รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนนการวิจัยและนวัตกรรม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ไชโป้วตามมาตรฐานอาหารปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องนวดผักกาดหัว : กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดราชบุรี

Technology and innovation transfer in radish processing regarding food safety standards, as well as increasing production efficiency on radish massage machine in case of community enterprises in Ratchaburi province

โดย

ดร. พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
โครงการจัดการความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงชุมชน สังคม
ภายใต้โครงการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์
ประจำปี 2563 จาก สำนักงาน การวิจัยแห่งชาติ (วช.)

รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนนการวิจัยและนวัตกรรม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ไชโป้วตามมาตรฐานอาหารปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องนวดผักกาดหัว : กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดราชบุรี

Technology and innovation transfer in radish processing regarding food safety standards, as well as increasing production efficiency on radish massage machine in case of community enterprises in Ratchaburi province

โดย

ดร. พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
โครงการจัดการความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงชุมชน สังคม
ภายใต้โครงการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์
ประจำปี 2563 จาก สำนักงาน การวิจัยแห่งชาติ (วช.)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยการสนับสนุนจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสนับสนุนทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการอบรมและถ่ายทอดงานวิจัยลงสู่ชุมชนโดยรอบ ชุมชนพันจันทร์หวานละมุนและบุคคลากรจากตลาดศรีเมืองที่ร่วมมือและส่งเสริมพัฒนาด้านการทำอาหารปลอดภัย และชุมชนวิสาหกิจไชโป้วหวานบ้านคาที่ให้ข้อมูล ให้โอกาส และความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการต่อยอดงานวิจัยอีกทั้งยังอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการทดลองงานวิจัย คณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ไชโป้วตามมาตรฐานอาหารปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องนวดผักกาดหัว : กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดราชบุรี

(ภาษาอังกฤษ) Technology and innovation transfer in radish processing regarding food safety standards, as well as increasing production efficiency on radish massage machine in case of community enterprises in Ratchaburi province

ชื่อผู้วิจัย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์/ ผศ.ดร.ธิติมา วงษ์ชีรี/ นายทองไส ช่วยชู/ นางสาวอรณัท

ปฐพีจำรัสวงศ์

หน่วยงานที่สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี

หมายเลขโทรศัพท์ (มือถือ) 089-2043703 โทรสาร .....-..... e-mail pisitpong.int@kmutt.ac.th

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ..2563.....

งบประมาณที่ได้รับ ....240,000..... บาท ระยะเวลาดำเนินงาน.....12..... เดือน

เริ่มดำเนินงานเมื่อ (เดือน ปี).....เมษายน.....2563..... ถึง (เดือน ปี) .....มีนาคม.....2564.....

บทคัดย่อภาษาไทยและบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

ความสำคัญของงานวิจัยพบปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูปไชโป้ว โดยทั่วไปไชโป้วเป็นอาหารแปรรูปที่มีส่วนผสมของสารกันบูด สารฟอกขาวและสารเติมแต่งอื่นๆ เพื่อลดโอกาสเกิดเชื้อจุลินทรีย์ที่ส่งผลให้อาหารเกิดการเน่าเสีย ปริมาณที่ใช้สารกันบูดไม่เกินกว่าค่ามาตราฐานที่จะทำลายสุขภาพของผู้บริโภค ทางผู้ทำวิจัยได้เห็นถึงความสำคัญว่าควรที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ การทดสอบสารกันบูดและกระบวนการแปรรูปที่ถูกสุขลักษณะกับเกษตรกรผู้ปลูกผัก วิธีดั้งเดิมการทำไชโป้วจะนวดผักกาดหัวกับเกลือและสารกันบูดเป็นเวลา 3 วัน เพื่อทำให้ผักกาดหัวแห้งก่อนนำไปปรุงแต่งรสชาติต่อไป ผลการอบรมกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผัก จังหวัดราชบุรี เรื่องการใช้เครื่องชั่งตวงวัดด้วยการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีแม่นยำแก่กลุ่มเป้าหมาย รวมถึงการใช้สารกันบูดในการแปรรูปอาหารและความรู้เรื่องความรู้ความเข้าใจด้านการแปรรูปอาหารกับเชื้อจุลินทรีย์ จนได้สูตรในการทำไชโป้วที่มีปริมาณสารกันบูดน้อยกว่าร้อยละ 0.05 การนวดผักกาดหัวดั้งเดิมในท้องถิ่นใช้มือนวด การถ่ายทอดนวัตกรรมเครื่องนวดผักกาดหัวจะช่วยลดภาระจากการขอดแคลนแรงงานและผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว นวัตกรรมเครื่องนวดช่วยในการแปรรูปน้ำหนักผักกาดหัวจากการใช้เครื่องกวนลดลงได้มากกว่าน้ำหนักผักกาดหัวจากการใช้คนนวดอย่างน้อยร้อยละ 8 ที่ปริมาณสารปรุงแต่งเท่ากัน สภาะวะในการกวนโดยเครื่องนวดที่เหมาะสมคือ ความเร็วรอบในการกวน 30 ถึง 60 รอบต่อนาที เวลาในการนวดไม่เกิน 1 ชั่วโมง จะได้ค่าไชโป้วที่มีรสชาติและสัมผัสเทียบเคียงกับการแปรรูปดั้งเดิมได้ เช่น ค่าความเค็ม 130 กรัมต่อลิตร ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.8-0.9 ค่าของความสว่าง 63 และค่าความแข็งนุ่มของไชโป้ว 85-100 นิวตัน เครื่องนวดสามารถเพิ่มการผลิตต่อวันได้อย่างน้อย 2 เท่าของการนวดด้วยมือ และยังคงรักษาอัตลักษณ์ทางด้านรสชาติ และสร้างความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้อีกด้วย เมื่อวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของ

เครื่องนวดผัดกาดหัว หากใช้เครื่องนวดจะสามารถเพิ่มกำไรไชโป้วหวาน 9.48 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเพิ่มกำไรไชโป้วหวานร้อยละ 24.9 ความรู้ทางด้านการทดสอบยีสต์และเชื้อราสำหรับสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจได้ประเมินไว้ว่าระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก มากกว่าร้อยละ 70 และจะสามารถนำความรู้/ประสบการณ์ในการอบรมไปถ่ายทอดได้ให้กับคนในกลุ่มต่อไปได้

The prominence of the research reveals problems with radish processing. Generally, salted radishs are a processed food that contains preservatives, and other additives to reduce the chance of microorganisms that cause food spoilage. The amount of preservative used does not exceed the standard value that will destroy the health of consumers. The researchers considered the importance of providing knowledge on microbial and preservative testing as well as hygienic processing for agriculturists. The traditional process of making salted radishs is to knead the radishs with salt and preservatives for 3 days to dry the radishs before adding them to flavor. The training on the use of measuring scales with precision tools or technology to the agriculturists in Ratchaburi province includes the use of preservatives, knowledge of food processing, and microbial cognition in order to formulate recipe for making salted radish with preservative content which is less than 0.05%. Local radish massage is traditionally kneaded by hand. The innovative transfer of salted-radish threshing machine will reduce the burden of labor shortages and long-term health impacts. The innovation of threshing machine using a stirrer helped to reduce the weight of radish at least 8% more than that of kneading by hand when compared at the same recipe. The appropriate condition of salted radish for threshing machine is stirring speed (30-60 rpm), the kneading time of 1 hour. Then, the outcome of taste and texture from salted radish is comparable to that of the original processing, such as the salinity value of 130 g/l, the free water content value 0.8-0.9, a brightness value of 63 and a texture value of radish 85-100 newtons. The threshing machine can increase daily production by at least 2 times that of manual kneading with maintaining the identity of the taste and create health friendly products as well. When analyzing the break-even point of the machine, it can increase the profit of sweet radish 9.48 baht per kilogram or representing a 24.9 percent increase in sweet radish profits. Moreover, the knowledge of yeast and mold testing for members of those enterprise groups was assessed on satisfaction levels of good to very good more than 70 percent and that experience could be applied or transferred to other people.

คำสำคัญ (Key words)

ผักกาดหัว (White Radish), รูปแบบการอบแห้ง (Drying Pattern), ความชื้น (Moisture Content), ถนอมอาหาร (Food Preservation), หมักแห้งด้วยเกลือ (Dry Salting)

สารบัญเรื่อง

บทที่ 1 บทนำ 9
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 14
บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย 21
บทที่ 4 ผลการวิจัย อภิปรายและวิจารณ์ผล 22
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 33
บรรณานุกรม 35
ภาคผนวก (Appendix) 38

สารบัญตาราง

ตาราง 1 ประเภทการถนอมอาหาร 14
ตาราง 2 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร 16
ตาราง 3 เปรียบเทียบการหมุนแกนตั้งกับการหมุนแนวนอน 18
ตาราง 4 ระยะเวลาและกิจกรรมที่ใช้ในการแปรผักกาดหัวใน 1 วัน 19
ตาราง 5 สูตรการเตรียมไซโป้วหวานดั้งเดิม 25
ตาราง 6 สูตรการเตรียมไซโป้วหวานดั้งเดิม และแบบปัจจุบัน 26
ตาราง 7 ผลการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ในไซโป้วหวาน 29
ตาราง 8 ผลการทดสอบปริมาณวัตถุกันเสีย(กรดเบนโซอิก)ในอาหาร 30
ตาราง 9 ผลการทดสอบสารฟอกขาว(โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์)ในอาหาร 31
ตาราง 10 แสดงค่าความเค็ม ความหวานและค่า pH ของไซโป้วสูตรปกติ และไซโป้วสูตร 0.05% 33

สารบัญรูป

รูปที่ 1 การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวราบ 18
รูปที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวดิ่ง 18
รูปที่ 3 แสดงผลของน้ำหนักของนวดผักกาดหัวที่หมักเกลือโดยใช้เครื่องนวดที่ความเร็วรอบ 100 และใช้แรงงาน 20
รูปที่ 4 แสดงผลของความเค็มในผักกาดหัวหมักเกลือใช้เครื่องนวดที่ความเร็วรอบ 100 และใช้แรงงาน 20
รูปที่ 5 แสดงสัดส่วนของเกษตรกรผู้ปลูกผักและผลไม้จากวิสาหกิจไชโป้วหวานบ้านคาและวิสาหกิจพันจันทร์หวานละมุน 24
รูปที่ 6 แสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายของเกษตรกรผู้ปลูกผักกาดหัว 24
รูปที่ 7 แสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายของเกษตรกรผู้ปลูกผักกาดหัว 24
รูปที่ 8 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการนวดด้วยเครื่องเป็นเวลา 3 วัน 26
รูปที่ 9 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการนวดด้วยมือเป็นเวลา 3 วัน 27
รูปที่ 10 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการกวนด้วยเครื่องเป็นเวลา 1 วัน 28
รูปที่ 11 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการกวนด้วยมือเป็นเวลา 1 วัน 29
รูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ในไชโป้วหวาน 30
รูปที่ 13 แสดงผลการทดสอบปริมาณปริมาณวัตถุกันเสีย(กรดเบนโซอิก)ในอาหาร 31
รูปที่ 14 แสดงผลการทดสอบสารฟอกขาว (โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์) ในอาหาร 32
รูปที่ 15 ภาพการอบรมครั้งที่ 1 41
รูปที่ 16 ภาพการถ่ายทอด และรายชื่อการอบรมครั้งที่ 2 42
รูปที่ 17 การแปรรูปไชโป้วแบบดั้งเดิมโดยใช้มือของเกษตรกร 42
รูปที่ 19 เครื่องนวดแบบแนวตั้งมีใบพัด 43
รูปที่ 18 เครื่องนวดแนวตั้งคล้ายเครื่องซักผ้าฝาบน 43
รูปที่ 20 เครื่องนวดแบบแนวนอน 43
รูปที่ 21 แสดงการประชุมดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไชโป้วหวานบ้านคา โดยร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสำนักงานสหกรณ์จังหวัดราชบุรี – กรมส่งเสริมสหกรณ์ 44
รูปที่ 22 แสดงภาพประชุมความร่วมของด้านการทำอาหารปลอดภัย ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กลุ่มรัฐวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลไม้ อ.บ้านคา และคณะทำงานตลาดศรีเมือง 44
รูปที่ 23 แสดงภาพประชุมความร่วมของด้านการทำอาหารปลอดภัย ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กลุ่มรัฐวิสาหกิจชุมชนหนองพันจันทร์ผู้ประกอบการแปรรูปผลไม้ อ.บ้านคา 44
รูปที่ 24 การใช้เครื่องนวดและการแปรรูปผักกาดหัว 45
รูปที่ 25 แสดงการสอนการใช้กล้องจุลทรรศน์สำหรับดูจุลินทรีย์ เชื้อรา และแบคทีเรียอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรค 45
รูปที่ 26 แสดงการสอนเรื่องการทดสอบปริมาณบักเตรี โดยใช้ชุดตรวจอย่างง่าย 45
รูปที่ 27 แสดงการสอนเรื่องการทดสอบสารกันบูด โดยใช้ชุดตรวจอย่างง่าย 46
รูปที่ 28 การบันทึกข้อมูลสูตรการแปรรูป 46
รูปที่ 29 แสดงลักษณะการตากแดดของผักกาดหัวหมักเกลือแล้ว 46

บทที่ 1 บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ในขั้นตอนของการทำไชโป๊วที่เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ขึ้นชื่อของจังหวัดราชบุรี พบว่าปัญหาที่สำคัญในกระบวนการแปรรูป คือการนวด ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ประกอบกับชาวบ้านที่แปรรูปหัวไชโป๊ว ส่วนมากเป็นสตรีสูงอายุ จึงไม่มีแรงกดนวดและเมื่อยล้าได้ง่าย ดังนั้นการพัฒนาอุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยนวดผักกาดหัว จะเป็นประโยชน์อย่างมากกับชาวบ้านผู้แปรรูปไชโป๊วดอง ช่วยทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทางด้านการผลิตช่วยลดระยะเวลาในการแปรรูป และสามารถผลิตได้จำนวนที่มากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อนำองค์ความรู้ เรื่องการลดการใช้สารกันบูดในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกหัวผักกาด จังหวัดราชบุรี มาจัดการความรู้และขยายผล โดยเพิ่มคุณภาพการผลิตของเกษตรกรด้วยการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีแม่นยำแก่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ความปลอดภัย และได้มาตรฐานสำหรับผู้บริโภค และส่งเสริมการผลิตเชิงพาณิชย์

2. เพื่อสร้างอาชีพ รายได้ และพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากในชุมชน สังคม ด้วยการต่อยอดนวัตกรรมเครื่องนวดหัวผักกาดขาว เพื่อเพิ่มคุณภาพในการผลิตการแปรรูปไชโป๊วดอง ลดค่าใช้จ่าย และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานทางการเกษตร

ขอบเขตการดำเนินงาน

1. อบรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการ การแปรรูปผลิตผลให้ได้มาตรฐานอาหารปลอดภัย การใช้สารกันบูดสำหรับการแปรรูปผักกาดหัว และการอบรมให้ความรู้แนวทางในการจัดทำสูตรการถนอมอาหาร รวมทั้งการผลิตวัตถุดิบผักกาดหัวหรือผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัย ให้กับเกษตรกรจำนวน 2 รุ่นๆ ละ 30 คน รวม 60 คน

2. พัฒนาศักยภาพการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการแปรรูปไชโป๊วปลอดภัย และพัฒนาคู่มือที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการในระดับชุมชน อย่างน้อย 1 กลุ่ม โดยมีการจัดตั้งคณะกรรรมการในการบริหารจัดการ ซึ่งประกอบด้วยตัวแทนหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ ตัวแทนชุมชนและตัวแทนหน่วยงานสถาบันการศึกษา เพื่อให้มีการสนับสนุนเชิงวิชาการอย่างต่อเนื่อง และสนับสนุนให้เป็นกลุ่มตัวอย่างหรือต้นแบบในการขยายผล

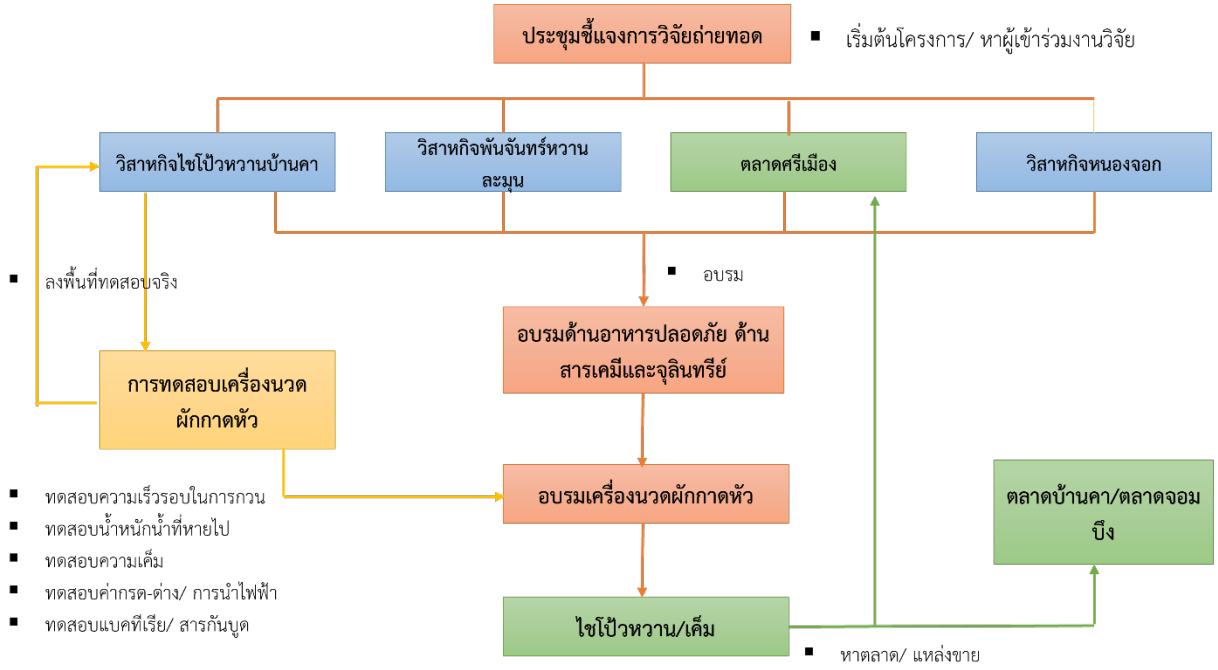
3. จัดทำเอกสารเผยแพร่ อาทิ เอกสารแผ่นพับ โปสเตอร์

แผนดำเนินงาน

กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. ประชุมชี้แจงการดำเนินงาน วัตถุประสงค์ และผลที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมโครงการ	<--> <-->																	
2. สำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่สนใจเข้าร่วมโครงการ เช่น ต้นทุนการประกอบอาชีพภาคเกษตร ค่าขนส่ง และปัญหาทางการเกษตร เพื่อหาแนวทางการจัดการที่เหมาะสม		<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->											
3. อบรมถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการนำเครื่องมือชั่งวัดสำหรับวัดสูตรที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และเข้าใจมาตราฐานการใส่สารกันบูดที่เหมาะสมในอาหาร			<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->									
4. สร้างเครื่องต้นแบบและ ทดสอบกระบวนการทำไซโป้วหวาน		<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->										
5. ถ่ายทอดความรู้ด้านการทำหัวไซโป้ว แก่ผู้นำชุมชน เกษตรกร และผู้ที่สนใจ									<-->				<-->		<-->	<-->		
6. ติดตามและประเมินผลการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์									<-->	<-->	<-->					<-->	<-->	
7. ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์และสังคมของการลงทุนระบบ										<-->							<-->	
8. จัดทำเวทีภาคประชาชนเพื่อสะท้อนผลการดำเนินโครงการ											<-->						<-->	
9. จัดทำรายงานความก้าวหน้า รายงานฉบับสมบูรณ์ และคู่มือต่างๆ												<-->						<-->

<u>หมายเหตุ</u> <--> คือ แผนการดำเนินงาน <--> คือ การดำเนินงาน <--> ไม่สามารถดำเนินงานได้

รายละเอียดเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย



1. ให้ความรู้การใช้และการดูแลเครื่องชั่ง ตวงวัด เพื่อจัดทำไชโป้วหวานสูตรสารกันบูดต่ำให้กับเกษตรกรผู้ปลูกผัก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัย และได้มาตรฐานสำหรับผู้บริโภคแห่งประเทศไทย

2. ให้ความรู้ด้านอาหารปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร และกระบวนการทดสอบหาแบคทีเรียเบื้องต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ได้ยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการและไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภค

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการกวนผักกาดหัวด้วยเครื่อง แทนการใช้แรงงานคน เพื่อเพิ่มคุณภาพในการผลิตการแปรรูปไชโป้วดอง ลดค่าใช้จ่าย และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานทางการเกษตร

ความสำเร็จของโครงการ/การประเมินผลโครงการ

ครั้งที่ /เทคโนโลยี	สถานที่/กลุ่มเป้าหมาย	ผู้เข้าร่วมกิจกรรม (คน)	กระบวนการถ่ายทอด
1. การทดสอบจุลินทรีย์ในอาหารสำหรับผู้สนใจแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร	● วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผักกาดหัว ● วิสาหกิจชุมชนพันจันทร์หวานละมุน ● บุคคลากรตลาดศรีเมือง	35	การอบรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการ หัวข้อ การทดสอบจุลินทรีย์ในอาหาร เช่น - ทดสอบปริมาณบักเตรีสแตฟฟิโลคอคัสในอาหาร - ทดสอบปริมาณบักเตรีทั้งหมดในอาหาร - ทดสอบปริมาณยีสต์และเชื้อราในอาหาร
2. การทดสอบวัตถุกันเสียในอาหารสำหรับผู้สนใจแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร	● วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผักกาดหัว ● วิสาหกิจชุมชนพันจันทร์หวานละมุน ● บุคคลากรตลาดศรีเมือง	35	การอบรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการ หัวข้อ การทดสอบสารเคมีในอาหาร เช่น - การทดสอบวัตถุกันเสีย - การทดสอบสารฟอกขาว
3. ทดสอบการแปรรูปผักกาดหัวที่ได้ โดยใช้เครื่องนวด	● วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผักกาดหัว	40	การอบรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการ หัวข้อ - ทดสอบกระบวนการการแปรรูปผักกาดหัวที่ได้ โดยใช้เครื่องนวดเทียบกับวิธีดั้งเดิม - ทดสอบกระบวนการแปรรูปผักกาดหัว จากการตากแดดเทียบกับวิธีการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
4. สร้าง Change Agent ที่มีความเชี่ยวชาญในการแปรรูปอาหาร	●วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผักกาดหัว ●วิสาหกิจชุมชนพันจันทร์หวานละมุน	3	ผ่านการอบรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการทั้ง 3 หัวข้อ มีรายชื่อดังนี้ ● นายประทีป พวงเครือ ● นางชลธิชา ถิ่นวงษ์ม่อม ● นางสำรวย สายันหะ
5. สำรวจความพึงพอใจความคิดเห็น ของผู้ประกอบการ	กิจกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร	40 คน	แบบสอบถามความคิดเห็น ● ผลประเมินความพึงพอใจเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80

ประโยชน์ที่ได้รับ

กิจกรรม	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
1. ประชุมชี้แจงการดำเนินงาน วัตถุประสงค์ และผลที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมโครงการ	● สร้างความร่วมมือและรับฟังความคิดเห็นของเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อจัดการแผนการอบรมและการทำงานร่วมกัน
2. สำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่สนใจเข้าร่วมโครงการ เช่น ต้นทุนการประกอบอาชีพภาคเกษตร ค่าขนส่ง และปัญหาทางการเกษตร เพื่อหาแนวทางการจัดการที่เหมาะสม	● ได้ข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณและวางแผนต้นทุน และราคาขาย ● สร้างหลักสูตรการอบรมที่เหมาะสมต่อการเพิ่มทักษะต่อกลุ่มเกษตรกรที่สนใจแปรรูปอาหาร
3. อบรมถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการนำเครื่องมือชั่งวัดสำหรับวัดสูตรที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และเข้าใจมาตราฐานการใส่สารกันบูดที่เหมาะสมในอาหาร	● ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เครื่องชั่ง ตวงวัดแบบดิจิตอลได้ และทำสูตรผักกาดหัวที่มีปริมาณสารกันบูดต่ำ หรือปลอดสารกันบูดและสารฟอกขาวได้ ● ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจกระบวนการล้างทำความสะอาดวัตถุดิบและผู้ปฏิบัติงานมากขึ้น เพื่อให้กระบวนการปลอดจากจุลินทรีย์ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เก็บได้นานยิ่งขึ้น
4. สร้างเครื่องต้นแบบและ ทดสอบกระบวนการทำไชโป้วหวาน	● การกวนผักกาดหัวด้วยเครื่อง แทนการใช้แรงงานคน ● สามารถเพิ่มการผลิตได้อย่างน้อย 2 เท่าจากเดิม ● ลดการเมื่อยล้าจากการนวดผักกาดหัว
5. ติดตามและประเมินผลการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์	● ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นอัตลักษณ์ใหม่ของอำเภอบ้านคา ซึ่งเป็นที่สนใจต่อตลาดสุขภาพ และผู้บริโภค
6. จัดทำรายงานความก้าวหน้า รายงานฉบับสมบูรณ์ และคู่มือต่างๆ	● เกิดเครือข่ายระหว่างตลาดผู้ขายผักและอาหารปลอดภัยและผู้แปรรูปผักจากเกษตรกร ● คู่มือถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผักกาดหัว 1 ฉบับ

บทที่ 2
องค์ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การถนอมอาหาร (food preservation) หมายถึง การแปรรูปหรือการเก็บรักษาอาหารให้คงสภาพดั้งเดิมได้นานที่สุด โดยไม่เกิดบูดที่กระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัส กลิ่น สี และรสของอาหาร ส่งผลทำให้อาหารมีอายุการจัดเก็บนาน รวมถึงรักษาสภาพคุณค่าทางโภชนาการของอาหารให้คงเดิมหรือเปลี่ยนแปลงให้น้อยที่สุด การถนอมอาหารมีหลายประเภท ได้แก่

ตาราง 1 ประเภทการถนอมอาหาร

ประเภทการถนอมอาหาร	คำอธิบาย
1. การทำแห้ง	เป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสีย ยับยั้งการสร้างสารพิษจากเชื้อรา รวมทั้งทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการขนส่ง หรือนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่น ๆ
2. การใช้ความเย็น	กรรมวิธีการกำจัดความร้อนออกจากสิ่งของ หรือต้องการให้มีอุณหภูมิลดลง การทำให้เย็นลงนี้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ (กิติพงษ์ ปันป่า พ.ศ. 2562) 2.1 การแช่เย็น หมายถึง การทำให้อุณหภูมิของสิ่งของนั้นลดลง แต่อยู่เหนือจุดเยือกแข็งของสิ่งนั้น โดยของสิ่งนั้นยังคงสภาพเดิมอยู่ ความเย็นจะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ แต่จะช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะทำให้อาหารเน่าเสีย 2.2 การแช่แข็ง หมายถึง การทำให้อุณหภูมิของสิ่งของนั้นลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของสิ่งนั้น ความเย็นจัดจะทำให้น้ำในเนื้อเยื่อของอาหาร แปรสภาพเป็นน้ำแข็ง แต่ความเย็นจัดไม่ได้ทำลายจุลินทรีย์ให้ตาย
3. การใช้สารเคมี	เป็นวิธีการใช้สารเคมีเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) เนื่องจากสารเคมีจะเข้าไปทำลายผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ ขัดขวางประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ สามารถช่วยชะลอการเน่าเสีย ยืดระยะเวลาการเก็บรักษา และป้องกันการเปลี่ยนแปลงในอาหาร(พรพล รมย์นุกูล พ.ศ. 2545)

การหมักเกลือ เป็นหนึ่งในการถนอมอาหารโดยการทำแห้ง มักนิยมใช้เพื่อการถนอมอาหารประเภทเนื้อสัตว์ รวมทั้งผักบางชนิดอีกด้วย การหมักเกลือจะเกิดกระบวนการออสโมซิส (Osmosis) เนื่องจากความเข้มข้นที่แตกต่างกันระหว่างเกลือที่ใช้หมัก น้ำในวัตถุดิบจะเคลื่อนออกมาภายนอก ในขณะที่เกลือเคลื่อนที่เข้าไปในวัตถุดิบ มีผลทำให้อาหารมีความชื้นลดลง มีส่วนสำคัญที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของอาหาร และทำให้อาหารมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

การใช้เกลือเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ทุกชนิดอย่างสมบูรณ์ ต้องการความเข้มข้น ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 17 (ผศ. ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556) แต่อาจทำให้อาหารมีรสเค็มจัดเกินไป ดังนั้นการหมักเกลือจึงอาจใช้ร่วมกับการถนอมอาหารวิธีอื่น เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) การพาสเจอไรซ์ (pasteurization) การใช้วัตถุกันเสีย (preservative) การทำแห้ง

(dehydration) เป็นต้น กรรมวิธีการหมักเกลือ ใช้วิธีการดังนี้ การหมักแห้ง เป็นการใช้เกลือคลุกให้ทั่ววัตถุดิบโดยตรง และ การหมักด้วยน้ำเกลือ หรือการหมักดอง เป็นการหมักโดยการเตรียมเกลือให้อยู่ในรูปของน้ำเกลือก่อน ซึ่งมีความเข้มข้นระหว่าง 15 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำวัตถุดิบที่ต้องการหมักมาแช่ (ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556)

งานวิจัยและผลการวิจัยจากการใช้เครื่องนวดสำหรับอาหาร

เพื่อให้การทำเครื่องนวดสำหรับอาหารเป็นไปตามหลักวิชาการ ดังนั้นการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปอาหารดังนี้ จากงานวิจัยของ อรุณ สุขแก้ว วิมล บุญรอด และ สุจริต สิงหพันธุ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องยีผลตาลโตนดเพื่อการแปรรูปอาหาร งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการ ออกแบบ และสร้าง เครื่องยีผลตาลโตนดเพื่อการแปรรูปอาหาร หาประสิทธิภาพของเครื่องยีผลตาลโตนด และหาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องยีผลตาลโตนด พบว่า เครื่องออกแบบให้สามารถใช้งานได้สะดวกและใช้งานได้จริง ช่วยลดเวลาในกระบวนการยีลูกตาลโตนดและการใช้แรงงานคน ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำด้วยสแตนเลสสำหรับอาหารโดยการออกแบบเครื่องยีผลตาลโตนดแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1) ส่วนสำหรับบดยีคัดแยกเนื้อตาล มีหน้าที่บดยีเนื้อตาลแยกออกจากเส้นใยตาล การทำงานจะมีแป้นกดที่ควบคุมโดยคันโยก ช่วยขยี้เนื้อตาลลงบนตะแกรงสแตนเลส
2) ส่วนปรับระยะการบดยีเนื้อตาล มีหน้าที่ควบคุมชุดคัดแยกเนื้อตาลให้ได้ระยะในการบดยี อาศัยหลักการโมเมนต์ ในการใช้จุดหมุนที่ใช้แรงในการดึงคันโยกให้เหมาะสมและสามารถควบคุมได้ง่าย
3) ส่วนต้นกำลังและควบคุมความเร็วมอเตอร์ โดยความเร็วรอบของมอเตอร์ 100 รอบต่อนาที ทำให้ผิวของเนื้อตาลแยกออกจากเส้นใยตาลได้ดี

ในการยีผลตาลโตนดที่น้ำหนัก 1.6 กิโลกรัมต่อครั้ง ได้เนื้อตาล เฉลี่ย 306 กรัม คิดเป็น 1.3 เท่าของแรงงานคนที่ยีเนื้อตาล ส่วนของเวลาในการยีผลตาลโตนด มีเวลาเฉลี่ย 5.6 นาที คิดเป็น 8.3 เท่าของแรงงานคนที่ยีเนื้อตาล นอกจากนี้เมื่อน้ำเครื่องยีผลตาลโตนด ไปทดลองใช้เพื่อการแปรรูปอาหารได้รับผลความพึงพอใจจากผู้ทดลองใช้ อยู่ในระดับดีมาก (อรุณ สุขแก้ว และ คณะ, 2559)

เทคนิคการดึงน้ำโดยวิธีออสโมซิสในผักและผลไม้

การดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส (Osmotic dehydration) เป็นการแปรรูปอาหารที่สามารถลดปริมาณน้ำในอาหารลงได้ โดยส่วนใหญ่มักดำเนินการกับผักผลไม้ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณน้ำมาก ทำได้โดยการแช่ผักผลไม้ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงซึ่งเรียกว่าสารละลายออสโมติก เช่น สารละลายน้ำตาล สารละลายเกลือ และสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลและเกลือ เป็นต้น การออสโมซิสสามารถลดปริมาณน้ำในวัตถุดิบลงได้โดย ไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนสูง เป็นวิธีลดปริมาณน้ำในผักผลไม้ที่ ไม่รุนแรง จึงไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพไปจากของสดมากนัก การดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายน้ำ บางส่วนจากเนื้อเยื่ออาหาร ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของแรงดัน ออสโมติกระหว่างภายในเซลล์ของอาหารและสารละลายออสโมติก เกิดเป็นแรงขับ (Driving force) ทำให้มีการถ่ายโอนมวลสารระหว่าง เซลล์ของอาหารและสารละลายออสโมติก ในลักษณะสวนทางกัน ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน (Semi-permeable membrane) สำหรับผักผลไม้ ผนังเซลล์สามารถยืดขยายตัวได้ เมื่อมีแรงดันเกิดขึ้นภายในเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จะทำหน้าที่เป็น เยื่อเลือกผ่าน โดยยอมให้น้ำแพร่ผ่านได้มากกว่าตัวถูกละลายของ สารละลาย

ออสโมติก โดยการถ่ายโอนมวลสารที่เกิดขึ้นระหว่าง การออสโมซิส ได้แก่ 1) น้ำภายในเซลล์ของผักผลไม้จะแพร่ออกจาก เซลล์สู่สารละลายออสโมติก 2) ตัวถูกละลายของสารละลายออสโมติก เช่น น้ำตาลหรือเกลือ จะแพร่เข้าสู่ภายในเซลล์ผักผลไม้ และ 3) สารบางอย่างที่มีอยู่ภายในเซลล์ผักผลไม้ตามธรรมชาติ เช่น กรดอินทรีย์และเกลือแร่ จะแพร่ออกจากเซลล์สู่สารละลายออสโมติก ทั้งนี้การถ่ายโอนมวลสารหลักที่เกิดขึ้นคือการเคลื่อนย้ายของน้ำ ภายในเซลล์ของผักผลไม้ที่เกิดสวนทางกับการเคลื่อนย้ายของตัวถูกละลายของสารละลายออสโมติก โดยการถ่ายโอนมวลสารนี้ จะเกิดขึ้นจนเข้าสู่สมดุลของสารละลายภายในและภายนอกเซลล์ ส่วนการเคลื่อนย้ายของสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเซลล์ผักผลไม้นั้น จะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส จะทำให้ปริมาณน้ำในผักผลไม้ลดลง ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น และ ทำให้น้ำหนักสุทธิลดลงได้ รวมถึงทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำ (Water activity; a_w) ของผักผลไม้ลดลงด้วย (Torreeggiani, 1993; Raoult-Wack, 1994) สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสในผักและผลไม้ ได้แก่ ลักษณะของผักและผลไม้ การเตรียมขั้นต้น อุณหภูมิและเวลาการออสโมซิส การคนหรือกวนสารละลาย ออสโมติก และ อัตราส่วนระหว่างสารละลายออสโมติกกับผักผลไม้ (วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, 2013)

น้ำหรือความชื้นในอาหาร เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ค่า Water activity เป็นค่าที่แสดงปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นการลดค่านี้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำแห้ง ใส่เกลือ หรือเติมน้ำตาลปริมาณสูง จะทำให้อาหารมีค่า Water activity (a_w) ต่ำลง ทำให้มีน้ำที่จุลินทรีย์สามารถใช้ได้มีน้อยลง จุลินทรีย์ก็จะเจริญได้ยาก อาหารแต่ละชนิดมีค่า a_w แตกต่างกัน อาจเกิดเน่าเสียจากจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน (ตารางที่ 2) อาหารประเภทที่มีค่า a_w ใกล้เคียง 1 ได้แก่ อาหารสดทั้งหลาย เช่น อาหารทะเล ผักสด เป็นต้น อาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มอาหารกึ่งแห้ง มีค่า a_w ในช่วง 0.6 -0.9 ได้แก่ แยม ทุเรียนกวน กุ้งแห้ง เป็นต้น ส่วนอาหารที่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ได้แก่ อาหารแห้ง นมผง กาแฟ จะเก็บรักษาได้นานเป็นต้น

ตาราง 2 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร

(a_w)	**จุลินทรีย์ที่เจริญได้ ที่ค่า a_w ระดับน้ำหรือสูงกว่า**	**อาหาร**
0.95	จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (Microbial spoilage) ยีสต์บางชนิด แบคทีเรียก่อโรค (Pathogen) ได้แก่ *Eschericiae coli*, *Clostridium perfringens*	อาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ (หมู ไก่ เนื้อวัว น้ำนม ไข่ ไส้กรอกสุก เป็นต้น)
0.91	เชื้อซาลโมเนลล่า(Salmonella) แลคโตบาซิลลัส (Lactobacillus) และราบางชนิด	เนยแข็ง (Cheese) แฮม น้ำผลไม้เข้มข้น
0.85	ยีสต์หลายชนิด	ไส้กรอกหมัก, เค้กฟองน้ำ, เนยเทียม
0.80	ราส่วนใหญ่ ยีสต์ในสกุล Saccharomyces sp., *Staphylococcus aureus*	น้ำผลไม้เข้มข้น, นมข้นหวาน , นมข้น, น้ำเชื่อม, แป้ง,

(a_w)	จุลินทรีย์ที่เจริญได้ ที่ค่า a_w ระดับน้ำหรือสูงกว่า	อาหาร
0.75	แบคทีเรียที่ทนเกลือ (Halophilic bacteria)	แยม, แยมผิวส้ม, ผลไม้แช่อิ่ม, มาร์ชแมลโลว์
0.65	ราที่ชอบความแห้ง (Xerophilic mold)	ข้าวโอ๊ตรีดที่มีความชื้น10%, เยลลี่ , กากน้ำตาล, ถั่ว
0.60	ยีสต์บางชนิด ราไม่กี่ชนิด	ผลไม้แห้งที่มีความชื้น 15-20% , คาราเมล, ลูกอม, น้ำผึ้ง

กล่าวโดยทั่วไป แบคทีเรียต้องการ a_w ในการเจริญที่สูงกว่าราและยีสต์ หรือแม้แต่ในกลุ่มแบคทีเรียด้วยกันก็ยังต้องการ a_w ในการเจริญที่แตกต่างกัน แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียส่วนใหญ่จะไม่สามารถเจริญได้ถ้าอาหารมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.90 แต่อาจมีแบคทีเรียบางกลุ่มที่สามารถเจริญที่ a_w ต่ำกว่านั้นได้ เช่น แบคทีเรียที่ชอบเกลือ ซึ่งสามารถเจริญได้ที่ a_w ประมาณ 0.75 ทำให้เกิดปัญหาการเน่าเสียในอาหารที่มีการเติมเกลือ เช่น ปลาเค็ม เบคอน เป็นต้น สำหรับราสามารถเจริญในอาหารที่มีค่า a_w ต่ำได้ดีกว่าแบคทีเรีย จึงอาจเป็นปัญหาในอาหารแห้ง เครื่องเทศ ส่วนอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลสูงอาจเกิดการเน่าเสียจากยีสต์ ซึ่ง Osmophilic yeast สามารถเจริญได้ (เจริญ เจริญ เจริญชัย, 2555)

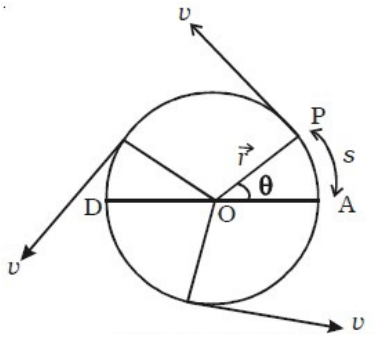
ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) เป็นอัตราส่วนของความดันไอ (Vapour pressure) ของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (P_o) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน (ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556)

$$a_w = P/Po$$

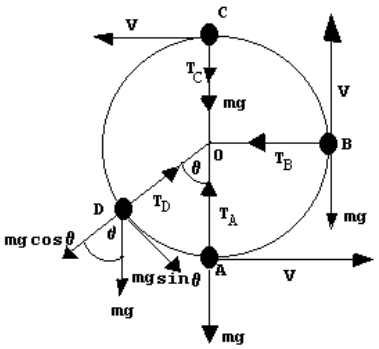
ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบวงกลม

เนื่องจากกระบวนการการแปรรูปไชโป้วดองเค็ม ต้องมีการนวดกดหลายๆ ครั้ง ในอดีตจะใช้แรงกดจากการขยำหรือทับ แต่ลักษณะดังกล่าวเป็นการแปรรูปที่ไม่ถูกสุขลักษณะทางด้านอาหาร บางส่วนของชาวบ้านจึงใช้มือนวดในการแปรรูปแทน ทำให้กระบวนการจำเป็นต้องพึ่งแรงงานคนจำนวนมาก การหาเครื่องมือทดแทนที่มีลักษะการทำงานใกล้เคียงและลดการใช้แรงจากคนจึงจำเป็นอย่างยิ่ง โดยปกติการแปรรูปไชโป้วของกลุ่มวิสาหกิจไชโป้วหวานบ้านคาจะใช้วิธีการนำไชโป้วใส่ตะกร้าที่คลุกกับเกลือแล้วทำการโยนขึ้นลงซ้ำไปมา โดยมีจุดประสงหลักเพื่อให้ผักกาดหัวสามารถคลุกเข้ากันได้ดีกับเกลือและสารปรุงแต่งอื่น ๆ ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบวงกลมจัดเป็นหนึ่งในการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ โดยลักษณะเป็นวงกลม จะช่วยทำให้เกิดการผสมกันได้ ด้วยหลักการการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีแรงกระทำตั้งฉากกับเวกเตอร์ความเร็วเสมอตลอดการเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนววงกลม แต่ยังคงมีความเร่งเกิดขึ้น ซึ่งความเร่งจะขึ้นกับการเปลี่ยนเวกเตอร์ความเร็ว ซึ่งเวกเตอร์ความเร็วจะมีทิศสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศตั้งฉากกับแนวรัศมีวงกลม เรียกความเร่งชนิดนี้ว่า ความเร่งแนวสัมผัสวงกลม (a_T) เวกเตอร์ความเร่งในการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีทิศตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางวงกลมเสมอ เราเรียกความเร่งนี้ว่าความเร่งสู่ศูนย์กลาง (a_C) สำหรับการเคลื่อนที่แบบวงกลมนั้นมีหลากหลายแบบ ในงานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่แบบวงกลม 2 แบบ คือ การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวราบ และ การเคลื่อนที่แบบ

วงกลมในแนวดิ่ง ซึ่งก็จะมีแรงที่กระทำต่อวัตถุแตกต่างกัน การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวราบนั้นแรงที่กระทำกับวัตถุจะมีค่าเท่ากันในทุกตำแหน่ง (รูปที่ 1) แต่ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวดิ่งนั้นแรงที่กระทำกับวัตถุในแต่ละตำแหน่งจะไปเท่ากัน เนื่องจากมีผลจากแรงโน้มของโลกที่กระทำต่อวัตถุ (รูปที่ 2) และตารางที่ 3 เปรียบเทียบการหมุนแกนตั้งกับการหมุนแนวนอนโดยทั่วไป



รูปที่ 1 การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวราบ



รูปที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวดิ่ง

ตาราง 3 เปรียบเทียบการหมุนแกนตั้งกับการหมุนแนวนอน

	การหมุนแกนตั้ง (คล้ายคลึงเครื่องซักผ้าฝาบน) (ดังรูปภาคผนวกที่ 18)	**การหมุนแนวนอน (คล้ายคลึงเครื่องซักผ้าฝาหน้า) (ดังรูปภาคผนวกที่ 20)**
ข้อดี	1. ราคาถูก ประกอบและซ่อมเครื่องง่าย นิยมในท้องตลาด	1. ให้แรงแก่วัตถุที่มากกว่าการหมุนแกนตั้ง 2. สะดวกในการเอาของเข้าและออก
ข้อเสีย	1.ให้แรงแก่วัตถุได้น้อย 2.ไม่อำนวยความสะดวกในการใส่และเอาของออก 3. ใช้สำหรับกวนผสมได้ไม่ดี	1. ราคาแพง 2. ซ่อมบำรุงได้ยากกว่าการหมุนแกนตั้ง 3. ใช้ไฟฟ้ามากเนื่องจากมอเตอร์มีรอบการหมุนต่ำ

การแปรรูปผักกาดหัวแบบดั้งเดิมและการทดลองการกวนตากเครื่องแนวตั้ง

จากงานวิจัยเบื้องต้น (พิสิฐพงษ์ และคณะ พ.ศ.2562) การแปรรูปไชโป๊วแบบดั้งเดิมของชาวบ้านนี้จะเกิดจากแรงงานของเกษตรกรในท้องถิ่น โดยนำผักกาดหัวมาตัดหัวและล้างทำความสะอาดก่อนจะเริ่มนำมาคลุกเคล้ากับเกลือ และสารกันบูดเล็กน้อย โดยใช้ผักกาดหัวจำนวน 30 กิโลกรัม จะใช้แรงงาน 1 คน ในการกวน 3 รอบ โดยใช้เวลารอบละ 40 ถึง 50 นาทีเพื่อคลุกเกลือให้เข้ากับผักกาดหัว ก่อนจะนำไปตากแดด ทำกระบวนการนี้ซ้ำกันทั้งหมด 3 วัน เพื่อทำให้ผักกาดหัวที่ได้แห้งเพียงพอต่อการเก็บรักษาและปรุงแต่งรสชาติต่อไป จากกระบวนการข้างต้นนี้เมื่อสรุประยะเวลาในการทำงานดังตารางที่ 10 และ 11 จะพบว่าเวลาที่ใช้ในการนวดผักกาดหัว เพื่อคลุกกับเกลือและโซเดียมเบนโซเอทต่อวันอย่างน้อย 2 ชั่วโมงต่อวันและจำเป็นต้องใช้แรงงานที่สูง นอกจากนี้ในขั้นตอนของการใช้โซเดียมเบนโซเอทก่อให้เกิดอันตราบต่อผู้ปฏิบัติงานได้ เนื่องจากโซเดียมเบนโซเอททำให้สภาวะของสารละลายในผักกาดหัวเริ่มต้นมีความเป็นกรดอยู่ในช่วง pH 2 ถึง 4 ซึ่งเป็นอันตรายต่อผิวหนังของผู้ปฏิบัติงานได้

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องช่วยนวดผักกาดหัวในแนวแกนตั้ง เพื่อเปรียบเทียบการผสมและการลดปริมาณน้ำในผักกาดหัวระหว่างการใช้แรงจากคนเทียบกับการใช้แรงจากเครื่องมือปั่นเหวี่ยง โดยเครื่องกวนแนวตั้งและใช้ส่วนผสมเท่ากับการนวดมือดังตารางที่ 4 ขนาดของถังกวนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ซม. และสูง 60 ซม. สามารถหมุนได้ตั้งแต่ความเร็วรอบ 100 จนถึง 1000 รอบต่อนาที จากผลการทดลองดังรูปที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำในผักกาดหัวโดยใช้เครื่องจะลดลงได้ไวกว่าในช่วง 24 ถึง 48 ชั่วโมงของการหมักเกลือ แต่เมื่อทำกระบวนการเดิมซ้ำในวันที่ 3 จะมีปริมาณน้ำที่เหลือในไชโป๊วประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักที่เริ่มต้น เมื่อวัดปริมาณเกลือ (ความเค็ม) ในไชโป๊วที่ได้แปรรูปดังรูปที่ 4 พบว่า ไชโป๊วที่ใช้เครื่องนวดจะมีปริมาณเกลือที่ต่ำกว่าไชโป๊วที่ได้จากแรงงานคน จากผลการทดลองข้างต้นสรุปได้ดังนี้เครื่องนวดที่ใช้ในการผสมเกลือกับผักกาดหัวช่วยลดเวลาและอันตรายจากการแปรรูปอาหาร ช่วยให้การถนอมอาหารเร็วขึ้นดังนั้นปริมาณเกลือและโซเดียมเบนโซเอท (สารกันบูด) ที่ใช้ในกระบวนการลดลง ส่งผลให้อาหารที่แปรรูปมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น

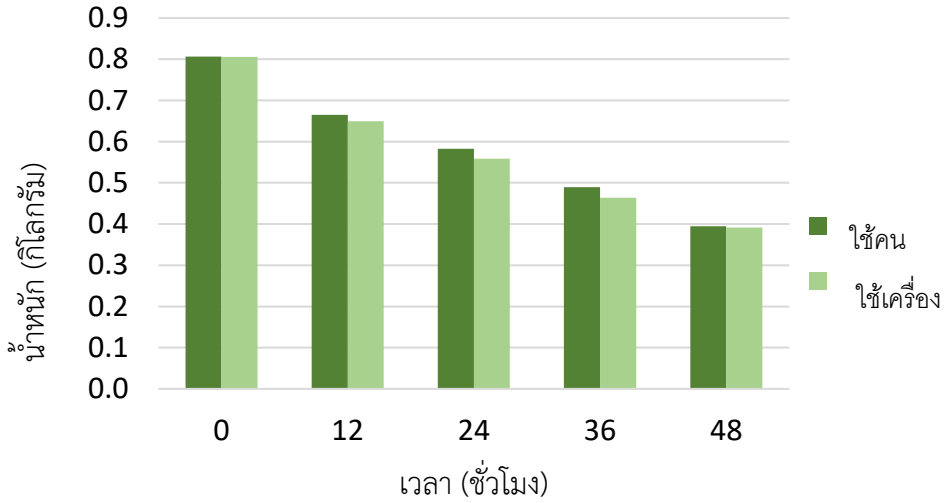
แต่อย่างไรก็ตามเครื่องทดลองข้างต้นนี้ยังมีข้อจำกัดและข้อเสีย อย่างเช่น

1. พลาสติกไม่สามารถรับน้ำหนักหรือแรงกระแทกจากการปั่นมากกว่า 20 กิโลกรัม
2. พลาสติกไม่คงทนต่อสภาวะความเป็นกรดที่เกิดขึ้นได้ในระยะยาว
3. ถังแนวตั้งไม่สะดวกต่อการนำไชโป๊วไปตากแดด เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานต้องก้มหยิบผักกาดหัวออกจากถัง หากดำเนินการต่อเนื่องไประยะเวลานาน อาจทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยแผ่นหลังได้
4. การนวดแบบแนวตั้งทำให้ผักกาดหัวที่อยู่ด้านบนผสมเข้ากับเกลือหรือส่วนผสมอื่นๆ ได้ไม่ดี

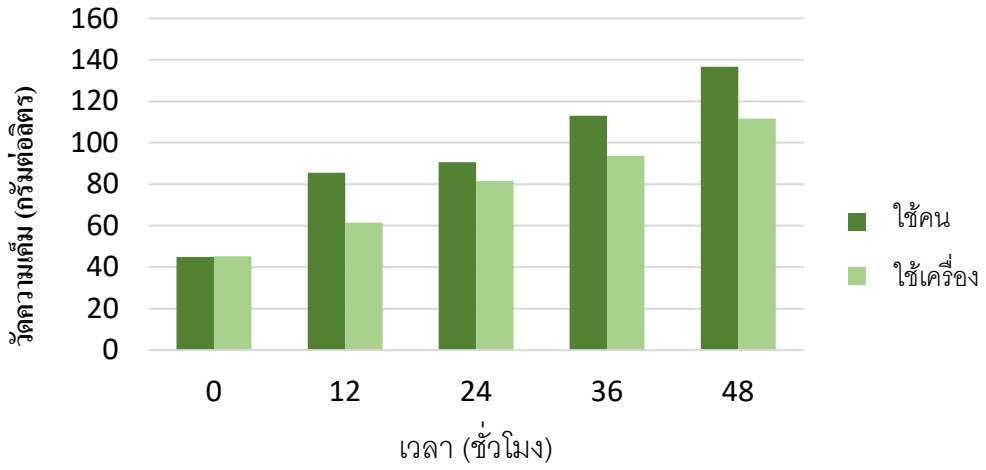
ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาข้างต้นตัวเครื่องควรใช้วัสดุประเภทสแตนเลสเกรด 316 เนื่องจากมีความทนทานต่อกรดได้ดีกว่าสแตนเลสเกรด 304 และควรมีความหนาอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร เพื่อจะได้สามารถรับแรงที่เกิดจากผสมผักกาดหัวกับสารเติมแต่งต่างได้ นอกจากนี้การใช้เครื่องผสมแนวนอนดัง จะช่วยให้เกลือสามารถผสมกับผักกาดหัวได้ดีกว่าเครื่องแนวตั้งแบบมีใบกวนหรือไม่มีใบกวน เครื่องผสมแนวนอนยังสามารถนำผักกาดหัวที่แปรรูปแล้วออกจากถังได้สะดวกกว่าเครื่องแบบแนวตั้งอีกด้วย

ตาราง 4 ระยะเวลาและกิจกรรมที่ใช้ในการแปรผักกาดหัวใน 1 วัน

เวลา	**กิจกรรม**	**จำนวนคน**
5.00-6.00 น.	เก็บผักกาดหัวจากแปลงของสมาชิก	2-3 คนต่อไร่
6.00-8.00 น.	รวบรวมผักกาดหัวจากชาวบ้านนอกกลุ่มวิสาหกิจ	2 คน
8.00-9.00 น.	ทำความสะอาด ปอกเปลือก และหั่นผักกาดหัว	1 คนต่อ 30 กก.
9.00-11.00 น.	ใส่เกลือพร้อมกับนวดผักกาดหัว	1 คนต่อ 30 กก.
11.00-13.00 น.	ตากผักกาดหัว	1 คนต่อ 30 กก.
13.00-14.00 น.	ใส่เกลือพร้อมกับนวดผักกาดหัว	1 คนต่อ 30 กก.
14.00-16.00 น.	ตากผักกาดหัว	1 คนต่อ 30 กก.
หลังจาก 16.00 น.	ใส่เกลือพร้อมกับผักกาดหัวเก็บในภาชนะปิดข้ามคืนก่อนนำมานวดและตากต่อไป	1 คนต่อ 30 กก.



รูปที่ 3 แสดงผลของน้ำหนักของนวดผักกาดหัวที่หมักเกลือโดยใช้เครื่องนวดที่ความเร็วรอบ 100 และใช้แรงงาน



รูปที่ 4 แสดงผลของความเค็มในผักกาดหัวหมักเกลือใช้เครื่องนวดที่ความเร็วรอบ 100 และใช้แรงงาน

สร้างเครื่องต้นแบบสำหรับนวดผักกาดหัว

เครื่องต้นแบบสำหรับนวดผักกาดหัว แบบที่ 1 (รูปที่ 19) เครื่องนวดแบบแนวตั้งมีใบพัด แบบที่ 2 เครื่องนวดแบบแนวตั้งคล้ายเครื่องซักผ้าฝาบน (รูปภาคผนวกที่ 18) และแบบที่ 3 เครื่องนวดแบบแนวนอน (รูปภาคผนวกที่ 20) จากผลการทดลองที่ผ่านมาพบว่าเครื่องนวดรูปแบบที่ 1 นั้นเป็นการนวดที่ไม่เหมาะกับผักกาดหัวที่มีความนิ่ม ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพในการกวนผสมที่ดี แต่ไชโป้วที่ได้เละและดูไม่น่ารับประทาน ซึ่งไม่เป็นไปตามความต้องการของการแปรรูปไชโป้วแบบดั้งเดิมของชาวบ้าน รูปแบบที่ 2 นั้นเป็นการนวดที่ทำให้ไชโป้วมีความนิ่มที่เหมาะ ไม่อำนวยความสะดวกในการใส่และเอาของออก ดังนั้นรูปแบบที่ 3 จะยังช่วยรักษาคุณสมบัติในการผสมตามหลักการการหมุนเช่นเดิม แต่เพิ่มเติมความสะดวกในการนำผลผลิตเข้าและออก รวมถึงจะใช้วัสดุที่คงทนและเป็นไปตามหลักการแปรรูปอาหารที่ถูกสุขลักษณะยิ่งขึ้น

บทที่ 3
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

1. **การลงพื้นที่** แบ่งออกเป็น 3 วัตถุประสงค์ ดังนี้

1.1. ประชุมชี้แจงการดำเนินงาน วัตถุประสงค์ และผลที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมโครงการ

1.2. การสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่สนใจเข้าร่วมโครงการ เช่น ต้นทุนการประกอบอาชีพภาคเกษตร ค่าขนส่ง และปัญหาทางการเกษตร เพื่อหาแนวทางการจัดการที่เหมาะสม

1.3. การอบรมและติดตามถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อการแปรรูปอาหารปลอดภัย

- การนำเครื่องมือชั่งวัดสำหรับวัดสูตรที่เหมาะสม

  ติดตั้งเครื่องชั่งในพื้นที่ที่ไม่มีการสั่นสะเทือน และอยู่ในแนวระนาบกดปุ่ม ON/OFF รอจนหน้าจอแสดงตัวเลข 0.0 กดปุ่มเลือกหน่วยที่จะใช้ Mode เพื่อเลือกหน่วย g / oz / lb / kg วางของที่ต้องการจะชั่ง อ่านค่าตัวเลขที่ได้ รักษาความสะอาดของเครื่องชั่งให้มีความสะอาดอยู่เสมอ และปิดด้วยผ้าคลุมเพื่อป้องกันฝุ่นเข้าไปในเครื่องชั่ง

- การอบรมด้านการทดสอบอาหารปลอดภัยทางจุลินทรีย์และสารเคมี อ้างอิงสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข เช่น การทดสอบจุลินทรีย์ (ยีสต์ เชื้อรา เชื้อสแตฟฟีโลคอคคัส ออเรียส (อ14) บักเตรี) และ การทดสอบสารเคมี (กรดเบนโซอิก สารฟอกขาว)
- การอบรมด้านการใช้เครื่องนวดผักกาดหัว

บทที่ 4
ผลการวิจัย อภิปรายและวิจารณ์ผล

ทางคณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อทำการชี้แจงการดำเนินงานของโครงการฯให้กับเกษตรกร โดยผ่านทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่สนใจการแปรรูปผักและผลไม้ในพื้นที่อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี อย่างน้อย 57 ราย แบ่งเป็นผู้แปรรูปผักกาดหัว ผักกาดขาว สับปะรด ผักและผลไม้อื่นๆ พบว่ากลุ่มเป้าหมายผู้ปลูกผัก มีความต้องการแปรรูปผักกาดหัวเป็นหัวไชโป๊วหวานทั้งหมดอย่างน้อย 30 ราย ด้วยความต้องการข้างต้นนี้ทางกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักกาดหัวจึงรวมตัวกัน (ดังรูปภาคผนวกที่ 21) เพื่อจุดประสงค์ในการแปรรูปผักกาดหัวในพื้นที่อำเภอบ้านคา โดยทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเข้าไปจัดกิจกรรม เช่น การส่งเสริมการรวมกลุ่มปลูกและแปรรูป ด้านเทคโนโลยีและคุณภาพของการแปรรูปผักกาดหัว รวมถึงงานในโครงการดังกล่าวนี้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของสำนักงานสหกรณ์เกษตรและสหกรณ์ จังหวัดราชบุรี ได้เข้าไปจัดกิจกรรมสำหรับการส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มสหกรณ์ด้านการจัดทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนในการเพาะปลูกผักกาดหัว การขาย และการลงทุนในอนาคตอีกด้วย (ดังรูปภาคผนวกที่ 22 และ 23) นอกจากนี้ทางกลุ่มแปรรูปผักและผลไม้อื่นๆ และทางผู้ประกอบการตลาดศรีเมือง ให้ความสนใจในกระบวนการแปรรูปอาหารและทดสอบความปลอดภัยทางด้านอาหาร ที่มีประโยชน์ต่อผู้บริโภค โดยพิจารณาตั้งแต่วัตถุดิบจนถึงผลิตภัณฑ์ที่วางขายแก่ผู้ประกอบการ จนสามารถยกระดับผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของวิสาหกิจชุมชนและหน่วยงานที่สนใจเข้าร่วมโครงการประกอบด้วย

- วิสาหกิจไชโป๊วหวานบ้านคา ประธานกลุ่มนายประทีบ พวงเครือ เลขที่ 84 หมู่ 15 ตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี 70180 เบอร์โทรศัพท์ 095-1639204 ก่อตั้งปี พศ. 2561 จากกลุ่มผู้ปลูกผักในพื้นที่ตำบลบ้านคา สมาชิกทั้งหมดอยู่ 30 ราย ประกอบด้วยพื้นที่การเกษตรทั้งหมดคือ 228 ไร่ คิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกผักกาดหัวร้อยละ 66.4 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะเป็นผักประเภทอื่น ๆ เช่น หอมแบ่ง ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว เป็นต้น สิ่งที่จะได้รับ

1. ความรู้ด้านการเตรียมอาหารปลอดภัยในหัวข้อของการทดสอบบัคเตรี ซึ่งจะพบในผักกาดหัวสดที่รับซื้อ และการใช้สารกันบูด(กรดเบนโซอิก)ในปริมาณที่เหมาะสม สำหรับการแปรรูปผักกาดหัว

2. เครื่องนวดหัวไชโป๊ว เพื่อช่วยในการลดเวลาและการใช้แรงงานสำหรับการแปรรูปผักกาดหัว

3. ช่วยประเมินแผนทางการค้า รายรับ-รายจ่าย และตลาด เบื้องต้น เพื่อให้วิสาหกิจชุมชนจัดทำแผนการดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ

- วิสาหกิจพันจันทร์หวานละมุน ประธานกลุ่มนางนุช ถิ่นวงษ์ม่อม เลขที่ 56/2 หมู่ 11 ตำบลพันจันทร์ อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี 70180 เบอร์โทรศัพท์ 092-4107329 ก่อตั้งจากกลุ่มผู้ปลูกสับปะรดและผักในพื้นที่บ้านคา ก่อตั้งปี พ.ศ. 2560 จากกลุ่มผู้ปลูกผักและผลไม้ในพื้นที่ตำบลพันจันทร์ สมาชิกทั้งหมดอยู่ 11 ราย ประกอบด้วยพื้นที่การเกษตรทั้งหมดคือ 22 ไร่ คิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดร้อยละ 90 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะเป็นผักประเภทอื่น ๆ เช่น ผักกาดหัว ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว เป็นต้น สิ่งที่จะได้รับ

1. ความรู้ด้านการเตรียมอาหารปลอดภัยในหัวข้อของการทดสอบบัคเตรี ซึ่งจะพบในสับปะรดที่รับซื้อก่อนการแปรรูปสับปะรด และการใช้สารกันบูด(กรดเบนโซอิก) ในปริมาณที่เหมาะสม สำหรับการแปรรูปสับปะรดกวน

- คณะทำงานตลาดศรีเมืองหรือพื้นที่การบริหารงานภายใต้ บริษัท แอ็กโกรคอมเมอร์ส กรุ๊ป จำกัด กรรมการผู้จัดการบริษัทคือ นายนภินทร ศรีสรรพางค์ พื้นที่กว่า 200 ไร่ พนักงานในแผนกตรวจสอบยาฆ่าแมลงในผักและผลไม้ที่ขายในตลาดฯ 10 คน สิ่งที่จะได้รับ

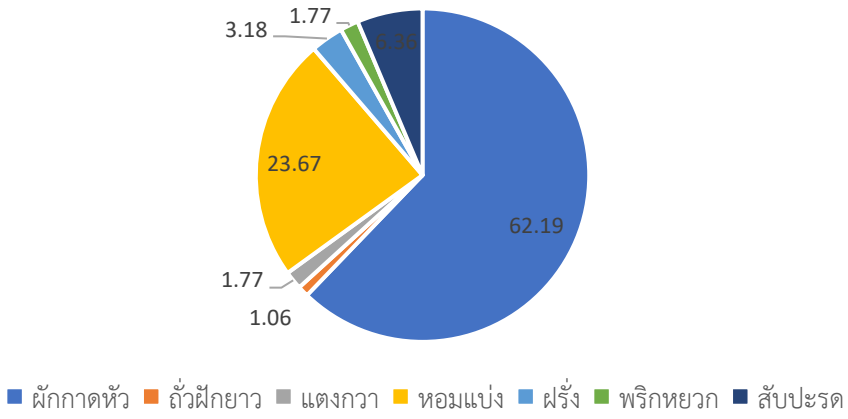
1. ความรู้ด้านอาหารปลอดภัยในหัวข้อของการทดสอบบัคเตรี ซึ่งจะพบในพืชสด และสารกันบูดในอาหารแปรรูปสำหรับเจ้าหน้าที่ของบริษัทฯ

2. ได้กลุ่มเกษตรกรผู้ส่งผักและผลไม้สู่ตลาดศรีเมือง จากวิสาหกิจไชโป้วหวานบ้านคาและวิสาหกิจพันจันทร์หวานละมุนที่มีความรู้ด้านการใช้ยาฆ่าแมลง และอาหารอย่างปลอดภัย

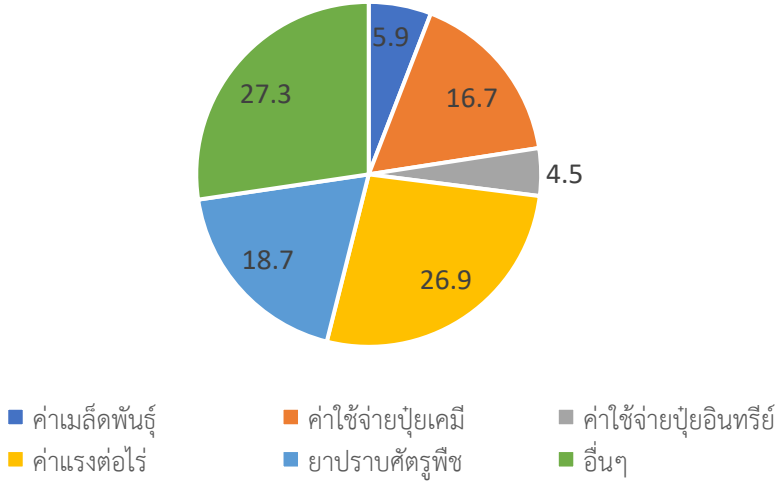
3. ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผักกาดหัวอย่างปลอดภัย สำหรับขายในตลาดศรีเมือง

ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มผู้แปรรูปหัวผักกาดบ้านคาและวิสาหกิจหนองพันจันทร์ เกิดจากสมาชิกผู้ปลูกผักกาดหัว จำนวน 60 ครอบครัว คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 250 ไร่ หรือคิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกผักกาดหัวร้อยละ 62 ของผักและผลไม้ที่เพาะปลูกทั้งหมด (ดังรูปที่ 5) และแหล่งน้ำทางการเกษตรส่วนบุคคลเพื่อการเพาะปลูกผักกาดหัวโดยเฉพาะร้อยละ 6.14 ของพื้นที่ทั้งหมด และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,181 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่ดังกล่าวสามารถปลูกผักกาดหัวได้ 2 ถึง 5 รอบต่อปี ผลผลิตที่ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 7.7 ตันต่อไร่ หรือมีรายได้เฉลี่ยต่อไร่คือ 25,000 บาท จึงทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในการเพาะปลูกผักกาดหัวได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว

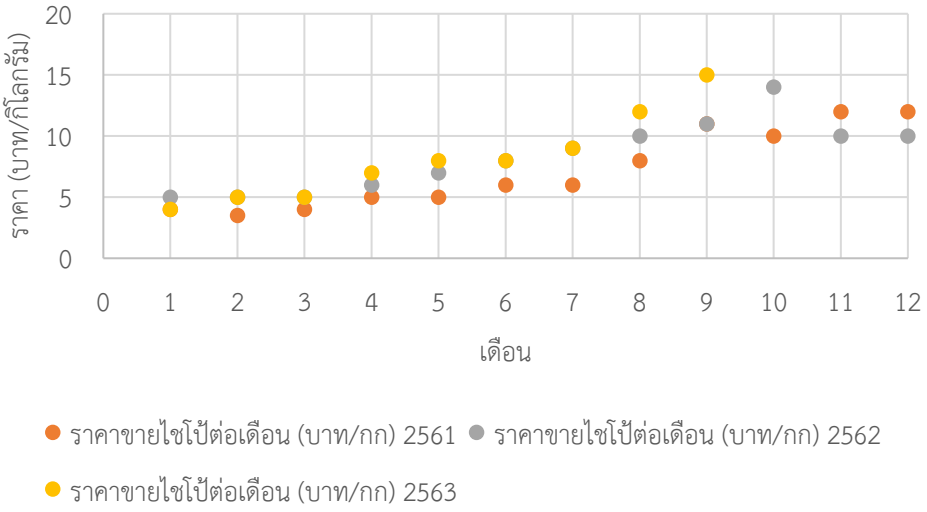
ต้นทุนการปลูกผักกาดหัวแสดงไว้ (ดังรูปที่ 6) พบว่า ค่าแรงงานในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวมีสัดส่วนสูงสุดในการเพาะปลูกคือร้อยละ 26.9 ค่าใช้จ่ายสำหรับปุ๋ยทั้งหมดร้อยละ 21 และ ค่ายาปราบศัตรูพืชร้อยละ 18.7 และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าน้ำมัน ค่าวัสดุสำหรับการปลูก เป็นต้น จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายด้านแรงงานจะสูงมาก และการหาแรงงานเพื่อการเพาะปลูกก็เป็นสิ่งที่ขาดแคลนเช่นกันในปัจจุบันนี้ หากพิจารณาราคาขายส่งของผักกาดหัวสดผ่านพ่อค้าคนกลางที่ส่งไปยังตลาดกลาง พบว่าราคาหน้าไร่เฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 3.5 บาทต่อกิโลกรัม และราคาสูงสุดอยู่ที่ 15 บาทต่อกิโลกรัม ราคาขายโดยเฉลี่ยต่อปีคือ 7 ถึง 8 บาทต่อกิโลกรัม (ดังรูปที่ 7) ราคาขายจะต่ำช่วงต้นปีและราคาจะเพิ่มขึ้นสูงสุดช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม ราคาขายผักกสดหัวสด ณ เดือนสิงหาคมถึงกันยายนอยู่ที่ 18-25 บาทต่อกิโลกรัม (อ้างอิงราคาจากตลาดสี่มุมเมือง และตลาดศรีเมือง) ในขณะที่ราคาไชโป้วหวานในท้องตลาดจะมีราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 100 ถึง 120 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นหากกลุ่มเกษตรกรสามารถแปรรูปผักกาดหัวสดเป็นอาหาร จะส่งผลให้ทางกลุ่มผู้ปลูกผักกาดหัวสามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้



รูปที่ 5 แสดงสัดส่วนของเกษตรกรผู้ปลูกผักและผลไม้จากวิสาหกิจไชโป้วหวานบ้านคาและวิสาหกิจพันจันทร์หวานละมุน



รูปที่ 6 แสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายของเกษตรกรผู้ปลูกผักกาดหัว



รูปที่ 7 แสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายของเกษตรกรผู้ปลูกผักกาดหัว

สร้างเครื่องต้นแบบทดสอบกระบวนการทำไชโป๊วหวาน และอบรมถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี: เครื่องมือชั่งวัด และเครื่องนวดผักกาดหัว

อบรมการใช้เครื่องนวดผักกาดหัวและทดสอบความเข้าใจในการเตรียมไชโป๊วสูตรปลอดภัย (สารกันบูดน้อยกว่าร้อยละ 1) พบว่าทางกลุ่มผู้อบรมสามารถชั่งตวงวัดด้วยเครื่องวัดดิจิตอลแทนเครื่องชั่งแบบเข็มได้

สูตรผักกาดหัวที่ใช้ในการแปรรูป

เก็บบันทึกข้อมูลสูตรการแปรรูปไชโป๊วหวาน โดยเริ่มจากล้างผักกาดหัวสด ปลอกเปลือกและล้างทำความสะอาดดินที่ติด จากนั้นนำมาหั่นเป็นชิ้นที่มีขนาดเล็กลง จากการเก็บข้อมูลทำให้ทราบว่า น้ำหนักต่อชิ้นของผักกาดหัวสดเฉลี่ยคือ 196.12 กรัมต่อชิ้น ทำการประเมินสูตรดั้งเดิมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผักกาดหัวบ้านคาโดยใช้เครื่องชั่งมาตราฐานที่ใช้ในการวัดและเตรียมเครื่องปรุงสำหรับแปรรูปผักกาดหัว (ดังรูปในภาคผนวกที่ 28) ทางกลุ่มไม่ได้จัดทำสูตรหรือคำนวณสัดส่วนที่เตรียมไชโป๊วหวานมาก่อน ซึ่งโดยปกติจะทำการวัดจากการประมาณโดยใช้ถ้วยหรือมือของผู้ปรุงเป็นหลัก ทางผู้อบรมจึงจำเป็นต้องช่วยในการหาเครื่องชั่งวัด แนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ให้ถูกสุขลักษณะแทนการใช้มือชั่งวัด และจัดทำสูตรการทำไชโป๊วหวานให้กับทางกลุ่มอย่างเป็นระบบ เพื่อที่จะได้ทราบปริมาณของสารกันบูดที่ใช้และหาวิธีการในการลดปริมาณสารดังกล่าวต่อไป (ดังตารางที่ 5) พบว่าปริมาณการใส่สาร กรดเบนโซอิก (Sodium benzoate) ของทางกลุ่มอยู่ที่ร้อยละเฉลี่ย 0.23 เทียบกับน้ำหนักไชโป๊วหวาน หรือคิดเป็น 3.06 กรัมกรดเบนโซอิกต่อกิโลกรัมของน้ำหนักไชโป๊วหวาน ซึ่งตามมาตรฐานการแปรรูปไชโป๊วหวาน ควบคุมปริมาณกรดเบนโซอิก ในระดับที่ 1 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556) ปริมาณเกลือเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 10 และความหวานอยู่ที่ร้อยละเฉลี่ย 14 จากข้อมูลดั้งเดิมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 เมื่อทางผู้อบรมได้รับโครงการจากทางกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 8 ทางผู้วิจัยจึงเข้าไปให้คำแนะนำได้แก่ การจัดหาเครื่องมือชั่งตวงวัดที่จำเป็น การหาอุปกรณ์และให้คำแนะนำเรื่องการใช้อุปกรณ์ในการแปรรูปจากสแตนเลส แนะนำเรื่องของทำความเพื่อให้ปราศจากสะอาดจากเชื้อโรค โดยเฉพาะอีโคไลน์ ซึ่งมักพบจำนวนมากในผักหัวที่ปลูกกับพื้นดิน และการใช้สารเคมีปรุงอาหารอย่างเหมาะสม เช่น เกลือ น้ำ ตาล และสารกันบูด ซึ่งจะกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของสารกันบูดก็ส่งผลต่อระยะการเก็บไชโป๊วหวานเช่นกันดังตารางที่ 9 พบว่าถ้าใส่ปริมารสารกันบูดตามมาตราฐาน จะสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้อย่างน้อย 2 เดือนแต่ไม่เกิน 3 เดือน เป็นต้น

ตาราง 5 สูตรการเตรียมไชโป๊วหวานดั้งเดิม

ชนิด	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
สารกันบูด	2.7	0.23
เกลือ	125.2	10.57
ไชโป๊วตากแห้ง	882.1	74.44
น้ำตาล	175	14.77

ตาราง 6 สูตรการเตรียมไซโป้วหวานดั้งเดิม และแบบปัจจุบัน

ชนิด	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	ไซโป้วสูตรดั้งเดิม	ไซโป้วสูตร (น้อยกว่า 0.1%)	ไซโป้วสูตร 0.05%
สารกันบูด	0.23	0.08	0.040
เกลือ	10.57	11.29	11.28
ไซโป้วตากแห้ง	74.44	72.86	72.91
น้ำตาล	14.77	15.77	15.77
การเก็บรักษา	4 ถึง 5 เดือนในอุณหภูมิห้อง	1 ถึง 2 เดือนในอุณหภูมิห้อง หรือ 3 เดือนในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ ที่อุณหภูมิน้อยกว่า 5 องศาเซลเซียส	1 เดือนในอุณหภูมิห้อง หรือ 3 เดือนในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ ที่อุณหภูมิน้อยกว่า -10 องศาเซลเซียส

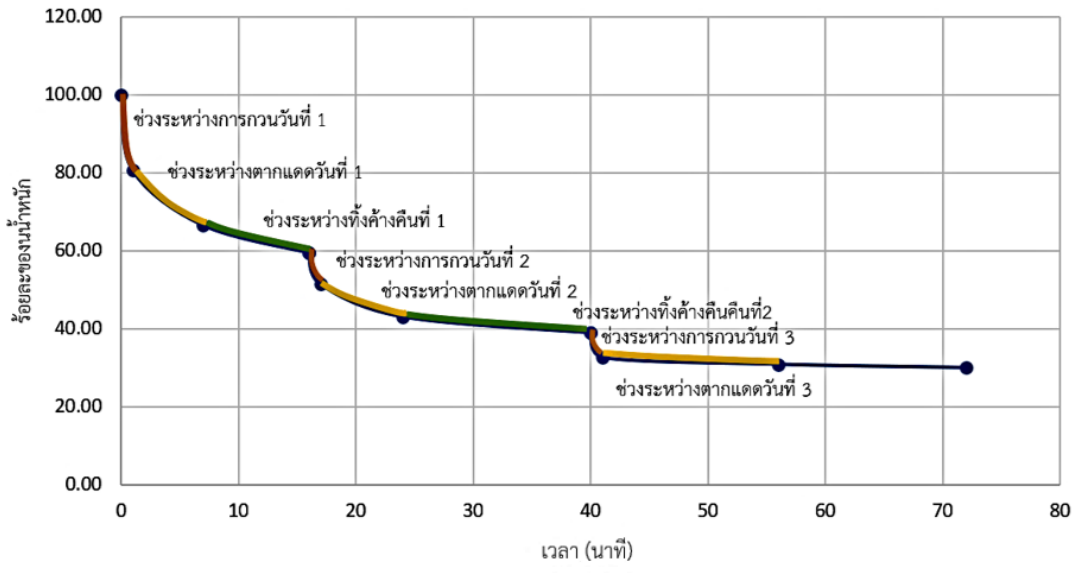
3. ผลการทดลองเครื่องนวดผักกาดหัวสำหรับแปรรูปผักกาดหัว

3.1 ด้านการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก เปรียบเทียบระหว่างเครื่องนวดเทียบกับนวดด้วยมือ

การทดลองด้านการแปรรูปผักกาดหัว แบ่งเป็น 4 แบบดังนี้

- เครื่องนวด 3 วัน
- มือนวด 3 วัน
- เครื่องนวด 1 วัน
- มือนวด 1 วัน

ผลการทดลองด้านการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผักกาดหัวจากเครื่องนวดแบบแนวนอน 3 วัน ดังรูปที่ 8 พบว่า



รูปที่ 8 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการนวดด้วยเครื่องเป็นเวลา 3 วัน

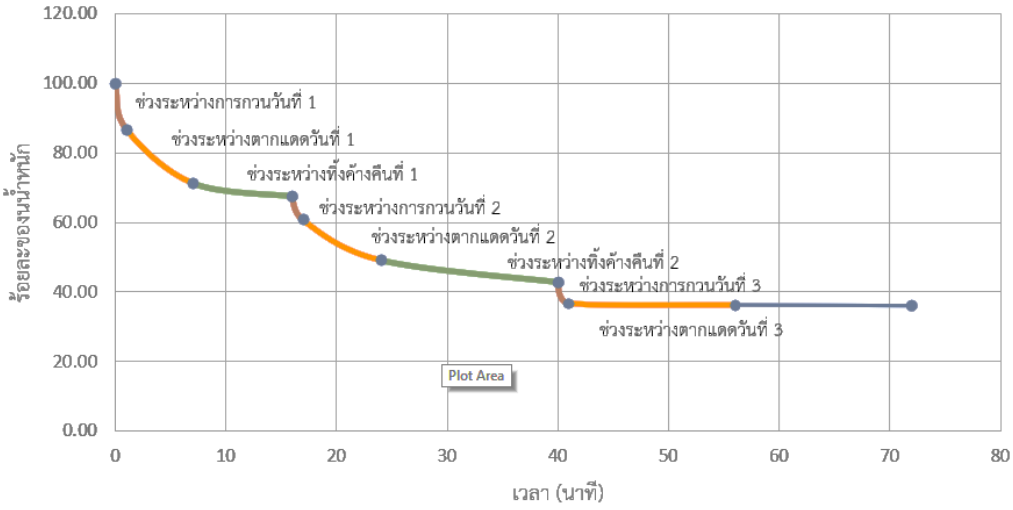
วันที่ 1 น้ำหนักของไชโป้วหลังนวดเสร็จ ลดลงร้อยละ 19.42 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 14.05 และเมื่อผ่านไปในคืนแรก น้ำหนักลดลงร้อยละ 7.04 สรุปแล้ววันแรก น้ำหนักของไชโป้ว เหลือร้อยละ59.49 ของน้ำหนักทั้งหมด

วันที่ 2 น้ำหนักของไชโป้วจากวันที่ 1 หลังกวนเสร็จ ลดลงร้อยละ 8.06 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 8.35 และเมื่อผ่านไปในคืนที่สอง น้ำหนักลดลงร้อยละ 4.11 สรุปแล้ววันที่ 2 น้ำหนักของไชโป้ว เหลือ ร้อยละ 38.97 ของน้ำหนักทั้งหมด

วันที่ 3 น้ำหนักของไชโป้วจากวันที่ 2 หลังนวดเสร็จ ลดลงร้อยละ 6.31 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 2.57 สรุปแล้ววันที่ 3 น้ำหนักของไชโป้ว เหลือ ร้อยละ 30.90 ของน้ำหนักทั้งหมด

จากการทดลองสรุปได้ว่า ในวันแรกมีการลดลงของน้ำหนักประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักทั้งหมด เมื่อถึงวันที่ 2 น้ำหนักลดลงจากวันแรกลงมาประมาณร้อยละ20.52 และเมื่อถึงวันที่ 3 น้ำหนักลดลงจากวันที่สองลงมาประมาณร้อยละ 8 แสดงให้เห็นว่าในวันแรกของการกวนนั้น น้ำหนักจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากไชโป้วมีการคายน้ำออกมา ช่วงวันที่สองและวันที่สามร้อยละการลดลงของน้ำหนักเริ่มน้อยลงจนเสมือนน้ำหนักของไชโป้วเริ่มคงที่

จากการทดลองพบว่า น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการใช้เครื่องกวนร้อยละ 33.79 (โดยใช้เวลา 3 ชั่วโมงจากการแปรรูปทั้งหมด 72 ชั่วโมง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการกวนโดยเฉลี่ยคือ 11.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการตากแดดร้อยละ 24.97 (โดยใช้เวลา 21 ชั่วโมงจากการแปรรูปทั้งหมด 72 ชั่วโมง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการตากแดดโดยเฉลี่ยคือ 1.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการทิ้งค้างคืนร้อยละ 11.16 (โดยใช้เวลา 48 ชั่วโมงจากการแปรรูปทั้งหมด 72 ชั่วโมง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการเก็บโดยเฉลี่ยคือ 0.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 9 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการนวดด้วยมือเป็นเวลา 3 วัน

การวิเคราะห์ผลการทดลองด้านการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผักกาดหัวจากการนวดด้วยมือ 3 วัน ดังรูปที่ 9 พบว่า

วันที่ 1 น้ำหนักของไชโป้วหลังกวนเสร็จ ลดลงร้อยละ 13.3 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 15.54 และเมื่อผ่านไปในคืนแรก น้ำหนักลดลงร้อยละ 3.74 สรุปแล้ววันแรก น้ำหนักของไชโป้ว เหลือร้อยละ 67.42 ของน้ำหนักทั้งหมด

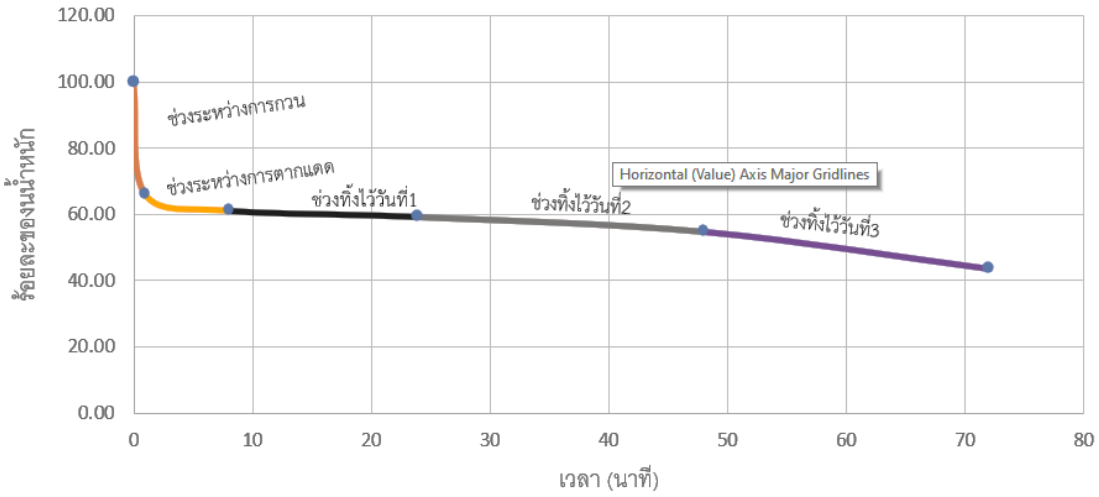
วันที่ 2 น้ำหนักของไชโป้วจากวันที่ 1 หลังกวนเสร็จ ลดลงร้อยละ 6.75 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนัก

ลดลงร้อยละ 11.61 และเมื่อผ่านไปในคืนที่สอง น้ำหนักลดลงร้อยละ 6.18 สรุปแล้ววันที่ 2 น้ำหนักของไชโป๊ว เหลือ ร้อยละ 42.88 ของน้ำหนักทั้งหมด

วันที่ 3 น้ำหนักของไชโป๊วจากวันที่ 2 หลังนวดเสร็จ ลดลงร้อยละ 6.1 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 0.38 สรุปแล้ววันที่ 3 น้ำหนักของไชโป๊ว เหลือ ร้อยละ 36.14 ของน้ำหนักทั้งหมด

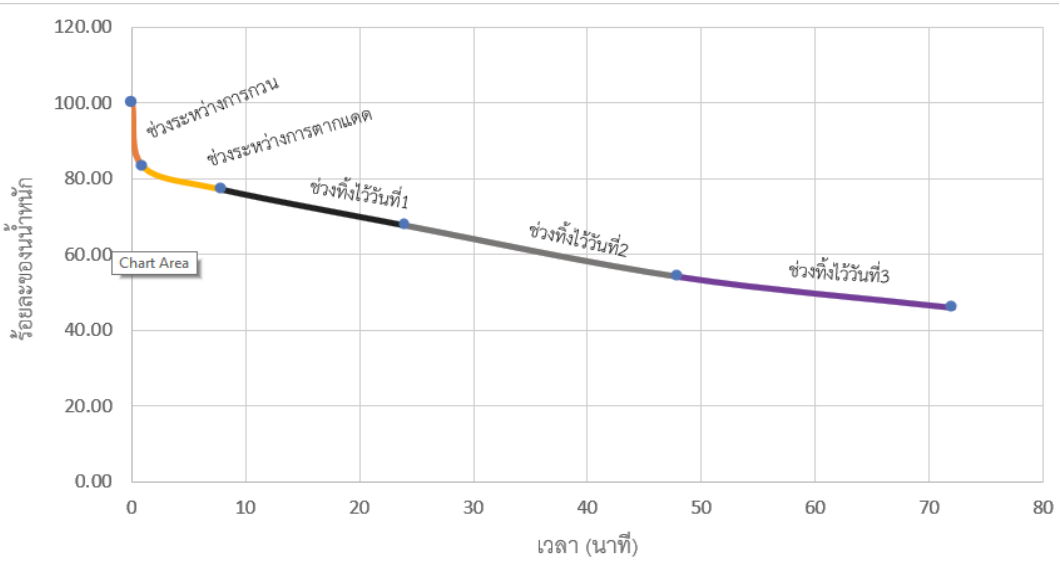
จากการทดลองสรุปได้ว่า ในวันแรกมีการลดลงของน้ำหนักประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักทั้งหมด เมื่อถึงวันที่ 2 น้ำหนักลดลงจากวันแรกลงมาประมาณร้อยละ 24.54 และเมื่อถึงวันที่ 3 น้ำหนักลดลงจากวันที่สองลงมาประมาณร้อยละ 6.74 แสดงให้เห็นว่าในวันแรกของการกวนนั้น น้ำหนักจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากไชโป๊วมีการคายน้ำออกมา ช่วงวันที่สองและวันที่สามร้อยละการลดลงของน้ำหนักเริ่มน้อยลงจนเสมือนน้ำหนักของไชโป๊วเริ่มคงที่

จากการทดลองพบว่า น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการใช้เครื่องกวนร้อยละ 26.15 (โดยใช้เวลา 3 ชั่วโมงจากการแปรรูปทั้งหมด 72 ชั่วโมง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการกวนโดยเฉลี่ยคือ 8.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการตากแดดร้อยละ 27.53 (โดยใช้เวลา 21 ชั่วโมงจากการแปรรูปทั้งหมด 72 ชั่วโมง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการตากแดดโดยเฉลี่ยคือ 1.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการทิ้งค้างคืนร้อยละ 9.92 (โดยใช้เวลา 48 ชั่วโมงจากการแปรรูปทั้งหมด 72 ชั่วโมง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการเก็บโดยเฉลี่ยคือ 0.21 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 10 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการกวนด้วยเครื่องเป็นเวลา 1 วัน

ผลการทดลองด้านการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผักกาดหัวจากเครื่องนวดแบบแนวนอน 1 วัน ดังรูปที่ 10 พบว่า น้ำหนักของไชโป๊วหลังนวดเสร็จ ลดลงร้อยละ 34.08 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 4.83 เมื่อทำการทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน น้ำลดลงร้อยละ 1.91 4.49 และ 11.2 ตามลำดับ สรุปการกวนด้วยเครื่องเป็นเวลา 1 วัน น้ำหนักลดเหลือร้อยละ 43.49 ของน้ำหนักทั้งหมด



รูปที่ 11 แสดงร้อยละของน้ำหนักในแต่ละขั้นตอน ของการกวนด้วยมือเป็นเวลา 1 วัน

ผลการทดลองด้านการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผักกาดหัวจากนวดด้วยมือ 1 วัน ดังรูปที่ 11 พบว่า น้ำหนักของไชโป้วหลังนวดเสร็จ ลดลงร้อยละ 17 เมื่อนำไปตากแดด น้ำหนักลดลงร้อยละ 6 เมื่อทำการทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน น้ำลดลงร้อยละ 9.4 13.6 และ 8 ตามลำดับ สรุป การกวนด้วยเครื่องเป็นเวลา 1 วัน น้ำหนักลดเหลือร้อยละ 46.00 ของน้ำหนักทั้งหมด

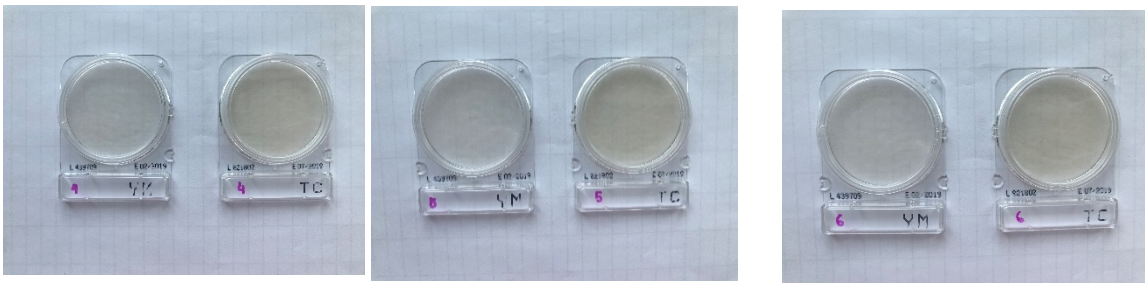
3.5 การทดสอบอาหารด้านจุลินทรีย์และสารเคมีผักกาดหัว

3.5.1 การทดสอบด้านจุลชีวของอาหาร อ้างอิงจากเกณฑ์การทดสอบของชุดทดสอบสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้มีเกณฑ์การประเมินผลสำหรับอาหารปรุงสุกพร้อมบริโภค

1. การทดสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria) ต้อง “ไม่พบ” จำนวนจุดแดงจึงตัดสินให้ผ่าน
2. การทดสอบจำนวนยีสต์และเชื้อรา (Yeast and mold) ต้องมีจำนวนจุดแดง “น้อยกว่า 19 จุด” จึงตัดสินให้ผ่าน

ตาราง 7 ผลการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ในไชโป้วหวาน

ชนิดอาหาร	หมายเลขตัวอย่าง	ผลทดสอบ		การแปลผล
		Total bact.	Yeast and mold	
1. ไชโป้วสูตรดั้งเดิม	4	0	0	ผ่าน
2. ไชโป้วสูตร 0.1%	5	0	0	ผ่าน
3. ไชโป้วสูตร 0.05%	6	0	0	ผ่าน



หมายเลข 4 ไชโป้วสูตรปกติ หมายเลข 5 ไชโป้วสูตร 0.1% หมายเลข 6 ไชโป้วสูตร 0.05%

รูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ในไชโป้วหวาน

จากผลการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ในไชโป้วหวานทั้ง 3 สูตรนี้ ดังรูปที่ 12 และตารางที่ 7 พบว่า แบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อราในไชโป้วหวานมีจำนวนจุดแดงต่ำกว่า 19 จุด จึงสรุปได้ว่า ไชโป้วสูตรดั้งเดิม ไชโป้วสูตร 0.1% และไชโป้วสูตร 0.05% ผ่านเกณฑ์ความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์

3.5.2 การทดสอบปริมาณวัตถุกันเสีย(กรดเบนโซอิก) ในอาหารอ้างอิงจากเกณฑ์การทดสอบของชุดทดสอบสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้

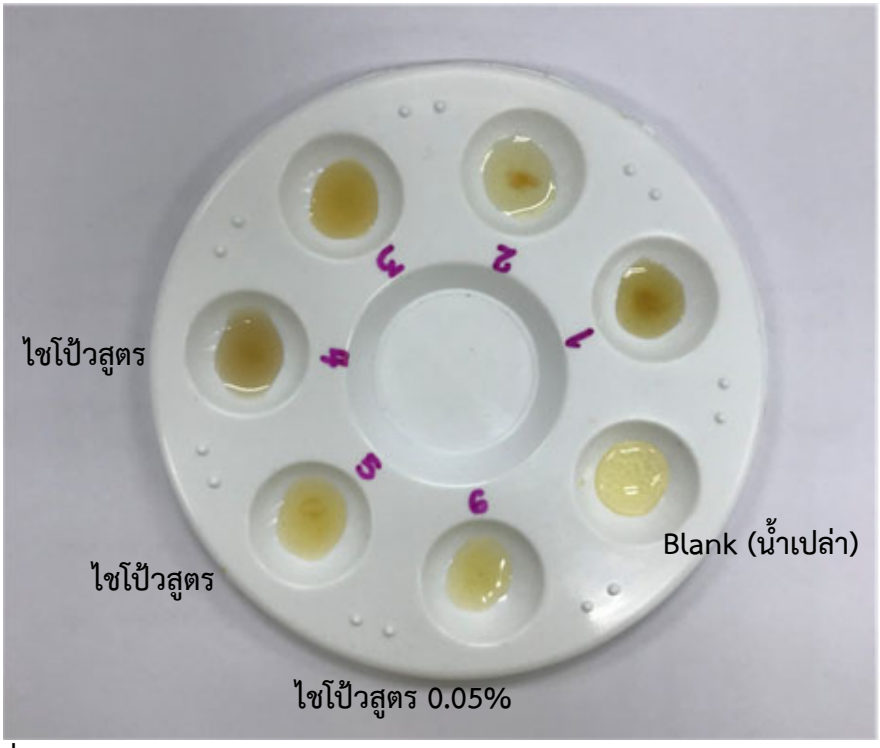
ผลทดสอบ “สีน้ำตาลอ่อน” คือ ตรวจพบกรดเบนโซอิกน้อยกว่า 1000 ppm

ผลทดสอบ “สีน้ำตาลเข้ม” คือ ตรวจพบกรดเบนโซอิกมากกว่า 1000 ppm

ผลทดสอบ “สีเหลือง” คือ ตรวจไม่พบพบกรดเบนโซอิก

ตาราง 8 ผลการทดสอบปริมาณวัตถุกันเสีย(กรดเบนโซอิก)ในอาหาร

ชนิดอาหาร	หมายเลขตัวอย่าง	ผลทดสอบ	การแปลผล
ไชโป้วสูตรปกติ	4	พบกรดเบนโซอิกมากกว่า 1000 ppm	ไม่ผ่าน
ไชโป้วสูตร 0.1%	5	พบกรดเบนโซอิกน้อยกว่า 1000 ppm	ไม่ผ่าน
ไชโป้วสูตร 0.05%	6	ตรวจไม่พบกรดเบนโซอิก	ผ่าน



รูปที่ 13 แสดงผลการทดสอบปริมาณปริมาณวัตถุกันเสีย(กรดเบนโซอิก)ในอาหาร

จากผลการทดสอบปริมาณวัตถุกันเสีย(กรดเบนโซอิก)ในอาหาร เมื่อทดสอบไชโป้วหวานทั้ง 3 สูตรนี้ ได้ผลดังรูปที่ 13 และตารางที่ 8 ไชโป้วสูตรดั้งเดิม (เบอร์ 4) และ ไชโป้วสูตร 0.1% (เบอร์ 5) แสดงว่าพบปริมาณกรดเบนโซอิกมากกว่า 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในอาหาร ทำให้สารละลายเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลเข้ม ในขณะที่ไชโป้วสูตร 0.05% (เบอร์ 6) สารละลายเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งผ่านเกณฑ์ความปลอดภัยทางด้านสารกันบูดตามมาตรฐานสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ส่วน เบอร์ 1 ถึง 3 เป็นการทดสอบไชโป้วที่มีการวางขายทั่วไปในท้องตลาด 3 ยี่ห้อ ซึ่งพบว่าไชโป้วเหล่านั้นทำให้สารละลายเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลเข้ม จึงสรุปได้ว่าไชโป้วที่ขายทั่วไปมีการใส่วัตถุกันเสียในระหว่างการแปรรูปผักกาดหัวเช่นกัน

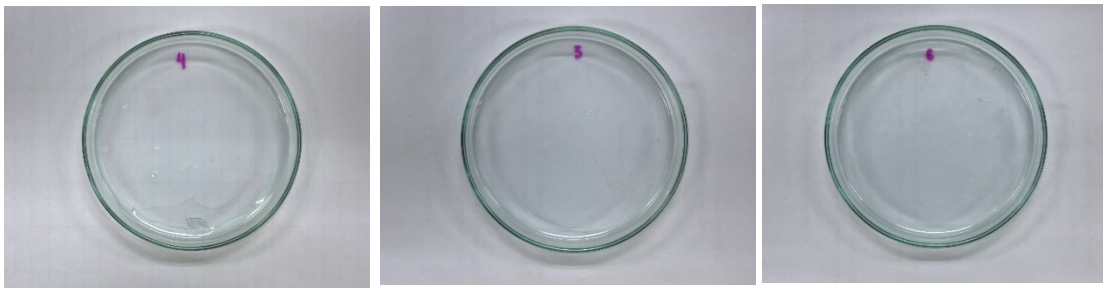
3.5.3 การทดสอบสารฟอกขาวในไชโป้ว อ้างอิงจากเกณฑ์การทดสอบของชุดทดสอบสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้

ผลทดสอบ “สีเทาหรือดำ” คือ มีโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ (ไม่อนุญาตให้ใช้)

ผลทดสอบ “สีฟ้าอ่อนหรือเขียว” คือ ไม่พบโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์

ตาราง 9 ผลการทดสอบสารฟอกขาว(โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์)ในอาหาร

ชนิดอาหาร	หมายเลขตัวอย่าง	ผลทดสอบ	การแปลผล
1. ไชโป้วสูตรปกติ	4	ตรวจไม่พบ	ผ่าน
2. ไชโป้วสูตร 0.1%	5	ตรวจไม่พบ	ผ่าน
3. ไชโป้วสูตร 0.05%	6	ตรวจไม่พบ	ผ่าน



หมายเลข 4 ไชโป้วสูตร หมายเลข 5 ไชโป้วสูตร 0.1% หมายเลข 6 ไชโป้วสูตร

รูปที่ 14 แสดงผลการทดสอบสารฟอกขาว (โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์) ในอาหาร

จากผลการทดสอบสารฟอกขาวกับไชโป้วหวานทั้งสามสูตรที่แปรรูปนี้ ดังตารางที่ 9 และรูปที่ 14 พบว่าไม่มีสารฟอกขาวในกระบวนการผลิตไชโป้วหวาน

สรุปได้ว่าการแปรรูปไชโป้วหวานบ้านคา ตามมาตรฐานอ้างอิงกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยดังนี้

ผลิตภัณฑ์	**การทดสอบ**	**มาตราฐานอ้างอิงกระทรวงสาธารณสุข**
ไชโป้วสูตรปกติ	ปริมาณจุลินทรีย์รวม	ผ่าน
	ปริมาณวัตถุกันเสีย	ไม่ผ่าน
	สารฟอกขาว(โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์)	ผ่าน
ไชโป้วสูตร 0.1%	ปริมาณจุลินทรีย์รวม	ผ่าน
	ปริมาณวัตถุกันเสีย	ไม่ผ่าน
	สารฟอกขาว(โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์)	ผ่าน
ไชโป้วสูตร 0.05%	ปริมาณจุลินทรีย์รวม	ผ่าน
	ปริมาณวัตถุกันเสีย	ผ่าน
	สารฟอกขาว(โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์)	ผ่าน

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากที่มาและความสำคัญของงานวิจัยพบปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูปไชโป้ว ในกระบวนการที่เป็นการนวดที่ส่งผลต่อสุขภาพของชาวบ้านและคุณภาพของไชโป้ว ไชโป้วถือว่าเป็นอาหารแปรรูปชนิดหนึ่งที่ต้องมีส่วนผสมของสารกันบูด หรือมีโอกาสเกิดเชื้อจุลินทรีย์ที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคได้ เพื่อให้ปริมาณที่ใช้สารกันบูดไม่เกินกว่าค่ามาตราฐานที่จะทำลายสุขภาพของผู้บริโภค ทางผู้ทำวิจัยได้เห็นถึงความสำคัญว่าควรที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ การทดสอบสารกันบูดต่าง ๆ ให้แก่ชาวบ้านที่ทำผลิตภัณฑ์ไชโป้ว จากผลการทดลองการใช้เครื่องนวดผักกาดหัวดองเค็มพบว่า น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการใช้เครื่องกวนร้อยละ 33.79 คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการกวนโดยเฉลี่ยคือ 11.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ น้ำหนักผักกาดหัวลดลงจากการใช้มือร้อยละ 26.15 คิดเป็นอัตราการสูญเสียน้ำจากการกวนโดยเฉลี่ยคือ 8.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียน้ำจากการนวดด้วยเครื่องจะมากกว่าการกวรด้วยมือ ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณน้ำอิสระที่พบในผลิตภัณฑ์ว่า ไชโป้วหัวเค็มที่ผ่านการนวดด้วยเครื่องให้ค่าปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.85 ทำให้ลดการเกิดอาหารเน่าเสียจากแบคทีเรียได้ดีกว่าไชโป้วหัวเค็มที่ผ่านการนวดมือโดยยังคงรักษารสชาติดั้งเดิม เช่น ความเค็ม ค่ากรด-ด่าง ค่าความแข็ง และค่าสี เป็นต้น นวัตกรรมเครื่องนวดผักกาดหัวนี้มีจุดคุ้มทุน7.2 ตัน เมื่อเทียบกับการนวดผัดกาดหัวด้วยมือ หากใช้เครื่องนวดจะสามารถเพิ่มกำไรไชโป้วหวานร้อยละ 24.9 และสามารถเพิ่มการผลิตต่อวันได้อย่างน้อย 2 เท่าของการนวดด้วยมือ และยังคงรักษาอัตลักษณ์ทางด้านรสชาติ และสร้างความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้อีกด้วย

การทดสอบรสชาติของไชโป้วสูตรปกติ และไชโป้วสูตร 0.05% พบว่าความเค็มและความหวานของไชโป้วสูตรดั้งเดิมมีค่าใกล้เคียงกับสูตรที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยที่ความเค็มเฉลี่ยร้อยละ 4 และมีความหวานเฉลี่ยร้อยละ 15 และมีค่า pH 6.1 ดังแสดงในตารางที่ 10 จึงสรุปได้ว่าไชโป้วสูตร 0.05% เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแปรรูปและการผลิตไชโป้วปลอดภัยบ้านคาต่อไป

ตาราง 10 แสดงค่าความเค็ม ความหวานและค่า pH ของไชโป้วสูตรปกติ และไชโป้วสูตร 0.05%

ผลิตภัณฑ์	ความเค็ม (%)	ความหวาน (%Brix)	ค่า pH
ไชโป้วสูตรปกติ	3.5±0.8	14.1±1.2	6.1
ไชโป้วสูตร 0.05%	3.7.±0.5	15.6±0.8	6.5

ข้อเสนอแนะ

1. วิสาหกิจต้องสร้างแรงจูงใจ/กิจกรรมที่สนับสนุนให้ลดการใช้สารกันบูดอย่างยั่งยืน อย่างเช่น

1. ราคาขายไชโป้วหวานในท้องตลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 80 บาทต่อกิโลกรัม (ข้อมูลเทียบกับตลาดออนไลน์ เช่น shopee และ Lazada) ปัจจุบันทางวิสาหกิจไชโป้วหวานยังขายต่ำกว่าถึงกิโลกรัมละ 20 บาท ดังนั้นด้วยราคาขายต่อต้นทุนที่ได้เปรียบ ทางกลุ่มผู้ปลูกหัวผักกาดยังมีโอกาสในการขายผ่านช่องทางดังกล่าวเช่นกัน

2. สร้างแหล่งรับซื้อที่เป็นไปได้ให้ยั่งยืน ประกอบด้วย

- ตลาดชุมชนในอำเภอและจังหวัดราชบุรี เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น
- ตลาดศรีเมือง อันเนื่องมาจากความร่วมมือจากการเป็นสมาชิกผู้ส่งผักกาดหัว และทางตลาดฯ ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างเสริมการอบรมอาหารปลอดภัย
- ตลาดออนไลน์ ผ่าน facebook เป็นต้น

3. สร้างจุดขายหรืออัตลักษณ์เรื่องการผลิตไชโป้วหวานปลอดภัยต่อผู้บริโภคทั้งด้านสารเคมีและจุลชีว

4. ปัญหาใหม่ที่พบคือพื้นที่ที่ตากแดดสำหรับผักกาดหัวมีจำกัด (ดังรูปภาคผนวกที่ 29) และฝนตกทำให้ไม่สามารถตากผักกาดหัวได้ทันที ต้องเสริมกระบวนการตากแดดสามารถผลิตได้มากกว่าเดิมอย่างน้อย 2 เท่า เพื่อรองรับต่อการแปรรูปผักกาดหัวให้สอดคล้องกับการนวดได้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2548; เปิดตำนาน ไซโป้วเจ็ดเสมียน ที่นี่มีแต่เศรษฐีตัวจริง[ออนไลน์] , Available:

https://www.ryt9.com/s/ryt9/24998 [9 กันยายน 2562].

กิติพงษ์ ปันป่า, 2019, การถนอมอาหาร[ออนไลน์]

https://www.cvc.ac.th/cvc2011/files/19031316164507455_19031319192617.pdf

[9 กันยายน 2562].]

กลุ่มกำหนดมาตรฐาน สำนักอาหาร, 2556, แนวทางการใช้วัตถุเจือปนอาหารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง, ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2/2556[ออนไลน์] , Available:

http://food.fda.moph.go.th/data/tradermain/Update%20Food%20Additives2-2556.pdf [9 กันยายน 2562].

เจริญ เจริญชัย, 2555, การเน่าเสียของอาหาร[ออนไลน์], Available:

https://ajarncharoen.wordpress.com/2012/02/02/food-degrad/2/ [9 กันยายน 2562]

นิวา กาวี และกันต์ อินทุวงศ์, 2555, การพัฒนาเครื่องนวดผลไม้เพื่อการแปรรูปอาหาร, วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม; ว.มรม, ปีที่ 6, เล่มที่ 1, หน้า 171 – 175.

พรพล รมย์นุกูล. การถนอมอาหารโดยการใช้สารเคมี. การถนอมอาหาร, กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2545, หน้า 127-147.

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556 preservative / วัตถุกันเสีย[ออนไลน์] , Available:

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0447/preservative-%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%96%E0%B8%B8%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%A2 [9 กันยายน 2562]

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556, Sodium benzoate / โซเดียมเบนโซเอต[ออนไลน์], Available:

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1917/sodium-benzoate [9 กันยายน 2562]

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556, Water activity / แอคติวิตีของน้ำ[ออนไลน์], Available:

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/water-activity-%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%84%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%B5%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%99%

E0%B9%89%E0%B8%B3 [2 กุมภาพันธ์ 2564]

พวงทิพย์ บุญช่วย, 2560, สถานการณ์การปลูกผักกาดหัว รายจังหวัด ปี 2559, ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร[ออนไลน์] , Available:

http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/veget/44.pdf [26 พฤศจิกายน 2561]

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2561, Salt curing / การหมักเกลือ[Online], Available:

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1322/salt-curing-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B8%AD [20 พฤศจิกายน 2561].

มยุรี เปาประดิษฐ์, 2542, การสอบสวนโรคอุจจาระร่วงอย่างแรง จังหวัดราชบุรี 2542, [ออนไลน์], Available:

http://cro.moph.go.th/epid/cdsur/Outbreak/76-89.doc [9 กันยายน 2562].

มูลนิธิสายใยแผ่นดิน, 2551, ผักกาดหัว (หัวไชเท้า)[Online], Available:

https://vegetweb.com/%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B8%AB%E0%B8%B1%E0%B8%A7/ [13 พฤศจิกายน 2561].

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2556, เตือนประชาชนระวังสารพิษตกค้างในผัก [ออนไลน์], Available:

https://www.thaihealth.or.th/Content/2646-เตือนประชาชนระวังสารพิษตกค้างในผัก.html [9 กันยายน 2562]

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหัวผักกาดเค็มปรุงรส [ออนไลน์] , Available:

http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps137_46.pdf [9 กันยายน 2562]

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดราชบุรี,2559,รายงานการวิเคราะห์สภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม [ออนไลน์] , Available:

http://www.industry.go.th/ratchaburi/index.php/activityreport/2559/2559-1/22853-2559/file [9 กันยายน 2562]

อรุณ สุขแก้ว และคณะ, 2559, “การออกแบบและสร้างเครื่องยีผลตาลโตนดเพื่อการแปรรูปอาหาร”, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ครั้งที่ 54, 2 - 5 กุมภาพันธ์ 2559, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 311 - 318.

Rawat Duaiyai. 2560. สแตนเลส เกรด 304 คือ อะไร แล้วดียังไง [Online], Available:

http://tvdigitalnews.blogspot.com/2017/12/304.html [6 ธันวาคม 2561].

Thai PBS, 2562, ตรวจสอบสารกันบูดในน้ำพริกหนุ่ม บางยี่ห้อเกินมาตรฐาน 11 เท่า[ออนไลน์], Available:

https://news.thaipbs.or.th/content/282271 [9 กันยายน 2562].

William Albarracín, Iván C. Sánchez, Raúl Grauand José M. Barat. 2011. Salt in food processing; usage and reduction: a review. International Journal of Food Science and Technology, 46, 1329–1336.

ภาคผนวก (Appendix)

คณะผู้ดำเนินโครงการ				
ชื่อ-สกุล	**ตำแหน่งในโครงการ**	**เบอร์โทรศัพท์/ โทรสาร**	**สถานที่ติดต่อ**	**E-mail**
ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์ (Dr. Pisitpong Intarapong)	หัวหน้าโครงการ	**089-2043703**	ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี)	**pisitpong.in@outloook.com**
ผศ. ดร. ธิติมา วงษ์ชีรี (Asst. Assit. Prof. Dr. Thitima Wongsheree)	ผู้ร่วมโครงการ คนที่ 1	**081-5833513**	ศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	**thitima.won@kmutt.ac.th**
นายทองไส ช่วยชู (Mr.Thongsai Chwychu)	ผู้ร่วมโครงการ คนที่ 2	**086-0279851**	ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี)	**thongsai.chu@kmutt.ac.th**
นางสาวอรณัท ปฐพีจำรัสวงศ์ (Ms. Oranat atthapheejumruswong)	ผู้ร่วมโครงการ คนที่ 3	**063-2653858**	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	**mailtooranat@gmail.com**

1. กำหนดการกิจกรรมอบรม

โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ไชโป้วตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องนวดผักกาดหัว : กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดราชบุรี

วันที่เสาร์ที่ 14 พฤศจิกายน 2563

ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี อ. รางบัว จังหวัดราชบุรี

08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน และรับเอกสาร พร้อมรับประทานอาหารว่าง ณ อาคารปฏิบัติการ มจธ. ราชบุรี
09.00 - 10.15 น.	ชี้แจ้งที่มาของโครงการฯ ทำความเข้าในในการรับทุนสนับสนุนเครื่องนวดผักกาดหัว โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์
10.15 - 10.30 น.	รับประทานอาหารว่าง
10.30 - 12.00 น.	บรรยายเรื่องการทดสอบจุลินทรีย์ในอาหารสำหรับผู้สนใจแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดย ผศ.ดร.ธิติมา วงษ์ชีรี/ นางสาวธิดาพร เถื่อนเภา การทดสอบจุลินทรีย์ในอาหาร เช่น - ทดสอบปริมาณบักเตรีสแตฟฟีโลคอคัสในอาหาร - ทดสอบปริมาณบักเตรีทั้งหมดในอาหาร - ทดสอบปริมาณยีสต์และเชื้อราในอาหาร
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 15.00 น.	อบรมภาคปฏิบัติการทดสอบวัตถุกันเสียในอาหารสำหรับผู้สนใจแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์/ นางสาวธิดาพร เถื่อนเภา
15.00 - 15.15 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.15 – 16.30 น.	สรุปและประเมินผลการอบรมการทดสอบจุลินทรีย์ในอาหาร โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์

กำหนดการกิจกรรมอบรม

โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ไชโป้วตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องนวดผักกาดหัว : กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดราชบุรี

วันที่พฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2564

ณ วิสาหกิจชุมชนไชโป้วหวานบ้านคา อ. บ้านคา จังหวัดราชบุรี

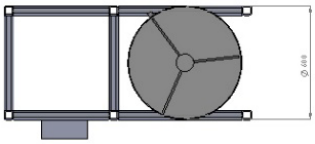
08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน และรับเอกสาร ณ วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผักกาดหัวบ้านคา
09.00 - 10.15 น.	ชี้แจ้งที่มาของโครงการฯ ทำความเข้าในในการรับทุนสนับสนุนเครื่องนวดผักกาดหัว โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์
10.15 - 10.30 น.	รับประทานอาหารว่าง
10.30 - 12.00 น.	บรรยายเรื่องการกระบวนการแปรรูปผักกาดหัว และผลการทดสอบการแปรรูปผักกาดหัวที่ได้ โดยใช้เครื่องนวดเทียบกับวิธีดั้งเดิม โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์ และอาจารย์ทองใส ชูช่วย
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 15.00 น.	บรรยายเรื่องการกระบวนการแปรรูปผักกาดหัว โดยเกี่ยวข้องกับการตากแดดเทียบกับวิธีการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์ และอาจารย์ทองใส ชูช่วย
15.00 - 15.15 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.15 – 16.30 น.	สรุปและประเมินผลการอบรมการแปรรูปผักกาดหัว โดย ดร.พิสิฐพงษ์ อินทรพงษ์

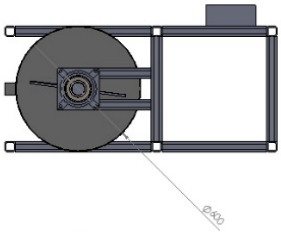
2. ภาพกิจกรรม

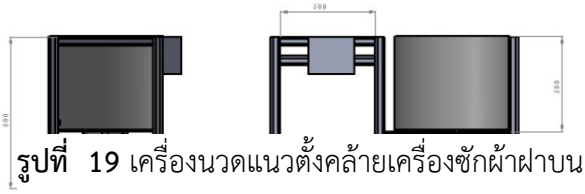
รูปที่ 15 ภาพการอบรมครั้งที่ 1

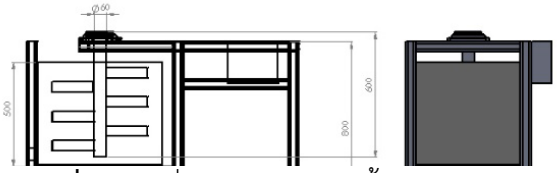
รูปที่ 16 ภาพการถ่ายทอด และรายชื่อการอบรมครั้งที่ 2

รูปที่ 17 การแปรรูปไชโป้วแบบดั้งเดิมโดยใช้มือของเกษตรกร



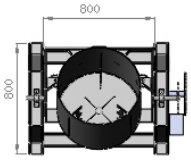


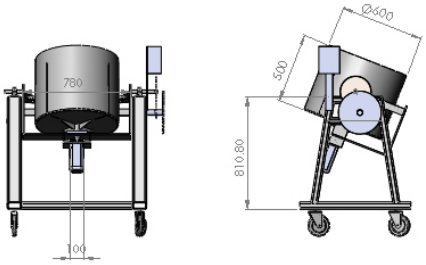




รูปที่ 19 เครื่องนวดแนวตั้งคล้ายเครื่องซักผ้าฝาบน

รูปที่ 18 เครื่องนวดแบบแนวตั้งมีใบพัด





รูปที่ 20 เครื่องนวดแบบแนวนอน

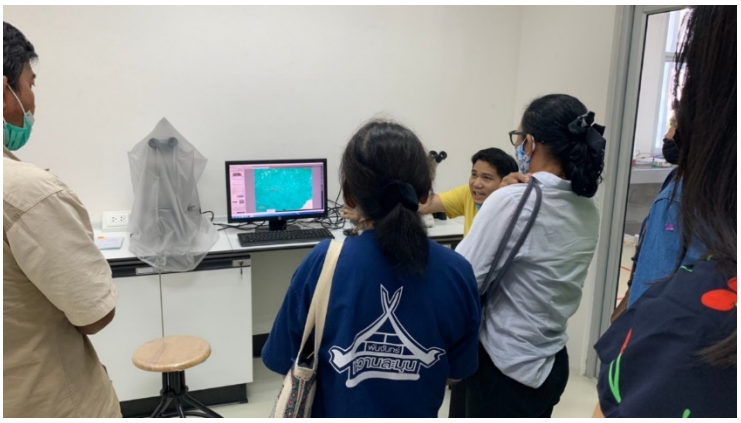
การลงพื้นที่สำหรับจัดกิจกรรมประชุมชี้แจงการดำเนินการและอบรม

รูปที่ 21 แสดงการประชุมดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไชโป้วหวานบ้านคา โดยร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสำนักงานสหกรณ์จังหวัดราชบุรี – กรมส่งเสริมสหกรณ์

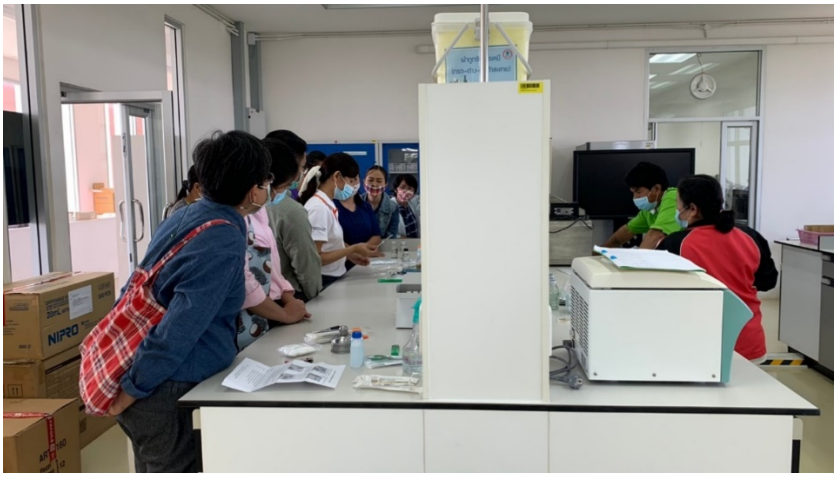
รูปที่ 22 แสดงภาพประชุมความร่วมของด้านการทำอาหารปลอดภัย ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กลุ่มรัฐวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลไม้ อ.บ้านคา และคณะทำงานตลาดศรีเมือง

รูปที่ 23 แสดงภาพประชุมความร่วมของด้านการทำอาหารปลอดภัย ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กลุ่มรัฐวิสาหกิจชุมชนหนองพันจันทร์ผู้ประกอบการแปรรูปผลไม้ อ.บ้านคา

รูปที่ 24 การใช้เครื่องนวดและการแปรรูปผักกาดหัว



รูปที่ 25 แสดงการสอนการใช้กล้องจุลทรรศน์สำหรับดูจุลินทรีย์ เชื้อรา และแบคทีเรียอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรค



รูปที่ 26 แสดงการสอนเรื่องการทดสอบปริมาณบักเตรี โดยใช้ชุดตรวจอย่างง่าย

รูปที่ 27 แสดงการสอนเรื่องการทดสอบสารกันบูด โดยใช้ชุดตรวจอย่างง่าย

รูปที่ 28 การบันทึกข้อมูลสูตรการแปรรูป

รูปที่ 29 แสดงลักษณะการตากแดดของผักกาดหัวหมักเกลือแล้ว