



รายงานการวิจัย
การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง
จังหวัดเพชรบูรณ์

Development of Hot Oven for the Tamarind bar
Processed Industry in Phetchabun Province

ยศวรรธน์ จันทนา และคณะ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง
จังหวัดเพชรบูรณ์

Development of Hot Oven for the Tamarind bar
Processed Industry in Phetchabun Province

ยศวรธรณ์ จันทนา	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม
ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์	สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม
ประธาน เรียงลาด	สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน) งบประมาณ
ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.)
ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	ยศวรรธน์ จันทนา
ผู้ร่วมวิจัย	ศักดิ์ศรีชัย ศรีสวัสดิ์ ประธาน เรียงลาด
สาขาวิชา	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนา ทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยต้นแบบมีขนาดห้องอบเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,500 มิลลิเมตร สูง 1,650 มิลลิเมตร ชุดชั้นวางภาชนะบรรจุมะขามแปรรูปอัดแท่งหมุนรอบตัวเองด้วยมอเตอร์เกียร์ จำนวน 3 รอบ/นาที มีชุดควบคุมอุณหภูมิ ชุดควบคุมและระบายความชื้น และช่องอากาศเข้า-ออก ผลการวิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจโดยเฉพาะด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการทดสอบประสิทธิภาพ ได้แก่ ระยะเวลาในการทำความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C (ในร่ม) ใช้เวลาเฉลี่ย 15 นาที (กลางแจ้ง) ใช้เวลาเฉลี่ย 10 นาที เวลาในการอบที่ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง ได้ค่าความชื้นหลังการอบที่เฉลี่ย 4, 8 และ 11% ตามลำดับ สีของเนื้อมะขามหลังอบเฉลี่ย ค่า L^* 26.17 ค่า a^* = -2.78 ค่า b^* = 3.87, ค่า L^* 26.15 ค่า a^* = -2.31 ค่า b^* = 3.08 และค่า L^* 25.96 ค่า a^* = -3.53 และค่า b^* = 4.94 ตามลำดับ โดยสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังการอบไม่แตกต่างกัน ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยเฉพาะด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ส่วนผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ในด้านการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี และความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจในด้านความพึงพอใจ และด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม โดยอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนา, เครื่องอบ, มะขามแปรรูปอัดแท่ง

Title	Development of Hot Oven for the Tamarind bar Processed Industry in Phetchabun Province
Author	Yotsawat Jantana
CO-Researcher	Saksirichai Srisawad Prathan Rienglard
Branch	Department of Computer Engineering Department of Production Technology Department of Agriculture (Animal Science). Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology. Phetchabun Rajabhat University
Year of Completion	2020

Abstract

This research paper presents the design and development of efficiency test and satisfaction assessment of the dryer for the tamarind bar processing industry in Phetchabun Province the prototype has a size of a baking room, diameter 1,500 mm., height 1,650 mm., a set of shelves, containers, tamarind bar processing, extruding the bar, rotating itself with a gear motor, amount 3 rpm. Control and dehumidification unit. The results showed that the experts involved were satisfied, especially in the design and development of the dryer for the tamarind bar processing industry, Phetchabun Province, who were satisfied at the highest level. The efficiency test results were: heating time at 80 °C (indoor), average 15 min (outdoor), average 10min, baking time 1, 2 and 3 hr. Mean 4, 8 and 11%, respectively, the color of tamarind pulp after baking, the mean L^* 26.17, a^* = -2.78, b^* = 3.87, L^* 26.15, a^* = -2.31, b^* = 3.08 and values. L^* 25.96, a^* = -3.53 and b^* = 4.94, respectively. The color of tamarind pulp before and after baking were no different. The results of the user satisfaction assessment, especially the satisfaction of the dryer for the tamarind bar processing industry, Phetchabun Province. The satisfaction was at the highest level. The results of the technology transfer of baking machine for the tamarind bar processing industry, Phetchabun Province. In organizing technology transfer activities and satisfaction from technology transfer the participants of the technology transfer were satisfied in terms of satisfaction. And the aspects of applying knowledge after training which is at the highest level.

Keywords : Development, Hot Oven, Tamarind Bar Processed

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณผ่าน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและ นวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ครั้ง นี้ขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ ให้ข้อมูลประกอบการวิจัย เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือสนับสนุน จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย

ยศวรรัตน์ จันทนา และคณะ
ธันวาคม 2563

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
การอบแห้ง	5
ความจุความร้อน	6
ความจุความร้อนจำเพาะ	6
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง	7
รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน	7
พื้นฐานของสีหรือการสะท้อนแสง	13
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	19
ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัด เพชรบูรณ์	19
ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรม มะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	23
ระยะที่ 3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัด เพชรบูรณ์	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	31
ระยะที่ 1 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัด เพชรบูรณ์	31
ระยะที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับ อุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	32
ระยะที่ 3 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัด เพชรบูรณ์	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ.....	43
สรุปผล	43
ข้อเสนอแนะ.....	44
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย	48
ภาคผนวก ข แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	60
ภาคผนวก ค แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	63
ภาคผนวก ง แบบสอบถามความพึงพอใจการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง เครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	66
ประวัติผู้วิจัย	70

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1	การหาค่าระยะเวลาในการทำความร้อน.....	23
ตารางที่ 3.2	การหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น.....	24
ตารางที่ 3.3	การหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ	24
ตารางที่ 4.1	ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	31
ตารางที่ 4.2	ผลค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง	31
ตารางที่ 4.3	ผลการหาค่าระยะเวลาในการทำความร้อน (ในร่ม).....	33
ตารางที่ 4.4	ผลการหาค่าระยะเวลาในการทำความร้อน (กลางแจ้ง).....	33
ตารางที่ 4.5	ผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น (1 ชั่วโมง).....	33
ตารางที่ 4.6	ผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น (2 ชั่วโมง).....	34
ตารางที่ 4.7	ผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น (3 ชั่วโมง).....	34
ตารางที่ 4.8	ผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ (1 ชั่วโมง).....	34
ตารางที่ 4.9	ผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ (2 ชั่วโมง).....	35
ตารางที่ 4.10	ผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ (3 ชั่วโมง).....	36
ตารางที่ 4.11	ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	37
ตารางที่ 4.12	ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรม มะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	37
ตารางที่ 4.13	ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	39
ตารางที่ 4.14	สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี	39
ตารางที่ 4.15	สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอด เทคโนโลยี	40

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 ภาพรังสีอินฟราเรด.....	8
ภาพที่ 2.2 ภาพรังสีอินฟราเรดที่แผ่จากดวงอาทิตย์	8
ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายความร้อน.....	12
ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายดาวเทียม	12
ภาพที่ 2.5 คุณสมบัติของสี 3 ลักษณะ คือ Hue angle ความสว่างของสีและความอิ่มตัวของสี	13
ภาพที่ 3.1 แบบงานต้นแบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัด แท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	20
ภาพที่ 3.2 ต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	21

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการผลิตเป็นไปอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันเทคโนโลยีถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการผลิตและเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญของการเข้ามามีส่วนทดแทนการใช้แรงงานคน ช่วยลดของเสีย เพิ่มความเร็วในการผลิต การพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้งานจริง ซึ่งจะเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องใช้ อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อตอบโจทย์การสร้างควมมั่นคงทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม แผนงานการวิจัยและพัฒนานโยบายหรือนวัตกรรมด้านสังคมในประเด็นสำคัญตามยุทธศาสตร์ของประเทศ และการจัดการความรู้ สำหรับแผนงานบูรณาการ เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ ผลผลิตทางการเกษตรสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร จังหวัดเพชรบูรณ์” เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต โดยมุ่งเน้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะขามเปรี้ยว เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลมะขามเปรี้ยวในประเทศไทยจากรายงานของการส่งเสริมการเกษตรปี 2560 มีปริมาณ 3,423.23 ตัน ที่ขายฝักและแปรรูปขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ(ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561, 17 กันยายน 2561) มะขามเปรี้ยวนิยมนำมาทำเป็น อาหาร เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์พร้อมปรุง และเครื่องสำอาง (www.puechka-set.com, 2561, 17 กันยายน 2561) ซึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้มีการผลิตมะขามเปรี้ยวปี 2560 ถึงจำนวน 139.07 ตัน มีผู้ประกอบการหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนำมะขามเปรี้ยวไปสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับจังหวัดและประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์มะขามจำหน่าย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากมะขามเปรี้ยวมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่งขายภายในประเทศตามห้างสรรพสินค้าสร้างรายได้ให้กับกลุ่มจนกลายเป็นรายได้สำคัญ ตัวผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนเคยได้รับรางวัลชนะเลิศ ปี 2559 จากสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ กรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย และเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์(OTOP) แต่ผ่านการคัดสรรแชมป์ผลิตภัณฑ์(OTOP Product Champion) เพียงแค่ระดับ 4 ดาว มียอดความต้องการสั่งซื้อภายในประเทศเฉลี่ยเดือนละ 10,000 กิโลกรัม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง

จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจกลุ่มดวงทองถึงผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อน พบว่ามีข้อจำกัดหลายประการ ในกระบวนการผลิตจะนำมะขามเปรี้ยวไร้เมล็ดมาทำการ บด อัด อบ ตัด และบรรจุ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อน มีกำลังการผลิตต่อวัน 100 กิโลกรัม เฉพาะในขั้นตอนการอบ เพื่อให้มะขามอัดแห้งออกมาแห้งแบบไม่ติดมือเพื่อนำไปสู่กระบวนการตัดเป็นก้อน และทำการห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์ ก่อนบรรจุกล่องสำหรับส่งขายเป็นมะขามเปรี้ยวปรุงรสต่อไป ซึ่งในกระบวนการอบมะขามเปรี้ยวอัดแห้งนั้นทางกลุ่มดังกล่าวนี้มีข้อจำกัด คือ ใช้เตาอบที่ใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงในการอบลดความชื้นโดยใช้เวลาในการอบ 2 ครั้ง ครั้งละ 4 ชั่วโมง

อุณหภูมิ 70-80 องศา เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นแก๊สหุงต้ม ขนาด 48 กิโลกรัม ราคา 1,200 บาท สามารถอบได้ 3 ครั้ง ครั้งละ 80 กิโลกรัม ซึ่งเป็นภาระค่าใช้จ่ายที่ต้องแบกรับ และยังไม่เพียงพอกับกำลังความต้องการของกลุ่ม ประกอบกับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ยังมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายอย่างทำให้เมื่อถึงช่วงเวลาที่เร่งด่วนทำให้เกิดปัญหาไม่ทันต่อกระบวนการผลิต และจากการให้ข้อมูลผู้ใช้เทคโนโลยีคุณพระณินา เบี้ยสองดวง ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มดวงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอนางรอง ฝัจังหวัดเพชรบูรณ์ ให้ข้อมูลว่าเครื่องอบสำหรับลดความชื้นมะขามแปรรูปอัดแท่ง ในท้องตลาดมีราคาแพง หากจะจัดซื้อสำหรับมาใช้ประกอบธุรกิจ จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการประกอบธุรกิจสูงและลำบากในด้านการลงทุน ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น จึงต้องการเครื่องอบความร้อน ที่มีราคาต้นทุนไม่สูงมากนัก มีประสิทธิภาพดี จะช่วยประหยัดเวลาในการอบมะขามแปรรูปอัดแท่ง และลดต้นทุนในการประกอบธุรกิจของกลุ่มเพื่อให้ได้สินค้าและผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของลูกค้า เพิ่มรายได้และลดแรงงานในการผลิต

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญที่จะต้องดำเนินการวิจัยในการพัฒนาออกแบบและการสร้างเครื่องอบความร้อนต้นทุนต่ำ เพื่อสอดคล้องกับการพัฒนาการผลิตเครื่องอบความร้อนที่เอื้อประโยชน์อย่างแท้จริงสำหรับการประกอบอาชีพให้เกิดความมั่นคง และรายได้ที่เพิ่มขึ้นกับผู้ประกอบธุรกิจรายย่อยต่อการยอมรับเทคโนโลยีที่พร้อมพัฒนาคุณภาพสินค้าให้มีมาตรฐาน สามารถแข่งขันกับคู่ค้าในท้องตลาด และเพียงพอกับความต้องการของลูกค้า จึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วน ที่จะต้องดำเนินการวิจัย เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับผู้ประกอบการรายย่อยและเป็นต้นแบบสำหรับการขยายผลเชิงพาณิชย์ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาจากคุณสมบัติการเป็นกลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปมะขามอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นทะเบียนเป็นวิสาหกิจชุมชน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งเป็น

2.1.1 ตัวแปรต้น คือ ประสิทธิภาพในการทำงาน

2.1.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำแนกตาม

2.1.2.1 ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1.2.2 ด้านประสิทธิภาพของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1.2.3 ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย

2.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพ ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น

2.2.1.1 ระยะเวลาในการทำความร้อน

2.2.1.2 เวลาในการอบ

2.2.1.3 ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ

2.2.1.4 ความชื้น

2.2.2 การประเมินความพึงพอใจ ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.2.3.1 ตัวแปรต้น คือ ประสิทธิภาพในการทำงาน

2.2.3.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำแนกตาม

1) ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2) ด้านประสิทธิภาพของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3) ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งเป็น

2.3.1 ตัวแปรต้น คือ เพศ และประสิทธิภาพในการทำงาน

2.3.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำแนกตาม

2.3.2.1 ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

2.3.2.2 ความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

3.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย

3.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพ พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3.2.2 การประเมินความพึงพอใจ พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์

3.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์

4. ขอบเขตด้านอื่นๆ

4.1 ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ด้านไฟฟ้า และด้านการอบแห้งมะขามแปรรูป

4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ มะขามแปรรูปอัดแท่ง ขนาด 25 X 25 X 400 มิลลิเมตร น้ำหนัก 331 กรัม/แท่ง

4.3 ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องที่ 80 °C

4.4 อุปกรณ์สำหรับให้ความร้อนเป็นหลอดอินฟราเรด แบบติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ความยาวหลอด 50 เซนติเมตร ขนาด 1,500 วัตต์ จำนวน 4 หลอด

4.5 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิมีย่านวัดระยะตัดต่อการทำงานระหว่างที่ $\pm 1^{\circ}\text{C}$

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
2. ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
3. ได้ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของสำหรับเป็นองค์ความรู้ประกอบการดำเนินการวิจัย

การอบแห้ง

เป็นกระบวนการลดความชื้นของอาหารโดยอาศัยความร้อนเป็นตัวทำให้น้ำหรือความชื้นที่อยู่ภายในอาหารเกิดการเคลื่อนที่ออกมายังผิวของผลิตภัณฑ์และระเหยออกไป อาหารที่ได้จะมีลักษณะแห้งและสามารถเก็บไว้ในได้นาน ในกรณีของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ผักและผลไม้ การอบแห้งจะช่วยเกษตรกรสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้มาไว้ขายในช่วงนอกฤดูกาลเก็บเกี่ยวส่งผลให้ขายได้ราคาสูง รวมถึงยังช่วยลดปัญหาภาวะล้นตลาดของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้อีกทางหนึ่งด้วย

การอบแห้งในลักษณะที่ภาวะอากาศคงที่ (อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, และความเร็วลมร้อน) โดยอาศัยหลักการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ, (2549) รายงานว่าเมื่อพิจารณาการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของแข็งเปียกกับก๊าซร้อนเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งประเภทการอบได้ดังนี้

1) การอบแห้งแบบไหลเวียนผ่านผิว (Cross-Circulation drying) คือ การอบแห้งที่ความร้อนไหลขนานกับผิวของของแข็ง อาจจะไหลผ่านผิวด้านบนหรือผ่านผิวด้านล่าง หรือผ่านทั้งสองด้าน ตัวอย่างเครื่องอบแห้งประเภทนี้ คือ เครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer) ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรเรียงวัสดุของแข็งเป็นชั้นเดียว หรือเป็นชั้นบาง ๆ

2) การอบแห้งแบบไหลเวียนแทรกผ่าน (Through-Circulation drying) ของแข็งที่จะทำการอบแห้ง ถูกวางบนตะแกรงและให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่แทรกผ่านชั้นของแข็ง ความร้อนอาจเคลื่อนที่จากผิวด้านบนสู่ผิวด้านล่างของของแข็ง และผ่านตะแกรงออกไป ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรปรับความเร็วของก๊าซร้อนไม่ให้สูงเกินไป ถ้าก๊าซร้อนมีความเร็วสูง จะพัดพาของแข็งออกจากเครื่องได้

3) การอบแห้งแบบโปรย (Showering drying) การอบแห้งแบบโปรย คือ การอบแห้งที่ของแข็งถูกตักขึ้นและโปรยลงสู่ด้านล่าง จะมีก๊าซร้อนเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มของแข็ง ตัวอย่างเครื่องอบแห้งประเภทนี้ คือ เครื่องอบแห้งแบบหมุน (rotary dryer) ข้อควรระวังในการใช้งาน วัสดุที่เป็นผงละเอียดต้องใช้ความระมัดระวังในการอบแห้ง เพราะก๊าซร้อนอาจพัดพาวัสดุออกจากเครื่องอบ ทำให้เกิดการสูญเสียของแข็ง

4) การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ (Fluidized drying) การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ คือ การอบแห้งที่วัสดุของแข็งถูกวางบนตะแกรงเป็นชั้นของแข็งและมีการให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหมาะสมผ่านตะแกรงเข้าสู่ด้านล่างของชั้นของแข็งและออกไปทางด้านบน ส่งผลให้กลุ่มของแข็งมีลักษณะเป็นฟลูอิดไดซ์ ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรปรับความเร็วของก๊าซร้อนให้เหมาะสม ไม่ควรต่ำเกินไปเพราะจะทำให้ของแข็งไม่เกิดเอนโทรปีของวัสดุที่เป็นผงละเอียด

5) การอบแห้งแบบนิวเมติก (pneumatic drying) การอบแห้งแบบนิวเมติก คือ การอบแห้งที่มีการขนส่งวัสดุของแข็งเกิดขึ้นพร้อมกัน โดยใช้ความเร็วของก๊าซร้อนทำให้ของแข็งเคลื่อนที่ไปยังปลายทาง พร้อมกับลดความชื้นภายในวัสดุของแข็งนั้น

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบ

$$Q = ms \cdot \Delta t$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อน (จูล)
 m = มวลของสาร (กรัม)
 s = ความร้อนจำเพาะ (องศาเซลเซียส)
 Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (องศาเซลเซียส)

และ

สมการคำนวณค่าปริมาณความร้อน

$$Q = mc \cdot \Delta t$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการลดหรือเพิ่มอุณหภูมิของสารนั้น ๆ (แคลอรี)
 M = มวลของสาร (กรัม)
 c = ความจุความร้อนจำเพาะของสาร (แคลอรี/กรัม-องศาเซลเซียส)
 Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม-องศาเซลเซียส

ความจุความร้อน

ความจุความร้อน (Heat Capacity, C) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้มวลของวัตถุทั้งก้อนมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยองศา จากนั้น เราสามารถหาค่าความจุความร้อนของวัตถุมวล m ที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป Dt หน่วย

โดย $Q = C \cdot Dt$

โดยที่ Q = ปริมาณความร้อนที่ใช้ มีหน่วยเป็นจูล หรือ แคลอรี

Dt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป มีหน่วยเป็น เคลวิน หรือ องศาเซลเซียส

ความจุความร้อนในระบบ S.I. มีหน่วยเป็น J/K และในระบบ c.g.s. มีหน่วยเป็น

Cal/องศาเซลเซียส

ความจุความร้อนจำเพาะ

ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity, c) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้มวล 1 หน่วย มี อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยองศา จากนั้น เราสามารถหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุมวล m ที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป Dt หน่วย โดย

$$Q = mcDt$$

โดยที่ Q = ปริมาณความร้อนที่ใช้ มีหน่วยเป็นจูล หรือ แคลอรี

m = มวลของวัตถุนั้น มีหน่วยเป็น กิโลกรัมหรือ กรัม

Dt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป มีหน่วยเป็น เคลวิน หรือ องศาเซลเซียส ก็ได้

ความจุความร้อนจำเพาะในระบบ S.I. มีหน่วยเป็น J/kg.K และในระบบ c.g.s. มีหน่วยเป็น

Cal/กรัมองศาเซลเซียส

หมายเหตุ

1. ค่าความจุความร้อนจะแปรผันตรงกับมวลของวัตถุนั้นๆ แต่ค่าความจุความร้อนจำเพาะจะเป็นค่าคงตัวของวัตถุนั้นๆ

2. สามารถแปลงจากค่าความจุความร้อนไปเป็นค่าความจุความร้อนจำเพาะได้ ด้วยความสัมพันธ์

$$C = mc$$

3. การเปลี่ยนหน่วยจากระบบ c.g.s เป็นระบบ S.I. จะเป็นดังนี้

$$C \text{ (Cal/กรัม องศาเซลเซียส)} * 4.2 * 10^3 = c \text{ (J/kg.K)}$$

4. ค่าความจุความร้อนจำเพาะที่จำเป็นต้องจำคือค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 Cal/กรัม องศาเซลเซียส หรือ $4.2 * 10^3 \text{ J/kg.K}$

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง

อัตราการอบแห้งในผลิตภัณฑ์นำมาอบแห้งเกิดขึ้นเร็วหรือช้า มีผลมาจากปัจจัยหลายประการ ดังนี้

1. ลักษณะธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมากๆ จะมีอัตราการอบแห้งเร็ว เนื่องจากน้ำในอาหารสามารถเคลื่อนจากภายในออกมาภายนอกได้ง่าย นอกจากนี้อาหารที่มีพื้นที่ผิวมากอัตราการอบแห้งสามารถเกิดได้เร็วเช่นกัน ทั้งนี้ก็เนื่องจากพื้นที่การระเหยของน้ำในวัสดุเพิ่มขึ้นมากนั่นเอง

2. รูปร่างและความหนาของอาหาร อาหารที่มีความหนามากอัตราการอบแห้งจะช้ากว่าอาหารที่หนาน้อยกว่าเนื่องจาก อัตราการทำแห้งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของอาหาร

3. ปริมาณของอาหารที่นำมาอบแห้ง อาหารที่นำมาอบแห้งในปริมาณมากๆจะมีอัตราการอบแห้งที่ช้าเนื่องจากอากาศร้อนไม่สามารถสัมผัสกับอาหารที่นำมาอบแห้งได้อย่างทั่วถึง จึงไม่สามารถถ่ายเทความร้อนให้กับอาหารได้ จึงทำให้อัตราอบแห้งช้าลง

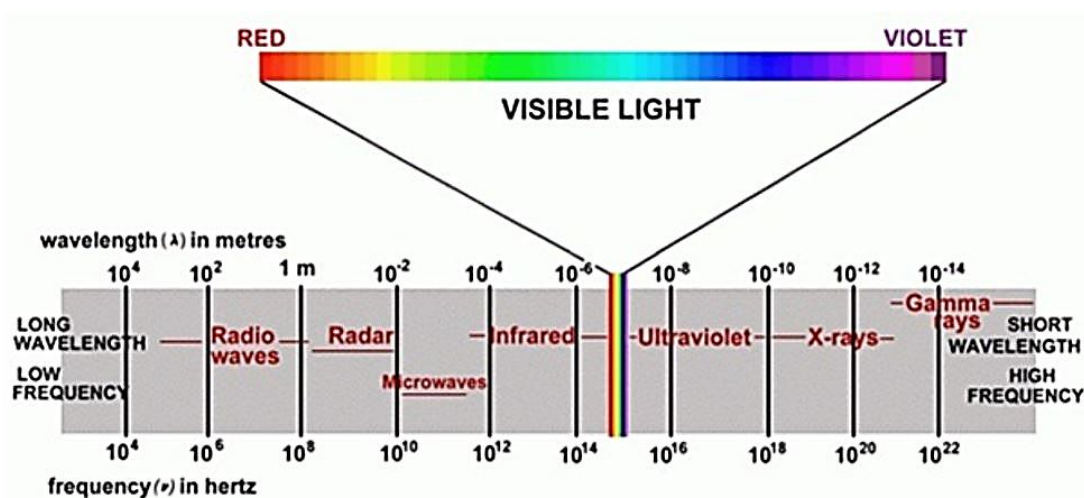
4. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ความชื้นของอากาศเป็นสิ่งสำคัญมาก การระเหยนํ้าออกจะทำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศและความเร็วลม

5. ความดันเกี่ยวเนื่องกับการระเหยของน้ำ เนื่องจากในที่มีความดันต่ำๆ ลงมา น้ำก็จะเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำลงดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันจะทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น

รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน

รังสีอินฟราเรด หรือ รังสีความร้อน (Infrared Radiation, IR) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1800 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ชื่อ Sir William Herschel ซึ่งใช้คำเรียกรังสีอินฟราเรดว่า รังสีใต้แดง หรือ รังสีความร้อน

รังสีอินฟราเรด มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง $0.75\text{-}100 \mu\text{m}$ หรือในช่วงความถี่ $1,011 - 1,014$ เฮิร์ตซ์ (Hz) หรืออยู่ในช่วงระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นวิทยุ เช่นเดียวกันกับคลื่นไมโครเวฟ โดยคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรด คือ ไม่เป็นอันตรายในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และหากมีความถี่สูงขึ้น พลังงานก็จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย

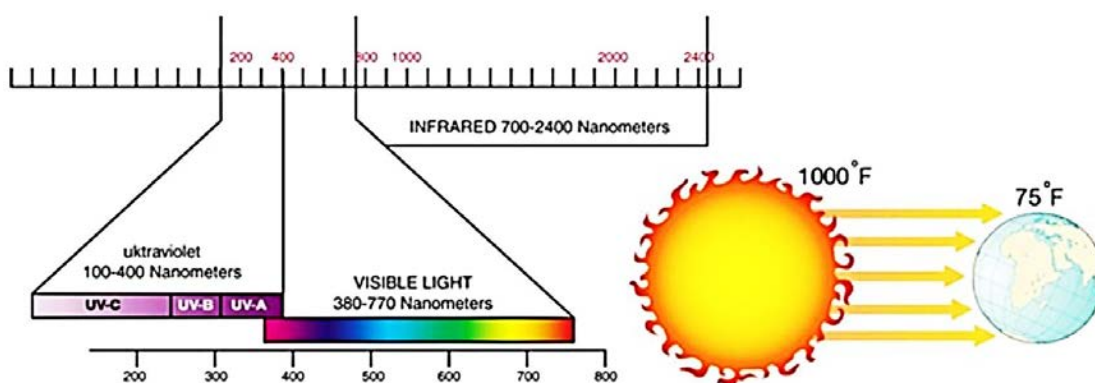


ภาพที่ 2.1 ภาพรังสีอินฟราเรด
ที่มา siamchemi.com, 2563, 25 ธันวาคม.

1. แหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรด

1.1 ดวงอาทิตย์

รังสีอินฟราเรดที่แผ่จากดวงอาทิตย์มาถึงโลกจะมีความยาวคลื่นในช่วง $0.75\text{--}100\text{ }\mu\text{m}$ โดยมีบางส่วนถูกสะท้อนออกนอกโลก บางส่วนที่ทะลุผ่านเข้าชั้นบรรยากาศจะถูกดูดกลืน (absorption) และกระเจิงออก (scattering) ด้วยอนุภาคก๊าซชนิดต่างๆในชั้นบรรยากาศ โดยมีไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอนุภาคสารที่ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดไว้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีผลทำให้บรรยากาศของโลกมีความอบอุ่นขึ้น ความเข้มข้นของรังสีอินฟราเรดสามารถวัดได้ด้วยเครื่อง Pyranometer มีหน่วยเป็น W/m^2



ภาพที่ 2.2 ภาพรังสีอินฟราเรดที่แผ่จากดวงอาทิตย์
ที่มา siamchemi.com, 2563, 25 ธันวาคม.

1.2 วัตถุที่มีความร้อน

วัตถุนานโลกทุกชนิดที่มีอุณหภูมิในช่วง -200 ถึง 4,000°C จะสามารถปล่อยรังสีอินฟราเรดได้

2. ช่วงของรังสีอินฟราเรด

2.1 รังสีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infra-red หรือ NIR)

รังสีอินฟราเรดย่านใกล้ มีความยาวคลื่นในช่วง 0.75 – 3 μm สามารถให้ใช้งานในช่วง 500 – 2,200 °C ให้กำลังความร้อนต่อพื้นที่สูง สามารถให้ความร้อนได้สูง ความร้อนผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุได้ลึก และรวดเร็ว นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การอบแห้งผลิตภัณฑ์

2.2 รังสีอินฟราเรดย่านกลาง (Middle Infra-red หรือ mid-IR)

รังสีอินฟราเรดย่านกลาง มีความยาวคลื่นในช่วง 3 – 25 μm สามารถให้อุณหภูมิใช้งานในช่วง 500 – 950 °C สามารถให้ความร้อนได้ปานกลาง และผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุได้ลึกปานกลาง

2.3 รังสีอินฟราเรดย่านไกล (Far Infra-red หรือ FIR)

รังสีอินฟราเรดย่านไกล มีความยาวคลื่นในช่วง 25 – 100 μm สามารถให้ใช้งานในช่วง 300 – 700 °C ให้ความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ได้ต่ำ ความร้อนผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุได้ไม่ลึก เหมาะสำหรับใช้งานประเภทที่ต้องการความร้อนต่ำ และจำกัดบริเวณพื้นผิว

รังสีอินฟราเรดที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์หรือแหล่งกำเนิดรังสี เมื่อตกกระทบวัตถุ บางส่วนจะถูกวัตถุดูดกลืน (Absorbed) บางส่วนจะทะลุผ่านวัตถุ (Transmitted) และบางส่วนจะถูกสะท้อนออกจากวัตถุ (Reflected) โดยรังสีบางส่วนที่ถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนขึ้นภายในตัววัตถุ แสดงดังสมการที่ 1

$$\gamma + \tau + \alpha = 1 \quad (1)$$

เมื่อ	γ	หมายถึง Reflected Energy
	τ	หมายถึง Transmitted Energy
	α	หมายถึง Absorbed Energy from Object

กรณีวัตถุดูดกลืนรังสีอินฟราเรด และอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่สมดุล วัตถุจะเกิดการแผ่รังสีอินฟราเรด โดยปริมาณการแผ่รังสีอินฟราเรดจะมีค่าเท่ากับปริมาณรังสีที่ดูดกลืน ดังนั้น วัตถุที่ดูดกลืนรังสีได้ดีก็จะแผ่รังสีได้ดีด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ ค่าการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดสูงสุด หรือ การดูดกลืนรังสีในอุดมคติ (Ideal Absorber) จะมีค่าเท่ากับ 1 คือ ดูดกลืนรังสีที่กระทบไว้ได้ทั้งหมด โดยใช้สัญลักษณ์แทน คือ α (Absorptivity)

กรณีวัตถุมีอุณหภูมิในช่วง -200 ถึง 4,000 °C ทำให้วัตถุเกิดการแผ่รังสีอินฟราเรดหรือแผ่รังสีความร้อน ก็จะใช้สัญลักษณ์ ϵ (Emissivity) แทนสัญลักษณ์ α (Absorptivity) ทั้งนี้ ค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงตามกฎของ Kirchhoff's Law ดังนั้น $\epsilon = \alpha$ และเขียนสมการได้ใหม่ดังสมการที่ 2

$$\epsilon + \gamma + \tau = 1 \quad (2)$$

เมื่อ	τ	หมายถึง Reflectivity Energy
-------	--------	-----------------------------

γ หมายถึง Transmitted Energy

ϵ หมายถึง Emissivity

3. วัตถุดำ

ค่าการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดสูงสุด หรือ การดูดกลืนรังสีในอุดมคติ (Ideal Absorbor) จะมีค่าเท่ากับ 1 ($\alpha = 1$) หมายถึง วัตถุมีความสามารถดูดกลืนรังสีที่กระทบไว้ได้ทั้งหมด ไม่มีการผ่านหรือสะท้อนออก หรือวัตถุร้อนที่สามารถแผ่รังสีได้สมบูรณ์ เรียกว่า วัตถุ 2 ประเภทนี้ว่า วัตถุดำ ซึ่งมีคุณลักษณะ ดังนี้

3.1 วัตถุดำ สามารถดูดกลืนรังสีตกกระทบไว้ได้ทั้งหมด โดยไม่มีการสะท้อนรังสีส่วนใดส่วนหนึ่งออก

3.2 วัตถุดำ สามารถแผ่รังสีได้มากกว่าวัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิ และความยาวคลื่นในช่วงเดียวกัน

3.3 วัตถุดำ สามารถแผ่รังสี และดูดกลืนรังสีได้ดีที่สุด โดยแผ่รังสีออกได้ในทุกทิศทาง ดังนั้น จึงใช้วัตถุดำสำหรับเปรียบเทียบการแผ่รังสีของผิววัตถุอื่นๆ

ปริมาณความร้อนที่แผ่ออกจากวัตถุ คำนวณได้จากสมการสเตฟาน – โบลแมน (Stefan – Boltzman) ตามสมการที่ 3

$$Q = \sigma AT^4 \quad (3)$$

เมื่อ Q = อัตราการแผ่ความร้อน (J/s)

σ = ค่าคงที่ของสเตฟาน – โบลแมน ซึ่งเท่ากับ 5.7×10^{-8} (J/sm²K⁴)

A = พื้นที่ผิว (m²)

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (K, °C + 273)

4. ประโยชน์รังสีอินฟราเรด

4.1 ด้านอุตสาหกรรมอาหาร

4.1.1 การอบแห้ง รังสีอินฟราเรดไกลมีสามารถให้ความร้อน และทะลุผ่านเข้าไปในอาหารได้มาก จึงประยุกต์ใช้สำหรับการอบแห้งอาหารต่างๆ เช่น เมล็ดพันธุ์พืช ผลิตภัณฑ์ผัก และผลไม้ รวมถึงเนื้อสัตว์ ช่วยลดเวลา และพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งลง

4.1.1.1 ข้อดีการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

- 1) ระบบให้ความร้อนควบคุมได้ง่าย
- 2) สามารถถ่ายเทความร้อนไปยังผลิตภัณฑ์ได้ดี และความร้อนสามารถทะลุผ่านเข้าไปในผลิตภัณฑ์ได้สูง
- 3) มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานบางชนิด เช่น ไดโอดีทริก และไมโครเวฟ
- 4) มีอายุการใช้งานยาวนาน และมีค่าซ่อมบำรุงต่ำ
- 5) ทั้งระบบน้ำหนักเบา ใช้ใช้พื้นที่ของอุปกรณ์น้อย ติดตั้งง่าย และสามารถใช้ร่วมกับเครื่องอบแห้งแบบทั่วไปได้
- 6) ผลิตภัณฑ์มีความแห้งสม่ำเสมอ และมีความสะอาด

4.1.1.2 ข้อเสียการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

1) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่จะต้องเพิ่มขนาดหลอดรังสีอินฟราเรด ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

2) ไม่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความหนา

4.1.2 การแปรรูปอาหารให้สุก การใช้รังสีอินฟราเรดแปรรูปอาหารให้สุก แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1.2.1 ระดับอุณหภูมิปานกลาง (Medium temperature radiate) ระดับอุณหภูมิปานกลาง ได้จากเครื่องกำเนิดรังสีอินฟราเรดแบบคลื่นสั้น ซึ่งใช้หลอดเป็นเส้นลวดหรือหลอดซิลิกา สามารถให้ความร้อนในช่วง $500 - 1000^{\circ}\text{C}$ และให้พลังงานประมาณ 15 กิโลวัตต์/ตารางเมตร นิยมใช้กับอาหารที่ไม่ไวต่อความร้อน

4.1.2. ระดับอุณหภูมิสูง (High temperature radiate) ระดับอุณหภูมิสูง ได้จากเครื่องกำเนิดรังสีอินฟราเรดแบบคลื่นสั้น ซึ่งใช้เป็นหลอดทั้งสแตน หรือหลอดควอตซ์ สามารถให้ความร้อนสูงสุดถึง $2,500^{\circ}\text{C}$ และให้พลังงาน ประมาณ 10 – 65 กิโลวัตต์/ตารางเมตร นิยมใช้กับอาหารที่ไวต่อความร้อน

4.1.3 อุตสาหกรรมอื่น ได้แก่

4.1.3.1 การอบแห้งเฟอร์นิเจอร์

4.1.3.2 การอบแห้งเครื่องปั้น และเซรามิกส์

4.1.3.3 การอบแห้งวัสดุยานยนต์

4.1.3.4 สิ่งทอ

4.1.3.5 กระดาษ

4.1.3.6 เคลือบสีผลิตภัณฑ์

4.1.3.7 อื่นๆ ฯลฯ

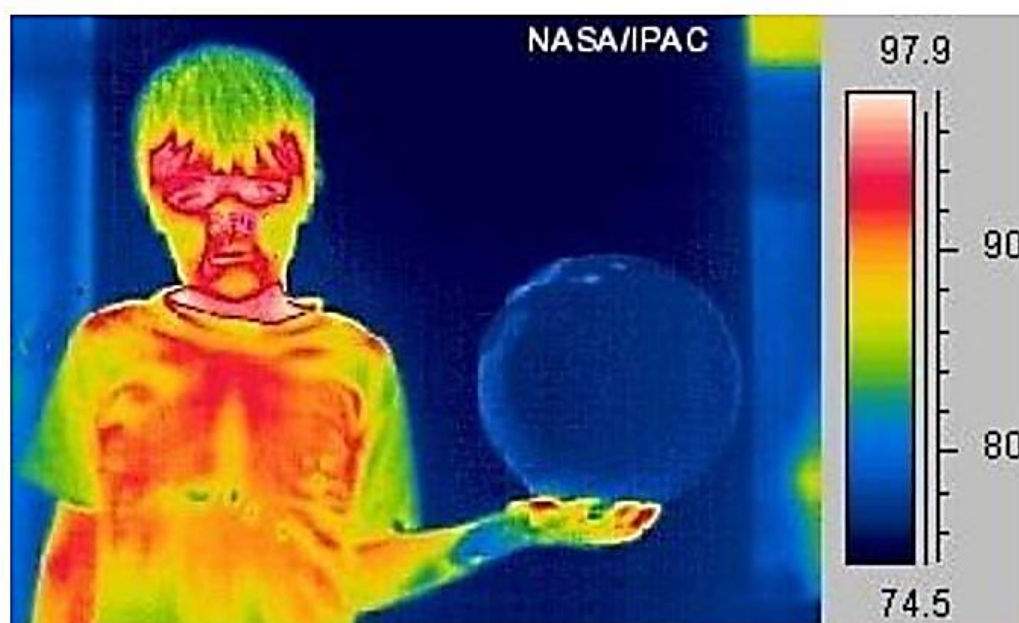
4.2 ด้านการเกษตร

ความร้อนที่ได้จากรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่น 3-6 ไมครอน สามารถกำจัดแมลงในเมล็ดข้าวได้ถึง 100%

4.3 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร

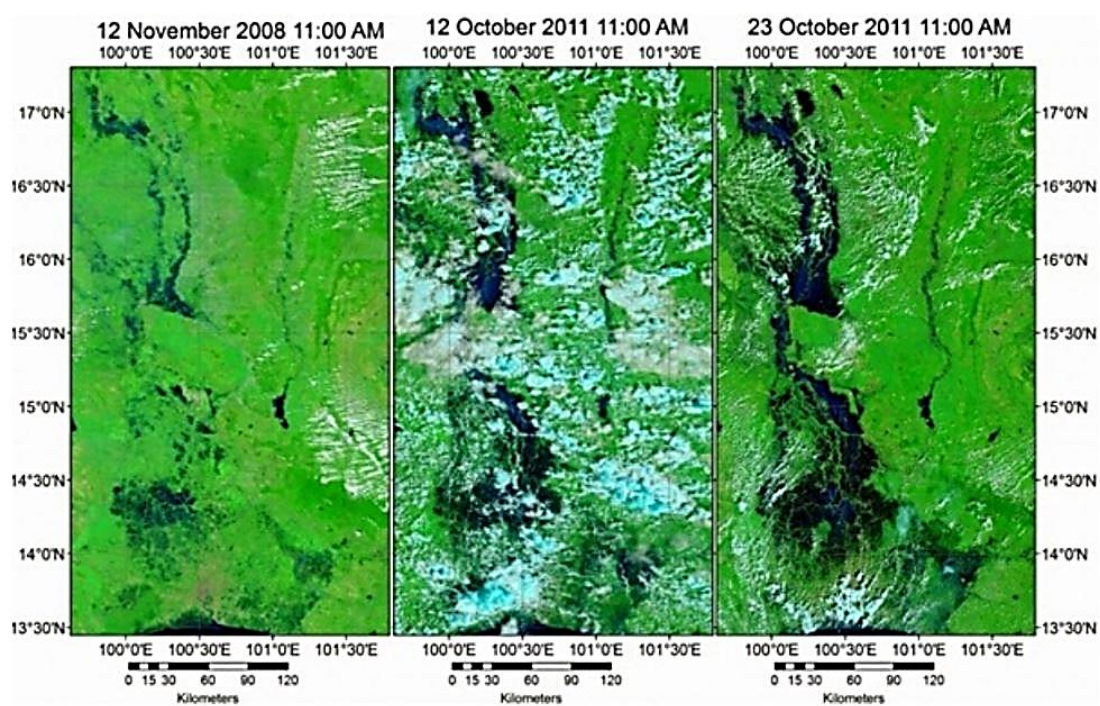
4.3.1 ใช้เป็นตัวกลางสื่อสารสำหรับอุปกรณ์ไร้สาย อาทิ มือถือ คอมพิวเตอร์

4.3.2 ภาพถ่ายความร้อนด้วยกล้องอินฟราเรดที่ใช้ประโยชน์ในหลายด้าน อาทิ ทางทหาร การแพทย์ และอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายความร้อน
ที่มา siamchemi.com, 2563, 25 ธันวาคม.

4.3.3 ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงคลื่นรังสีอินฟราเรด



ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายดาวเทียม
ที่มา siamchemi.com, 2563, 25 ธันวาคม.

5. อันตรายจากรังสีอินฟราเรด

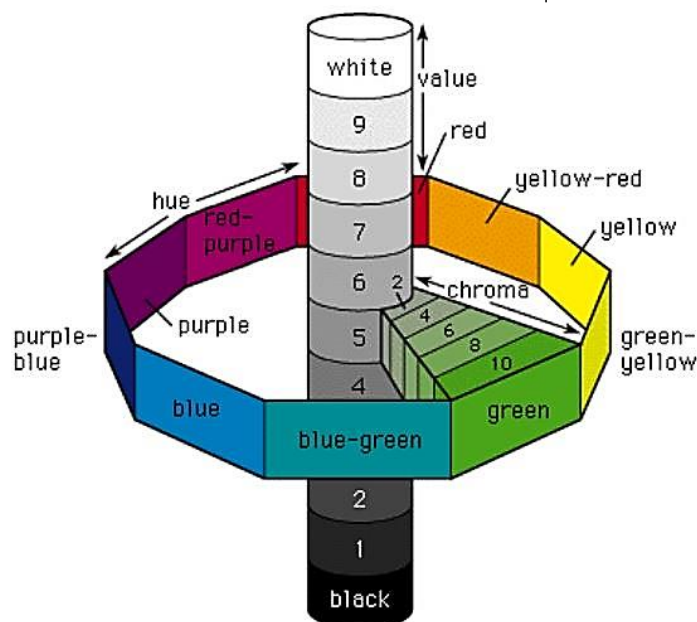
ผลกระทบจากรังสีอินฟราเรดส่วนใหญ่จะมีผลต่อชั้นบรรยากาศ ทำให้ชั้นบรรยากาศมีความอบอุ่นหรือร้อนขึ้น ส่วนในมนุษย์ และสัตว์ หากได้รับรังสีอินฟราเรดติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ผิวหนังมีอาการแสบร้อน ผิวหมองคล้ำ ดำกร้าน เซลล์ผิวหนังเสื่อมสภาพ และร่างกายขาดน้ำ หากได้รับติดต่อกันนานพร้อมกับมีความเข้มสูงจะทำให้ผิวหนังแสบร้อนรุนแรง และเกิดรอยไหม้ของผิวหนังได้

พื้นฐานของสีหรือการสะท้อนแสง

พื้นฐานของสีหรือการสะท้อนแสง (Basis of color/reflectance) สีสามารถอธิบายลักษณะของช่องว่างในภาพสามมิติ หรือของแข็งที่สีเข้าไปเกี่ยวข้อง ด้วยการอธิบายถึงสีของเนื้อมักอยู่ในรูปของ CIELAB หรือ L^* , a^* , และ b^* (สัญญาชัย จตุรสิทธา, 2555)

ระบบ CIE $L^*a^*b^*$

เป็นการกำหนดค่าสีโดยใช้หลักการตามทฤษฎีคู่ตรงข้าม ซึ่งมีอยู่ 3 คู่ คือ สีแดงกับสีเขียว สีเหลืองกับสีน้ำเงิน และสีชาวกับสีดำ ค่าสีในระบบ $L^*a^*b^*$, Chroma และ Hue angle นี้พัฒนาขึ้นมาใช้โดยกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมกันเป็นคณะกรรมการการสร้างและพัฒนาระบบกำหนดสีให้เป็นมาตรฐานสากล(CIE) โดยค่าความสว่าง (L^*) เป็นค่าความสว่างของสีมีตั้งแต่ 0 ถึง 100 ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) มีค่าตั้งแต่ -120 ถึง 120 ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) มีค่าตั้งแต่ -120 ถึง 120 (วรรณกานต์ โสภา, 2556 อ้างถึงใน ศศิกา เต็กอานวยพร, 2554) สีจะแปรเปลี่ยนจากขาวไปจนถึงดำ ส่วนค่าฮู (Hue angle) หมายถึงชื่อของสี(แดงหรือเขียว) ค่าฮูมีมุมกว้างขึ้นจึงสามารถเห็นสีในลักษณะของสเปกตรัม(แดง, เหลือง, เขียว, น้ำเงิน และสีอื่นๆ)



©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.

ภาพที่ 2.5 คุณสมบัติของสี 3 ลักษณะ คือ Hue angle ความสว่างของสีและความอิ่มตัวของสี
ที่มา : ศศิกา เต็กอานวยพร, 2554.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีรพงศ์ บริรักษ์ (2562) การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง โดยการปรับมุมเอียงคล้อยตามแสงอาทิตย์ โดยการตากแห้งเป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการให้ความร้อนแก่การผลิตภัณฑ์โดยการทำให้เกิดการระเหยน้ำภายในผลิตภัณฑ์ซึ่งประสิทธิภาพเชิงความร้อนของอุปกรณ์ในการตากแห้งขึ้นอยู่กับ การรับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก จากการศึกษากระบวนการอบแห้งด้วยตู้อบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์แบบตั้งอยู่กับที่โดยใช้ตู้ขนาด กว้าง 45 ซม. ความยาว 108 ซม. และสูง 38.5 ซม. และมีกระบอกเอียงทำมุม 45° ใช้กล้วยน้ำว้า เป็นผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในและนอกตู้อบแห้ง ระยะเวลาในการตากแห้ง 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 9.00 - 17.00 น. จากการทดลองใช้ระยะเวลารวม 24 ชั่วโมงต่อการอบ 1 ครั้ง สามารถอบได้ครั้งละ 144 ลูก น้ำหนักเริ่มต้นจากผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเฉลี่ยที่ 46.93 g น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 23.41 g ความชื้นมาตรฐานเปียกในผลิตภัณฑ์ เริ่มต้น 79.18% ความชื้นมาตรฐานเปียกสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ลดเหลือ 29.3% อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อมีค่าเท่ากับ 48.47°C จากข้อมูลได้นำมาออกแบบวิธีการอบแห้งโดยให้ตู้คล้อยตามแสงอาทิตย์ ด้วยวิธีการให้แผงรับความร้อนสามารถเคลื่อนที่คล้อยตามดวงอาทิตย์ด้วยกลไกการหมุนส่งกำลังจากแม่แรงสะพานซึ่งขับเคลื่อนจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การเคลื่อนที่ของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์จะปรับให้คล้อยตามดวงอาทิตย์ ครั้งละ 7.5° ชั่วโมง จากการทดลองตู้อบแห้งแบบคล้อยตามแสงอาทิตย์ใช้เวลารวม 20.5 ชั่วโมงน้ำหนักเริ่มต้นจากผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเฉลี่ยที่ 43.15 g น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 21.2 g ความชื้นมาตรฐานเปียกในผลิตภัณฑ์ลดเหลือ 24.8% อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อมีค่าเท่ากับ 52°C สามารถร่นระยะเวลาในการอบกล้วยน้ำว้าได้ 3.5 ชั่วโมง ต่อการอบแห้ง 1 ครั้ง

ศุขมา โชคเพิ่มพูน และสุริยา โชคเพิ่มพูน (2562) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการอบแห้งและการประเมินค่าสีของพริกที่อบแห้งภายในตู้อบแห้งแบบหลายชั้นด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ในระหว่างกระบวนการอบแห้งและความสม่ำเสมอของสีพริกแห้งภายในตู้อบแห้งแบบหลายชั้น โดยให้อากาศที่ผ่านชุดอุ่นอากาศภายใต้เงื่อนไขการให้ความร้อนแบบฟลักซ์ความร้อนคงที่เท่ากับ 800 วัตต์ ต่อตารางเมตร ซึ่งจ่ายจากพัดลมด้วยความเร็วในการไหลที่แตกต่างกันได้แก่ 2.0 และ 4.0 เมตรต่อวินาที นอกจากนี้ได้ศึกษาอิทธิพลของจำนวนการเปิดชุดหลอดไฟที่ 1, 2, 3 และ 4 ชุดซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนเสริมและกระทบของตำแหน่งในการวางพริกพบว่ากรณีการเปิดหลอดไฟให้ความร้อนจำนวน 4 ชุดที่ค่าความเร็วลมร้อนเท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที ให้อัตราการอบแห้งที่ดีที่สุดโดยใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง ในการลดปริมาณความชื้นให้มีค่าต่ำกว่า 13% มาตรฐานเปียก ผลิตภัณฑ์พริกแห้งมีค่าเฉลี่ยของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากับ 219, 96 และ 65 ตามลำดับ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13, 16 และ 14 ตามลำดับ

มณี ภาชนะทอง วไลภรณ์ สุธา และวรลักษณ์ ปัญญาธิพงศ์ (2561) ได้ศึกษาการใช้ความร้อนระดับครัวเรือนเพื่อปรับปรุงคุณภาพของมะขามหวาน โดยใช้ไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50, 60, 70 และ 80 นาที นำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าการให้ความร้อนแก่มะขามหวานเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้สีของมะขามหวานคล้ำขึ้นและมีผลทำให้เนื้อของมะขามหวานมีปริมาณความชื้นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p \leq 0.05$) และจากการศึกษาทำแห้งมะขามหวานด้วยตู้อบร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่สูงขึ้นมีผลทำให้ระยะเวลาในการทำแห้งลดลง และมะขามหวานมีสีคล้ำขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งมีผลทำให้ความชื้นและคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของมะขามหวานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภูมิใจ สะอาดโหม ปิยวรรณ ศุภวิทิพัฒนา และธวัชชัย ศุภวิทิพัฒนา (2560) ศึกษาผลของระดับอุณหภูมิอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวระหว่างการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดไกล หาความสัมพันธ์ของพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง และหาสมบัติทางกายภาพด้านสีของแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวต่ำกว่า 139% w.b. จากผลการทดสอบพบว่า ระดับอุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวความสัมพันธ์ของพลังงานจำเพาะที่ใช้การอบแห้ง และสีของแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้ง โดยแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ใช้เวลาอบแห้งนานที่สุด ส่วนแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C ใช้เวลาอบแห้งสั้นที่สุด แผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำมีความสัมพันธ์ของพลังงานจำเพาะ ที่ใช้ในการอบแห้งน้อยกว่าแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้งที่อุณหภูมิสูง และยังพบว่า แผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำมีค่าความสว่าง (ค่า L) แล้วค่าสีเหลือง (ค่า b) มากกว่า แต่มีค่าสีแดง (ค่า a) น้อยกว่าแผ่นโพนมะขามเปรี้ยวอบแห้งที่อุณหภูมิสูง

วันไชย คำเสน และคณะ (2557) ออกแบบและสร้าง โรงเรือนอบแห้งพลังงานร่วมด้วยรังสีแสงอาทิตย์และไฟฟ้า เพื่อใช้ในการอบแห้งผลผลิตในการเกษตร โดยโครงสร้างโรงเรือนออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ และใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นส่วนรับรังสีแสงอาทิตย์ ระบบการทำงานของโรงเรือนอบแห้งมีสองระบบ คือ ระบบการทำงานแบบธรรมดา เป็นการอบแห้งโดยใช้รังสีแสงอาทิตย์ และรังสีอินฟราเรดจากหลอดไฟฟ้าในการอบแห้ง ซึ่งสามารถทำงานต่อเนื่องได้ทั้งวันทั้งคืน เพื่อการอบใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งทั้งสองระบบมีการใช้พัดลมดูดอากาศในการระบายอากาศตามความชื้นแบบอัตโนมัติ จากการทดสอบอุณหภูมิ และความชื้นของโรงเรือนอบแห้งพลังงานร่วมด้วยแสงอาทิตย์และไฟฟ้าที่สร้างขึ้น อุณหภูมิภายในโรงเรือนอบแห้งด้วยรังสีแสงอาทิตย์สูงกว่าภายนอกสูงสุด ยี่สิบองศาเซลเซียส และเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่จัดขึ้นกับโรงเรือนแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่จัดทำขึ้น สูงกว่าโรงเรือนแบบดั้งเดิม

สุพรพิศ ฦ พิบูลย์ (2558) ได้ทำการศึกษากระบวนการอบแห้งปลากระป๋องด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานไฟฟ้า โดยใช้การควบคุมอุณหภูมิแบบพีไอดี งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการอบแห้งปลากระป๋องด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานไฟฟ้าเพื่อต้องการทำกระบวนการผลิตปลากระป๋องแห้งอนามัย การออกแบบเครื่องอบแห้งประกอบด้วยตู้อบชนิดทึบ ใช้หลอดอินฟราเรดสำหรับให้ความร้อนขนาด 500 วัตต์ จำนวน 4 หลอด ทำการทดลองอบแห้งโดยควบคุมอุณหภูมิแบบพีไอดี ในตู้อบที่ 50 60 และ 70 °C พบว่า การอบแห้งปลากระป๋องแบบควบคุมอุณหภูมิที่ 70 °C มีความสัมพันธ์ของพลังงานจำเพาะในการอบน้อยที่สุด เท่ากับ 300 MJ/kgH₂O_{evap} โดยที่ยังคงได้ค่าความชื้นมาตรฐานแห้งทั่วไปประมาณ 20 – 30%db และมีประสิทธิภาพในการอบแห้ง 1.2% โดยใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง ทั้งนี้ยังคงได้คุณภาพปลากระป๋องอบแห้งที่เนื้อและสีของปลาใกล้เคียงกับที่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด

จักรพรรณ์ ผิวสะอาด (2557) ศึกษาสมรรถนะของโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกหลังคารูปทรงพาลาโบลาขนาดใหญ่สำหรับอบแห้งยางพาราแผ่น โรงอบนี้ประกอบด้วย

หลังการรูปโคงทรงพาลาโบล่าซึ่งปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต และติดตั้งบนพื้นคอนกรีต โรงอบแห้งดังกล่าวมีความกว้าง 9.0 เมตร ยาว 27.0 เมตรและสูง 3.45 เมตร โดยติดตั้งพัดลมขนาด 15 วัตต์จำนวน 9 ตัว ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ 50 วัตต์ จำนวน 3 แผง สำหรับใช้ระบายอากาศในการทดสอบสมรรถนะของโรงอบแห้งได้ทำการทดลองอบแห้งยางพารา 6 แผ่น ครั้งละ 750 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า การอบแห้งยางพาราแผ่นในโรงอบแห้งใช้เวลาน้อยกว่าการตากแดดธรรมชาติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่อบในโรงอบแห้งไม่เปื่อยผ่นและยังมีคุณภาพดี สุดท้ายได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ทำนายสมรรถนะของโรงอบแห้ง ผลที่ได้พบว่าความชื้นและอุณหภูมิซึ่งคำนวณจากแบบจำลองสอดคล้องกับผลการวัด

จรัญ คนแรง และอัญชญา อุประกุล (2556) ได้ทำการพัฒนาตู้อบแห้งและการรมควันก้ามะถันผักตบชวาสำหรับชุมชนบ้านสาบ ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การลดเวลาในการอบแห้งและรมควันก้ามะถันผักตบชวาของชาวบ้านชุมชนบ้านสาบ โดยผักตบชวาที่อบได้จากเครื่องจะต้องมีคุณลักษณะตรงตามที่ใช้งาน ระบบควบคุมเป็นระบบอัตโนมัติ จะสามารถอบให้ผักตบชวาแห้งและรมควันก้ามะถันตามที่ชุมชนต้องการ โดยใช้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และไม่ใครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมการทำงานของเครื่องทำให้ ควบคุมอุณหภูมิในการอบให้คงที่ได้และควบคุมเวลาได้ จากผลการวิจัย พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งและรมควันก้ามะถันคือ การอบแห้งที่อุณหภูมิในช่วง 70-80°C เวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปรมควันก้ามะถันที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งผักตบชวาที่ได้มีลักษณะแห้งและมีสีขาวเหมือนที่อบโดยวิธีของชาวบ้านชุมชนบ้านสาบ และน้ำหนักแห้งของผักตบชวาที่ได้อยู่ที่ 106.67 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับผักตบชวาที่อบโดยวิธีของชาวบ้านชุมชนบ้านสาบ จากผลการเปรียบเทียบเวลาพบว่าเครื่องอบแห้งและรมควันก้ามะถันสามารถลดเวลาลงได้เหลือเพียง 5 ชั่วโมงเท่านั้น เมื่อเทียบกับวิธีการตากแห้งและรมควันก้ามะถันของชาวบ้านชุมชนบ้านสาบซึ่งอยู่ที่ประมาณ 5 วัน

จารุวัฒน์ เจริญจิตร (2555) เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยรังสีแสงอาทิตย์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ในประเทศไทยพบว่า สามารถแบ่งตามวิธีการรับรังสีอาทิตย์ ได้ 3 แบบ คือรับรังสีแสงอาทิตย์โดยตรง โดยอ้อมและแบบผสม มีลักษณะการหมุนเวียนอากาศภายใน 2 ลักษณะ คือหมุนเวียนตามธรรมชาติ (passive system) และหมุนเวียนแบบบังคับ (active system) โดยปัจจัยหลักของการเพิ่มสมรรถนะการอบแห้งด้วยรังสีแสงอาทิตย์ คืออุณหภูมิ ความเร็ว แล้วความชื้นของอากาศภายในระบบ รวมถึงการพัฒนาระบบให้มีความสม่ำเสมอ และเพิ่มระยะเวลาการอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ เป็นแนวทางส่งเสริมให้ รังสีแสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์มากขึ้น ตามลำดับ โดยการประยุกต์ใช้ระบบทำน้ำร้อนด้วย รังสีแสงอาทิตย์ในกระบวนการอบแห้งแบบ Mixed active solar drying และ Moxed passive solar drying ตามลำดับ โดยอุณหภูมิที่สามารถผลิตได้ แปรผันตามสมรรถนะของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แต่ละชนิด โดยใช้ความร้อนเป็นตัวกลางสะสมความร้อน หรือทำงานร่วมกับระบบฮีตปั๊มตามความเหมาะสมของวัสดุอบแห้งชนิดต่างๆ

รัฐพงษ์ โปเคน และวิศิศักดิ์ เส่งยมศักดิ์ (2563) ได้ทำวิจัยตู้อบล้างพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อพัฒนาตู้อบล้างพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษาผลการทดลองใช้ และศึกษาประสิทธิภาพการทำงาน โดยใช้ได้พัฒนาด้วยทฤษฎี SDLC โดยกลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มเกษตรกรและคณาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญ

ด้านเทคโนโลยี 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องต้นแบบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้จริง เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของอุปกรณ์และวงจรควบคุมการทำงานไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตรงต่อความต้องการ 2) ผลการทดลอง พบว่า การทดลองตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตกล้วยตามจำนวน 100 ครั้ง พบว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจะอยู่ที่ 83% สาเหตุเนื่องมาจากการทำงานที่อุณหภูมิ(Temperature) สูงกว่า หรือเท่ากับ 68 องศาเซลเซียส ลวดทำความร้อนจะไม่ทำงาน ส่วนพัดลมจะทำงานเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิในตู้เกิน 68 องศาเซลเซียส พัดลมระบายอากาศ 2 ตัว จะทำงาน โดยตัวหนึ่งเป็นตัวดูดอากาศเข้าและอีกตัวเป็นตัวดูดอากาศออกจากตู้อบ และเมื่ออบกล้วยครบระยะเวลาที่ 90 นาที พบความเปลี่ยนแปลงของกล้วยว่า มีการหดลง และกล้วยจะสุกและตรงตามความต้องการ และ 3) ผลการประเมิน ประสิทธิภาพการทำงานของตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผลการประเมินโดยรวมอยู่ใน ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีผลการประเมินสูงที่สุด คือ ด้านผลลัพธ์ที่ได้จากมีผลการประเมิน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.76)

ฮาติมี บากา และคณะ (2559) ได้วิจัยเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพการอบแห้งของปลาช่อน ด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า เพื่อศึกษาประสิทธิภาพตู้อบแห้งปลาช่อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้อบแห้งปลาช่อน และเพื่อศึกษาวิธีการผลิตปลาช่อนแดดเดียวด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาประสิทธิภาพในการทำให้แห้งของตู้อบแห้งปลาช่อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า มีประสิทธิภาพการทำให้แห้งมากที่สุดเมื่อเทียบกับการตากแบบธรรมชาติ และการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกตู้อบแห้ง จากการทดลอง พบว่า ตู้อบแห้งปลาช่อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า ปลาช่อนที่ได้จากการทดลองมีน้ำหนักเท่ากับ 567.6 กรัม ใช้เวลาทำการทดลอง 7 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับตู้อบแห้งปลาช่อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และการตากแบบธรรมชาติ เท่ากับ 672.6 กรัม และ 808.8 กรัม ตามลำดับ และอัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.34 เปอร์เซ็นต์ 0.49 เปอร์เซ็นต์ และ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพการอบแห้งของปลาช่อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้าสามารถลดระยะเวลาในการทำให้แห้งของปลาช่อน

ศิริรัตน์ วงศ์ประกรณ์กุล และ ศิริวรรณ โยธาจันทร์ (2555) การออกแบบการทดลองในกระบวนการอบพรมด้วยเครื่องอินฟราเรด โดยที่กระบวนการอบพรมด้วยเครื่องอบอินฟาเรดเป็นหนึ่งในกระบวนการผลิตพรมทอมือและทอเครื่องที่สำคัญ การศึกษาครั้งนี้พบว่า เวลาในการอบพรมขึ้นกับประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานแต่ละคน โดยปกติใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องอินฟราเรด และระยะจากหลอด อินฟาเรดถึงหลังพรม ซึ่งมีช่วงพิสัย 1.58 - 2.08 วินาทีต่อเซนติเมตร และ 8 - 11 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ตัวแปรปรวนร่วมที่ไม่สามารถควบคุมได้สองปัจจัยคือ ความชื้นสัมพัทธ์ และความยาวของพรม ดังนั้น ในการออกแบบการ ทดลองครั้งนี้จึงใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผล

การศึกษาพบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องอินฟราเรด ระยะจากหลอดอินฟราเรดกับหลังพรม และระยะทางในการเคลื่อนที่ของเครื่องอินฟราเรดมีอิทธิพลต่อเวลาการ แห้งของพรม ($p < 0.05$) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่มีอิทธิพลต่อเวลาการแห้งของพรม ($p > 0.05$) การตั้งค่าเครื่องอบ อินฟราเรดที่ดีที่สุดคือ การตั้งค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องอินฟราเรดที่ระดับ 1.58 วินาทีต่อเซนติเมตร และ ระยะห่างระหว่างหลอดอินฟราเรดกับหลังพรมที่ระดับ 8 เซนติเมตร ด้วยความยาวของพรมขนาด 6 เมตร พนักงานใช้เวลา ในการอบ 180 นาที หากคำนวณจากฟังก์ชันใช้เวลาในการอบเพียง 74.4258 นาที

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีวิธีดำเนินการวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านไฟฟ้า และด้านการอบแห้งมะขามแปรรูป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบสัมภาษณ์ ซึ่งใช้เก็บข้อมูลผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบไปด้วย

2.1.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.1.2 ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1.3 ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

2.2 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

2.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ต (RA Likert) มีเกณฑ์ระดับความคิดเห็น ดังนี้

ระดับความคิดเห็น มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
ระดับความคิดเห็น มาก	ให้	4	คะแนน
ระดับความคิดเห็น ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
ระดับความคิดเห็น น้อย	ให้	2	คะแนน
ระดับความคิดเห็น น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

2.2.3 ตรวจสอบคุณภาพแบบสัมภาษณ์โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามกลับแผนผังการสร้างแบบสัมภาษณ์แล้วนำผลการพิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ ตรวจสอบพิจารณาข้อคำถามดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 = แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

ให้คะแนน 0 = ไม่แน่ใจว่าคำถามนี้มีความเหมาะสมหรือไม่

ให้คะแนน -1 = แน่ใจว่าคำถามไม่มีความเหมาะสม

2.2.6 นำแบบสัมภาษณ์ที่สมบูรณ์ที่เรียบร้อยที่ไปเก็บข้อมูล

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลปัญหาจริงกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.3 นำข้อมูลกลับมาสังเคราะห์

3.4 ทำการออกแบบแบบงานต้นแบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยโปรแกรมออกแบบทางวิศวกรรมในการสร้างแบบงานต้นแบบ โดยหลักการทำงานระหว่างคนกับต้นแบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จะเป็นแบบยืนปฏิบัติงาน จำนวน 1 คน



ภาพที่ 3.1 แบบงานต้นแบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.5 สร้างต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามแบบร่างต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้ โครงสร้างโดยรวมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง สูง เท่ากับ 1,500 x 2,040 มิลลิเมตร และมีขนาดห้องอบ 1,500 x 1,650 มิลลิเมตร ปริมาณความจุ $\approx 2,914,312,500$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร มีชั้นวางภาชนะบรรจุมะขามแปรรูปอัดแท่งจำนวน 13 ชั้น ขนาดกว้าง ยาว สูง เท่ากับ 590 x 800 x 1,500 มิลลิเมตร แต่ละชั้นห่างกัน 100 มิลลิเมตร ชั้นวางภาชนะหมุนรอบ

ตัวเองด้วยมอเตอร์เกียร์ จำนวน 3 รอบ/นาทึ มีชุดควบคุมอุณหภูมิ ชุดควบคุมและระบายความชื้น และช่องอากาศเข้า-ออก (D1: Development ครั้งที่ 1)



ภาพที่ 3.2 ต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.6 ทดลองใช้ต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่พัฒนาขึ้น โดยการทดลองกับผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการประเมินสมรรถนะ ต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ด้านไฟฟ้า และด้านการอบแห้งมะขามแปรรูป เพื่อให้ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ (R2 : Research ครั้งที่ 2) (อยู่ในระยะที่ 1)

3.7 ปรับปรุงต้นแบบให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และประเมินประสิทธิภาพต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ (D2 : Development ครั้งที่ 2) (อยู่ในระยะที่ 1)

3.8 การนำต้นแบบที่สมบูรณ์ไปทดลองใช้งานกับผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ (อยู่ในระยะที่ 2)

3.9 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ (อยู่ในระยะที่ 2)

3.10 ทำการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ (R3 : Research ครั้งที่ 3) (อยู่ในระยะที่ 2)

3.11 ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ (อยู่ในระยะที่ 3)

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 ตัวแปรต้น คือ ประสบการณ์ในการทำงาน

4.1.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำแนกตาม

4.1.2.1 ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

4.1.2.2 ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

4.1.2.3 ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ทำหนังสือราชการจากหน่วยงานต้นสังกัดไปแนะนำตัวเพื่อขอเข้าเก็บข้อมูล

5.2 ทำการนัดแนะวันที่จะเข้าเก็บข้อมูลวิจัย

5.3 ทำการสาธิตการใช้งานพร้อมกับผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จากนั้นสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ด้วยแบบสัมภาษณ์

5.4 วิเคราะห์ผลการวิจัย

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าร้อยละ ข้อมูลผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ คือ ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ และด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการบรรยาย

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 ค่าร้อยละ ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2551)

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

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

7.2 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2551)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

7.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \quad S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนทั้งหมด

7.4 สถิติเชิงบรรยาย มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.21-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.41-4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.61-3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.81-2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1.00-1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1. การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1 วัสดุ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ ได้แก่ มะขามแปรรูปอัดแท่ง ขนาด 25 X 25 X 400 มิลลิเมตร

2.2 อุปกรณ์

2.2.1 ต้นแบบเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.2.2 เครื่องวัดค่าสี Colorimeter WR-10

2.2.3 นาฬิกาจับเวลา

2.2.4 เครื่องชั่งดิจิตอล JADEVER NWTH Serise

2.2.5 เครื่องวัด UVAB Light mieter รุ่น TM-213

2.2.6 ตู้อบไฟฟ้า

2.2.7 โถดูดความชื้น

2.2.8 ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น

2.2.9 ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

ตารางที่ 3.1 การหาค่าระยะเวลาในการทำความร้อน

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	ระยะเวลาทำความร้อน (นาที)
ค่าเฉลี่ย		

ตารางที่ 3.2 การหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น

ครั้งที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	น้ำหนัก ก่อนอบ (กรัม)	เวลาใน การอบ (ชั่วโมง)	ความชื้นหลังการอบ (%)													น้ำหนัก หลังอบ (กรัม)
				ชั้นที่													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ค่าเฉลี่ย																	

ตารางที่ 3.3 การหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ

ชั้นที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ			เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามหลังอบ		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
ค่าเฉลี่ย								

หมายเหตุ

L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)

L = 0 สีที่ได้จะมีมืดเป็นสีดำ

L = 100 สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว

a* ใช้กำหนดสีแดง หรือสีเขียว

a เป็น + วัตถุมีสีออกแดง

a เป็น - วัตถุมีสีออกเขียว

b* ใช้กำหนดสีเหลือง หรือสีน้ำเงิน

b เป็น + วัตถุมีสีออกเหลือง

b เป็น - วัตถุมีสีออกน้ำเงิน

2.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 ระยะเวลาในการทำความร้อน

2.3.2 เวลาในการอบ

2.3.3 ความชื้น

2.3.4 ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้มะขามแปรรูปอัดแท่ง ขนาด 25 X 25 X 400 มิลลิเมตร ครั้งละจำนวน 195 แท่ง น้ำหนักต่อแท่งเฉลี่ยที่ 331 กรัม โดยการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลดังนี้

2.4.1 ระยะเวลาในการทำความร้อน เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบระยะเวลาในการทำความร้อนของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 80 °C ในสถานะการให้ความร้อนด้วยระบบไฟฟ้ากรณีในร่ม และระบบไฟฟ้ากรณีกลางแจ้ง โดยไม่ใส่มะขามแปรรูปอัดแท่ง เพราะจะทำให้อุปกรณ์ให้ความร้อนเสียหายได้จากความชื้น จากนั้นจับเวลาเวลาในการทำความร้อนจนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตัดการทำงานจึงบันทึกเวลาลงในตารางที่ 3.1

2.4.2 เวลาในการอบ เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบเวลาในการอบเริ่มต้นใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุเข้าไปในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์หลังจากที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตัดการทำงานเครื่องเมื่อได้อุณหภูมิตามที่ได้ตั้งไว้ จากนั้นทำการจับเวลาในการอบที่ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 3.2

2.4.3 ความชื้น เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบค่าความชื้นของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ในการอบที่ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง โดยใช้วิธีการของ (AOAC, 2012) จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 3.2

$$\text{สูตร} \quad M = \left(\frac{W-D}{W} \times 100\% \right)$$

เมื่อ M = ความชื้นของมะขามแปรรูปอัดแท่งที่เวลาใดๆ (%w.b.)

W = มวลของมะขามแปรรูปอัดแท่งที่เวลาใดๆ (g)

D = มวลแห้งของมะขามแปรรูปอัดแท่ง (g)

2.4.4 ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบพร้อมกับการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter WR-10 ทำการสุ่มวัดหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบทุกชั้นและบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 3.3 โดยการอธิบายถึงสีของเนื้อมะขามอัดแท่งแปรรูป ในรูปแบบของ CIELAB หรือ L^* , a^* , และ b^* (สัญญา จตุรสิทธา, 2555) โดยมีเกณฑ์การอ้างอิง คือ

2.4.5.1 ค่า L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness) มีเกณฑ์ว่าถ้า $L = 0$ สีที่ได้จะมีดำเป็นสีดำ แต่ถ้า $L = 100$ สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว

2.4.5.2 ค่า a^* ใช้กำหนดสีแดง หรือสีเขียว มีเกณฑ์ว่าถ้า a เป็น + วัตถุจะมีสีแดง แต่ถ้า a เป็น - วัตถุมีสีเขียว

2.4.5.3 ค่า b^* ใช้กำหนดสีเหลือง หรือสีน้ำเงิน มีเกณฑ์ว่าถ้า b เป็น + วัตถุมีสีเหลือง แต่ถ้า b เป็น - วัตถุมีสีน้ำเงิน

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ ระยะเวลาในการทำความร้อน เวลาในการอบ อุณหภูมิภายในห้องอบ ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ และความชื้น สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

2.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.6.1 ค่าร้อยละ ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2551)

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

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.6.2 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2551)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. การประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาจากคุณสมบัติการเป็นกลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปมะขามอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นทะเบียนเป็นวิสาหกิจชุมชน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบไปด้วย

3.2.1.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.2.1.2 ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจำแนกดังนี้

1) ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2) ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3) ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.2.1.3 ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.2.2 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.2.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.2.2 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสอบถามความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ต (RA Likert) มีเกณฑ์ระดับความคิดเห็น ดังนี้

ระดับความคิดเห็น มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
ระดับความคิดเห็น มาก	ให้	4	คะแนน
ระดับความคิดเห็น ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
ระดับความคิดเห็น น้อย	ให้	2	คะแนน
ระดับความคิดเห็น น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

3.2.2.3 ตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามกับแผนผังการสร้างแบบสอบถามแล้วนำผลการพิจารณา

หาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ ตรวจสอบพิจารณาข้อคำถามดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 = แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

ให้คะแนน 0 = ไม่แน่ใจว่าคำถามนี้มีความหมายเหมาะสมหรือไม่

ให้คะแนน -1 = แน่ใจว่าคำถามไม่มีความเหมาะสม

3.2.2.6 นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์ที่เรียบร้อยที่ไปเก็บข้อมูล

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ ประสบการณ์ในการทำงาน

3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำแนกตาม

3.3.2.1 ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.3.2.2 ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.3.2.3 ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ทำหนังสือแนะนำตัวผู้วิจัยจากหน่วยงานต้นสังกัดไปยังกลุ่มวิสาหกิจดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความพึงพอใจ

3.2 กำหนดตารางการสอบถามผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้วิจัยประสานงานเพื่อขออนุญาตวันและเวลาการสอบถามในวันที่ผู้วิจัยเดินทางไปสอบถาม

3.3 นำแบบสอบถามไปให้ผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

3.4 วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ ประสบการณ์ในการทำงาน โดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ ด้านการออกแบบและพัฒนา ด้านสมรรถนะ ด้านประสิทธิภาพ ด้านความพึงพอใจ เครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติเชิงบรรยายในการแปลผล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 ค่าร้อยละ ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

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

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \quad S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนทั้งหมด

3.6.4 สถิติเชิงบรรยาย มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.21-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.41-4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.61-3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.81-2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1.00-1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

ระยะที่ 3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาจากคุณสมบัติการเป็นกลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปมะขามอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นทะเบียนเป็นวิสาหกิจชุมชน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบสอบถาม เป็นแบบปลายปิด เพื่อสอบถามการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งเป็น

2.1.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.1.2 ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

2.1.3 ตอนที่ 3 ความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

2.1.4 ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

2.2 วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 กำหนดกรอบแนวคิด ข้อคำถาม เพื่อสร้างแบบสอบถามที่เหมาะสมกับเรื่องที่ทำการวิจัย และสามารถตอบวัตถุประสงค์การวิจัยได้ครบถ้วน

2.2.3 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสอบถามความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ต (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด	ให้	5 คะแนน
ระดับความพึงพอใจ มาก	ให้	4 คะแนน
ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง	ให้	3 คะแนน
ระดับความพึงพอใจ น้อย	ให้	2 คะแนน
ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

2.2.4 นำชุดคำถามไปตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามกับแผนผังการสร้างแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ตรวจสอบการใช้ภาษาและความครอบคลุมของเนื้อหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence : IOC) (สุวิมล ติรภานันท์, 2543) เกณฑ์ในการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา

+1 = แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

0 = ไม่แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสมหรือไม่

-1 = แน่ใจว่าคำถามไม่มีความเหมาะสม

ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

2.2.5 นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.2.6 ปรับปรุงแบบสอบถามจนเสร็จสมบูรณ์และพิมพ์เพื่อนำไปเก็บรวบรวม

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ตัวแปรต้น คือ เพศ และประสบการณ์ในการทำงาน

3.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง เครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ จำแนกตาม

3.2.1 ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3.2.2 ความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ทำหนังสือแนะนำตัวผู้วิจัยเพื่อขออนุญาตในการเข้าไปถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบ และนัดหมายวันเวลาการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.2 ดำเนินการวิธีถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบด้วยวิธีการสาธิตการทำงาน และเก็บข้อมูลผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี ด้วยแบบสอบถาม

4.3 นำข้อมูลกลับมาวิเคราะห์ผล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ และประสบการณ์ในการทำงาน สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าร้อยละ ส่วนข้อมูลผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ คือ ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี และความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการบรรยาย

6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

6.1 ค่าร้อยละ ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

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

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

6.2 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

6.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \quad S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนทั้งหมด

6.4 สถิติเชิงบรรยาย มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.21-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.41-4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.61-3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.81-2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1.00-1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการรายงานผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1. ผลข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.1 ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์ในการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5 ปี	-	-
5-10 ปี	2	66.70
11 ปีขึ้นไป	1	33.30
รวม	3	100.00

จากตารางที่ 4.1 ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีประสบการณ์ในการทำงาน 5-10 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 66.70 และมีประสบการณ์ในการทำงาน 11 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 33.30 รวมเป็นร้อยละ 100

2. ผลระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 4.2 ผลค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ ขนาดโครงสร้างเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.33	.577	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบประตู และกลไกการล็อกประตู	4.33	.577	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ	4.67	.577	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมและระบายความชื้น	5.00	.000	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของการออกแบบช่องอากาศเข้า-ออก ภายในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.33	.577	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นวางภาชนะ และภาชนะสำหรับใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งสำหรับอบ	4.33	1.155	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นสำหรับวางภาชนะใส่	4.33	.577	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.48	.577	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
1. ระยะเวลาในการทำความร้อน	4.33	.577	มากที่สุด
2. เวลาในการอบ	4.33	.577	มากที่สุด
3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ	4.33	.577	มากที่สุด
4. ความชื้น	4.67	.577	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.42	.577	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	3.67	.577	มาก
2. ความสะดวกในการนำถาดมะขาม เข้า – ออก จากเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.33	.577	มากที่สุด
3. ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.00	0.000	มาก
4. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง และรักษา	4.67	.577	มากที่สุด
5. ความสะดวกในการทำความสะดวกเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.33	.577	มากที่สุด
6. ความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.00	1.000	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.17	.552	มาก
รวมเฉลี่ย	4.35	.569	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.2 ผลค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.35 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .569 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.48 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .577 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.42 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .577 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.17 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .552 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระยะที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1.1 ผลการระยะเวลาในการทำความร้อน

ตารางที่ 4.3 ผลการหาค่าระยะเวลาในการทำความร้อน (ในร่ม)

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	ระยะเวลาทำความร้อน (นาที)
1	80	15
2	80	14
3	80	15
4	80	16
5	80	15
ค่าเฉลี่ย	80	15

ตารางที่ 4.4 ผลการหาค่าระยะเวลาในการทำความร้อน (กลางแจ้ง)

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	ระยะเวลาทำความร้อน (นาที)
1	80	10
2	80	9
3	80	8
4	80	10
5	80	12
ค่าเฉลี่ย	80	10

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 ผลการระยะเวลาในการทำความร้อน พบว่า ระยะเวลาในการทำความร้อน (ในร่ม) ที่อุณหภูมิ 80 °C ใช้เวลาเฉลี่ย 15 นาที และระยะเวลาในการทำความร้อน (กลางแจ้ง) อุณหภูมิ 80 °C ใช้เวลาเฉลี่ย 10 นาที

1.2 ผลการหาเวลาในการอบ และความชื้น

ตารางที่ 4.5 ผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น (1 ชั่วโมง)

ครั้งที่	อุณหภูมิภายในห้องอบ (°C)	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	ความชื้นหลังการอบ (%)													น้ำหนักหลังอบ (กรัม)
				ชั้นที่													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	80	64,545	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62,010	
2	80	64,545	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62,010.1	
3	80	64,545	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62,010.2	
ค่าเฉลี่ย	80	64,545	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62,010.1	

จากตารางที่ 4.5 ผลการหาเวลาในการอบที่ 1 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิภายในห้องอบที่ 80°C พบว่าค่าความชื้นหลังการอบทั้ง 13 ชั้น มีค่าเฉลี่ย 4%

ตารางที่ 4.6 ผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น (2 ชั่วโมง)

ครั้งที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	น้ำหนัก ก่อนอบ (กรัม)	เวลาใน การอบ (ชั่วโมง)	ความชื้นหลังการอบ (%)													น้ำหนัก หลังอบ (กรัม)
				ชั้นที่													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	80	64,545	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	59572.5	
2	80	64,545	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	59572.5	
3	80	64,545	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	59572.5	
ค่าเฉลี่ย	80	64,545	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	59572.5	

จากตารางที่ 4.6 ผลการหาเวลาในการอบที่ 2 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิภายในห้องอบที่ 80°C พบว่าค่าความชื้นหลังการอบทั้ง 13 ชั้น มีค่าเฉลี่ย 8%

ตารางที่ 4.7 ผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น (3 ชั่วโมง)

ครั้งที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	น้ำหนัก ก่อนอบ (กรัม)	เวลาใน การอบ (ชั่วโมง)	ความชื้นหลังการอบ (%)													น้ำหนัก หลังอบ (กรัม)
				ชั้นที่													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	80	64,545	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	57349.5	
2	80	64,545	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	57349.5	
3	80	64,545	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	57349.5	
ค่าเฉลี่ย	80	64,545	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	57349.5	

จากตารางที่ 4.7 ผลการหาเวลาในการอบที่ 3 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิภายในห้องอบที่ 80°C พบว่าค่าความชื้นหลังการอบทั้ง 13 ชั้น มีค่าเฉลี่ย 11%

สรุปผลการหาเวลาในการอบ และค่าความชื้น ใช้เวลาในการอบที่ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิภายในห้องอบที่ 80°C ในการทดสอบ พบว่าความชื้นหลังการอบของมะขามแปรรูปอัดแท่ง มีค่าเฉลี่ยที่ 4, 8 และ 11% ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการอบมากขึ้นจะทำให้ความชื้นลดลงตามลำดับ แต่จะส่งผลให้น้ำของมะขามแปรรูปอัดแท่งแข็ง และสีเนื้อมะขามก็จะมีสีคล้ำขึ้น

1.4 ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ

ตารางที่ 4.8 ผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ (1 ชั่วโมง)

ชั้นที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ			เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามหลังอบ		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
1	80	26.12	-2.90	4.25	1	26.15	-2.74	3.87
2	80	26.10	-2.95	4.30		26.19	-2.75	3.86
3	80	26.09	-3.10	4.25		26.16	-2.79	3.89

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ชั้นที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ			เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามหลังอบ		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
4	80	26.12	-2.90	4.25	1	26.15	-2.74	3.87
5	80	26.10	-2.95	4.301		26.19	-2.75	3.86
6	80	26.09	-3.10	4.25		26.16	-2.79	3.89
7	80	26.12	-2.90	4.25		26.15	-2.74	3.87
8	80	26.10	-2.95	4.30		26.19	-2.75	3.86
9	80	26.09	-3.10	4.25		26.16	-2.79	3.89
10	80	26.12	-2.90	4.25		26.15	-2.74	3.87
11	80	26.10	-2.95	4.30		26.19	-2.75	3.86
12	80	26.09	-3.10	4.25		26.16	-2.79	3.89
13	80	26.12	-2.90	4.25		26.15	-2.74	3.87
ค่าเฉลี่ย	80	26.12	-2.98	4.27	1	26.17	-2.76	3.87

จากตารางที่ 4.8 ผลของค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนเฉลี่ย ค่า L* 26.12, ค่า a* = -2.98 และค่า b* = 4.27 จากนั้นใช้การอบที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลา 1 ชั่วโมง ค่าสีของเนื้อมะขามหลังอบเฉลี่ย ค่า L* 26.17, ค่า a* = -2.78 และค่า b* = 3.87 ผลปรากฏว่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังการอบไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.9 ผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ (2 ชั่วโมง)

ชั้นที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ			เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามหลังอบ		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
1	80	26.31	-1.70	2.77	2	26.14	-2.33	3.08
2	80	26.30	-1.71	2.76		26.15	-2.30	3.05
3	80	26.32	-1.73	2.79		26.14	-2.29	3.09
4	80	26.33	-1.72	2.77		26.13	-2.24	3.11
5	80	26.30	-1.70	2.78		26.17	-2.36	3.05
6	80	26.29	-1.69	2.75		26.15	-2.35	3.04
7	80	26.32	-1.71	2.66		26.13	-2.31	3.11
8	80	26.31	-1.68	2.78		26.11	-2.32	3.12
9	80	26.30	-1.70	2.79		26.14	-2.28	3.08

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ชั้นที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ			เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามหลังอบ		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
10	80	26.33	-1.72	2.69	2	26.15	-2.33	3.10
11	80	26.34	-1.73	2.66		26.14	-2.35	3.09
12	80	26.28	-1.74	2.70		26.16	-2.30	3.12
13	80	26.27	-1.75	2.77		26.18	-2.31	3.06
ค่าเฉลี่ย	80	26.31	-1.71	2.74	2	26.15	-2.31	3.08

จากตารางที่ 4.9 ผลของค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนเฉลี่ย ค่า L* 26.31, ค่า a* = -1.71 และค่า b* = 2.74 จากนั้นใช้การอบที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลา 2 ชั่วโมง ค่าสีของเนื้อมะขามหลังอบเฉลี่ย ค่า L* 26.15, ค่า a* = -2.31 และค่า b* = 3.08 ผลปรากฏว่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังการอบไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.10 ผลการหาค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ (3 ชั่วโมง)

ชั้นที่	อุณหภูมิ ภายใน ห้องอบ (°C)	สีเนื้อมะขามก่อนอบ			เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	สีเนื้อมะขามหลังอบ		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
1	80	25.68	-3.63	5.49	3	25.99	-3.51	4.95
2	80	25.67	-3.61	5.48		25.94	-3.49	4.99
3	80	25.68	-3.64	5.45		25.90	-3.50	4.97
4	80	25.69	-3.62	5.47		25.93	-3.57	4.93
5	80	25.70	-3.65	5.51		25.95	-3.51	4.91
6	80	25.65	-3.67	5.48		25.99	-3.52	4.97
7	80	25.67	-3.63	5.47		25.98	-3.56	4.95
8	80	25.70	-3.60	5.44		25.95	-3.52	4.92
9	80	25.66	-3.61	5.45		25.97	-3.57	4.93
10	80	25.68	-3.64	5.49		25.98	-3.53	4.96
11	80	25.71	-3.65	5.47		25.99	-3.50	4.91
12	80	25.66	-3.63	5.48		25.94	-3.55	4.94
13	80	25.68	-3.62	5.50		25.98	-3.51	4.95
ค่าเฉลี่ย	80	25.68	-3.63	5.48	3	25.96	-3.53	4.94

จากตารางที่ 4.10 ผลของค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนเฉลี่ย ค่า L^* 25.68, ค่า a^* = -3.63 และค่า b^* = 5.48 จากนั้นใช้การอบที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลา 3 ชั่วโมง ค่าสีของเนื้อมะขามหลังอบเฉลี่ย ค่า L^* 25.96, ค่า a^* = -3.53 และค่า b^* = 4.94 ผลปรากฏว่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังการอบไม่แตกต่างกัน

2. ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1 ผลข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.11 ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์ในการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5 ปี	1	10.00
5-10 ปี	6	60.00
11 ปีขึ้นไป	3	30.00
รวม	10	100.00

จากตารางที่ 4.11 ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีประสบการณ์ในการทำงาน 5-10 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และ 11 ปีขึ้นไป จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และต่ำกว่า 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 รวมเป็นร้อยละ 100

2.2 ผลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

ตารางที่ 4.12 ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ ขนาดโครงสร้างเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.10	.316	มาก
2. ความเหมาะสมของการออกแบบประตู และกลไกการล็อกประตู	4.30	.483	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ	4.70	.483	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมและระบายความชื้น	4.70	.483	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของการออกแบบช่องอากาศเข้า-ออก ภายในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.30	.483	มากที่สุด

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
6. ความเหมาะสมของการออกแบบชิ้นวางภาชนะ และภาชนะสำหรับใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งสำหรับอบ	3.90	.876	มาก
7. ความเหมาะสมของการออกแบบชิ้นสำหรับวางภาชนะใส่	4.60	.516	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.37	.520	มากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
1. ระยะเวลาในการทำความร้อน	4.60	.516	มากที่สุด
2. เวลาในการอบ	4.30	.483	มากที่สุด
3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ	4.30	.483	มากที่สุด
4. ความชื้น	4.70	.483	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.48	.491	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์			
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.50	.527	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการนำถาดมะขาม เข้า – ออก จากเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.50	.527	มากที่สุด
3. ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.30	.483	มากที่สุด
4. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง และรักษา	4.70	.483	มากที่สุด
5. ความสะดวกในการทำความสะดวกเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.50	.527	มากที่สุด
6. ความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	4.50	.527	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.50	.512	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.45	.508	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.12 ผลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .508 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด เมื่อวิเคราะห์เป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .512 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ด้านรองลงมา คือ ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.48 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .491 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.37 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .520 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ระยะที่ 3 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

1. ผลสรุปข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.13 ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	1	10.00
หญิง	9	90.00
รวม	10	100.00
ประสบการณ์ในการทำงาน		
ต่ำกว่า 5 ปี	1	10.00
5-10 ปี	6	60.00
11 ปีขึ้นไป	3	30.00
รวม	10	100.00

จากตารางที่ 4.13 ผลร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศหญิง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90 และเป็นเพศชาย จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และเป็นผู้มีประสบการณ์ในการทำงาน 5-10 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และ 11 ปีขึ้นไป จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และต่ำกว่า 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 รวมเป็นร้อยละ 100

2. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1 ผลความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.14 สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้			
1. ทีมวิทยากรมีความรู้สามารถ และประสบการณ์ตรงกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	.516	มากที่สุด
2. เทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรง่ายต่อการเข้าใจ	4.10	.568	มาก
3. ความสามารถในการอธิบาย ตอบข้อซักถามของทีมวิทยากร	4.60	.516	มากที่สุด
4. สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับหัวข้อที่ถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.10	.876	มาก
5. ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.50	.527	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.34	.601	มากที่สุด

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านความรู้ ความเข้าใจ			
1. ความรู้ก่อนเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	2.60	.699	น้อย
2. ความรู้หลังเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.30	.675	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.45	.687	มาก
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์			
1. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยี ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	4.30	.675	มากที่สุด
2. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดต่อ	4.40	.516	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.35	.596	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจ			
1. ท่านสนใจอยากเป็นเจ้าของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.40	.516	มากที่สุด
2. ท่านมีความพึงพอใจกับกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	.699	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.40	.608	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.14	.623	มาก

จากตารางที่ 4.14 ผลความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.14 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .623 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก เมื่อศึกษาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ย 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .608 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ด้านที่รองลงมา คือ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 4.35 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .596 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ย 3.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .687 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

2.2 ผลความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.15 สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.20	.632	มาก

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านเนื้อหา			
2. เนื้อหามีความน่าสนใจและมีความเหมาะสม	4.40	.516	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.30	.574	มากที่สุด
ด้านวิทยากร			
1. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถและถ่ายทอดความรู้ได้อย่างชัดเจน	4.40	.699	มากที่สุด
2. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม หรือมีส่วนร่วม รวมทั้งตอบข้อคำถามได้ตรงประเด็น	4.40	.516	มากที่สุด
3. การดูแลเอาใจใส่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมของวิทยากร	4.40	.516	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.40	.577	มากที่สุด
ด้านบริหารจัดการ			
1. การประชาสัมพันธ์มีความเหมาะสม	4.30	.675	มากที่สุด
2. การต้อนรับ การอำนวยความสะดวก และการให้บริการ	4.40	.516	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของสื่อ เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ และเอกสาร	4.20	.789	มาก
4. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	.516	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของสถานที่ / อาหาร / อาหารว่างและเครื่องดื่ม	4.50	.527	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	.699	มากที่สุด
7. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้	4.40	.516	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.37	.606	มากที่สุด
ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม			
1. หัวข้อการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสอดคล้องต่อการพัฒนาตนเองและกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	4.50	.527	มากที่สุด
2. ความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีตรงกับความต้องการและความสนใจของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.50	.527	มากที่สุด
3. ได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นหลังจากเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	.699	มากที่สุด
4. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสนใจในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ต้นแบบมากขึ้น	4.50	.527	มากที่สุด
5. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รู้จัก เข้าใจภารกิจของการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	.699	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.46	.596	มากที่สุด

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปเหตุผล
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม			
1. ผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถนำความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้ในอนาคต	4.50	.527	มากที่สุด
2. ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ ความเข้าใจต่อเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ต้นแบบมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกันของตนเองในอนาคต	4.60	.516	มากที่สุด
3. ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดให้กับเพื่อน ชุมชน และกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ในภายหลัง	4.40	.699	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.50	.581	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.41	.587	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.15 ผลความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.41 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .587 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด เมื่อศึกษาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .581 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ด้านที่รองลงมา คือ ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม มีค่าเฉลี่ย 4.46 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .596 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านบริหารจัดการ มีค่าเฉลี่ย 4.30 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .574 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

สรุปผล

1. ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยต้นแบบมีขนาดเครื่องเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,500 มิลลิเมตร สูง 2,040 มิลลิเมตร มีขนาดห้องอบเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,500 สูง 1,650 มิลลิเมตร ปริมาณความจุ $\approx 2,914,312,500$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร มีชั้นวางภาชนะบรรจุมะขามแปรรูปอัดแท่งจำนวน 13 ชั้น ชั้นวางภาชนะหมุนรอบตัวเองด้วยมอเตอร์เกียร์ จำนวน 3 รอบ/นาทีก มีชุดควบคุมอุณหภูมิ ชุดควบคุมและระบายความชื้น และช่องอากาศเข้า-ออก ผลผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและพัฒนาในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.35 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .569 ด้านที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.48 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .577 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนี้

2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ ระยะเวลาในการทำความร้อน(ในร่ม) ที่อุณหภูมิ 80 °C ใช้เวลาเฉลี่ย 15 นาที และ(กลางแจ้ง) ใช้เวลาเฉลี่ย 10 นาที เวลาในการอบที่ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง ได้ค่าความชื้นหลังการอบที่เฉลี่ย 4, 8 และ 11% ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการอบมากขึ้นจะทำให้ความชื้นลดลงตามลำดับ แต่จะส่งผลให้เนื้อของมะขามแปรรูปอัดแท่งแข็ง และสีเนื้อมะขามก็จะมีสีคล้ำขึ้น สีของเนื้อมะขามก่อนอบเฉลี่ยค่า L^* 26.12 ค่า a^* = -2.98 ค่า b^* = 4.27, ค่า L^* 26.31 ค่า a^* = -1.71 ค่า b^* = 2.74 และค่า L^* 25.68, ค่า a^* = -3.63 ค่า b^* = 5.48 สีของเนื้อมะขามหลังอบเฉลี่ย ค่า L^* 26.17 ค่า a^* = -2.78 ค่า b^* = 3.87, ค่า L^* 26.15 ค่า a^* = -2.31 ค่า b^* = 3.08 และค่า L^* 25.96 ค่า a^* = -3.53 และค่า b^* = 4.94 ผลปรากฏว่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังการอบไม่แตกต่างกัน

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .508 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .512 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

3. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนี้ ประกอบด้วย

3.1 ผลความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.14 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .623 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก โดยด้านที่พึงพอใจมากที่สุด คือ

ด้านความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ย 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .608 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

3.2 ผลความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.41 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .587 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด โดยด้านที่พึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .581 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้สมบูรณ์ควรศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

บรรณานุกรม

- จรรย์ คนแรง และอัญญา อุประกุล. (2556). การพัฒนาตู้อบแห้งและการรมควันก้ามะถันผักตบชวา สำหรับชุมชนบ้านสาบ ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต** 1(3): หน้า 233-242.
- จักรพรรณ์ ผิวสะอาด. (2557). สมรรถนะของโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก หลังคารูปทรงพาลาโบลำขนาดใหญ่มอบแห้งยางพาราแผ่น. วิทยานิพนธ์ สาขา ฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จารุวัฒน์ เจริญจิต. (2555). เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ และแนวทางการพัฒนา. **KKU Res. J.** 2012; 17(1):(110-124)
- ธีรพงศ์ บริรักษ์. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง โดยการปรับมุมเอียงคล้อย ตามแสงอาทิตย์. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2562, หน้า 23-32.
- พิสนุ พองศรี. (2551). **เทคนิควิธีประเมินโครงการ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : พรอพเพอร์ ดีพรินท์ จำกัด.
- ภูมิใจ สะอาดโณม ปิยวรรณ ศุภวิฑิตพัฒนา และธวัชชัย ศุภวิฑิตพัฒนา. (2560). ศึกษาผลของระดับ อุณหภูมิอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของแผ่นโฟมมะขามเปรี้ยวระหว่างการ อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดไกล. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 ประจำปี 2560, วันที่ 7-9 กันยายน 2560, หน้า 1-5.
- มณี ภาชนะทอง วไลกรณ์ สุธา และวรลักษณ์ ปัญญาธิพิงศ์. (2561). การใช้ความร้อนระดับ ครึ่งเรือนเพื่อปรับปรุงคุณภาพของมะขามหวาน. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระ นคร** ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2561 หน้า 102-112.
- รัฐพงษ์ ไปเคน และวิศิษฐ์ศักดิ์ เสี่ยมศักดิ์. (2563). ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์. **วารสารวิชาการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ** ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563, หน้า 48-57
- วันไชย คำเสน และคณะ (2557). โรงเรือนอบแห้งพลังงานร่วมด้วยรังสีแสงอาทิตย์และไฟฟ้า. การ ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 สาขาสถาปัตยกรรม ศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์, หน้า 376-383.
- ศศิภา เต็กอวยพร. (2554). การพัฒนาระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายเพื่อตรวจติดตามคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาศิลปากร.
- ศิริรัตน์ วงศ์ประภรณ์กุล และศิริวรรณ โยธจันทร์. (2553). การออกแบบการทดลองในกระบวนการ อบพรมด้วยเครื่องอินฟราเรด. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม** ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2553 หน้า 14-20.
- ศุขมา โชคเพิ่มพูน และสุริยา โชคเพิ่มพูน. (2563). การศึกษาพฤติกรรมการอบแห้งและการประเมิน ค่าสีของพริกที่อบแห้งภายในตู้อบแห้งแบบหลายชั้นด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ.

- วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 27 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม -สิงหาคม 2562, หน้า 764-775.
- สัญญา จตุรสีธา. (2555). เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุพรพิศ ฦ พิบูลย์. (2558). กระบวนการอบแห้งปลาเกล็ดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานไฟฟ้า โดยการใช้การควบคุมอุณหภูมิแบบพีไอดี. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ Vol. 7 No. 2 (2015): พฤษภาคม-สิงหาคม 2558
- สุวิมล ตีรภานันท์. (2543). การประเมินโครงการ:แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ฮาติมมี บากา และคณะ. (2559). การศึกษาประสิทธิภาพการอบแห้งของปลาช่อน ด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 ม.ค. - มิ.ย. 2559.
- siamchemi.com. (ม.ป.ป.). รังสีอินฟราเรด (Infrared Radiation : IR) ประโยชน์ และอันตรายจากรังสีอินฟราเรด. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.siamchemi.com/%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%9F%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%94/>. วันที่สืบค้น 2563, 25 ธันวาคม.
- AOAC. (2012). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. (19th ed.). Virginia: Association of Official Analytical Chemists.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ข้าพเจ้านักวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ของวิจัย ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

คำชี้แจง

แบบประเมินความเที่ยงตรง IOC ของงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อคำถาม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลในการทำวิจัย ซึ่งจะทำประเมินความเที่ยงตรงโดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นเที่ยงตรง ดังนี้

+1 = แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

0 = ไม่แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสมหรือไม่

-1 = แน่ใจว่าคำถามไม่มีความเหมาะสม

โดยเขียนเครื่องหมาย (✓) ลงในระดับความคิดเห็นของท่านว่ามีความสอดคล้อง หรือถูกต้องเพียงใด ซึ่งประเด็นการและข้อคำถามในการประเมิน แบ่งออกเป็น 3 ชุดคำถาม ดังต่อไปนี้

1. ชุดคำถามที่ 1 การออกแบบและพัฒนา ประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

ประเด็นการและข้อคำถามในการประเมิน	เกณฑ์ในการพิจารณา ของผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์				
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ ขนาดโครงสร้าง เครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
2. ความเหมาะสมของการออกแบบประตู และกลไกการล็อก ประตู				
3. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ				
4. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมและระบาย ความชื้น				

2. ชุดคำถามที่ 1 (ต่อ)

ประเด็นการและข้อคำถามในการประเมิน	เกณฑ์ในการพิจารณา ของผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์				
5. ความเหมาะสมของการออกแบบช่องอากาศเข้า-ออกภายในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์				
6. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นวางภาชนะ และภาชนะสำหรับใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งสำหรับอบ				
7. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นสำหรับวางภาชนะใส่				
ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
1. ระยะเวลาในการทำความร้อน				
2. เวลาในการอบ				
3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ				
4. ความชื้น				
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
2. ความสะดวกในการนำถาดมะขาม เข้า – ออก จากเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
3. ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
4. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง และรักษา				
5. ความสะดวกในการทำความสะอาดเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
6. ความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				

3. คำถามชุดที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ประเด็นการและข้อคำถามในการประเมิน	เกณฑ์ในการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้				
1. ทีมวิทยากรมีความรู้สามารถ และประสบการณ์ตรงกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
2. เทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรง่ายต่อการเข้าใจ				
3. ความสามารถในการอธิบาย ตอบข้อซักถามของทีมวิทยากร				
4. สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับหัวข้อที่การถ่ายทอดเทคโนโลยี				
5. ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
ด้านความรู้ ความเข้าใจ				
6. ความรู้ก่อนเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
7. ความรู้หลังเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์				
8. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยี ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน				
9. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดต่อ				
ด้านความพึงพอใจ				
10. ท่านสนใจอยากเป็นเจ้าของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์				
11. ท่านมีความพึงพอใจกับกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี				

4. คำถามชุดที่ 3 ความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ประเด็นการและข้อความคำถามในการประเมิน	เกณฑ์ในการพิจารณา ของผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านเนื้อหา				
1. เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
2. เนื้อหามีความน่าสนใจและมีความเหมาะสม				
ด้านวิทยากร				
1. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถและถ่ายทอดความรู้ได้อย่างชัดเจน				
2. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม หรือมีส่วนร่วม รวมทั้งตอบข้อคำถามได้ตรงประเด็น				
3. การดูแลเอาใจใส่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมของวิทยากร				
ด้านบริหารจัดการ				
1. การประชาสัมพันธ์มีความเหมาะสม				
2. การต้อนรับ การอำนวยความสะดวก และการให้บริการ				
3. ความเหมาะสมของสื่อ เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ และเอกสาร				
4. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
5. ความเหมาะสมของสถานที่ / อาหาร / อาหารว่างและเครื่องดื่ม				
6. ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
7. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้				
ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม				
1. หัวข้อการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสอดคล้องต่อการพัฒนาตนเองและกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์				
2. ความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีตรงกับความต้องการและความสนใจของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
3. ได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นหลังจากเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี				

5. คำถามชุดที่ 3 (ต่อ)

ประเด็นการและข้อคำถามในการประเมิน	เกณฑ์ในการพิจารณา ของผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม				
4. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสนใจในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบมากขึ้น				
5. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รู้จัก เข้าใจภารกิจของการถ่ายทอดเทคโนโลยี				
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม				
1. ผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถนำความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้ในอนาคต				
2. ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ ความเข้าใจต่อเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกันของตนเองในอนาคต				
3. ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดให้กับเพื่อน ชุมชน และกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ในภายหลัง				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ชุดคำถามที่ 1 การออกแบบและพัฒนา ประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

ตารางที่ ก.1 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัย

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ ขนาดโครงสร้างเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ความเหมาะสมของการออกแบบประตู และกลไกการล็อกประตู	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมและระบายความชื้น	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. ความเหมาะสมของการออกแบบช่องอากาศเข้า-ออก ภายในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นวางภาชนะ และภาชนะสำหรับใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งสำหรับอบ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นสำหรับวางภาชนะใส่					
ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ระยะเวลาในการทำความร้อน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. เวลาในการอบ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. ความชื้น	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ความสะดวกในการนำถาดมะขาม เข้า – ออก จากเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง และรักษา	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. ความสะดวกในการทำความสะอาดเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6. ความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตารางที่ ก.2 คำถามชุดที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้					
1. ทีมวิทยากรมีความรู้สามารถ และ ประสบการณ์ตรงกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้					
2. เทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร ง่ายต่อการเข้าใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ความสามารถในการอธิบาย ตอบข้อซักถาม ของทีมวิทยากร	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ มีความ หลากหลาย และเหมาะสมกับหัวข้อที่การ ถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ด้านความรู้ ความเข้าใจ					
1. ความรู้ก่อนเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยี การเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรม มะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ความรู้หลังเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยี การเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรม มะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์					
1. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยี ที่ ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดต่อ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ด้านความพึงพอใจ					
1. ท่านสนใจอยากเป็นเจ้าของเครื่องอบสำหรับ อุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัด เพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ท่านมีความพึงพอใจกับกิจกรรมการถ่ายทอด เทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตารางที่ ก.3 สรุปผลคำถามชุดที่ 3 ความพึงพอใจจากการรับบริการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. เนื้อหาที่น่าสนใจและมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ด้านวิทยากร					
1. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถและถ่ายทอดความรู้ได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม หรือมีส่วนร่วม รวมทั้งตอบข้อคำถามได้ตรงประเด็น	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. การดูแลเอาใจใส่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมของวิทยากร	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ด้านบริหารจัดการ					
1. การประชาสัมพันธ์มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. การต้อนรับ การอำนวยความสะดวก และการให้บริการ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ความเหมาะสมของสื่อ เครื่องมือ สไลด์ทัศนูปกรณ์ และเอกสาร	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. ความเหมาะสมของสถานที่ / อาหาร / อาหารว่างและเครื่องดื่ม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6. ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม					
1. หัวข้อการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสอดคล้องต่อการพัฒนาตนเองและกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีตรงกับความต้องการและความสนใจของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นหลังจากเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสนใจในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบมากขึ้น	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รู้จัก เข้าใจ ภารกิจของการถ่ายทอดเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม					
1. ผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถนำความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้ในอนาคต	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ ความเข้าใจต่อเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกันของตนเองในอนาคต	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม					
3. ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดให้กับเพื่อน ชุมชน และกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ในภายหลัง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ข แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับ
อุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

คำชี้แจง ให้ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์กรอกเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ และช่องระดับความพึงพอใจ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

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

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องอบสำหรับ อุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ ขนาดโครงสร้างเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ความเหมาะสมของการออกแบบประตู และกลไกการล็อกประตู					
3. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ					
4. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมและระบายความชื้น					
5. ความเหมาะสมของการออกแบบช่องอากาศเข้า-ออก ภายในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
6. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นวางภาชนะ และภาชนะสำหรับใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งสำหรับอบ					
7. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นสำหรับวางภาชนะใส่					
ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ระยะเวลาในการทำความร้อน					
2. เวลาในการอบ					
3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ					
4. ความชื้น					
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					

ตอนที่ 2 (ต่อ)

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ความสะดวกในการนำถาดมะขาม เข้า – ออก จากเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
3. ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
4. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง และรักษา					
5. ความสะดวกในการทำความสะดวกเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
6. ความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ค แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับ
อุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูป อัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

คำชี้แจง ให้ผู้ใช้งานกรอกเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ และช่องระดับความพึงพอใจ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

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

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง
จังหวัดเพชรบูรณ์

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ ขนาดโครงสร้างเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ความเหมาะสมของการออกแบบประตู และกลไกการล็อกประตู					
3. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ					
4. ความเหมาะสมของการออกแบบชุดควบคุมและระบายความชื้น					
5. ความเหมาะสมของการออกแบบช่องอากาศเข้า-ออก ภายในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
6. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นวางภาชนะ และภาชนะสำหรับใส่มะขามแปรรูปอัดแท่งสำหรับอบ					
7. ความเหมาะสมของการออกแบบชั้นสำหรับวางภาชนะใส่					
ด้านประสิทธิภาพเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ระยะเวลาในการทำความร้อน					
2. เวลาในการอบ					
3. ค่าสีของเนื้อมะขามก่อนและหลังอบ					
4. ความชื้น					
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ความสะดวกในการนำถาดมะขาม เข้า – ออก จากเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					

ตอนที่ 2 (ต่อ)

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านความพึงพอใจเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
3. ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
4. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง และรักษา					
5. ความสะดวกในการทำความสะดวกเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					
6. ความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่ง จังหวัดเพชรบูรณ์					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ใช้งาน

ภาคผนวก ง แบบสอบถามความพึงพอใจการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง
เครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

แบบสอบถามความพึงพอใจการถ่ายทอดเทคโนโลยี
เรื่อง เครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงไปช่อง ☐ ในตอนที่ 1 และใส่เครื่องหมาย ✓ ลงไปช่องระดับความคิดเห็น ในตอนที่ 2

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
 2. ประสบการณ์ในการทำงาน ☐ ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 5- 10 ปี ☐ 11 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ระดับ 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้					
1. ทีมวิทยากรมีความรู้สามารถ และประสบการณ์ตรงกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
2. เทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรง่ายต่อการเข้าใจ					
3. ความสามารถในการอธิบาย ตอบข้อซักถามของทีมวิทยากร					
4. สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับหัวข้อที่การถ่ายทอดเทคโนโลยี					
5. ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
ด้านความรู้ ความเข้าใจ					
1. ความรู้ก่อนเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ความรู้หลังเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกี่ยวกับเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์					
1. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยี ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน					
2. ท่านสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดต่อ					
ด้านความพึงพอใจ					
1. ท่านสนใจอยากเป็นเจ้าของเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ท่านมีความพึงพอใจกับกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี					

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจจากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ระดับ 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
2. เนื้อหาที่น่าสนใจและมีความเหมาะสม					
ด้านวิทยากร					
1. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถและถ่ายทอดความรู้ได้อย่างชัดเจน					
2. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม หรือมีส่วนร่วม รวมทั้งตอบข้อคำถามได้ตรงประเด็น					
3. การดูแลเอาใจใส่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมของวิทยากร					
ด้านบริหารจัดการ					
1. การประชาสัมพันธ์มีความเหมาะสม					
2. การต้อนรับ การอำนวยความสะดวก และการให้บริการ					
3. ความเหมาะสมของสื่อ เครื่องมือสื่อดัดแปลง และเอกสาร					
4. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
5. ความเหมาะสมของสถานที่ / อาหาร / อาหารว่างและเครื่องดื่ม					
6. ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
7. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้					
ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม					
1. หัวข้อการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสอดคล้องต่อการพัฒนาตนเองและกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์					
2. ความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีตรงกับความต้องการและความสนใจของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
3. ได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นหลังจากเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
4. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสนใจในเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบมากขึ้น					
5. ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รู้จัก เข้าใจภารกิจของการถ่ายทอดเทคโนโลยี					
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม					
1. ผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถนำความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้ในอนาคต					

ตอนที่ 3 (ต่อ)

ระดับ 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม					
2. ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ ความเข้าใจต่อเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ต้นแบบมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกันของตนเองในอนาคต					
3. ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปถ่ายทอดให้กับเพื่อน ชุมชน และกลุ่มอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ในภายหลัง					

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ – นามสกุล

นายยศวรธรณ์ จันทนา

Mr.Yotsawat Jantana

2. หมายเลขบัตรประชาชน

-

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง

จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717164, 062-4951536

โทรสาร 0-5671-7100 ต่อ 1490, 1491

E-mail : YOTSAWATNS@GMAIL.COM

5. ประวัติการศึกษา

วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยมหานคร

วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยมหานคร

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

6.1 วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมโทรคมนาคม และอิเล็กทรอนิกส์

6.2 Computer Network Management

6.3 Network Security

7.4 Network Transmission

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 ยศวรธรณ์ จันทนา. (2559). รูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายเกษตรกรรมผู้ปลูกข้าวคุณภาพด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 วันที่ 22 พฤษภาคม 2559.

7.1.2 ยศวรธรณ์ จันทนา. (2559). วงจรควอดเรเตอร์ออสซิลเลเตอร์โหมดกระแส โดยใช้ CDCTAs ที่สามารถควบคุมแอมพลิจูดด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8 (EENET2016) วันที่ 25-27 พฤษภาคม 2559.

7.1.3 การแยกประเภทของกราฟฟิคในระบบเครือข่าย CCTV over IP โดยใช้แบบจำลอง Hidden Markov Model ได้รับการพิมพ์ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทยครั้งที่ 30 (EECON-30)

7.1.4 การแยกกราฟฟิก VoIP ในระบบเครือข่าย โดยใช้แบบจำลอง Hidden Markov Model ได้รับการพิมพ์ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทยครั้งที่ 30 (EECON-30)

7.1.5 การสังเคราะห์วงจรจำลองอุปกรณ์ที่ให้ค่าความไวต่อการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิและประจุที่ใช้งาน. (2556). เพชรบูรณ์ :มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

7.1.6 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์อย่างง่ายที่ควบคุมได้ด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ CDCTA เพียงตัวเดียว. EECON ครั้งที่ 37 (2557): การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า.

7.2 ผู้ร่วมวิจัย ชื่อโครงการวิจัย

ศักดิ์ศรีชัย ศรีสวัสดิ์ ยศวรรณ จันทนา. (2562). การจัดการเทคโนโลยีเครื่องรีดเส้นใยธรรมชาติ สำหรับกลุ่มเครื่องจักสาน อำเภอเขาค้อ : ภูมิศึกษาบ้านนายาว ตำบลทุ่งสมอ จังหวัดเพชรบูรณ์. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2562 (งบบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม) งบประมาณที่ได้รับ 210,000 บาท

ประวัติผู้วิจัยคนที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ว่าที่ร้อยตรี ศักดิ์ศรีชัย ศรีสวัสดิ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Acting Sub LT. Saksirichai Srisawad
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน -
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 6 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717164 โทรสาร 056-717164 E-mail : seksunsek@Pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
ค.ม. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
วท.บ. (เทคโนโลยีการผลิต) สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - 6.1 นวัตกรรมและเทคโนโลยี
 - 6.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยี
 - 6.3 การวิจัยและพัฒนา
 - 6.4 การจัดการทรัพยากรสินทางปัญญา
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ ผลิผลทางการเกษตรสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2563 (งบบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม) งบประมาณที่ได้รับ 3,000,000 บาท

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การออกแบบและพัฒนาเครื่องขึ้นรูปก้อนมะขามเปรี้ยวปรุงรสสำหรับกลุ่มผู้ผลิตมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2563 (งบบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม) งบประมาณที่ได้รับ 500,000 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การวิจัยและพัฒนาเครื่องแปรรูปมะขามอัดแท่งแบบชุดรองรับควบคุมได้ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2563 (งบบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม) งบประมาณที่ได้รับ 500,000 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ ยศวรรธน์ จันทนา. (2562). การจัดการเทคโนโลยีเครื่องรีดเส้นใยธรรมชาติ สำหรับกลุ่มเครื่องจักสาน อำเภอเขาค้อ : กรณีศึกษานายาว ตำบลทุ่งสมอ จังหวัดเพชรบูรณ์. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2562 (งบบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม) งบประมาณที่ได้รับ 210,000 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2561). การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องตัดก้อนมะขามแปรรูปสำหรับวิสาหกิจชุมชนดวงทองจังหวัดเพชรบูรณ์. ได้รับเงินอุดหนุนโครงการวิจัยและนวัตกรรมฯ งบประมาณที่ได้รับ 150,000 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2561). ความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องฉีก้านใบยาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2561 งบประมาณที่ได้รับ 60,300 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ หทัยนุช จันทรชัยภูมิ และสุวิมล เทียกทุม. (2560).. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการประดิษฐ์เสื่อเกราะกันกระสุนอินทิลสำหรับเจ้าหน้าที่รัฐ. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559 งบประมาณที่ได้รับ 220,000 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2559). การวิจัยและพัฒนาเครื่องฉีก้านใบยาสำหรับกลุ่มเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559 งบประมาณที่ได้รับ 150,000 บาท

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ เอรารัตน์ ชาญพหล ธีระพงษ์ สิมมา และยอดรัก มิ่งขวัญเมือง. (2558). การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องฉีก้านใบยาสำหรับกลุ่มเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์เพชรบูรณ์. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558 งบประมาณที่ได้รับ 300,000 บาท

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

งานวิจัยเผยแพร่ในวารสารวิจัยระดับชาติ (ฐานข้อมูล TCI)

Saksirichai Srisawad, Thongchai Khrueaphue and Suwimon Thaikthum (2020). Design and Fabrication of Tobacco Leaf-stripping Machine to Enhance Economic Production of Farmers in Phetchabun Province. **SNRU Journal of Science and Technology (SNRUJST)**, pp. 198-206, Vol 12. No 3.

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2562). การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยห่อและมัดลูกประคบสมุนไพร. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม 2562 – มิถุนายน 2562, หน้า 64-76.

งานวิจัยเผยแพร่ในงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

ประธาน เรียงลาด¹, **ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์**². (2563). อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ร่วมกับอาหารชั้นเสริมด้วยละอองข้าวโพดที่มีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคบราห์มันระยะรุ่น. [การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 2 ประจำปี 2563 วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย]

ธรรม์ณชาติ วันแต่ง¹, สุวิมล เทียกทุม², น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์³, **ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์**⁴. (2563). การพัฒนาเครื่องขึ้นรูปและแม่พิมพ์ สำหรับผลิตสินค้าของที่ระลึกจังหวัดเพชรบูรณ์ จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. [การประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยระดับนานาชาติและระดับชาติ ประจำปีการศึกษา 2562 “เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน” กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย วันที่ 12 มิถุนายน 2563 ณ คอนเวนชันฮอลล์ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชัน, กรุงเทพมหานคร.]

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์¹, เอรารัตน์ ชาญพหล². (2561). การประยุกต์ใช้การประเมินความเสี่ยงสำหรับการพัฒนาเครื่องฉีก้านใบยาสูบ. [การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 8 - 9 มีนาคม 2561 ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต รีสอร์ท อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี]

บุษบากร คงเรือง¹, ธนพล หัสดี², ปัญญา เทียนนาวา³, **ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์**⁴. (2561). การจัดการเทคโนโลยีการอบแห้งสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องอบแห้งสองพลังงานสำหรับกลุ่มผู้ประกอบการสมุนไพรอบแห้ง อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี. [การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยอุดมศึกษาระดับชาติ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ครั้งที่ 4 ประจำปี 2561 16 - 17 สิงหาคม 2561 ณ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี]

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์¹, อนันตกุล อินทรพดุง², ดุชนัน ศรีสุวรรณกุล³ อนเนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์⁴. (2560). สำนวนปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของฝักมะขามหวานที่มีส่วนในการตัดสินใจ ออกแบบ สร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม. [การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4 10 มีนาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์]

บุษบากร คงเรือง¹, **ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์**², เอรารัตน์ ชาญพหล³. (2560). การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปสมุนไพรในจังหวัดเพชรบูรณ์. [การประชุมวิชาการระดับชาติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4 10 มีนาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์]

ธรรมนูญชาติ วันแต่ง¹, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์², วิทยา ทรงศิรินันท์³. (2559). การพัฒนาเครื่องคว่ำข้าวใหม่มีแบบแนวนอน. [การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2559 วันที่ 7 - 8 กรกฎาคม 2559]

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์¹, เอร่าวัน ชาญพหล². (2559). การศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบยาสำหรับสร้างแบบงานต้นแบบในการฉีกก้าน. [การประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 22 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์]

บุษบากร คงเรือง¹, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์², ธนภัทร มะณีแสง³. (2559). การพัฒนาสารไทเทเนียมไดออกไซด์เคลือบบนวัสดุกันกระแทกเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว. [การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1 วันที่ 22 มิถุนายน 2559 ณ อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา ศูนย์หัตถรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา]

สุวิมล เทียกทุม¹, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์². (2558). การออกแบบและสร้างเครื่องทำแบบหล่อแบบเปลือกสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอน. [การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2558 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์]

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์¹, เอร่าวัน ชาญพหล², ธนภัทร มะณีแสง³. (2557). การออกแบบและพัฒนาเครื่องกรอกน้ำจิ้ม. [การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1 วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2557]

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ยศวรรธน์ จันทนา ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ และประธาน เรียงลาด. (2563). การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์. แหล่งทุน สำนักงานงานวิจัยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) สถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 60

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การออกแบบและพัฒนาเครื่องขึ้นรูปก้อนมะขามเปรี้ยวปรุงรสสำหรับกลุ่มผู้ผลิตมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์. แหล่งทุน สำนักงานงานวิจัยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) สถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 60

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การวิจัยและพัฒนาเครื่องแปรรูปมะขามอัดแท่งแบบชุดรองรับควบคุมได้ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์. แหล่งทุน

สำนักงานวิจัยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) สถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 60

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานทางเลือกต้นทุนต่ำ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์. แหล่งทุน สำนักงานวิจัยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) สถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 60

ธงชัย เครือผือ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ วิมล ทองดอนกลิ้ง และประธาน เรียงลาด. (2563). การพัฒนาเครื่องย่อยกะละมะคาเดเมียสำหรับวิสาหกิจกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปมะคาเดเมีย จังหวัดเพชรบูรณ์. แหล่งทุน โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานรากประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยนเรศวร สถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ (ยังไม่เริ่มดำเนินการอยู่ระหว่างทำสัญญา)

ประวัติผู้วิจัยคนที่ 3

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายประธาน เรียงลาด
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Prathan Rienglard
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน -
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 6 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์(สัตวศาสตร์) คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717151 โทรสาร 056-717151 E-mail : s.riew@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
- M.Sci Animal Science Khonkaen University
- B.Sci Animal Science Khonkaen University
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - 6.1 อาหารสัตว์
 - 6.2 สัตวศาสตร์
 - 6.3 การวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

2563 การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อผลิตแปลงพืชอาหารสัตว์สำหรับโคเนื้อ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.)]

2563 (โครงการวิจัยย่อย) การปลูกมะเดื่อฝรั่งภายใต้ระบบควบคุมปัจจัยการผลิต [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.)] [ผู้อำนวยการแผนฯ : ศิวตล แจ่มจำรัส คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2562 ผลของการใช้ละอองข้าวโพดหมักยูเรียในระดับต่างกัน ต่อสมรรถภาพโคเนื้อรุ่น [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สนับสนุนการขอผลงานทางวิชาการ]

2561 อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ร่วมกับอาหารข้น เสริมด้วยละอองข้าวโพดที่มีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคบราห์มันระยะรุ่น [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างความเข้มแข็ง]

2555 (โครงการวิจัยย่อย) การพัฒนานวัตกรรมการเทียบสัดส่วนต้นตอกิ่งเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามหวานแบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายเกษตรกร จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [ผู้อำนวยการแผนฯ : บุญรัตน์ พิมพาภรณ์]

2554 ผลของการใช้เปลือกมะขามหวานประกอบอาหารสำเร็จรูปที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคเนื้อ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

2554 (โครงการวิจัยย่อย) การพัฒนารูปแบบการตัดแต่งต้นมะขามหวานเพื่อควบคุมความสูงและทรงพุ่มแบบมีส่วนร่วมกับเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะขามหวานจังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [ผู้อำนวยการแผนฯ : จินตนา สนามชัยสกุล]

2554 การใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลายที่ส่งผลต่อพฤติกรรมความสนใจและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษา [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : การเรียนการสอน]

2552 การศึกษาเปรียบเทียบการขุนโคเนื้อด้วยหญ้าพืชอาหารสัตว์ 3 ชนิด [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

2551 การเลี้ยงโคเนื้อภายใต้ระบบการทะเล็มหมุนเวียนในแปลงหญ้าขนร่วมกับการเสริมด้วยอาหารข้นอย่างจำกัด [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

งานวิจัยเผยแพร่ในวารสารวิจัยระดับชาติ (ฐานข้อมูล TCI)

ประธาน เรียงลาด¹, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ร่วมกับอาหารข้นเสริมด้วยละอองข้าวโพดที่มีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคบราห์มันระยะรุ่น.[แหล่งตีพิมพ์ : การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 2 ประจำปี 2563 28 กุมภาพันธ์ 2563 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย]

ประธาน เรียงลาด¹, ยศวรรธน์ จันทนา². (2561). ลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนา
ของอาหารสัตว์หมักผสมฝุ่นข้าวโพด. [แหล่งตีพิมพ์ : การประชุมวิชาการระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 "งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น" วันที่ 8-9
มีนาคม 2561 ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต ฮิลล์ รีสอร์ท อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์]