



รายงานการวิจัย

การพัฒนาการผลิตสมุนไพรขลุ่ยโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับ
พลังงานชีวมวลสู่ความยั่งยืนชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง

Production Process Development of Indian Fleabane
(*Pluchea indica* Less.) tea Products by Using Solar Energy
Combined with Biomass Energy Dryer Cabinet to Sustainability
of Palian River Basin Community

นพดล	โพชกำเหนิด
สุปราณี	วุ่นศรี
วราวุฒิ	ดวงศิริ

คณะศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2563 เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรมและการต่อยอด ผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการผลิตสมุนไพรโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับ พลังงานชีวมวลสู่ความยั่งยืนชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรังเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจน ผลการวิจัยสามารถนำไปส่งเสริมให้ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการผลิตสมุนไพรจากวัตถุดิบในท้องถิ่นหรือ ธรรมชาติให้กับชุมชนชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนทุนงบประมาณเงิน รายได้ ประจำปี 2563 ในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้าน ต่างๆ ทั้งความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ ตลอดจนสถานที่ในการตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่าง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้การช่วยเหลืออำนวยความสะดวกด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยที่อุทิศกำลังกายและกำลังใจช่วยในการวิจัยครั้งนี้ล่วงหน้าได้ด้วยดี อันใดที่ เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

นพดล โพชกำเหนิด

สุปราณี วุ่นศรี

วรารุณี ดวงศิริ

สิงหาคม 2564

การพัฒนาการผลิตสมุนไพรขลุโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล

สู่ความยั่งยืนชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง

นพดล โพชกำเหนิด¹ สุปราณี วุ่นศรี¹ และวรารุณิ ดวงศิริ¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตสมุนไพรขลุโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล และ 2) ถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยให้แก่ชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง จากผลการศึกษาพบว่าตู้อบใบขลุโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลจากผลงานวิจัยมีศักยภาพในการใช้อบแห้งใบขลุได้ดี สามารถลดเวลาในกระบวนการอบใบขลุเหลือเพียง 7 ชั่วโมง ให้อุณหภูมิในการอบในสภาวะที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล อยู่ในช่วง 54.70 และ 53.87 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยใบขลุที่ผ่านการอบมีความชื้นเหลือเพียงร้อยละ 5.80 และ 7.02 ตามลำดับ และยังคงมีสารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์เอและบีเหลืออยู่ในปริมาณสูง ทั้งนี้ตู้อบที่ได้ออกแบบสามารถอบใบขลุสดได้ทั้งหมด 10 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ใบขลุแห้ง 2 กิโลกรัมต่อครั้ง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยให้แก่ชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรังเพื่อใช้ในการผลิตชาขลุ สามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนจากการผลิตชาใบขลุได้ประมาณ 3,000 บาทต่อหนึ่งรอบการผลิต มีระยะเวลาคืนทุนจากการติดตั้งระบบได้ในเวลาเพียง 1 เดือน และนอกจากนั้นในดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ให้แก่ชุมชนอื่นๆ จำนวน 2 ตำบลได้แก่ ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง และตำบลคลองแดน อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของชุมชนต่อไป

คำสำคัญ : ขลุ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล ชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน

¹ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

Production Process Development of Indian Fleabane (*Pluchea indica Less.*) tea Products by Using Solar Energy Combined with Biomass Energy Dryer Cabinet to Sustainability of Palian River Basin Community
Noppadon Podkumnerd¹ Supranee Wunsri¹ and Woorawood Duangsiri¹

Abstract

This research aims to : 1) development of indian fleabane tea products by using solar energy combined with biomass, and 2) Transfer of technology from research to community palian trang. Study found that indian fleabane tea products by using solar energy combined with biomass research. There is potential to use dried indian fleabane leaves has reduced the time to process at only 7 hours, the temperature in the dry in a state that uses solar energy and biomass in the range of 54.70°C and 53.87°C. The indian fleabane leaves had only of moisture remaining. 5.80% and 7.02%, respectively, and still contains substances that are beneficial to the body as a substance's the total flavanols, chlorophyll a and b. in high quantity. The designed is dry of 10 kilograms fresh indian fleabane leaves per production cycle. Which will produce 2 kilograms dried indian fleabane leaves per time. Generate income for the community from indian fleabane tea products about 3,000 baht per production cycle. Payback time of installing the system 1 month , and in addition to carrying out the transfer of this technology to other communities including Bang Rieng Sub-district Khuan Niang District and Khlong Dan Sub-district, Ranot District, Songkhla Province for application in the production of various products of the next community.

Keywords : Indian Fleabane (*Pluchea indica Less.*), Solar Energy, Biomass Energy, Palian River Basin Community

¹ Faculty of Liberal Arts. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Mueang, Songkhla

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลุ่มน้ำปะเหลียน	4
2.2 ชลู่ (Pluchea indica Less.)	4
2.3 สรรพคุณและการนำไปใช้ประโยชน์	5
2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับสมุนไพรชาชลู่	6
2.5 เทคโนโลยีการอบแห้ง	7
2.6 ประเภทของเครื่องอบแห้ง	8
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง	9
2.8 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้ง	9
2.9 เทคโนโลยีตู้อบแห้ง	10
2.10 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีตู้อบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
3.1 ศึกษาข้อมูลกระบวนการการผลิตชาของกลุ่มน้ำปะเหลียน	14
3.2 การจัดทำเทคโนโลยีตู้อบสมุนไพรชาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล	14
3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบสมุนไพรชาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล	14
3.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยสู่ชุมชน	15
บทที่ 4 ผลการทดลอง	16
4.1 ผลการศึกษากระบวนการการผลิตชาของกลุ่มน้ำปะเหลียน	16
4.2 ผลการศึกษาค่าประกอบเบื้องต้นของใบชา	16
4.3 ผลการศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการอบแห้งใบชาด้วยตู้อบสมุนไพรของห้องปฏิบัติการ	17
4.4 การออกแบบเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำหรับสมุนไพรชา	24
4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำหรับสมุนไพรชาสู่ชุมชน	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก. เอกสารคำขอรับอนุสิทธิบัตรตู้อบใบชาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล	42

สารบัญตาราง

	หน้า
4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของไบโกลูสต	17
4.2 ผลของความชื้นในการอบแห้งไบโกลูด้วยตู้อบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ	17
4.3 ลักษณะค่าสีของไบโกลูที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ	19
4.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิภายในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล	27
4.5 การศึกษาผลของความชื้นของไบโกลู โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล	27
4.6 การศึกษาผลของลักษณะค่าสีของไบโกลู โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล	28
4.7 การศึกษาผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ของชาขลุ โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน	32

สารบัญภาพ

	หน้า
2.1 แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน	4
2.2 ต้นขลุ่ (Pluchea indica Less.)	5
2.3 สมุนไพรชาขลุ่ของชุมชน	6
2.4 การอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่และลดลง	7
2.5 ระบบการอบแห้งแบบ Passive	11
2.6 ระบบการอบแห้งแบบ Active	11
2.7 ระบบการอบแห้งแบบ Hybrid	12
4.1 การศึกษากระบวนการการผลิตชาขลุ่ของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน บ้านหินคอกควาย จ.ตรัง	16
4.2 .ใบขลุ่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ	18
4.3 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาขลุ่ โดยวิธี DPPH assay	20
4.4 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของใบขลุ่	21
4.5 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของใบขลุ่	22
4.6 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอของใบขลุ่	23
4.7 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอของใบขลุ่	23
4.8 แบบร่างของตู้อบใบขลุ่พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล	25
4.9 เทคโนโลยีต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล	26
4.10 การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่อบแห้งด้วยตู้อบที่ใช้พลังงาน แสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน	29
4.11 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของใบขลุ่อบแห้งด้วย ตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน	29
4.12 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของใบขลุ่อบแห้งด้วย ตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน	30
4.13 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอของใบขลุ่อบแห้งด้วย ตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน	31
4.14 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์บีของใบขลุ่อบแห้งด้วย ตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
4.15 การตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	32
4.16 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบแห้งสมุนไพรสู่ชุมชนกลุ่มประมงเก็บหอยปะและ อนุรักษ์หอยปะ ม.3 ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง	33
4.17 ผลิตภัณฑ์ชาชู่จากเทคโนโลยีตู้อบแห้งสมุนไพรสู่ชุมชนกลุ่มประมง เก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ ม.3 ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง	33
4.18 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่ม แม่บ้านเกษตรกรบ้านหน้าควน ม.13 ต.บางเหริยง อ.ควนเนียง จ.สงขลา	34
4.19 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องแกงต่างๆ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้าน เกษตรกรบ้านหน้าควน ม.13 ต.บางเหริยง อ.ควนเนียง จ.สงขลา	35
4.20 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน คนบางเหริยงแปรรูปและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ต.บางเหริยง อ.ควนเนียง จ.สงขลา	36
4.21 ผลิตภัณฑ์สละอบแห้งจากเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนบางเหริยงแปรรูปและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ต.บางเหริยง อ.ควนเนียง จ.สงขลา	36
4.22 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่ม แม่บ้านคลองแดน ม.3 ต.คลองแดน อ.ระโนด จ.สงขลา	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันการใช้พืชสมุนไพรกำลังเป็นที่นิยมมาก ทั้งใช้ในรูปยารักษาโรค อาหาร เครื่องสำอาง และเครื่องดื่ม โดยเฉพาะการนำพืชสมุนไพรมาแปรรูปเป็นชาชงพร้อมดื่มที่เรียกว่า ชาสมุนไพรสำหรับผู้รักสุขภาพทั้งหลาย ใบชา นับว่าเป็นที่รู้จักและนิยมของคนจีนที่ใช้ชงชาหรือต้มดื่มเป็นวัฒนธรรม และรักษาสุขภาพร่างกาย และปัจจุบันคนไทยส่วนหนึ่งหันมาดื่มน้ำชาเพื่อเป็นยารักษาสุขภาพ เพราะเครื่องดื่มชาสมุนไพรนอกจากจะใช้ดื่มเป็นประจำแล้ว ชาสมุนไพรยังมีสรรพคุณทางยาด้วยผู้บริโภคที่นิยมชาสมุนไพรนอกจากต้องการสรรพคุณทางยารักษาโรคแล้ว ยังต้องการสัมผัสกลิ่นเฉพาะของชาสมุนไพรด้วยมีเกษตรกรเริ่มสนใจนำสมุนไพร มาเป็นใบชาสมุนไพรรักษาสุขภาพ ซึ่งได้จากพืชและผลไม้ หลายชนิด ได้แก่ ใบหม่อน ใบของฝรั่ง มะตูม ชิง บัวบก ใบทองพันชั่ง ตะไคร้ และขลุ่ เป็นต้น (กิตติศักดิ์ วิธินันทกิจ, 2553) ต้นขลุ่ถือเป็นพืชซึ่งพบเห็นมากตามป่าโกงกาง หรือบริเวณที่มีน้ำกร่อยที่มีในพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน โดยที่ผ่านมาชาวบ้านในชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียนนิยมนำใบขลุ่มารับประทานกับน้ำพริก หรือเป็นวัตถุดิบในการทำอาหาร หรือแม้กระทั่งใช้เป็นยารักษาโรค ทั้งนี้กลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ หมู่ 3 ตำบลบ้านนา อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ได้เล็งเห็นคุณค่าและความสำคัญของขลุ่ โดยนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชาขลุ่ แต่ชุมชนยังขาดองค์ความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอบแห้งใบขลุ่สำหรับการใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชาขลุ่ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและสามารถผลิตสินค้าได้อย่างต่อเนื่อง

การอบแห้งเป็นกระบวนการลดความชื้นเพื่อแปรรูปชาสมุนไพรที่มีความสำคัญ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ระยะเวลาการอบแห้ง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญด้านต้นทุนการผลิตกรรมวิธีการแปรรูปพืชสมุนไพร ทั้งนี้เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็น วิธีการที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคณะผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการออกแบบเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งใบจาก ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวได้รับการตอบรับจากชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียนในเขตตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรังเป็นอย่างดี โดยชุมชนได้นำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้ในการผลิตติหมาเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดทั่วประเทศสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนได้หลายล้านบาทต่อปี ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการขอยื่นจดอนุสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ภายใต้ชื่อ ตู้อบใบจากโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้า เลขคำขอ 1803002889 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยต่อยอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถประยุกต์ใช้ในการอบสมุนไพรจากขลุ่โดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนร่วมจากชีวมวล เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเทคโนโลยีตู้อบสมุนไพรจากขลุ่ นี้ จะได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง ได้แก่กลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ หมู่ 3 ตำบลบ้านนา อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งจะส่งผลให้ชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียนสามารถนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตชาชู่ของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง
- 1.2.2 เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบประสิทธิภาพตู้อบแห้งสมุนไพรชาชู่โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล สำหรับใช้ในการผลิตชาชู่
- 1.2.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของชาชู่
- 1.2.4 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบแห้งสำหรับสมุนไพรชาชู่โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลสู่กลุ่มเกษตรกรลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 การศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพของชาใบชู่ที่ผลิตจากภูมิปัญญาชุมชน คือ ปริมาณความชื้น ค่าสี L a* และ b* ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอและบี ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
- 1.3.2 ออกแบบและสร้างตู้อบแห้งสมุนไพรชาชู่ที่เหมาะสมสำหรับชุมชน
- 1.3.3 ทดสอบสมรรถนะ ปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริง
- 1.3.4 ศึกษาวิธีการผลิตและหาสภาวะอบแห้งสมุนไพรชาชู่ที่เหมาะสม
- 1.3.5 วิเคราะห์ผล สรุปผลการทดลอง
- 1.3.6 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง

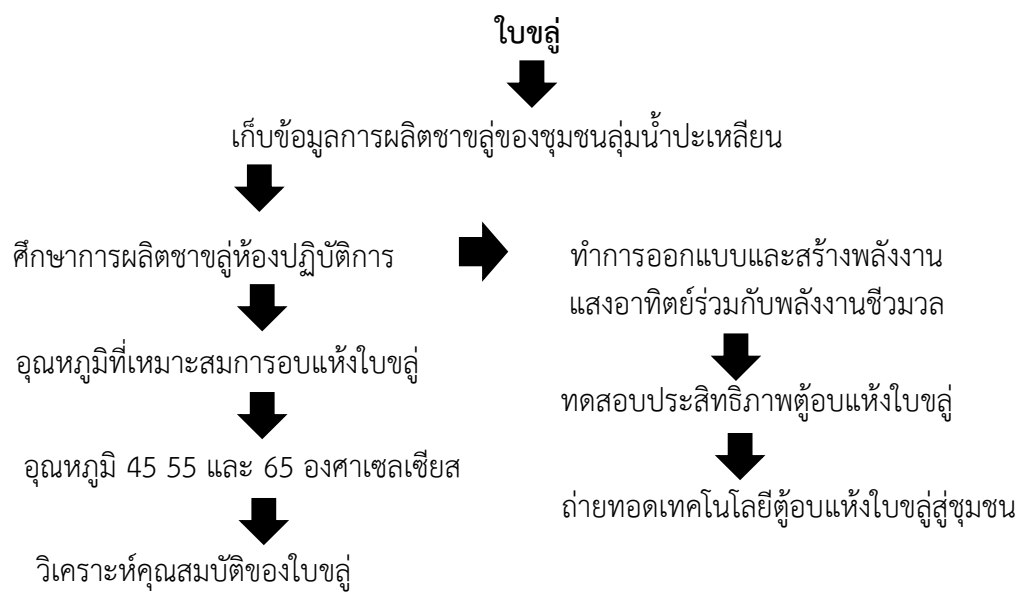
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การอบแห้งชาใบชู่ด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล ทำให้ผลิตภัณฑ์คงคุณค่าเดิม ประหยัดพลังงาน ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตพร้อมรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลในการอบแห้งชาใบชู่ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น ประหยัดเวลา ประหยัดพลังงานและคุณค่าของผลิตภัณฑ์ยังคงเดิมในการผลิตพร้อมรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน รวมถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบแห้งสำหรับสมุนไพรชาชู่โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลสู่กลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ หมู่ 3 ตำบลบ้านนา อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อให้เกิดการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนต่อไป

1.6 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลุ่มน้ำปะเหลียน

แม่น้ำปะเหลียน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัดในเขตจังหวัดพัทลุง และจังหวัดสตูล มีความยาวประมาณ 58 กิโลเมตร มีลำน้ำสำคัญ 7 สาย ได้แก่ คลองปะเหลียน คลองลาแคลง คลองลาปลอก คลองห้วยด้วน คลองลาพิกุล คลองโพรงจระเข้ (คลองไหญ่) และคลองลาฐาน แม่น้ำนี้ไหลผ่านท้องที่จังหวัดตรัง 4 อำเภอ คือ อำเภอย่านตาขาว อำเภอปะเหลียน อำเภอกันตัง และอำเภอหาดสำราญ แล้วไหลลงสู่ทะเลอันดามัน ที่ปากแม่น้ำปะเหลียน อำเภอปะเหลียน และอำเภอกันตัง ลุ่มน้ำปะเหลียน จัดเป็นระบบนิเวศ 3 น้ำ คือระบบนิเวศน้ำจืด ระบบนิเวศน้ำกร่อย และระบบนิเวศน้ำเค็ม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียนที่เป็นหัวใจสำคัญของชุมชน คือ พื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง ตำบลทุ่งกระปือ และตำบลทุ่งค่าย อำเภอย่านตาขาว และตำบลบ้านนา อำเภอปะเหลียน ซึ่งเกิดจากการไหลมารวมกันของคลองต่างๆ ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวกลายเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะผืนป่าชายเลนในพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน กว่า 20,000 ไร่ ป่าจากกว่า 5,000 ไร่ กลายเป็นพื้นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำวัยอ่อนและพันธุ์สัตว์เฉพาะถิ่น สร้างอาชีพให้กับชุมชนบริเวณลุ่มน้ำปะเหลียนมากกว่า 2,000 ครัวเรือนที่ได้พึ่งพาทรัพยากรบริเวณลุ่มน้ำปะเหลียน ดังภาพที่ 2.1 (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2560)



ภาพที่ 2.1 แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน
ที่มา: (ok nation, 2553)

2.2 ขลุ่ (*Pluchea indica* Less.)

พืชพรรณบริเวณที่มีพื้นที่ดินเค็มหรือบริเวณป่าชายเลน พบได้ทั่วไปในภาคตะวันออกซึ่งเป็นแหล่งของสมุนไพรที่น่าสนใจหลายชนิด เช่น โกกนาง แสมดา แสมขาว จิก จาก ข้าเลือด และขลุ่ เป็นต้น พืชสมุนไพรได้ถูกนำมาใช้ในท้องถิ่นในการประกอบอาหาร และเป็นสมุนไพรเพื่อบำบัดอาการต่าง ๆ สำหรับขลุ่เป็นสมุนไพรที่นำมาใช้กันทั้งส่วนของรากใบ ลำต้น ดอกและผล มีสรรพคุณคือลดอาการปวดเมื่อย แผลอักเสบ รักษาอาการบิด ช่วยขับเหงื่อ และบรรเทาโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดิน

ปัสสาวะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้นำเอาใบมาใช้แทนใบชาเพื่อช่วยลดน้ำหนัก (ส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3, 2551) จากสรรพคุณดังกล่าวจะเห็นได้ว่าใบขลุ้มีความน่าสนใจในการนำมาประยุกต์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ดังภาพที่ 2.2

ขลุ้เป็นพืชที่พบทั่วไปในเขตร้อน เช่น ประเทศอินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย ไทย เป็นต้น มีชื่อสามัญว่า Indian Fleabane และมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Pluchea indica* Less. จัดอยู่ในวงศ์ COMPOSITAE จัดเป็นไม้พุ่ม มีความสูงประมาณ 0.5 - 2 เมตร ลักษณะยอดและใบอ่อนมีขนอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป ใบมีกลิ่นเล็กน้อย ลักษณะใบรูปไข่หัวกลับ ขอบใบหยัก มีขนาดกว้างประมาณ 1 - 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2 - 9 เซนติเมตร ลักษณะดอกเป็นช่อที่ประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย สีขาวอมม่วงขนาดเล็ก ขลุ้เป็นพืชที่ชอบขึ้นตามธารน้ำโดยเฉพาะบริเวณที่มีน้ำเค็มขึ้นถึงและบริเวณป่าชายเลน สำหรับการเรียกชื่อพื้นเมืองอื่นๆ ในประเทศไทย เช่น คลู ขลุ (ภาคใต้) ขี้ป่าน (แม่ฮ่องสอน) หนวดจั่ว หนวดจั่ว หนวดจั่ว หนวดจั่ว (อุดรธานี) (อุดมการณ์ อินทุไส และปาริชาติ ทะนานแก้ว, 2549)



ภาพที่ 2.2 ต้นขลุ้ (*Pluchea indica* Less.)

2.3 สรรพคุณและการนำไปใช้ประโยชน์

ต้นขลุ้มีสรรพคุณช่วยรักษาอาการขัดเบา ปัสสาวะพิการ ขับปัสสาวะ รักษาโรคเบาหวาน ริดสีดวงทวาร ริดสีดวงจมูก รักษาโรคที่ต่อมน้ำเหลือง ใบมีสรรพคุณช่วยลดน้ำหนัก แก้ปวดเมื่อย บำรุงประสาท เป็นยาขับมดลูก รักษาโรคบิด รักษาโรคบิด ท้องร่วง ระงับกลิ่นปาก กลิ่นตัว รากและใบเป็นยาฟาดสมาน รักษาไข้ ขับเหงื่อ แก้แผลอักเสบ ใบและต้นอ่อนรักษาประดงเกี่ยวกับเลือดลม ใช้รักษาอาการปวดในโรคไขข้ออักเสบ บรรเทาอาการปวดแหว รักษาโรคผิวหนังจากพวกหิด กลากเกลื้อน ขี้เรื้อน (สุภะกริมย์ พิมพ์ลักษณ์, 2551) ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นได้มีขลุ้ทั้ง 5 ส่วน คือ ใบ ราก ลำต้น ดอก และผลมาใช้เป็นสมุนไพรมีสรรพคุณทางยาในการขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะพิการ และลดอาการบวม (ส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3, 2551; Sharma and Goyal, 2011) นอกจากนี้ได้มีการนำใบขลุ้ใช้ต้มน้ำดื่มแทนชาเพื่อลดน้ำหนักอีกด้วย

ในการใช้ประโยชน์จากต้นขลุ้ เพื่อเป็นพืชสมุนไพรมีกันแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย เช่น อินเดีย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เป็นต้น โดยการรับประทานหน่อขลุ้สดดิบ รับประทานเป็นผักสด การรับประทานใบขลุ้เพื่อลดไข้ ลดอาการท้องร่วง ใช้ใบขลุ้บดมาบดเป็นยาพอก เพื่อบรรเทาอาการปวดของแผลพุพอง ลดอาการอักเสบ (Mohd Nazri, et.al., 2011, Sharma and Goyal, 2011)

การศึกษาของ Andarwulan, et.al. (2010) ได้ตรวจสอบปริมาณฟลาโวนอยด์จากผักในประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ใบโหระพาซึ่งถูกใช้ในการลดไข้ ลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดท้อง มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์คิดเป็น 6.39 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยเป็นสาร Quercetin ประมาณ 81 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นสาร Myricetin และ Kaempferol ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 สมุนไพรชาลู่ของชุมชน

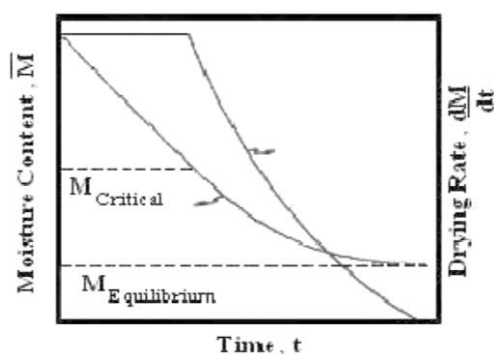
2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับสมุนไพรชาลู่

Andarwulan, et.al. (2010) รายงานศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผักที่นิยมบริโภคในประเทศอินโดนีเซีย พบว่าตัวอย่างสารสกัดจากใบโหระพาให้ฤทธิ์ในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงสุดเมื่อเทียบกับผักตัวอย่างและให้ผลของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 0.831 ± 0.129 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยตรวจสอบวิธี DPPH มีค่าเท่ากับ 96.40 ± 15.20 ไมโครโมลโทรลออกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง ฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยการตรวจสอบด้วยวิธี ABTS มีค่าเท่ากับ 3.75 ± 0.16 ไมโครโมลโทรลออกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง และฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยวิธี Ferric Reducing มีค่าเท่ากับ 81.10 ± 0.60 ไมโครโมลโทรลออกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง

Cho, et.al. (2012) ทำการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งของสารสกัดหยาบชาลู่ โดยสกัดใบและรากชาลู่ด้วยการนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 70 - 80 องศาเซลเซียส แล้วทำให้ส่วนสกัดน้ำแห้งด้วยวิธีระเหิดเป็นไอ (Freeze Dry) นำไปทดสอบกับเซลล์มะเร็งสมอง (GBM8401 Cells) และเซลล์มะเร็งปากมดลูก (Hela Cells) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อผ่านไป 48 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดหยาบจากใบและรากชาลู่สามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์และการกระจายตัวของเซลล์มะเร็งทั้งสองชนิดได้ร้อยละ 75 และร้อยละ 70 ตามลำดับ โดยสารสกัดหยาบของรากชาลู่ที่ระดับความเข้มข้น 10 - 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งสมองและที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งปากมดลูกในงานเพาะเลี้ยงเซลล์ มีผลให้จำนวนเซลล์มะเร็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า Phosphorylated-p53 และ p21 ถูกเหนี่ยวนำขึ้นในเซลล์มะเร็งทั้งสองชนิด

2.5 เทคโนโลยีการอบแห้ง

การอบแห้งวัสดุโดยทั่วไปจะใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ความร้อนส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำออกจากผิววัสดุ ถ้าผิววัสดุมีปริมาณน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก อุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวก็จะคงที่ ซึ่งส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและอัตราการอบแห้งคงที่ และถ้าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมของอากาศมีค่าคงที่ เมื่อผิวของวัสดุมีปริมาณน้ำลดลง อุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิววัสดุเปลี่ยนแปลงไป โดยที่อุณหภูมิที่ผิวจะสูงขึ้นและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวจะลดลง ซึ่งส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและอัตราการอบแห้งลดลง ดังภาพที่ 2.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นและอัตราการอบแห้งเทียบกับเวลาภายใต้อุณหภูมิ ความชื้นและความเร็วของอากาศคงที่ ความชื้นที่อยู่ระหว่างช่วงอัตราการอบแห้งคงที่และช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเรียกว่า “ความชื้นวิกฤต” (สมชาติ โสภณธนฤทธิ์, 2540)



ภาพที่ 2.4 การอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่และลดลง

ที่มา: สมชาติ, 2540

2.5.1 ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant Drying – Rate Period)

การอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลระหว่างวัสดุกับอากาศจะเกิดขึ้นเฉพาะที่รอบๆ ผิววัสดุเท่านั้น และน้ำจะเกาะอยู่ที่ผิวของวัสดุเป็นจำนวนมาก ในการอบแห้งซึ่งจะเกิดขึ้นที่บริเวณผิวของวัสดุก่อน ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการอบแห้งคือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เมื่อเพิ่มความเร็วลมที่ไหลผ่านวัสดุจะทำให้ฟิล์มของอากาศที่มีความหนาลดลง เป็นผลให้ความต้านทานต่อการไหลของความร้อนและมวลลดลงด้วย เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศอบแห้ง จะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างที่ผิววัสดุและของกระแสอากาศที่ไหลอิสระมีมากขึ้น เป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนและมวลดีขึ้น เมื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้ง จะเป็นผลให้ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นอิ่มตัวที่ผิววัสดุและอัตราส่วนความชื้นของกระแสอากาศที่ไหลอิสระมีมากขึ้นทำให้เกิดการถ่ายเทมวลดีขึ้น การถ่ายเทมวลเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวของกระเปาะเปียกและที่อากาศรอบนอก (สมชาติ โสภณธนฤทธิ์, 2540)

2.5.2 ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Drying – Rate Period)

เมื่อปริมาณความชื้นของวัสดุมีค่าต่ำกว่าความชื้นวิกฤต การถ่ายเทความร้อนและมวลไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของวัสดุเท่านั้น แต่จะเกิดภายในผิวและเนื้อวัสดุด้วยการเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุมายังผิวช้ากว่าการพาความชื้นจากผิวไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง อัตราการ

ระเหยนํ้าจะถูกควบคุมโดยการต้านทานของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของนํ้าในวัสดุ ในขณะที่อุณหภูมิของวัสดุมีค่าสูงขึ้นและสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งช่วงนี้คือ อุณหภูมิของอากาศอบแห้ง และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นและอัตราการอบแห้งเทียบกับเวลาภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งคงที่ (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็ว) ความชื้นในวัสดุเป็นตัวบอกปริมาณของนํ้าที่มีอยู่ในวัสดุ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุขึ้นหรือแห้ง ซึ่งแสดงได้ 2 แบบ คือ (ฤทธิ์ไกร งามชุ่ม, 2547)

ความชื้นมาตรฐานเปียก

$$M_w = [(w-d)/w]$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = [(w-d)/d]$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (%wb)

M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%db)

W คือ มวลของวัสดุเปียก (kg)

D คือ มวลของวัสดุแห้ง (kg)

ความชื้นแบบมาตรฐานแห้งนิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎีเพราะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น เนื่องจากมวลแห้งของวัสดุมีค่าเกือบจะคงที่ในระหว่างการอบแห้ง

2.6 ประเภทของเครื่องอบแห้ง (สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2540)

การแบ่งประเภทของเครื่องอบแห้งตามลักษณะการให้ความร้อนสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

2.6.1 การใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายไอนํ้าออกจากวัสดุเป็นวิธีการอบแห้งแบบอากาศพาความร้อนเครื่องอบแห้งส่วนมากจะใช้วิธีนี้เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงใช้งานง่ายและค่าใช้จ่ายไม่สูงเกินไป

2.6.2 การกระจายวัสดุออกเป็นชั้นบางบนพื้นผิวที่ให้ความร้อนเป็นวิธีการอบแห้งแบบการนำความร้อนไอนํ้าจะกระจายตัวสู่บรรยากาศแวดล้อมได้ดีวัสดุจะแห้งในระยะเวลาสั้นแต่การสัมผัสความร้อนโดยตรงอาจทำให้วัสดุเกิดความเสียหายได้

2.6.3 การให้ความร้อนบริเวณรอบๆห้องอบแห้งโดยวัสดุไม่สัมผัสกับแหล่งความร้อนเป็นวิธีการอบแห้งแบบการแผ่รังสีบางครั้งอาจใช้ระบบดูดไอนํ้าออกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพหรือใช้สุญญากาศลดความดันเพื่อประหยัดพลังงานความร้อนได้

2.6.4 การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิเมื่อนํ้าในวัสดุเปลี่ยนเป็นของแข็งที่ระดับต่ำกว่าจุดรวมสามสถานะแล้วให้พลังงานความร้อนหรือลดความดันจนกระทั่งเกิดการระเหยนํ้าเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นไอโดยตรงเรียกว่าการอบแห้งแบบเยือกแข็งวิธีนี้จะช่วยรักษาคุณภาพและการคืนตัวของวัสดุได้ดีมากแต่ค่าใช้จ่ายจะสูงตามไปด้วย

2.6.5 การใช้ความดันออสโมซิสลดปริมาณนํ้าภายในวัสดุโดยการแช่วัสดุลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่านํ้าจะซึมผ่านผนังเมมเบรนออกมาจนความเข้มข้นของสารละลายเจือจางลงจนกระทั่งทั้งสองด้านเท่ากัน

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง (สมชาติ โสภณธนฤทธิ์, 2540)

การอบแห้งเป็นการเคลื่อนย้ายน้ำออกจากวัสดุ ปัจจัยใด ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายนี้จึงมีผลต่ออัตราการอบแห้ง ได้แก่

2.7.1 ธรรมชาติของวัสดุวัสดุเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบ ซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นวัสดุเนื้อโปร่งจึงแห้งเร็วกว่าวัสดุที่มีเนื้อแน่น วัสดุที่มีน้ำตาลสูงจะมีความเหนียวกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า ส่วนวัสดุที่มีการลวก นวด คลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งเร็วได้เร็วกว่า

2.7.2 ขนาดและรูปร่าง มีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งเร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่เคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ เช่น ถ้าชิ้นเล็กมากทั่วมุมกัน การระเหยเกิดได้เฉพาะพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศ การระเหยจึงเกิดได้ช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก

2.7.3 ตำแหน่งของอาหารในเตา น้ำในวัสดุที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่า หรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

2.7.4 ปริมาณอาหารต่อถาด ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไปอาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้วแต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

2.7.5 ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากแล้วจะรับไอน้ำได้น้อยมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่

2.7.6 อุณหภูมิของอากาศร้อนถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่ออัตราการทำแห้งคงที่และอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้นจึงมีผลต่อช่วงการทำแห้งลดลงด้วย

2.7.7 ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 m/s นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนในเตา อากาศจึงสัมผัสอากาศได้ดีขึ้น

2.8 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้ง

สุธิดา กิจजारเสถียร (2553) เตรียมใบชะพลูผงแห้งเพื่อนำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง โดยหาสภาวะในการอบแห้งที่เหมาะสมของใบชะพลู อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งใบชะพลู คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงเท่ากัน จากการทดลองพบว่า การใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 3 ชั่วโมงมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.95 ซึ่งเกินจากที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 8 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชะพลูแห้ง (มผช.1204/2549) และมีปริมาณน้ำอิสระ 0.54 ใบชะพลูที่อบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นสีเขียวอ่อน ในขณะที่ใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมงทำให้ใบชะพลูอบแห้งที่ได้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 6.54 และปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ย 0.36 และพบว่าใบชะพลูมีลักษณะสีเขียวเข้ม ส่วนการใช้อุณหภูมิตอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมงมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 4.59 และปริมาณน้ำ

อิสระเฉลี่ย 0.29 และพบว่าใบชะพลูมีสีคล้ำและกลิ่นไหม้ อาจเนื่องมาจากอาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดสีน้ำตาล และส่งผลให้ความชื้นลดลง

Fuentes-Alventosa, et al. (2009) ศึกษาการทำแห้งเศษหน่อไม้ฝรั่งด้วยวิธีการทำแห้งที่ต่างกัน คือการทำแห้งด้วยลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง และการทำแห้งแบบ Freeze Drying พบว่า วิธีการทำแห้งไม่มีผลต่อปริมาณใยอาหารทั้งหมด และความสามารถในการอุ้มน้ำ แต่การทำแห้งแบบแช่แข็งระเหิด ทำให้ได้ใยอาหารที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำมันและดัชนีชะลอการดูดซึมน้ำตาลมากกว่าการทำแห้งด้วยลมร้อน เนื่องจาก การทำแห้งแบบแช่แข็งระเหิด ทำให้โครงสร้างของใยอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการทำแห้งแบบลมร้อน และยังทำให้โครงสร้างมีความเป็นรูพรุนมาก ด้วยความเป็นรูพรุนของโครงสร้างใยอาหาร จึงเอื้อต่อการขัดขวางการแพร่ของกลูโคสได้ โดยใยอาหารจะทำหน้าที่กักเก็บกลูโคสไว้ อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มว่าสามารถนำเศษหน่อไม้ฝรั่งจากการแปรรูปในอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตเป็นผงแห้งใช้เป็นส่วนผสมอาหารได้

Suriyaphan, (2014) ที่ทำการทดสอบหาปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS, FRAP และ Lipid Peroxidation ของสารสกัดใบขลุ่ยที่สกัดด้วยน้ำ พบว่า สารสกัดใบขลุ่ยมีปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมเท่ากับ 0.831 ± 0.129 mg GAE/g fw และ 6.39 ± 0.27 mg/g fw ตามลำดับ และผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดใบขลุ่ยมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีที่ความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 96.4 ± 15.2 μ mole TE/g fw ตามมาด้วยวิธี ABTS ที่สารสกัดมีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีที่ความเข้มข้นเท่ากับ 3.75 ± 0.16 μ mole TE/g fw ส่วนฤทธิ์กำจัด Fe^{2+} พบว่าสามารถกำจัดอนุมูลได้ดีที่ความเข้มข้นเท่ากับ 81.1 ± 0.6 μ mole TE/g fw สำหรับฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี Lipid Peroxidation นั้น พบว่าสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระไปได้ดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งได้ $98.5 \pm 0.4\%$

2.9 เทคโนโลยีตู้อบแห้ง

การทำให้แห้ง คือการเอาความชื้นที่อยู่ในรูปของน้ำที่อยู่ในวัสดุออก โดยทั่วไปเราสามารถทำให้วัสดุแห้ง โดยใช้เวลานานหรือน้อยขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการทำให้วัสดุหรือผลผลิตแห้ง จึงต้องใช้เทคโนโลยีการอบแห้งเป็นตัวช่วยในการประหยัดเวลาและป้องกันการปนเปื้อนต่างๆ การทำแห้งมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป เช่น การใช้ลมร้อนเป็นวิธีในการทำแห้งโดยทั่วไป ทำได้โดยตากแดด หรือใช้เครื่องทำแห้งลมร้อนแบบต่างๆ ได้แก่ เครื่องอบแบบถาด แบบอุโมงค์คู่ อบอุ่นร้อน เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย หรือใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล, 2555)

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการอบแห้งผลผลิตโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อระเหยน้ำจากผลผลิตซึ่งจะอาศัยการพาความร้อน โดยทั่วไปเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์จะแบ่งออกเป็น 3 ระบบ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2560) ได้แก่

2.9.1 ตู้อบแห้งระบบ Passive คือ ระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน ได้แก่ ก) เครื่องตากแห้งโดยธรรมชาติ เป็นการวางวัสดุไว้ที่กลางแจ้ง อาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์และกระแสลมในบรรยากาศในการระเหยความชื้นออกจากวัสดุ ข) ตู้อบแห้งแบบได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้ออบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศขึ้น จากภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ระบบการอบแห้งแบบ Passive

2.9.2 การอบแห้งระบบ Active คือ ระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น จะมีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อรับความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ อากาศร้อนที่ไหลผ่านพัดลมและห้องอบแห้งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของพืชผล จึงพาความชื้นจากพืชผลออกสู่ภายนอกทำให้พืชผลที่อบไว้แห้งได้ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ระบบการอบแห้งแบบ Active

2.9.3 การอบแห้งระบบ Hybrid คือระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยในเวลาที่มิแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอหรือต้องการให้ผลิตผล

ทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น เช่น ใช้ร่วมกับพลังงานเชื้อเพลิงจากชีวมวล พลังงานไฟฟ้า วัสดุอบแห้งจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ผ่านเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ และการหมุนเวียนของอากาศจะอาศัยพัดลมหรือเครื่องดูดอากาศช่วย ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ระบบการอบแห้งแบบ Hybrid

2.10 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีตู้อบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เสรีฐ เชียนนอก (2551) ได้พัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการถนอมอาหารโดยใช้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หลักการทำงานของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิภายนอกตู้อบประมาณ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบที่พื้นที่สว่างประมาณ 76 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิบนตะแกรงอบแห้งประมาณ 66 องศาเซลเซียส สำหรับผลการทดลองอบแห้งเนื้อหมูที่มีความหนาไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร จะใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที และการอบแห้งปลาจะใช้เวลาประมาณ 2.38 ชั่วโมง

นันทพงศ์ สิงห์ศร (2557) ศึกษาการออกแบบและสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากแผ่นโพลีคาร์บอเนต เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการอบเนื้อหมูด้วยพลังงานจากแสงอาทิตย์ตู้อบแสงอาทิตย์ โดยออกแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยขนาดความจุ 60 x 120 x 220 เซนติเมตร ตู้อบแสงอาทิตย์ถูกทำขึ้นจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตใสเพื่อเก็บความร้อน ด้านบนของตู้อบแสงอาทิตย์ถูกออกแบบเป็น รูปทรงพาราโบลาเพื่อใช้รับแสงจากดวงอาทิตย์ ผลจากการทดลองพบว่า เนื้อหมูจำนวน 1 กิโลกรัม ทำให้แห้งได้ภายในเวลา 1 วัน โดยใช้เวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยใน 1 วัน ภายในตู้อบแสงอาทิตย์ เท่ากับ 48.04 องศาเซลเซียส ซึ่งมากกว่าภายนอกตู้อบแสงอาทิตย์มีค่า 37.02 องศาเซลเซียส ความชื้นของเนื้อหมูภายในตู้อบแสงอาทิตย์เท่ากับร้อยละ 65.02 ซึ่งน้อยกว่าภายนอกตู้อบแสงอาทิตย์ที่มีค่า 69.43 โดยมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธีรเดช ใหญ่บึก และคณะ (2553) ศึกษาการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า เพื่อต้องการพัฒนากระบวนการผลิตปลาแห้งอนามัยภายใต้สภาพภูมิอากาศทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยออกแบบเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานหลักและพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสริม ประกอบด้วยตู้อบชนิดโปร่งแสง แผงรับรังสีอาทิตย์มีขนาด 4.08 ตารางเมตร ขดลวดไฟฟ้าสำหรับทำความร้อนขนาด 800 วัตต์ จำนวน 2 ชุด มีความจุของปลาที่ใส่อบได้ 50

กิโลกรัม จากการทดลองอบแห้งปลา 2 ชนิด คือ ปลาช่อนและปลาดุกโดยให้อุณหภูมิในห้องอบแห้ง 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าการอบแห้งปลาช่อนแบบใช้พลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ในการอบแห้งน้อยสุดเท่ากับ 43.57 MJ/kg H₂O และมีประสิทธิภาพในการอบแห้งร้อยละ 5.54 ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมง ส่วนการอบแห้งปลาดุกด้วยพลังงานความร้อนร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งน้อยที่สุดคือเท่ากับ 80.02 MJ/kg H₂O และมีประสิทธิภาพในการอบแห้งร้อยละ 2.98 และใช้ระยะเวลาการอบแห้ง 8 ชั่วโมง

ถิรายุ เจริญทัศน์ และคณะ (2558) ศึกษาประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเซลล์สุริยะ และศึกษาการกระจายความร้อนภายในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการประดิษฐ์ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์โดยการเทียบสัดส่วนจากตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของกระทรวงพลังงานและทำการติดตั้งโซล่าเซลล์ เพื่อเก็บประจุไฟฟ้ามาใช้เมื่อพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ไม่เพียงพอ โดยดำเนินการวิจัยโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 120x80x45 เซนติเมตร ซึ่งติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ขนาด 60 วัตต์ จำนวน 3 แผง ให้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครื่องชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ แล้วแปลงไฟฟ้าที่ได้ด้วยเครื่องอินเวอร์เตอร์จาก DC 12 โวลต์ เป็น AC 220 โวลต์ ให้พลังงานไฟฟ้าแก่ หลอดไฟขนาด 25 วัตต์ จำนวน 6 หลอด (รวมเป็น 150 วัตต์) เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนเมื่อพลังงานแสงอาทิตย์หมดลง โดยทำการเก็บอุณหภูมิทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00-22.00 น. โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกที่ใช้ พลังงานจากแสงอาทิตย์ 08.00-17.00 น. ช่วงที่สองพลังงานความร้อนที่ได้จากการเก็บประจุไฟฟ้าในแบตเตอรี่จากโซล่าเซลล์ 17.00-22.00 น. พบว่า ในช่วงที่แรกมีอุณหภูมิ 22-52 องศาเซลเซียส ช่วงที่สองมีอุณหภูมิ 24-41 องศาเซลเซียส และสามารถอบที่อุณหภูมิ 22-52 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลกระบวนการการผลิตชาของกลุ่มน้ำปะเหลียน

3.1.1 ลงพื้นที่รวบรวมข้อมูลกระบวนการการผลิตชาของกลุ่มน้ำปะเหลียน จากการใช้ภูมิปัญญาของชุมชน ได้แก่ ชุมชนหมู่ที่ 3 บ้านหินคอกควาย ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง ได้แก่ วิธีการที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต และปริมาณที่ผลิตได้ในแต่ละวัน และลักษณะของใบชาที่เหมาะสมควรต่อการนำไปผลิตเป็นชาชง พร้อมเก็บตัวอย่างใบชาสด และใบชาแห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตโดยชุมชน เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ต่อไป

3.1.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ของใบชาที่ได้จากการผลิตจากชุมชน ดังต่อไปนี้

- ปริมาณความชื้น ตามวิธีการของ (AOAC, 1995)
- ค่าสี L^* a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids) โดยการใช้ Hand

refractometer

- ปริมาณค่า a_w โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, a_w)

3.1.3 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ของใบชาสด และแห้งที่ได้จากการผลิตจากชุมชน ดังต่อไปนี้

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter
- การตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Marina, et al. 2009)
- การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Marinova, et al. 2005)
- การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ปริญนันท์ บัวสด, 2549)

4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพ ของใบชาสด และแห้งที่ได้จากการผลิตจากชุมชน ดังต่อไปนี้

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ตามวิธีการของ (AOAC, 1995)

3.2 การจัดทำเทคโนโลยีตู้อบสมุนไพรชาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล

นำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากตอนที่ 3.1 มาออกแบบออกแบบเทคโนโลยีตู้อบสมุนไพรชาที่เหมาะสมต่อบริบทของชุมชน

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบสมุนไพรชาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล

ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของตู้อบสมุนไพรชาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล โดยทำการอบใบชาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ และนำตัวอย่างที่ได้จากการอบไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองในตอน 3.1 ต่อไป

3.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยสู่ชุมชน

ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยสู่ชุมชนได้แก่ กลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ ม.3 ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง เพื่อดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน พร้อมกับพัฒนาเทคนิคในการดำเนินการผลิต โดยทำการสำรวจความพึงพอใจต่อเทคโนโลยี และติดตามประเมินผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนต่อไป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษากระบวนการการผลิตชาลู่ของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน

การสำรวจพื้นที่รวบรวมข้อมูลกระบวนการการผลิตชาลู่ จากภูมิปัญญาของชุมชน ได้แก่ ชุมชนหมู่ที่ 3 บ้านหินคอกควาย ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง ได้แก่ วิธีการที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต และปริมาณที่ผลิตได้ในแต่ละวัน และลักษณะของใบลู่ที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตเป็นชาลู่ พร้อมเก็บตัวอย่างใบลู่สด และใบลู่แห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตโดยชุมชน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาต่อไป ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การศึกษากระบวนการการผลิตชาลู่ของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน บ้านหินคอกควาย จ.ตรัง

4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบเบื้องต้นของใบลู่

จากผลการศึกษาองค์ประกอบเบื้องต้นของใบลู่สดในชุมชนหมู่ที่ 3 บ้านหินคอกควาย ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของใบลู่ แสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ใบลู่มีความชื้นร้อยละ 83.21 ± 0.27 และ ค่าสี L (ค่าความสว่าง) $a^* b^*$ เท่ากับ 52.95 ± 0.54 -3.50 ± 0.40 34.29 ± 1.06 ตามลำดับ ลักษณะของใบลู่จะเป็นสีเขียวเข้ม ซึ่งแสดงจะค่า a^* จะมีค่าติดลบ

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของไบโกลูสตัด

องค์ประกอบเบื้องต้นของไบโกลู	ปริมาณที่ได้
ความชื้น (ร้อยละ)	83.21±0.27
L (ความสว่าง)	52.95±0.54
a*	-3.50±0.40
b*	34.29±1.06

4.3 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งไบโกลูด้วยตู้อบลมร้อนของห้องปฏิบัติการ

4.3.1 ผลการศึกษาของความชื้นของไบโกลู

การศึกษารอบแห้งของไบโกลูสดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิที่ใช้ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียส ที่เวลา 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง พบว่าความชื้นเริ่มต้นมีค่าร้อยละ 83.21±0.27 และความชื้นจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป จากนั้นความชื้นจะค่อยๆ คงที่เมื่อเวลาผ่านไป 6-7 ชั่วโมง โดยอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6 และ 7 ชั่วโมง จะมีความชื้นเหลืออยู่ในช่วงร้อยละ 11.95±0.54 และ 10.95±0.54 ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส ความชื้นที่เหลืออยู่ในช่วงร้อยละ 11.28±0.40 และ 10.16±1.27 ตามลำดับ และอุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส ความชื้นที่เหลืออยู่ในช่วงร้อยละ 10.62±1.46 และ 9.40±1.24 ตามลำดับ เมื่อเวลาและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นความชื้นในไบโกลูจะลดลง จากตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของความชื้นในการอบแห้งไบโกลูด้วยตู้อบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	45	55	65
เริ่มต้น	83.21±0.27	83.21±0.27	83.21±0.27
1	81.83±3.98	81.16±1.04	74.52±3.56
2	74.23±1.73	71.59±1.63	71.94±1.95
3	58.61±4.02	68.05±0.30	68.45±1.52
4	42.49±1.80	34.03±2.45	29.49±0.86
5	34.65±0.08	24.41±4.79	21.00±4.12
6	11.95±0.54	11.28±0.40	10.62±1.46
7	10.95±0.54	10.16±1.27	9.40±1.24

4.3.2 ผลการศึกษาลักษณะค่าสีของไบโกลู

ผลการศึกษาสีไบโกลูอบแห้ง พบว่า ไบโกลูอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน จะมีลักษณะค่าสี L (ค่าความสว่าง) a* b* ที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.3 โดยไบโกลูอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลักษณะจะมีค่าสี L (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 52.95±0.54 และเมื่อเวลาผ่านไป 7

ชั่วโมงจะมีค่าสี L ลดลงเหลือ 48.87 ± 1.58 สำหรับค่า a^* เท่ากับ -3.33 ± 0.49 เพิ่มขึ้นเป็น -1.50 ± 0.30 และค่า b^* เท่ากับ 34.29 ± 1.06 ลดลงเหลือ 28.04 ± 6.49 เมื่อเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง ส่วนใบช่อบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ลักษณะจะมีค่าสี L เท่ากับ 52.95 ± 0.54 ลดลงเหลือ 35.33 ± 1.75 เมื่อเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง ส่วนค่า a^* เท่ากับ -3.33 ± 0.49 เพิ่มขึ้นเป็น 5.37 ± 0.40 และค่า b^* เท่ากับ 34.29 ± 1.06 ลดลงเหลือ 16.23 ± 0.93 และใบช่อบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ลักษณะจะมีค่าสี L เท่ากับ 52.95 ± 0.54 ลดลงเหลือ 34.33 ± 0.38 เมื่อเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง ส่วนค่า a^* เท่ากับ -3.33 ± 0.49 เพิ่มขึ้นเป็น 8.23 ± 0.35 และค่า b^* เท่ากับ 34.29 ± 1.06 ลดลงเหลือ 15.44 ± 0.26

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งใบช่อบแห้งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของใบช่อบแห้งให้สีคล้ำมากขึ้น ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่าสี L ที่ลดลง และค่า a^* และ b^* ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ลักษณะของใบช่อบแห้งที่ผ่านการอบนั้นมีสีคล้ำขึ้นตามลำดับ (ลักษณะของใบช่อบแห้งที่ผ่านการอบโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 7 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 4.2)



(A)



(B)



(C)

ภาพที่ 4.2 ใบช่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ

(A) ใบช่อบแห้งอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

(B) ใบช่อบแห้งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

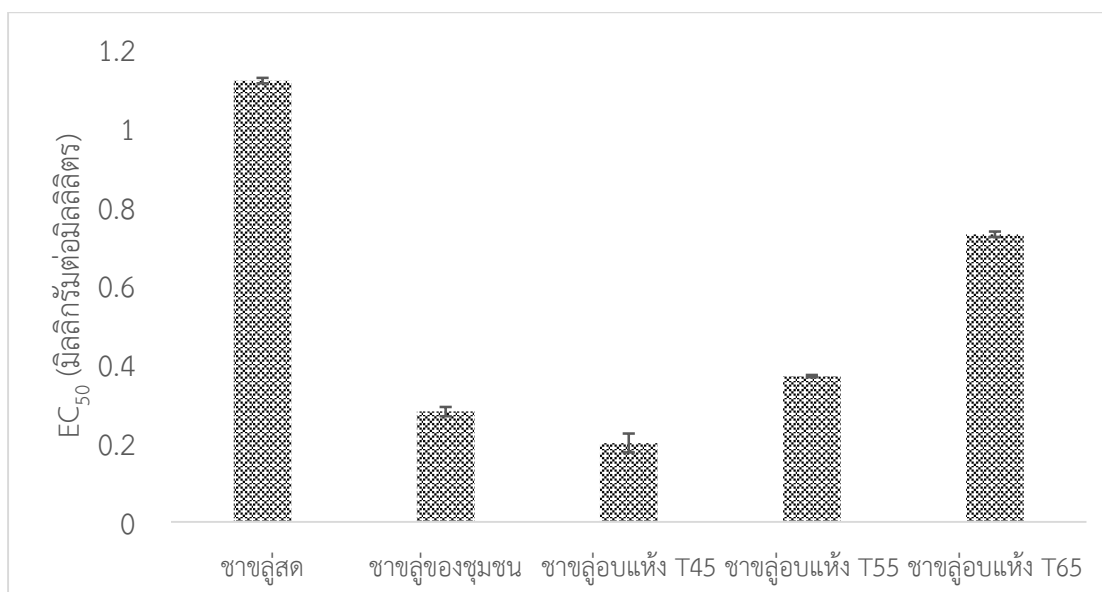
(C) ใบช่อบแห้งอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 ลักษณะค่าสีของใบขลุ่ยที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ

เวลา (ชม.)	45 องศาเซลเซียส			55 องศาเซลเซียส			65 องศาเซลเซียส		
	L	a*	b*	L	a*	b*	L	a*	b*
เริ่มต้น	52.95±0.54	-3.33±0.49	34.29±1.06	52.95±0.54	-3.33±0.49	34.29±1.06	52.95±0.54	-3.33±0.49	34.29±1.06
1	52.28±0.65	-3.06±0.10	33.77±2.36	41.70±1.41	-2.90±0.26	23.33±1.95	41.73±1.16	6.97±0.15	19.60±0.75
2	51.50±1.35	-2.67±0.65	32.67±1.46	40.53±0.91	-2.04±0.09	19.58±0.67	40.43±0.69	7.24±0.24	19.09±0.38
3	51.40±1.35	-2.53±0.58	31.29±1.17	37.57±0.97	3.00±1.00	18.23±2.71	37.53±0.75	7.43±0.32	18.80±0.56
4	50.16±1.44	-2.41±0.12	30.80±1.31	37.20±0.88	4.69±0.19	17.47±0.61	37.07±0.40	7.57±0.31	17.86±0.16
5	49.67±0.47	-1.87±0.21	30.23±0.87	37.00±1.61	5.23±0.42	17.03±0.68	36.4±2.65	8.07±0.40	16.80±0.26
6	49.03±1.34	-1.72±0.11	28.23±0.21	36.77±1.03	5.27±0.25	16.47±0.76	35.23±0.70	8.14±0.38	16.10±0.36
7	48.87±1.58	-1.50±0.30	28.04±6.49	35.33±1.75	5.37±0.40	16.23±0.93	34.33±0.38	8.23±0.35	15.44±0.26

4.3.3 ผลการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่ย

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่ยโดยการเปรียบเทียบค่า EC_{50} ของใบขลุ่ย ที่ผ่านวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใบขลุ่ยสด ใบขลุ่ยแห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน ใบขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3) พบว่า ชาขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง มีค่า EC_{50} ต่ำสุด เท่ากับ 0.20 ± 0.024 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด รองลงมาใบขลุ่ยของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.28 ± 0.012 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใบขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.37 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใบขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.73 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และใบขลุ่ยสด มีค่า EC_{50} สูงสุด เท่ากับ 1.12 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าใบขลุ่ยสดมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำที่สุด โดยค่า EC_{50} (effective concentration) หรือค่าความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระ แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในสารสกัดใบขลุ่ยที่ทำให้อนุมูล DPPH ลดลงพบว่า ถ้าค่า EC_{50} ต่ำๆ แสดงว่าสารสกัดนั้นสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดี



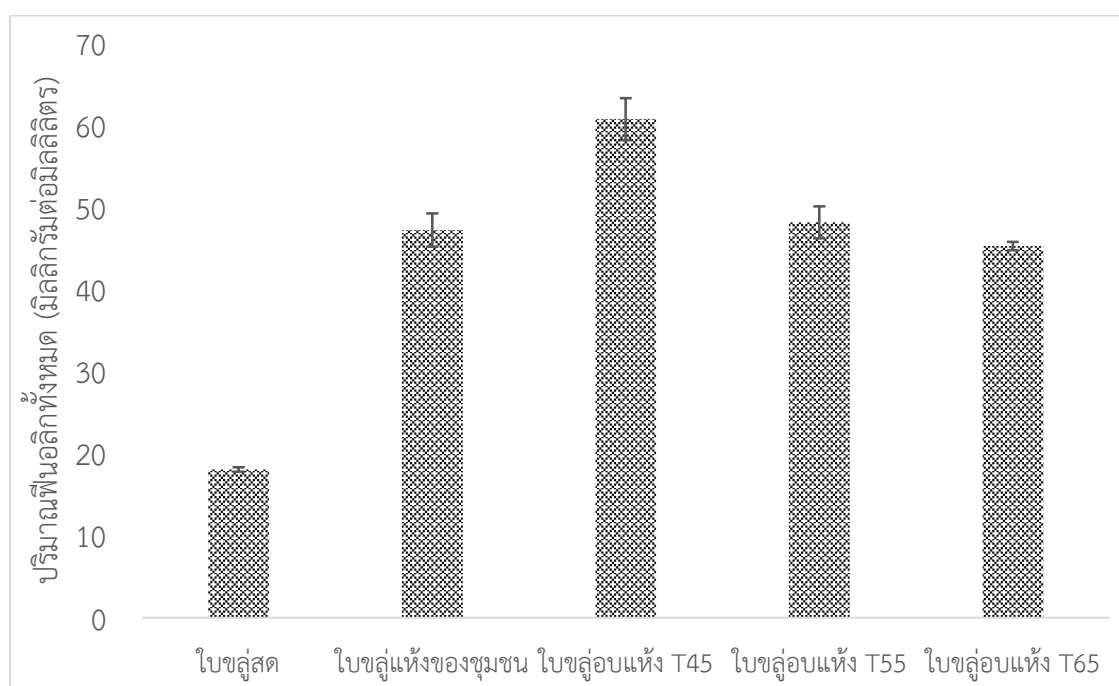
ภาพที่ 4.3 การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่ย

4.3.4 ผลของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของใบขลุ่ย ที่ผ่านวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใบขลุ่ยสด ใบขลุ่ยแห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน ใบขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3) พบว่าใบขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 60.73 ± 2.55 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง รองลงมาเป็นใบขลุ่ยอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ใบขลุ่ยแห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน และใบขลุ่ย

อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 48.14 ± 1.94 47.21 ± 2.03 และ 45.26 ± 0.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในการอบใบชูลู่จะมีผลอย่างยิ่งต่อปริมาณสารฟีนอลิกที่อยู่ในใบชูลู่ โดยเมื่ออุณหภูมิในการอบสูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสลายตัวของสารฟีนอลิกได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชันยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพสามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

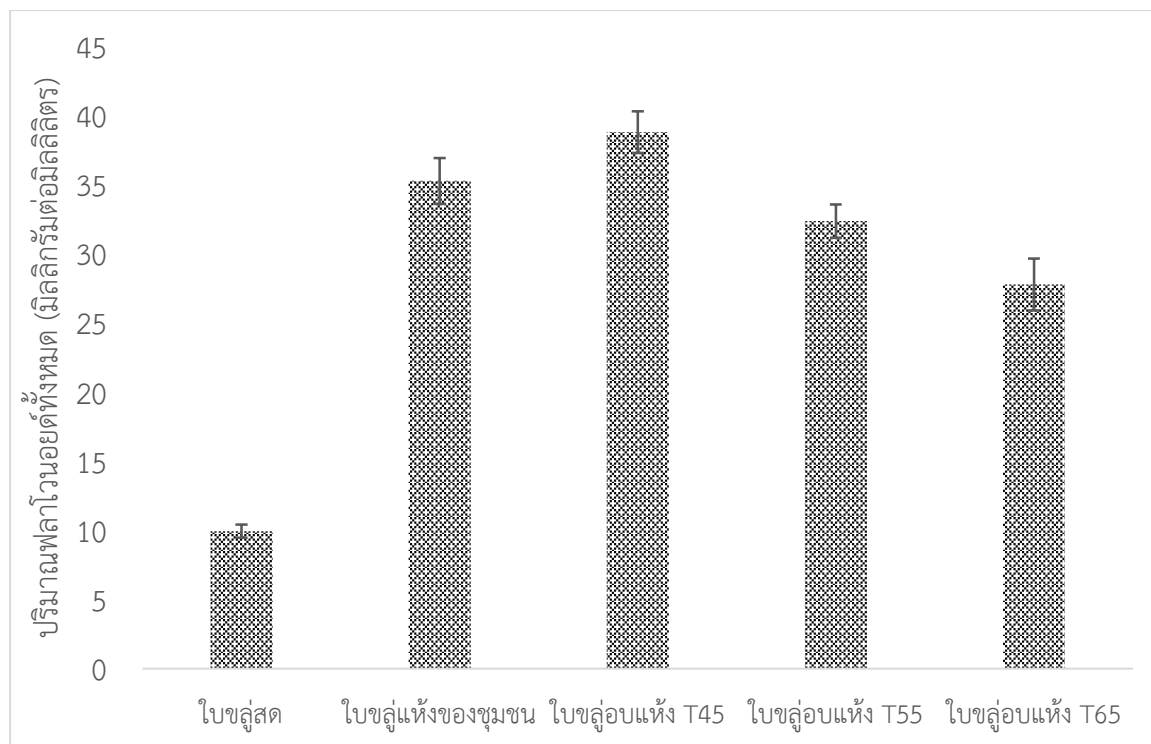


ภาพที่ 4.4 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของใบชูลู่

4.3.5 ผลของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากการตรวจสอบสารฟีนอลิกในกลุ่มสารประกอบฟลาโวนอยด์ของใบชูลู่ ที่ผ่านวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใบชูลู่สด ใบชูลู่แห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน ใบชูลู่อบแห้งที่อุณหภูมิ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียสที่เวลา 7 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.5 พบว่า ใบชูลู่ที่ให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุด คือ ใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (ปริมาตรต่อน้ำหนักใบชูลู่) มีค่าเท่ากับ 38.79 ± 1.51 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง รองลงมาเป็นใบชูลู่แห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน ใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และ 65 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 35.25 ± 1.66 32.35 ± 1.20 และ 27.76 ± 1.87 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนใบชูลู่สดจะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดต่ำสุด เท่ากับ

9.93 ± 0.47 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลกระทบเป็นอย่างมากกับปริมาณสารต้านออกซิเดชัน เช่นสารประกอบฟลาโวนอยด์ซึ่งสารกลุ่มฟีนอลิกกลุ่มหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง



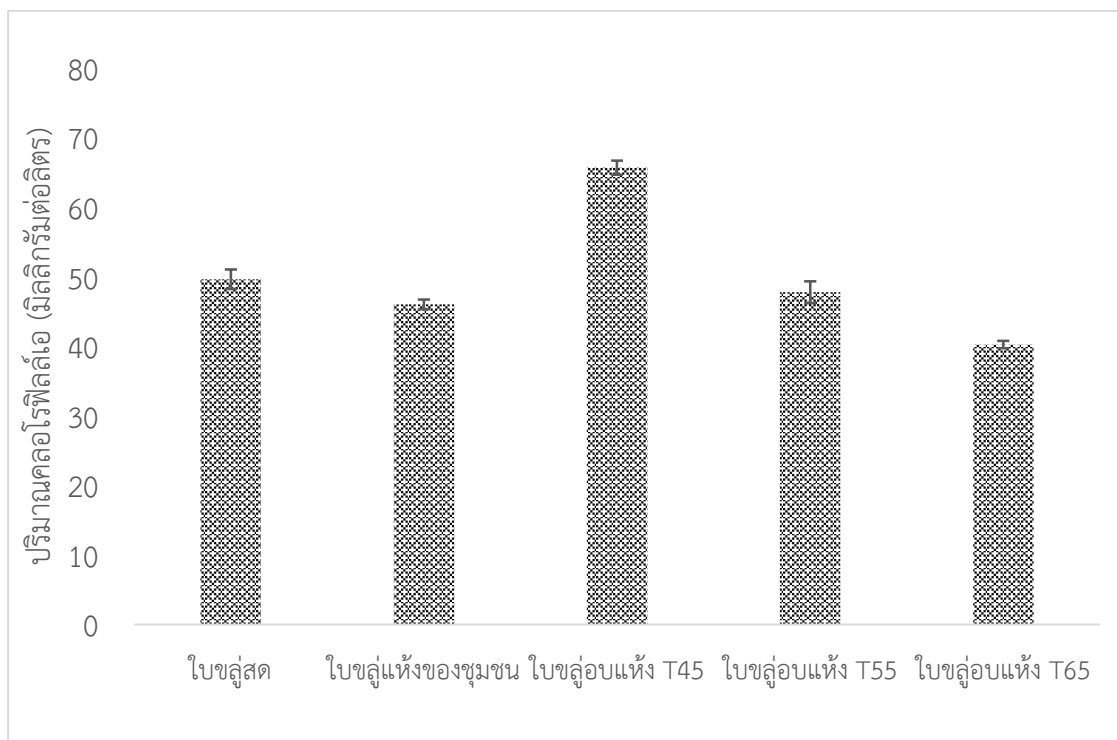
ภาพที่ 4.5 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของใบชูลู่

4.3.6 ผลของปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอและบีของใบชูลู่

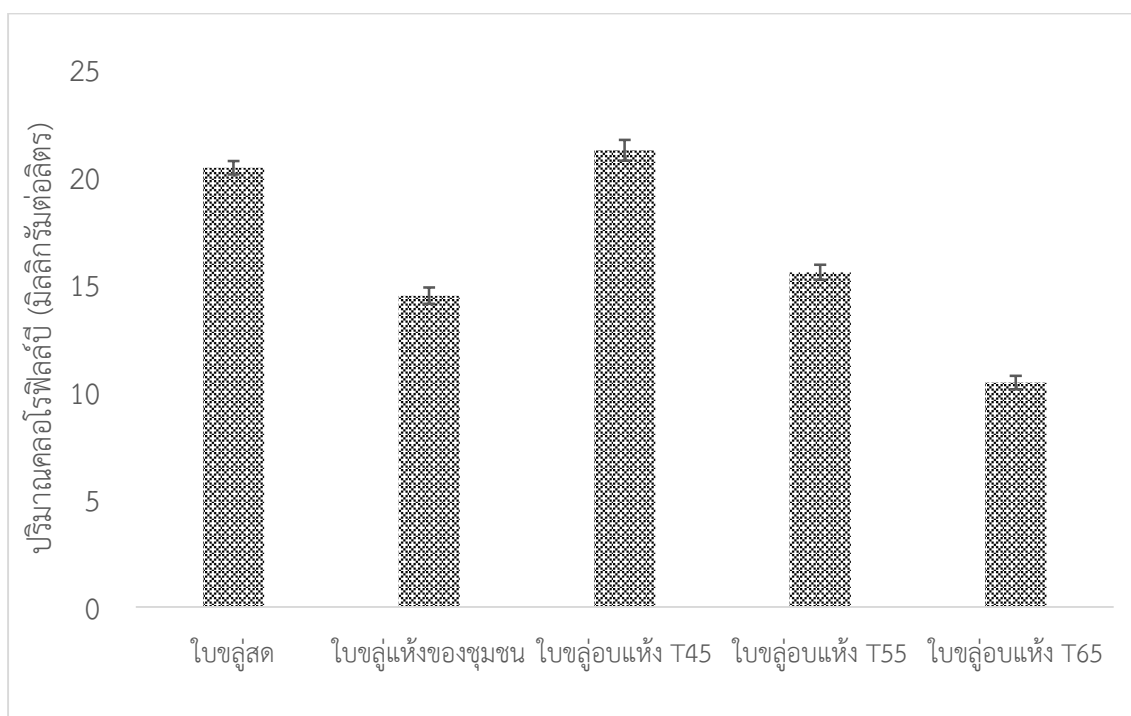
จากการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอที่ผ่านวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใบชูลู่สด ใบชูลู่แห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน ใบชูลู่อบแห้งที่อุณหภูมิ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียสที่เวลา 7 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอสูงสุด คือ 65.70 ± 1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาเป็นใบชูลู่สด ใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และใบชูลู่แห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน มีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ 49.65 ± 1.41 47.77 ± 1.56 และ 46.04 ± 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจะมีปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอต่ำสุด เท่ากับ 40.26 ± 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 4.6

ส่วนการตรวจสอบสารประกอบคลอโรฟิลล์บี พบว่า ใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (ปริมาตรต่อน้ำหนักใบชูลู่สด) ให้ปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์บีสูงสุด คือ 21.23 ± 0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าใกล้เคียงกับปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอของใบชูลู่สด เท่ากับ 20.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ รองลงมาเป็นใบชูลู่อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และใบชูลู่แห้งของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน มีปริมาณของคลอโรฟิลล์บี เท่ากับ 15.56 ± 0.38 และ 14.47 ± 0.38 ส่วนใบชูลู่อบที่

อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์ต่ำสุด คือ 10.44 ± 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.6 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอของใบกล้วย

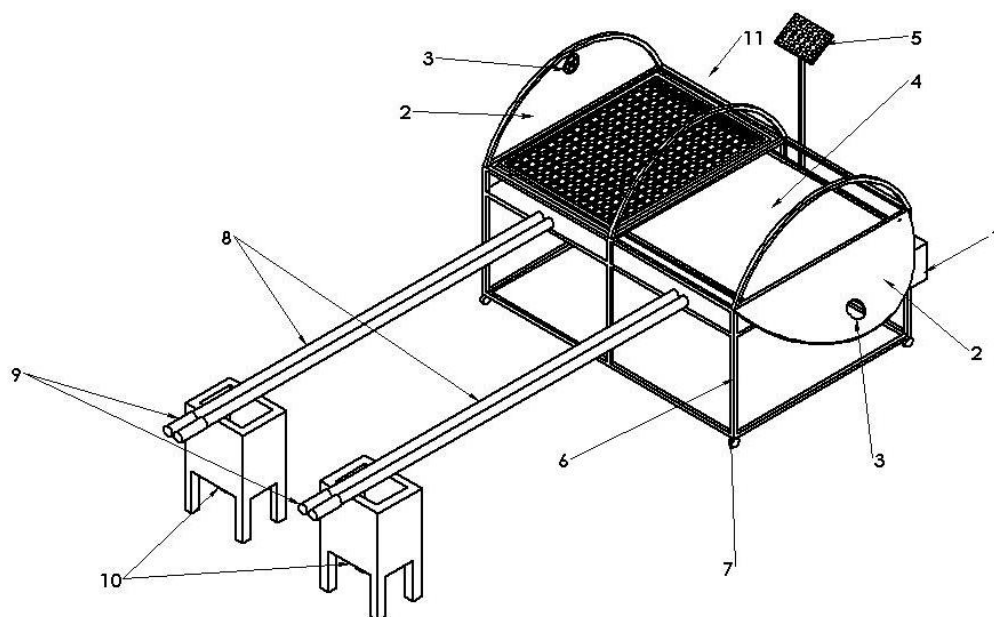


ภาพที่ 4.7 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์บีของใบกล้วย

4.4 การออกแบบเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำหรับสมุนไพร

จากข้อมูลการทดลองที่พบว่าการผลิตไบโกลูแท่งนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เหมาะสม โดยเฉพาะอุณหภูมิภายในการอบที่จะต้องไม่สูงกว่า 55 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะทำให้สารต่างๆ ที่มีคุณประโยชน์ที่มีอยู่ในไบโกลูแท่งนั้นจะไม่ถูกทำลายไปจากความร้อนในการอบ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลต้นแบบเพื่อใช้ในการอบสมุนไพร (ภาพที่ 4.8)

จากภาพที่ 4.8 ตู้อบไบโกลูโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลที่ได้ออกแบบนั้น จะมีโครงสร้างประกอบด้วย โครงสร้าง(6) มีลักษณะเป็นโครงสร้างสี่เหลี่ยม ด้านข้างของโครงสร้าง(6) มีประตู(2) ทำหน้าที่ เป็นช่องทางสำหรับนำไบโกลูเข้าไปอบในห้องอบ(11) โดยภายในห้องอบ(11) จะติดตั้งรางเพื่อให้แผงตาก(15) สามารถเลื่อนเข้า-ออก ที่รางเลื่อน(16) เพื่อนำวัตถุดิบเข้าไปอบได้ ด้านล่างของโครงสร้าง(6) ถูกติดตั้งด้วยล้อ(7) ทำหน้าที่เลื่อนโครงสร้าง(6) ด้านบนของโครงสร้าง(6) มีหลังคา(14) มีลักษณะเป็นรูปโค้ง ทำให้เกิดช่องว่างที่เป็นประตู(2) ผนังด้านนอก(6) ทำมาจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตชนิดใสเพื่อให้แสงแดดสามารถทะลุผ่าน ภายในโครงสร้าง(1) ประกอบด้วย ห้องอบ(11) ซึ่งมีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่เป็นบริเวณที่อบไบโกลู ภายในห้องอบ(11) มีการติดตั้งแผงตาก (15) ทั้งนี้ในห้องอบ (11) จะมี 2 ห้อง ภายในห้องอบ (6) แต่ละห้อง ประกอบด้วย พื้น(14) โดยมีลักษณะสีดำบริเวณด้านล่างห้องอบ(11) แต่ละห้องจะถูกติดตั้งระบบเพิ่มอุณหภูมิ(8) ทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิภายในห้องอบซึ่งมีลักษณะเป็นท่อเหล็กขนาด 1-2 นิ้ว ซึ่งระบบเพิ่มอุณหภูมิ(8) จะทำงานโดยการเติมเชื้อเพลิงชีวมวลลงในเตาชีวมวล(10) ทำการจุดเตาชีวมวล(10) ซึ่งความร้อนที่สะสมอยู่ในระบบเพิ่มอุณหภูมิ(8) จะถูกส่งไปในห้องอบ(11) โดยใช้พัดลมชนิดกระแสตรงหรือสลับ(9) เพื่อส่งลมร้อนที่สะสมในระบบเพิ่มอุณหภูมิ(8) ให้เข้าไปในห้องอบ(11) ซึ่งอุณหภูมิภายในห้องอบจะถูกควบคุมโดยระบบควบคุมอุณหภูมิ(1) เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินไปและระบบเพิ่มอุณหภูมิ(1) ซึ่งถูกติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของห้องอบ(11) ด้านข้างของห้องอบซึ่งเป็นประตู(2) จะถูกติดตั้งระบบระบายความชื้น(3) ซึ่งทำหน้าที่ระบายความชื้นออกจากห้องอบ(11) เลือกได้จากพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12-24 โวลต์ ระบบระบายความชื้น(3) จะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า(5) ซึ่งมาจากโซลาร์เซลล์



ภาพที่ 4.8 แบบร่างของตู้อบใบกลุ่มพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล

หลังจากได้ดำเนินการออกแบบตู้อบใบกลุ่มพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลที่ได้ดำเนินการออกแบบแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งตู้อบใบกลุ่มพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลต้นแบบ (ภาพที่ 4.9) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ตู้อบสมุนไพรกลุ่มต้นแบบมีศักยภาพในการใช้เตรียมชาขลุได้ดี สามารถลดเวลาในกระบวนการผลิตได้ และได้ใบขลุแห้งที่มีความชื้นและสีที่ดีกว่าการตากแดดธรรมชาติ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบคุณลักษณะของใบขลุที่ผ่านการอบโดยใช้ตู้อบใบกลุ่มต้นแบบทั้งในสถานะที่ใช้แสงจากดวงอาทิตย์ และการใช้ความร้อนจากชีวมวล ได้ผลดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.9 เทคโนโลยีต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล

4.4.1 ผลการศึกษาของอุณหภูมิภายในตู้อบ

การศึกษาอุณหภูมิภายในตู้อบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในการอบแห้งใบขลู่ โดยใช้เวลาอบเป็นเวลา 7 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิของภายในตู้อบในสภาวะที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีค่าใกล้เคียงกับการใช้ความร้อนจากชีวมวล ซึ่งให้อุณหภูมิ 54.97 ± 0.85 และ 54.23 ± 0.80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิภายในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	ใช้พลังงานแสงอาทิตย์	ใช้พลังงานชีวมวล
เริ่มต้น	43.73 ± 1.76	32.77 ± 0.55
1	51.93 ± 1.69	40.57 ± 0.71
2	50.27 ± 1.40	46.07 ± 0.68
3	49.43 ± 1.98	46.30 ± 0.75
4	50.73 ± 1.27	52.03 ± 1.51
5	51.80 ± 1.40	52.70 ± 0.61
6	54.97 ± 0.85	54.23 ± 0.80
7	55.03 ± 0.61	53.77 ± 0.67

4.4.2 ผลการศึกษาความชื้นของใบขลู่

การศึกษาความชื้นของใบขลู่ที่ผ่านการอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลที่เวลา 7 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.5) พบว่าใบขลู่ที่ผ่านการอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลมีความชื้นใกล้เคียงกัน โดยใบขลู่ที่ผ่านการอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีความชื้นร้อยละ 5.80 ± 0.61 และใบขลู่ที่ผ่านการอบโดยใช้พลังงานชีวมวลมีความชื้นเหลืออยู่ร้อยละ 7.02 ± 1.97

ตารางที่ 4.5 การศึกษาผลของความชื้นของใบขลู่ โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล

เวลา (ชม.)	ความชื้น (ร้อยละ)	
	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์	ตู้อบพลังงานชีวมวล
เริ่มต้น	80.14 ± 1.32	81.20 ± 1.14
1	67.16 ± 1.01	77.37 ± 2.01
2	53.28 ± 1.59	65.79 ± 1.89
3	32.65 ± 2.37	46.92 ± 1.48
4	20.08 ± 2.61	26.48 ± 2.92
5	8.35 ± 1.00	10.10 ± 0.92
6	5.97 ± 0.62	8.94 ± 0.17
7	5.80 ± 0.61	7.02 ± 1.97

4.4.3 ผลการศึกษาลักษณะค่าสีของใบขลุ่

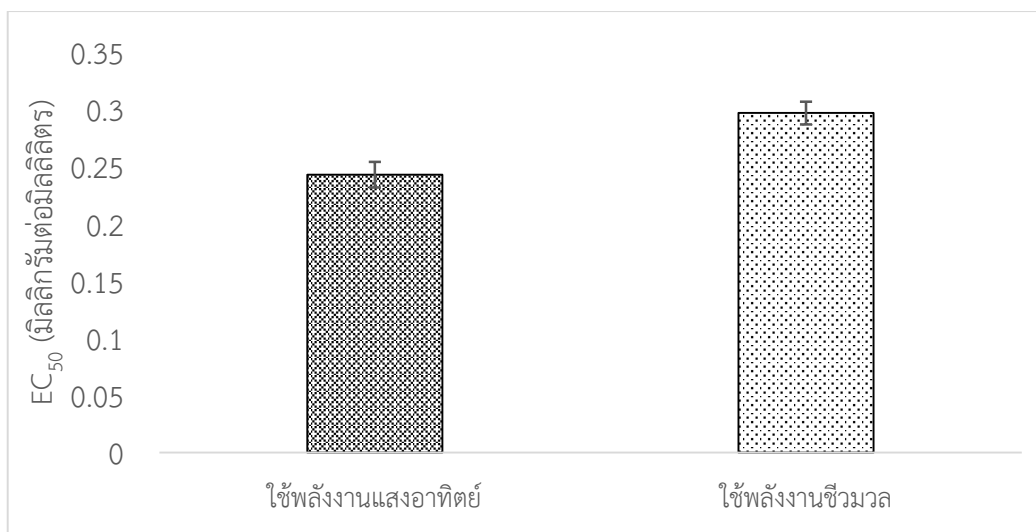
การศึกษาลักษณะสีของใบขลุ่แห้ง โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล พบว่าใบขลุ่อบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 7 ชั่วโมง (ตาราง 4.6) ลักษณะจะมีค่าสี L (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 41.37 ± 0.91 ค่า a^* เท่ากับ 12.40 ± 0.52 และค่า b^* เท่ากับ 18.60 ± 0.26 ซึ่งใกล้เคียงกับใบขลุ่อบแห้งที่ใช้พลังงานชีวมวล ซึ่งมีค่าสี L (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 40.43 ± 0.69 ค่า a^* เท่ากับ 12.60 ± 1.28 และค่า b^* เท่ากับ 19.09 ± 0.38

ตารางที่ 4.6 การศึกษาผลของลักษณะค่าสีของใบขลุ่ โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน

ค่าสี	ใช้พลังงานแสงอาทิตย์			ใช้พลังงานชีวมวล		
	L	a^*	b^*	L	a^*	b^*
เริ่มต้น	51.95 ± 0.74	-3.00 ± 0.10	31.29 ± 1.17	51.50 ± 1.35	-2.67 ± 0.65	32.67 ± 1.46
1	44.47 ± 1.29	-3.57 ± 0.55	23.33 ± 1.95	45.60 ± 1.93	-2.04 ± 0.09	23.33 ± 1.95
2	43.57 ± 0.76	6.97 ± 0.15	23.13 ± 0.67	43.77 ± 1.67	7.24 ± 0.24	22.83 ± 1.16
3	42.23 ± 0.42	10.23 ± 0.32	22.40 ± 0.87	43.03 ± 0.57	10.30 ± 1.41	22.70 ± 1.54
4	42.20 ± 1.39	10.60 ± 0.26	21.80 ± 0.72	42.60 ± 2.91	11.57 ± 1.46	22.57 ± 2.31
5	41.93 ± 0.70	11.43 ± 1.62	21.63 ± 0.80	42.47 ± 1.08	11.77 ± 1.39	21.67 ± 0.90
6	41.73 ± 1.16	11.57 ± 0.81	19.60 ± 0.75	40.53 ± 0.91	12.03 ± 0.68	19.58 ± 0.67
7	41.37 ± 0.91	12.40 ± 0.52	18.60 ± 0.26	40.43 ± 0.69	12.60 ± 1.28	19.09 ± 0.38

4.4.4 ผลการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่

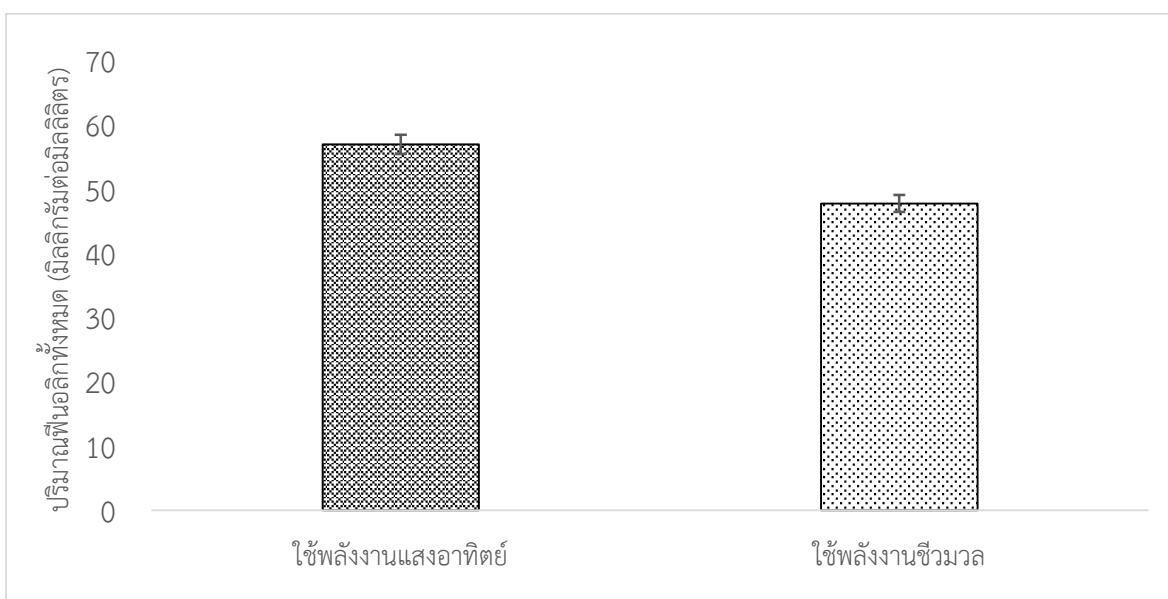
การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่จากการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล (ภาพที่ 4.10) พบว่าใบขลุ่อบแห้งด้วยตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.24 ± 0.011 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีกว่าการใช้พลังงานจากชีวมวลซึ่งให้ค่า EC_{50} เท่ากับ 0.29 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร



ภาพที่ 4.10 การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลุ่ยอบแห้งด้วยตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวลในสถานะที่แตกต่างกัน

4.4.5 ผลของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

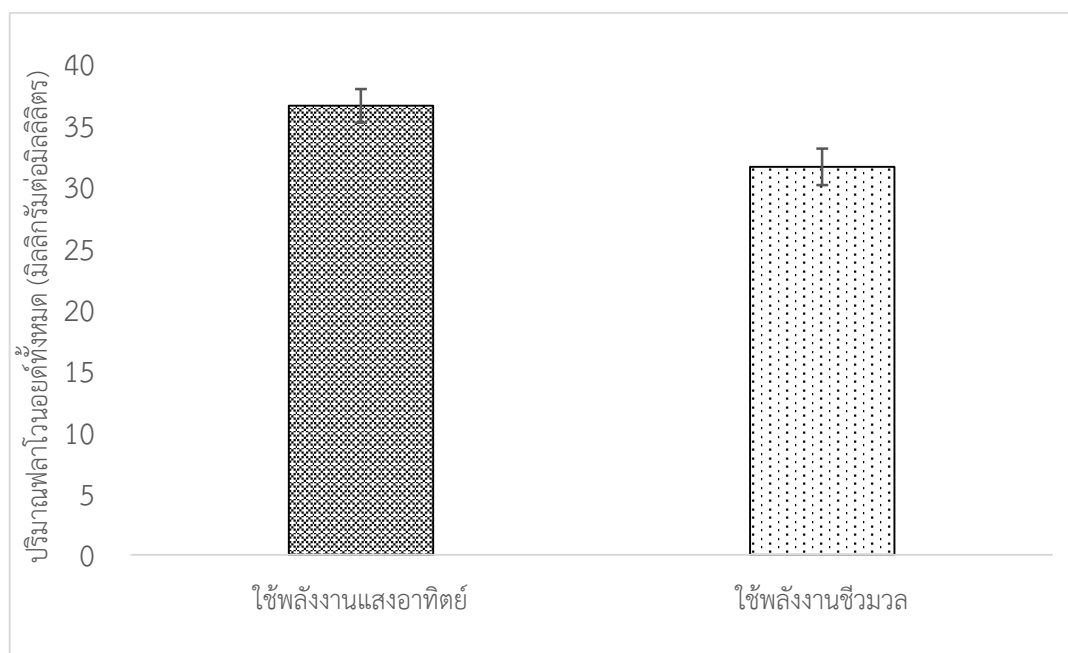
ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของใบขลุ่ยทั้ง 2 ชนิด คือใบขลุ่ยที่ผ่านการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล (ภาพที่ 4.11) พบว่าใบขลุ่ยที่ผ่านอบแห้งด้วยตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 56.90 ± 1.49 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ซึ่งสูงกว่าใบขลุ่ยที่ผ่านการอบความร้อนจากพลังงานชีวมวลซึ่งมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 47.71 ± 1.32



ภาพที่ 4.11 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของใบขลุ่ยอบแห้งด้วยตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสถานะที่แตกต่างกัน

4.4.6 ผลของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของใบช่อบแห้งด้วยตูบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และใบช่อบแห้งที่ใช้พลังงานชีวมวล (ภาพที่ 4.12) พบว่าใบช่อบแห้งด้วยตูบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 36.57 ± 1.36 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ซึ่งสูงกว่าใบช่อบแห้งจากการอบความร้อนจากพลังงานชีวมวลซึ่งมีปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 31.60 ± 1.48 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง

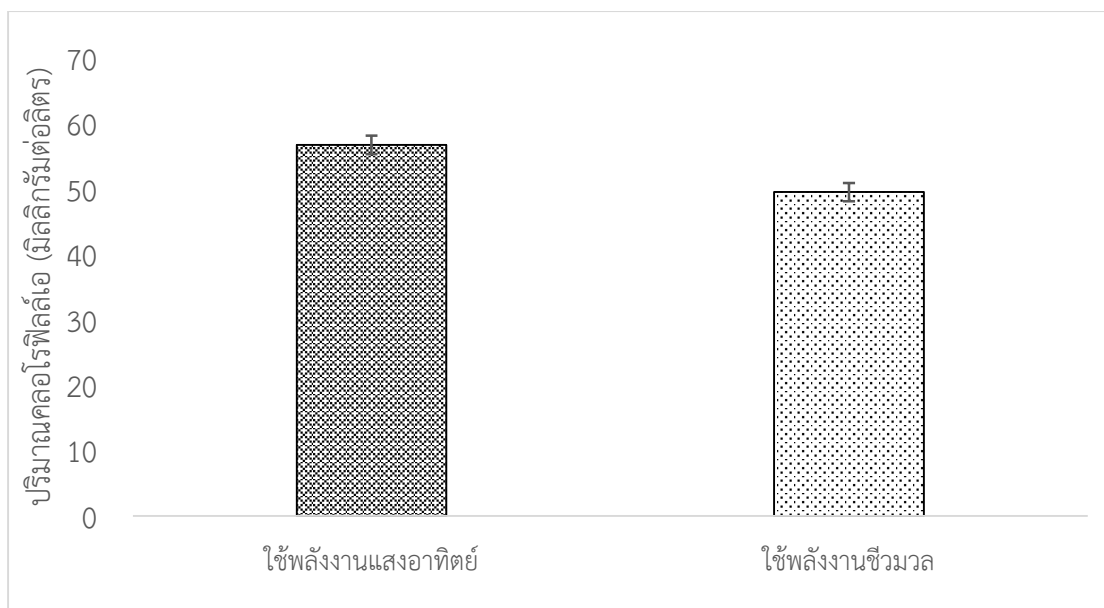


ภาพที่ 4.12 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของใบช่อบแห้งด้วยตูบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน

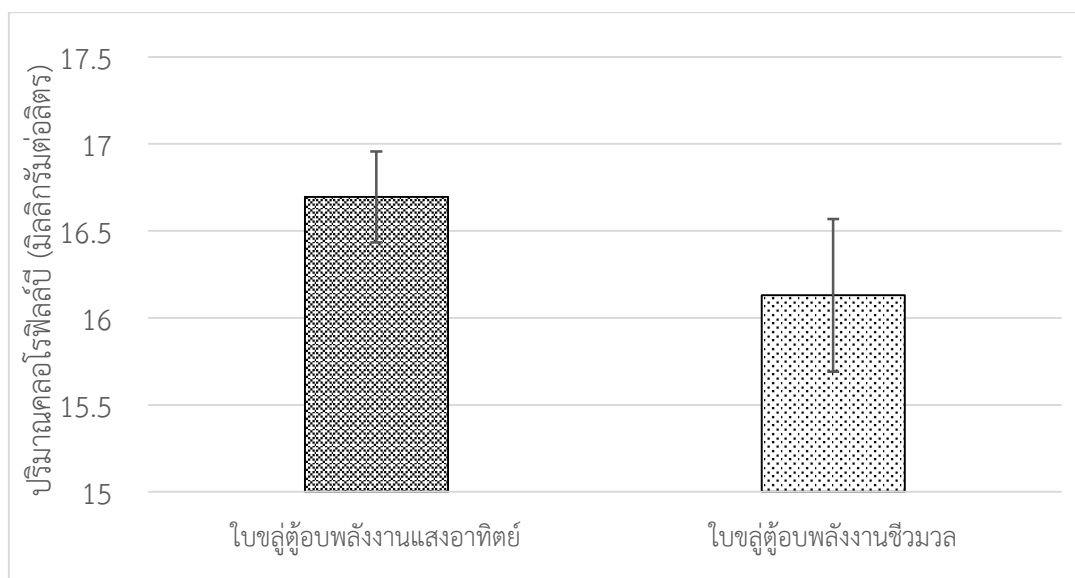
4.4.7 ผลของปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอและบีของใบช่อบแห้ง

จากการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอในใบช่อบแห้ง 2 ชนิด คือ ใบช่อบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และใบช่อบแห้งด้วยพลังงานชีวมวล (ภาพที่ 4.13) พบว่าใบช่อบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้ปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอ เท่ากับ 56.75 ± 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าใบช่อบแห้งด้วยพลังงานชีวมวล มีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ เท่ากับ 49.54 ± 1.40 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนการตรวจสอบสารประกอบคลอโรฟิลล์บี (ภาพที่ 4.14) พบว่า ใบช่อบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้ปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 16.70 ± 0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าใกล้เคียงกับปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์บีของใบช่อบแห้งด้วยพลังงานชีวมวล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.13 ± 0.44 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 4.13 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอของใบกลุ่มแห้งด้วยตูบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.14 ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์บีของใบกลุ่มแห้งด้วยตูบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน

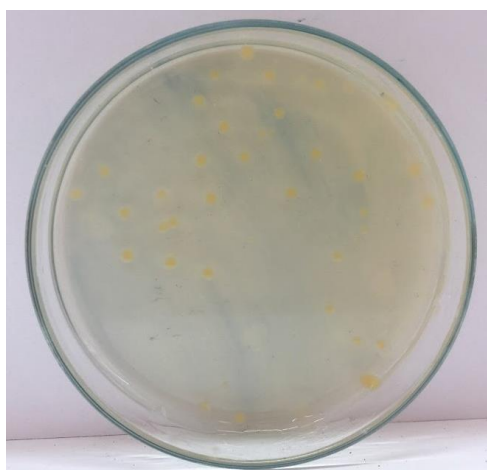
4.4.8 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

จากการทดลองพบว่า การใช้เทคโนโลยีตูบแห้งสำหรับสมุนไพรชาใบชู่โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลมีประสิทธิภาพในการทดสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (จากตารางที่ 4.7) พบว่า การอบแห้งใบชู่ด้วยตูบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีการตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria count) และเชื้อราและยีสต์ (Mold and Yeasts) เท่ากับ

423.33±75.06 และ 63.33±15.28 cfu/กรัม ส่วนการอบแห้งใบขลุ่ยด้วยตู้อบที่ใช้พลังงานชีวมวล ตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อราและยีสต์ เท่ากับ 540.00±75.50 และ 86.67±11.55 cfu/กรัม ซึ่งผลการทดสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่พบในการตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อมาตรฐาน ดังภาพที่ 4.15

ตารางที่ 4.7 การศึกษาผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ของชาขลุ่ย โดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลในสภาวะที่แตกต่างกัน

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์	ใช้พลังงานแสงอาทิตย์	ใช้พลังงานชีวมวล
แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/กรัม)	423.33±75.06	540.00±75.50
เชื้อราและยีสต์ (cfu/กรัม)	63.33±15.28	86.67±11.55



ภาพที่ 4.15 การตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำหรับสมุนไพรขลุ่ยชุมชน

4.5.1 กลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ จังหวัดตรัง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำหรับผลิตชาใบขลุ่ย ให้แก่กลุ่มเป้าหมายคือกลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ หมู่ที่ 3 ตำบลบ้านนา อำเภอยะหริ่ง จังหวัดตรัง (ภาพที่ 4.16) พร้อมทั้งการพัฒนาเทคนิคกระบวนการผลิตให้มีคุณภาพ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภค ตั้งแต่การเก็บใบขลุ่ย การทำความสะอาด และกระบวนการอบแห้ง ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลจากผลงานวิจัยนี้ สามารถอบใบขลุ่ยสดได้ 10 กิโลกรัมต่อครั้ง เมื่ออบแห้งแล้วจะได้ใบขลุ่ยแห้งสำหรับนำไปผลิตเป็นชาใบขลุ่ย (ภาพที่ 4.17) ประมาณ 2 กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่พบว่าใบขลุ่ยสดน้ำหนัก 5 กิโลกรัม จะได้ใบขลุ่ยแห้งเท่ากับ 1.02±0.07 กิโลกรัม ส่งผลให้เทคโนโลยีจากผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้ในการเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชนได้เป็นอย่างดี โดยในหนึ่งรอบการผลิตสามารถนำไปแปรรูปเป็นชาใบขลุ่ยได้ประมาณ 3,000 บาท ต่อ 1 รอบการผลิต ซึ่งจากการเปรียบเทียบต้นทุนในการติดตั้งเทคโนโลยีตู้อบใบขลุ่ยโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลซึ่งมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 30,000 บาท ต่อหนึ่งตู้ นั้น จะ

สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาเพียง 1 เดือน และนอกจากนั้นยังพบว่าตู้อบใบชาโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลจากผลงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ในการผลิตชาใบชาได้ทุกสภาวะทั้งในสภาวะที่มีแดดและไม่มีแดด โดยในช่วงเวลาที่มีแดดนั้นสามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอบใบชาได้โดยตรง สำหรับในสภาวะที่ไม่มีแดดหรือฝนตกนั้นก็สามารถใช้ชีวมวลในการเป็นแหล่งความร้อนในการอบใบชาภายในตู้อบ ทำให้สามารถผลิตใบชาแห้งเพื่อนำไปใช้ในการผลิตชาใบชาได้อย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 4.16 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบแห้งสมุนไพรชาสู่ชุมชนกลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ ม.3 ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง



ภาพที่ 4.17 ผลิตภัณฑ์ชาจากเทคโนโลยีตู้อบแห้งสมุนไพรชาสู่ชุมชนกลุ่มประมงเก็บหอยปะและอนุรักษ์หอยปะ ม.3 ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง

4.5.2 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหน้าควน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการขยายผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มเติมผ่านโครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ (มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้วให้ประเทศ) พื้นที่ตำบลบางเหรียง อำเภอกวนเนียง จังหวัดสงขลา ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหน้าควน ม.13 ต.บางเหรียง อ.กวนเนียง จ.สงขลา ซึ่งทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องแกงต่างๆ เช่น เครื่องแกงเขียวหวาน เครื่องแกงเผ็ด เครื่องแกงกะทิและเครื่องแกงส้ม ซึ่งในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องแกงต่างๆ นั้นต้องใช้ส่วนผสมต่างๆ ประกอบด้วยพริกแห้ง (วัตถุดิบหลัก) ข่า ตะไคร้ หอมแดง รากผักชี กระเทียม มะกรูด เป็นต้น ปัจจุบันทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้มีการนำพริกสดไปตากแดดแบบทั่วไป ทางผู้วิจัยได้เข้าไปให้คำแนะนำวิธีการเพิ่มคุณภาพในการอบพริกแห้งโดยใช้เทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น (ภาพที่ 4.18 และ 4.19)



ภาพที่ 4.18 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหน้าควน ม.13 ต.บางเหรียง อ.กวนเนียง จ.สงขลา



ผลิตภัณฑ์เครื่องแกงส้ม



ผลิตภัณฑ์เครื่องแกงกะทิ

ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องแกงต่างๆ ของกลุ่มกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านหน้าควน ม.13 ต.บางเหริ่ง อ.ควนเนียง จ.สงขลา

4.5.3 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนบางเหริ่งแปรรูปและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการขยายผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านโครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ (มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้วให้ประเทศ) พื้นที่ตำบลบางเหริ่ง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนบางเหริ่งแปรรูปและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร หมู่ที่ 9 ต.บางเหริ่ง อ.ควนเนียง จ.สงขลา สำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สละอบแห้ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของชุมชน เพื่อให้ชุมชนเกิดรายได้เพิ่มขึ้นจากวัตถุดิบเหลือทิ้ง และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้เกษตรกรผลผลิตทางการเกษตรให้มากยิ่งขึ้น (ภาพที่ 20 และ 21)



ภาพที่ 4.20 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนบางเหริ่งแปรรูปและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ต.บางเหริ่ง อ.ควนเนียง จ.สงขลา



ภาพที่ 4.21 ผลิตภัณฑ์สละอบแห้งจากเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนบางเหริ่งแปรรูปและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ต.บางเหริ่ง อ.ควนเนียง จ.สงขลา

4.5.4 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านคลองแดน

ทั้งนี้นอกจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการขยายผลเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยให้แก่ชุมชนตำบลบางเหรียง อำเภอกวนเนียงจังหวัดสงขลาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้มีการขยายผลต่อเนื่อง ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านคลองแดน ม.3 ต.คลองแดน อ.ระโนด จ.สงขลา ซึ่งทางวิสาหกิจได้มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตากและผลิตภัณฑ์ปลาตากแห้ง ซึ่งในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือความสะอาด ความปลอดภัยและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ก่อนหน้านี้ทางกลุ่มวิสาหกิจได้แปรรูปผลิตภัณฑ์ดังกล่าวโดยการนำกล้วยและปลาทูไปตากแดดธรรมชาติ ส่งผลให้มีปัญหาเรื่องแมลงวันและ ฝุ่นละอองตกหล่นบนวัตถุดิบ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โยเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์ของชุมชนตำบลคลองแดนมีคุณภาพและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นต่อไป (ภาพที่ 4.22)



ภาพที่ 4.22 การถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านคลองแดน ม.3 ต.คลองแดน อ.ระโนด จ.สงขลา

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการรวบรวมข้อมูลกระบวนการการผลิตชาขลุ้จากภูมิปัญญาของชุมชนหมู่ที่ 3 บ้านหินคอกควาย ต.บ้านนา อ.ปะเหลียน จ.ตรัง ได้แก่ วิธีการที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต และลักษณะของใบขลุ้ที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตเป็นชาขลุ้ พร้อมเก็บตัวอย่างใบขลุ้สด และใบขลุ้แห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตโดยชุมชน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาในการพัฒนาเทคโนโลยีตู้อบแห้งสำหรับสมุนไพรมะขามโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล พบว่าตู้อบสมุนไพรมะขามโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลจากผลงานวิจัยมีศักยภาพในการใช้อบแห้งใบขลุ้ได้ดี สามารถลดเวลาในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้วัตถุดิบที่มีความชื้นและสีที่ดีกว่าการตากแดดธรรมชาติ ซึ่งจากทดลองการอบแห้งใบขลุ้สดน้ำหนัก 5 กิโลกรัม จะได้ผลิตภัณฑ์ใบขลุ้แห้งได้ถึง เท่ากับ 1.02 ± 0.07 กิโลกรัม ทั้งนี้ตู้อบที่ได้ออกแบบนั้นประกอบด้วยห้องอบ 2 ห้อง จึงทำให้สามารถอบใบขลุ้สดได้ทั้งหมด 10 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ใบขลุ้แห้ง 2 กิโลกรัมต่อครั้ง สามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนจากการผลิตชาใบขลุ้ได้ประมาณ 3,000 บาทต่อหนึ่งรอบการผลิต สามารถคืนทุนจากการติดตั้งระบบได้ในเวลาเพียง 1 เดือน เท่านั้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการยื่นจดอนุสิทธิบัตรนวัตกรรมจากผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานได้แก่ ตู้อบใบขลุ้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล เลขที่คำขอ 2003003032 นอกจากนั้นในดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพิ่มเติมให้แก่ชุมชนอื่นๆ จำนวน 2 ตำบลได้แก่ 1) ตำบลบางเหรียง อำเภอกวนเนียง จังหวัดสงขลา 2) ตำบลคลองแดน อำเภอรโนด จังหวัดสงขลา สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของชุมชนต่อไป

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์. 2553. ศึกษาการอบแห้งสมุนไพรด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรดไกล. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(1): 529-531.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. 2560. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ [ออนไลน์] [22 มีนาคม 2563]. สืบค้นจาก http://www.dede.go.th/more_news.php?cid=125&filename=solar_energy.
- ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล. 2555. เทคโนโลยีการทำแห้งแบบผสมผสาน: การนำมาใช้เพื่อถนอมผลิตภัณฑ์อาหารที่ไวต่อความร้อน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 35(2): 269-282.
- ถิรายุ เจริญทัศน์, อภิชาติ พรหมกสิกร, ภาณุวัฒน์ พิณธุโทะ และอนุชา เพียรชนะ. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเซลล์สุริยะ. วารสารวิชาการ North Eastern Science and Technology Conference 2015 (NESTC 2015). อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- นันทพงศ์ สิงห์สร. 2557. ตู้อบแสงอาทิตย์ที่ทำจากแผ่นโพลีคาร์บอเนต. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ปริญนันท์ บัวสด. 2549. การตรวจสอบความสามารถในการเป็นแอนต็อกซิแคนของเครื่องต้มชาโดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธีรเดช ใหญ่บึก, สุวิทย์ เพชรห้วยลึก, จอมภพ แวค์ศักดิ์, มาริษา มะหนิ และภรพนา บัวเพชร. 2553. การพัฒนากระบวนการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าภายใต้สภาพภูมิอากาศภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 12(3): 109-118.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2560. ประกาศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เรื่องการให้ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ ประจำปี ๒๕๖๐. [ออนไลน์] [22 มีนาคม 2560]. สืบค้นจาก http://rdi.rmuts.ac.th/abc/download/abc_found_2560.pdf
- สมชาติ โสภณธณฤทธิ. 2540. การอบแห้งเมล็ดธัญพืช. พิมพ์ครั้งที่ 5. คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ส่วนบริหารการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3. 2551. สมุนไพรในป่าชายเลน สงขลา. หาดใหญ่ เบสท์เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด.
- เสรีฐ์ เขียนนอก. 2551. ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือน. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- สุธิดา กิจจาวรเสถียร. 2553. ผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ ปรินญาคุณกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สุภัททิรมย์ พิมพ์ลักษณ์. 2551. 97 สมุนไพรใกล้ตัว เสริมสุขภาพและความงาม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยควอลิตี้บุ๊คส์.
- อุดมการณ์ อินทุไส และปาริชาติ ทะนานแก้ว. 2549. สมุนไพรไทย ตำรับยา บำบัดโรค บำรุงร่างกาย. กรุงเทพฯ : มติชน.

- ฤทธิไกร งามชุม. 2547. การอบแห้งกล้วยหอมแห้งด้วยเครื่องอบแห้งสุญญากาศร่วมกับรังสีอินฟราเรดไกล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Andarwulan, N., Batari, R., Sandrasari, D. A., Bolling, B. and Wijaya, H. 2010. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. Food Chemistry. 121: 1231–1235.
- A.O.A.C. 1995. Official method of analysis. 16th ed. Vol2. Washington: Association of official analytical chemists.
- Cho, J., Cho, C., Kao, C., Chen, C., Tseng, C., Lee, Y., Liao, L., and Hong, Y. 2012. Crude aqueous extracts of *Pluchea indica* (L.) Less. Inhibit proliferation and migration of cancer cells through induction of p53-dependent cell death. BMC Complementary and Alternative Medicine. 12(265): 1472-1483.
- Fuentes-Alventosa, J. M., Rodríguez-Gutiérrez, G., Jaramillo-Carmona, S., Espejo-Calvo, J. A., Rodríguez-Arcos, R., Fernández-Bolaños, J., Guillén-Bejarano, R. and Jiménez-Araujo, A. 2009. Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. Food Chemistry. 113: 665–671
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem Soc Trans. 11: 591-592.
- Marina, A.M., Che Man, Y.B., Nazimah, S.A.H. and Amin, I. 2009. Chemical Properties of Virgin Coconut Oil. American Oil Chemists Society. 86: 301-307.
- Marinova, D., Ribarova, F. and Atanasova, M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruit and vegetables. University of Chemical Technology and Metallurgy. 40(3): 255-260.
- Mohd Nazri, N. A. A., Ahmat, N., Adnan A., Syed Mohamad, S. A. and Syaripah Ruzaina, S. A. 2011. In vitro antibacterial and radical scavenging activities of Malaysian table salad. African Journal of Biotechnology. 10(30): 5728-5735.
- OK nation ทุกวันเป็นนักข่าวได้. 2553. ลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <http://oknation.nationtv.tv/blog/print.php>.
- Sharma, S. K. and Goyal, N. 2011. Biological Studies of the Plants from Genus *Pluchea*. Annals of Biological Research. 2 (3):25-34.
- Suriyaphan, O. 2014. Nutrition, health benefits and applications of *Pluchea indica* (L.) Less Leaves. Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences. 4(4), 1-10.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เอกสารคำขอรับอนุสิทธิบัตร
ตอบใบขลุโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล

แบบ สป/สผ/สป/001

หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">สำหรับเจ้าหน้าที่</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"> วันรับคำขอ - ๖ พ.ย. ๒๕๖๓ วันยื่นคำขอ เลขที่คำขอ 2003 003032 </td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์ </td> </tr> <tr> <td> วันประกาศโฆษณา </td> <td> เลขที่ประกาศโฆษณา </td> </tr> <tr> <td> วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร </td> <td> เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่ </td> </tr> </table>	สำหรับเจ้าหน้าที่		วันรับคำขอ - ๖ พ.ย. ๒๕๖๓ วันยื่นคำขอ เลขที่คำขอ 2003 003032		สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ 		ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์		วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา	วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	
สำหรับเจ้าหน้าที่															
วันรับคำขอ - ๖ พ.ย. ๒๕๖๓ วันยื่นคำขอ เลขที่คำขอ 2003 003032															
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ 															
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์															
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา														
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร														
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่															

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☒ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้
ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535
และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542

1. **ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์**
ตอบใบขลุโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล

2. **ขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่**
ในจำนวน คำขอ ที่อื่นในคราวเดียวกัน

3. **ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร** ☐ บุคคลธรรมดา ☐ นิติบุคคล ☒ หน่วยงานรัฐ ☐ มูลนิธิ ☐ อื่นๆ
ชื่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ที่อยู่ เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก
ตำบล/แขวง บ่อया **อำเภอ/เขต** เมือง **จังหวัด** สงขลา **รหัสไปรษณีย์** 90000 **ประเทศ** ไทย
อีเมล tlo.rmutsv@gmail.com
เลขประจำตัวประชาชน ☐ เลขทะเบียนนิติบุคคล ☒ เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0 9 9 4 0 0 0 1 4 9 5 3 1 ☐ เพิ่มเดิม (ตั้งแบบ)

4. **สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร**
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. **ตัวแทน (ถ้ามี)**
ชื่อ 5.1 ตัวแทนเลขที่
ที่อยู่ 5.2 โทรศัพท์
ตำบล/แขวง 5.3 โทรสาร
อำเภอ/เขต ประเทศ
จังหวัด รหัสไปรษณีย์
เลขประจำตัวประชาชน เพิ่มเดิม (ตั้งแบบ)

6. **ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์** ☐ ชื่อและที่อยู่เดียวกับผู้ขอ
ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพดล โพธิ์ท่าเหนือ
ที่อยู่ 35/10 ถนนราชดำเนินนอก
ตำบล/แขวง บ่อया **อำเภอ/เขต** เมืองสงขลา **จังหวัด** สงขลา **รหัสไปรษณีย์** 90000 **ประเทศ** ไทย
อีเมล
เลขประจำตัวประชาชน 3 9 4 9 9 0 0 2 5 6 4 2 1 เพิ่มเดิม (ตั้งแบบ)

7. **คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม**
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบายได้ว่าคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีอะไรจะระบุลงเสียก็ควรบอกรับให้จัดทำเป็นเอกสารแบบฉบับที่โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

สำหรับเจ้าหน้าที่

จำแนกประเภทสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ กลุ่มวิศวกรรม สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (วิศวกรรม) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ไฟฟ้า) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ฟิสิกส์)	☐ กลุ่มเคมี สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เคมีเทคนิค) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ปิโตรเคมี) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เทคโนโลยีชีวภาพ) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เภสัชภัณฑ์)	สิทธิบัตรการออกแบบ ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 1) ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2) ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) อนุสิทธิบัตร ☐ อนุสิทธิบัตร (วิศวกรรม) ☐ อนุสิทธิบัตร (เคมี)
--	--	---

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก (ใบ)

หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า

8. การยื่นคำขออนุญาตฯ อาณาจักร ☐ PCT☐ เพิ่มเติม (ตั้ง)

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้อื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง _____ วันเปิดงานแสดง _____ ผู้จัด _____

10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้
โดยขอเป็นภาษา _____
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ _____

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้โอนสิทธิการประดิษฐ์ของคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ _____
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้รัฐบาลเขียนหมายเลข _____ ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

- ก. แบบพิมพ์คำขอ _____ 3 หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์
หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ _____ 3 หน้า
ค. ข้ออธิบาย _____ 2 หน้า
ง. รูปเขียน _____ 1 รูป _____ 1 หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์
☐ รูปเขียน _____ รูป _____ หน้า
☐ ภาพถ่าย _____ รูป _____ หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ _____ 1 หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ

- ☒ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☒ เอกสารอื่นๆ _____

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า

- ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก _____

16.ลายมือชื่อ

☒ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ตัวแทน

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

แบบ สป/สผ/อสป/01.

หน้า 1 ของจำนวน 1 ข

ใบต่อแบบท้ายแบบ สป/สผ/อสป/001-ก

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุปราณี วนศิริ

ที่อยู่ 411 ถนนกันตัง ตำบลทับเที่ยง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง รหัสไปรษณีย์ 92000

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน 3 8006 00792 52 5

2. นายวรารุณี ดวงศิริ

ที่อยู่ 81/59 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน 3 8414 00178 38 7