแห้งกากมะพร้าวจำนวน 5 กิโลกรัม ในวันที่ 18 เมษายน 2562 โดยมีรายละเอียดดังนี้

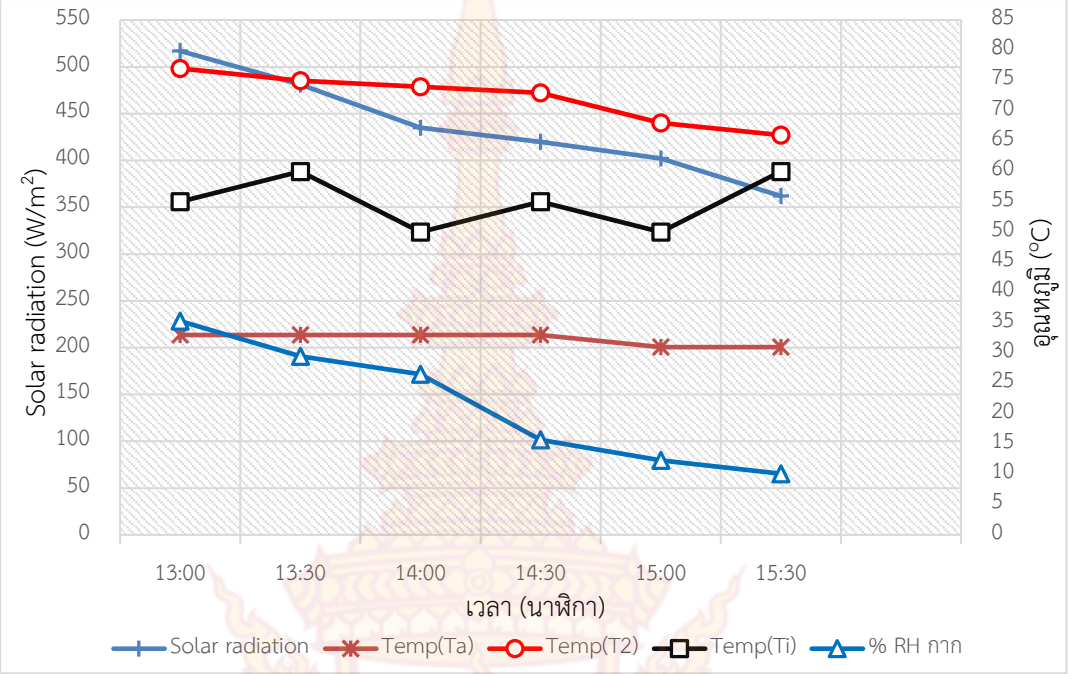
กรรมวิธีที่ 1 นำกากมะพร้าวจากตลาดที่คั้นกะทิแล้ว มาชั่งน้ำหนักที่ปริมาณ 5 กิโลกรัม/ครั้ง ตรวจวัดความชื้นเบื้องต้น เสร็จแล้วดำเนินการตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดำเนินการอบแห้งให้มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำการทดสอบที่อุณหภูมิเฉลี่ยภาในตู้อบ ช่วงที่ 1 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 °C



ภาพที่ 4.6 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 40 - 50 °C

จากภาพที่ 4.6 แสดงผลการทดลองของวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2562 โดยการทดสอบการอบแห้งกากมะพร้าวจำนวน 5 กิโลกรัม ในวันที่ 18 เมษายน 2562 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 °C พบว่าที่อุณภูมิในตู้อบถูกควบคุมให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 50 °C โดยการดึงอุณหภูมิออกโดยการระบายอากาศออก พบว่าที่ความชื้นเริ่มต้นของกากมะพร้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 35.2 % ใช้เวลาอบแห้งประมาณ 3 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อให้กากมะพร้าวมีความชื้นอยู่ที่ 9.8 %

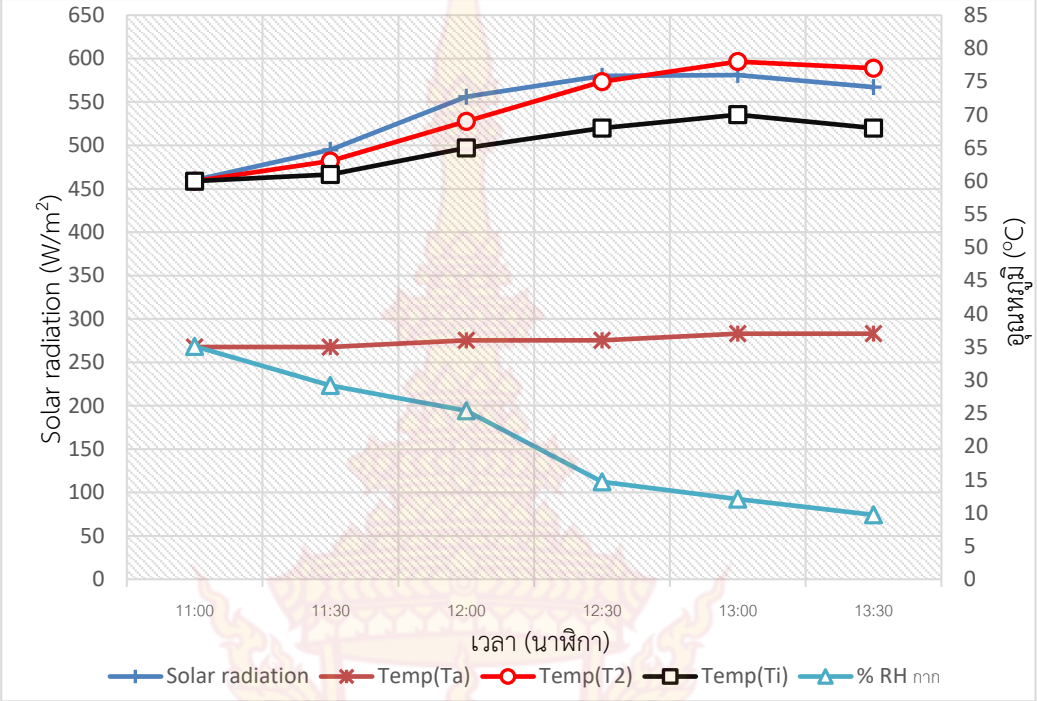
กรรมวิธีที่ 2 นำกากมะพร้าวจากตลาดที่คั้นกะทิแล้ว มาชั่งน้ำหนักที่ปริมาณ 5 กิโลกรัม/ครั้ง ตรวจวัดความชื้นเบื้องต้น เสร็จแล้วดำเนินการตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดำเนินการอบแห้งให้มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำการทดสอบที่อุณหภูมิเฉลี่ยภาในตู้อบ ช่วงที่ 2 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 °C



ภาพที่ 4.7 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 °C

จากภาพที่ 4.7 แสดงผลการทดลองของวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2562 ช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. โดยการทดสอบการอบแห้งกากมะพร้าวจำนวน 5 กิโลกรัม ในวันที่ 18 เมษายน 2562 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 °C พบว่าที่อุณภูมิในตู้อบถูกควบคุมให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 60 °C โดยการดึงอุณหภูมิออกโดยการระบายอากาศออก พบว่าที่ความชื้นเริ่มต้นของกากมะพร้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 35.2 % ใช้เวลาอบแห้งประมาณ 2 ชั่วโมงกับ 30 นาที เพื่อให้กากมะพร้าวมีความชื้นอยู่ที่ 10 %

กรรมวิธีที่ 3 นำกากมะพร้าวจากตลาดที่คั้นกะทิแล้ว มาชั่งน้ำหนักที่ปริมาณ 5 กิโลกรัม/ครั้ง ตรวจวัดความชื้นเบื้องต้น เสร็จแล้วดำเนินการตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดำเนินการอบแห้งให้มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำการทดสอบที่อุณหภูมิเฉลี่ยภาในตู้อบ ช่วงที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 °C



ภาพที่ 4.8 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C

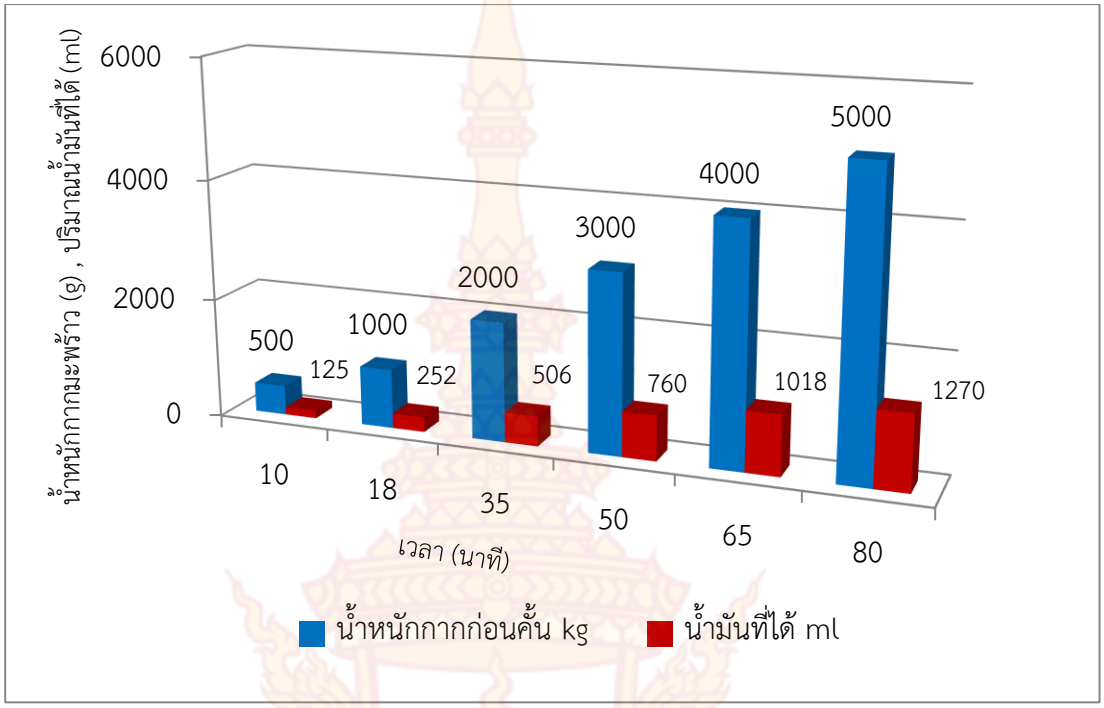
จากภาพที่ 4.8 แสดงผลการทดลองของวันที่ 19 เมษายน พ.ศ. 2562 ช่วงเวลา 11.00 – 13.30 น. โดยการทดสอบการอบแห้งกากมะพร้าวจำนวน 5 กิโลกรัม ในวันที่ 18 เมษายน 2562 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 °C พบว่าที่อุณภูมิในตู้อบถูกควบคุมให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 °C โดยการดึงอุณหภูมิออกโดยการระบายอากาศออก พบว่าที่ความชื้นเริ่มต้นของกากมะพร้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 35.1 % ใช้เวลาอบแห้งประมาณ 2 ชั่วโมงกับ 30 นาที เพื่อให้กากมะพร้าวมีความชื้นอยู่ที่ 10 %

4.2 การทดสอบบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว และระบบการกรองน้ำมันมะพร้าว

เมื่อดำเนินการอบแห้งแล้วนำกากมะพร้าวที่ได้นำมาใส่ถุงพลาสติกที่มีการซิล อย่างแน่นหนาเพื่อป้องกันไม่ให้มีความชื่นในอากาศเข้าไปสัมผัสได้ แล้วนำมาเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว โดยการนำกากมะพร้าวที่อบแห้งแล้วทำการทดสอบโดยแบ่งการทดสอบ 3 ช่วงดังนี้

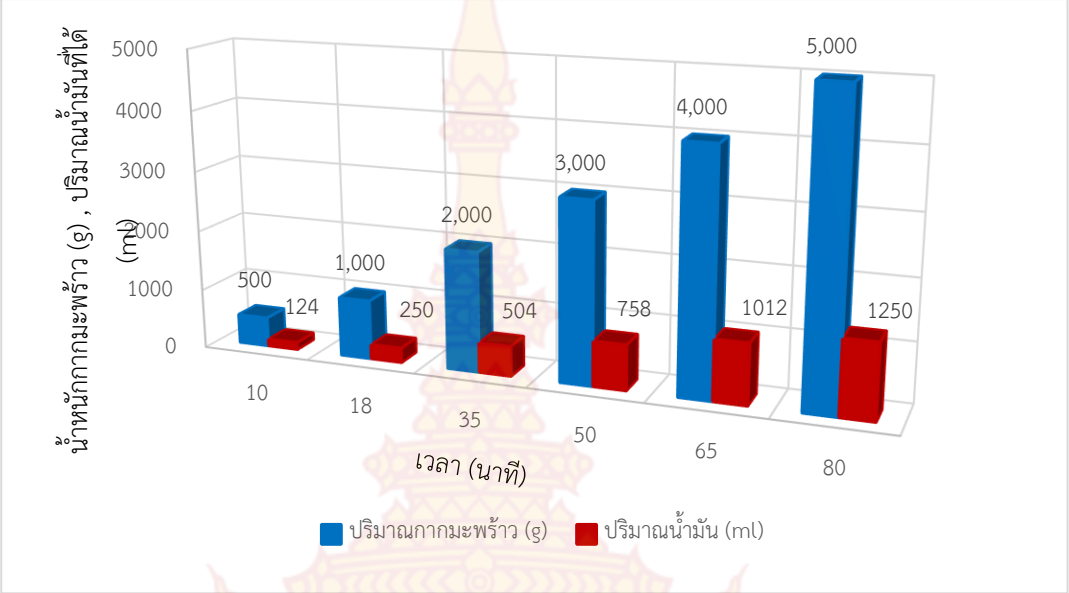
ช่วงที่ 1 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ ½, 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้



ภาพที่ 4.9 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 40 - 60 °C

จากภาพที่ 4.9 ช่วงที่ 1 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ ½, 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้เมื่อเทียบกับปริมาณกากมะพร้าวที่ใช้ต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ โดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งที่ความชื้นอยู่ที่ 10 % ที่ปริมาณกากมะพร้าว 4 กิโลกรัม จะได้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นสีขาวใสประมาณ 1,018 มิลลิลิตร โดยใช้เวลา 65 นาที

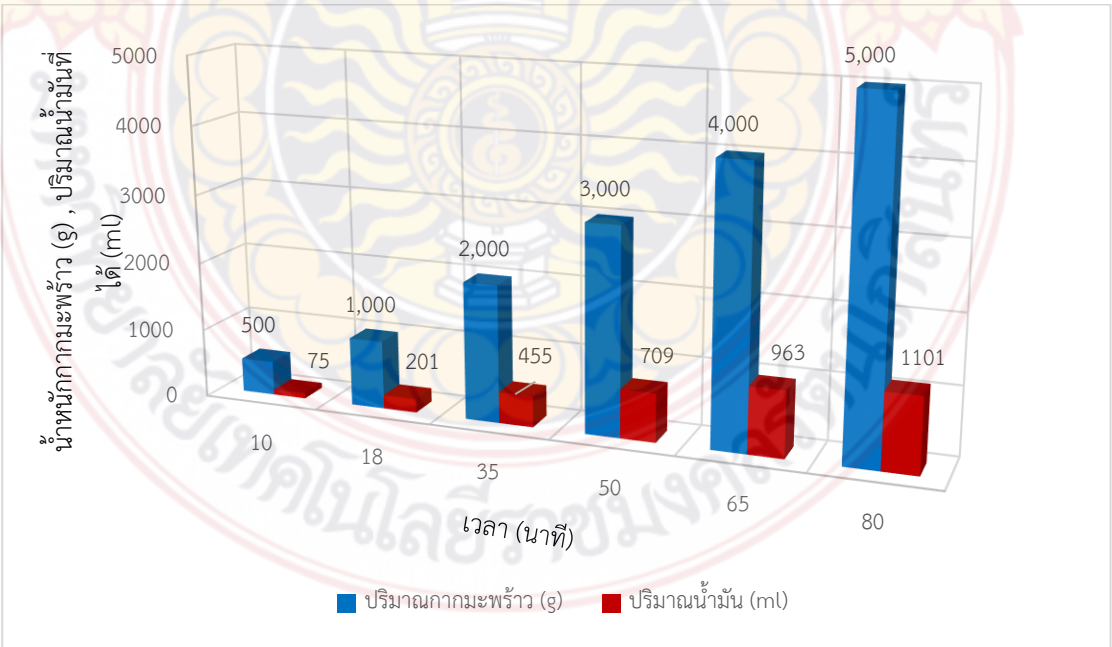
ช่วงที่ 2 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้



ภาพที่ 4.10 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 °C

จากภาพที่ 4.10 ช่วงที่ 2 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ ½,1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้เมื่อเทียบกับปริมาณกากมะพร้าวที่ใช้ต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ โดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งที่ความชื้นอยู่ที่ 10 % ที่ปริมาณกากมะพร้าว 4 กิโลกรัม จะได้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นสีขาวใสประมาณ 1,012 มิลลิลิตร โดยใช้เวลา 65 นาที

ช่วงที่ 3 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ ½, 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้



ภาพที่ 4.11 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C

จากภาพที่ 4.10 ช่วงที่ 3 นำกากมะพร้าวอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบที่ ½,1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้เมื่อเทียบกับปริมาณกากมะพร้าวที่ใช้ต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ โดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งที่ความชื้นอยู่ที่ 10 % ที่ปริมาณกากมะพร้าว 5 กิโลกรัม จะได้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นสีเหลืองอ่อนๆ ประมาณ 1,101 มิลลิลิตร โดยใช้เวลา 80 นาที โดยที่การกรองน้ำมันมะพร้าวโดยใช้กระดาษกรองขนาด 10 ไมครอน ภายหลังจากการบีบคั้นแล้วใช้ระยะเวลาการกรองที่ปริมาณ 1,000 ml ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยที่ 4 ชั่วโมง

ภายหลังจากการทดสอบการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแล้วพบว่าปริมาณที่ได้ต่อจำนวนกากมะพร้าวที่เท่าๆ กัน มีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยที่การบีบคั้นของการอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 °C มีปริมาณน้ำมันที่ได้จะมากกว่า แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานกว่าประมาณ 30 นาที ส่วนอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 °C มีปริมาณน้ำมันที่ได้จะไกล้เคียงกัน แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั่นกว่าประมาณ 30 นาที ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 °C มีปริมาณน้ำมันที่ได้จะน้อยที่สุด แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานกว่าแบบแรกประมาณ 30 นาที แต่มีปริมาณน้ำมันที่ได้น้อยกว่ามาก จากการทดลองพบว่าน้ำมันจะติดไปกับกากที่บีบคั้นแล้วส่วนหนึ่ง (บีบคั้นน้ำมันไม่ออก) ส่วนรส สี และกลิ่น แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การบีคั้นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

วิธีการ	สีเมื่อของน้ำมัน	รสชาติและกลิ่น	อุณหภูมิที่ใช้ในการบีบคั้นของเครื่องบีบ	ข้อคิดเห็น
บีบคั้นช่วงการอบแห้งที่ 1 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 ℃	ขาวใส	รสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	50 – 60 ˚C	ผลิตจากกากมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบีบเย็น
บีบคั้นช่วงการอบแห้งที่ 2 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 ℃	ขาวใส	รสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	50 – 60 ˚C	ผลิตจากกากมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนาน 2 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นนำมาบีบเย็น
บีบคั้นช่วงการอบแห้งที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 ℃	เหลืองอ่อนๆ	รสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมเหมือนมะพร้าวคั่ว	50 – 60 ˚C	ผลิตจากกากมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนาน 2 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นนำมาบีบเย็น

สีของน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบแห้งที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 ℃

สีของน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบแห้งที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 ℃

ภาพที่ 4.12 แสดงการสีของน้ำมันมะพร้าวที่อบแห้งกากมะพร้าวในช่วงต่างๆ

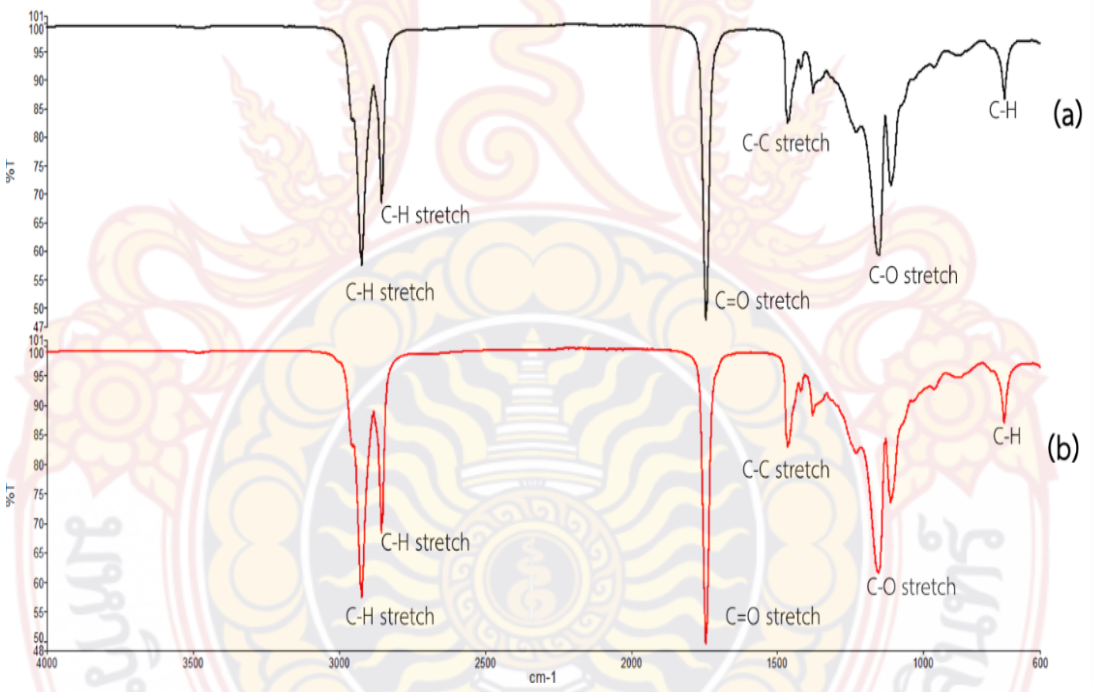
4. 3 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันด้วยเครื่อง FTIR

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันด้วยเครื่อง FTIR รุ่น Perkin Elmer Spectrum 100 โดยทำการทดสอบตัวอย่างน้ำมัน ได้แก่ ตัวอย่างน้ำมัน

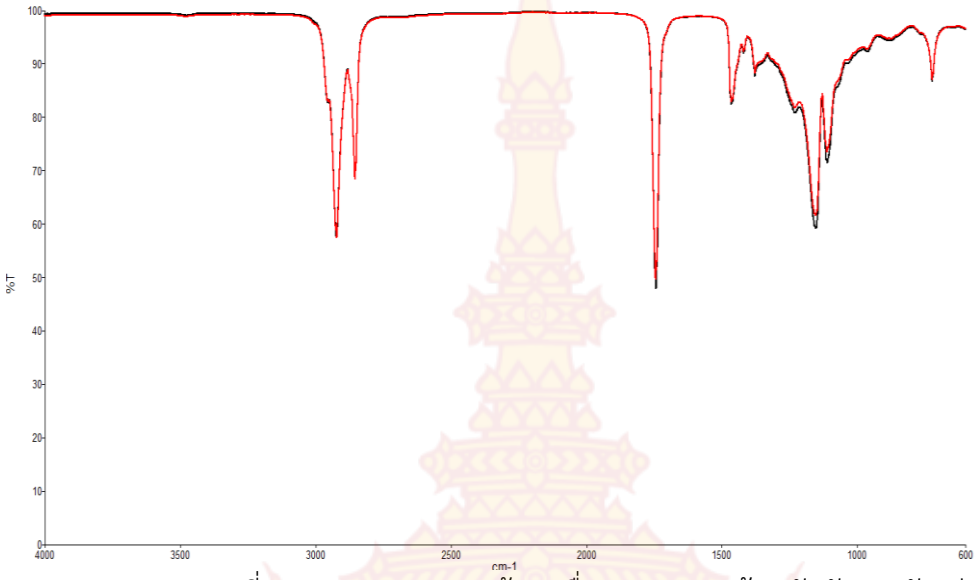
a) เป็นน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 ˚C และ

b) เป็นน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมิ 60 – 70 ˚C

จากการทดสอบพบว่า มีองค์ประกอบของพันธะ C-H stretch ที่ช่วงความยาวคลื่น 2850-3000 cm^{-1} ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบอัลเคนที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมัน และพบกลุ่มพันธะ C-C stretch, C=O stretch เด่นชัด ที่ช่วงความยาวคลื่น 1715-1760 cm^{-1} พบกลุ่มพันธะของ C=O ของตัวอย่างน้ำมัน a)เป็นน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 ˚C สูงกว่าเล็กน้อย ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบน้ำมันอิ่มตัว และยังพบว่าที่ช่วงความยาวคลื่น 1,000-1,320 cm^{-1} มีกลุ่มพันธะของ C-O ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบ กลุ่ม แอลกอฮอล์ เอสเทอร์



ภาพที่ 4.13 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง FTIR

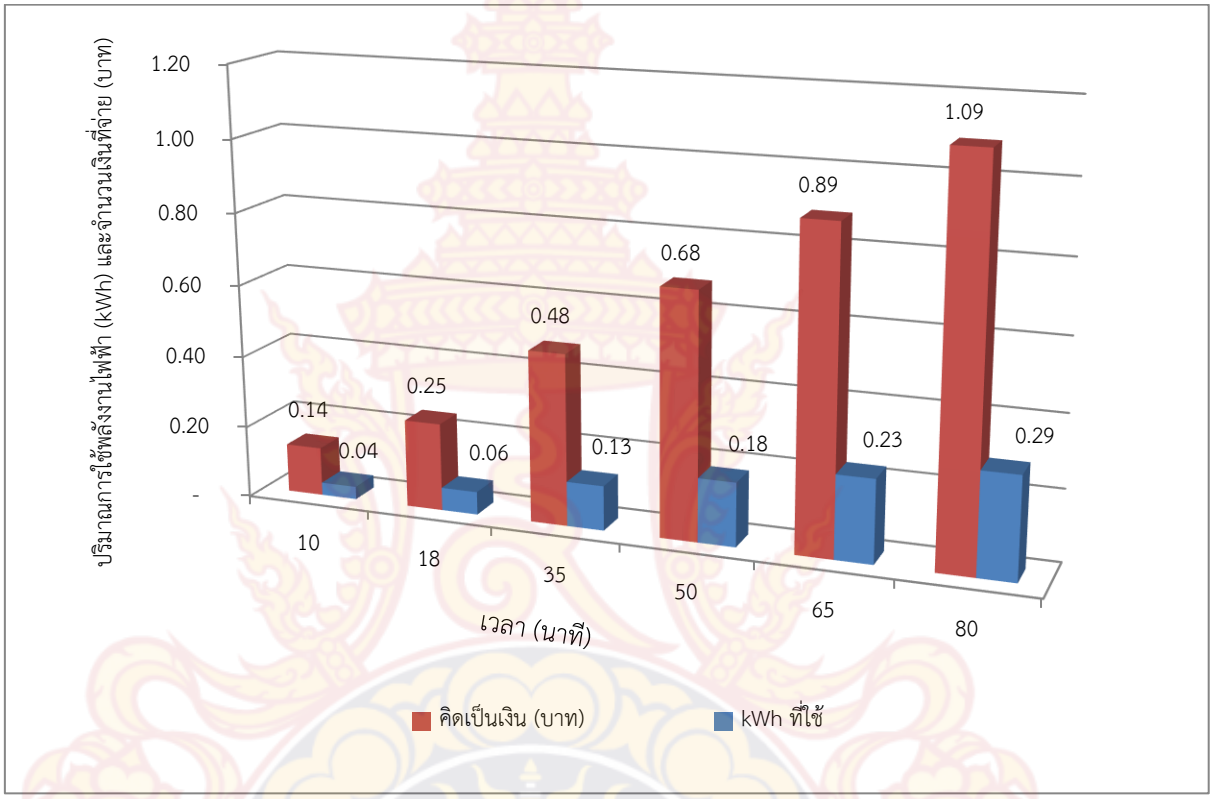


ภาพที่ 4.14 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง FTIR แบบซ้อนทับกันของตัวอย่าง

จากการทดสอบที่ผ่านมาพบว่าการนำกากมะพร้าวที่คั้นกะทิแล้วมาอบแห้งที่อุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 ˚C จะได้น้ำมันมะพร้าวแบบสกัดเย็นที่คุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานในท้องตลาดทั่วไป โดยการตรวจสอบ สี กลิ่น รส และคุณสมบัติทางเคมี สามารถนำไปบริโภคได้ จากการทดสอบมีองค์ประกอบของพันธะ C-H stretch ที่ช่วงความยาวคลื่น 2850-3000 cm^{-1} ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบอัลเคนที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมัน และพบกลุ่มพันธะ C-C stretch, C=O stretch เด่นชัด ที่ช่วงความยาวคลื่น 1715-1760 cm^{-1} พบกลุ่มพันธะของ C=O ของตัวอย่างน้ำมัน ซึ่งอัตราการผลิตโดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งในปริมาณ 4 กิโลกรัมจะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 1 ลิตร

4.5 ประเมินศักยภาพทางด้านเศษฐศาสตร์ในการสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร

จากการทดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว โดยการทดสอบการใช้ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ สำหรับเป็นพลังงานขับมอเตอร์ ขนาด ¼ แรงม้า ในช่วงเวลาของการบีบแต่ละครั้งโดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.15 แสดงการอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C

จากภาพที่ 4.15 เป็นทดสอบเพื่อหาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยแบ่งการทดสอบที่ ½,1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม พร้อมจับเวลา และปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้เมื่อเทียบกับปริมาณกากมะพร้าวที่ใช้ต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ โดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งที่ความชื้นอยู่ที่ 10 % ที่ปริมาณกากมะพร้าวต่างๆ โดยที่การกรองน้ำมันมะพร้าวโดยใช้กระดาษกรองขนาด 10 ไมครอน ภายหลังจากการบีบคั้นแล้วใช้ระยะเวลาการกรองที่ปริมาณ 1,000 ml ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.23 kWh เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยไฟฟ้าที่ 3.85 บาท/kWh สามารถคิดเป็นเงิน 0.89 บาท ดังนั้นการผลิตน้ำมันมะพร้าว 1 ลิตรใช้เงินค่าไฟฟ้า 0.89 บาท

4.6 การการถ่ายทอดองค์ความรู้หลักสูตรอบรมเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร

การถ่ายทอดองค์ความรู้หลักสูตรอบรมเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร ได้ดำเนินการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคนิคต่างๆ ให้กับชุมชนบางระกำ หมู่ที่ 6 อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ในวันเสาร์ที่ 3 สิงหาคม 2562 ณ ลานอเนกประสงค์ ของหมู่บ้านโดยมีผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 51 คน ซึ่งมีหัวข้อการอบรมดังนี้ พื้นที่เพาะปลูก และการใช้ประโยชน์จากมะพร้าวไทย ทฤษฎีพื้นฐานการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ การใช้งานเครื่องอบแห้งกากมะพร้าวพลังงานแสงอาทิตย์ และการบีบคั้น การกรอง น้ำมันมะพร้าว ภายหลังการบรรยายแล้วมีการทดสอบการปฏิบัติจริง ดังภาพที่ 4.16 - 4.17

ภาพที่ 4.16 ภาพการบรรยายในหัวข้อต่างให้กับชุมชน

ภาพที่ 4.17 ภาพการปฏิบัติการทดลองการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวของชุมชน

ภาพที่ 4.18 ภาพการแจกน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการแล้วให้กับผู้เข้ารับการอบรมในชุมชน

โครงการ “การถ่ายทอดองค์ความรู้หลักสูตรอบรมเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร” โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพื่อเผยแพร่ความรู้ การบริการวิชาการของงานวิจัย ให้กับตัวแทนอุตสาหกรรมและชุมชน ได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกากมะพร้าว เพื่อชี้นำให้กับตัวแทนภาคอุตสาหกรรมและชุมชน เพื่อสามารถนำความรู้ไปต่อยอดด้านการประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม และครัวเรือนของตนเองได้ และเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ทางด้านงานวิจัยกับนโยบายของประเทศและความต้องการของสังคม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบสอบถามสอบถามความพึงพอใจ และประโยชน์ที่ได้จากโครงการ รวมถึงการเสนอแนะความคิดเห็นในการปรับปรุงเนื้อหาให้เหมาะสม แบบสอบถามเก็บข้อมูลกับผู้เข้ารับฟังการบรรยายพร้อมการปฏิบัติหลังเสร็จสิ้นโครงการ และการจัดเก็บข้อมูลการถอดบทเรียนจากซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และ สถิติ t-test (Paired Samples Test) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

4.6.1 รายงานผลการประเมินโครงการ

4.6.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินโครงการ “การถ่ายทอดองค์ความรู้หลักสูตรอบรมเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร” มีผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 51 คน แสดงผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามสถานภาพคือ ผู้บริหาร ผู้นำชุมชน นักเรียน/นักศึกษา บุคคลในภาคอุตสาหกรรม บุคคลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (n=51)	ร้อยละ
3. สถานภาพ		
ผู้นำชุมชน	4	8
เกษตรกร	30	59
นักเรียน/นักศึกษา	4	8
เจ้าหน้าที่ควบคุม	5	10
บุคคลในภาคอุตสาหกรรม	6	12
ชุมชน/บุคคลทั่วไป	2	3

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการ ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน เกษตรกร นักเรียน/นักศึกษา เจ้าหน้าที่ควบคุม บุคคลในภาคอุตสาหกรรม และ ชุมชน/บุคคลทั่วไป โดยในส่วนของเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 59 ในส่วนของบุคลในภาอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 12 ในส่วนของเจ้าหน้าที่ควบคุม คิดเป็นร้อยละ 10 ในส่วนของผู้นำชุมชนคิดเป็นร้อยละ 8 ในส่วนของนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 8 และ ในส่วนของชุมชน/บุคคลทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 3 ตามลำดับ

4.6.1.2 ระดับความพึงพอใจในด้านการดำเนินงานของคณะทำงาน

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินการจัดโครงการในภาพรวม

รายละเอียด	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การดำเนินโครงการเป็นไปตามแผนการดำเนินงาน	4.04	0.28	มาก
2. การดำเนินโครงการมีเป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกัน	4.12	13.93	มาก
3. ความร่วมมือของบุคคลากรในการดำเนินงานโครงการ	4.02	14.45	มาก
โดยรวม	4.06	**9.55**	**มาก**

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านการดำเนินงานของคณะทำงานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.06)

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินการจัดโครงการในด้านการจัดการทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

ด้านกระบวนการ	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมของงบประมาณในการดำเนินการ	4.06	15.04	มาก
2. การบริหารจัดการบุคลากรให้ตรงกับความรู้ความสามารถ	4.16	15.72	มาก
โดยรวม	**4.11**	**15.38**	**มาก**

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านการจัดการทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.11)

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินการจัดโครงการใน**ด้านความเหมาะสมของการจัดโครงการ**

ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมของ ระยะเวลาดำเนินงานโครงการ	4.02	16.49	มาก
2. ความเหมาะสมของ สถานที่ ที่ใช้ดำเนินงานโครงการ	4.39	17.38	มาก
3. วิธีการ/กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเป้าหมาย	4.00	18.46	มาก
4. ความเหมาะสมการบรรยาย/สื่อที่ใช้นำเสนอ ของวิทยากร	3.96	19.74	มาก
โดยรวม	**4.09**	**18.02**	**มาก**

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านความเหมาะสมของการจัดโครงการ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.09)

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินการจัดโครงการใน**ด้านความสำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการจัดโครงการ**

ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ท่านมีความรู้ความเข้าใจ ก่อน เข้าร่วมโครงการที่ดำเนินการ	3.10	21.33	ปานกลาง
2. ท่านมีความรู้ความเข้าใจ หลัง เข้าร่วมโครงการที่ดำเนินการ	4.08	23.27	มาก
3. ผลการดำเนินงานบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ	4.04	26.02	มาก
4. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปต่อยอดได้	4.06	30.04	มาก
5. โดยภาพรวม โครงการนี้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ	4.06	36.80	มาก
โดยรวม	**3.87**	**27.49**	**มาก**

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านความเหมาะสมของการจัดโครงการ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.87) และถ้าพิจารณาความพึงพอใจในด้านความรู้ความเข้าใจ **ก่อน** เข้าร่วมโครงการที่ดำเนินการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.10) เมื่อได้รับการอบรมแล้วความพึงพอใจในด้านความรู้ความเข้าใจ **หลัง** เข้าร่วมโครงการที่ดำเนินการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.08) แสดงให้เห็นว่าการอบรมครั้งนี้สามารถดำเนินการได้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

4.6.1.3 ผลการทดสอบความรู้ ความเข้าใจก่อนและหลังการอบรม

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ t-test การประเมินการจัดอบรมจรรยาบรรณของนักวิจัยด้านความรู้ความเข้าใจมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ด้านความรู้ความเข้าใจ	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	S.D.	แปลความหมาย
1. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ ก่อน การอบรม	3.10	21.33	ปานกลาง
2. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม	4.08	23.27	มาก
ความเข้าใจร้อยละ	**57%**	**22.29**	**มาก**

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านความรู้ความความเข้าใจร้อยละ 57 % เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามพึงพอใจในระดับมากที่สุด ได้แก่ เรื่อง ความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม ($\overline{X}$ =4.08) รองลงมาคือ ความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ ก่อน การอบรม ($\overline{X}$ =3.10) ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยคือ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร และหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับสำหรับการเกษตร อุตสาหกรรม และบ้านเรือนทั่วไป ศึกษาปรับปรุงและพัฒนาระบบการอบแห้ง ระบบกรองน้ำมันมะพร้าวพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในครัวเรือน เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และเพื่อประเมินศักยภาพทางด้านเศษฐศาสตร์ในการสร้างเครื่องบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวแบบครบวงจร

จากการวิจัยพบว่าพบว่าการนำกากมะพร้าวที่คั้นกะทิแล้วมาอบแห้งที่อุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 ˚C จะได้น้ำมันมะพร้าวแบบสกัดเย็นที่คูณภาพเป็นไปตามมาตรฐานในท้องตลาดทั่วไป โดยการตรวจสอบ สี กลิ่น รส และคุณสมบัติทางเคมี สามารถนำไปบริโภคได้ จากการทดสอบมีองค์ประกอบของพันธะ C-H stretch ที่ช่วงความยาวคลื่น 2850-3000 cm-1 ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบอัลเคนที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมัน และพบกลุ่มพันธะ C-C stretch, C=O stretch เด่นชัดที่ช่วงความยาวคลื่น 1715-1760 cm^{-1} พบกลุ่มพันธะของ C=O ของตัวอย่างน้ำมัน ซึ่งอัตราการผลิตโดยเฉลี่ยใช้กากมะพร้าวอบแห้งในปริมาณ 4 กิโลกรัมจะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 1 ลิตร ซึ่งน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งกากที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 °C สีของน้ำมันขาวใส มีรสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งกากที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 °C สีของน้ำมันขาวใส มีรสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ แต่ปริมาณน้ำมันที่ได้จะน้อยกว่าแบบแรกอยู่เล็กน้อย ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งกากที่อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 °C สีของน้ำมันเหลืองอ่อนๆ มีรสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมเหมือนมะพร้าวคลั่ว ส่วนปริมาณน้ำมันที่บีบคั้นออกมาจะน้อยกว่าแบบแรกเฉลี่ยประมาณ 9.16 % และ น้อยกว่าแบบที่ 2 เฉลี่ยประมาณ 8.79 % ส่วนการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวกรณีที่ 2 จะน้อยกว่าแบบแรกเฉลี่ยประมาณ 0.37 %

ภายหลังจากการบีบคั้นแล้วใช้ระยะเวลาการกรองที่ปริมาณ 1,000 ml ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 0.23 kWh เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยไฟฟ้าที่ 3.85 บาท/kWh สามารถคิดเป็นเงิน 0.89 บาท ดังนั้นการผลิตน้ำมันมะพร้าว 1 ลิตรใช้เงินค่าไฟฟ้า 0.89 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินวิจัยที่ผ่านมามีข้อแนะนำดังนี้

1. กรณีต้องการการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวให้มีปริมาณมากต่อชั่วโมงจะส่งผลให้อุณภูมิของเครื่องบีบมีอุณหภูมิสูงกว่า 70 °C ซึ่งจะส่งผลให้น้ำมันที่ได้เปลี่ยนรูปเป็นกรณีแบบสกัดร้อน
2. ในกระบวนการอบแห้งกากมะพร้าวควรมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ต้องรักษาอุณภูมิการอบไม่ให้เกิน 60 °C จะส่งผลให้น้ำมันในเนื้อกากมะพร้าวเปลี่ยนรูปเป็นกรณีแบบสกัดร้อนและน้ำมันที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อนๆ

บรรณานุกรม

1. ณรงค์ โฉมเฉลา. 2554. มหัศจรรย์น้ำมันมะพร้าว. พิมพ์ครั้งที่ 1 โพสต์ พับลิชชิง จำกัด,กรุงเทพฯ.
2. ลลิตา อัตนโถ. 2548. การผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง. วารสารการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี20(2): 67-72.
3. ศศิประภา วิจิแลนที. 2552. น้ำมันมะพร้าวธรรมชาติ: มหัศจรรย์ธรรมชาติบำบัด. สำนักพิมพ์สุขสบาย, เชียงใหม่. แปลจาก Dr. Bruce File. Virgin Coconut Oil: Nature's Miracle Medicine.Springs .Co, USA.
4. สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2542. การแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ. เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 33: 444:451
5. วัลลภ ภูผา ออกแบบและสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว.คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.2550
6. มัณฑนา แก้วชื่น การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9
7. ณัฐพงศ์ รัตนเดช ธีรโชติ ชินวงศ์ และยุรนันท์ ดอนสิทธิ์. 2554 เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (แบบบีบเย็น) และกรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะพร้าวเพื่อการผลิต. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 : 1 (พิเศษ) : 545-547
8. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว , เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ , พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ๒๕๓๑
9. พงศกร เกิดช้าง , การพัฒนาประสิทธิภาพเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , ๒๕๔๓
10. จงจิตร์ หิรัญลาภ. กระบวนการพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ๒๕๔๑
11. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์. อนุกรมพลังนอกแบบและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ. : เล่มที่ 1 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ๒๕๓๗
12. สุพัฒน์ ราชณรงค์, ระบบพลังงานแสงอาทิตย์, พิมพ์ครั้งที่ ๒ . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ หจก. แสงจันทร์การพิมพ์. ๒๕๒๗
13. http://www.patomsit.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=539236403

ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบการอบแห้ง

ตารางที่ ก.1 การทดสอบอุณหภูมิแผงรับรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิภาในตู้อบแห้งในวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2562

Time	Solar radiation (W/m^2)	Temp (สิ่งแวดล้อม) (°C)	Temp(ทางเข้าแผง) (°C)	Temp(ในตู้อบ) (°C)
9:30	265	32	32	33
10:00	284	30	38	38
10:30	297	30	48	41
11:00	342	30	54	52
11:30	423	32	58	59
12:00	381	32	63	64
12:30	410	32	65	65
13:00	413	33	78	63
13:30	403	33	81	67
14:00	373	37	85	63
14:30	344	34	78	59
15:00	282	34	75	57
15:30	280	32	70	55
16:00	278	31	69	54

ตารางที่ ก.2 การทดสอบการอบแห้งกากมะพร้าวในวันที่ 18 เมษายน 2562

Time	Solar radiation (W/m^2)	Temp(Ta) (^oC)	Temp(T2) (^oC)	Temp(Ti) (^oC)	ความชื้นของกากมะพร้าว (%)
9:30	320	31	30	30	35.2
10:00	343	31	47	47	30.4
10:30	408	35	50	48	28.6
11:00	455	35	60	50	20.2
11:30	426	36	66	48	15.4
12:00	484	37	65	48	12.4
12:30	504	37	71	44	9.8
13:00	517	33	77	55	35.3
13:30	481	33	75	60	29.5
14:00	435	33	74	50	26.5
14:30	420	33	73	55	15.7
15:00	402	31	68	50	12.3
15:30	362	31	66	60	10.1

ตารางที่ ก.3 การทดสอบการอบแห้งกากมะพร้าวในวันที่ 19 เมษายน 2562

Time	Solar radiation (W/m^2)	Temp(Ta) (°C)	Temp(T2) (°C)	Temp(Ti) (°C)	ความชื้นของกากมะพร้าว (%)
11:00	460	35	60	60	35.1
11:30	495	35	63	61	29.2
12:00	556	36	69	65	25.4
12:30	580	36	75	68	14.7
13:00	581	37	78	70	12.1
13:30	567	37	77	68	9.7

ตารางที่ ก.4 การคำนวณปริมาณความร้อนที่ใประโยชน์

เวลา	รังสีอาทิตย์ (W/m^2)	ความร้อนที่ใประโยชน์ (W)
9:30	320	-12.86
10:00	348	121.86
10:30	410	426.51
11:00	460	548.37
11:30	495	670.23
12:00	556	694.6
12:30	580	743.34
13:00	581	767.71
13:30	567	743.34
14:00	558	718.97
14:30	549	670.23
15:00	490	645.85
15:30	320	536.18
16:00	299	450.88

ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าว

ตารางที่ ข.1 ทดสอบการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวในช่วงอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 40 - 50 °C

เวลา (นาที)	ปริมาณกากมะพร้าว (g)	ปริมาณน้ำมัน (ml)
10	500	125
18	1,000	252
35	2,000	506
50	3,000	760
65	4,000	1,018
80	5,000	1,270

ตารางที่ ข.2 ทดสอบการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวในช่วงอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 °C

เวลา (นาที)	ปริมาณกากมะพร้าว (g)	ปริมาณน้ำมัน (ml)
10	500	124
18	1,000	250
35	2,000	504
50	3,000	758
65	4,000	1,012
80	5,000	1,250

ตารางที่ ข.3 ทดสอบการบีบคั้นน้ำมันมะพร้าวในช่วงอบแห้งกากมะพร้าวในช่วงอุณหภูมิ 60 - 70 °C

เวลา (นาที)	ปริมาณกากมะพร้าว (g)	ปริมาณน้ำมัน (ml)
10	500	75
18	1,000	201
35	2,000	455
50	3,000	709
65	4,000	963
80	5,000	1,101

ตารางที่ ข.4 การบีคั้นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

วิธีการ	สีเมื่อของน้ำมัน	รสชาติและกลิ่น	อุณหภูมิที่ใช้ในการบีบคั้นของเครื่องบีบ	ข้อคิดเห็น
บีบคั้นช่วงการอบแห้งที่ 1 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 40 - 50 ℃	ขาวใส	รสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	50 – 60 ˚C	ผลิตจากกากมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบีบเย็น
บีบคั้นช่วงการอบแห้งที่ 2 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 50 - 60 ℃	ขาวใส	รสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	50 – 60 ˚C	ผลิตจากกากมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนาน 2 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นนำมาบีบเย็น
บีบคั้นช่วงการอบแห้งที่ 3 อุณหภูมิควบคุมอยู่ระหว่าง 60 - 70 ℃	เหลืองอ่อนๆ	รสชาติของมะพร้าวแท้/ มีกลิ่นหอมเหมือนมะพร้าวคั่ว	50 – 60 ˚C	ผลิตจากกากมะพร้าวสดที่ถูกนำมาอบแห้งโดยใช้ลมร้อนนาน 2 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นนำมาบีบเย็น

ภาคผนวก ค.
การถ่ายทอดองค์ความรู้ของงานวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ ฝ่ายบริการวิชาการและวิจัย โทร. ๑๐๕๑

ที่ อว ๐๖๕๓.๒๔/ **วันที่** ๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอส่งโครงการการถ่ายทอดองค์ความรู้หลักสูตรอบรมเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์

ด้วยกระผมได้ดำเนินการวิจัยให้กับ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๑ เรื่อง เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร ซึ่งต้องดำเนินการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคนิคต่าง ๆ ให้กับชุมชน ในวันเสาร์ที่ ๓ สิงหาคม ๒๕๖๒ ณ ลานอเนกประสงค์ หมู่ที่ 6 ตำบลบางระกำ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ในการนี้ กระผม ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล ได้ดำเนินการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะได้ดำเนินการถ่ายทอดองค์ความรู้การวิจัยเรื่องเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร ในระยะเวลาการอบรม ๖ ชั่วโมง ในวันและสถานที่ดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และพิจารณา

(ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล)
อาจารย์

เรียน ผอ.วพส. ผ่าน รอง ผอ.
เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติให้ ดร. พงศกร
สกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร
ในวันที่ ๓ สิงหาคม ๒๕๖๒
ธีรพงศ
๓๐ ก.ค. ๖๒

(พลโท ดร.กฤตภาส คงคาพิสุทธ์)
รองผู้อำนวยการ

อนุมัติดังเสนอ

(ดร.สาคร สร้อยสังวาลย์)
ผอ.วพส.

กำหนดการ

โครงการการถ่ายทอดองค์ความรู้เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร

วันเสาร์ที่ 3 สิงหาคม 2562

ณ ลานอเนกประสงค์ หมู่ที่ 6

ตำบลบางระกำ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

วันเสาร์ที่ 3 สิงหาคม 2562

08.00 น. – 08.30 น.	ลงทะเบียน ณ ลานอเนกประสงค์ หมู่ที่ 6
08.30 น. – 08.45 น.	ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล กล่าววัตถุประสงค์โครงการ
08.45 น. – 09.00 น.	ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 6 กล่าวเปิดโครงการ
09.00 น. – 10.30 น.	รับฟังการบรรยายในหัวข้อ"พื้นที่เพาะปลูก และการใช้ประโยชน์จากมะพร้าวไทย " โดย ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล
10.30 น. – 10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.45 น. – 12.00 น.	รับฟังการบรรยาย "ทฤษฎีพื้นฐานการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์" โดย ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล
12.00 น. – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 น. – 15.00 น.	รับฟังการบรรยาย "การใช้งานเครื่องอบแห้งกากมะพร้าวพลังงานแสงอาทิตย์ และการบีบคั้น การกรอง น้ำมันมะพร้าว" โดย ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล
15.00 น. – 15.15 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.15 น. – 16.45 น.	รับฟังการบรรยาย "การนำน้ำมันมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ และการประกอบธุรกิจจากน้ำมันมะพร้าว" โดย ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล
15.45 น. – 17.00 น.	ถามตอบ และปิดโครงการ

หมายเหตุ

- กำหนดการข้างต้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ สกุล ผศ.ดร.พงศกร คชาพงศ์กุล

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์และนักวิจัย

3. หน่วยงานที่สามารถติดต่อได้

“วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โทร 02-4416000 ต่อ 1051-2”

“e-mail pongsakorn@rmutr.ac.th”

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลักสูตร ปรด. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, “ปี พ.ศ.2548”

ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลักสูตร วศม. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, “ปี พ.ศ.2543”

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ หลักสูตร อสบ. สาขาวิชาเครื่องกล , “ปี พ.ศ.2538”

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ประสบการณ์การทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานกว่า 20 ปี

1	2560	ผู้เชี่ยวชาญ	โครงการสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารธุรกิจ (นอกข่ายควบคุม) - โรงพยาบาลเชียงใหม่ฮอสพิทอล - โรงแรมภัทธารา เพลส - บริษัท สยามโกลบอลเฮ้าส์ จำกัด (มหาชน) สาขาลำปาง - บริษัท สยามโกลบอลเฮ้าส์ จำกัด (มหาชน) สาขาเวียงกุมกาม - เทสโก้ โลตัสตลาด สาขาห้างฉัตร - โรงแรมซีแอนด์ซี บ้านดู่ - โรงแรมอคิรา แมเนอร์ เชียงใหม่ - โรงแรมอีซี่โฮเทล - โรงเรียนอรุโณทัย	แล้วเสร็จ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
2	2559	ผู้จัดการโครงการ	โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานผลิตน้ำแข็งหรือห้องแช่เย็น -บริษัท ชะอำวารีเทพ จำกัด -สหกรณ์การประมงบ้านแหลม จำกัด -โรงงานปลาหมึกแห้งหนูนันต์ -บริษัท ห้องเย็นมงคลการ จำกัด	แล้วเสร็จ	พลังงานจังหวัดเพชรบุรี
3	2558	ผู้เชี่ยวชาญ	โครงการพัฒนาต่อยอดการดาเนินการจัดการพลังงานตามกฎหมายประเทศไทย ไปสู่ระบบการจัดการพลังงานในระดับสากล (ISO ๕๐๐๐๑) - บริษัท โกลด์ไมน์ การ์เม้นท์ จำกัด - บริษัทแอดวานซ์ไฟเบอร์ จำกัด - บริษัทไทยเม็ททอล จำกัด - บริษัทชีวิคฟู้ด อินดัสตรี จำกัด - บริษัทเพรสซิเด็น ออฟฟิศเฟอร์นิเจอร์ จำกัด	แล้วเสร็จ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
4	2558	ผู้เชี่ยวชาญ	**โครงการเข้าเยี่ยมพบโรงงานควบคุม** - บริษัท โรงงานผ้าไทย จำกัด (มหาชน) - บริษัท เชียงแสงเท็กซไทล์ อินดัสตรีส์ จำกัด - บริษัท รุ่งสินเจริญ จำกัด - บริษัท นันยางเท็กซ์ไทล์ จำกัด - บริษัท แอคทีฟ 09 อินดัสทรี จำกัด	แล้วเสร็จ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

การสัมมนา/ฝึกอบ (เป็นวิทยากร)

- วิทยากร หลักสูตร ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ (อาคาร) รุ่น 1-10 ปี 2549
  - หัวข้อ การตรวจวัดการใช้พลังงานความร้อน จำนวน 9 ครั้ง
  - หัวข้อ การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อน จำนวน 9 ครั้ง
- วิทยากร หลักสูตร "ผู้รับผิดชอบทางด้านพลังงานสามัญ" (อาคาร) รุ่นที่3 และ 4 ปี 2549
- วิทยากร หลักสูตร ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ (อาคาร) ปี 2550
  - หัวข้อ การตรวจวัดการใช้พลังงานความร้อน จำนวน 12 ครั้ง
  - หัวข้อ การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อน จำนวน 6 ครั้ง
  - หลักสูตร "การจัดการพลังงานความร้อน" รุ่นที่ 2ระหว่างวันที่ 10 – 12 ตุลาคม 2550
  - เทคนิคการจัดการพลังงานความร้อนและกรณีตัวอย่างการนำพลังงานความร้อนที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่
- วิทยากร หลักสูตร "ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ" (อาคาร) ฝึกอบรมระหว่างวันที่ 25-29 สิงหาคม 2551
- วิทยากร หลักสูตร "ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ" (อาคาร) รุ่นที่ 2 ฝึกอบรมระหว่างวันที่ 1-5 กันยายน 2551
- วิทยากร หลักสูตร "ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ" (อาคาร) รุ่นวิทยากรฝึกอบรมระหว่างวันที่ 17 – 19 มีนาคม 2551

ประสบการณ์ด้านการจัดทำคู่มือและตำราการเรียนรู้

- จัดทำเอกสารการสอน การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- จัดทำเอกสารการสอน วิชาการจัดการพลังงานสำหรับอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
- จัดทำเอกสารการสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
- จัดทำเอกสารการสอน วิชาการวัดและเครื่องมือวัด สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

งานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่

วารสารระดับนานาชาติ/ภูมิภาค

1. Uthai Sriphan, Pongsakorn Kerdchang, Ratthasak Prommas, Tika Bunnang, (2018), "Coefficient of Performance of Battery Running and Charging by Magnet Generator Bedini" Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage., NOVEMBER 2018, Vol. 15 / 041002-9.

รายงานการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ

1. Uthai Sriphan, Pongsakorn Kerdchang, Tika Bunnang, (2016) " PERFORMANCE ANALYSIS AND PROTOTYPE OF SIX POLE MONOPOLE NEODYMIUM MAGNET BEDINI FREE ENERGY GENERATOR" The 5 th International Conference on Sustainable Energy and Green Architecture Smart Technologies and Built Environment Bangkok, September 27-29.

รายงานการประชุมทางวิชาการระดับประเทศ

1. ชานนท์ บุญมีพิพิธ และพงศกร คชาพงศ์กุล, 2562 "โอกาสและแนวทางการพัฒนารูปแบบการอนุรักษ์พลังงาน: กรณีศึกษาโรงพยาบาลรัฐขนาดเล็ก" การประชุมวิชาการเรื่อง การถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ (ครั้งที่ 18) 20-21 มีนาคม 2562 ณ โรงแรมกระบี่ ฟร้อนท์ เบย์ รีสอร์ท จังหวัดกระบี่
2. พงศกร คชาพงศ์กุล, อุทัย ศรีพันธ์, พิสิทธิ์ ก้านขาว, 2561 "แนวทางใหม่ในการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรสำหรับชุมชน" การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชน ครั้งที่ 11, 28-30 พฤศจิกายน, มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, จังหวัดชัยภูมิ,
3. วิจิตร ไสยาศรี, พงศกร คชาพงศ์กุล, ชานนท์ บุญมีพิพิธ, 2561 "การวิเคราะห์ค่าพลังงานจำเพาะ (SEC) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานผลิตผ้าเบรก" การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชน ครั้งที่ 11, 28-30 พฤศจิกายน, มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, จังหวัดชัยภูมิ,
4. พงศกร คชาพงศ์กุล, อุทัย ศรีพันธ์, 2561, "การประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวร สำหรับบ้านพักอาศัย" การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

รัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 3, ณ อาคารสัมมนาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, หน้า 26-34.

5. พัชรี สุขสมัย, ติณณภพ แพงผม, พงศกร เกิดช้าง และ ณัฐวุฒิธาราวดี, 2561, ศึกษาคุณสมบัติของเปลือกหมากสดโดยกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า
6. (กรณีศึกษาเปลือกหมากสดใน ตำบลทรงคนอง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม)" การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 3, ณ อาคารสัมมนาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, หน้า 10-18.
7. พงศกร คชาพงศ์กุล, 2561, "การผลิตซินแก๊สด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันสำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้า"การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14, ณ โรงแรมโนโวเทล ระยอง, 13 – 15 มิถุนายน, หน้า 634-641.
8. พัชรี สุขสมัย, ติณณภพ แพงผม, พงศกร เกิดช้าง และ ณัฐวุฒิธาราวดี, 2561, "การประเมินค่าความร้อนของกระบวนการทอรีแฟคชั่นจากวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ" การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14, ณ โรงแรมโนโวเทล ระยอง, 13 – 15 มิถุนายน, หน้า 718-723.
9. พงศกร เกิดช้าง, 2560, "การวิเคราะห์ค่าพลังงานจำเพาะ (SEC) กับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานน้ำแข็งซอง" การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 13, ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส เชียงใหม่, 31 พฤษภาคม – 2 มิถุนายน, หน้า 1369-1374
10. พงศกร เกิดช้าง, ชานนท์ บุญมีพิพิธ, ภานุวัฒน์ อุส่าห์เพียร, 2560, "ดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานเพื่อบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการผลิตถุงมือยาง." การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 10, ณ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง, 29 พฤศจิกายน – 1 ธันวาคม, หน้า 521-529.