รายงานการวิจัย

การจัดการเทคโนโลยีการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้งแบบสองพลังงาน สำหรับกลุ่มผู้ประกอบการสมุนไพรอบแห้ง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

Management Technology for Drying Wan Chak Mot Luk Herb with Two Energy for Entrepreneurs Dried Herb in Khao Kho, Phetchabun

บุษบากร คงเรือง และคณะ

สาขาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตส- ı
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รหัสโครงการสัญญา PCRU_2560_L025

รายงานการวิจัย

การจัดการเทคโนโลยีการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้งแบบสองพลังงาน สำหรับกลุ่มผู้ประกอบการสมุนไพรอบแห้ง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

Management Technology for Drying Wan Chak Mot Luk Herb with Two Energy for Entrepreneurs Dried Herb in Khao Kho, Phetchabun

บุษบากร คงเรือง สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิต
ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิต
หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2560

ชื่องานวิจัย การจัดการเทคโนโลยีการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้งแบบสองพลังงาน สำหรับกลุ่มผู้ประกอบการสมุนไพรอบแห้ง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัย บุษบากร คงเรือง

ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์
หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ

สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยตู้อบแห้ง 2 พลังงาน ประกอบด้วยพลังงานความร้อนจากแก๊สหุงต้มและพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าให้กับสมุนไพรในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในการหาประสิทธิภาพการทำงานคณะผู้วิจัยได้นำตัวอย่างสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นให้เป็นชิ้นขนาดความหนา 1-2 มิลลิเมตร เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ความร้อนจากพลังงานแก๊สหุงต้มและพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการอบแห้งที่มีอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งประมาณ 40±2 องศาเซลเซียสของทั้งสองระบบจากเครื่องอบแห้งสองพลังงาน โดยพิจารณาจากการชั่งน้ำหนักและวัดความชื้นของสมุนไพรว่านชักมดลูกก่อนและหลังการอบแห้งเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากแก๊สหุงต้มจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ คือ ที่เวลาการอบแห้ง 8 ชั่วโมง ว่านชักมดลูกหั่นที่อบด้วยพลังงานความร้อนจากแก๊สหุงต้มมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 8.31 เปอร์เซนต์ ส่วนว่านชักมดลูกหั่นที่อบด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 11.73 เปอร์เซนต์ อย่างไรก็ตามจากการทดลองอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นด้วยเครื่องอบแห้งสองพลังงานที่สร้างขึ้นสามารถช่วยกลุ่มผู้ประกอบการสมุนไพรอบแห้ง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

คำสำคัญ: ตู้อบแห้งสองพลังงาน, การอบแห้ง, ว่านชักมดลูก

Title Management Technology for Drying Wan Chak Mot Luk Herb with Two Energy for Entrepreneurs Dried Herb in Khao Kho, Phetchabun.

Author Budsabagorn Kongruang

Co-Researcher Saksirichai Srisawad

Hathainuch Janchaiyaphoom

Branch Production Technology

Phetchabun Rajabhat University 2018

Abstract

The objectives of this research were to study for *Curcuma comosa* drying with two energy it consists of thermal energy from LPG and solar thermal energy for entrepreneurs dried herb in Khao Kho, Phetchabun. We used *Curcuma comosa* into pieces of 1-2 mm thickness for finding the performance of two energy dryers to compare the differences between thermal energy from LPG and solar thermal energy for drying. The temperature inside the dryer about 40±2 $^{\circ}$C on both systems. Consider the test results from weighing and residual moisture measurement after drying for 8 hours. The results show that drying by heat energy from thermal energy from LPG better than solar thermal energy. The final moisture content of *Curcuma comosa* drying with two energy it consists of thermal energy from LPG and solar thermal energy was 8.31% and 11.73%, respectively. However, the technology for drying Wan Chak Mot Luk Herb results can help Herbalists in Khao Kho, Phetchabun province save the time

Keywords: drying cabinets two energy, drying, curcuma comosa

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

บุษบากร คงเรือง และคณะ

20 กรกฎาคม 2561

สารบัญ

เรื่อง หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาไทย ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญรูป ช
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ 4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
วิธีการดำเนินการวิจัย 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
สมุนไพรว่านชักมดลูก 6
สรรพคุณของสมุนไพรว่านชักมดลูก 7
ทฤษฎีการอบแห้ง 9
ชนิดและหลักการทำงานของตู้อบ 12
ส่วนประกอบสำคัญของตู้อบ 14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 23
ระยะที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องของการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก 23
ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก 24
ระยะที่ 3 ทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก 38
ระยะที่ 4 ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก 29
บทที่ 4 ผลการวิจัย 32

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง		หน้า
	ผลการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลัง	32
	ผลการทดสอบสรรถนะของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลังงาน	34
	ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก..	37
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	39
	สรุปผลการวิจัย	39
	อภิปลายผล	39
	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	39
	การแก้ปัญหา	40
	ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม		41
ภาคผนวก		42
ประวัติคณะผู้วิจัย		48

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ความแตกต่างระหว่าง พัดลม เครื่องเป่า และเครื่องอัดอากาศ 16

3-1 ตัวอย่างตารางบันทึกการทดสอบเวลาในการทำงาน ความชื้น และอัตราการอบแห้ง ของชิ้นสมุนว่านชักมดลูกหั่น 28

4-1 ตารางบันทึกการทดสอบเวลาในการทำงาน ความชื้น และอัตราการอบแห้งของชิ้นสมุน ไพรว่านชักมดลูกหั่น ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 35

4-2 ตารางบันทึกการทดสอบเวลาในการทำงาน ความชื้น และอัตราการอบแห้งของชิ้นสมุน ไพรว่านชักมดลูกหั่น ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแก๊ส 36

4-3 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก 38

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1-1 กลุ่มเกษตรกรล้างสมุนไพรว่านชักมดลูก....2
1-2 กลุ่มเกษตรกรหั่นสมุนไพรแบบเดิมโดยใช้มีด....2
1-3 สมุนไพรว่านชักมดลูกที่ตากแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์....2
2-1 ลักษณะว่านชักมดลูกตัวเมีย....6
2-2 ลักษณะว่านชักมดลูกตัวผู้....7
2-3 ตู้อบแบบกะ....13
2-4 ตู้อบแบบต่อเนื่อง....14
2-5 เส้นโค้งสมรรถภาพของพัดลม....17
2-6 ความเร็ว แรงดัน และกำลังของพัดลม....17
2-7 แบบใบพัดธรรมดา....18
2-8 ผลของซีแบ็ค....19
2-9 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล....20
2-10 โครงสร้างพื้นฐานของเทอร์โมคัปเปิล....21
2-11 วิธีที่นิยมกันในการป้องกันเทอร์โมคัปเปิลในสภาพแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนสูงที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี....21
2-12 โครงสร้างที่มีแร่เป็นฉนวนและปลอกหุ้มเป็นโลหะหรือ MIMS ของเทอร์โมคัปเปิล....22
3-1 แบบเครื่องต้นแบบเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลังงาน....24
4-1 โครงสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก....46
4-2 โครงสร้างระบบการให้ความร้อนของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก....33
4-3 เครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลังงานด้านหน้า....33
4-4 เครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลังงานด้านข้าง....33
4-5 การต่อระบบการให้ความร้อนด้วยแก๊สกับเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก....34
4-6 แสดงวิธีการอบสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้งสองพลังงาน....34
ก-1 การขุดสมุนไพรว่านชักมดลูก....44
ก-2 หัวสมุนไพรว่านชักมดลูก....44
ก-3 การทำความสะอาดหัวสมุนไพรว่านชักมดลูก....45
ก-4 การหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยวิธีการดั้งเดิม....45
ก-5 ลักษณะเนื้อสมุนไพรว่านชักมดลูก....46
ก-6 ลักษณะชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูกหลังจากหั่นด้วยมีด....46
ก-7 ความหนาของสมุนไพรว่านชักมดลูกที่ต้องการ....47
ก-8 การตากสมุนไพรว่านชักมดลูกเพื่อเพิ่มมูลค่า....47

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ประเทศไทยได้มีการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ ในครัวเรือนกันอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานานและตลาดโลกของผลิตภัณฑ์สมุนไพรกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีอัตราการเติบโต 10-12 เปอร์เซนต์ ต่อปี โดยมีมูลค่าสูงมากถึง 180 ล้าน ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2557 และธนาคารโลกคาดว่าจะเพิ่มเป็น 250 ล้าน ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2570 สำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรในแนวอายุวัฒนะ หรือชะลอวัย กำลังได้รับความนิยมสูงตอบรับกระแสการป้องกันโรคและการรักษา ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2555-2559) ได้กล่าวถึงนโยบายการพัฒนาภูมิปัญญาด้านการแพทย์แผนไทยเพื่อการพึ่งพาตนเอง โดยเฉพาะการพัฒนายาสมุนไพรเพื่อใช้ทดแทนยาเคมีซึ่งจากนโยบายดังกล่าวจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาสมุนไพรอย่างเป็นระบบมากขึ้น อีกทั้งเป็นการสร้างความมั่นคงของเศรษฐกิจชุมชนด้วยการบูรณาการกระบวนการผลิตบนฐานศักยภาพ และความเข้มแข็งของชุมชนอย่างสมดุล เน้นการผลิตเพื่อการบริโภคอย่างพอเพียงภายในชุมชน สนับสนุนให้ชุมชนมีการรวมกลุ่มในรูปสหกรณ์กลุ่มอาชีพ สนับสนุนการนำภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่นมาใช้ในการสร้างสรรค์คุณค่าของสินค้าและบริการ และสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชนในการลงทุนสร้างอาชีพและรายได้ที่มีการจัดสรรประโยชน์อย่างเป็นธรรมแก่ชุมชน

ปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาชุมชน ด้านการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนการสร้างงานและการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น โดยการนำวัตถุดิบที่มีในชุมชนมาแปรรูปให้มีคุณค่าเพิ่มขึ้น เช่น ผลไม้กระป๋อง กล้วยตาก ผลไม้กวน น้ำสมุนไพร เป็นต้น ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าและทันสมัยเข้ามาช่วยในการผลิต ผู้ประกอบการหรือวิสาหกิจชุมชนจึงปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มคุณภาพของสินค้าหรือบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและผู้บริโภค เครื่องจักรในการแปรรูปสมุนไพรปัจจุบันมีการผลิตออกมาจำหน่ายในหลายแบบ หลายขนาด ต้นทุนราคาแตกต่างกันไปตามประสิทธิภาพของเครื่อง จากการสำรวจวิสาหกิจชุมชนในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิธีการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกที่วิสาหกิจชุมชนทำอยู่เป็นการตากนำว่านชักมดลูกที่ผ่านการหั่นแล้วมาตากบนแผ่นสังกะสีแล้วให้รับความร้อนเป็นเวลาประมาณ 4 วันถึงจะสมุนไพรว่านชักมดลูกแห้งตามที่ต้องการ ซึ่งวิธีดังกล่าวจะทำให้กระบวนการการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกใช้เวลานาน และต้องรอแสงแดด ซึ่งทำให้กำลังการผลิตผลิตได้น้อยไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการวิจัยการจัดการเทคโนโลยีการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้งแบบ 2 พลังงาน สำหรับกลุ่มผู้ประกอบการสมุนไพรอบแห้ง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก และลดเวลาในกระบวนการอบแห้ง โดยให้

ผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีความชำนาญสามารถใช้งานเครื่องได้อย่างปลอดภัย สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคและก่อให้เกิดรายได้แก่ชุมชนมากขึ้นต่อไป

ภาพที่ 1.1 กลุ่มเกษตรกรล้างสมุนไพรว่านชักมดลูก

ภาพที่ 1.2 กลุ่มเกษตรกรหั่นสมุนไพรแบบเดิมโดยใช้มีด

ภาพที่ 1.3 สมุนไพรว่านชักมดลูกที่ตากแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการทำงานของการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก
2. เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบการทำงานของเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบสองพลังงาน
3. เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบสองพลังงาน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

1.1 ผู้เชี่ยวชาญในการแปรรูปสมุนไพรว่านชักมดลูกอบแห้ง ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกว่านชักมดลูก อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1 ระยะที่ 1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของว่านชักมดลูก สำหรับการออกแบบเครื่องต้นแบบ ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของว่านชักมดลูก ประกอบด้วย ขนาดหัว ความหนาแน่นของเนื้อว่านชักมดลูก รูปทรงของว่านชักมดลูก

2.2 ระยะที่ 2 ออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบสองพลังงาน

2.2.1 ตัวแปรที่ศึกษาด้านการออกแบบ สร้าง ได้แก่ ผลการออกแบบ สร้างเครื่องต้นแบบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมร้อน

2.2.2 ตัวแปรที่ศึกษาด้านการทดสอบสมรรถนะในการอบแห้ง ได้แก่ ระยะเวลาในการทำงานของเครื่อง ค่าความชื้น หรือการทดสอบคุณภาพด้านสี ของสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.3 ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกว่านชักมดลูก อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

2.3.1 ด้านคุณลักษณะของเครื่อง

2.3.2 ด้านคุณประโยชน์ของเครื่อง

2.4 ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

2.4.1 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

3.1 พื้นที่ในการวิจัยด้านการศึกษาลักษณะทางกายภาพของว่านชักมดลูกสำหรับการออกแบบเครื่องต้นแบบ ได้แก่ พื้นที่การปลูกใน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

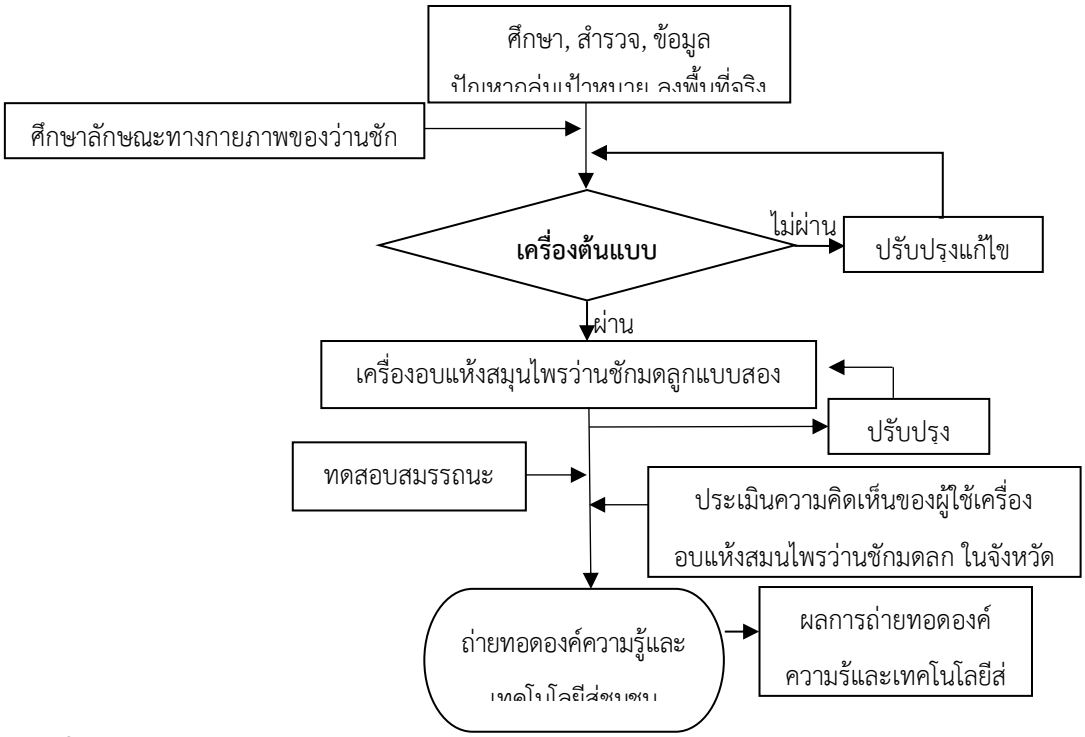
3.3 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.4 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 11 เดือน

ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลการวิจัยด้านลักษณะทางกายภาพของว่านชักมดลูก ออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะ ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องหั่นว่านชักมดลูก ที่สามารถตีพิมพเผยแพรผลงานสรางสรรคหรือจดทะเบียนทรัพยสินทางปญญา การประดิษฐงานสร้างสรรคหรือนำไปใช้ประโยชน์ที่สอดคล้องกับประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 ของแผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ พ.ศ. 2555-2559 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2557)

2. มหาวิทยาลัยได้เครื่องหั่นว่านชักมดลูกที่เปนแหลงองคความรู้เพื่อพัฒนาท่องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยโดยถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

3. ได้เทคโนโลยีเครื่องหั่นว่านชักมดลูกที่สามารถตอบสนองต่อปัญหาของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกว่านชักมดลูก ในจังหวัดเพชรบูรณ์

4. คณะผู้วิจัยได้เรียนรู้กระบวนการวิจัยและการบูรณาการเรียนการสอนกับการวิจัยผ่านการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1 กำหนดปัญหาที่จะดำเนินการวิจัย

2. กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย

3. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัย) ที่เคยมีมาก่อน

4. กำหนดกรอบแนวคิดและตั้งสมมติฐาน นิยามศัพท์

5. กำหนดแบบการวิจัย โดยการศึกษารูปแบบการวิจัยที่ได้จากข้อ 3
6. กำหนดประชากรและวิธีการสุ่มตัวอย่าง
7. สร้างเครื่องมือและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
8. การรวบรวมข้อมูล
9. การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
10. สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติความเป็นมาของว่าชักมดลูก

ว่านชักมดลูก จัดอยู่ในวงศ์ขิง เป็นพืชที่มีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน และมีหลากหลายสายพันธุ์ แต่สำหรับในประเทศไทยว่านชักมดลูกที่พบได้ตามท้องตลาดจะมีอยู่ด้วยกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ว่านชักมดลูกตัวเมีย *(Curcuma comosa Roxb)* ซึ่งจะมีลักษณะของหัวกลมรีตามแนวตั้ง มีแขนงสั้น และ ว่านชักมดลูกตัวผู้ (*Curcuma latifolia*) จะมีลักษณะต่างจากตัวเมียตรงที่ หัวใต้ดินจะกลมแป้นมากกว่า และแขนงจะยาวมากกว่า ทำให้การซื้อมาใช้บางครั้งอาจจะจำแนกลำบาก เพราะบางครั้งเมื่อนำมาเทียบกันทั้งตัวเมียและตัวผู้จะคล้ายกันมาก โดยจะปลูกมากในจังหวัดเลย และเพชรบูรณ์ทั้งนี้ยังได้พบว่ามีพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีต้นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับว่านชักมดลูกของไทยมาก และมีสรรพคุณทางยาที่คล้ายคลึง (https://www.yonlada 2539.wordpress.com.ออนไลน์)

ว่านชักมดลูกเป็นพืชที่มีลำต้นเป็นหัวอยู่ในวงศ์ขิง กลุ่มเดียวกับขมิ้นชัน การสุ่มซื้อว่านชักมดลูกในตลาดสมุนไพร พบว่าเป็นเหง้าที่มีลักษณะต่างกันอยู่ กลุ่มที่พบมากจะเรียกกันว่า ว่านชักมดลูกตัวเมีย (*C.comosa Roxb)* และว่านชักมดลูกตัวผู้ (*C.urcuma latifolia)*

ว่านชักมดลูกตัวเมีย (*C.urcuma comosa Roxb)* เรียกสั้นๆว่า ว่านตัวเมีย มีลักษณะหัวกลมรีแนวตั้ง แขนงสั้น

ภาพที่ 2.1 ลักษณะว่านชักมดลูกตัวเมีย
ที่มา : (รังว่านปากช่อง, 2524)

ว่านชักมดลูกตัวผู้ (*C.urcuma latifolia*) หรือว่านตัวผู้ มีลักษณะต่างไปเล็กน้อย คือ หัวใต้ดินจะกลมแป้นกว่า แขนงข้างยาวกว่าแต่บางครั้งแขนงถูกตัดออกไปหรือหักไป ทำให้จำแนกไม่ชัดเจนนักผู้ไม่คุ้นเคยอาจจำแนกไม่ได้และมักมีปัญหาในการซื้อขาย

ภาพที่ 2.2 ลักษณะว่านชักมดลูกตัวผู้
ที่มา : (รังว่านปากช่อง, 2524)

หากผ่าดูเนื้อในเปรียบเทียบกัน ว่านตัวเมียจะมีสีขาวนวลวงในมีสีชมพูเรื่อยๆ ทิ้งไว้สีชมพูจะเข้มขึ้น ส่วนเนื้อในว่านตัวผู้มีสีคล้ายกันแต่วงในออกสีเขียวแกมเทาอ่อนๆ ทิ้งไว้จะออกสีชมพูเข้มขึ้นเรื่อยๆ เช่นกัน แต่หากผู้ซื้อไม่มีตัวอย่างเทียบเคียงจะจำแนกยาก

จากการสำรวจและตรวจสอบพันธุกรรมดีเอ็นเอระบุว่านชักมดลูกมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากกว่า 2 ชนิด แต่ที่มีการวิจัยตรวจสอบคุณภาพชัดเจนมีเพียงสองชนิดข้างต้น พบว่า พืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย ไม่พบการปลูกในประเทศไทยและมีลักษณะคล้ายว่านชักมดลูกของไทยรวมทั้งมีสรรพคุณคล้ายกัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่ามีการวิจัยในจ่างประเทศค่อนข้างมาก ทำให้มีผู้เข้าใจผิดว่าเป็นผลวิจัยของว่านชักมดลูกของเราพบว่ามีสาระสำคัญคนละกลุ่มกันส่วนว่านชักมดลูกของเรามีการวิจัยอย่างเป็นระบบในสัตว์ทดลองโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวไทยล้วน สรรพคุณตามตำรายาไทย ใช้เหง้าว่านชักมดลูกรักษาอาการของสตรี เช่น ประจำเดือนมาไม่ปกติ ปวดท้องระหว่างมีประจำเดือน ตกขาว ขับน้ำคาวปลา แก้ธาตุพิการอาหารไม่ย่อย ริดสีดวงทวาร และไส้เลื่อน (www.pharmacy.mahidol.ac.th.ออนไลน์)

สรรพคุณของยาว่านชักมดลูก

1. ว่านชักมดลูกมีความปลอดภัยมากกว่า กวาวเครือขาว และยังช่วยให้ทำให้กล้ามเนื้อกระชับขึ้น
2. ว่านชักมดลูก ช่วยรักษาอาการมดลูกทรุดตัว หรือมดลูกต่ำไม่เข้าที่
3. มีส่วนช่วยเสริมหรือขยายหน้าอก
4. ช่วยทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งสดใส ขาวนวล และมีเลือดฝาด
5. มีส่วนช่วยลดเลือนรอยเหี่ยวย่น ฝ้า และรอยดำ
6. ช่วยแก้อารมณ์แปรปรวนต่างๆ ของสตรี เช่น อารมณ์ฉุนเฉียว จิตใจห่อเหี่ยว โกรธง่าย อ่อนไหวง่ายให้หายไป
7. ช่วยกระชับหน้าท้องที่หย่อนคล้อยหลังคลอดบุตร

8. ช่วยกระชับช่องคลอดภายในของสตรี ช่วยให้มดลูกเข้าอู่เร็วขึ้น

9. ช่วยป้องกันโรคมะเร็งปากช่องคลอดหรือในมดลูก

10. ช่วยทำให้ซีสต์หรือเนื้องอกภายในช่องคลอดฝ่อตัวลง

11. ช่วยดับกลิ่นภายในช่องคลอดของสตรีให้ลดลงหรือหายไป

12. ช่วยเพิ่มน้ำหล่อลื่นในช่องคลอดของสตรี

13. ช่วยรักษาอาการหน่วงเสียวของมดลูกหรืออาการเจ็บท้องน้อยเป็นประจำให้ดีขึ้น

14. ช่วยแก้ปัญหาอาการประจำเดือนมาไม่ปกติ

15. ช่วยรักษาอาการปวดท้องระหว่างมีประจำเดือน หรืออาการปวดท้องอย่างรุนแรงให้มีอาการดีขึ้น

16. ช่วยแก้อาการตกขาวในสตรี ทำให้อาการดีขึ้น

17. ช่วยทำให้สตรีมีอารมณ์ทางเพศที่สมบูรณ์ ทำให้อารมณ์ทางเพศที่ขาดหายไปกลับมาเหมือนเดิม

18. ว่านชักมดลูกมีสรรพคุณช่วยขับน้ำคาวปลา

19. ช่วยแก้พิษอาหารไม่ย่อย

20. ช่วยรักษาและบรรเทาอาการของโรคริดสีดวงทวาร

21. ช่วยรักษาโรคไส้เลื่อน

22. ช่วยลดอาการร้อนวูบวาบในสตรีวัยทอง

23. ช่วยดับกลิ่นปาก และกลิ่นตามตัว

24. ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระและการอักเสบต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของความเสื่อมและความผิดปกติของเซลล์ในร่างกาย

25. ช่วยปกป้องเซลล์เรตินาของตาจากอนุมูลอิสระต่างๆ ช่วยป้องกันโรคจอประสาทตาเสื่อมของคนวัยทอง

26. ช่วยป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุน โดยช่วยป้องกันการสูญเสียแคลเซียม ช่วยรักษาความหนาแน่นของมวลกระดูก

27. ช่วยรักษาซ่อมแซมระบบหลอดเลือดและหัวใจ

28. ช่วยทำให้หลอดเลือดแข็งตัวมากขึ้น ช่วยป้องกันอาการเยื่อบุผนังหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจขาดความยืดหยุ่น

29. ช่วยฆ่าเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว (P388 leukemic cell) ด้วยการไปทำลายดีเอ็นเอของเซลล์มะเร็ง

30. ช่วยในการลำเลียงไขมันออกจากเนื้อเยื่อต่างๆ เข้าไปในตับและช่วยเสริมให้เกิดการขับคอเลสเตอรอลและกรดน้ำดีสู่ทางเดินอาหารและออกจากร่างกายพร้อมกับอุจจาระ

31. ว่านชักมดลูกมีประโยชน์ช่วยกระตุ้นการหลั่งน้ำดี และช่วยเสริมให้มีการหลั่งกรดน้ำดีมากยิ่งขึ้น จึงช่วยลดการเกิดนิ่วในถุงน้ำดี

32. มีฤทธิ์ปกป้องเซลล์ตับจากสารพิษคาร์บอนเตตระคลอไรด์ โดยไปช่วยกระตุ้นกลไกการล้างพิษและลดการสร้างสารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกาย

33. ช่วยปกป้องตับและไต

34. มีฤทธิ์ต่อต้านการอักเสบต่างๆ ซึ่งเป็นผลดีกับโรคในระบบประสาท

35. นำมาเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตยาสมุนไพรยี่ห้อต่างๆ ทั้งชนิดแคปซูล ชนิดผง เป็นต้น (https://medthail.com.ออนไลน์)

ผลข้างเคียงของยาว่านชักมดลูก

1. มีอาการตกขาวมากกว่าปกติซึ่งเป็นเรื่องที่พบได้บ่อยที่สุดแต่ก็มีคำแนะนำว่าสามารถรับประทานต่อไปได้เลย

2. มีอาการวิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะตัวร้อน มีอาการเหมือนจะเป็นไข้ ซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้สตรีที่ไม่แข็งแรง และมีคำแนะนำว่าให้หยุดรับประทานสักพักจนกว่าอาการไข้จะหายไป แล้วให้รับประทานต่อในปริมาณที่ลดลงครึ่งหนึ่ง หรือสำหรับผู้ที่ไม่ได้มีอาการไข้ให้เริ่มรับประทานในปริมาณน้อยๆ ก่อนค่อยเพิ่มปริมาณในการรับประทานตามฉลากสมุนไพร

3. มีผื่นขึ้นบริเวณผิวหนังและตามลำตัว ซึ่งเป็นอาการที่พบได้น้อย มีคำแนะนำว่าถ้าหากอาการไม่รุนแรงมากจนเกินไปให้รับประทานต่อได้ แต่ถ้าผื่นขึ้นมากก็ให้ปริมาณลงครึ่งหนึ่ง หากอาการดีขึ้นค่อยกลับมารับประทานในปริมาณที่กำหนด

4. มีอาการปวดหน้าอก ตึงหน้าอก หรือปวดมดลูก ช่องคลอด แนะนำว่าหากมีอาการดังกล่าวให้ลดปริมาณยาลงครึ่งหนึ่ง หลังจากอาการดีขึ้นค่อยรับประทานในปริมาณที่กำหนด

5. สำหรับสตรีวัยทองหรือวัยหมดประจำเดือนหลังจากรับประทานยาอาจมีประจำเดือนใหม่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถรับประทานต่อไปได้ประจำเดือนก็จะค่อยๆหมดไปเอง

ทฤษฎีทั่วไปของการอบแห้ง

การอบแห้ง (Drying) เป็นกระบวนการลดความชื้นของอาหารโดยอาศัยความร้อนเป็นตัวทำให้น้ำหรือความชื้นที่อยู่ภายในอาหารเกิดการเคลื่อนที่ออกมายังผิวของผลิตภัณฑ์และระเหยออกไป อาหารที่ได้จะมีลักษณะแห้งและสามารถเก็บไว้ในได้นาน ในกรณีของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ผักและผลไม้ การอบแห้งจะช่วยเกษตรกรสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้มาไว้ขายในช่วงนอกฤดูกาลเก็บเกี่ยวส่งผลให้ขายได้ราคาสูง รวมถึงยังช่วงลดปัญหาภาวะล้นตลาดของผลิตภัณฑ์ทางเกษตรได้อีกทางหนึ่งด้วย

นอกจากนี้การอบแห้งยังถือเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปซึ่งปัจจุบันมีความต้องการบริโภคในอัตราค่อนข้างสูง

การอบแห้งมีด้วยหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป การตากแห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ถือเป็นวิธีการอบแห้งที่ประหยัดที่สุด แต่ต้องใช้เวลานานกว่าที่อาหารจะแห้งในระดับที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีโอกาสที่ผลิตภัณฑ์จะเกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและเชื้อโรคต่างๆ ได้มาก การอบแห้งด้วย

ลมร้อน (Hot air drying) สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งลงได้มากกว่าการตากแห้ง แต่ต้องใช้พลังงานมากกว่า มีการสูญเสียพลังงานในอัตราสูงและผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ เช่น สี หรือ คุณค่าทางอาหารไปค่อนข้างมาก

การอบแห้งในลักษณะที่ภาวะอากาศคงที่ (อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, และความเร็วลมร้อน) โดยอาศัยหลักการดังนี้

1. การถ่ายเทความร้อนและมวล

1.1 การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ข้างเคียง สภาพนำความร้อน เป็นคุณสมบัติของสารที่ประกอบกันขึ้นเป็นวัตถุซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันสภาพนำความร้อนขึ้นกับอุณหภูมิและความร้อน ค่าสภาพนำความร้อนของน้ำจะมีค่ามากกว่าค่าของวัตถุแห้งที่เป็นอาหาร ซึ่งจะเกิดอาหารที่ลักษณะเป็นของแข็ง

1.2 การพาความร้อน จะเกิดกับอาหารที่เป็นของเหลวโดยกระแสความร้อนจะถูกพาผ่านช่องว่างที่เป็นอากาศหรือแก๊สจากของเหลวชนิดหนึ่งไปยังของเหลวอีกชนิดหนึ่ง

1.3 การแผ่รังสี เป็นการถ่ายเทความร้อน โดยการแผ่รังสีความร้อนไปยังอาหารซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีอบอาหารในสุญญากาศและการอบแห้งแบบเยือกแข็ง

2. การเปลี่ยนสถานะของน้ำ

ไอน้ำ (Vapor) คือ น้ำที่อยู่ในสถานะแก๊ส ไอน้ำเป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น โปร่งใสมองไม่เห็น น้ำในอากาศสามารถเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่งกลับไปกลับมาได้ โดยไม่ต้องพึ่งพาการถ่ายเทความร้อนและมวลสารจากสิ่งแวดล้อม กลไกการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เรียกว่า “กระบวนแอเดียแบติก” (Adiabatic process) การเปลี่ยนสถานะของน้ำทำให้การดูดกลืนหรือการคายความร้อนซึ่งเรียกว่า “ความร้อนแฝง” (Letent heat) ความร้อนแฝงมีหน่วยวัดเป็นแคลอรี่ 1 แคลอรี่ เท่ากับปริมาณความร้อนซึ่งทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส (ดังนั้นหากเราเพิ่มความร้อน 10 แคลอรี่ ให้น้ำ 1 กรัม น้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น 10 องศาเซลเซียส)

2.1 การหลอมเหลว (Melting) คือ การที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เมื่อเพิ่มพลังงานความร้อนให้แก้วซึ่งบรรจุน้ำแข็ง น้ำแข็งจะดูดกลืนความร้อนนี้ไว้โดยยังคงรักษาอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จนกว่าน้ำแข็งจะละลายหมดก้อนความร้อนที่ถูกดูดกลืนเข้าไปจะทำลายพันธะไฮโรเจนในโครงสร้างผลึกน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว โดยมีอัตราการดูดกลืนความร้อนแฝง 80 แคลอรี่ต่อกรัม

2.2 การแข็งตัว (Fleezing) คือ การที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ซึ่งน้ำจำเป็นต้องถ่ายเทพลังงานภายในออกมาในรูปของการคายความร้อนแฝง 80 แคลอรี/กรัม เพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของโมเลกุล เพื่อให้พันธะไฮโดเจนสามารถยึดเหนี่ยวโมเลกุลให้จับตัวกันเป็นโครงสร้างผลึก

2.3 การระเหย (Evaporation) คือ การที่น้ำเปลี่ยนจากสถานะของเหลวเป็นแก๊ส เมื่อเพิ่มพลังงานความร้อนให้แก้วซึ่งบรรจุน้ำ น้ำจะดูดกลืนความร้อนนี้ไว้โยยังคงรักษาอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจนกว่าน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำหมดแก้วโดยใช้อัตราการดูดกลืนความร้อนแฝง 600 แคลอรี่ต่อกรัม

2.4 การควบแน่น (Condensation) คือ การที่น้ำเปลี่ยนจากสถานะแก๊สเป็นของเหลวซึ่งน้ำจำเป็นต้องถ่ายเทพลังงานภายในออกมาในรูปของการคายความร้อนแฝง 600 แคลอรี่ต่อกรัม เพื่อลดแรงดันของระหว่างโมเลกุล

2.5 การระเหิด (Sublimation) คือ การที่น้ำเปลี่ยนจากสถานะจากของแข็งเป็นแก๊สโดยตรง ซึ่งต้องการดูดกลืนความร้อนแฝง 680 แคลอรี่ต่อกรัม

2.6 การระเหิดกลับ (Deposition) คือ การที่น้ำเปลี่ยนจากสถานะแก๊สเป็นของแข็ง ซึ่งน้ำจำเป็นต้องถ่ายเทพลังงานภายในออกมาในรูปของการคายความร้อนแฝง 680 แคลอรี่ต่อกรัม

2.7 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบ

$$Q = ms \bullet \Delta t$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อน (จูล)

m = มวลของสาร (กรัม)

s = ความร้อนจ้าเพาะ (องศาเซลเซียส)

Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (องศาเซลเซียส)

3. การคำนวณค่าปริมาณความร้อน

ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว หมายถึง ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของของแข็งเป็นของเหลวโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว หมายถึง ปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้สารที่เป็นของแข็งมีมวล 1 กรัม เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว 1 กรัม โดยอุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลงหน่อยเป็นแคลอรี/กรัม เช่น ความร้อนแฝงจำเพาะของน้ำแข็งมีค่าประมาณ 80 แคลอรี่ต่อกรัม

ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ หมายถึง ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของของเหลวกลายเป็นไอ โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ หมายถึง ปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้สารที่เป็นของเหลวมวล 1 กรัม เปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ความร้องแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด มีค่าประมาณ 540 แคลอรี่ต่อกรัม

ความจุความร้อนจำเพาะ หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส

สมการคำนวณค่าปริมาณความร้อน

$$Q = mc \bullet \Delta t \quad (2.2)$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการลดหรือเพิ่มอุณหภูมิของสารนั้น ๆ (แคลอรี)

M = มวลของสาร (กรัม)

c = ความจุความร้อนจ้าเพาะของสาร (แคลอรี/กรัม-องศาเซลเซียส)

Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ความจุความร้อนจ้าเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม-องศาเซลเซียส

4. การคำนวณหาความยาวเส้นรอบวง

การคำนวณหาความยาวของเส้นรอบวงตัวถัง ผู้จัดทำได้ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมแผ่นม้วนขึ้นรูปตามขนาดที่ต้องการ จึงทำการเชื่อมรอยต่อชนก่อนที่จะทำการตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม จำเป็นต้องมีการคำนวณขนาดของเหล็กแผ่นหรือเหล็กกล้าไร้สนิมแผ่น ตามสมการดังนี้

สมการคำนวณความยาวเส้นรอบวง

ความยาวเส้นรอบวง = π x D (2.3)

เมื่อ π = ค่าคงตัว โดยประมาน (3.14159)

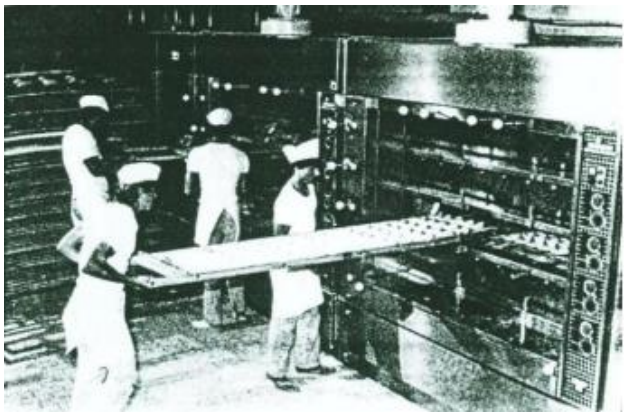
D = เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)

ชนิดและหลักการทำงานของตู้อบ

1. ตู้อบให้ความร้อนโดยตรง (Direct Heating Oven) ในตู้อบที่เผาไหม้โดยตรงและผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้จะหมุนเวียนอยู่ในตู้อบ โดยการพาความร้อนตามธรรมชาติหรือใช้พัดลมสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบอัตโนมัติได้ โดยการปรับอัตราการไหลของลมและเชื้อเพลิงที่หัวจุดนิยมใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซโพรเพน บิวเทน น้ำมันเตาหรือเชื้อเพลิงแข็ง ทำการเผาโดยใช้ก๊าซในเครื่องเผาที่ติดตั้งอยู่ด้านบนและด้านล่างของสายพาน ในตู้อบแบบต่อเนื่องหรือติดตั้งที่ฐานของตู้ในตู้แบบกะ ระบบรักษาความปลอดภัยจะตัดก๊าซโดยอัตโนมัติถ้าสภาวะการอบผิว โดยปกติที่ด้านบนของตู้อบมีแผ่นลดความดันติดตั้งอยู่เพื่อป้องกันคนงานถ้าเกิดการระเบิด

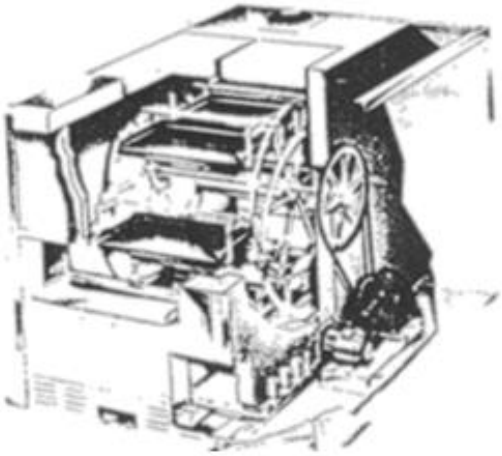
2. ตู้อบให้ความร้อนโดยอ้อม (Indirect-Heating Ovens) เป็นตู้อบที่ให้ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไปเผาอากาศหรือท่อไอน้ำเพื่อให้ความร้อนแก่ตู้อบ การให้ความร้อนแก่ท่อไอน้ำอาจทำโดยการเผาเชื้อเพลิงโดยตรงหรือใช้ไอน้ำจากหม้อต้มไอน้ำที่แยกต่างกันท่อไอน้ำนี้จะเป็นตัวที่ให้ความร้อนอากาศในตู้อบโดยทั่วไปอากาศร้อนนี้จะหมุนเวียนอยู่ในตู้อบและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่แยกต่างหาก หรือก๊าซร้อนจะไหลผ่านไปยังหลอดรังสีในตู้อบหรือใช้การเผาไหม้ น้ำมันเตาระหว่าชั้นผนังทั้งสองผลิตจากการเผาไหม้จะถูกปล่อยไปทางด้านบนของตู้อบ การให้ความร้อนตู้อบไฟฟ้าจะใช้จานหรือแผ่นนำรังสีความร้อน มีการให้ความร้อนผนังและพื้นของตู้อบ

3. ตู้อบทำงานแบบกะ (Batch Oven) สำหรับในตู้อบแบบหมุน (Reel Oven) อาหารจะถูกส่งเข้ามาในตู้ไม่ว่าจะใช้แรงงานคน หรืออาจใช้คันโยกขนาดยาวซึ่งเป็นที่มาของตู้อบ ส่วนตู้แบบหลายชั้น (Multi-Deck Oven) เป็นตู้อบแบบใหม่ที่นิยมสำหรับการทำอาหารผลิตภัณฑ์เนื้อ ขนมหวาน บางเครื่องจะมีโครงสร้างแบบโมเลกุลเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต ด้วยการใช้โมเลกุลคู่ ข้อเสียที่สำคัญของตู้อบที่ทำงานแบบกะ คือใช้แรงงานคนสูงและขาดความสม่ำเสมอเรื่องเวลาในการอบ เนื่องจากต้องเสียเวลาในการจัดเรียงอาหารเพื่อเข้าอบและยกเมื่อเสร็จ ดังรูปที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตู้อบแบบกะ

4. ตู้อบทำงานแบบต่อเนื่องและกึ่งต่อเนื่อง (Contionuous And Sem-Continuous Oven) ตู้อบทั้งสามแบบ คือ เครื่องอบแบบโรตารี่ (Rotary-Hearth Oven) เครื่องอบแบบหมุน (Reel Oven) และเครื่องอบแบบมัลติไซเคิล (Multi-Cycle Tray Oven) ล้วนใช้วิธีหมุนเวียนอาหารในตู้อบถาดทั้งสิ้นใช้การยกอาหารขึ้นและลงที่ประตูเดียวกัน การทำงานแบบกึ่งต่อเนื่องเพราะต้องหยุดเครื่องเพื่อเคลื่อนย้ายอาหาร การให้ความร้อนสม่ำเสมอกว่าเครื่องที่ทำงานแบบกะไม่ว่าจะใช้พัดลมหรือไม่ในการหมุนเวียนอากาศ เครื่องแบบโรตารี่ใช้เวลาในการอบสั้นแต่ใช้พื้นที่ห้องมากการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ ในเครื่องอบแบบหมุนทำตามแนวตั้งและในแนวนอนจากหน้าไปหลังจึงทำให้มีพื้นที่ใช้สอยมากและให้การกระจายของอุณหภูมิสม่ำเสมอ ข้อเสียของตู้อบต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ การขาดส่วนของการให้ความร้อนไม่สามารถนำถาดวางอาหารเข้าออกจากเครื่องแบบอัตโนมัติได้ และในปัจจุบันเครื่องเหล่านี้ส่วนใหญ่จะใช้แทนที่โดยตู้อบแบบถาด มีลักษณะคล้ายตู้อบแบบอุโมงค์แต่จะมีถาดโลหะติดอยู่กับโซ่สายพานอย่างถาวร ในแต่ละถาดจะมีจานอยู่หลายใบและถูกลำรียงไปในทิศทางเดียวกันแล้วถูกดึงลงมาอยู่ชั้นที่สอง จากนั้นก็เคลื่อนที่กลับไปกลับมาในตู้อบและอาหารจะถูกยกลงในที่สุด ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ตู้อบแบบต่อเนื่อง

ในการสร้างเครื่องอบแห้งสมุนไพรด้วยความร้อนจากไอน้ำหลักการอบแบบให้ความร้อนโดยอ้อม (In-direct-Heating Ovens) เป็นตู้อบที่ให้ความร้อนที่ได้จากท่อไอน้ำเพื่อให้ความร้อนแก่ตู้อบ การให้ความร้อนแก่ท่อไอน้ำจากหม้อต้มไอน้ำที่แยกต่างกันท่อไอน้ำนี้จะเป็นตัวที่ให้ความร้อนอากาศในตู้อบ

ส่วนประกอบสำคัญของตู้อบ

1. ฉนวนกันความร้อน (Insulator Board) เป็นวัสดุที่ทำหนาที่เป็นตัวต้านทานหรือหน่วงการถ่ายเทความร้อนในทางวิศวกรรมทั่วไป

1.1 จุดประสงค์ของฉนวนกันความร้อนในวิศวกรรมทั่วไปมีอยู่ 2 ประการ

ประการที่ 1 หน่วยการถ่ายเทความร้อนจากระบบสู่บรรยากาศให้น้อยลง ได้แก่ การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำ หุ้มฉนวนความร้อนที่ใช้ในการปรับอากาศในฤดูหนาว หุ้มฉนวนผนังเตาในโรงงานอุตสาหกรรม

ประการที่ 2 หน่วยการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศสู่ระบบ ได้แก่ การหุ้มฉนวนท่อน้ำยาทางเข้าคอมเพสเซอร์ในระบบปรับอากาศในฤดูร้อน หุ้มฉนวนถังเก็บก๊าซในสภาพของเหลว เช่น ถังเก็บก๊าซแอมโมเนีย

1.2 คุณสมบัติของฉนวนกันความร้อน

1.2.1 มีน้ำหนักเบา

1.2.2 มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ จึงสามารถป้องกันไม่ให้ความร้อนถูกนำพาจากผนังเตาได้ดี

1.2.3 มีความหนาแน่นน้อย เนื่องจากปริมาณความร้อนที่ถูกดูดซับไว้ โดยวัสดุทนไฟต่างๆมีค่าแปรผันโดยตรงกับความหนา

1.2.4 ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี โดยไม่เกิดการเสียหายของสารเคมี กรด และด่าง

1.2.5 มีความคงทนได้ดีที่อุณหภูมิสูง โดยไม่ถูกเผาไหม้ ละมีความทนต่อการกัดกร่อน

1.2.6 เป็นวัสดุที่ค่อนข้างนิ่ม จึงสะดวกต่อการประกอบเป็นรูปร่างต่างๆ

1.2.7 เมื่อถูกน้ำมัน ไอน้ำ น้ำ ไม่ทำให้เกิดความเสียหาย

1.3 อุณหภูมิของฉนวน ค่าการนำความร้อนของฉนวนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิของฉนวนโดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของฉนวนสูงขึ้น

1.4 ความหนาแน่นของฉนวนโดยทั่วไปวัสดุใดก็ตามที่มีความหนาแน่นสูงจะมีค่าการนำความร้อนสูงด้วยแต่ไม่เป็นจริงสำหรับค่าการนำความร้อนของฉนวนประเภทใยและผงจะมีค่าต่ำสุดที่ค่าความหนาแน่นค่าหนึ่ง (Bulk Density)

2. ประเภทของฉนวนแบ่งตามการใช้งาน

2.1 ฉนวนอุณหภูมิต่ำ (Low-Temperature Insulation) ใช้สำหรับอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ใช้เป็นฉนวนห้องเย็น เครื่องต้มน้ำ และอาคาร เป็นต้น ฉนวนอุณหภูมิต่ำมีดังนี้

2.1.1 ใยหิน (Rock Wool) ผลิตจากการเผาปูนขาวและหินดาล ซึ่งมีชั้นของไม้คอร์กสลับกันอยู่ในเตาเผาถ้วย หินจะหลอมด้วยความร้อนจากการเผาไม้คอร์ก โดยมีกระแสอากาศอยู่ภายใต้ความดัน ณ อุณหภูมิหลอมระหว่าง 1,260 ถึง 1,871 องศาเซลเซียส หินที่หลอมแล้วไหลออกจากก้นเตาเผาถ้วยและถูกเป่าด้วยไอน้ำให้เป็นใยจากนั้นให้เย็นตัวลงในห้องอบเหนียวใยเส้นผ่านศูนย์กลางจาก 5 ถึง 10 ไมครอน

2.1.2 ใยกาก (Slag Wool) คล้ายคลึงกับใยหิน ผลิตจากกากเตาเผาถลุงเหล็กหรือกากทองแดงหรือกากตะกั่ว มีจุดหลอมต่ำระหว่าง 1,093 ถึง 1,566 องศาเซลเซียส

2.1.3 เส้นใยแก้ว (Glass Fiber Galss) เป็นฉนวนทำจากซิลิกาและประกอบด้วยเส้นใยแก้วอ่อน ผลิตโดยการให้แก้วที่หลอมผ่านรูเล็กๆ ภายใต้ความดันเป็นสายออกมากับกระแสไอน้ำหรือกระแสอากาศความดันสูง เป็นวัสดุไม่ติดไฟ

2.1.4 เส้นใยไม้ (Wool Fiber) ฉนวนเส้นใยไม้ผลิตโดยการใช้ชิ้นเศษไม้อยู่ในภาชนะที่มีความดัน 68 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นระยะเวลาสั้นแล้วปล่อยให้ออกมาทันทีการกระทำเช่นนี้จะฉีกชิ้นไม้ออกเป็นเส้นใยไม้สามารถทำให้เป็นสารไม่ติดไฟได้โดยใช้สารเคมี

2.1.5 ฉนวนนวม (Blankets) เป็นฉนวนเส้นใยจาก ใยแร่ เส้นใยไม้ นุ่นและขนสัตว์ ฉนวนนวมอาจมีแผ่นกระดาษทับหลังกันไอน้ำ หรือทับหน้าด้วยฉนวนสะท้าน ฉนวนมีความหนาถึง 9.2 เซนติเมตร

2.2 ฉนวนอุณหภูมิปานกลาง (Moderate-Temperature) ใช้สำหรับอุณหภูมิระหว่าง 100 ถึง 538 องศาเซลเซียส ใช้เป็นฉนวนท่อไอน้ำ เตา และเตาอุณหภูมิต่ำเป็นต้นสารที่ใช้กันมากในกากรทำ ได้แก่ แมกนีเซียม 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยแอสเบส 15 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนเนตของแมกนีเซียม 85 เปอร์เซ็นต์

2.3 ฉนวนอุณหภูมิสูง (High-Temperature Insulation) ใช้สำหรับอุณหภูมิที่สูงกว่า 538 องศาเซลเซียส ใช้เป็นฉนวนเตาเผาอุณหภูมิสูง เป็นต้น อิฐฉนวนและบล็อกฉนวนจำนวนมากส่วนใหญ่ประกอบด้วยดินไดอาตอเมซัสและดินพรุน (Porous Clay) สามารถใช้ได้ถึงอุณหภูมิระหว่าง 760 ถึง 1,482 องศาเซลเซียส เหนือ 1,482 องศาเซลเซียส ๖องใช้อิฐทนไฟหรือผลิตภัณฑ์ไฟบางแบบ เช่น ซิลิกา แมกนีไซท์ซิลิคอนคาร์ไบด์ หรือเซอร์โคเนียม (อธิคม ฤกษบุตร , 2546, เส้นใยแก้วและการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น)

3.พัดลมและเครื่องเป่าลม

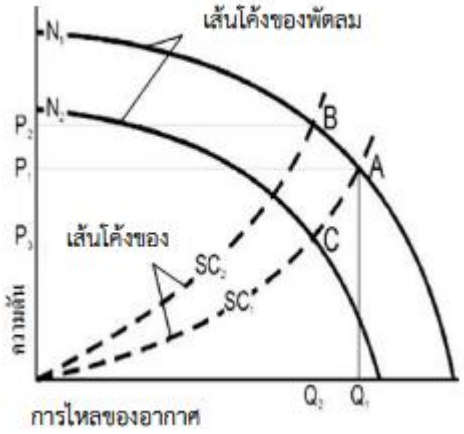
โรงงานผู้ผลิตสินค้าส่วนใหญ่จะใช้พัดลมและเครื่องเป่าลมสำหรับการระบายอากาศและกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งต้องการใช้การไหลของอากาศ ระบบพัดลมเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาให้กระบวนการผลิตได้ทำงานตลอดเวลาโดยจะประกอบไปด้วยพัดลม มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบขับเคลื่อน ท่อลม อุปกรณ์ควบคุมการไหล และอุปกรณ์การปรับอากาศ (ไส้กรอง ขดลวดระบายความร้อน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและอื่นๆ) กรมการพลังงานของสหรัฐอเมริกาได้ประมาณการไว้ว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ของไฟฟ้าที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตของสหรัฐอเมริกา ถูกใช้โดยมอเตอร์ ส่วนในภาคการนั้น ก็มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์พัดลมซึ่งก็เป็นค่าใช้จ่ายในปริมาณมากเช่นเดียวกันสำหรับการปรับสภาพอากาศในพื้นที่

พัดลมเครื่องเป่าและเครื่องอัดอากาศจะมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันโดยวิธีการเคลื่อนที่อากาศ โดยแรงดันที่ใช้ในระบบสมาคมวิศวกรเคลื่อนอเมริกา (ASME) ได้ใช้อัตราส่วนเฉพาะ ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนของแรงดันปล่อยต่อแรงดันดูดเข้าเพื่อจำแนกพัดลมเครื่องเป่าลมและเครื่องดันอากาศ

ตารางที่ 1 ความแตกต่างระหว่าง พัดลม เครื่องเป่าและเครื่องอัดอากาศ

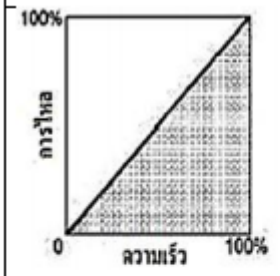
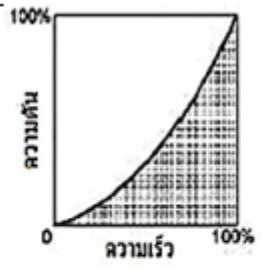
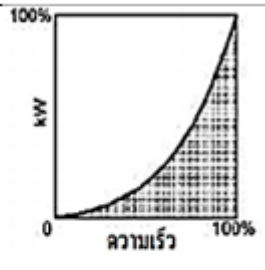
อุปกรณ์	ค่าอัตราส่วนเฉพาะ	ความดันที่เพิ่มขึ้น (มิลลิเมตร/น้ำ)
พัดลม	มากกว่า 1.11	1,136
เครื่องเป่าลม	1.11 ถึง 1.20	1,136 – 2,066
เครื่องอัดอากาศ	มากกว่า 1.20	-

3.1 คุณลักษณะของพัดลม คุณลักษณะของพัดลมแสดงได้โดยการใช้เส้นโค้งของพัดลม ซึ่งเป็นเส้นโค้งแสดงสมรรถภาพของพัดลมภายใต้เงื่อนไขที่ตั้งขึ้นมาโยเฉพาะเส้นโค้งของพัดลมจะเป็นรูปภาพที่แสดงถึงปัจจัยต่างๆ ที่สัมพันธ์ต่อกันโดยทั่วไป แล้วเส้นโค้งของระบบจะสร้างขึ้นโดยใช้ชุดของเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งรวมถึงปริมาตรของพัดลม แรงดันสถิติของระบบความเร็วของพัดลมและกำลังแรงม้า ที่ต้องการใช้ในการขับเคลื่อนพัดลมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดมาให้เส้นโค้งของพัดลมบางชนิด



รูปที่ 2.5 เส้นโค้งสมรรถภาพของพัดลม

3.2 กฎของพัดลม พัดลมจะทำงานตามกฎซึ่งสามารถทำนายได้โดยจะคำนึงถึงความเร็วกำลังและแรงดันการเปลี่ยนแปลงความเร็ว (รอบต่อนาที หรือ RPM) ของพัดลมใดก็ตามจะเปลี่ยนแปลงไปตามแรงดันและกำลังที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานด้วยความเร็วรอบใหม่ ดังรูปที่ 2.6

การไหล ∞ ความเร็ว	ความดัน ∞ (ความเร็ว)²	กำลัง ∞ (ความเร็ว)³
		
$\frac{Q}{Q} = \frac{N}{N}$	$\frac{SP}{SP}=(\frac{N}{N})^2$	$\frac{kW}{kW} = (\frac{N}{N})^3$
การเปลี่ยน RPM จำนวนร้อยละ 10 จะลดหรือเพิ่มการสำเลียงอากาศเป็นปริมาณร้อยละ 10	การเปลี่ยน RPM จำนวนร้อยละ 10 จะลดความดันสถิตได้ร้อยละ 19 และเพิ่ม RPM จำนวนร้อยละ 10	การ If RPM จำนวนร้อยละ10 จะลดความต้องการใช้กำลังได้ร้อยละ 27และการเพิ่มRPM ร้อยละ10

หมายเหตุ : โดยที่ Q – การไหล, SP – ความดันสถิต, kW – กำลัง และN – ความเร็ว (RPM)

รูปที่ 2.6 ความเร็ว แรงดัน และกำลังของพัดลม

3.3 ประเภทของพัดลมมีอยู่สองประเภท พัดลมแบบแรงเหวี่ยงจะใช้วงล้อใบพัดที่หมุนเพื่อทำให้เกิดกระแสการไหลของอากาศ ส่วนพัดลมแบบหมุนตามแนวแกนนั้นจะดึงอากาศให้เคลื่อนที่ตามแนวแกนของพัดลม

3.3.1 พัดลมแบบแรงเหวี่ยง พัดลมแบบแรงเหวี่ยงจะเพิ่มความเร็วของกระแสลมโดยใช้การหมุนของวงล้อใบพัด ความเร็วจะเพิ่มมากขึ้นที่จุดปลายของใบพัดและจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงดันพัดลมเหล่านี้สามารถทำให้เกิดแรงดันสูงๆได้ซึ่งก็ทำให้มีความเหมาะสมสำหรับสภาพการทำงานที่ลำบากได้ เช่น ระบบที่มีอุณหภูมิสูง มีความชื้นสูง

3.3.2 พัดลมแบบหมุนตามแกน จะดึงให้อากาศเคลื่อนที่ไปตามแนวแกนของพัดลม การทำงานของพัดลมเหล่านี้เปรียบเทียบได้กับใบพัดของเครื่องบิน ซึ่งใบพัดของเครื่องบินจะสร้างแรงยกตามหลักกลศาสตร์ของไหลโยสร้างแรงกดอากาศพัดลม แบบนี้เป็นที่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพราะว่ามีราคาไม่แพง มีขนาดกะทัดรัดและมีน้ำหนักเบารูปแบบหลักๆของพัดลมแบบแนวแกน (ใบพัดขับเคลื่อนธรรมดา,แบบหัวเพลาใหญ่และแบบครีบ)

รูปที่ 2.7 แบบใบพัดธรรมดา

3.4 ประเภทของเครื่องเป่าลม เครื่องเป่าลมสามารถสร้างแรงดันได้มากกว่าพัดลม ซึ่งอาจสูงได้ถึง 1.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยจะถูกใช้ในการสร้างแรงดันลมสำหรับระบบสุญญากาศในภาคอุตสาหกรรม

3.5 เลือกใช้พัดลมที่ถูกต้อง ข้อควรคำนึงในการเลือกใช้พัดลม ได้แก่

3.5.1 เสียง

3.5.2 ความเร็วในการหมุน

3.5.3 คุณลักษณะของกระแสอากาศ

3.5.4 ช่วงอุณหภูมิ

3.5.5 การเปลี่ยนแปลงของสภาพของการทำงาน

3.5.6 ข้อจำกัดของพื้นที่และการจัดวาง

3.5.7 ค่าใช้จ่ายในการซื้อ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

3.6 การบำรุงรักษาพัดลมอย่างสม่ำเสมอ การบำรุงรักษาพัดลมอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาระดับสรรถภาพไว้กิจกรรมในการบำรุงรักษา

3.6.1 การตรวจสอบส่วนประกอบทั้งหมดของระบบอยู่เป็นระยะๆ

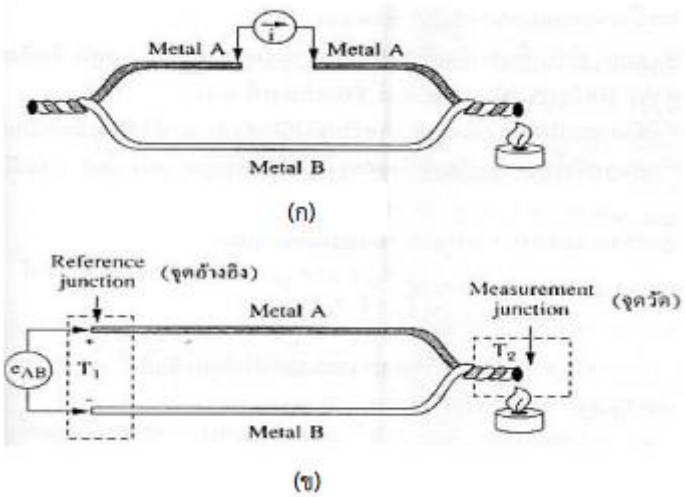
3.6.2 การหล่อลื่นและการเปลี่ยนทดแทนลูกปืน

3.6.3 การปรับสายพานให้แน่น และการเปลี่ยนสายพาน

3.6.4 การซ่อมหรือการเปลี่ยนมอเตอร์(http://www.energyefficiencaia.org)

4. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocoupie) คือ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือ ความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric and Magnetic Fields) เทอร์โมคัปเปิลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว (แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม) นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยด้านหนึ่งเรียกว่าจุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดอ้างอิงอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้างปรากฏการณ์ดังกล่าวค้นพบโดย

(Thomus Seebeck) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันในปี ค.ศ.1821 ในรูปที่ 8 เป็นวงจรที่ใช้อธิบายผลของซีแบ็ค

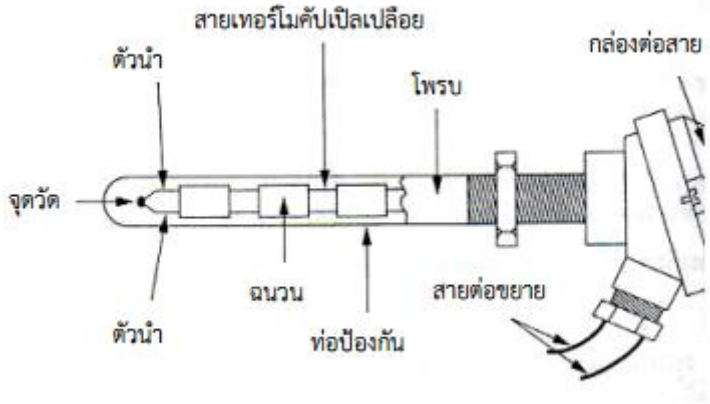


รูปที่ 2.8 ผลของซีแบ็ค (ก) กระแสในวงจรปิด (ข) แรงเคลื่อนที่ตกคร่อมวงจรปิด

4.1 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน(Characteristic of Standard Thermocouples)

4.1.1 ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS แสดงว่าย่านของแรงเคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าน้อยกว่า 100 มิลลิโวลต์ แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับกาใช้วงจรปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิล

4.1.2 โครงสร้าง (Construction) โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิลมีลักษณะดังรูปที่ 2.9 โดยต้องมีลักษณะดังนี้ คือ มีความต้านทานต่ำให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่าและเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากสแตนเลส ความไวของเทอร์มคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกันทั้งอลูมิเนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอโมลิเล็กทรก จึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็นมากกว่าที่ใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิล กำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่างและมีขนาดจาก 10 มิลลิเมตร จนถึงขนาด 30 มิลลิเมตร หรือแม้กระทั่ง 0.02 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์ (microwire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล

4.1.3 ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละตัวจะแตกต่างกัน ในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกจากแต่ละอุณหภูมิ จะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ

4.1.4 เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับขนาดของสายและวัสดุที่นำท่อป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล

4.1.5 การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดน้อยมากจึงเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

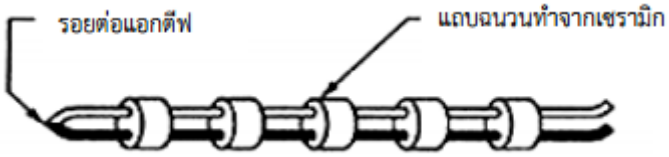
4.2 การวัดอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลสเกลอุณหภูมิ

4.2.1 องศาฟาเรนไฮด์ เทอร์โมมิเตอร์แบบบรรจุปรอทไว้ในหลอดแก้วโดยปรอทจะต่ำสุด (-17.78 องศาเซลเซียส) โดยใช้น้ำแข็งและเกลือผสมน้ำ จุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส

4.2.2 องศาเซลเซียส ต่อมาออกแบบเทอร์มอมิเตอร์ให้อ่านง่ายขึ้นโดยมีจุดหลอมเหลวละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 0 องศาเซลเซียสและจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส

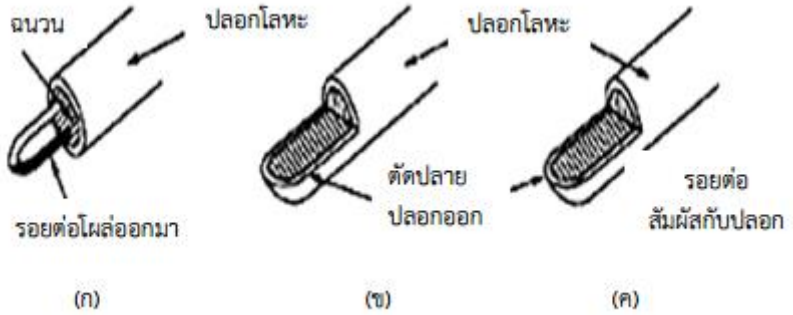
4.2.3 เคลวิน K (องศาสมบูรณ์) ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนละอุณหภูมิว่า ณ อุณหภูมิ 0 เคลวิน อะตอมของสสารจะไม่มีการเคลื่อนที่และจะไม่มีสิ่งใดหนาวเย็นไปกว่านี้ได้อีก จึงกำหนดให้ K = -273 องศาเซลเซียสสเกลองศาสัมบูรณ์หรือเคลวิน เช่นเดียวกับองศาเซลเซียสทุกประการ เพียงแต่ +273 เข้าไปเมื่อต้องการเปลี่ยนเคลวินเป็ฯเซลเซียสความสัมพัทธ์ของสเกลอุณหภูมิ

4.3 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล เทอร์โมคัปเปิลสำหรับอุณหภูมิสูงๆที่ใช้งานจริงนั้นมีรูปร่างต่างๆกัน แบบที่ง่ายที่สุดนั้นอาจจะเป็นลวดเส้นเล็กๆ สองเส้นร้อยผ่านฉนวนที่ทำจากเซรามิกแล้วเชื่อมต่อปลายให้ติดหัว เทอร์โมคัปเปิลแบบนี้ใช้ในเตาเคลือบดินเผาขนาดเล็กๆได้แต่สำหรับการวัดอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนสูงหรือเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี เช่น ไอของสารเคมีโลหะที่หลอมละลาย หรือเปลวไฟแล้วจำเป็นต้องหุ้มเทอร์โมคัปเปิลด้วยปลอกโลหะแวบรรจุสารที่เป็ฯฉนวนไฟฟ้า แต่นำความร้อนได้ดีไว้ระหว่างกลางให้เทอร์โมคัปเปิลติดตั้งอยู่แน่นหนากับปลอกโลหะ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างพื้นฐานของเทอร์โมคัเปิลแบบง่ายๆ

จะเห็นว่ามีวิธีติดตั้งอยู่ 3 แบบ คือ ในรูปที่ 11 (ก) จะโผล่ส่วนปลายที่เป็นรอยต่อระหว่างโละหะทั้งสองโผล่ออกมาแบบนี้จะให้ผลตอบสนองต่ออุณหภูมิเร็วแต่ไม่สามารถทนการกัดกร่อนจากปฏิกิริยาเคมีได้



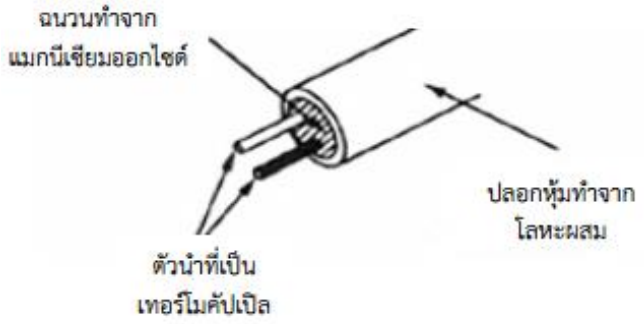
รูปที่ 2.11 วิธีที่นิยมกันในการป้องกันเทอร์โมคัปเปิลในสภาพแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนสูงที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี

(ก) ปล่อยให้รอยต่อโผล่ออกมา

(ข) , (ค) บรรจุรอยต่ออยู่ในเปลือกหุ้ม

วิธีที่สองแสดงในรูปที่ 2.11 (ข) คือ หุ้มรอยต่อทั้งหมดไว้ในปลอก ซึ่งป้องกันการเสียหายได้ดีแต่การตอบสนองต่ออุณหภูมิจะช้าลงเพราะปลอกหุ้ม และฉนวนจะนำความร้อนได้ช้าซึ่งแก้ไขด้วยการติดตั้งในรูปที่ 2.11 (ค) คือ รอยต่อถูกยึดติดกับด้านในปลอกหุ้มจึงได้ทั้งความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและป้องกันการเสียหายได้ดี

โดยทั่วไปแล้ว ในปัจจุบันนี้ปลอกหุ้มจะทำมาจากเหล็กสเต็นเลสหรือ เซรามิกอย่างไรก็ตามในยุคหลังๆ นี้ไดเปลี่ยนมาใช้โลหะผสมพิเศษเช่นนิโครซิล (Nickel-Chromium-Sillicon) เพราะมีความเหมาะสมในประสิทธิ์การขยายตัวต่ออุณหภูมิระหว่างปลอกหุ้มและโลหะที่ใช้ทำตัวเทอร์โมคัปเปิลและเป็นการลดค่าความเค้นอันเนื่องมาจากความร้อนให้เหลือน้อยที่สุด ดร.โนแอล เบอร์เลย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตเลีย ได้เผยแพร่พัฒนาการในการปรับปรุงโลหะผสมที่ใช้ทำปลอกหุ้ม เรียกว่า นิโคลเบล (Nicrobell) และเป็นผู้รับผิดชอบการพัฒนาโครงสร้างที่มีแร่ปืนฉนวนและปลอกหุ้มโลหะ (Mineral Inmulated,Meltal Sheath หรือ MIMS) ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 โครงสร้างที่มีแร่เป็นฉนวนและปลอกหุ้มเป็นโลหะหรือ MIMS ของเทอร์โมคัปเปิล (http://www.docstoc.com/docs/22698267/Thermocouple)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไกรศร ใจแปง เชาว์ลิต ไทยแสน และวัฒนา อยู่พันธ์ เพื่อสร้างเครื่องอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานความร้อนจากไอน้ำ หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องอบแห้งจากไอน้ำและใช้ใบพัดเป่าลมให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศภายในตู้อบ ซึ่งตัวถังทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สามารถบรรจุจุดอกอัญชันหรือใบเตยได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม และสามารถปรับอุณหภูมิในการอบสูงสุดไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส การทดลองการอบแห้งทำการทดลอง 3 ช่วงอุณหภูมิ คือ 60 65 และ 70 องศาเซลเซียส

ผลจากการทดลองทำการอบอัญชันและใบเตย ให้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นร้อยละ 12 และร้อยละ 20 ของน้ำหนัก พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบดอกอัญชัน เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นร้อยละ 12 ของน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบใบเตยให้ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นร้อยละ 20 ของน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ตามลำดับ (http://hrd.rmutl.ac.th)

อุนิรุทธิ์ ต่ายขาว และสมบัติ ทีฆทรัพย์ สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติและชนิดพาความร้อนแบบบังคับ หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ คือ อากาศภายในเครื่องอบแห้งเมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ จะมีความชื้นสัมพันธ์และมีความหนาแน่นลดลง และลอยตัวขึ้นสูงผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง อากาศร้อนนี้จะพาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์แล้วไหลออกจากเครื่องอบแห้งไปสู่อากาศแวดล้อม ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m2 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3 องศาเซลเซียส จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง 30-40 องศาเซลเซียส และความเร็วลม 0.45 m/s ส่วนชนิดพาความร้อนแบบบังคับเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้พัดลมช่วยในการพาความร้อนภายในเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งชนิดนี้มักแผงรับรังสีแยกแกจากตัวเครื่องและมีการหุ้มฉนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วยที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m2 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้งจะอยู่ในช่วง 45-56 องศาเซลเซียส อัตราเร็วลม 0.56-0.94 m/s

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบ 2 พลังงานโดยจะมีวิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่าชักมดลูก

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

ระยะที่ 3 ทดลอบสมรรถนะภาพเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

ระยะที่ 4 ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องของการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1.1 ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การเลือกสมุนไพรว่านชักมดลูกหอม โดยการพิจารณาจากลักษณะของชิ้นว่านชักมดลูกที่มีลักษณะคล้ายกัน สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มประชาการได้ด้วยการเลือกมาทดลองครั้งละ 5 กิโลกรัม

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 เครื่องวัดความหนา ไมโครมิเตอร์ (micrometer)

2.1.2 เครื่องวัดความกว้าง เวอร์เนียร์ (vernier)

2.1.3 เครื่องวัดความยาว เวอร์เนียร์ (vernier)

2.1.4 เครื่องวัดความชื้น ไฮโกรมิเตอร์ (hygrometer)

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.3.1 ผู้วิจัยลงชุมชนหมู่บ้านเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ สำรวจหาปัญหาที่เกี่ยวขึ้นกับการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

1.3.2 ผู้วิจัยลงพื้นที่สำรวจนำชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นมาวัดความหนาใช้เครื่องไมโครมิเตอร์ (micrometer) วัดความกว้างใช้เครื่องเวอร์เนียร์ (vernier) วัดความยาวใช้เครื่องเวอร์เนียร์ (vernier) วัดความชื้นใช้เครื่องไฮโกรมิเตอร์ (hygrometer)

1.3.3 ผู้วิจัยสำรวจสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการตากสมุนไพรว่านชักมดลูก

1.3.4 ผู้วิจัยนำปัญหาที่สำรวจได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุ

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของชิ้นว่านชักมดลูกโดยวิเคราะห์จาก ความหนา ความกว้าง ความยาว ความชื้นของชิ้นว่านชักมดลูก เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการหาค่าเฉลี่ย

1.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$ ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี, 2551)

$$\text{สูตร}\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

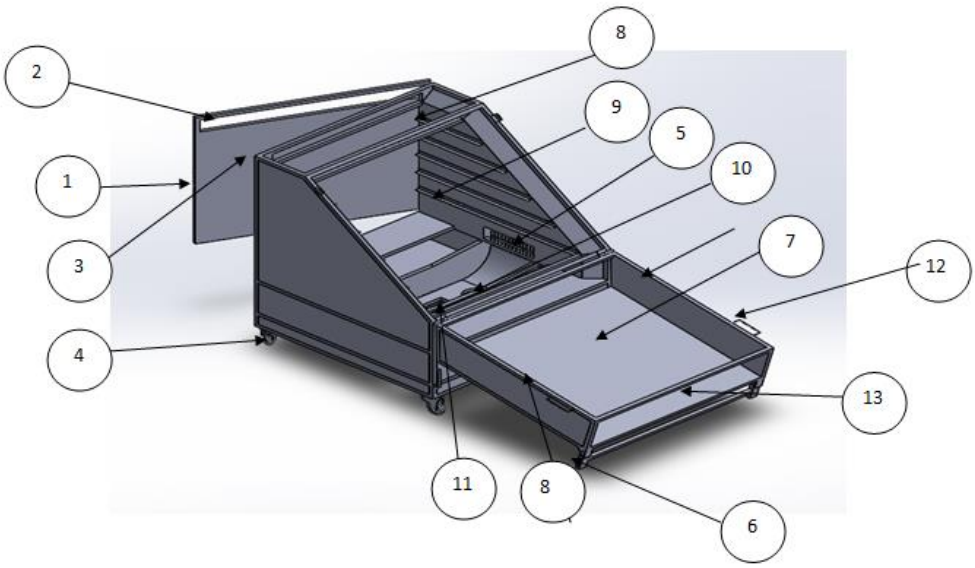
n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.6 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งสมุนไพรโดยการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยตู้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้า

ก่อนทำการสร้างตู้อบ 2 พลังงาน คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองอบสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการอบปลาเส้น (พนา จักรเสน และคณะ, 2546) ที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบประมาณ 40-43 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างตู้อบสมุนไพรว่านชักมดลูก 2 พลังงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.1. การออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องอบว่านชักมดลูก มีองค์ประกอบ ดังนี้



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างหลักของตู้อบแห้งสองพลังงาน

จากภาพที่ 3.1 ให้กำหนดให้หมายเลขต่างๆเป็นส่วนประกอบดังนี้

หมายเลข 1 มือจับประตู

หมายเลข 2 ช่องระบายอากาศพร้อมติดตั้งมุ้งลวดกันแมลง

หมายเลข 3 ประตูเปิด-ปิดตู้อบแห้ง

หมายเลข 4 ล้อยางสำหรับเคลื่อนย้าย

หมายเลข 5 แผงกระจายทิศทางลมซ้าย-ขวา

หมายเลข 6 ขาตั้งแผงรับแสงอาทิตย์

หมายเลข 7 ช่องสำหรับติดตั้งกระจก

หมายเลข 8 แผงหรับแสงอาทิตย์เสริม

หมายเลข 9 ชั้นวางกระแตง

หมายเลข 10 ช่องสำหรับติดตั้งหัวอินฟราเรส

หมายเลข 11 พัดลมกระจายความร้อน

หมายเลข 12 มือจับสำหรับพับแผงรับแสงอาทิตย์

หมายเลข 13 ช่องหรับติดตั้งมุ่งลวดกันแมลง

2.2 ประชาการและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง 3 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสาขาพลังงาน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ผู้ประกอบการทำสมุนไพรอบแห้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.3.1.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ-สกุล
2. วันเดือนปีที่ให้ข้อมูล
3. ผู้สัมภาษณ์
4. เวลาการให้สัมภาษณ์

2.3.1.2 ตอนที่ 2 เสียงเรียกข้อความคิดเห็นในการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกของผู้เชี่ยวชาญ

2.3.1.3 ข้อเสนอแนะ

2.3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.3.2.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ประสบการณ์ในการทำงาน

2.3.2.2 ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญการมีส่วนร่วมในการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนพาว่านชักมดลูก

2.3.2.3 ข้อเสนอแนะ

2.3.3 วิธีสร้างแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.3.3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.3.2 กำหนดคำถามที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกเพื่อนำตอบที่ได้มาวิเคราะห์ในการออกแบบเครื่อง

2.3.4 วิธีสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.3.4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.4.2 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกมีเกณฑ์ระดับดังนี้

5 ระดับความคิดเห็น ดีมาก

4 ระดับความคิดเห็น ดี

3 ระดับความคิดเห็น น้อย

2 ระดับความคิดเห็น น้อยที่สุด

1 ระดับความคิดเห็น ควรปรับปรุงและแก้ไข

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 การเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์

2.4.1.1 ผู้วิจัยทำการออกสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 นายโกศล สืบทายาท ที่บ้านเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ

2.4.1.2 ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จาก นายโกศล สืบทายาท และออกสำรวจพื้นที่บริเวณที่ชาวบ้านได้ทำการตากสมุนไพร

2.4.1.3 ผู้วิจัยออกสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 อาจารย์หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และได้ทำการบันทึกข้อมูล

2.4.1.4 ผู้วิจัยออกสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 อาจารย์วิลาสินี ดีปัญญา ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และได้ทำการบันทึกข้อมูล

2.4.1.5 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้กลับมาตีความหมาย จากบทสัมภาษณ์ เพื่อ นำมาทำโครงร่าง ในการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.4.2 การเก็บข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็น

2.4.2.1 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อแสดงความคิดเห็นต่อแบบโครงร่างของเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

2.4.2.1 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามมาหาค่า โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ และนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแบบโครงร่างของเครื่องอบแห้งสมุนไพร ก่อนที่ผู้วิจัยจะทำการสร้างเครื่อง

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.1 การวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์

2.5.1.1 การวิเคราะห์ผลสัมภาษณ์โดยใช้คำถามปลายเปิด ซึ่งวิเคราะห์โดย การนำเสียงเรียกร้องของผู้เชี่ยวชาญมาตีความหมายและนำมาออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์

2.5.2 การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็น

2.5.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามโดยสอบการเกี่ยวกับประสบการณ์ในการทำงาน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละของข้อมูล

2.5.2.2 การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นของการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก เป็นการสอบถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรานของข้อมูลแต่ละข้อคำถาม

2.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็น

2.6.1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.6.1.2 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} P = \frac{F}{N} \times 100$$

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ระยะที่ 3 ทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

เมื่อสร้างอุปกรณ์เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกต้นเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะต้องทำการทดสอบการทำงานซึ่งในการทดสอบจะใช้ชิ้นว่านชักมดลูกหัวสด 100 กิโลกรัม และหลังจากการทดสอบสมรรถนะผู้วิจัยจะใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก ว่าจะต้องปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องอย่างไร

3.1 วัสดุ

วัสดุประกอบไปด้วย

3.1.1 ชิ้นว่านชักมดลูกหัวสด 100 กิโลกรัม

3.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์ประกอบไปด้วย

3.2.1 เครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก

3.2.2 เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

3.2.3 ตารางบันทึกข้อมูล

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การหาระยะเวลาในการอบ

ขั้นตอนนี้จะเป็นการหาระยะเวลาในทำงานของเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกโดยการจับเวลาการทำงานตั้งแต่ขั้นตอนการนำชิ้นว่านเข้าเครื่องอบ โดยในแต่ละครั้งในการทดสอบจะใช้สมุนไพรว่านชักมดลูกแบบหัวสดจำนวน 25 กิโลกรัมต่อครั้ง โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 4 ครั้ง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างตารางบันทึกการทดสอบเวลาในการทำงาน ความชื้น และอัตราการอบแห้งของชิ้นสมุนว่านชักมดลูกหั่น

เวลา (ชม.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความชื้น (%)	อัตราการอบแห้ง

3.1.2 การตรวจสอบค่าความชื้นของสมุนไพรว่านชักมดลูกที่ผ่านการอบแล้ว

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำชิ้นว่านที่ผ่านการทดสอบจากอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำมาตรวจสอบดูความถูกต้องของชิ้นว่านที่ผ่านการอบจากเครื่องอบแห้งว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ แล้วมาหาเปอร์เซ็นต์การยอมรับแล้วทำการบันทึกข้อมูลในตารางที่ 3.1

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบของชิ้นว่านจากเครื่องอบแห้งมาหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละรายการ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี, 2551)

$$\text{สูตร}\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ระยะที่ 4 ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

เมื่อแก้ไขข้องบกพร่องจากผลการประเมินการทดสอบสมรรถนะแล้วกลุ่มผู้วิจัยจึงนำเครื่องต้นแบบไปให้กลุ่มผู้ใช้ลองทดสอบและประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

4.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก จำนวน 10 คน

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 แบบสอบถามความพึงพอใจกับผู้ใช้เครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก

4.2.1.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

4.2.1.2 ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจกับผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก

4.2.1.3 ข้อเสนอแนะ

4.2.2 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสอบถามความพึงพอใจกับผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกมีเกณฑ์ระดับดังนี้

5 ระดับความคิดเห็น ดีมาก

4 ระดับความคิดเห็น ดี

3 ระดับความคิดเห็น น้อย

2 ระดับความคิดเห็น น้อยที่สุด

1 ระดับความคิดเห็น ควรปรับปรุงและแก้ไข

แบบประเมินความพึงพอใจของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

ประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับสมุนไพร ☐ ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 5-10 ปี ☐ 11 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อการออกแบบและสร้างเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก

คำชี้แจง ให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องข้างล่างนี้ตามความเห็นของผู้ให้ข้อมูล ซึ่งจะมีระดับแนวความคิดเห็นด้านคุณภาพดังต่อไปนี้ คือ

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = น้อย 2 = น้อยที่สุด 1= ควรปรับปรุง

ข้อที่	หัวข้อในการสอบถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ความเหมาะสมรูปร่างและขนาดของเครื่อง					
2.	ระบบการอบของเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก					
3.	ชุดสวิตช์ควบคุม					
4.	ขนาดของตำแหน่งวาง ว่านชักมดลูก					
5.	ความเหมาะสมของขนาดความกว้างของชั้นตะแกรงวางชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูก					
6.	การเคลื่อนย้ายเมื่อต้องการนำไปใช้					
7.	ความรวดเร็วในการอบสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบสมุนไพรสองพลังงาน เปรียบเทียบกับการตากแห้งแบบดั้งเดิม					
8.	ความเหมาะสมของอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง					
9.	ความปลดภัยในการทำงานของเครื่องอบสมุนไพรเมื่อใช้พลังงานแก๊ส					
10.	การทำความสะอาดและบำรุงรักษา					

ข้อแนะนำ

.....

.....

.....

ผู้ให้ข้อมูล

4.3 การรวบรวมข้อมูล

4.3.1 ผู้วิจัยเดินทางไป อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อทำแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.3.2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจให้กับกลุ่มผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก จำนวน 10 คน หมู่บ้านเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ทำการประเมิน

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามโดยสอบการเกี่ยวกับประสบการณ์ในการทำงาน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละของข้อมูล

4.4.2 การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นของการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก เป็นการสอบถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรานของข้อมูลแต่ละข้อคำถาม

4.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

4.5.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.5.2 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} P = \frac{F}{N} \times 100$$

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลัง

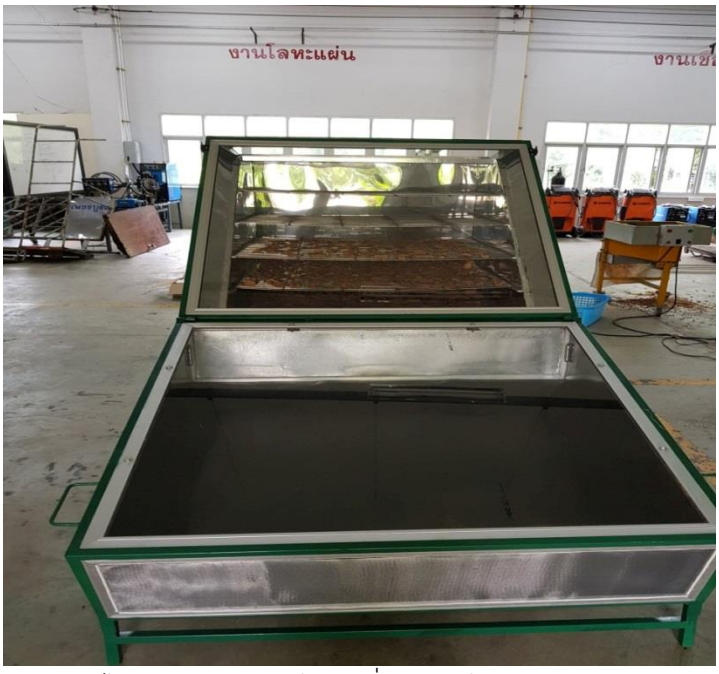
ภาพที่ 4.1 โครงสร้างเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก

ภาพที่ 4.2 โครงสร้างระบบการให้ความร้อนของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก

ภาพที่ 4.3 เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลังงานด้านหน้า

รูปที่ 4.4 โครงสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกด้าน 2

ภาพที่ 4.5 การต่อระบบการให้ความร้อนด้วยแก๊สกับเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก



ภาพที่ 4.6 แสดงวิธีการอบสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้สองพลังงาน

ผลการทดสอบสรรถนะของตู้อบสมุนไพรว่านชักมดลูกสองพลัง

การทดสอบสรรถนะของตู้อบสมุนไพรว่านชักมดลูกพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานแก๊ส โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบตารางในการทดลองแต่ล่ะครั้ง โดยใช้ว่านชักมดลูกหั่นสดครั้งละ 5 กิโลกรัม ทำการทดลองที่เวลาเวลาต่างๆ เพื่อหาค่าความชื้นและน้ำหนักที่เหลือ แล้วจดบันทึกลงในตารางที่ออกแบบไว้

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกการทดสอบเวลาในการทำงาน ความชื้น และอัตราการอบแห้งของชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่น ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เวลา (ชม.)	ครั้งที่ทำการทดลอง	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความชื้น (%)	อัตราการอบแห้ง
0	1	5.0	24.4	0
	2	5.0	25.12	0
	3	5.0	24.61	0
	เฉลี่ย	**5.0**	**24.71**	**0**
1	1	4.33	21.00	0.057
	2	4.30	20.7	0.074
	3	4.60	21.2	0.057
	เฉลี่ย	**4.41**	**20.9**	**0.064**
2	1	3.78	19.7	0.039
	2	3.51	19.0	0.051
	3	3.56	19.02	0.047
	เฉลี่ย	**3.62**	**19.24**	**0.046**
3	1	2.90	18.4	0.033
	2	2.80	18.3	0.038
	3	2.89	18.32	0.035
	เฉลี่ย	**2.86**	**18.34**	**0.035**
4	1	2.57	16.8	0.032
	2	2.41	16.1	0.038
	3	2.45	16.32	0.035
	เฉลี่ย	**2.48**	**16.41**	**0.035**
5	1	2.01	15.01	0.031
	2	1.93	14.5	0.035
	3	2.00	14.9	0.032
	เฉลี่ย	**1.98**	**14.8**	**0.033**
6	1	1.88	13.20	0.031
	2	1.75	13.0	0.034
	3	1.80	13.12	0.032
	เฉลี่ย	**1.81**	**13.11**	**0.032**

7	1	1.72	12.3	0.029
	2	1.69	11.8	0.032
	3	1.70	12	0.030
	เฉลี่ย	**1.70**	**12.03**	**0.030**
8	1	1.65	12.0	0.026
	2	1.5	11.5	0.028
	3	1.63	11.7	0.027
	เฉลี่ย	**1.59**	**11.73**	**0.027**

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกการทดสอบเวลาในการทำงาน ความชื้น และอัตราการอบแห้งของชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่น ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแก๊ส

เวลา (ชม.)	ครั้งที่ทำการทดลอง	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความชื้น (%)	อัตราการอบแห้ง
0	1	5.0	24.4	0
	2	5.0	25.12	0
	3	5.0	24.61	0
	เฉลี่ย	**5.0**	**24.71**	0
1	1	4.78	17.04	0.123
	2	4.75	17.1	0.134
	3	4.69	17.2	0.124
	เฉลี่ย	**4.74**	**17.11**	**0.127**
2	1	3.95	16.7	0.064
	2	3.86	16.7	0.070
	3	3.80	16.56	0.067
	เฉลี่ย	**3.87**	**16.65**	**0.067**
3	1	3.26	15.21	0.051
	2	3.28	15.40	0.054
	3	3.26	15.32	0.052
	เฉลี่ย	**3.27**	**15.31**	**0.052**
4	1	2.68	14.70	0.040
	2	2.61	14.38	0.045
	3	2.66	14.40	0.043

	เฉลี่ย	**2.65**	**14.49**	**0.043**
5	1	2.24	13.6	0.036
	2	2.23	12.9	0.041
	3	2.20	12.0	0.42
	เฉลี่ย	**2.22**	**12.83**	**0.040**
6	1	1.99	10.2	0.039
	2	1.98	9.8	0.043
	3	1.97	9.52	0.042
	เฉลี่ย	**1.98**	**9.77**	**0.042**
7	1	1.89	8.9	0.037
	2	1.64	8.7	0.039
	3	1.65	8.8	0.037
	เฉลี่ย	**1.73**	**8.8**	**0.039**
8	1	1.18	8.4	0.033
	2	1.05	8.2	0.035
	3	1.10	8.32	0.034
	เฉลี่ย	**1.11**	**8.31**	**0.034**

ทดลองที่มหาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อาคารเทคโนโลยีการผลิตและวิศวกรรมการผลิต การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลอง 3 ครั้ง แต่ล่ะครั้งใช้ว่านชักมดลูกจำนวน 5 กิโลกรัม เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก

ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก

การทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกที่สร้างขึ้น คณะผู้จัดทำค้นคว้าได้นำเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก ไปให้ประชาชนที่มีความชำนาญเฉพาะด้านเช่น เกษตรที่ปลูกว่านชักมดลูก จำนวน 3 คน ทำการทดสอบที่ใช้เครื่องแล้ว คณะผู้ศึกษาค้นคว้าทำการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพของเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก

คณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้สัมภาษณ์ผู้ทดสอบใช้เครื่องได้ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก โยใช้หลักสถิติเป็นค่าร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

โดยใช้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับของประสิทธิภาพ พอจะสรุปได้ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งมีหลักเกณฑ์ว่า

ดีมาก ระดับคะแนน 5 การวัดผลเฉลี่ย 4.51-5.00 คิดเป็น 91-100 เปอร์เซ็นต์

ดี ระดับคะแนน 4 การวัดผลเฉลี่ย 3.15-4.50 คิดเป็น 71-90 เปอร์เซ็นต์
ปานกลาง ระดับคะแนน 3 การวัดผลเฉลี่ย 2.51-3.50 คิดเป็น 51-70 เปอร์เซ็นต์
พอใช้ ระดับคะแนน 2 การวัดผลเฉลี่ย 1.51-2.50 คิดเป็น 31-50 เปอร์เซ็นต์
ต้องปรับปรุง ระดับคะแนน 1 การวัดผลเฉลี่ย 1.00-1.50 คิดเป็น 1-30 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูก

ข้อที่	**หัวข้อในการสอบถาม**	**ค่าเฉลี่ย**
1.	ความเหมาะสมรูปร่างและขนาดของเครื่อง	4.8
2.	ระบบการอบของเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูก	4.79
3.	ชุดสวิตช์ควบคุม	4.82
4.	ขนาดของตำแหน่งวาง ว่านชักมดลูก	4.9
5.	ความเหมาะสมของขนาดความกว้างของชั้นตะแกรงวางชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูก	4.7
6.	การเคลื่อนย้ายเมื่อต้องการนำไปใช้	4.5
7.	ความรวดเร็วในการอบสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบสมุนไพรสองพลังงาน เปรียบเทียบกับการตากแห้งแบบดั้งเดิม	4.63
8.	ความเหมาะสมของอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง	4.23
9.	ความปลดภัยในการทำงานของเครื่องอบสมุนไพรเมื่อใช้พลังงานแก๊ส	4.42
10.	การทำความสะอาดและบำรุงรักษา	4.23
เฉลี่ย		4.60

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบสองพลังงาน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานแก๊ส แล้วทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบสองพลังงาน เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกแบบสองพลังงาน พร้อมทำการแก้ไขจุดบกพร่องและอุปสรรคต่างๆ ระหว่างศึกษาวิจัยรวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เกี่ยวกับเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลองอบสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นน้ำหนักเริ่มต้น 5 กิโลกรัม ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอุณหภูมภายในเฉลี่ย 40 องศาเซลเซียส เมื่อทำการอบเป็นเวลา 8 ชั่วโมงจะทำให้น้ำหนักสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นเหลือ 1.59 กิโลกรัม และความชื้นเป็น 11.73 เปอร์เซนต์ ส่วนการทดลองอบสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นน้ำหนักเริ่มต้น 5 กิโลกรัม ด้วยพลังงานแก๊สที่มีอุณหภูมภายในเฉลี่ย 40 องศาเซลเซียส เมื่อทำการอบเป็นเวลา 8 ชั่วโมงจะทำให้น้ำหนักสมุนไพรว่านชักมดลูกหั่นเหลือ 1.11 กิโลกรัม และความชื้นเป็น 8.31 เปอร์เซนต์

ผลการทดสอบประเมินผลความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกจำนวน 15 คน รูปรวมทั้งหมด 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านการผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

5.2 อภิปรายผล

ในการทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่า สำหรับการอบสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยพลังงานพลังงานแก๊สจะทำให้ความชื้นในชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูกลดลงได้เร็วกว่าการอบด้วยเครื่องอบสมุนไพรว่านชักมดลูกที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบ 40 องศาเซลเซียส แต่ถ้าการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการอบ แต่ใช้เวลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

5.3.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแก๊สยังไม่สามารถปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นได้

5.3.2 การทดลองเก็บผลทำในช่วงที่มีฝนตกบ่อยครั้ง ทำให้การทดลองล่าช้า และแสงแดดไม่แรง

5.4 การแก้ไขปัญหา

1) ปรับปรุงแก้ไขระบบความร้อนของเครื่องอบแห้งสองพลังงาน

5.5 ข้อเสนอแนะ

ควรทำการทดลองเก็บผลในฤดูร้อน จะทำให้ได้ค่าผลการทดลองอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกหรือสมุนไพรอื่นๆที่ดี

บรรณานุกรม

บัณฑิต กฤตาคม, ปฏิวัติ วรามิตร , นันทวัฒน์ วีระยุทธ, อำไพศักดิ์ ทีบุญมา และ โสภณ สินสร้าง. **แบบจำลองการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อน.** สาขาวิชาวิศวกรรมการเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. นครราชสีมา.

พนา จักรเสน, มนตรี ก้านบัว, วรวุธ วิลัยวงศ์, วรเดช รอดคง และ อดุลย์ แก้วโก่ย. (2546). **ตู้อบแห้งสองพลังงาน**. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต โปรแกรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูณ์

มนตรี เรืองประดับ, ชูเกียรติ คุปตานนนท์, จันกานต์ ทวีกุล และ ปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล.(2550). **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผลหมาก.** การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 21 จังหวัดชลบุรี.

ร้านบ้านไอดิน. (2556**). โครงการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม ลูกประคบสมุนไพร**. กรุงเทพมหานคร.

สุรพงษ์ โซ่ทอง และไกรสร รวยป้อม. (2559). **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผลหมาก.***Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University*, 6(2), 197-213.

สุห์ดี นิเซ็ง และ ภานุมาศ สุยบางดำ. (2559). **เตาอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์**. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 9, 50-54.

สุทัศน์ ยอดเพ็ชร, พงษ์ศักดิ์ นาใจคง, เหรียญ พลต้าง และชัยวัฒน์ วัฒนะกุล. (2553). **โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องหั่นสมุนไพรประเภทหัว กลุ่มแม่บ้านชุมชนเดชอุดมพัฒนาและกลุมสตรีบ้านโนนกรวด จ. นครราชสีมา.** คลีนิคเทคโนโลยีเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน : นครราชสีมา.

สุภวรรณ ฏินะวณิชย์กุล, สลิลลา ชาญเชี่ยว และ ยุทธนา ฏินะวณิชย์กุล. (2556). **การอบแห้งใบบัวบกเพื่อผลิตใบบัวบกแห้งชงดื่มด้วยการแผ่รังสีอินฟาเรด**: จลนศาสตร์ ความสิ้นเปลืองพลังงานและคุณภาพ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 18(2), 311-324.

อธิคม ฤกษบุตร. (2546). **เส้นใยแก้วและการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น** . ซีดับบลิวซี พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ :

อัจฉรา แซ่โค้ว, สุภวรรณ ฏิระวณิชยูกุล และ ยุทธนา ฏิระวณิชยูกุล (2556). **ปัจจัยการอบแห้งด้วยแหล่งพลังงานความร้อนแบบการพาและการแผ่รังสีความร้อนที่มีต่อจลนพลศาสตร์และคุณภาพของพริกไทยดำ**. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 18 (2556) 1: 166-180.

อำไพศักดิ์ ทีบุญมา และ ศักดิ์ชัย จงจำ. (2553.). **การอบแห้งขิงด้วยเทคนิคสุญญากาศร่วมกับอินฟาเรด.** วารสารวิทยาศาสตร์บูรภา, 15(2), 76-86.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปการการลงพื้นที่สำรวจ

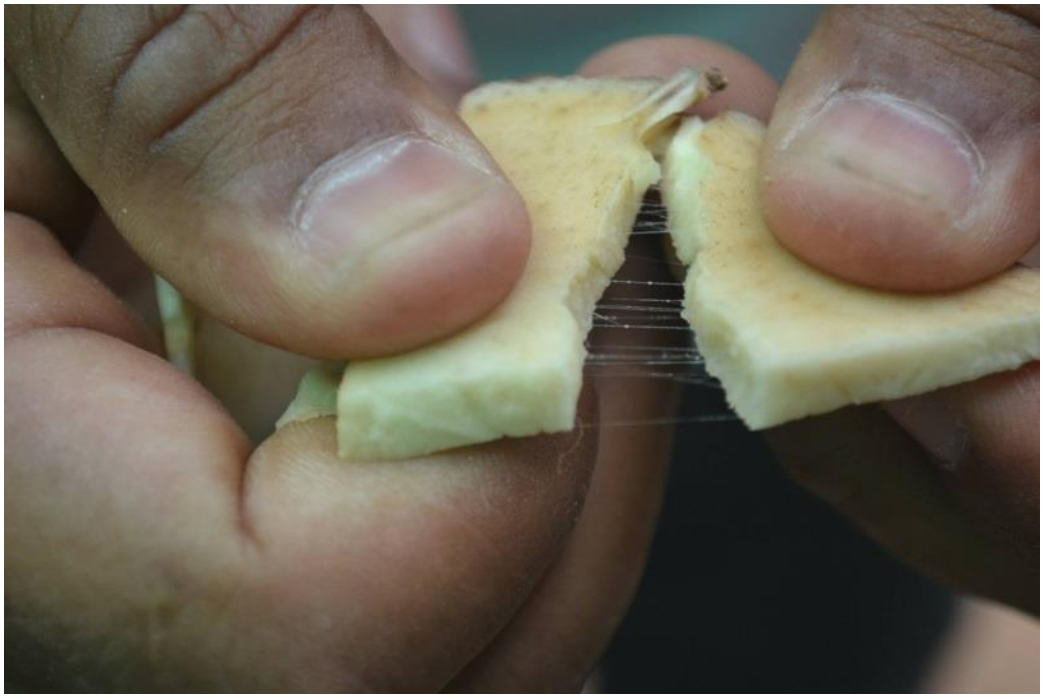
การลงพื้นที่สำรวจ ณ อ.เขาค้อจังหวัดเพชรบูรณ์

รูปที่ ก-1 การขุดสมุนไพรว่านชักมดลูก

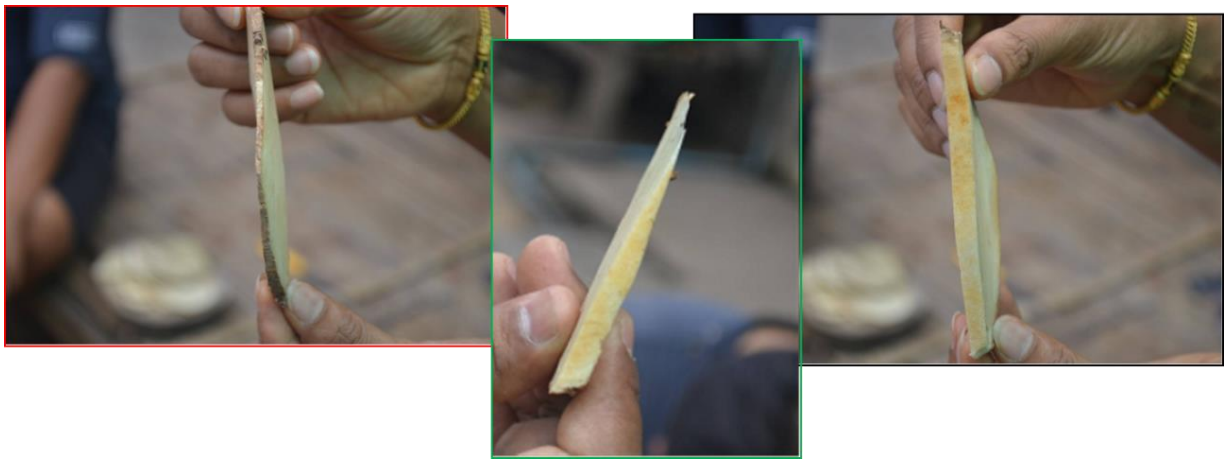
รูปที่ ก-2 หัวสมุนไพรว่านชักมดลูก

รูปที่ ก-3 การทำความสะอาดหัวสมุนไพรว่านชักมดลูก

รูปที่ ก-4 การหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยวิธีการดั้งเดิม



รูปที่ ก-5 ลักษณะเนื้อสมุนไพรว่านชักมดลูก



รูปที่ ก-5 ลักษณะชิ้นสมุนไพรว่านชักมดลูกหลังจากหั่นด้วยมีด

รูปที่ ก-6 ความหนาของสมุนไพรว่านชักมดลูกที่ต้องการ

รูปที่ ก-7 การตากสมุนไพรว่านชักมดลูกเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาว บุษบากร คงเรือง
Miss. Budsabagorn Kongruang
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ (อาจารย์)
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1608
tao_bud@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วศ.ม. (วิศวกรรมวัสดุ)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วท.บ. (ฟิสิกส์)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
- วัสดุนาโน
- วัสดุวิศวกรรม
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

Journal

1 Lek Sikong, Budsabakorn Kongreong, Duangporn Kantachote and Weerawan Sutthisripok “Photocatalytic Activity and Antibacterial Behavior of Fe^{3+} -Doped TiO_2/SnO_2 Nanoparticles” Energy Research Journal 1 (2) : 120-125, 2010, ISSN 1949-0151. (ทุนรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

2. Lek Sikong, Budsabakorn Kongreong, Duangporn Kantachote and Weerawan Sutthisripok “Inactivation of *Salmonella Typhi* using Fe^{3+} Doped $TiO_2/3SnO_2$ Photocatalytic powders and films” Journal of Nano Research Vol. 12 (2010) pp 89-97. (ทุนรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

Conference

1 Lek Sikong, Duangporn Kantachote, Weerawan Sutthisripok and Budsabakorn Kongreong “Photocatalytic Activity and Inactivation of *Penicirium expensum* of Fe^{3+} doped TiO_2

Nanoparticle" The 2th Thailand Nanotechnology Conference Nanomaterials for Health, Energy and Environment, Phuket Graceland Resort & Spa Patong, Phuket, Thailand, 13th-15th August 2008. (ทุนรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

2 Budsabakorn Kongreong, Lek Sikong, Duangporn Kantachote and Weerawan Sutthisripok "Photocatalytic Activity and Antibacterial Behavior of Fe^{3+} -Doped TiO_2/SnO_2 Nanoparticles" International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB), Pullman Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand, 23th-24th July 2009. (ทุนรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

3 Budsabakorn Kongreong, Lek Sikong, Duangporn Kantachote and Weerawan Sutthisripok "Antibacterial Activity of Fe^{3+} doped $TiO_2/3SnO_2$ Powders (ทุนรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

ประวัติคณะผู้วิจัย (ต่อ)

1. ชื่อ-นามสกุล ว่าที่ ร.ต. ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์
   Mr. Saksirichai Srisawad
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ (อาจารย์)
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
   โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
   โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1608
6. ประวัติการศึกษา
   ค.ม. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม)
   มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
   วท.บ. (เทคโนโลยีการผลิต)
   สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

   การเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer for Drawing), เทคโนโลยีเครื่องมือกล (Machine Tools Operation), เทคโนโลยีงานโลหะแผ่น(Sheet Metal Technology) เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และเทคโนโลยีการเกษตร
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
   - ออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมและกรอกน้ำจิ้ม
   - การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบในการลอกรกมะขาม
   - การออกแบบและสร้างเครื่องลดขนาดหีบห่อวุ้นเส้นสำหรับการขนส่ง
   - การศึกษาและพัฒนาเครื่องป่นสมุนไพร ทุน IRPUS (2551) สกว.
   - การพัฒนาประสิทธิภาพและสร้างชุดถอดรกมะขาม ทุนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีงบประมาณ 2553
   - ชุดกลไกการกรอกน้ำจิ้ม ทุนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีงบประมาณ 2554
   - การศึกษาสมรรถนะของชุดถอดรกมะขาม : กรณีศึกษามะขามหวานพันธุ์ประกายทอง

ประวัติคณะผู้วิจัย (ต่อ)

1.ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวหทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Hathainuch Janchaiyaphoom

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1670400078671

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำพิเศษ

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร

โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609 โทรสาร 056-717164 E-mail hathainuch.jan@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

- วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การจัดการพลังงาน
- การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์
- วัสดุวิศวกรรม

7.ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

- การออกแบบและพัฒนาชุดดันรังไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรังไหมจากจ่อไม้โดยใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น. นำเสนอในวารสารการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1 เครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนาร่วมกับเครือข่ายวิชาการทางด้านคณิตศาสตร์ “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” ประจำปี 2557

- การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 ประจำปี 2558

- การออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดหมุนเพลาในงานตัดด้วยแท่นตัดไฟเบอร์ นำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3” 21 พฤษภาคม 2558 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

- การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปฝักมะขาม กลุ่มสตรีก้าวหน้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2558; 8(1) : /24-33. TCI กลุ่ม 1

- การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติเพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้. ในการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 วันที่ 29 เมษายน 2559. หน้า 352 - 360.

- การประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดเพื่อจัดเส้นทางการท่องเที่ยวในอำเภอเขาค้อ. ในการประชุมวิชาการการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า (EENET) ประจำปี 2559 ระหว่างวันที่ 25-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2559. หน้า 501 - 504.

- การพัฒนาชุดกระทุ้งถ่านสาหรับเตาแก๊สซิไฟเออร์. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 วันที่ 22 กรกฎาคม 2559; มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

- การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคันไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบุ่งคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559

- การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ OTOP ด้วยวิศวกรรมการเคลือบผิว: กรณีศึกษาสินค้ากลุ่มตีมีดบ้านใหม่และสินค้ากลุ่มสตรีก้าวหน้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559

7.5 ผ่านการอบรม : Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์), อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2