

บทที่ 4

ผลการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบของเครื่องกวนเนื้อมังคุดโดยทั่วไปแล้ว คณะผู้วิจัยขอชี้แจงรายละเอียดบางประเด็นที่อาจไม่สอดคล้องกับชื่อเรื่องของงานวิจัย คือในประเด็นเกี่ยวกับชนิดควบคุมอุณหภูมิแก๊สอัตโนมัติของเครื่องกวนเนื้อมังคุด ทางคณะผู้วิจัยขอชี้แจงว่าได้เปลี่ยนเป็นการพัฒนาเครื่องกวนเนื้อมังคุดให้ควบคุมเป็นระบบอัตโนมัติทั้งระบบ เหตุผลก็เนื่องจากมีความสะดวกต่อการใช้งานมากกว่าระบบแก๊สอัตโนมัติ อีกทั้งงบประมาณในการพัฒนาก็เกินกว่าระบบแก๊สอัตโนมัติไม่มากนัก คณะผู้วิจัยจึงตัดสินใจพัฒนาเครื่องกวนเนื้อมังคุดให้เป็นระบบอัตโนมัติทั้งระบบ และได้ออกแบบให้ตัวกระทะกวนมีความหนาชนิดพิเศษช่วยลดปัญหาการไหม้เกรียมของวัตถุดิบ ซึ่งจะทำงานร่วมกับชุดจ่ายแก๊สแบบอัตโนมัติเพื่อใช้สร้างความร้อนให้กับกระทะกวนเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดังกล่าวได้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าที่สุดต่อไป

ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องกวนเนื้อมังคุด

1. ชุดโครงสร้างของเครื่องกวนเนื้อมังคุด

ในส่วนของชุดโครงสร้างเครื่องกวนเนื้อมังคุดนี้จะใช้วัสดุเป็นเหล็กที่มีความหนาพิเศษขนาด 8 มิลลิเมตร เหตุผลก็เพื่อความแข็งแรงทนทานและเพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่อง โดยจะดำเนินการจัดสร้างเป็นลักษณะรูปทรงกระบอกขนาดประมาณ 27 นิ้ว สำหรับใช้รองรับตัวของกระทะกวนที่ผลิตจากสแตนเลสชนิดปลอดสนิม ที่มีขนาด 26 นิ้ว โดยจะแสดงดังในภาพที่ 4.1 และ 4.2





ภาพที่ 4.1 และ 4.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของเครื่องกวนเนื้อแป้งผลิตจากเหล็กหนาพิเศษ

ตัวกระทะจะผลิตจากสแตนเลสปลอดสนิมมีความหนาถึง 3 มิลลิเมตร และตีขึ้นรูปด้วยมือ (Handmade) พร้อมด้วยมือจับตัวกระทะเพื่อให้หยิบยกได้ง่าย วัตถุประสงค์ของการตีขึ้นรูปด้วยมือก็เพื่อให้ได้ความหนาของตัวกระทะ และผลของการกระจายความร้อนให้ทั่วทั้งกระทะและป้องกันการไหม้เกรียมของวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบไม่เสียหายได้ง่าย อีกทั้งมีความแข็งแรงทนทานไม่บุงง่าย ออกแบบให้มีชุดกันการกระเด็นขณะกวนวัตถุดิบ ทำให้สะดวกต่อการใช้งานวัตถุดิบจะไม่กระเด็นออกนอกกระทะและไม่เปรอะเปื้อนพื้นที่ปฏิบัติงาน ลักษณะของตัวกระทะจะแสดงดังในภาพที่ 4.3 และ 4.4



ขอบกันกระเด็นกันล้น



มือจับของตัวกระทะและหูล๊อค

ภาพที่ 4.3 และ 4.4 ลักษณะของขอบกันกระเด็นและมือจับพร้อมชุดหูล๊อคตัวกระทะกวน

ใบกวนทำจากวัสดุทนความร้อน และก้านกวนทำจากสแตนเลสปลอดสนิมมีความแข็งแรงสูง ระหว่างก้านกวนจะมีตัวล๊อคสำหรับใส่เข้ากับก้านกวนชุดบน ซึ่งสามารถถอดใส่ก้านกวนได้อย่าง สะดวกรวดเร็วเหมาะสมสำหรับการใช้งาน ลักษณะของใบกวนผลผลิตจะแสดงดังในภาพที่ 4.5



ใบกวน

ชุดก้านกวน

ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะของใบกวนและก้านกวนวัสดุดีบุก

ในส่วนฐานของเครื่องกวนเนื้อมังคุดจะทำการติดตั้งล้อสำหรับใช้เคลื่อนที่ได้สะดวกจำนวน 4 ล้อ เพราะไม่สามารถเคลื่อนย้ายด้วยวิธียกแบบธรรมดาทั่วไปได้ เนื่องจากเครื่องกวนเนื้อมังคุดนี้มีน้ำหนักค่อนข้างมากนั่นเอง ซึ่งจะแสดงดังในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะของการติดตั้งล้อเคลื่อนที่จำนวน 4 ล้อ

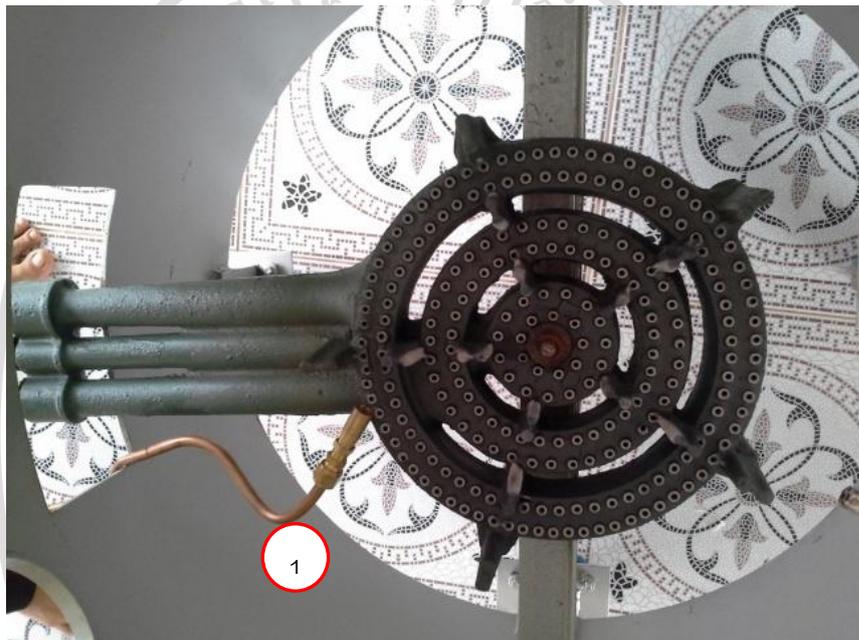
ในส่วนโครงสร้างของตู้ควบคุมหรือตู้คอนโทรลจะใช้ตู้ที่ทำจากสแตนเลสชนิดปลอดสนิมเช่นเดียวกัน เพื่อความคงทนสวยงามและเป็นไปตามมาตรฐานของอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยจะนำมาเชื่อมต่อเป็นตู้คอนโทรลที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับการใช้งาน ซึ่งจะแสดงดังในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 แสดงลักษณะของตู้คอนโทรลในระบบไฟฟ้าที่ทำจากสแตนเลสปลอดสนิม

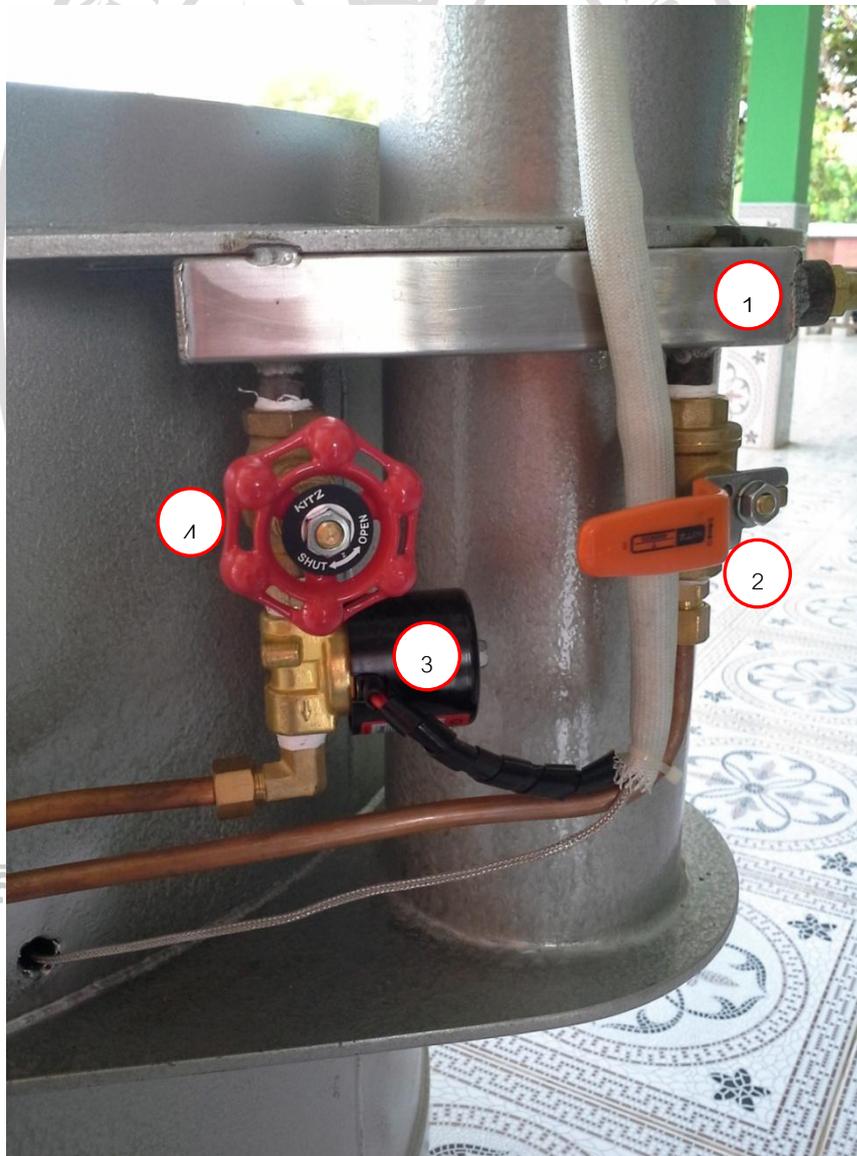
2. ชุดจ่ายความร้อนด้วยระบบแก๊ส

ในส่วนของชุดจ่ายความร้อนหรือชุดทำความร้อนให้กับตัวกระทะนั้น จะใช้ชุดจ่ายความร้อนด้วยระบบแก๊สแบบอัตโนมัติ เนื่องจากมีปัญหาน้อยกว่าระบบ Hot oil ค่อนข้างมาก ทั้งยังสะดวกในการดูแลและบำรุงรักษาอีกด้วย โดยเริ่มจากการติดตั้งชุดหัวเตาแก๊สชนิด 3 หัว เหตุผลที่เลือกชุดหัวเตาแก๊สชนิด 3 หัว ก็เพื่อการกระจายความร้อนให้ทั่วทั้งกระทะ ดังแสดงในภาพที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งหมายเลข (1) คือหัวฟ्लอแก๊ส (2) คือชุดหัวเตาแก๊สชนิด 3 หัว



ภาพที่ 4.8 และ 4.9 แสดงลักษณะของหัวฟ्लอแก๊สและชุดหัวเตาแก๊ส ชนิด 3 หัว

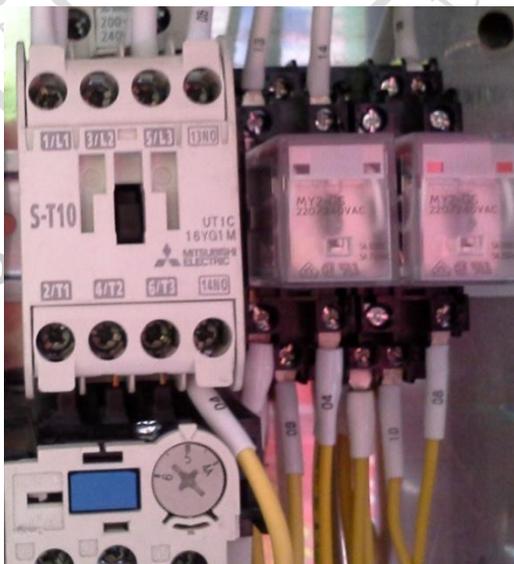
เนื่องจากในการจ่ายความร้อนด้วยระบบแก๊สนี้ คณะผู้วิจัยต้องการทำเป็นระบบจุดแก๊ส และควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ จึงจำเป็นต้องติดตั้งชุดหัวไฟล่อแก๊สด้วย และชุดหัวไฟล่อแก๊สนี้ก็จะติดอยู่ตลอดเวลาด้วยเช่นกัน คือเมื่อเครื่องกำลังทำงานและเมื่อถึงช่วงอุณหภูมิที่ได้กำหนดไว้ ระบบจะทำการหยุดจ่ายแก๊สให้กับหัวแก๊สทั้ง 3 หัว ทำให้หัวแก๊สทั้ง 3 หัวดับลง แต่ของชุดหัวไฟล่อแก๊สนี้จะยังติดอยู่ เมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่าที่กำหนด โซลินอยด์วาล์วก็จะทำหน้าที่จ่ายแก๊สให้กับหัวแก๊สทั้ง 3 หัวอีกครั้งหนึ่ง ทำให้หัวแก๊สทั้ง 3 หัวติดไฟขึ้นเพื่อให้ความร้อนกับกระทะและจะทำงานสลับกันเช่นนี้เรื่อยไปตามเวลาที่กำหนด ลักษณะของการติดตั้งชุดจ่ายความร้อนด้วยระบบแก๊สแบบอัตโนมัติจะแสดงดังในภาพที่ 4.10 ซึ่งหมายเลข (1) คือท่อนำแก๊สเข้า (2) คือวาล์วควบคุมชุดหัวไฟล่อแก๊ส (3) คือโซลินอยด์วาล์ว และ(4) คือวาล์วควบคุมชุดหัวเตาแก๊ส



ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ในชุดจ่ายความร้อนด้วยระบบแก๊สแบบอัตโนมัติ

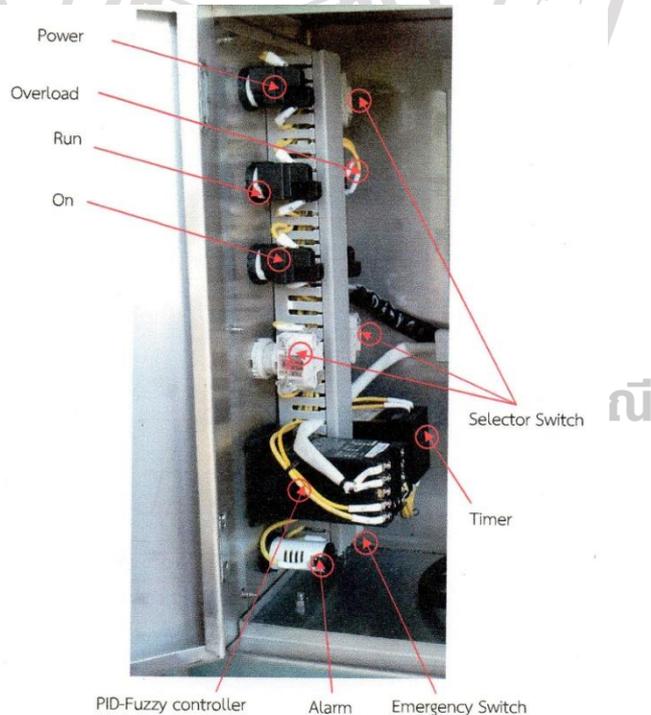
3. ชุดควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

ในส่วนของคุณควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ เริ่มจากการติดตั้งชุดแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับขนาด 220 VAC 50 Hz ชนิด 1 เฟส โดยใช้สายไฟฟ้าชนิด VCT ขนาด 2×1.5 มิลลิเมตร การติดตั้งเบรกเกอร์ขนาด 10 A จำนวน 1 ตัว ติดตั้งอุปกรณ์ตัดตอนทางไฟฟ้าเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ต่างๆ คือติดตั้งชุดฟิวส์ขนาด 5 A จำนวน 1 ชุด ลำดับถัดมาคือติดตั้งชุดแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์พร้อมโอเวอร์โหลดและรีเลย์อนเนกประสงค์ของ Omron จำนวน 2 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และ 4.12



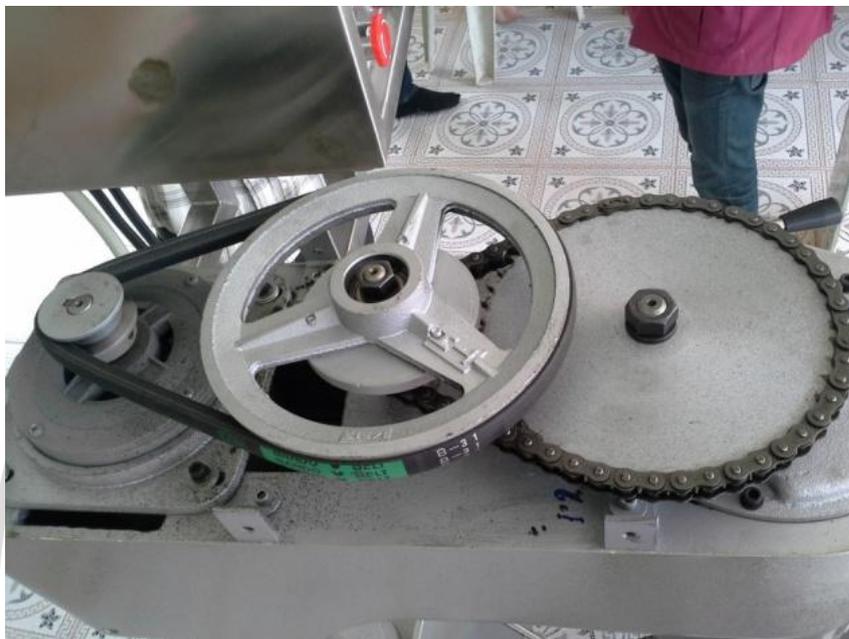
ภาพที่ 4.11 และ 4.12 แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า

ลำดับถัดมาคือทำการออกแบบและติดตั้งชุดอุปกรณ์แสดงผลต่างๆบริเวณหน้าตู้คอนโทรล โดยการติดตั้งซีเลคเตอร์สวิตช์ จำนวน 3 ชุด ชุดแรกจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานโดยภาพรวมของตัวเครื่อง ชุดที่สองจะควบคุมการทำงานของชุดตั้งเวลาการทำงาน (Timer) ชุดที่สามจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดตั้งอุณหภูมิและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (PID-Fuzzy Controller) นอกจากนี้ก็ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ เช่น หลอดไฟแสดงผลการทำงานในส่วนต่างๆจำนวน 4 ชุด ประกอบด้วย Power, Run, On และ Overload อุปกรณ์แจ้งเตือนเมื่อจบการทำงานของเครื่อง อุปกรณ์เพิ่มเติมทางด้านความปลอดภัยคือ Emergency Switch ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.14



ภาพที่ 4.13 และ 4.14 แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในชุดแสดงผลการทำงาน

ในส่วนของชุดส่งกำลังเพื่อใช้ควบคุมใบกววนสำหรับการกววนวัตถุได้ทำการติดตั้งมอเตอร์เกียร์จำนวน 1 ชุด ขนาด 1/2 แรงม้า ซึ่งจะสามารถปรับระดับความเร็วของการกววนได้ด้วย ดังแสดงในภาพที่ 4.15



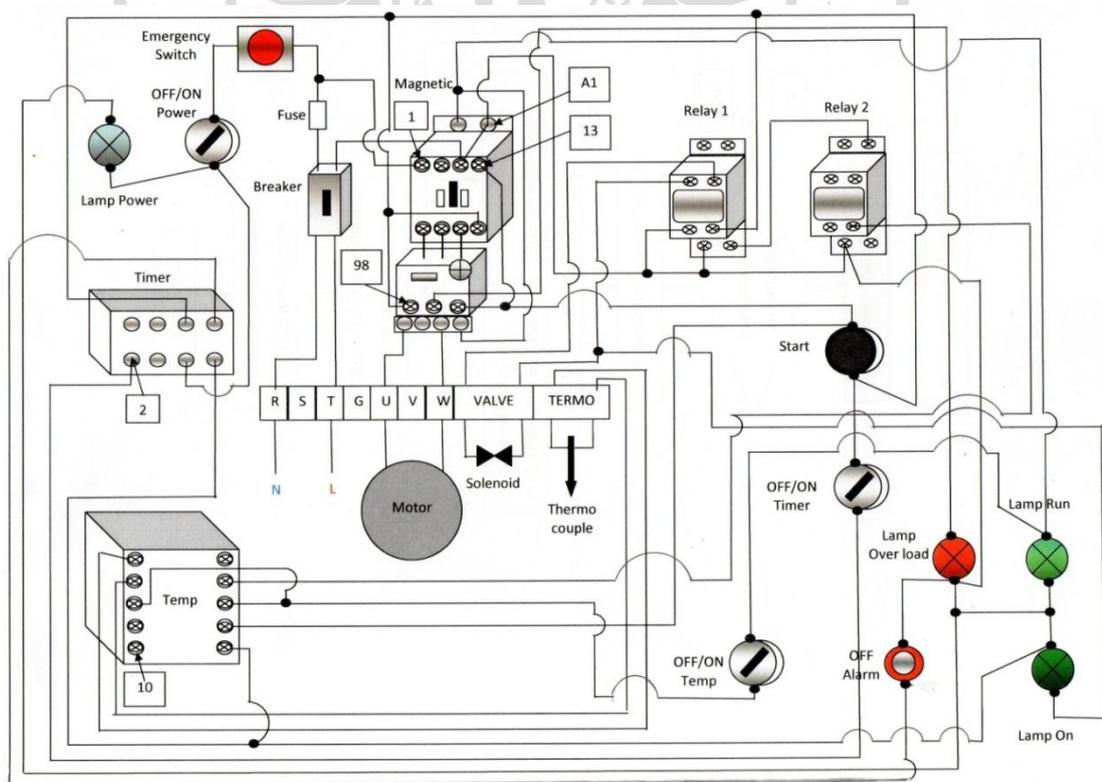
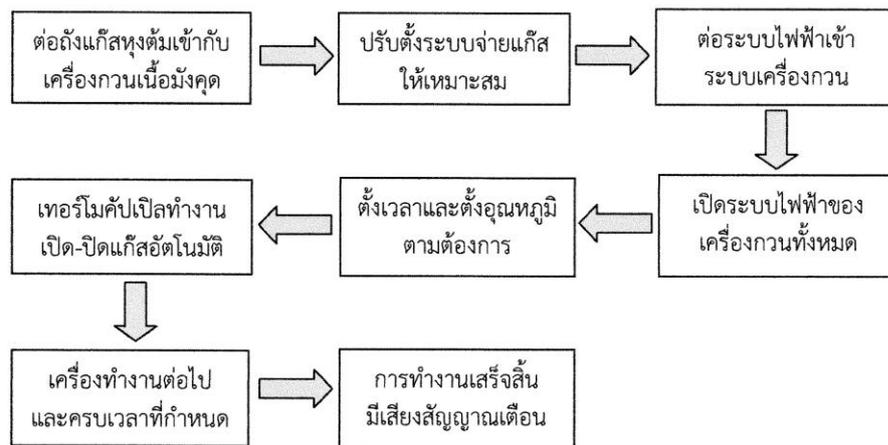
ภาพที่ 4.15 แสดงลักษณะของชุดส่งกำลังเพื่อใช้ควบคุมใบกววนสำหรับการกววนวัตถุ

หลักการทำงานของเครื่องกววนน้ำมันคุด

หลักการทำงานของเครื่องกววนน้ำมันคุด คือจะเริ่มจากดำเนินการต่อถังแก๊สพุ่งต้มเข้ากับชุดจ่ายแก๊สแบบอัตโนมัติ และปรับตั้งปริมาณการจ่ายแก๊สให้เหมาะสมต่อการใช้งาน จากนั้นเสียบปลั๊กของเครื่องกววนน้ำมันคุดเข้ากับระบบไฟฟ้าชนิด 1 เฟส ขนาด 220 โวลต์ ยกเบรกเกอร์ที่ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าขึ้นและเปิดการทำงานของซีเลคเตอร์สวิตช์ทั้งหมด ดำเนินการตั้งเวลาและตั้งอุณหภูมิตามที่ผู้ใช้งานต้องการ เมื่ออุณหภูมิที่ใช้งานเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆและเกินกว่าอุณหภูมิที่ได้กำหนดไว้ ตัวเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้สำหรับวัดค่าอุณหภูมิจะสั่งให้เครื่องกววนน้ำมันคุดทำการหยุดจ่ายระบบแก๊สแบบอัตโนมัติ และเมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ตัวเทอร์โมคัปเปิลก็จะสั่งให้เครื่องกววนน้ำมันคุดทำการจ่ายแก๊สแบบอัตโนมัติเช่นกัน โดยจะทำงานเปิด-ปิดการจ่ายแก๊สแบบอัตโนมัติร่วมกับโซลินอยด์วาล์ว และจะทำงานสลับกันเช่นนี้เรื่อยไปตามอุณหภูมิที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติทั้งระบบนั่นเอง

ในเรื่องของการควบคุมอุณหภูมิเพื่อใช้งานนั้น จะเน้นการควบคุมอุณหภูมิที่ตัวกระทะเป็นหลัก เหตุผลเนื่องจากตัวกระทะดังกล่าวจะผลิตจากสแตนเลสปลอดสนิมและมีความหนาเป็นพิเศษ ซึ่งส่งผลทำให้สามารถทนต่อความร้อนได้สูงๆ และส่งผลทำให้การกระจายความร้อนกระทำได้ทั่วทั้งกระทะด้วย ซึ่งบริเวณของก้นกระทะก็จะมีเทอร์โมคัปเปิลติดตั้งอยู่ใกล้ๆเพื่อใช้สำหรับวัดค่าของอุณหภูมินั่นเอง

ในเรื่องความเร็วรอบของการกวนเนื้อแป้งคุดนั้น จากการทดสอบพบว่าจะใช้ความเร็วรอบในการกวนเนื้อแป้งคุดประมาณ 30 รอบต่อนาที ซึ่งถือว่าเป็นความเร็วรอบที่ค่อนข้างเหมาะสม และวัตถุดิบที่นำมาคุดนั้นก็ไม่ได้เกิดการไหม้เกรียมด้วย และเมื่อเครื่องกวนเนื้อแป้งคุดทำงานถึงขั้นตอนสุดท้ายอุปกรณ์แจ้งเตือนจะดังขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงการสิ้นสุดการทำงานของเครื่อง คือการทำงานเสร็จสิ้น และให้นำวัตถุดิบนั้นออกไปดำเนินการจัดจำหน่ายต่อไป ซึ่งจะสามารถอธิบายกระบวนการทำงานและวงจรไฟฟ้าของการทำงาน (Diagram) ของเครื่องกวนเนื้อแป้งคุด ดังแสดงในภาพที่ 4.16 และ 4.17



ออกแบบโดย อาจารย์กฤษณะ จันทสิทธิ์

ภาพที่ 4.16 และ 4.17 แสดงกระบวนการทำงานของเครื่องกวนเนื้อแป้งคุดและวงจรไดอะแกรม

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องกวนเนื้อมังคุด

การทดสอบการทำงานของเครื่องกวนเนื้อมังคุดจะทำการแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กรณี เพื่อหาค่าระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยแบ่งเป็นกรณีที่ 1 ทดสอบกวนเนื้อมังคุดจำนวน 12 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิระหว่าง 70 – 80 องศาเซลเซียส และกรณีที่ 2 ทดสอบกวนเนื้อมังคุดจำนวน 12 กิโลกรัมเช่นกัน ที่อุณหภูมิระหว่าง 90 – 100 องศาเซลเซียส โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1. ทดสอบกวนเนื้อมังคุดจำนวน 12 กิโลกรัม เริ่มแรกตั้งเวลาเพื่อไว้ประมาณ 4 ชั่วโมง ตั้งอุณหภูมิกวนเนื้อมังคุดช่วงแรก 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบครึ่งชั่วโมงแรกให้เติมน้ำตาลทรายลงไปประมาณ 8 ชีด หรือ 800 กรัม เมื่อพบว่าเนื้อมังคุดเริ่มเหนียวและเริ่มเปลี่ยนสีให้ทำการลดอุณหภูมิลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส จากการทดสอบกวนเนื้อมังคุดในกรณีที่ 1. พบว่าจะใช้เวลาในการกวนเนื้อมังคุดนานประมาณ 3 ชั่วโมงครึ่ง เนื้อมังคุดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนเล็กน้อย เนื้อมังคุดค่อนข้างเหลวและจับตัวเป็นเนื้อเดียวกันไม่ดี (คุณภาพของมังคุดกวนจะใช้ความชำนาญของกลุ่มชุมชนเป็นผู้ตัดสิน) ทำให้เนื้อมังคุดกวนที่ได้ค่อนข้างต้อยคุณภาพจึงไม่เหมาะสมสำหรับนำไปจำหน่าย และไม่เหมาะสมสำหรับนำไปบริโภค ดังจะแสดงในภาพที่ 4.18 และ 4.19



ภาพที่ 4.18 แสดงลักษณะการกวนเนื้อมังคุดที่ยังไม่ได้คุณภาพและมีการเปลี่ยนสีเล็กน้อย



ภาพที่ 4.19 แสดงลักษณะการกวนเนือมั่งคุดที่ยังไม่ได้คุณภาพและเนือมั่งคุดจับตัวกันไม่ดี

กรณีที่ 2. ทดสอบกวนเนือมั่งคุดจำนวน 12 กิโลกรัม เริ่มแรกตั้งเวลาเพื่อไว้ประมาณ 4 ชั่วโมงเช่นกัน ตั้งอุณหภูมิกวนเนือมั่งคุดช่วงแรก 100 องศาเซลเซียส เมื่อครบครึ่งชั่วโมงแรกให้เติมน้ำตาลทรายลงไปประมาณ 8 ชีด หรือ 800 กรัม เมื่อพบว่าเนือมั่งคุดเริ่มเหนียวและเริ่มเปลี่ยนสีให้ทำการลดอุณหภูมิ ลงเหลือ 90 องศาเซลเซียส จากการทดสอบกวนเนือมั่งคุดในกรณีที่ 2. พบว่าจะใช้เวลาในการกวนเนือมั่งคุดประมาณ 2 ชั่วโมงเท่านั้น และเนือมั่งคุดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนือมั่งคุดมีความเหนียวจับตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีและจัดรูปทรงได้ง่าย (คุณภาพของมั่งคุดกวนจะใช้ความชำนาญของกลุ่มชุมชนเป็นผู้ตัดสิน) ทำให้เนือมั่งคุดกวนที่ได้ถือว่าได้คุณภาพที่ดีและเหมาะสมสำหรับนำไปจำหน่าย และเหมาะสมสำหรับนำไปบริโภคต่อไป ซึ่งจะแสดงดังในภาพ 4.20 และ 4.21



ภาพที่ 4.20 แสดงลักษณะการกวนเนือมั่งคุดที่ได้คุณภาพดีและมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม



ภาพที่ 4.21 แสดงลักษณะการกวนเนื้อมัจคุดที่ได้คุณภาพดีและเนื้อมัจคุดจับตัวกันได้ดี

จากการทดสอบกวนเนื้อมัจคุดทั้งสองกรณีเพื่อหาค่าระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ก็จะได้เห็นว่าระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งานเนื้อมัจคุดนั้น จะอยู่ระหว่าง 90 – 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นระดับความร้อนของจุดเดือด จึงทำให้เนื้อมัจคุดสุกเร็วและใช้เวลาในการกวนน้อยลง และเมื่อเนื้อมัจคุดเริ่มเหนียวเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี ในช่วงนี้เนื้อมัจคุดจะไหม้เกรียมได้ง่าย จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิลงเหลือ 90 องศาเซลเซียส ส่วนในระดับอุณหภูมิมะหว่าง 70 – 80 องศาเซลเซียสนั้น เนื่องจากปริมาณความร้อนไม่เพียงพอ ทำให้ต้องใช้เวลาในการกวนเนื้อมัจคุดยาวนานขึ้นและทำให้การเปลี่ยนสีของเนื้อมัจคุดน้อยลง ซึ่งการทดสอบทั้งสองกรณีนี้ก็จะมีสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลในเนื้อมัจคุดและปริมาณน้ำที่อยู่ในเนื้อมัจคุดด้วย โดยในมัจคุด 100 กรัม จะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ที่ 80.2 กรัม และจะมีปริมาณน้ำตาลอยู่ที่ 16.42 กรัม (สุภาพระปก.ออนไลน์. 2560) โดยจะสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรายละเอียดการทดสอบกวนเนื้อมัจคุดจำนวน 12 กิโลกรัม ทั้งสองกรณี

| รายละเอียดคุณสมบัติ | ระดับอุณหภูมิในการกวนเนื้อมัจคุด (องศาเซลเซียส) | |
|--------------------------------|---|---------------------------------------|
| | 70 – 80°C | 90 – 100°C |
| 1. ระยะเวลาในการกวนเนื้อมัจคุด | 3 ชั่วโมงครึ่ง | 2 ชั่วโมง |
| 2. สีของมัจคุดกวน | สีน้ำตาลอ่อน | สีน้ำตาลเข้ม |
| 3. คุณภาพของมัจคุดกวน | คุณภาพไม่เหมาะสม (กลุ่มชุมชนรับรอง) | คุณภาพดีเหมาะสม (กลุ่มชุมชนรับรอง) |
| 4. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน | 3.85 แอมป์ | 3.85 แอมป์ |
| 5. ปริมาณแก๊สหุงต้มที่ใช้ไป | 1.6 กิโลกรัม | 1 กิโลกรัม |

| รายละเอียดคุณสมบัติ | ระดับอุณหภูมิในการกวนเนื้อแป้ง (องศาเซลเซียส) | |
|---------------------------------|---|---------------|
| | 70 – 80°C | 90 – 100°C |
| 6. ปริมาณน้ำตาลในเนื้อแป้ง | 1.97 กิโลกรัม | 1.97 กิโลกรัม |
| 7. ปริมาณน้ำในเนื้อแป้ง | 9.62 กิโลกรัม | 9.62 กิโลกรัม |
| 8. ความเร็วรอบในการกวนเนื้อแป้ง | 30 รอบต่อนาที | 30 รอบต่อนาที |

จากตารางที่ 4.1 เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการกวนเนื้อแป้ง และคุณสมบัติที่สำคัญ ถ้าหากนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติกับการกวนแบบเก่าโดยการจ้างคนงาน กวนเนื้อแป้งกับการใช้เครื่องกวนเนื้อแป้งก็จะทำให้เห็นถึงความแตกต่างได้มากขึ้น ดังจะแสดงได้ ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติการกวนเนื้อแป้งระหว่างการใช้นักกับการใช้เครื่องจักร

| รายละเอียดคุณสมบัติ | รูปแบบของการกวนเนื้อแป้ง | |
|------------------------------|---|---|
| | การกวนแบบเก่า (ใช้คน) | การกวนแบบใหม่ (ใช้เครื่องจักร) |
| 1. ระยะเวลาในการกวนเนื้อแป้ง | 3-4 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง |
| 2. ความต่อเนื่องในการกวน | ไม่ต่อเนื่อง มีความเหนียวล้า | ต่อเนื่องตลอดเวลาเพราะความเร็วรอบคงที่ |
| 3. คุณภาพของแป้งกวน | ได้คุณภาพ แต่ไม่สม่ำเสมอ | ได้คุณภาพดี และสม่ำเสมอ |
| 4. ต้นทุนในการกวนเนื้อแป้ง | 14,000 บาท/ปี | 13,068.27 บาท/ปี |
| 5. การรอคอยในกระบวนการกวน | คนงานกวนเนื้อแป้งหาได้ยาก และเสียเวลารอคอยเป็นเวลานาน | ไม่เสียเวลารอคอยและเพิ่มหน่วยการผลิตได้ตลอดเวลา |

สรุปผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ในส่วนของการสรุปผลในด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม คณะผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนของการใช้เครื่องกวนเนื้อแป้งกับต้นทุนของการจ้างคนงานเนื้อแป้งด้วยแรงงานคน โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. ต้นทุนของการใช้เครื่องกวนเนื้อแป้ง จากผลของการศึกษาวิจัยพบว่าต้นทุนของการใช้เครื่องกวนเนื้อแป้งจะสามารถแบ่งได้ คือ ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า, ต้นทุนค่าแก๊สหุงต้ม, และจะบวกกับค่าเสื่อมราคาด้วย ส่วนต้นทุนค่าสร้างเครื่องกวนกับต้นทุนค่าแรงของผู้ควบคุมเครื่องกวนนั้นจะไม่มีต้นทุนในส่วนนี้ เนื่องจากทางคณะผู้วิจัยมอบเครื่องให้ฟรีและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้งานเครื่องกวนเนื้อแป้งให้อย่างครบถ้วน (กลุ่มฯควบคุมเครื่องเอง) โดยในด้านแรกคือต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า ได้ดำเนินการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าขณะเดินเครื่องทำงานพบว่ามีค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้งานเท่ากับ

3.85 แอมป์ และเมื่อนำค่าของกระแสไฟฟ้ามาคำนวณเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้า ก็จะสามารถหาได้จากสูตร $P = E.I$ (ฟิสิกส์ราชมงคล.ออนไลน์.2559)

เมื่อ P แทนกำลังไฟฟ้า หน่วยเป็น วัตต์ (W)

เมื่อ E แทนแรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น โวลต์ (V)

เมื่อ I แทนกระแสไฟฟ้า หน่วยเป็น แอมป์ (A)

และเมื่อระบบไฟฟ้า 1 เฟส มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 V

$$\begin{aligned} \text{ค่ากำลังไฟฟ้า } P &= 220 \text{ V} \times 3.85 \text{ A} \\ &= 847 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

ในการกวนเนื้อแป้งคุดจะใช้เวลา 2 ชั่วโมง/วัน/กระทะ เมื่อนำมาคำนวณการใช้งานจะได้

$$\begin{aligned} &= \frac{847 \text{ วัตต์} \times 2 \text{ ชั่วโมง}}{1,000 \text{ วัตต์}} \end{aligned}$$

ค่ายูนิตที่ใช้ไปใน 1 วัน

$$= 1.7 \text{ หน่วย/วัน/กระทะ}$$

ใน 1 ปี จะกวนแป้งคุด 40 กระทะ

$$= 1.7 \text{ หน่วย} \times 40 \text{ วัน}$$

$$= 68 \text{ หน่วย/ปี}$$

อัตราค่าไฟฟ้าแบบปกติเท่ากับ 1.357 บาท/หน่วย

$$= 1.357 \text{ บาท} \times 68 \text{ หน่วย}$$

$$= 92.27 \text{ บาท/ปี}$$

ค่า Ft เท่ากับ 0.5 บาท/หน่วย

$$= 0.5 \text{ บาท} \times 68 \text{ หน่วย}$$

$$= 34 \text{ บาท/ปี}$$

เมื่อนำค่าไฟ+ค่าFt

$$= 92.27+34 \text{ บาท}$$

$$= 126.27 \text{ บาท/ปี}$$

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

$$= 8.8 \text{ บาท}$$

ดังนั้นค่าไฟที่ต้องจ่ายทั้งสิ้น

$$= 126.27+8.8 \text{ บาท}$$

$$= 135.07 \text{ บาท/ปี}$$

ในด้านต้นทุนค่าแก๊สหุงต้มนั้น คณะผู้วิจัยได้สอบถามข้อมูลของราคาจำหน่ายแก๊สหุงต้มในพื้นที่ที่ดำเนินการวิจัยพบว่าราคาแก๊สหุงต้มจำหน่ายอยู่ถึงละ 350 บาท เมื่อนำมาคำนวณจะสามารถอธิบายได้ดังนี้

ราคาค่าแก๊สหุงต้ม 350 บาท/ถัง 1 ถังจะมีน้ำหนัก 15 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

$$= \frac{350}{15}$$

ค่าแก๊สหุงต้มเฉลี่ยต่อกิโลกรัม

$$= 23.33 \text{ บาท/กิโลกรัม}$$

ในการกวนเนื้อแป้งคุด 1 กระทะจะใช้แก๊สประมาณ 1 กิโลกรัม

เพราะฉะนั้นกวนเนื้อแป้งคุด 40 กระทะ

$$= 40 \times 23.33 \text{ บาท}$$

$$= 933.20 \text{ บาท/ปี}$$

ในด้านค่าเสื่อมราคาและจากการเข้าศึกษาข้อมูลถึงอายุการใช้งานของเครื่องกวนชนิดสแตนเลส พบว่ามีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี (ทศสูเทค.ออนไลน์.2560) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้คิดค่าเสื่อมราคาของการพัฒนาเครื่องกวนเนื้อมังคุด โดยการคิดค่าเสื่อมราคาดังกล่าวจะเป็นการคิดค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ยมูลค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ให้เป็นค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีเท่าๆกันตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ถาวรนั้นๆ

$$\begin{aligned}
 \text{อายุการใช้งานของสินทรัพย์} &= 10 \text{ ปี} \\
 \text{ราคาซาก (สแตนเลส+อุปกรณ์ไฟฟ้า)} &= 30,000 \text{ บาท} \\
 \text{ราคาทุนของสินทรัพย์} &= 150,000 \text{ บาท} \\
 \text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} &= \frac{\text{ราคาทุนของสินทรัพย์} - \text{ราคาซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}} \\
 &= \frac{150,000 - 30,000 \text{ บาท}}{10 \text{ ปี}} \\
 &= 120,000 \text{ บาท} \\
 &= 12,000 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าเสื่อมราคาในแต่ละปี} &= 12,000 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ดังนั้นต้นทุนของการใช้เครื่อง} &= \text{ค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าแก๊สหุงต้ม} + \text{ค่าเสื่อมราคา} \\
 &= 135.07 + 933.20 + 12,000 \text{ บาท} \\
 &= 13,068.27 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

2. ต้นทุนของการใช้คนงานกวนเนื้อมังคุด จากผลของการสอบถามข้อมูลในเรื่องค่าจ้างคนงานกวนเนื้อมังคุด พบว่าจะต้องเสียค่าจ้างในการจ้างกวนเนื้อมังคุดในราคา 350 บาท/กระทะ และส่วนใหญ่มักเสียเวลารอคอยเป็นเวลานาน ทำให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ขยายออกสู่ตลาดได้น้อย โดยสามารถวิเคราะห์ต้นทุนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าจ้างคนงานกวนเนื้อมังคุด 350 บาท/กระทะ} \\
 \text{ใน 1 ปี กวนเนื้อมังคุด 40 กระทะ} &= 350 \text{ บาท} \times 40 \text{ กระทะ} \\
 &= 14,000 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นต้นทุนการใช้คนงานกวนเนื้อมังคุด} = 14,000 \text{ บาท/ปี}$$

เมื่อนำต้นทุนทั้งสองกรณีมาเปรียบเทียบกันจะได้ดังนี้

$$= 14,000 - 13,068.27 \text{ บาท}$$

$$= 931.73 \text{ บาท/ปี}$$

$$= \frac{931.73 \text{ บาท} \times 100}{14,000 \text{ บาท}}$$

$$= 6.65 \%$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การนำผลงานวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีลงสู่กลุ่มชุมชน

หลังจากได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องกวนเนื้อมังคุดและได้ดำเนินการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลที่สำคัญต่างๆแล้ว ก็ได้นำความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาวิจัยดังกล่าว นำไปอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีพร้อมกับได้มอบเครื่องกวนเนื้อมังคุดดังกล่าวให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าศาลา ตำบลรำพัน อำเภอกำแพง จังหวัดจันทบุรี เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตต่อไป และได้ประสานความร่วมมือกับองค์การบริหารส่วนตำบลรำพัน ซึ่งเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่คอยดูแลและให้ความช่วยเหลือคณะผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ภาพบรรยากาศของการถ่ายทอดเทคโนโลยีจะแสดงในภาพที่ 4.22 -4.25



ภาพที่ 4.22 แสดงลักษณะการกวนเนื้อมังคุดโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าศาลา



ภาพที่ 4.23 เนื้อมังคุดที่กวนเสร็จแล้วจะดำเนินการเกลี่ยใส่ถาดให้เรียบร้อยสวยงาม



ภาพที่ 4.24 ดำเนินการห่อเนื้อมังคุดกวนเป็นชิ้นเล็กๆ



ภาพที่ 4.25 ลักษณะของท็อฟฟี่มังคุดหรือมังคุดกวนที่รอการจัดจำหน่ายต่อไป