



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ชื่อชุดโครงการ

(ภาษาไทย) การพัฒนาศักยภาพการผลิตและมาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าด
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรชั้นนำคณใหม่
(ภาษาอังกฤษ) Super Sour (Jeed Jard) Tamarind' Productivity and Packaging
Standard Improvement of Khi Nhak Paen Mai Agricultural
Housewives' Community Enterprise in Phetchabun.

ชื่อโครงการย่อยที่ 1

(ภาษาไทย) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าด
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรชั้นนำคณใหม่
(ภาษาอังกฤษ) Development of Innovation for 'Super Sour (Jeed Jard) Tamarind' Productivity
Improvement of Khi Nhak Paen Mai Agricultural Housewives' Community Enterprise in
Phetchabun.

ชื่อโครงการย่อยที่ 2

(ภาษาไทย) การพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มสำหรับผลิตภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดกลุ่ม
วิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรชั้นนำคณใหม่
(ภาษาอังกฤษ) Packaging Standard Improvement for Added Value of 'Super Sour (Jeed Jard)
Tamarind' Product by Khi Nhak Paen Mai Agricultural Housewives's Community Enterprise
in Phetchabun

คณะผู้วิจัย

อาจารย์วิทยา หนูช่างสิงห์
อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารถนา ศิริสานต์

หัวหน้าโครงการ หรือ ผู้ประสานงานโครงการ

ชื่อ	อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง
หน่วยงานต้นสังกัด	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต
โทรศัพท์	056-717164
โทรสาร	056-717100 ต่อ 1608, 3903
โทรศัพท์เคลื่อนที่	097-1050700
E-mail:	nazzdex.man@pcru.ac.th

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

1) ข้อมูลของโครงการ

ชื่อโครงการ	(ภาษาไทย)	การพัฒนาศักยภาพการผลิตและมาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจืดจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่
	(ภาษาอังกฤษ)	Super Sour (Jeed Jard) Tamarind' Productivity and Packaging Standard Improvement of Khi Nhak Paen Mai Agricultural Housewives' Community Enterprise in Phetchabun
ระยะเวลาของโครงการ		12 เดือน
งบประมาณรวมของชุดโครงการ		300,000 บาท

2) บทคัดย่อ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่เป็นผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์จากมะขาม หลายชนิด โดยรับซื้อมะขามจากสมาชิกในอำเภอหล่มเก่าและพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อจำหน่ายแบบฝักและแบบแปรรูป มะขามจืดจืดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่สามารถขยายให้แก่กลุ่มวิสาหกิจเป็นจำนวนมาก และตลอด 5 ปีที่ผ่านมาธุรกิจการท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อความต้องการผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันพบว่ามีความต้องการการผลิตมะขามจืดจืดส่งขายครั้งละ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ แต่วิธีการทำงานแบบเดิมในการกรรไกรตัดให้ได้ขนาดมีความล่าช้ามาก ทำให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ รวมถึงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์มีความคล้ายคลึงกันมากเกินไป คู่ค้าจึงสามารถจัดหาสินค้ามาทดแทนได้ ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามาตรฐานผลิตภัณฑ์มะขามมะขามจืดจืด ทั้งในส่วนของมาตรฐานกระบวนการผลิตและมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ ผลของงานวิจัยขึ้นนี้จะทำให้ชุมชนสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถยกระดับและทำให้เกิดแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ นำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ของชุมชน เพื่อให้สามารถกระจายไปยังกลุ่มตลาดใหม่ ขยายรูปแบบจากการขายส่งเป็นขายปลีก ตอบสนองการสร้างความต่าง ทำให้กลุ่มมีศักยภาพในการแข่งขันมากยิ่งขึ้น ส่งผลต่อการสร้างรายได้และรากฐานความเข้มแข็งของชุมชน

3) ข้อมูลของหัวหน้าโครงการ

ชื่อหัวหน้าโครงการ	(ภาษาไทย)	อาจารย์วิทยา หนูช่างสิงห์
	(ภาษาอังกฤษ)	Wittaya Nuchangsing
ตำแหน่งทางวิชาการ		-
หน่วยงานต้นสังกัด		คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถานที่ติดต่อ		มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เลขที่ 83 หมู่ 11 ถ.สระบุรี-หล่มสักต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
โทรศัพท์		056-717100 ต่อ 1608, 3903
โทรสาร		056-717164
โทรศัพท์เคลื่อนที่		09-56260516

ลายมือชื่อ.....**4) วัตถุประสงค์ของโครงการ**

4.1 เพื่อพัฒนาเครื่องจักรสำหรับใช้ในการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดในธุรกิจระดับชุมชน

4.2 เพื่อออกแบบและพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ สำหรับสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั้นเช

5) หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีการรวมตัวของผู้ปลูกมะขามรายย่อย เพื่อแก้ปัญหาการถูกเอาเปรียบ การกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง จากการบอกเล่าปัญหาของกลุ่มผู้ปลูกมะขามพบว่าเมื่อถึงฤดูกาลมะขามออกฝักจะมีผู้มารับซื้อถึงสวนมะขาม แต่ต้องจำหน่ายในราคาที่ต่ำมาก ในบางครั้งถึงกับขาดทุน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันอาจเป็นกลุ่มหรือสร้างรูปแบบของวิสาหกิจชุมชน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการค้าขายและต่อรองราคากับผู้ซื้อมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าเกษตรกรจึงจำเป็นต้องทำให้สินค้าและบริการได้รับการรับรองมาตรฐานมากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันมีแนวโน้มความต้องการการบริโภคมะขามเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น โดยมะขามเปรี้ยวสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายประเภท ซึ่งถ้าหากเก็บฝักขาย ราคาเฉลี่ยของมะขามเปรี้ยวยักษ์อยู่ที่ประมาณ 13 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าหากผ่านกระบวนการแปรรูป สามารถขายได้เฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม มูลค่าที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 800 ดังนั้นผู้ประกอบการจึงนิยมที่จะนำมะขามเปรี้ยวมาแปรรูป เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานมะขามเปรี้ยวได้ง่าย และมีทางเลือกที่หลากหลายมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากมะขามเปรี้ยวได้แก่ มะขามจี๊ดจ๊าด มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ มะขามแช่อิ่ม มะขามเปียก น้ำมะขามพร้อมดื่ม ในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ที่มียอดจำหน่ายมากที่สุดคือ มะขามคลุกจี๊ดจ๊าดแบบกระปุก ขนาดบรรจุ 160 กรัม โดยวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อและร้านขายของฝาก สัดส่วนยอดขายอยู่ที่ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอื่น ๆ เช่น มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือประเภทร้านสะดวกซื้อในประเทศ และลูกค้าต่างประเทศที่เน้นกลุ่มเอเชียเป็นหลัก มีสัดส่วนการตลาดคือ 70 เปอร์เซ็นต์และ 30 เปอร์เซ็นต์ (บริษัท สาธารณาเกิดตั้ง จำกัด) ในการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลของไทยตำบลตอคอมพบว่าประเทศไทย มีผู้ประกอบการทำมะขามจี๊ดจ๊าดจำนวน 60 ราย แต่ภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีผู้ประกอบการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดทั้งหมด 19 ราย

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่ ผู้ประกอบการได้มีการรับซื้อมะขามพันธุ์เปรี้ยวยักษ์มาจากเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในกิโลกรัมละ 60 บาท ซึ่งผ่านการปอกเปลือกแกะรกและเมล็ดออกแล้ว การผลิตจะจ้างแรงงานในการคลุกมะขามด้วย น้ำตาล พริก และเกลือ แล้วจึงนำมาใช้กรรไกรตัดให้ได้ขนาดขึ้นประมาณ 2-5 เซนติเมตร ขนาดกว้างขึ้นละประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงทำการแพ็คใส่กระปุกเพื่อส่งจำหน่ายตลาดภายในประเทศ ตลอด 5 ปีที่ผ่านมาการท่องเที่ยวของจังหวัดเพชรบูรณ์เติบโตขึ้นมาก ส่งผลต่อความต้องการผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันพบว่ามีความต้องการการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดส่งขายครั้งละ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ วิธีการทำงานแบบเดิมในการกรรไกรตัดให้ได้ขนาดมีความล่าช้ามาก แรงงาน 1 คน ใช้เวลาในตัดมะขามจี๊ดจ๊าด 2-3 ชั่วโมงต่อ 1 กิโลกรัมเท่านั้น ซึ่งถ้าหากจำเป็นต้องทำตามความต้องการของลูกค้า ทางผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมาก แต่เนื่องจากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ มีผลิตภัณฑ์หลายประเภทจึงไม่สามารถใช้แรงงานทั้งหมดเพื่อผลิตเพียงผลิตภัณฑ์เดียวได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ผู้ประกอบการจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มกำลังการผลิตโดยการซื้อเครื่องจักร แต่พบว่าเครื่องหันเนื้อมะขามที่มีอยู่ในท้องตลาดมีราคาแพงมาก

และใบมีดที่ใช้ในการทำการหั่นเกิดสนิมง่าย ชิ้นส่วนไม่สามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ เครื่องมีน้ำหนักมาก เนื่องจากต้องนำเครื่องออกมาทำความสะอาดด้านนอกพื้นที่การผลิต การซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่ต้องใช้บริการจากผู้จำหน่ายเท่านั้นทำให้ค่าใช้จ่ายในการบริการ และปัญหาในเรื่องการหั่นเนื้อมะขามซึ่งต้องหั่นหลายครั้ง ถึงจะได้ขนาดตามที่ต้องการ

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาต่อยอดเครื่องหั่นเนื้อมะขามที่มีราคาไม่แพงและสามารถทำให้กระบวนการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดสำหรับธุรกิจระดับชุมชนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ปัจจุบันมาพัฒนาและต่อยอดทำให้เครื่องหั่นเนื้อมะขามที่เหมาะสมกับการใช้งานและตรงต่อความต้องการของผู้ประกอบการมากยิ่งขึ้น โดยการพัฒนาให้เครื่องมีน้ำหนักเบาลงจากการลดกำลังมอเตอร์ขับเคลื่อน และออกแบบชุดตัดเนื้อมะขามเพื่อให้ได้ขนาดชิ้นเนื้อมะขามจี๊ดจ๊าดตรงตามขนาดที่ผู้ประกอบการต้องการ โดยสามารถหั่นได้ขนาดที่ต้องการได้เพียงครั้งเดียวเพื่อลดเวลาการทำงาน อีกทั้งยังสามารถถอดชุดตัดออกมาทำความสะอาดได้โดยไม่ต้องยกเครื่องจักรทั้งเครื่องออกมาทำความสะอาดนอกพื้นที่การผลิต (มีห้องสำหรับผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดเนื่องจากมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร) จากการออกแบบเบื้องต้นคาดว่าเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นจะสามารถผลิตได้มะขามจี๊ดจ๊าดได้ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ โดยใช้คนงานเพียงคนเดียว รวมถึงการนำเครื่องจักรมาเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งคาดว่าจะสามารถเพิ่มกำลังผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดได้ในปริมาณที่มากขึ้น จากเดิมมีกำลังการผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ถ้าหากนำเครื่องจักรมาใช้จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 35-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถตอบสนองความต้องการของคู่ค้าเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการมีศักยภาพการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นผู้ประกอบการสามารถขยายรูปแบบการขายส่งเป็นขายปลีก โดยการพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ ที่มีความทันสมัย มีความแตกต่างจากคู่แข่ง เพื่อขยายตลาดไปสู่พื้นที่จำหน่ายสินค้าแห่งใหม่ และมีความหลากหลายมากกว่าในปัจจุบัน งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่าง และเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นเชกบีวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ และผลลัพธ์จากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปกำหนดกลยุทธ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ที่ได้นั้นต้องเป็นวัสดุที่ใช้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ สามารถปกป้องผลิตภัณฑ์หลักจากเชื้อโรค และในฉลากมีการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ตามมาตรฐาน

6) ผลการดำเนินงานตลอดโครงการ

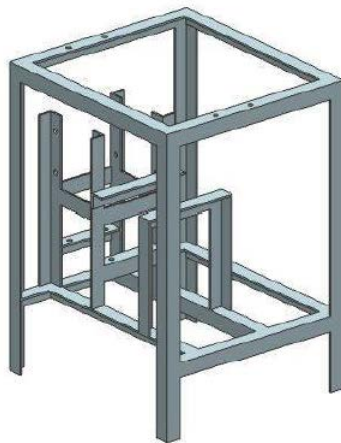
6.1 โครงการย่อยที่ 1: การออกแบบและสร้างเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน

6.1.1 การออกแบบระบบการทำงาน

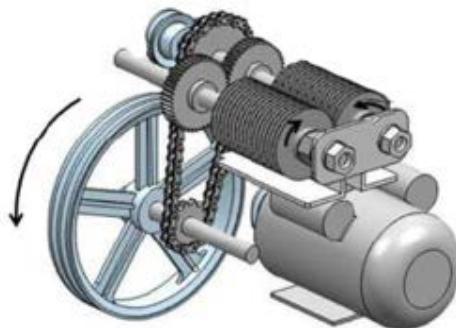
งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการนำเครื่องคลุกมะขามจี๊ดจ๊าดต้นแบบที่มีถึงผสมไปให้ทางวิสาหกิจชุมชนฯ ได้ทดลองใช้งานจริง จากการทดลองใช้พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ถึง 600% -700% เนื่องจากการใช้เครื่องจักรในการผลิตนั้นรวดเร็วกว่าการใช้กรรไกรตัดแบบเดิมมาก เพียงแต่ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการนำเครื่องจักรออกมาล้างทำความสะอาดนอกอาคารผลิต โดยไม่สามารถถอดชุดใบมีดออกมาล้างทำความสะอาดได้ อีกทั้งเนื้อมะขามจำนวนมากยังไปติดที่เพลาชับเคลื่อนใบมีด ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการใช้ไม้หรือท่อนเหล็กในการแคะเศษเนื้อมะขามที่ติดอยู่ออกจากเพลาชับ ทำให้เสียเวลาเป็นอย่างมากในการทำความสะอาด ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงโครงสร้างเครื่องจักรใหม่ตาม

ความต้องการของผู้ประกอบการ โดยนำถังคลุกออกแล้วออกแบบให้สามารถถอดใบมีดออกมาล้างได้ง่ายขึ้น โดยที่ไม่จำเป็นต้องยกเครื่องจักรทั้งเครื่องออกมาล้างหรือใช้ท่อนเหล็กหรือไม้ไปเคาะเศษมะขามที่ติดอยู่ที่เพลาชั้บ ดังเช่นแบบเดิม อีกทั้งเครื่องจักรยังมีน้ำหนักที่ลดลงเนื่องจากถอดถังผสมออก และลดระยะห่างของใบมีดเพื่อให้ขึ้นมะขามมีขนาดเล็กลง

ส่วนในด้านการออกแบบจะเริ่มอธิบายจากส่วนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่ยึด ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง สร้างโดยใช้เหล็กฉากขนาด 40 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 550 มิลลิเมตร ความยาว 600 มิลลิเมตร ความสูง 800 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 1 ทำหน้าที่รองรับ ระบบการส่งกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบมอเตอร์ 1400 รอบต่อนาที ผ่านพูลเลย์เพลตามขนาด 304.8 มิลลิเมตร ผ่านโซ่ และสเตอร์โดยสเตอร์ขับมี 13 ฟัน และสเตอร์ตาม 20 ฟัน เพื่อหมุนเพลาชั้บใบมีดคู่ในการนึ่งเนื้อมะขาม และส่งกำลังไปยังพูลเลย์เพลาชั้บขนาดความโต 76.2 มิลลิเมตร ไปยังพูลเลย์เพลตามขนาด ความโต 254 มิลลิเมตร เพื่อไปหมุนใบปั่นความเร็วรอบของมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที สำหรับใบมีดคู่ตัดเนื้อมะขาม 98 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบคลุก มะขาม 30 รอบต่อนาที ดังภาพที่ 2 ซึ่งระบบขับเคลื่อนใบมีดตัดมีส่วนประกอบย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

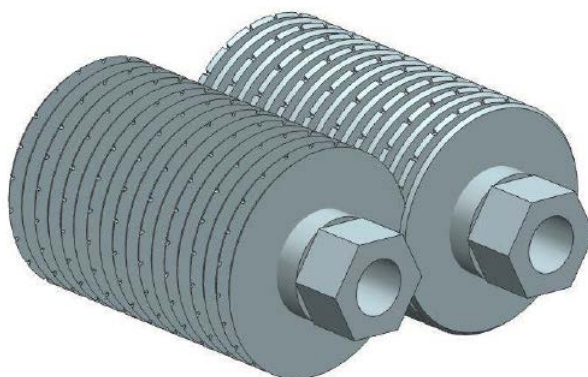


ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องจักร



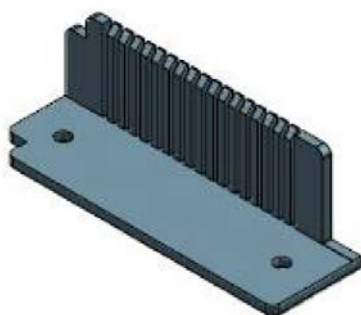
ภาพที่ 2 กลไกการทำงานของเครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน

1) ชุดใบมีดคู่สำหรับหั่นเนื้อมะขาม ทำหน้าที่นํ้าเนื้อมะขามที่ผ่านการคลุกแล้ว ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ไม่เกิน 3.5-5 เซนติเมตรสร้างขึ้นจากเหล็กอัลลอยด์ซึ่งมีคุณสมบัติทนแรงเสียดทานได้ดี แต่รับแรงกระแทกได้น้อยกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกลุ่มนี้เน้นการรักษาคมมีดได้ ขนาดใบมีดมีความยาว 100 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างใบมีด 6 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 3



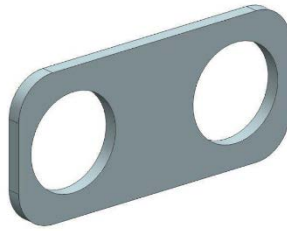
ภาพที่ 3 การออกแบบชุดใบมีดคู่สำหรับหั่นเนื้อมะขาม

2) หวีรองใบมีดสำหรับแช่เนื้อมะขาม ทำหน้าที่ประคองใบมีดทั้งหมดไม่ให้ เกิดการบิด ซึ่งทำให้ใบมีดแตกและช่วยแช่เนื้อมะขามไม่ให้ติดใบมีดสร้างขึ้นจากเหล็กฉากสเตนเลส ขนาดความยาว 208 มิลลิเมตร กว้าง 64 มิลลิเมตร สูง 64 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างช่อง 3 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 4



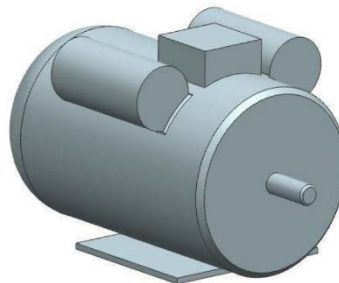
ภาพที่ 4 หวีรองใบมีดแช่เนื้อมะขาม

3) ชุดประคองเพลใบมีด ทำหน้าที่ยึดประคองชุดใบมีดคู่ไม่ให้แยกออกจากกัน ป้องกันการแตกหักของใบมีดสร้างขึ้นจากเหล็กแผ่นขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร กว้าง 75 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตร ทำการเจาะรูใส่ตั้กลับลูกปืนขนาดความโต 40 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 5



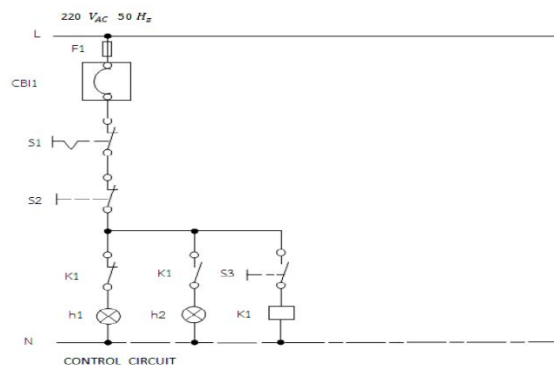
ภาพที่ 5 ชุดประกอบเพลาลำมิด

4) มอเตอร์ส่งกำลังเครื่องคลุกและน้ันเนื้อมะขาม ทำหน้าที่ส่งกำลังไปยัง พูลเลย์เพลลา ขั้บตามเพื่อไปหมุนชุดใบมีดคู้และใบป้้นสำหรับคลุกมะขาม มอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ กระแสสลับหรือ A.C. มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 4.8 แอมแปร์ ความเร็วรอบของ มอเตอร์อยู่ที่ 1400 ต่อนาที แสดง ในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 มอเตอร์ส่งกำลัง

5) ชุดควบคุมทำหน้าที่เป็นชุดวงจรควบคุมระบบไฟฟ้าในการ ทำงานของเครื่องคลุก มะขามแบบแนวนอน ประกอบด้วยเบรกเกอร์ สวิตช์ปิด/เปิด (ON/OFF) พร้อม หลอดไฟแสดงการทำงานเขียว แดงอย่างละ 1 ชุด และสวิตช์ปุ่มหยุดฉุกเฉิน แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 วงจรควบคุมการทำงาน

6.1.2 วิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

- 1) ผู้ปฏิบัติงานนำมะขามเปรี้ยวยักษ์ที่แกะเมล็ดออกแล้วน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม
- 2) เตรียมน้ำตาลเพื่อใช้คลุกเคล้ากับมะขาม ซึ่งจะแล้วแต่สูตรของผู้ประกอบการ โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำตาล 300 กรัม คลุกเนื้อมะขามและน้ำตาลเข้าด้วยกัน
- 3) เปิดสวิตซ์เพื่อให้เพลาชุดใบมีดคู่ในการหั่นเนื้อมะขาม
- 4) นำเนื้อมะขามที่ผ่านการคลุกเคล้าแล้วทำเป็นชิ้นขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ใส่ลงในช่องบรรจุเพื่อให้เนื้อมะขามร่วงลงมาเจอชุดใบมีดคู่ มะขามจะถูกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ความยาวไม่เกิน 3.5-4 เซนติเมตร แต่ถ้าหากต้องการชิ้นที่เล็กลงให้นำเนื้อมะขามที่ได้จากการหั่นในรอบที่ 1 มาหั่นอีกครั้งเพื่อให้ชิ้นมะขามมีขนาดเล็กลง จากนั้นเนื้อมะขามที่ผ่านการหั่นแล้วจะไหลผ่านช่องลำเลียงเนื้อมะขามลงมาใส่ภาชนะที่ผู้ปฏิบัติงานได้เตรียมไว้ จากนั้นผู้ปฏิบัติงานนำมะขามละบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ต่อไป

6.1.3 การประเมินการออกแบบและวิธีการใช้งานทำมะขามจืดจัดแบบแวนอน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ตามเกณฑ์การตัดสินใจระดับความคิดเห็นสำหรับการตอบประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปกำหนดเป็นข้อมูลพื้นฐาน ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เห็นด้วยน้อยที่สุด
 คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เห็นด้วยน้อย
 คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เห็นด้วยปานกลาง
 คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เห็นด้วยมาก
 คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เห็นด้วยมากที่สุด

การออกแบบประเมินความพึงพอใจในการสร้างเครื่องจักร ดังตารางที่ 2 โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือ เครื่องจักร ที่มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ (ผศ.) ขึ้นไป จำนวน 3 ท่าน และผู้ใช้งานจำนวน 2 ท่าน โดยมีรายละเอียดในการประเมิน ได้แก่ ด้านการสร้างเครื่องย่อยกะลามะคาเดเมีย ด้านประสิทธิภาพการทำงาน และด้านความพึงพอใจ

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์การประเมินการออกแบบทำมะขามจืดจัดจากผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียดในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(S.D.)
1. การออกแบบให้เครื่องจักรมีขนาดที่เหมาะสม	4.40	0.89
2. การออกแบบชุดโครงสร้างเครื่อง	3.80	0.84
3. การออกแบบชุดใบมีดหั่นมะขาม	4.60	0.55
4. การออกแบบระบบการส่งกำลัง	4.20	0.84
5. การออกแบบวงจรระบบควบคุม	4.00	0.71
8. การออกแบบด้านความปลอดภัย	3.80	0.45
9. การออกแบบด้านความสะดวกในการทำความสะดวก	4.40	0.55
10. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ	3.60	0.89
เฉลี่ย	4.10	0.71

ผลลัพธ์จากการประเมินการออกแบบในการสร้างเครื่องจักรพบว่า ในด้านความเหมาะสมของชุดใบมีดได้รับคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งคณะกรรมการค่อนข้างมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน รองลงมาคือเครื่องจักรมีขนาดที่เหมาะสมและมีความสะดวกในการทำความสะดวก ส่วนข้อที่ควรปรับปรุงคือวัสดุที่นำมาสร้างและการออกแบบโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ อาจทำให้เครื่องจักรมีน้ำหนักมากและเคลื่อนย้ายได้ลำบาก จากผลลัพธ์การประเมิน คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องจักรตามแผนที่ได้ออกแบบไว้ โดยนำข้อเสนอแนะจากผู้ประเมินมาพัฒนาเพื่อทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

6.1.4 การสร้างเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน

1) โครงสร้างเครื่องจักร ทำหน้าที่ในการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจักร มีการติดตั้งล้อขนาดเล็กเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนที่เครื่องจักรได้ง่าย



ภาพที่ 8 การสร้างโครงสร้างเครื่องจักร

2) ช่องป้อนมะขาม ใช้ในการป้อนเนื้อมะขามที่ผ่านการผสมและคลุกเคล้า เกลือ พริก และน้ำตาล เพื่อนำเนื้อมะขามเข้าสู่ชุดใบมีด



ภาพที่ 9 ช่องป้อนมะขาม

3) **ชุดใบมีด** ทำหน้าที่ในการตัดเนื้อมะขามให้ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ตามขนาดที่ต้องการ รวมถึงมีการพัฒนาให้ชุดใบมีดสามารถถอดออกมาได้ง่ายกว่าเดิม โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถนำใบมีดทั้ง 2 ออกมาได้ทั้งชุด เพื่อนำไปล้างทำความสะอาดได้ทั้งชุด



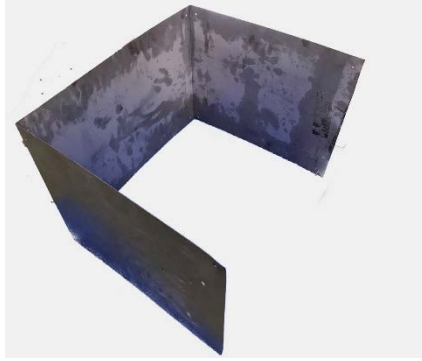
ภาพที่ 10 ชุดใบมีด

4) **ถาดลำเลียงเนื้อมะขาม** ทำหน้าที่ในการลำเลียงเนื้อมะขามที่ถูกตัดแล้ว โดยอาศัยมุมเอียงและการสั่นจากการทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้เนื้อมะขามตกลงสู่ภาชนะที่ได้เตรียมไว้



ภาพที่ 11 ถาดลำเลียงเนื้อมะขาม

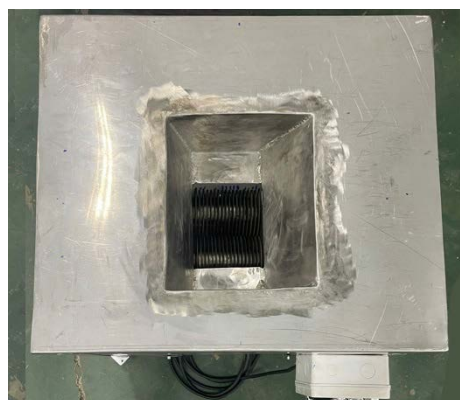
5) **ฝาปิดเครื่องจักร** ทำหน้าที่ปิดส่วนการทำงานของชุดใบมีดและชุดส่งกำลังเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายระหว่างการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 12 ฝาปิดเครื่องจักร



ภาพที่ 13 เครื่องเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน



ภาพที่ 14 ภาพมุมมองด้านบน



ภาพที่ 15 ภาพมุมมองด้านหน้า

จากภาพที่ 8 และ 12 คือส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของเครื่องจักร และภาพที่ 13-15 คือเครื่องจักรที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในหัวข้อต่อไปเป็นการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยประเมินจากความเร็วในการทำงานและคุณภาพของชิ้นเนื้อมะขามจืดจืดที่ได้รับ

6.1.5 การออกแบบการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องจักร

1) การทดสอบประสิทธิภาพผลของเครื่องจักร

ในการทดลองทดสอบโดยการนำมะขามเปรี้ยวยักษ์ที่ผ่านการแกะเปลือก รก และเมล็ดออกทั้งหมดเหลือเพียงเนื้อมะขามที่จะนำเข้าเครื่องจักร น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม และน้ำตาลจำนวน 300 กรัม เกลือ 20 กรัม และพริกป่น 20 กรัม มะขามที่ได้จากการทดสอบต้องผ่านการคลุกเคล้าก่อนนำเนื้อมะขามเข้าสู่ชุดใบมีดหันออกมาเป็นชิ้นเล็ก ๆ ความยาวไม่เกิน 4 เซนติเมตร จากการทดลองการทำงานพบว่าเครื่องจักรสามารถผลิตทำมะขามจืดจืดโดยใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 1 นาที เวลาสูงสุดอยู่ที่ 1 นาที 13 วินาที และเร็วที่สุดที่สามารถผลิตมะขามได้จะอยู่ที่ 58 วินาทีเท่านั้น ผลผลิตที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 1,170 กรัม สามารถบรรจุได้ทันที หากพิจารณาปริมาณวัตถุดิบที่นำเข้าเครื่องจักรกับผลผลิตที่ได้รับ พบว่ามีการสูญเสียวัตถุดิบจากการผลิตเท่ากับร้อยละ 13.33 จากวัตถุดิบทั้งหมด 1,350 กรัม ซึ่งคาดว่าจะมี พริก เกลือ และเนื้อมะขามบางส่วนที่ติดอยู่ที่ระหว่างชุดใบมีด และช่องลำเลียงเนื้อมะขาม ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า 1 รอบการทำงานสามารถผลิตมะขามจืดจืด 1 กิโลกรัม ได้รวดเร็วกว่าใช้แรงงานคนในการผลิตถึง 6,000 เท่า ซึ่ง หากต้องการผลิตภัณฑ์จำนวน 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ จากเดิมใช้เวลาประมาณ 6 -7 วัน จะเหลือเพียง 1-1.30 ชั่วโมงเท่านั้น

ตารางที่ 1: ผลลัพธ์การทดสอบการทำงานเบื้องต้น

การทดลองครั้งที่	1 รอบการทำงานของเครื่องจักร (กิโลกรัม)	
	ที่	อัตราการผลิต (กิโลกรัม)
เวลา (วินาที)		
1	58	1.20
2	72	1.14
3	73	1.12
4	62	1.22
5	59	1.21
ค่าเฉลี่ย	64	1.17

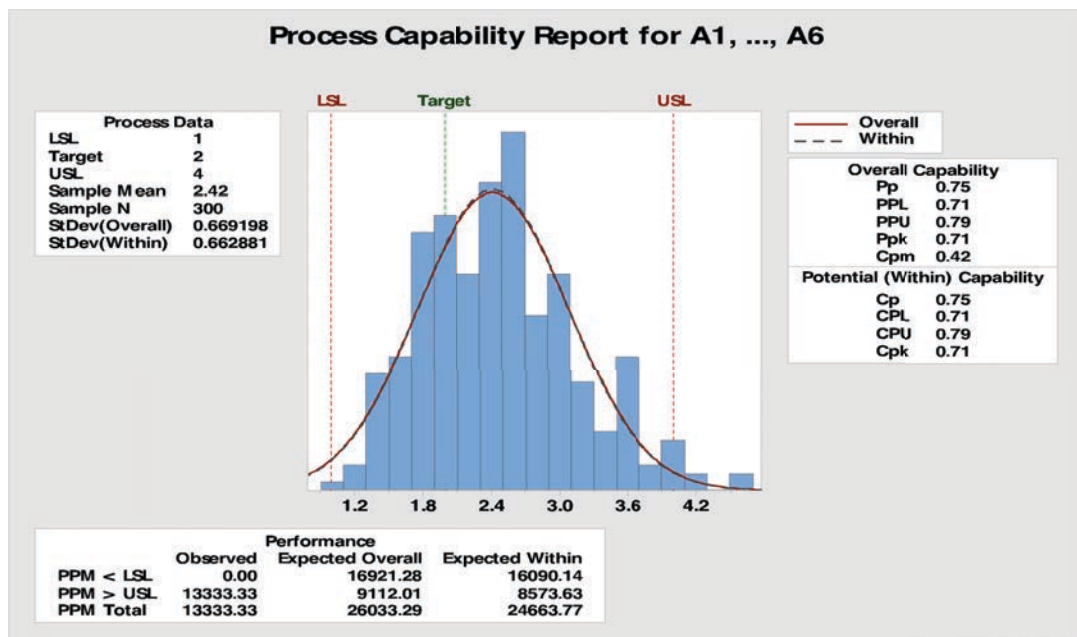
2) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยวิธีการควบคุม

กระบวนการทางสถิติ

ผลลัพธ์จากการตรวจสอบคุณภาพจากกระบวนการผลิต โดยใช้โปรแกรม Minitab เวอร์ชัน 16 ที่ ทั้ง 2 ชุดการทดลองสามารถแสดงดังภาพที่ 3 และ 4 ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

2.1) ชุดการทดลองจากการรัน 1 รอบการทำงาน

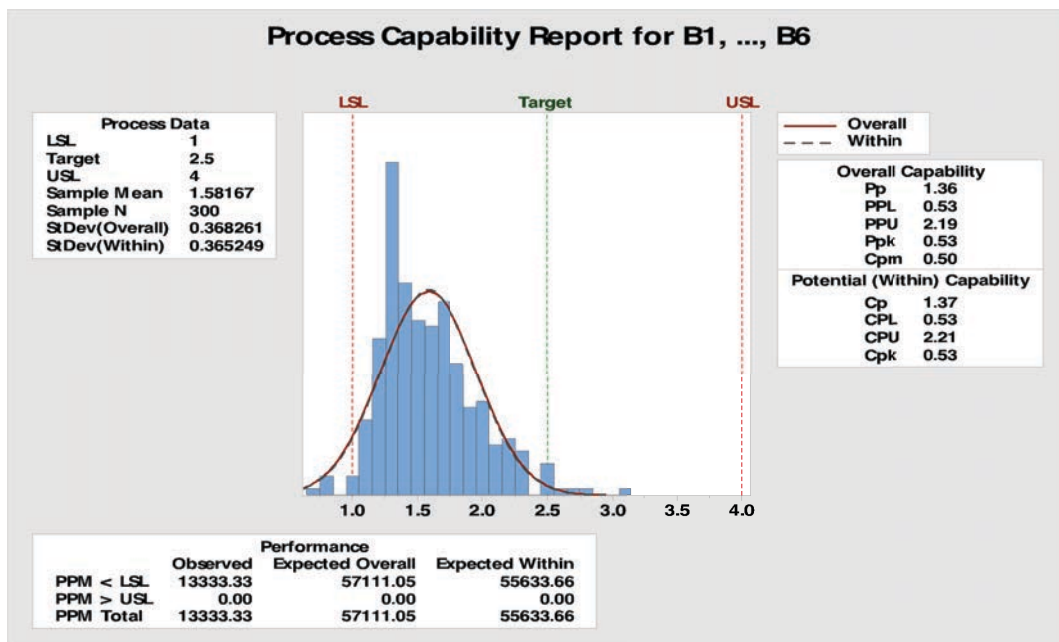
ลักษณะของชิ้นมะขามมีความยาวอยู่ระหว่าง 1 - 4.5 เซนติเมตร จากการประเมินความสามารถของกระบวนการของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ชิ้น พบว่า ค่า P_p และ P_{pk} ของกระบวนการมีค่าใกล้เคียงกันในกระบวนการผลิตในภาพรวม ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่ากลางซึ่งเป็นค่าเป้าหมาย ค่าความผันแปรที่เกิดขึ้นทั้งหมดในข้อมูล (P_{pk}) และส่วนค่าความแปรผันระหว่างกลุ่มย่อย (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.71 ซึ่งหากค่า P_{pk} และ C_{pk} น้อยกว่า 1 ซึ่งถือว่ากระบวนการยังไม่ดีมากนัก แต่ก็ยังอยู่ในระดับ 2 ซิกมา (2 Sigma Level) หรือกระบวนการมีความเชื่อมั่นประมาณร้อยละ 95.45 ที่จะได้ของดี กล่าวคือ หากพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลดิบที่เก็บมาทั้ง 6 วัน จะพบว่า หากผลิต 1 ล้านชิ้นโดยใช้เครื่องจักรเครื่องนี้ โอกาสที่จะพบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง (Lower Specification Limit) จะมีค่าเท่ากับ 0 แต่ของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน (Upper Specification Limit) จะมีประมาณ 13,334 ชิ้น แต่จากตัวแทนของประชากรทั้งหมด พบว่าอาจจะเจอของเสียจากกระบวนการผลิตอยู่ที่ 16,922 ชิ้น ที่ไม่ได้มาตรฐานจากจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง และประมาณ 9,113 ชิ้นจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และแต่ละวันจะเจอของเสียประมาณ 16,091 ชิ้น ที่ไม่ได้มาตรฐานจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง และประมาณ 8,574 ชิ้นจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน



ภาพที่ 16 ความสามารถของกระบวนการ ของจากการหันเพียง 1 รอบการทำงาน

2.2) ชุดการทดลองจากการหัน 2 รอบการทำงาน

ลักษณะของชิ้นมะขามจะมีขนาดเล็กลงมากเนื่องจากการหัน 2 รอบการทำงาน โดยมีความยาวอยู่ระหว่าง 0.8-3.5 เซนติเมตร จากการประเมินความสามารถของกระบวนการของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ชิ้น พบว่า ค่า P_p และ P_{pk} ของกระบวนการมีค่าต่างกันมากในกระบวนการผลิตในภาพรวม ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยต่างจากค่ากลาง ส่งผลให้ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าค่าเป้าหมายเป็นจำนวนมาก และหากพิจารณาจากค่า P_{pk} และ C_{pk} ที่มีค่าเท่ากับ 0.53 แสดงให้เห็นว่าความสามารถของกระบวนการยังไม่ถึง ระดับ 2 ซิกมา หรือกระบวนการมีความเชื่อมั่นไม่ถึงร้อยละ 95.45 ที่จะได้ของดี กล่าวคือ หากพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลดิบที่เก็บมาทั้ง 6 วัน จะพบว่า หากผลิต 1 ล้านชิ้นโดยใช้เครื่องจักรเครื่องนี้ โอกาสที่จะพบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างประมาณ 13,334 ชิ้น แต่จะไม่พบของเสียจากจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน แต่หากพิจารณาจากตัวแทนของประชากรทั้งหมด จะพบว่าอาจพบของเสียจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างประมาณ 57,111 ชิ้น ซึ่งถือว่ามากกว่า การหันเพียงรอบเดียว แต่ไม่พบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และแต่ละวัน (Within capacity) จะเจอของเสียประมาณ 55,634 ชิ้น ไกล่เคียงการผลิตโดยภาพรวม (Overall capacity)



ภาพที่ 17 ความสามารถของกระบวนการ ของจากการหันเพียง 1 รอบการทำงาน

6.1.6 อภิปรายผล

จากการทดสอบการทำงานพบว่า เครื่องจักรสามารถทำงานแทนแรงงานได้ดี โดยปริมาณการผลิตที่ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์จะใช้เวลาการผลิตเพียง 1-1.30 ชั่วโมงเท่านั้น จากเดิมใช้เวลาการผลิตจำนวน 6-7 วัน ต่อแรงงาน 1 คน ซึ่งหากใช้เครื่องจักรสามารถผลิตแทนจะสามารถทำงานได้เร็วขึ้นประมาณ 6,000 เท่า ส่งผลให้ผลิตภาพของสถานประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน แต่ข้อเสียคือปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้เครื่องจักรจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 13 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อมะขาม และ น้ำตาลที่มักจะไปติดอยู่ระหว่างชุดใบมีดและช่องลำเลียงเนื้อมะขาม รวมถึงชิ้นงานที่ได้จะไม่สวยงาม และสม่ำเสมอเท่ากับการใช้แรงงานคน ถ้าหากหันเพียงรอบเดียว ความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ที่ระดับ 2 จิกม่า หากหันจำนวน 2 รอบการทำงาน จะทำให้ชิ้นเนื้อมะขามมีขนาดเล็กกลง และมีเศษชิ้นมะขามขนาดเล็กที่ไม่ได้มาตรฐานจำนวนมากขึ้น ยิ่งทำให้ความสามารถของกระบวนการลดลง

6.1.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ทางคณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อมอบเครื่องจักร ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มขึ้นาคแผนใหม่ /ร้านมะขาม ธิสกุล โดยอาจารย์วิทยา หนูช่างสิงห์ผู้ออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรได้ให้ความรู้และวิธีการใช้งานเครื่องจักร ซึ่งผลจากทำงานในสถานที่ทำงานจริงพบว่าเครื่องจักรสามารถใช้งานทดแทนแรงงานคนได้เป็นอย่างดี โดยทำงานได้รวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคนถึง 6,000 และ จากการพูดคุยพบว่าเร็วๆ นี้ทางผู้ประกอบการได้รับคำแนะนำจากกรมการพัฒนาชุมชนให้ผลิตสินค้าชนิดใหม่เพื่อมาจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งทางคณะผู้วิจัยและกลุ่มได้ร่วมกันทดสอบการทำงานซึ่งพบว่า เครื่องจักรสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุดิบที่มีความแตกต่าง และให้ผลลัพธ์ที่ดี ผู้ประกอบการสามารถนำเทคโนโลยีต้นแบบนี้ไปต่อยอดธุรกิจได้ในอนาคต รวมไปถึงสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้นี้ให้กับผู้ที่สนใจต่อไป



ภาพที่ 18 เครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดต้นแบบ



ภาพที่ 19 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดต้นแบบ



ภาพที่ 20 ชิ้นงานที่ได้จากการหั่นเสร็จแล้ว



ภาพที่ 21 นำชิ้นงานที่ได้ไปเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร



ภาพที่ 21 อาจารย์วิทยา และผู้ประกอบการร่วมพูดคุยปรึกษาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่



ภาพที่ 22 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะขามหวานไร้เมล็ดลูกแก้ว

6.2 โครงการย่อยที่ 2: ออกแบบและพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ สำหรับสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ

จากการออกแบบเบื้องต้นคาดว่าเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นจะสามารถผลิตได้มะขามจี๊ดจ๊าดได้ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ โดยใช้คนงานเพียงคนเดียว รวมถึงการนำเครื่องจักรมาเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งคาดว่าจะสามารถเพิ่มกำลังผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดได้ในปริมาณที่มากขึ้น จากเดิมมีกำลังการผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ถ้าหากนำเครื่องจักรมาใช้จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 35-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถตอบสนองความต้องการของคู่ค้าเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์โครงการย่อยที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิศวกรรมคั่นเซกบวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ โดยการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภค และส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และในระยะที่ 2 เป็นส่วนของการพัฒนาวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยเทคนิควิศวกรรมคั่นเซ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

6.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเดิมและการทดสอบสมมติฐาน ปัญหาของการจำหน่ายผลิตภัณฑ์คือคือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สถานประกอบการต้องการเพื่อจำหน่ายให้กับผู้บริโภคที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้สันนิษฐานว่ากลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์มีกลุ่มของฝาก ผู้ประกอบการจำหน่ายผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปออนไลน์ สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในสถานที่ท่องเที่ยว สมมุติฐานดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภคเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ รวมถึงสำรวจส่วนประสมทางการตลาดเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ปรับปรุงกลยุทธ์ด้านการตลาดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

6.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการดำเนินการกลุ่มผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือใบตรวจสอบ (Check sheet) เพื่อสร้างแบบสังเกตเพื่อสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้บริโภคต้องกรอกแบบสอบถามเอง ป้องกันการถูกปฏิเสธและไม่ทำให้ผู้ให้ข้อมูลต้องเสียเวลาตอบแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือข้อมูลส่วนตัวของผู้ที่ถูกสังเกตประกอบด้วย เพศ และอายุ ของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 คือระดับความสนใจของผู้บริโภค การดำเนินการวิจัยจะเริ่มจากการนำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เดิม รวมถึงแหล่งจำหน่ายสินค้า OTOP และตลาดในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งการบรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ใช้การตีความออกมาเป็นระดับของความสนใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย 7 ระดับ โดยที่แต่ละระดับจะให้ความหมายที่แตกต่างกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะสังเกตตั้งแต่ผู้บริโภคเริ่มให้ความสนใจจนถึงตัดสินใจซื้อหรือไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากแบบสังเกต ถ้าหากกระบวนการซื้อขายสิ้นสุดในระดับที่แตกต่างกันความหมายที่ถูกต้องก็จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของแต่ละระดับ เช่น เมื่อลูกค้าออกจากกระบวนการในระดับที่ 1 คือหยุดมอง ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการซื้อขายจะสิ้นสุดที่ “ไม่ซื้อ” นั้นหมายความว่า จะเกิดความสัมพันธ์ระหว่าง “หยุดมอง” และ “ไม่ซื้อ” อาจแปลความหมายได้ว่า คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจจะไม่ใช่ว่า สี ขนาด หรือฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นผู้ประกอบการอาจจะปรับเปลี่ยนรูปแบบให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น หรือหากมีสัมพันธ์ระหว่าง “สัมผัสผลิตภัณฑ์” “ถามราคา” “ต่อรองราคา” และมาสิ้นสุดที่ “ไม่ซื้อ” นั้น

หมายความว่า ผู้บริโภคพึงพอใจต่อตัวผลิตภัณฑ์ เพียงแต่ว่าราคาของผลิตภัณฑ์อาจจะไม่เหมาะสม ดังนั้นถ้าหากกรณีนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งผู้ประกอบการจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดต้นทุนลงเพื่อให้ราคาสินค้ามีราคาที่ถูกลงจากผลลัพธ์จากการสังเกตทำให้ทราบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีอายุตั้งแต่ 20-40 ปี ในการทดลองผู้วิจัยได้สุ่มลงพื้นที่ในสถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ 2 ครั้ง และสังเกตจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะขามจี๊ดจัดแบบเดิมทั้งหมด 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบซอง 50 กรัม และแบบกระปุก ขนาด 160 กรัม ผลลัพธ์จากการลงพื้นที่สำรวจแสดงให้เห็นว่า เพศหญิงให้ความสนใจ มากกว่าเพศชาย แต่ข้อมูลดังกล่าวยังไม่ครบถ้วนเนื่องจากเวลาที่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาพฤติกรรมจากผู้บริโภคเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ

6.2.3 ขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ

1) การคัดเลือกกลุ่มประชากร

จากการให้ข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ทางกลุ่มมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย แต่ด้วยรูปแบบที่เหมือนเดิม จึงพยายามสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ แต่ยังไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากนัก ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ผู้ที่ให้ความสนใจ คือกลุ่มวัยรุ่น จนถึงวัยทำงาน ที่ชื่นชอบในท้องเที่ยวและต้องซื้อของฝากติดไม้ติดมือกลับไปฝากเพื่อนฝูงและญาติมิตร อีกทั้งราคาผลิตภัณฑ์ไม่แพงมากจึงทำให้กลุ่มคนรุ่นใหม่กำลังในการซื้อ โดยมะขามจี๊ดจัดที่เลือกร้อยละ 80 จะเลือกมะขามจี๊ดจัดแบบกระปุกที่สามารถเก็บไว้รับประทานได้หลายครั้ง ไม่จำเป็นต้องบริโภคให้หมดภายในครั้งเดียว และมีราคาที่ถูกลงกว่าในปริมาณที่เท่ากัน ส่วนผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปจะเลือกผลิตภัณฑ์มะขามแบบอื่น ๆ ที่มีราคาสูงกว่า เนื่องจากมีกำลังซื้อที่มากกว่า

6.2.4 การกำหนดขอบเขตค่าแสดงความรู้สึก

การคัดเลือกกลุ่มความรู้สึก ผู้วิจัยได้รวบรวมคำค้นไขจากการค้นคว้า จากอินเทอร์เน็ต นิติสาร ห้างสรรพสินค้า และแหล่งการค้าแหล่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งลักษณะผลิตภัณฑ์ได้คั่นเซที่เกี่ยวข้องมาทั้งหมด 22 คู่ทั้งในด้านลบและบวก หรือ 44 คำจากทั้งหมด

ตารางที่ 2 การค้นหาคำคั่นเซด้วย IOC

กลุ่มคำคั่นเซ : Colored packaging		
ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	สอดคล้อง
-1	0	+1

ตารางที่ 3 การกำหนดขอบเขตค่าแสดงความรู้สึก

ลำดับ	Main Word	Kansei said positive	Kansei said negative
1	Colored packaging	Classic (ได้รับความนิยมโดยตลอด)	Fashionable (ทันสมัย กำลังเป็นที่นิยม)
2		Upper class (มีระดับ)	Plain (เรียบ/ธรรมดา)
3		Natural (เป็นธรรมชาติ)	Artificial (ประดิษฐ์)
4		Clean (ดูสะอาด)	Dirty (ดูสกปรก)

ลำดับ	Main Word	Kansei said positive	Kansei said negative
5		Fresh (สดใหม่ดู/สดชื่น)	Dry (แห้งแล้ง)
6	Texture	Translucent (โปร่งแสง)	Opaque (ทึบแสง)
7		Glossy (มันวาว)	Matte (ผิวด้าน)
8		Smooth (เรียบ)	Rough (ขรุขระ)
9	Patterned	Modern (ทันสมัย)	Old (โบราณ/เก่า)
10		Formal (ดูเป็นทางการ)	Casual (สบาย/ลำลอง)
11		Traditional (ประเพณีนิยม)	Progressive (หัวก้าวหน้าคนหัวใหม่)
12		Domestic (ดูเป็นของพื้นถิ่น)	Urban (ดูเกี่ยวกับเมือง)
13	Interesting	Unique (เป็นเอกลักษณ์)	General (ทั่วไป)
14		Look different (ดูแตกต่าง)	look alike (ดูเหมือน)
15	Information	Confident (มั่นใจ)	Unconvinced (ไม่มั่นใจ)
16		Exact (ถูกต้อง แน่นนอน)	Unsure (ไม่แน่นอน)
17		Reliable (น่าเชื่อถือ)	Unworthy (ไม่น่าเชื่อถือ)
18	Size	Rectangular (สี่เหลี่ยม)	Rounded (โค้งมน)
19		Compact (กะทัดรัด)	Large (ใหญ่โต)
20	Use	Handy (พกพาง่าย)	Heavy (หนัก)
21		Simple (ง่าย)	Complex (ซับซ้อน)
22		Minimalist (น้อยชิ้น)	Maximum (จำนวนมากที่สุด)

หากนำมาแบ่งออกเป็นกลุ่มสามารถแบ่งได้เป็น 7 ด้านประกอบด้วย สีของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะ รูปแบบ ความน่าสนใจ ขนาด ข้อมูลและการใช้งาน

ตารางที่ 4 แบ่งออกเป็นกลุ่มคำแสดงความรู้สึก

Colored packaging	Texture	Patterned	Interesting	Size	Information	Use
Classic (ดั้งเดิม)	Translucent (โปร่งแสง)	Formal (ดูเป็นทางการ)	Unique (เป็นเอกลักษณ์)	Rectangular (สี่เหลี่ยม)	Confident (มั่นใจ)	Handy (พกพาง่าย)
Upper class (มีระดับ)	Opaque (ทึบแสง)	ทันสมัย (Modern)	Strange (แปลก)	Rounded (โค้งมน)	Exact (ถูกต้องแน่นอน)	Simple (ง่าย)
Natural (เป็นธรรมชาติ)	Glossy (มันวาว)	Domestic (ดูเป็นของพื้นถิ่น)	Look different (ดูแตกต่าง)	Compact (กะทัดรัด)	Reliable (น่าเชื่อถือ)	Complex (ซับซ้อน)
Clean (ดูสะอาด)	Sleek (มันเงา)	Traditional (ประเพณีนิยม)	Eye catching (สะดุดตา)			Minimalist (น้อยชิ้น)
Fresh (สดใหม่ดู/สดชื่น)	Rough (ขรุขระ)					
	Matte (ผิวด้าน)					

จากนั้นคณะผู้วิจัยได้รวบรวมคำแสดงความรู้สึกเบื้องต้นได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม ซึ่งจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบยังพบว่ายังมีจำนวนการจำแนกกลุ่มการออกแบบที่มากจนเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการคัดเลือกอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 15 ท่าน จากวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า มีคำแสดงความรู้สึกที่มีค่า IOC มากกว่าที่สุดทั้งหมด 4 กลุ่มเท่านั้น โดยใช้แบบสอบถามแทนการสอบถามผู้เชี่ยวชาญถึงความเกี่ยวข้องของกลุ่มคำค้นเชื่อว่ากลุ่มไหนมีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผลลัพธ์จากแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า มีกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์มากที่สุดทั้งหมด 3 กลุ่มซึ่งคณะผู้วิจัยจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 5 ผลการคัดเลือกตัวแทนกลุ่มคำแสดงความรู้สึกที่ส่งผลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ลำดับที่	กลุ่มคำ	คะแนนการประเมิน
1	Colored packaging	3.8
2	Texture	5.4
3	Patterned	4.5
4	Interesting	6.3
5	Size	3.4
6	Information	5.9
7	Use	4

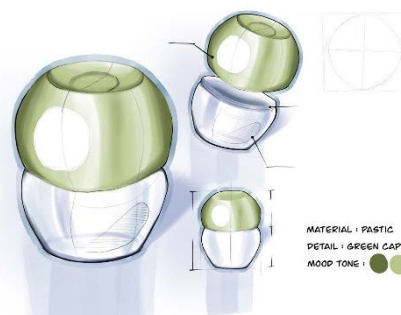
จากการคัดเลือกกลุ่มความรู้สึกทั้ง 7 กลุ่มสามารถสรุปได้ว่า กลุ่มที่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่านคัดเลือกให้นำมาเป็นกลุ่มคำที่แสดงถึงความสำคัญในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แสดงออกถึงความรู้สึกของ

ผู้บริโภคจำนวน 3 กลุ่มประกอบไปด้วย Texture Interesting และ Information ซึ่งจะถูกนำไปสร้างเป็นแบบสอบถามเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดในขั้นตอนต่อไป

6.2.5 การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

1) คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากนิตยสารหรือหนังสือที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่เพื่อระบุคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Properties) จากนั้นใช้วิศวกรรมค้นหาค้นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคที่ส่งผลไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยออกแบบคร่าวๆ จากข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามให้กลุ่มเป้าหมายและผู้ประกอบการได้มองเห็นภาพ ก่อนร่วมกันระดมสมองเพื่อกำหนดการกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยได้มีรูปแบบร่างดังต่อไปนี้





ภาพที่ 5 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์จำนวน 10 รูปแบบ

จากการดำเนินการพบว่าการดำเนินการล่าช้ากว่าแผนที่ตั้งใจไว้ เนื่องจากปัญหาด้านเอกสารระหว่างมหาวิทยาลัยที่เกิดการสูญหาย ส่งผลต่อการเบิกจ่ายที่ล่าช้า แต่ปัญหาดังกล่าวได้รับการแก้ไขแล้ว ซึ่งการดำเนินการสามารถดำเนินการต่อไปได้ และคณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความก้าวหน้าส่งให้ทางผู้ประกอบการได้พิจารณาและพร้อมทั้งประเมินการออกแบบได้แล้วเสร็จ ซึ่งปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องจักรและการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่อไป



ภาพที่ 6 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณะจำนวน 10 รูปแบบ

2) การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะ (Span the Space of Properties)

การกำหนดคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมจากการหาข้อมูลพบว่ามี การแบ่งคุณสมบัติออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ โทนสีของบรรจุภัณฑ์ ภาพฉลาก วัสดุหลัก รูปแบบการเปิด-ปิด และน้ำหนักการบรรจุผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการออกแบบ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร, (2550) และลวดลายผลิตภัณฑ์ ของ สิทธิศักดิ์ ธัญศรีสวัสดิ์กุล, (2559) เพื่อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทั้ง 16 รูปแบบ 6 หมวดหมู่ ดังภาพที่ 6 โดยมีคุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ย่อยแต่ละหมวดทั้งหมด 16 คำดังต่อไปนี้

X_{11} = มองเห็นผลิตภัณฑ์ภายใน	X_{41} = ใช้พลาสติกส์เป็นส่วนประกอบหลัก
X_{12} =มองไม่เห็นผลิตภัณฑ์ภายใน	X_{42} = ใช้อะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบหลัก
X_{21} = โทนสีอ่อน	X_{43} = ใช้กระดาษเป็นส่วนประกอบหลัก
X_{22} = โทนสีกลาง	X_{51} = ฝาเกลียว
X_{23} = โทนสีเข้ม	X_{52} = ฝาล็อค
X_{31} = ใช้ภาพจริงในการตกแต่ง	X_{61} = 100 กรัม
X_{32} = ใช้กราฟิกในการตกแต่ง	X_{62} = 150 กรัม
X_{33} = ใช้ภาพสีน้ำมันในการตกแต่ง	X_{63} = 200 กรัม

ทั้ง 6 หมวดหมู่จะประกอบไปด้วย การมองเห็นผลิตภัณฑ์ โทนสี ภาพประกอบ ส่วนประกอบหลัก รูปแบบฝาปิด และปริมาณสุทธิ เป็นคุณสมบัติหลัก และมีคุณสมบัติย่อย 16 คำ ซึ่งแต่ละคำจะถูกคัดเลือกโดยกลุ่มเป้าหมายผู้ขึ้นขอรับประทานมะขามจี๊ดจ๊าดจำนวน 62 คน ผู้วิจัยได้รวบรวม แบบสอบถามจากกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแบบประเมินประกอบด้วยรูปผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ได้รับการคัดเลือกจาก

คณะวิจัยจำนวน 6 รูปแบบ กลุ่มคำแสดงความรู้สึกทั้งหมด 3 กลุ่มพร้อมคำอธิบาย และคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อยทั้ง 16 คำ ผู้ให้ข้อมูลจะเป็นผู้คัดเลือกกลุ่มคำแสดงความรู้สึก และกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ จากนั้นประเมินข้อคำถามว่า “จากคุณสมบัติทั้ง 6 ประการ และกลุ่มคำแสดงความรู้สึก ท่านเห็นด้วยหรือไม่ผลิตภัณฑ์ ดังกล่าวจะเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภค โดยมีระดับการประเมินความเห็นด้วยทั้งหมด 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับ แทน 5 ความหมายคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จากนั้น ค้นหาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณประเภท 1 ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในวิศวกรรมคั่นเซ เพื่อคำนวณหาค่า PCC และ CS จากโปรแกรม Rstudio เวอร์ชัน 1.2.5033

ตารางที่ 7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Partial Correlation Coefficient : PCC)

Type	คำค้นเซ	การมองเห็น	โทนสี	ภาพประกอบ	วัสดุหลัก	ฝาปิด	ปริมาณสุทธิ
1	Text	0.29	0.18	0.02	0.09	0.10	0.07
	Information	0.19	0.37	0.23	0.16	0.12	0.07
	Interesting	0.28	0.36	0.12	0.39	0.12	0.13
2	Text	0.12	0.28	0.16	0.11	0.17	0.29
	Information	0.08	0.22	0.26	0.18	0.20	0.20
	Interesting	0.17	0.38	0.10	0.24	0.06	0.12
3	Text	0.19	0.46	0.16	0.29	0.09	0.19
	Information	0.08	0.22	0.26	0.18	0.20	0.20
	Interesting	0.07	0.36	0.07	0.33	0.16	0.17
4	Text	0.11	0.20	0.32	0.16	0.17	0.17
	Information	0.03	0.29	0.22	0.11	0.38	0.16
	Interesting	0.09	0.30	0.19	0.18	0.29	0.34
5	Text	0.15	0.57	0.30	0.24	0.09	0.34
	Information	0.01	0.48	0.10	0.24	0.08	0.26
	Interesting	0.09	0.33	0.35	0.20	0.12	0.28
6	Text	0.14	0.13	0.30	0.26	0.12	0.08
	Information	0.06	0.22	0.10	0.34	0.03	0.00
	Interesting	0.03	0.13	0.21	0.11	0.01	0.03

ตารางที่ 6 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์หรือค่า PCC หากค่า PCC มีค่ามากความสัมพันธ์ก็มากตามไปด้วย กล่าวคือ PCC สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มคำแสดงความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ หาก PCC มีค่ามากความสัมพันธ์ก็มากตามไปด้วย แต่อาจเป็นไปได้ทั้งใน 2 ทิศทาง กล่าวคือมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่ารูปลักษณ์และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ตนเลือกนั้นมีความมีความเป็นไปได้ที่จะได้รับความนิยมจากกลุ่มเป้าหมาย หรือในทางตรงกันข้าม อาจเห็นตรงกันว่าคุณสมบัติข้างต้นไม่น่าจะได้รับความนิยมในท้องตลาด แต่จากการทดลองพบว่าแต่ละความสัมพันธ์มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่เนื่องจากในการทดลองนี้มีความคิดเห็นที่ค่อนข้างหลากหลายและมีความแตกต่างเป็นอย่างมากทำให้หากพิจารณาจากค่า PCC เพียงอย่างเดียวอาจจะเป็นไปได้อย่างที่จะสามารถกำหนด

คุณลักษณะจากข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ค่า CS เพื่อประกอบการพิจารณา ซึ่งสามารถเลือกคุณลักษณะย่อยของแต่ละรูปลักษณะที่จะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบจากค่าในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรูสึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อย (Category Scores : CS)

Type	คำค้นเซ	Vision			Colour			Image			Material			Lid		Volume		
		X1	X2		X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X1	X2	X3
1	Tex	-1.14	0.06		0.29	0.00	0.02	0.00	0.02	-0.04	0.00	-0.04	0.25	0.1	-0.07	0.05	-0.06	0.08
	Info	-0.37	0.08		-0.03	0.14	-1.04	-0.12	0.47	-0.02	0.12	-0.19	0.06	0.18	-0.07	0.07	0.00	-0.10
	Inter	-0.65	0.10		0.03	0.10	-1.28	-0.08	0.16	0.11	0.38	-0.39	0.17	0.17	-0.07	0.17	0.00	-0.16
2	Tex	-1.80	0.06		-0.16	0.21	-0.46	0.12	-0.17	-0.07	-0.06	0.19	0.11	-0.29	0.08	0.02	-0.26	0.29
	Info	0.16	-0.02		-0.32	0.08	-0.31	-0.10	0.24	0.57	0.28	-0.06	0.18	-0.35	0.06	0.21	-0.13	0.11
	Inter	-0.18	0.14		-0.17	0.16	-1.12	-0.02	0.12	-0.27	0.08	-0.12	-0.78	-0.09	0.03	0.21	-0.11	0.04
3	Tex	0.43	-0.04		-0.22	0.15	-1.78	0.08	-0.10	-0.29	0.25	-0.11	0.45	-0.11	0.03	0.13	-0.13	0.14
	Info	0.16	-0.02		-0.32	0.08	-0.31	-0.10	0.24	0.57	0.28	-0.06	0.18	-0.35	0.06	0.21	-0.13	0.11
	Inter	-0.21	0.02		-0.22	0.17	-0.80	-0.03	0.00	0.24	0.77	-0.10	-0.18	-0.34	0.05	0.02	-0.10	0.23
4	Tex	-0.12	0.10		0.28	-0.14	0.32	-0.28	0.24	0.49	-0.01	-0.23	0.19	-0.26	0.10	0.31	-0.15	0.02
	Info	-0.02	0.03		0.50	-0.09	-0.21	0.13	-0.33	-0.02	-0.07	-0.04	0.12	-0.55	0.19	0.22	-0.11	0.07
	Inter	-0.06	0.08		0.68	-0.07	-0.18	0.09	-0.32	0.00	0.07	-0.29	0.09	-0.51	0.12	0.69	-0.20	0.05
5	Tex	0.10	-0.13		0.10	-0.01	-3.66	0.01	0.20	-0.77	0.29	-0.23	0.05	-0.10	0.04	0.34	-0.29	0.19
	Info	0.00	0.01		0.29	-0.25	-1.71	0.01	0.03	-0.34	0.52	-0.21	-0.02	-0.12	0.03	0.45	0.20	0.09
	Inter	-0.06	0.08		0.17	-0.16	-0.98	0.08	0.04	-1.01	0.13	-0.32	0.06	-0.16	0.05	0.66	-0.05	-0.09
6	Tex	-0.14	0.13		0.05	-0.08	0.33	-0.14	0.40	-0.57	-0.22	-0.42	0.17	0.14	-0.09	0.23	0.00	-0.16
	Info	0.05	-0.05		0.42	-0.05	-0.19	-0.07	0.10	-0.08	0.35	-0.59	0.11	-0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
	Inter	0.03	-0.03		0.17	0.00	-0.27	-0.06	-0.20	0.51	-0.06	0.22	0.05	-0.01	0.01	0.10	0.00	-0.02

* Tex คือ Text

* Info คือ Information

* Inter คือ Interesting

ตารางที่ 8 สรุปค่าแสดงความรู้สึกลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความรู้สึกลักษณะ	คะแนน	การมองเห็นผลิตภัณฑ์		โทนสี			ภาพ			วัสดุหลัก			ฝาปิด		ปริมาณ (กรัม)			
			เห็น	ไม่เห็น	อ่อน	กลาง	เข้ม	จริง	กราฟฟิก	สีน้ำ	พลาสติก	อะลูมิเนียม	กระดาษ	เกลียว	ลื่น	100	150	200	
1	Text	3.75		✓					✓				✓					✓	
2		3.84		✓		✓		✓				✓		✓				✓	
3		4.42	✓			✓		✓				✓				✓		✓	
4		3.89		✓		✓				✓				✓		✓			
5		4.25	✓			✓				✓			✓		✓		✓		✓
6		3.84			✓				✓						✓				
รวม		3.84	2	4	3	2	2	2	4	1	3	1	4	2	4	4	0	4	

ตารางที่ 9 สรุปค่าแสดงความรู้สึกลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความรู้สึก	คะแนน	การมองเห็นผลิตภัณฑ์		โทนสี			ภาพ			วัสดุหลัก				ฝาปิด		ปริมาณ (กรัม)		
			เห็น	ไม่เห็น	อ่อน	กลาง	เข้ม	จริง	กราฟฟิก	สีน้ำ	พลาสติก	อะลูมิเนียม	กระดาษ	เกลียว	ลื่น	100	150	200	
1	Information	3.81		✓		✓			✓		✓		✓		✓				
2		3.72	✓			✓		✓	✓	✓		✓		✓		✓		✓	
3		4.05	✓			✓			✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	
4		3.98	✓	✓										✓				✓	
5		4.27			✓			✓	✓							✓		✓	
6		4.00	✓			✓								✓					
	รวม	4	4	3	2	2	2	1	5	2	6	0	4	2	5	5	1	3	

ตารางที่ 10 สรุปค่าแสดงความรู้สึกรู้สึก (Interesting) และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์	ความรู้สึกรู้สึก	คะแนน	การมองเห็นผลิตภัณฑ์		โทนสี			ภาพ			วัสดุหลัก			ฝาปิด		ปริมาณ (กรัม)		
			เห็น	ไม่เห็น	อ่อน	กลาง	เข้ม	จริง	กราฟฟิก	สีน้ำ	พลาสติกก๊อส	อะลูมิเนียม	กระดาษ	เกลียว	ล็อก	100	150	200
1	Interesting	3.84		✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓		✓		
2		3.81		✓		✓		✓		✓	✓			✓		✓		
3		4.06		✓		✓				✓	✓			✓		✓		✓
4		3.96		✓	✓			✓		✓			✓		✓	✓		
5		4.24		✓	✓			✓	✓		✓		✓		✓	✓		
6		4	✓		✓				✓				✓		✓	✓		
	รวม	4	1	5	4	3	0	3	3	4	4	0	4	3	3	6	0	1

ตารางที่ 11 สรุปคะแนนเฉลี่ยความชอบของทั้ง 6 รูปแบบ

					
3.80 คะแนน	3.79 คะแนน	4.17 คะแนน	3.94 คะแนน	4.25 คะแนน	3.94 คะแนน

จากตัวอย่างเป็นการแสดงแผนภูมิของค่า PCC CS และการผลลัพธ์การสรุปคะแนนการประเมินของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 6 รูปแบบ ทุกข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อระบุรูปแบบและคุณลักษณะเชิงกายภาพบรรจุภัณฑ์ โดยจากการพิจารณาพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้ซื้อชอบในการรับประทานมะขามจืดจัดให้ความสำคัญกับกลุ่มค่าแสดงความรู้สึกทั้ง 3 ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากอาจมองว่าค่าแสดงความรู้สึกทั้ง 3 กลุ่ม ส่งผลต่อการความต้องการของผู้บริโภคทั้งหมด และกลุ่มค่าที่ผู้บริโภคมองว่าสำคัญที่สุดคือ ในหากลักษณะของบรรจุภัณฑ์หากออกแบบให้ดูแปลกตา แตกต่าง ทำให้สะดุดตา มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง จะส่งผลดีต่อตัวผลิตภัณฑ์ ส่วนกลุ่มค่าที่มีความสำคัญน้อยที่สุดคือกลุ่มค่าที่กำหนดลักษณะของพื้นผิว (texture) เป็นกลุ่มค่าแสดงความรู้สึกที่มีความสัมพันธ์ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนการประเมินน้อยที่สุดแต่ก็ยังมีความใกล้เคียงกับ 2 กลุ่มค่าข้างต้น ส่วนรูปแบบที่มีคะแนนประเมินมากที่สุดคือ รูปแบบที่ 5 3 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนการกำหนดลักษณะและคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์โดยละเอียด หากพิจารณาจากค่า CS ในทิศทางบวกสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) คุณสมบัติการมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านใน ถ้าหากพิจารณาจากค่า CS ในทางบวกพบว่า ผู้ประเมินให้ความสำคัญทั้ง 2 ด้าน ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงไม่เลือกคุณลักษณะย่อยอย่างใดอย่างหนึ่งได้ การนำคุณลักษณะหมวดดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบได้ตามความเหมาะสมและดุลพินิจของผู้ออกแบบ

2) คุณสมบัติโทนสี จากผลการประเมินพบว่าโทนสีอ่อนมีค่า CS ในทิศทางบวกมากที่สุดรวมแล้ว 9 รูปแบบจากทั้งหมด 18 รูปแบบใน 3 กลุ่มค่า หรือคิดเป็นร้อยละ 50 ดังนั้นผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจนในการนำเอาโทนสีอ่อนมาออกแบบเป็นโทนหลักของบรรจุภัณฑ์

3) คุณสมบัติภาพประกอบ จากผลการประเมินพบว่าภาพประกอบที่ใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิคมีค่า CS ในทิศทางบวกมากที่สุด รวมแล้ว 12 รูปแบบจากทั้งหมด 18 รูปแบบใน 3 กลุ่มค่า หรือคิดเป็นร้อยละ 66 ดังนั้นผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจนว่าควรใช้ภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟฟิคเป็นส่วนประกอบในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

4) คุณสมบัติวัสดุหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ จากผลการประเมินพบว่าควรใช้พลาสติกหรือกระดาษเป็นวัสดุหลักในการออกแบบ อาจเป็นเพราะอะลูมิเนียมมีราคาที่สูงซึ่งส่งผลต่อต้นทุน ดังนั้นผู้ออกแบบสามารถใช้ดุลพินิจในการเลือกใช้วัสดุหลักทั้ง 2 รูปแบบได้ตามความเหมาะสม

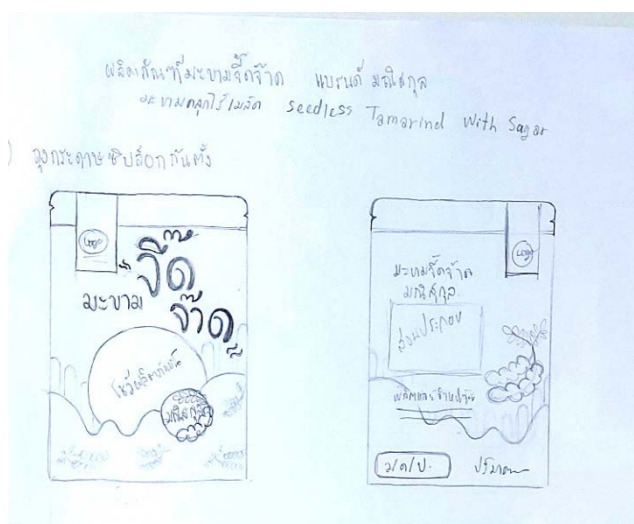
5) คุณสมบัติฝาปิดเพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านใน ในหัวข้อนี้ฝาปิดอาจจะไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบกับทุกรูปแบบของผลิตภัณฑ์ แต่จำเป็นต้องพิจารณาเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ในผลิตภัณฑ์ 4 5 และ 6 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 ของรูปแบบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด จากผลการประเมินพบว่า ควรใช้ฝาล็อคในบรรจุภัณฑ์ อาจเป็นเพราะผู้ประเมินเล็งเห็นว่าสามารถเปิด-ปิดได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้ฝาเกลียว

6) คุณสมบัติด้านปริมาณสินค้า จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นพบว่ามะขามจืดจัดไม่ควรมีปริมาณเกิน 200 กรัม ถ้าหากเปิดฝาแล้วรับประทานไม่หมดความชื้นจากเนื้อมะขามและความชื้นจากภายนอกจะทำให้เน่าเสียและเกิดกลิ่นเหม็น รสชาติเปลี่ยน ส่งผลให้เนื้อมะขามไม่สามารถคงสภาพเดิมได้ และถ้าหากพิจารณาจากค่า CS ในทางบวกพบว่าผู้ประเมินส่วนใหญ่แนะนำให้เป็น 100 กรัม กว่า 15 รูปแบบหรือกว่าร้อยละ 83 แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าไม่ว่าจะเลือกทั้ง ขนาด 100 หรือ 200 กรัมสามารถให้ผลดีทั้งคู่ แต่น่าแปลกตรงที่ 150 กรัมไม่สามารถพบว่ามีค่า CS ในทางบวกทั้งที่เป็นค่าที่อยู่ กึ่งกลางระหว่าง 100 กรัม

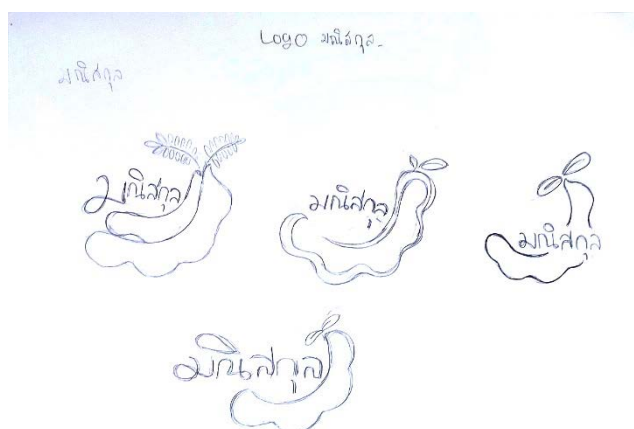
และ 200 กรัม ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า คุณสมบัติด้านปริมาณอาจจะใช้ได้ทั้ง 100 กรัม หรือ 200 กรัม ได้ตามความเหมาะสมและดุลพินิจของผู้ออกแบบ

6.2.6 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแบบจำลอง

เพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุดใช้การบูรณาการการออกแบบผลิตภัณฑ์จากแนวทางที่ได้รับจากเทคนิคทางวิศวกรรม และการสร้างสรรค์งานศิลปะในรูปแบบใหม่ๆ จากกระบวนการคิด และแรงบันดาลใจของผู้ออกแบบ โดยอ้างอิงจากผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการออกแบบโดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ แต่อย่างไรก็ตามในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงสำคัญที่จะเน้นหน้าที่และประโยชน์ใช้สอยเป็นอันดับแรก ส่วนความงามจะตามมาเป็นอันดับรอง หรือถ้าได้ทั้งประโยชน์ใช้สอยและความสวยงามได้ก็จะเป็นการดียิ่งๆ ขึ้นไป คณะผู้วิจัยได้ออกแบบบรรจุภัณฑ์ออกมา 3 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจากคำแสดงความรู้สึกที่ได้รับโดยสามารถอธิบายคุณลักษณะทางกายภาพและหน้าที่การทำงานได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบร่างบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 8 ตัวอย่างแบบร่างบรรจุภัณฑ์

รูปแบบที่ 1 สามารถบรรจุมะขามได้ไม่เกิน 150 กรัม มีรูปทรงกระบอกมีวัสดุหลักเป็นกระดาษ โดยมีแนวคิดให้บรรจุภัณฑ์สามารถย่อยสลายได้ง่าย ใช้สีโทนอ่อน และภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นภาพประกอบ ไม่สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในได้ แสดงตราสินค้าและเบอร์โทรติดต่อ ไว้ที่ผาด้านบน ส่วนรอบ ๆ บรรจุภัณฑ์แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า รายละเอียด ส่วนประกอบที่สำคัญ วันผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลด้านโภชนาการ เหมาะแก่การเป็นของฝากของที่ระลึก ให้แต่เพื่อนๆ เมื่อมาท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์ แต่ถึงจะทำมาจากกระดาษแต่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะขนส่งถ้าผู้ประกอบการต้องการจำหน่ายในช่องทางออนไลน์



ภาพที่ 9 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 10 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 1 ขนาดเท่าของจริง

รูปแบบที่ 2 สามารถบรรจุมะขามขนาดครึ่งกิโลกรัม โดยภายในสามารถบรรจุของ 100 กรัม ได้ประมาณ 5 – 8 ซอง ตามความเหมาะสม สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในได้ มีรูปทรงสี่เหลี่ยมวัสดุหลักที่ใช้ทำมาจากกระดาษ โดยมีแนวคิดให้บรรจุภัณฑ์สามารถย่อยสลายได้ง่ายเช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 ใช้สีโทนอ่อน และภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นภาพประกอบ แสดงตราสินค้าไว้ด้านหน้าผลิตภัณฑ์ ส่วนรอบ ๆ บรรจุภัณฑ์ แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า รายละเอียด ส่วนประกอบที่สำคัญ วันผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลด้าน

โภชนาการ ด้านบนมีหูหิ้วเพื่อความสะดวกในการถือจับ สามารถมองเห็นสินค้าด้านในได้ เพื่อใช้ในการตัดสินใจของผู้บริโภค เหมาะแก่การเป็นของฝากของที่ระลึก ให้เพื่อนๆญาติพี่น้อง ผู้หลักผู้ใหญ่ เมื่อมาท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์ กล่องสามารถพับขึ้นรูปได้ ดังนั้นจึงประหยัดพื้นที่ในการขนส่งหากจำเป็นต้องผลิตจำนวนมาก



ภาพที่ 11 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 12 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 ขนาดเท่าของจริง

รูปแบบที่ 3 บรรจุภัณฑ์มีลักษณะเป็นซอง สามารถบรรจุมะขามได้ 100 -150 กรัม ทำมาจากพลาสติกเพื่อให้ได้ต้นทุนการผลิตที่ไม่แพงเพื่อให้จำหน่ายได้ราคาถูก ใช้สีโทนอ่อน และภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นภาพประกอบ สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในได้ ตั้งบนโต๊ะได้ มีการแสดงตราสินค้าไว้ด้านหน้าผลิตภัณฑ์ ส่วนรอบ ๆ บรรจุภัณฑ์ แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า รายละเอียด ส่วนประกอบที่สำคัญ วันผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลด้านโภชนาการ เหมาะแก่การเป็นของฝากของที่ระลึก ให้ พี่ รุ่นน้อง หรือเพื่อนๆ ที่ทำงาน สามารถประหยัดพื้นที่ในการขนส่งหากจำเป็นต้องผลิตจำนวนมาก



ภาพที่ 13 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 14 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 ขนาดเท่าของจริง

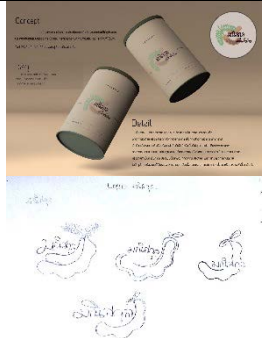
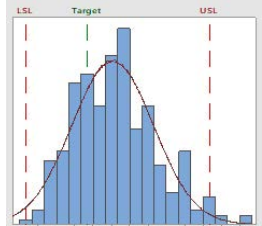
6.2.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลลัพท์งานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อนำผลลัพธ์จากงานวิจัยในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต้นแบบเพื่อมอบให้แก่ผู้ประกอบการ และร่วมพูดคุยถึงประเด็นแนวทางในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในสถานการณ์การควบคุมโรคระบาดในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้ประกอบการมีความพึงพอใจต่อผลงานวิจัยที่ออกมา และได้ให้ความเห็นว่าในอนาคตผลิตภัณฑ์ของตนจะมีความแตกต่างจากผู้ผลิตรายอื่น ๆ หากรัฐบาลเปิดประเทศ และการท่องเที่ยวกลับมาอีกครั้ง รวมถึงยังสามารถนำผลงานวิจัยไปต่อยอดในการจำหน่ายสินค้า ตัวอื่น ๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ รูปแบบที่ 2 สามารถนำไปบรรจุผลิตภัณฑ์กล้วยไส้มะขาม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่ได้รับความนิยมมาก แต่เนื่องจากการบรรจุแบบเดิมไม่เป็นที่น่าสนใจ ซึ่งหากนำบรรจุภัณฑ์นี้มาปรับรูปแบบให้มีเอกลักษณ์ของกล้วยไส้มะขาม จะสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ไม่ยากนัก และสามารถนำไปจำหน่ายในช่องทางออนไลน์ได้ ด้วยความน่าสนใจ ทางวิสาหกิจชุมชนได้รับการติดต่อจากผู้ส่งออกสินค้าจากต่างประเทศให้ส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อนำไปเป็นสินค้าส่งออกให้แก่บริษัทหนึ่งในประเทศจีน ซึ่งเป็นช่องทางที่ทำขายต่อผู้ประกอบการในอนาคต ซึ่งมหาวิทยาลัยมีความยินดีที่ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถบรรจุวัตถุดิบได้สำเร็จ



ภาพที่ 15 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรขึ้นขนาดแผ่นใหม่

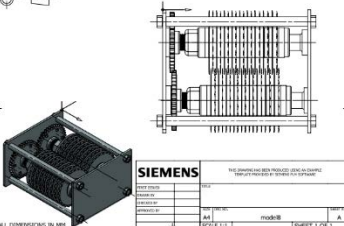
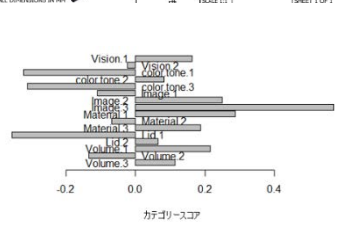
ตารางสรุปผลงานวิจัยตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	แผนงานวิจัย	นักวิจัยที่รับผิดชอบ	ผลงานตลอดโครงการ
1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน	1.1 ทำการออกแบบเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน 1.2 ทำการสร้างเครื่องเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นายธนภัทร มะณีแสง	
2. ออกแบบและพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ สำหรับสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ	2.1 ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขาม 2.2 สร้างแบบจำลอง	นายธนภัทร มะณีแสง นางสาวปรารถนา ศิริสานต์	
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน	3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร 3.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรโดย	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นายธนภัทร มะณีแสง	

วัตถุประสงค์	แผนงานวิจัย	นักวิจัยที่รับผิดชอบ	ผลงานตลอดโครงการ
	วิธีการควบคุมกระบวนการทางสถิติ		
4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิธีการใช้เครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน 4.2 บรรจุภัณฑ์สำหรับมะขามจืดจัดและการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ในอนาคต	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นายธนภัทร มะณีแสง นางสาวปรารถนา ศิริสานต์	

7) **ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ** (โปรดระบุถึงสิ่งที่ได้รับเมื่อสำเร็จโครงการตามดัชนีชี้วัดความสำเร็จในข้อเสนอโครงการฉบับสมบูรณ์ และแสดงหลักฐานประกอบแนบมาด้วย)

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
1. มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ต้นแบบจากกระบวนการออกแบบโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ และ เครื่องทำมะขามจืดจัดต้นแบบ	1.1 เครื่องทำมะขามจืดจัดแบบปรับปรุง 1.2 บรรจุภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน และการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ตามความต้องการของผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	
2. เทคโนโลยีใหม่ (เครื่องทำมะขามจืดจัด)	2.1. เครื่องทำมะขามจืดจัดแบบปรับปรุงจากความต้องการของผู้ประกอบการ 2.2 ระบบการหมุนย้อนกลับของใบมีดเพื่อจัดการเศษมะขามที่ติดใบมีด 2.3 ปรับปรุงการถอดล้างชุดใบมีดเพื่อการทำความสะดวก	

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
3. กระบวนการใหม่ - กระบวนการผลิต - การออกแบบมาตรฐานบรรจุภัณฑ์	3.1 กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามจืดจืดโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ 3.2 กระบวนการผลิตมะขามจืดจืดโดยใช้เครื่องจักร 3.3 มาตรฐานกระบวนการผลิต	  
4. องค์ความรู้ - องค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรและชุดใบมีดที่มีความเหมาะสม - องค์ความรู้กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค	4.1 องค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างเครื่องทำมะขามจืดจืด 4.2 องค์ความรู้กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามจืดจืดโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ	 

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
5. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (โปรตระกูล) 5.1 เพิ่มรายได้ 5.2 ลดต้นทุนการผลิต 5.3 ทดแทนการนำเข้า 5.4 เพิ่มการส่งออก 5.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี 5.6 อื่นๆ	การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและกลุ่มวิสาหกิจสามารถให้ความรู้และต่อยอดสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น ๆ 5.1 เพิ่มรายได้เนื่องจากผลผลิตภาพการผลิตรวมที่เพิ่มขึ้น 5.2 ลดการใช้แรงงาน 5.3 ผลผลิตมีมาตรฐานการผลิต 5.4 เครื่องจักรสามารถทดแทนการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศได้ 5.5 สามารถนำส่วนการผลิตที่เพิ่มขึ้นส่งออกจากประเทศได้	 
6. การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ (โปรตระกูล) 6.1 การฝึกอบรม 6.2 การถ่ายทอดองค์ความรู้ 6.3 การกระจายรายได้ 6.4 ดัชนีความสุข 6.5 สุขภาวะ 6.6 การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 6.7 อื่นๆ	6.1 ปริมาณความต้องการมะขามในพื้นที่เพิ่มขึ้น สร้างรายได้ให้กับชุมชนและเครือข่ายรอบข้าง 6.2 ใช้กระดาษในบรรจุภัณฑ์ ลดการใช้พลาสติก ย่อยสลายได้ง่าย ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม 6.3 เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้ที่สนใจ เนื่องจากสถานประกอบการเป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชน	 
7. การผลิตนักศึกษา (โปรตระกูล) 7.1 ปริญญาตรี 7.2 ปริญญาโท 7.3 ปริญญาเอก	นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต	

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
		

8) งบประมาณโครงการ

รายการ	งบประมาณจาก สกอ. จำนวนเงิน (บาท)
1. หมวดค่าตอบแทน (ค่าตอบแทนผู้วิจัย)	30,000
2. หมวดค่าจ้าง (ผู้ช่วยวิจัยและเจ้าหน้าที่อื่นๆ ให้ระบุจำนวนอัตรา คุณวุฒิ และคิดอัตราค่าจ้างตามที่กำหนด)	-
3. หมวดค่าวัสดุ	
3.1 วัสดุโครงการย่อยที่ 1	
3.1.1 เหล็กแผ่นสแตนเลส 120x240 cm หนา 3 mm 4,900 บาท / แผ่น x จำนวน 4 แผ่น	19,600
3.1.2 เหล็กเพลากลมสแตนเลส 304 เส้นละ 4,800 บาท x 3 เส้น	14,400
3.1.3 ใบบีตสแตนเลส เล่มละ 230 บาท x 25 เล่ม	5,750
3.1.4 ชุดแปลงไฟฟ้าและแปลงไฟจาก 220V เป็น 24V ชุดละ 2,200 x 2 ชุด	9,800
3.1.5 มอเตอร์ 1 hp ตัวละ 4,850 บาท x 2 ตัว	9,700
3.1.6 เกียร์ทด 1: 50 รอบ ชุดละ 3500 บาท x 2 ชุด	7,000
3.1.7 ล้อขับเคลื่อน 150 บาท/ ล้อ x 15 ล้อ	2,250
3.1.8 เหล็กฉาก 4x40x40 เส้นละ 480 บาท เส้น x 10 เส้น	4,800
3.1.9 เหล็กกล่อง 1 นิ้ว x 3 นิ้ว เส้นละ 450 x 10 เส้น	5,400
3.1.10 ชุดตลับลูกปืน ชุดละ 60 บาท x 10 ชุด	600
3.1.11 ลวดเชื่อมไฟฟ้า 30 กล่อง x 350 บาท	9,450
3.1.12 พริกป่น 10 กิโลกรัม x 100 บาท	1,000
3.1.13 มะขามเปรี้ยวแกะเปลือก 200 กิโลกรัม x 60 บาท	10,200
3.1.14 น้ำตาล 22 กิโลกรัม 25 บาท / กิโลกรัม	550
3.1.15 เกลือเม็ด 1 กระสอบ x 450 บาท	450
3.2 วัสดุโครงการย่อยที่ 2	
3.2.1 มะขามเปรี้ยว กิโลกรัมละ 60 บาท x 45 กิโลกรัม	2,700
3.2.2 กระดาษ 100 ปอนด์ ขนาด A3 ราคา 350 บาทต่อแพ็ค x 20 แพ็ค	7,000
3.2.3 กระดาษการ์ดขาว/น้ำตาล/ดำ 300 แกรม 600 บาทต่อแพ็ค x 10 แพ็ค	6,000
3.2.4 ฟอยล์ยาว วาเลนไทน์ 18"x7.5m 50 บาท x 60 แพ็ค	3,000
3.2.5 ฟอยล์สั้น สตาร์ 12"x7.5m 50 บาท x 50 แพ็ค	2,500
	10,000

รายการ	งบประมาณจาก สกอ. จำนวนเงิน (บาท)
3.2.6 สติ๊กเกอร์กระดาษอิงเจ็ทม้วนผิวด้าน 90 แกรม 24 นิ้ว ม้วนละ 2,000 บาท x 5 ม้วน	7,000
3.2.7 สี YONEX กล่องใหญ่สำหรับขึ้นรูปแบบจำลอง กล่องละ 3,500 บาท x 2 กล่อง	18,840
3.2.8 แผ่นอะคริลิก 3 มิลลิเมตร 4x8 ฟุต แผ่นละ 1,570 บาท 12 แผ่น	1,500
3.2.9 ชุดเครื่องเขียน ชุดละ 300 x 25 ชุด	3,000
3.2.10 หมึกสำหรับ HP Color CP2025 สีแดง กล่องละ 1500 บาท x 2 กล่อง	3,000
3.2.11 หมึกสำหรับ HP Color CP2025 สีน้ำเงิน กล่องละ 1500 บาท x 2 กล่อง	3,000
3.2.12 หมึกสำหรับ HP Color CP2025 สีเหลือง กล่องละ 1500 บาท x 2 กล่อง	1,200
3.2.13 กระดาษขาว A4 กล่องละ 600 x 2 กล่อง	1,750
3.2.14 สติ๊กเกอร์กระดาษขาวด้าน A4 แพ็คละ 350 บาท x 5 แพ็ค	1,200
3.2.15 หมึกพิมพ์ HP Desk Jet 1112 Printer 1 ชุด x ชุดละ 1,200	40
3.2.16 ลวดเสียบกระดาษ กล่องละ 5 บาท x 4 กล่อง	100
3.2.17 กรรไกร 6.5 นิ้ว เล่มละ 50 บาท x 2 เล่ม	
4. ค่าเดินทางระหว่างปฏิบัติการในโครงการ 4.1 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 60 กิโลเมตร x 2 เที่ยว x กิโลเมตรละ 4 บาท x 8 ครั้ง (สถาน ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่ อำเภอลำเลียง จังหวัด เพชรบูรณ์)	3,840
5. ค่าจัดหาข้อมูล และค่าทำรายงาน 5.1 ค่าจ้างเหมาสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล	10,000
5.2 ค่าทำรูปเล่มสรุปรายงานวิจัยโครงการย่อย 2 5 เล่ม x 250 บาทต่อเล่ม	1,250
5.3 ค่าทำรูปเล่มสรุปรายงานวิจัยโครงการย่อย 1 เล่มละ 100 บาท x 5 เล่ม	500
6. ค่าจ้างวิเคราะห์หรือทดสอบตัวอย่าง	15,000
6.1 ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์สถิติ	15,000
7. ค่าสาธารณูปโภค	30,000
รวม (บาท)	150,000

9) เอกสารอ้างอิง

- Nagamachi, M. (1999). Kansei Engineering and its Applications in Automotive Design. *SAE Technical Papers*, 108 (6) pp. 2275-2282
- Yeh, C.-T., & Chen, M.-C. (2018). Applying Kansei Engineering and data mining to design door-to-door delivery service. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 401-417.
- Nagamachi, M. (2002). Kansei Engineering in Consumer Product Design. *Ergonomics in Design*, 10(2), 5-9.

- Schütte *, S. T. W., Eklund, J., Axelsson, J. R. C., & Nagamachi, M. (2004). Concepts, methods and tools in Kansei engineering. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5(3), 214-231.
- Chuan, N. K., Sivaji, A., Shahimin, M. M., & Saad, N. (2013). Kansei Engineering for e-commerce Sunglasses Selection in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 97, 707-714.
- Tama, I. P., Azlia, W., & Hardiningtyas, D. (2015). Development of Customer Oriented Product Design using Kansei Engineering and Kano Model: Case Study of Ceramic Souvenir. *Procedia Manufacturing*, 4, 328-335
- Wang, C.-H., & Chin, H.-T. (2017). Integrating affective features with engineering features to seek the optimal product varieties with respect to the niche segments. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 350-359.
- Wang, C.-H., & Chin, H.-T. (2017). Integrating affective features with engineering features to seek the optimal product varieties with respect to the niche segments. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 350-359.
- Misaka, M., & Aoyama, H. (2018). Development of design system for crack patterns on cup surface based on KANSEI. *Journal of Computational Design and Engineering*, 5(4), 435-441.
- Wang, W. M., Wang, J. W., Li, Z., Tian, Z. G., & Tsui, E. (2019). Multiple affective attribute classification of online customer product reviews: A heuristic deep learning method for supporting Kansei engineering. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, 33-45.
- Jiao, Y., & Qu, Q.-X. (2019). A proposal for Kansei knowledge extraction method based on natural language processing technology and online product reviews. *Computers in Industry*, 108, 1-11.
- Pimapunsi, K. (2011). New Product Development Using Kansei Engineering. The 2nd National Conference of Industrial Operations Development, 11 May 2011.
- Udomsak, S. (2007). Product Design, Brand and ECO Package Design for Community in Middle of Thailand (Research Report). King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Kerlinger, F.N. (1986). *Foundations of Behavioral Research*. 3rd Edition, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Terada, P. (2018). **Techniques for Interpreting the Results of Factor Analysis in Research Work. Panyapiwat Journal**, 10(Special), 292-304
- Nagamachi, M. (2011). *Kansei/Affective Engineering*. 1st ed. Boca Raton, FL : CRC Press.

จินตนา สนามชัยสกุล. (2553). การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของมะขาม. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชลอ การทวี่. คณิตศาสตร์เครื่องกล. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด, 2547

ชลัท อุตวรารย้ง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด, 2551.

ณัฐกิต. (2556). มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม. กรุงเทพมหานคร : สำนักส่งเสริมอาชีพ สท.ศูนย์.

ดอกรู ป พุทธรมงคล. (2543 มกราคม 12). นี้อต สกรู. [ระบบออนไลน์].
http://thaitechno.net/t1/knowledge_detail.php?id=769&uid=39737 วันที่สืบค้น 2559, 25 มีนาคม.

ไทยตำบลดอทคอม. (2558 กันยายน 25). มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด. [ระบบออนไลน์].
https://tammarrindphetchabun.bentoweb.com/jp/product/198343/product-198343?category_id=57730 วันที่สืบค้น 2559, 25 มีนาคม.

ธิดิยา ทองเกิน. (2548). รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาตลาดมะขามเปรี้ยวในการพัฒนาสู่กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวสำเร็จรูป. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาสน์.

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. ทฤษฎีงานเครื่องมือกล. กรุงเทพฯ : บริษัท ซี. ยอจ เวสเตอร์มานน์ จำกัด, 2524.

มานพ ต้นตระกูลบัณฑิต และสำลี แสงห้าว. (2537). วัสดุช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มานพ ต้นตระกูลบัณฑิต,และคณะ. (2542 กันยายน 14). เพ็อง. [ระบบออนไลน์].
[https://sites.google.com/site/krrmwithikarphlitt/neuxha-sara/bth-thi-7 - kar-phlit-feuxng](https://sites.google.com/site/krrmwithikarphlitt/neuxha-sara/bth-thi-7-kar-phlit-feuxng)
วันที่สืบค้น 2559, 25 พฤศจิกายน.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. (2545). การแปรรูปมะขาม.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ จันเกษม และ ศิโศคัสลี ซิงะ. ใบมีด. [ระบบออนไลน์].
<http://www.globaltrade.co.th/product-detail.php?pld=207> วันที่สืบค้น 2559, 25 พฤศจิกายน.

สมาน เจริญกิจพูลผล. (2552 ธันวาคม 14). พูลย์. [ระบบออนไลน์]. http://www.thaiind.com/machine-tools-spare-partsaccessories.php?post_id=00005797 วันที่สืบค้น 2559, 25 พฤศจิกายน.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2554). รายงานประจำปี. จังหวัดเพชรบูรณ์.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2558). ข้อมูลการปลูกมะขามเปรี้ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์.

วรวิทย์ อังภากรณ์, “การออกแบบเครื่องจักรกล 1”, ครั้งที่ 3, พศ. 2536, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กทม.

วรวิทย์ อังภากรณ์, “การออกแบบเครื่องจักรกล 2”, ครั้งที่ 2, พศ. 2535, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กทม.

ปารามศ ชูติมา.การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ เหลืองไพบุลย์ พงศ์ชนัน. การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง. กรุงเทพฯ: ทัอป,2551

ณัฐพล ชัยทวีชานันท์. การตรวจสอบฝักมะขามหวานเสียโดยวิธีการประมวลผลภาพ. รายงานการวิจัยที่
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์, 2555

นิติพงษ์ ใจสิน. การคัดแยกฝักมะขามหวานด้วยวิธีการแปรรูปภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2549

ประเสริฐ สิงห์คำ และคณะ. *เครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว*. สารนิพนธ์ปริญญาเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์, 2556

วรวิทย์ วรนาวิน. *เครื่องกวนน้ำมะขามเปียก*. รายงานฉบับสมบูรณ์การวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ, 2550

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. *การศึกษาสมรรถนะของชุดถอดรอมะขาม : กรณีศึกษามะขามหวานพันธุ์ประกายทอง*. รายงานการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์, 2556

วิทยา หนูช่างสิงห์ และ ธนภัทร มะณีแสง, “การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกะเทาะเปลือกมะขาม,” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม สมุทรปราการ ประเทศไทย, 30-31 ตุลาคม, 2557

สถาบันมะขามหวาน [online] แหล่งเข้าถึง : <http://agritech.pcru.ac.th/new/page/tamarineinst.html>, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ [26 ตุลาคม 2557.]

นงลักษณ์ จีวจู และคณะ. (2558). ได้ทำการศึกษาการพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าของกลุ่มโอท็อป (OTOP) และการบริหารจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขนาดย่อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

นรพงศ์ กิ่งศักดิ์. (2556). การศึกษาและพัฒนาารูปแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปชนิดอบแห้ง จากวัสดุธรรมชาติ กรณีศึกษา: วัสดุจากเปลือกกล้วย จังหวัดพิษณุโลก. ศิลปะกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นฤมล มาแทน และกิตติยา สุขหม. (2558). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารที่ย่อยสลายได้จากใยไฟเบอร์. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บุษรา สร้อยระย้า และคณะ. (2554). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากเส้นใยกล้วย สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป. วารสารวิชาการและวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปิยาภรณ์ คายังยง. (2558). การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ สู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านจากเศษไม้. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ผกามาศ ชูสิทธิ์ และกิตติพงษ์ สุวีโร. (2558). การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ. วารสารวิชาการและวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร

รุ่งทิพย์ ลุยเลา. (2560). การพัฒนาเส้นใยมะพร้าวเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร. ผู้เรียบเรียง: Anonymous. 2016a. Botia: alla Milano Design Week il packaging è eco-sostenibile. Online Resources, Available from: <http://www.buoni-pasto.it/botia-alla-milano-design-week-il-packaging-e-eco-sostenibile/> (cited 16 June 2016)

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. Packaging Design. [online] www.pinterest.com. สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2560

สุขปา เนตรประดิษฐ์ และคณะ (2548). การผลิตและพัฒนากระดาษจากใบสับปะรดเพื่อใช้ในการพิมพ์และ
ทำบรรจุภัณฑ์ สำหรับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31, 18-20 ตุลาคม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, หน้า 315.



มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ชื่อโครงการย่อยที่ 1

(ภาษาไทย) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าด
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่

(ภาษาอังกฤษ) Development of Innovation for 'Super Sour (Jeed Jard) Tamarind'
Productivity Improvement of Khi Nhak Paen Mai Agricultural Housewives'
Community Enterprise in Phetchabun.

คณะผู้วิจัย

อาจารย์วิทยา หนูช่างสิงห์

อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง

ชุมชน/ท้องถิ่นที่ร่วมโครงการ

วิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่

หัวหน้าโครงการ หรือ ผู้ประสานงานโครงการ

ชื่อ อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง

หน่วยงานต้นสังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานที่ติดต่อ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต

โทรศัพท์ 056-717164

โทรสาร 056-717100 ต่อ 1608, 3903

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 097-1050700

E-mail: nazzdex.man@pcru.ac.th

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

1) ข้อมูลของโครงการย่อยที่ 1

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าด
สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่
(ภาษาอังกฤษ) Development of Innovation for 'Super Sour (Jeed Jard) Tamarind'
Productivity Improvement of Khi Nhak Paen Mai Agricultural
Housewives' Community Enterprise in Phetchabun.
ระยะเวลาของโครงการ 12 เดือน
งบประมาณของโครงการย่อย . 300,000 บาท

2) บทคัดย่อ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่เป็นผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์จากมะขาม หลายชนิด โดยรับซื้อมะขามจากสมาชิกในอำเภอหล่มเก่าและพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อจำหน่ายแบบฝักและแบบแปรรูป มะขามจี๊ดจ๊าดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งสร้างยอดขายให้แก่กลุ่มวิสาหกิจเป็นจำนวนมาก และตลอด 5 ปีที่ผ่านมาธุรกิจการท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อความต้องการผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันพบว่ามีความต้องการการผลิทมะขามจี๊ดจ๊าดส่งขายครั้งละ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ แต่วิธีการทำงานแบบเดิมในการกรรไกรตัดให้ได้ขนาดมีความล่าช้ามาก ทำให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ รวมถึงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์มีความคล้ายคลึงกันมากเกินไป คู่ค้าจึงสามารถจัดหาสินค้ามาทดแทนได้ ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามาตรฐานผลิตภัณฑ์มะขามมะขามจี๊ดจ๊าด โดยพัฒนาเครื่องจักรที่สามารถเพิ่มผลผลิตภาพการผลิตโดยรวมเพิ่มมากขึ้น จากการทดสอบการทำงานพบว่า เครื่องจักรสามารถทำงานแทนแรงงานได้ดี โดยปริมาณการผลิตที่ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์จะใช้เวลาการผลิตเพียง 1-1.30 ชั่วโมงเท่านั้น จากเดิมใช้เวลาการผลิตจำนวน 6-7 วัน ต่อแรงงาน 1 คน ซึ่งหากใช้เครื่องจักรสามารถผลิตแทนจะสามารถทำงานได้เร็วขึ้นประมาณ 6,000 เท่า ส่งผลให้ผลผลิตภาพของสถานประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน แต่ข้อเสียคือปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้เครื่องจักรจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 13 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อมะขาม และ น้ำตาลที่มักจะไปติดอยู่ระหว่างชุดใบมีดและช่องลำเลียงเนื้อมะขาม รวมถึงชิ้นงานที่ได้จะไม่สวยงาม และสม่ำเสมอเท่ากับการใช้แรงงานคน ถ้าหากหันเพียงรอบเดียว ความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ที่ระดับ 2 ซิกม่า หากหันจำนวน 2 รอบการทำงาน จะทำให้ชิ้นเนื้อมะขามมีขนาดเล็กลง และมีเศษชิ้นมะขามขนาดเล็กที่ไม่ได้มาตรฐานจำนวนมากขึ้น ยิ่งทำให้ความสามารถของกระบวนการลดลง

3) ข้อมูลของหัวหน้าโครงการ

ชื่อหัวหน้าโครงการ	(ภาษาไทย)	อาจารย์วิทยา หนูช่างสิงห์
	(ภาษาอังกฤษ)	Wittaya Nuchangsing
ตำแหน่งทางวิชาการ		-
หน่วยงานต้นสังกัด		คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถานที่ติดต่อ		มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เลขที่ 83 หมู่ 11 ถ.สระบุรี-หล่มสักต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
โทรศัพท์		056-717100 ต่อ 1608, 3903

โทรสาร

056-717164

โทรศัพท์เคลื่อนที่

09-56260516

e-mail

wittaya_992000@yahoo.com

ลายมือชื่อ.....



4) คณะผู้วิจัย

ชื่อผู้ร่วมโครงการ

อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง

คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ)

การออกแบบการผลิต การควบคุมกระบวนการโดยใช้หลักการทางสถิติ

หน่วยงานต้นสังกัด

สาขาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีการผลิต

สถานที่ติดต่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ถ.สระบุรี-หล่ม ต.หล่มสัก

ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

โทรศัพท์

056-717100 ต่อ 1608, 3903

โทรสาร

056-717164

โทรศัพท์เคลื่อนที่

09-56260516

e-mail

wittaya_992000@yahoo.com

ความรับผิดชอบในโครงการ

ร้อยละ 30

ความรับผิดชอบในโครงการวิจัยอื่น ๆ ที่อยู่ในระหว่างการดำเนินการ -

ลายมือชื่อ.....

(นายธนภัทร มะณีแสง)

5) วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาเครื่องจักรสำหรับใช้ในการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดในธุรกิจระดับชุมชน

6) หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีการรวมตัวของผู้ปลูกมะขามรายย่อย เพื่อแก้ปัญหาการถูกเอาเปรียบ การกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง จากการบอกเล่าปัญหาของกลุ่มผู้ปลูกมะขามพบว่าเมื่อถึงฤดูกาลมะขามออกฝักจะมีผู้มารับซื้อถึงสวนมะขาม แต่ต้องจำหน่ายในราคาที่ต่ำมาก ในบางครั้งถึงกับขาดทุน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันอาจเป็นกลุ่มหรือสร้างรูปแบบของวิสาหกิจชุมชน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการค้าขายและต่อรองราคากับผู้ซื้อมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าเกษตรกรจึงจำเป็นต้องทำให้สินค้าและบริการได้รับการรับมาตรฐานมากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันมีแนวโน้มความต้องการการบริโภคมะขามเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น โดยมะขามเปรี้ยวสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายประเภท ซึ่งถ้าหากเก็บฝักขาย ราคาเฉลี่ยของมะขามเปรี้ยวยักษ์อยู่ที่ประมาณ 13 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าหากผ่านกระบวนการแปรรูป สามารถขายได้เฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม มูลค่าที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 800 ดังนั้นผู้ประกอบการจึงนิยมที่จะนำมะขามเปรี้ยวมาแปรรูป เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานมะขามเปรี้ยวได้ง่าย และมีทางเลือกที่หลากหลายมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากมะขามเปรี้ยวได้แก่ มะขามจี๊ดจ๊าด มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ มะขามแช่อิ่ม มะขามเปียก น้ำมะขามพร้อมดื่ม ในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ที่มียอดจำหน่ายมากที่สุดคือ มะขามคลุกจี๊ดจ๊าดแบบกระปุก ขนาดบรรจุ 160 กรัม โดยวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อและร้านขายของฝาก สัดส่วนยอดขายอยู่ที่ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอื่น ๆ เช่น

มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือประเภทร้านสะดวกซื้อในประเทศ และ ลูกค้าต่างประเทศที่เน้นกลุ่มเอเชียเป็นหลัก มีสัดส่วนการตลาดคือ 70 เปอร์เซ็นต์และ 30 เปอร์เซ็นต์ (บริษัท สาธารณภัยเกิด จำกัด) ในการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลของไทยตำบลดอกคอมพบว่าประเทศไทย มีผู้ประกอบการทำมะขามจี๊ดจ๊าดจำนวน 60 ราย แต่ภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีผู้ประกอบการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าด ทั้งหมด 19 ราย

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่ ผู้ประกอบการได้มีการรับซื้อมะขามพันธุ์เปรี้ยวยักษ์มาจากเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในกิโลกรัมละ 60 บาท ซึ่งผ่านการปอกเปลือกแกะรกและเมล็ดออกแล้ว การผลิตจะจ้างแรงงานในการคลุกมะขามด้วย น้ำตาล พริก และเกลือ แล้วจึงนำมาใช้กรรไกรตัดให้ได้ขนาดขึ้นประมาณ 2-5 เซนติเมตร ขนาดกว้างขึ้นละประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงทำการแพ็คใส่กระปุกเพื่อส่งจำหน่ายตลาดภายในประเทศ ตลอด 5 ปีที่ผ่านมาการท่องเที่ยวของจังหวัด เพชรบูรณ์เติบโตขึ้นมาก ส่งผลต่อความต้องการผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันพบว่ามีความ ต้องการการผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดส่งขายครั้งละ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ วิธีการทำงานแบบเดิมในการกรรไกรตัด ให้ได้ขนาดมีความล่าช้ามาก แรงงาน 1 คน ใช้เวลาในตัดมะขามจี๊ดจ๊าด 2-3 ชั่วโมงต่อ 1 กิโลกรัมเท่านั้น ซึ่งถ้า หากจำเป็นต้องทำตามความต้องการของลูกค้า ทางผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมาก แต่เนื่องจาก ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ มีผลิตภัณฑ์หลายประเภทจึงไม่สามารถใช้แรงงานทั้งหมดเพื่อผลิตเพียงผลิตภัณฑ์เดียว ได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ผู้ประกอบการจึงมีแนวคิด ที่จะเพิ่มกำลังการผลิตโดยการซื้อเครื่องจักร จากเดิมมีกำลังการผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ถ้าหาก นำเครื่องจักรมาใช้จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 35-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถ ตอบสนองความต้องการของลูกค้าเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการมีศักยภาพการผลิตที่ เพิ่มขึ้นผู้ประกอบการสามารถขยายรูปแบบการขายส่งเป็นขายปลีก โดยการพัฒนาฐานบรรจุภัณฑ์รูปแบบ ใหม่ ที่มีความทันสมัย มีความแตกต่างจากคู่แข่ง เพื่อขยายตลาดไปสู่พื้นที่จำหน่ายสินค้าแห่งใหม่ และมีความ หลากหลายมากกว่าในปัจจุบัน งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าด รูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่าง และเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่น เชกกับวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของ บรรจุภัณฑ์ และผลลัพธ์จากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปกำหนดกลยุทธ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้มีความ สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ที่ได้นั้นต้องเป็นวัสดุที่ใช้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อ ผู้บริโภค ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ สามารถปกป้องผลิตภัณฑ์หลักจากเชื้อโรค และในฉลากมีการระบุรายละเอียด สินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ตามมาตรฐาน

7) ผลการดำเนินงานตลอดโครงการ

7.1 โครงการย่อยที่ 2: ออกแบบและพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ สำหรับ สร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่น

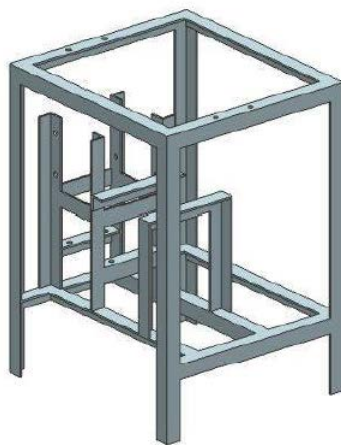
จากการออกแบบเบื้องต้นคาดว่าเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นจะสามารถผลิตได้มะขามจี๊ดจ๊าดได้ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ โดยใช้คนงานเพียงคนเดียว รวมถึงการนำเครื่องจักรมาเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งคาดว่าสามารถเพิ่มกำลังผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดได้ในปริมาณที่มากขึ้น จากเดิมมีกำลังการผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัม ต่อสัปดาห์ ถ้าหากนำเครื่องจักรมาใช้จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 35-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็น ปริมาณที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์ โครงการย่อยที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่าง

และเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิศวกรรมคั่นเซกกับวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ โดยการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภค และส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และในระยะที่ 2 เป็นส่วนของการพัฒนาวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยเทคนิควิศวกรรมคั่นเซก ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

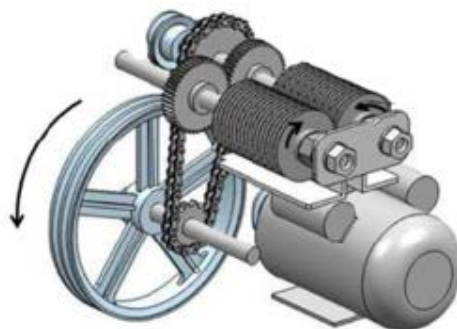
7.1.1 การออกแบบระบบการทำงาน

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการนำเครื่องคลุกมะขามจี๊ดจัดต้นแบบที่มีถึงผสมไปให้ทางวิสาหกิจชุมชนฯ ได้ทดลองใช้งานจริง จากการทดลองใช้พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ถึง 600% -700% เนื่องจากการใช้เครื่องจักรในการผลิตนั้นรวดเร็วกว่าการใช้กรรไกรตัดแบบเดิมมาก เพียงแต่ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการนำเครื่องจักรออกมาล้างทำความสะอาดนอกอาคารผลิต โดยไม่สามารถถอดชุดใบมีดออกมาล้างทำความสะอาดได้ อีกทั้งเนื้อมะขามจำนวนมากยังไปติดที่เพลาชับเคลื่อนใบมีด ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการใช้ไม้หรือท่อนเหล็กในการแกะเศษเนื้อมะขามที่ติดอยู่ออกจากเพลาชับ ทำให้เสียเวลาเป็นอย่างมากในการทำความสะอาด ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงโครงสร้างเครื่องจักรใหม่ตามความต้องการของผู้ประกอบการ โดยนำถังคลุกออกแล้วออกแบบให้สามารถถอดใบมีดออกมาล้างได้ง่ายขึ้น โดยที่ไม่จำเป็นต้องยกเครื่องจักรทั้งเครื่องออกมาล้างหรือใช้ท่อนเหล็กหรือไม้ไปแกะเศษมะขามที่ติดอยู่ที่เพลาชับ ดังเช่นแบบเดิม อีกทั้งเครื่องจักรยังมีน้ำหนักที่ลดลงเนื่องจากถอดถังผสมออก และลดระยะห่างของใบมีดเพื่อให้ชิ้นมะขามมีขนาดเล็กลง

ส่วนในด้านการออกแบบจะเริ่มอธิบายจากส่วนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่ยึด ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง สร้างโดยใช้เหล็กฉากขนาด 40 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 550 มิลลิเมตร ความยาว 600 มิลลิเมตร ความสูง 800 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 1 ทำหน้าที่รองรับ ระบบการส่งกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบมอเตอร์ 1400 รอบต่อนาที ผ่านพูลเลย์เพลตามขนาด 304.8 มิลลิเมตร ผ่านโซ่ และสเตอร์โดยสเตอร์ขับมี 13 ฟัน และสเตอร์ตาม 20 ฟัน เพื่อหมุนเพลาชุดใบมีดคู่ในการนึ่งเนื้อมะขาม และส่งกำลังไปยังพูลเลย์เพลาชับขนาดความโต 76.2 มิลลิเมตร ไปยังพูลเลย์เพลตามขนาด ความโต 254 มิลลิเมตร เพื่อไปหมุนใบปั่น ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที สำหรับใบมีดคู่ตัดเนื้อมะขาม 98 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบคลุก มะขาม 30 รอบต่อนาที ดังภาพที่ 2 ซึ่งระบบขับเคลื่อนใบมีดตัดมีส่วนประกอบย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

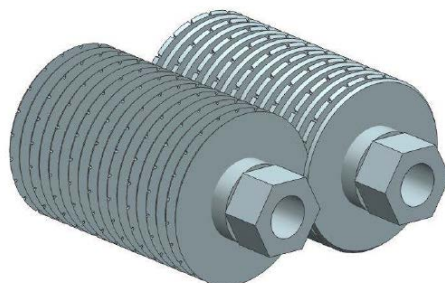


ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องจักร



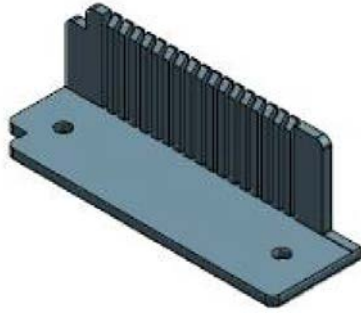
ภาพที่ 2 กลไกการทำงานของเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน

1) ชุดใบมีดคู่สำหรับหั่นเนื้อมะขาม ทำหน้าที่นํ้าเนื้อมะขามที่ผ่านการคลุกแล้ว ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ไม่เกิน 3.5-5 เซนติเมตรสร้างขึ้นจากเหล็กอัลลอยด์ซึ่งมีคุณสมบัติทนแรงเสียดทานได้ดี แต่รับแรงกระแทกได้น้อยกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกลุ่มนี้เน้นการรักษาคมมีดได้ ขนาดใบมีดมีขนาดความ โต 100 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างใบมีด 6 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 3



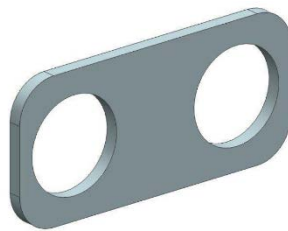
ภาพที่ 3 การออกแบบชุดใบมีดคู่สำหรับหั่นเนื้อมะขาม

2) หวีรองใบมีดสำหรับแช่เนื้อมะขาม ทำหน้าที่ประคองใบมีดทั้งหมดไม่ให้ เกิดการบิด ซึ่งทำให้ใบมีดแตกและช่วยแช่เนื้อมะขามไม่ให้ติดใบมีดสร้างจากเหล็กฉากสเตนเลส ขนาดความยาว 208 มิลลิเมตร กว้าง 64 มิลลิเมตร สูง 64 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างช่อง 3 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 4



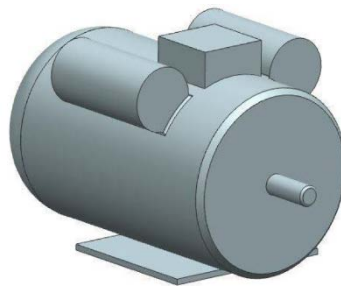
ภาพที่ 4 หวีรองใบมีดแซะเนื้อมะขาม

3) ชุดประกอบเพลาลำมีด ทำหน้าที่ยึดประกอบชุดใบมีดคู่ไม่ให้แยกออกจากกัน ป้องกันการแตกหักของใบมีดสร้างจากเหล็กแผ่นขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร กว้าง 75 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตร ทำการเจาะรูใส่ตั้ลบลูกปืนขนาดความโต 40 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 5



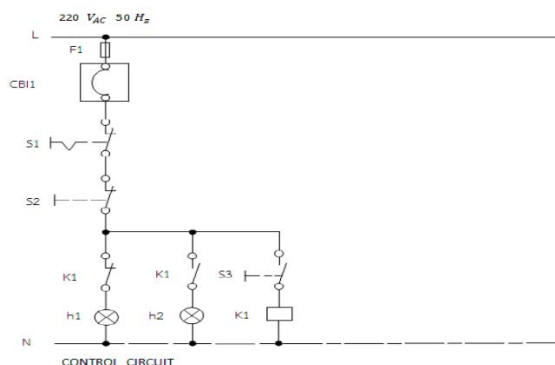
ภาพที่ 5 ชุดประกอบเพลาลำมีด

4) มอเตอร์ส่งกำลังเครื่องคลุกและนํ้าเนื้อมะขาม ทำหน้าที่ส่งกำลังไปยัง พูลเลย์เพลาลำตามเพื่อไปหมุนชุดใบมีดคู่และใบป้อนสำหรับคลุกมะขาม มอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ กระแสสลับหรือ A.C. มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 4.8 แอมแปร์ ความเร็วรอบของ มอเตอร์อยู่ที่ 1400 ต่อนาที แสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 มอเตอร์ส่งกำลัง

5) ชุดควบคุมทำหน้าที่เป็นชุดวงจรควบคุมระบบไฟฟ้าในการ ทำงานของเครื่องคลุก มะขามแบบแนวนอน ประกอบด้วยเบรกเกอร์ สวิตช์ปิด/เปิด (ON/OFF) พร้อม หลอดไฟแสดงการทำงานเขียว แดงอย่างละ 1 ชุด และสวิตช์ปุ่มหยุดฉุกเฉิน แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 วงจรควบคุมการทำงาน

7.1.2 วิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

- 1) ผู้ปฏิบัติงานนำมะขามเปรี้ยวที่ยกขึ้นและเมล็ดออกแล้วน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม
- 2) เตรียมน้ำตาลเพื่อใช้คลุกเคล้ากับมะขาม ซึ่งจะแล้วแต่สูตรของผู้ประกอบการ โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำตาล 300 กรัม คลุกเนื้อมะขามและน้ำตาลเข้าด้วยกัน
- 3) เปิดสวิตช์เพื่อให้เฟลาชุดใบมีดคู่ในการหั่นเนื้อมะขาม
- 4) นำเนื้อมะขามที่ผ่านการคลุกเคล้าแล้วทำเป็นชิ้นขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ใส่ลงในช่องบรรจุเพื่อให้เนื้อมะขามร่วงลงมาเจอชุดใบมีดคู่ มะขามจะถูกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ความยาวไม่เกิน 3.5-4 เซนติเมตร แต่ถ้าหากต้องการชิ้นที่เล็กลงให้นำเนื้อมะขามที่ได้จากการหั่นในรอบที่ 1 มาหั่นอีกครั้งเพื่อให้ชิ้นมะขามมีขนาดเล็กลง จากนั้นเนื้อมะขามที่ผ่านการหั่นแล้วจะไหลผ่านช่องลำเลียงเนื้อมะขามลงมาใส่ภาชนะที่ผู้ปฏิบัติงานได้เตรียมไว้ จากนั้นผู้ปฏิบัติงานนำมะขามละบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ต่อไป

7.1.3 การประเมินการออกแบบและวิธีการใช้งานทำมะขามจี๊ดจ๊าดแบบแนวนอน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ตามเกณฑ์การตัดสินใจระดับความคิดเห็นสำหรับการตอบประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปกำหนดเป็นข้อมูลพื้นฐาน ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เห็นด้วยน้อยที่สุด
- คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เห็นด้วยน้อย
- คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เห็นด้วยปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เห็นด้วยมาก
- คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เห็นด้วยมากที่สุด

การออกแบบประเมินความพึงพอใจในการสร้างเครื่องจักร ดังตารางที่ 2 โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือ เครื่องจักร ที่มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ (ผศ.) ขึ้นไป จำนวน 3 ท่าน

และผู้ใช้งานจำนวน 2 ท่าน โดยมีรายละเอียดในการประเมิน ได้แก่ ด้านการสร้างเครื่องย่อยกะลามะคาเดเมีย ด้านประสิทธิภาพการทำงาน และด้านความพึงพอใจ

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์การประเมินการออกแบบท่ามะขามจัดจาดจากผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียดในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	(S.D.)
1. การออกแบบให้เครื่องจักรมีขนาดที่เหมาะสม	4.40	0.89
2. การออกแบบชุดโครงสร้างเครื่อง	3.80	0.84
3. การออกแบบชุดใบมีดหั่นมะขาม	4.60	0.55
4. การออกแบบระบบการส่งกำลัง	4.20	0.84
5. การออกแบบวงจรระบบควบคุม	4.00	0.71
8. การออกแบบด้านความปลอดภัย	3.80	0.45
9. การออกแบบด้านความสะดวกในการทำความสะอาด	4.40	0.55
10. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ	3.60	0.89
เฉลี่ย	4.10	0.71

ผลลัพธ์จากการประเมินการออกแบบในการสร้างเครื่องจักรพบว่า ในด้านความเหมาะสมของชุดใบมีดได้รับคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งคณะกรรมการค่อนข้างมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน รองลงมาคือเครื่องจักรมีขนาดที่เหมาะสมและมีความสะดวกในการทำความสะอาด ส่วนข้อที่ควรปรับปรุงคือ วัสดุที่นำมาสร้างและการออกแบบโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ อาจทำให้เครื่องจักรมีน้ำหนักมากและเคลื่อนย้ายได้ลำบาก จากผลลัพธ์การประเมิน คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องจักรตามแผนที่ได้ออกแบบไว้ โดยนำข้อเสนอแนะจากผู้ประเมินมาพัฒนาเพื่อทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

7.1.4 การสร้างเครื่องท่ามะขามจัดจาดแบบแนวนอน

1) **โครงสร้างเครื่องจักร** ทำหน้าที่ในการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจักร มีการติดตั้งล้อขนาดเล็กเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนที่เครื่องจักรได้ง่าย



ภาพที่ 8 การสร้างโครงสร้างเครื่องจักร

2) **ช่องป้อนมะขาม** ใช้ในการป้อนเนื้อมะขามที่ผ่านการผสมและคลุกเคล้า เกลือ พริก และน้ำตาล เพื่อนำเนื้อมะขามเข้าสู่ชุดใบมีด



ภาพที่ 9 ช่องป้อนมะขาม

3) **ชุดใบมีด** ทำหน้าที่ในการตัดเนื้อมะขามให้ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ตามขนาดที่ต้องการ รวมถึงมีการพัฒนาให้ชุดใบมีดสามารถถอดออกมาได้ง่ายกว่าเดิม โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถนำใบมีดทั้ง 2 ออกมาได้ทั้งชุด เพื่อนำไปล้างทำความสะอาดได้ทั้งชุด



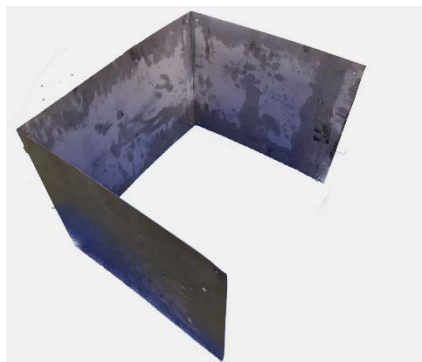
ภาพที่ 10 ชุดใบมีด

4) **ถาดลำเลียงเนื้อมะขาม** ทำหน้าที่ในการลำเลียงเนื้อมะขามที่ถูกตัดแล้ว โดยอาศัยมุมเอียงและการสั่นจากการทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้เนื้อมะขามตกลงสู่ภาชนะที่ได้เตรียมไว้



ภาพที่ 11 ถาดลำเลียงเนื้อมะขาม

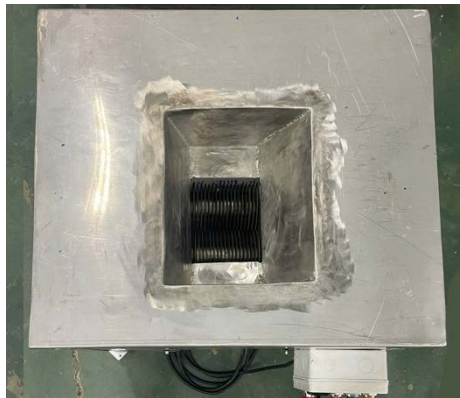
5) ฝาปิดเครื่องจักร ทำหน้าที่ปิดส่วนการทำงานของชุดใบมีดและชุดส่งกำลังเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายระหว่างการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 12 ฝาปิดเครื่องจักร



ภาพที่ 13 เครื่องเครื่องทำมะขามจืดจืดแบบแนวนอน



ภาพที่ 14 ภาพมุมมองด้านบน



ภาพที่ 15 ภาพมุมมองด้านหน้า

จากภาพที่ 8 และ 12 คือส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของเครื่องจักร และภาพที่ 13-15 คือเครื่องจักรที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในหัวข้อต่อไปเป็นการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยประเมินจากความเร็วในการทำงานและคุณภาพของชิ้นเนื้อมะขามจืดจืดที่ได้รับ

7.1.5 การออกแบบการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องจักร

1) การทดสอบประสิทธิผลของเครื่องจักร

ในการทดลองทดสอบโดยการนำมะขามเปรี้ยวยักษ์ที่ผ่านการแกะเปลือก รก และเมล็ดออกทั้งหมดเหลือเพียงเนื้อมะขามที่จะนำเข้าเครื่องจักร น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม และน้ำตาลจำนวน 300 กรัม เกลือ 20 กรัม และพริกป่น 20 กรัม มะขามที่ได้จากการทดสอบต้องผ่านการคลุกเคล้าก่อนนำเนื้อ

มะขามเข้าสู่ชุดใบมีดหั่นออกมาเป็นชิ้นเล็ก ๆ ความยาวไม่เกิน 4 เซนติเมตร จากการทดลองการทำงานพบว่า เครื่องจักรสามารถผลิตหั่นมะขามจืดจืดโดยใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 1 นาที เวลาสูงสุดอยู่ที่ 1 นาที 13 วินาที และเร็วที่สุดที่สามารถผลิตมะขามได้จะอยู่ที่ 58 วินาทีเท่านั้น ผลผลิตที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 1,170 กรัม สามารถบรรจุได้ทันที หากพิจารณาปริมาณวัตถุดิบที่นำเข้าเครื่องจักรกับผลผลิตที่ได้รับ พบว่ามีการสูญเสียวัตถุดิบจากการผลิตเท่ากับร้อยละ 13.33 จากวัตถุดิบทั้งหมด 1,350 กรัม ซึ่งคาดว่าจะมี พริกเกลือ และเนื้อมะขามบางส่วนที่ติดอยู่ที่ระหว่างชุดใบมีด และช่องลำเลียงเนื้อมะขาม ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า 1 รอบการทำงานสามารถผลิตมะขามจืดจืด 1 กิโลกรัม ได้รวดเร็วกว่าใช้แรงงานคนในการผลิตถึง 6,000 เท่า ซึ่ง หากต้องการผลิตภัณฑ์จำนวน 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ จากเดิมใช้เวลาประมาณ 6 -7 วัน จะเหลือเพียง 1-1.30 ชั่วโมงเท่านั้น

ตารางที่ 1: ผลลัพธ์การทดสอบการทำงานเบื้องต้น

การทดลองครั้งที่	1 รอบการทำงานของเครื่องจักร (กิโลกรัม)	
	เวลา (วินาที)	อัตราการผลิต (กิโลกรัม)
1	58	1.20
2	72	1.14
3	73	1.12
4	62	1.22
5	59	1.21
ค่าเฉลี่ย	64	1.17

2) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยวิธีการควบคุม

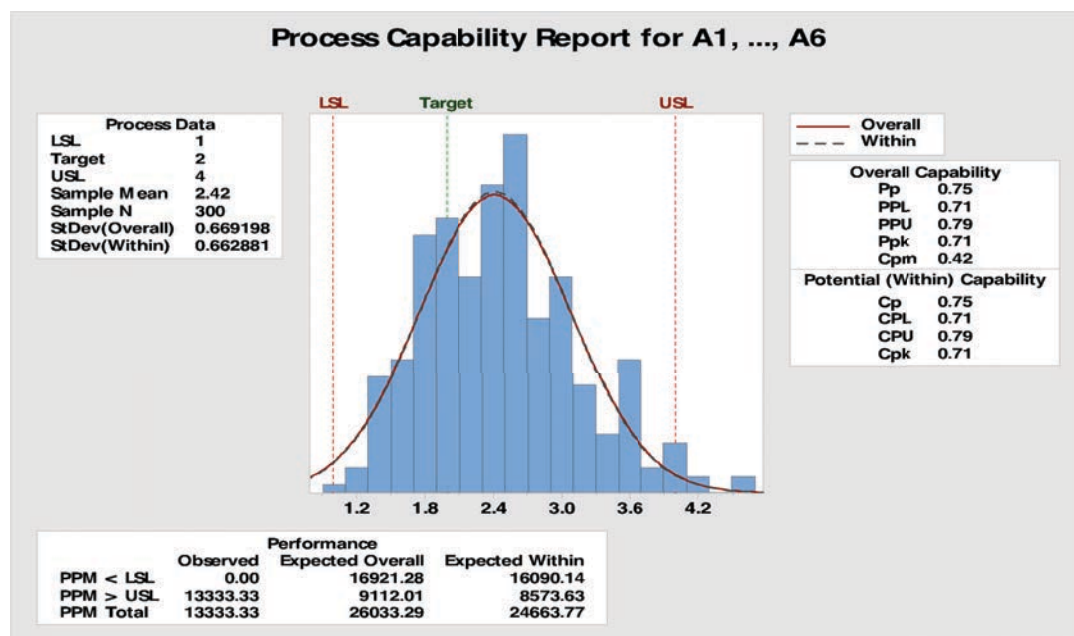
กระบวนการทางสถิติ

ผลลัพธ์จากการตรวจสอบคุณภาพจากกระบวนการผลิต โดยใช้โปรแกรม Minitab เวอร์ชัน 16 ที่ ทั้ง 2 ชุดการทดลองสามารถแสดงดังภาพที่ 3 และ 4 ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

2.1) ชุดการทดลองจากการหั่น 1 รอบการทำงาน

ลักษณะของชิ้นมะขามมีความยาวอยู่ระหว่าง 1 - 4.5 เซนติเมตร จากการประเมินความสามารถของกระบวนการของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ชิ้น พบว่า ค่า P_p และ P_{pk} ของกระบวนการมีค่าใกล้เคียงกันในกระบวนการผลิตในภาพรวม ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่ากลางซึ่งเป็นค่าเป้าหมาย ค่าความผันแปรที่เกิดขึ้นทั้งหมดในข้อมูล (P_{pk}) และส่วนค่าความแปรผันระหว่างกลุ่มย่อย (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.71 ซึ่งหากค่า P_{pk} และ C_{pk} น้อยกว่า 1 ซึ่งถือว่ากระบวนการยังไม่ดีมากนัก แต่ก็ยังอยู่ในระดับ 2 ซิกมา (2 Sigma Level) หรือกระบวนการมีความเชื่อมั่นประมาณร้อยละ 95.45 ที่จะได้ของดี กล่าวคือ หากพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลดิบที่เก็บมาทั้ง 6 วัน จะพบว่า หากผลิต 1 ล้านชิ้นโดยใช้เครื่องจักรเครื่องนี้ โอกาสที่จะพบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง (Lower Specification Limit) จะมีค่าเท่ากับ 0 แต่ของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน (Upper Specification Limit) จะมีประมาณ 13,334 ชิ้น แต่จากตัวแทนของประชากรทั้งหมด พบว่าอาจจะเจอของเสียจาก

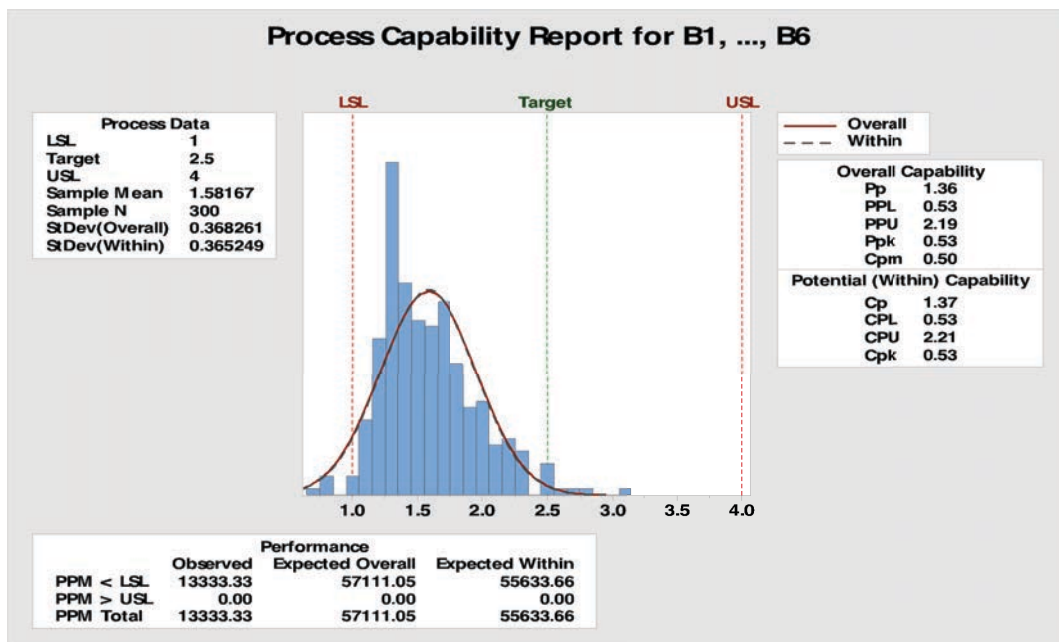
กระบวนการผลิตอยู่ที่ 16,922 ชิ้น ที่จะได้มาตรฐานจากจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง และประมาณ 9,113 ชิ้นจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และแต่ละวันจะเจอของเสียประมาณ 16,091 ชิ้น ที่ไม่ได้มาตรฐานจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง และประมาณ 8,574 ชิ้นจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน



ภาพที่ 16 ความสามารถของกระบวนการ ของจากการหันเพียง 1 รอบการทำงาน

2.2) ชุดการทดลองจากการหัน 2 รอบการทำงาน

ลักษณะของชิ้นมะขามจะมีขนาดเล็กลงมากเนื่องจากการหัน 2 รอบการทำงาน โดยมีความยาวอยู่ระหว่าง 0.8-3.5 เซนติเมตร จากการประเมินความสามารถของกระบวนการของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ชิ้น พบว่า ค่า P_p และ P_{pk} ของกระบวนการมีค่าต่างกันมากในกระบวนการผลิตในภาพรวม ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยต่างจากค่ากลาง ส่งผลให้ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าค่าเป้าหมายเป็นจำนวนมาก และหากพิจารณาจากค่า P_{pk} และ C_{pk} ที่มีค่าเท่ากับ 0.53 แสดงให้เห็นว่าความสามารถของกระบวนการยังไม่ถึง ระดับ 2 ซิกมา หรือกระบวนการมีความเชื่อมั่นไม่ถึงร้อยละ 95.45 ที่จะได้ของดี กล่าวคือ หากพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลดิบที่เก็บมาทั้ง 6 วัน จะพบว่า หากผลิต 1 ล้านชิ้นโดยใช้เครื่องจักรเครื่องนี้ โอกาสที่จะพบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างประมาณ 13,334 ชิ้น แต่จะไม่พบของเสียจากจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน แต่หากพิจารณาจากตัวแทนของประชากรทั้งหมด จะพบว่าอาจพบของเสียจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างประมาณ 57,111 ชิ้น ซึ่งถือว่ามากกว่า การหันเพียงรอบเดียว แต่ไม่พบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และแต่ละวัน (Within capacity) จะเจอของเสียประมาณ 55,634 ชิ้น ใกล้เคียงการผลิตโดยภาพรวม (Overall capacity)



ภาพที่ 17 ความสามารถของกระบวนการ ของจากการหันเพียง 1 รอบการทำงาน

7.1.6 อภิปรายผล

จากการทดสอบการทำงานพบว่า เครื่องจักรสามารถทำงานแทนแรงงานได้ดี โดยปริมาณการผลิตที่ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์จะใช้เวลาการผลิตเพียง 1-1.30 ชั่วโมงเท่านั้น จากเดิมใช้เวลาการผลิตจำนวน 6-7 วัน ต่อแรงงาน 1 คน ซึ่งหากใช้เครื่องจักรสามารถผลิตแทนจะสามารถทำงานได้เร็วขึ้นประมาณ 6,000 เท่า ส่งผลให้ผลิตภาพของสถานประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน แต่ข้อเสียคือปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้เครื่องจักรจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 13 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อมะขาม และ น้ำตาลที่มักจะไปติดอยู่ระหว่างชุดใบมีดและช่องลำเลียงเนื้อมะขาม รวมถึงชิ้นงานที่ได้จะไม่สวยงาม และสม่ำเสมอเท่ากับการใช้แรงงานคน ถ้าหากหันเพียงรอบเดียว ความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ที่ระดับ 2 จิกม่า หากหันจำนวน 2 รอบการทำงาน จะทำให้ชิ้นเนื้อมะขามมีขนาดเล็กกลง และมีเศษชิ้นมะขามขนาดเล็กที่ไม่ได้มาตรฐานจำนวนมากขึ้น ยิ่งทำให้ความสามารถของกระบวนการลดลง

6.1.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ทางคณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อมอบเครื่องจักร ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มขึ้นาคแผนใหม่ /ร้านมะขาม ธิสกุล โดยอาจารย์วิทยา หนูช่างสิงห์ผู้ออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรได้ให้ความรู้และวิธีการใช้งานเครื่องจักร ซึ่งผลจากทำงานในสถานที่ทำงานจริงพบว่าเครื่องจักรสามารถใช้งานทดแทนแรงงานคนได้เป็นอย่างดี โดยทำงานได้รวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคนถึง 6,000 และ จากการพูดคุยพบว่าเร็วๆ นี้ทางผู้ประกอบการได้รับคำแนะนำจากกรมการพัฒนาชุมชนให้ผลิตสินค้าชนิดใหม่เพื่อมาจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งทางคณะผู้วิจัยและกลุ่มได้ร่วมกันทดสอบการทำงานซึ่งพบว่า เครื่องจักรสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุดิบที่มีความแตกต่าง และให้ผลลัพธ์ที่ดี ผู้ประกอบการสามารถนำเทคโนโลยีต้นแบบนี้ไปต่อยอดธุรกิจได้ในอนาคต รวมไปถึงสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้นี้ให้กับผู้ที่สนใจต่อไป



ภาพที่ 18 เครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดต้นแบบ



ภาพที่ 19 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดต้นแบบ



ภาพที่ 20 ชิ้นงานที่ได้จากการหั่นเสร็จแล้ว



ภาพที่ 21 นำชิ้นงานที่ได้ไปเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

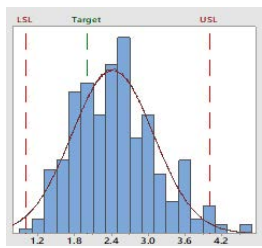


ภาพที่ 21 อาจารย์วิทยา และผู้ประกอบการร่วมพูดคุยปรึกษาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่



ภาพที่ 22 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะขามหวานไร้เมล็ดลูกแก้ว

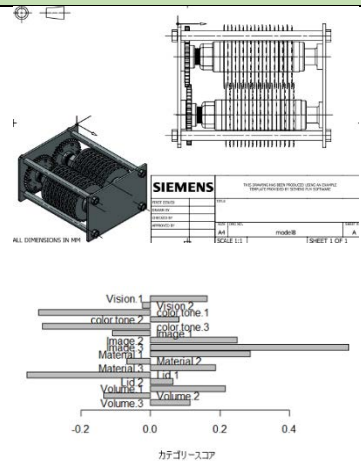
ตารางสรุปผลงานวิจัยตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	แผนงานวิจัย	นักวิจัยที่รับผิดชอบ	ผลงานตลอดโครงการ
1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน	1.1 ทำการออกแบบเครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน 1.2 ทำการสร้างเครื่องเครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นายธนภัทร มะณีแสง	
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน	2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร 2.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยวิธีการควบคุมกระบวนการทางสถิติ	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นายธนภัทร มะณีแสง	
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี	การถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิธีการใช้เครื่องทำมะขามจืดจัดแบบแนวนอน	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นายธนภัทร มะณีแสง นางสาวปรารถนา ศิริสานต์	

8) **ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ** (โปรดระบุถึงสิ่งที่ได้รับเมื่อสำเร็จโครงการตามดัชนีชี้วัดความสำเร็จในข้อเสนอโครงการฉบับสมบูรณ์ และแสดงหลักฐานประกอบแนบมาด้วย)

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
1. มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ต้นแบบจากกระบวนการออกแบบโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ และ เครื่องทำมะขามจืดจัดต้นแบบ	1.1 เครื่องทำมะขามจืดจัดแบบปรับปรุง 1.2 บรรจุภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน และการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ตามความต้องการของผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
2. เทคโนโลยีใหม่ (เครื่องทำมะขาม จัดจืด)	2.1. เครื่องทำมะขามจัดจืดแบบปรับปรุง จากความต้องการของผู้ประกอบการ 2.2 ระบบการหมุนย้อนกลับของใบมีดเพื่อ จัดการเศษมะขามที่ติดใบมีด 2.3 ปรับปรุงการถอดล้างชุดใบมีดเพื่อการทำ ความสะอาด	
3. กระบวนการใหม่ - กระบวนการผลิต - การออกแบบมาตรฐานบรรจุภัณฑ์	3.1 กระบวนการผลิตมะขามจัดจืดโดยใช้ เครื่องจักร 3.2 มาตรฐานกระบวนการผลิต	  

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
4. องค์ความรู้การออกแบบเครื่องจักรสำหรับใช้ในกระบวนการผลิต	องค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรและชุดใบมีดที่มีความเหมาะสม	
5. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (โปรตระกูล) 5.1 เพิ่มรายได้ 5.2 ลดต้นทุนการผลิต 5.3 ทดแทนการนำเข้า 5.4 เพิ่มการส่งออก 5.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี 5.6 อื่นๆ	การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและกลุ่มวิสาหกิจสามารถให้ความรู้และต่อยอดสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น ๆ 5.1 เพิ่มรายได้เนื่องจากผลิภาพการผลิตรวมที่เพิ่มขึ้น 5.2 ลดการใช้แรงงาน 5.3 ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานการผลิต 5.4 เครื่องจักรสามารถทดแทนการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศได้ 5.5 สามารถนำส่วนการผลิตที่เพิ่มขึ้นส่งออกจากประเทศได้	 
6. การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ (โปรตระกูล) 6.1 การฝึกอบรม 6.2 การถ่ายทอดองค์ความรู้ 6.3 การกระจายรายได้ 6.4 ดัชนีความสุข 6.5 สุขภาวะ 6.6 การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 6.7 อื่นๆ	6.1 ปริมาณความต้องการมะขามในพื้นที่เพิ่มขึ้น สร้างรายได้ให้กับชุมชนและเครือข่ายรอบข้าง 6.2 เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้ที่สนใจเนื่องจากสถานประกอบการเป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชน	 

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
7. การผลิตนักศึกษา (โปรตรอบ) 7.1 ปรินูญาตรี 7.2 ปรินูญาโท 7.3 ปรินูญาเอก	นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิต	 

9) งบประมาณโครงการ

(ให้สรุปงบการใช้จ่ายในโครงการแยกตามหมวด ตามข้อเสนอโครงการฉบับสมบูรณ์)

10) เอกสารอ้างอิง

จินตนา สนามชัยสกุล. (2553). การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของมะขาม. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชลอ การทวี. คณิตศาสตร์เครื่องกล. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด, 2547

ชลัท อุตถาวรยั้ง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด, 2551.

ณัฐกิต. (2556). มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม. กรุงเทพมหานคร : สำนักส่งเสริมอาชีพ สนพ.ศูนย์.

ดอกกรู ป พุทธมงคล. (2543 มกราคม 12). น็อต สกรู. [ระบบออนไลน์].
http://thaitechno.net/t1/knowledge_detail.php?id=769&uid=39737 วันที่สืบค้น 2559, 25 มีนาคม.

ไทยด้าบลดอทคอม. (2558 กันยายน 25). มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด. [ระบบออนไลน์].
https://tammarrindphetchabun.bentoweb.com/jp/product/198343/product-198343?category_id=

57730 วันที่สืบค้น 2559, 25 มีนาคม.

จิตติยา ทองเกิน. (2548). รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาตลาดมะขามเปรี้ยวในการพัฒนาสู่กลยุทธ์
ผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวสำเร็จรูป. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาสน์.

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. ทฤษฎีงานเครื่องมือกล. กรุงเทพฯ : บริษัท ซี. ยอจ เวสเตอร์มานน์จำกัด, 2524.

มานพ ตันตระกูลบัณฑิต และสำลี แสงห้าว. (2537). วัสดุช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น).

มานพ ตันตระกูลบัณฑิต,และคณะ. (2542 กันยายน 14). เพ็อง. [ระบบออนไลน์].

<https://sites.google.com/site/krmwithikarphlitt/neuxha-sara/bth-thi-7 - kar-phlit-feuxng>

วันที่สืบค้น 2559, 25 พฤศจิกายน.

สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. (2545). การแปรรูปมะขาม.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ จันเกษม และ ศิโศศักดิ์ ชิงะ. ใบมีด. [ระบบออนไลน์].

<http://www.globaltrade.co.th/product-detail.php?pld=207> วันที่สืบค้น 2559, 25 พฤศจิกายน.

สมาน เจริญกิจพูลผล. (2552 ธันวาคม 14). พูลเลย์. [ระบบออนไลน์]. [http://www.thaiind.com/machine-](http://www.thaiind.com/machine-tools-spare-partsaccessories.php?post_id=00005797)

[tools-spare-partsaccessories.php?post_id=00005797](http://www.thaiind.com/machine-tools-spare-partsaccessories.php?post_id=00005797) วันที่สืบค้น 2559, 25 พฤศจิกายน.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2554). รายงานประจำปี. จังหวัดเพชรบูรณ์.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2558). ข้อมูลการปลูกมะขามเปรี้ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์.

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, “การออกแบบเครื่องจักรกล 1”, ครั้งที่ 3 ,พศ. 2536, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กทม.

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, “การออกแบบเครื่องจักรกล 2”, ครั้งที่ 2 , พศ. 2535, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กทม.

ปารามศ ชุตินา.การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2545

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ เหลืองไพบูลย์ พงศ์ชนัน. การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง. กรุงเทพฯ:
ท็อป,2551

ณัฐพล ชัยทวีชนันท์. การตรวจสอบฝักมะขามหวานเสียโดยวิธีการประมวลภาพ. รายงานการวิจัยที่
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์, 2555

นิติพงษ์ ใจสิน. การคัดแยกฝักมะขามหวานด้วยวิธีการแปรรูปภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2549

ประเสริฐ สิงห์คำ และคณะ.เครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว. สารนิพนธ์ปริญญาเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชา
เทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์,2556

วรวิทย์ วรนาวิน. เครื่องกวนน้ำมะขามเปียก. รายงานฉบับสมบูรณ์การวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
พระนคร.กรุงเทพฯ, 2550

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. การศึกษาสมรรถนะของชุดถอดรอกมะขาม : กรณีศึกษามะขามหวานพันธุ์ประกายทอง.
รายงานการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. สาขาวิชาเทคโนโลยี
การผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์, 2556
วิทยา หนูช่างสิงห์ และ ธนภัทร มะณีแสง, “การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกะเทาะเปลือกมะขาม,” การ
ประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม สมุทรปราการ ประเทศไทย, 30-31 ตุลาคม, 2557
สถาบันมะขามหวาน [online] แหล่งเข้าถึง : [http://agritech.pcru.ac.th/new/page/
tamarineinst.html](http://agritech.pcru.ac.th/new/page/tamarineinst.html), คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
[26 ตุลาคม 2557.]



มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ชื่อโครงการย่อยที่ 2

(ภาษาไทย) การพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มสำหรับผลิตภัณฑ์มะขาม
จี๊ดจ๊าดกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่

(ภาษาอังกฤษ) Packaging Standard Improvement for Added Value of 'Super Sour
(Jeed Jard) Tamarind' Product by Khi Nhak Paen Mai Agricultural Housewives's
Community Enterprise in Phetchabun

คณะผู้วิจัย

อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารณา ศิริสานต์

ชุมชน/ท้องถิ่นที่ร่วมโครงการ

วิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่

หัวหน้าโครงการ หรือ ผู้ประสานงานโครงการ

ชื่อ อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง

หน่วยงานต้นสังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานที่ติดต่อ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต

โทรศัพท์ 056-717164

โทรสาร 056-717100 ต่อ 1608, 3903

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 097-1050700

E-mail: nazzdex.man@pcru.ac.th

**รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม**

1) ข้อมูลของโครงการย่อยที่ 2

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มสำหรับผลิตภัณฑ์มะขาม
จัดจืดกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่
(ภาษาอังกฤษ) Packaging Standard Improvement for Added Value of
Super Sour (Jeed Jard) Tamarind' Product by Khi Nhak
Paen Mai Agricultural Housewives's Community
Enterprise in Phetchabun

ระยะเวลาของโครงการ 12 เดือน
งบประมาณของโครงการย่อย . 300,000 บาท

2) บทคัดย่อ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่เป็นผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์จากมะขาม หลายชนิด โดยรับซื้อมะขามจากสมาชิกในอำเภอหล่มเก่าและพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อจำหน่ายแบบฝักและแบบแปรรูป มะขามจัดจืดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ยอดขายให้แก่กลุ่มวิสาหกิจเป็นจำนวนมาก และตลอด 5 ปีที่ผ่านมาธุรกิจการท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อความต้องการผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันพบว่ามีความต้องการการผลิتمะขามจัดจืดส่งขายครั้งละ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ แต่วิธีการทำงานแบบเดิมในการกรรไกรตัดให้ได้ขนาดมีความล่าช้ามาก ทำให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ รวมถึงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์มีความคล้ายคลึงกันมากเกินไป คู่ค้าจึงสามารถจัดหาสินค้ามาทดแทนได้ ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามาตรฐานผลิตภัณฑ์มะขามมะขามจัดจืด ซึ่งถ้าหากผลิตรายการผลิตรวมเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถตอบสนองความต้องการของคู่ค้าเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการมีศักยภาพการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นผู้ประกอบการสามารถขยายรูปแบบการขายส่งเป็นขายปลีก โดยการพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ ที่มีความทันสมัย มีความแตกต่างจากคู่แข่ง เพื่อขยายตลาดไปสู่พื้นที่จำหน่ายสินค้าแห่งใหม่ และมีความหลากหลายมากกว่าในปัจจุบัน งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจัดจืดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่าง และเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นแซกกับวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ และผลลัพธ์จากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปกำหนดกลยุทธ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ที่ได้นั้นต้องเป็นวัสดุที่ใช้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ สามารถปกป้องผลิตภัณฑ์หลักจากเชื้อโรค และในฉลากมีการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ตามมาตรฐาน

3) ข้อมูลของหัวหน้าโครงการ

ชื่อหัวหน้าโครงการ (ภาษาไทย) อาจารย์ธนภัทร มะณีแสง
(ภาษาอังกฤษ) Thanapat Maneesaeng

ตำแหน่งทางวิชาการ
หน่วยงานต้นสังกัด
สถานที่ติดต่อ

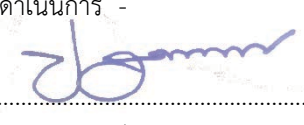
โทรศัพท์
โทรสาร
โทรศัพท์เคลื่อนที่
e-mail

-
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เลขที่ 83 หมู่ 11
ถ.สระบุรี-หล่มสักต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
056-717100 ต่อ 1608, 3903
056-717164
09-56260516
nazzdex@gmail.com

ลายมือชื่อ.....

4) คณะผู้วิจัย

ชื่อผู้ร่วมโครงการ	อาจารย์ปรารถนา..ศิริสานต์
คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ)	ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
หน่วยงานต้นสังกัด	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถานที่ติดต่อ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 65 หมู่ 5 ถนน เลี้ยวเมืองพิษณุโลก ต. พลายชุมพล อ. เมืองพิษณุโลก จ. พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์	055-267-124
โทรสาร	055-267-124
โทรศัพท์เคลื่อนที่	085-7374430
e-mail	s_prattana@hotmail.com
ความรับผิดชอบในโครงการ	ร้อยละ 50
ความรับผิดชอบในโครงการวิจัยอื่น ๆ ที่อยู่ในระหว่างการดำเนินการ	-

ลายมือชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารถนา..ศิริสานต์)

5) วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบและพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจัดจาดรูปแบบใหม่ สำหรับสร้างความแตกต่าง และเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ

6) หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีการรวมตัวของผู้ปลูกมะขามรายย่อย เพื่อแก้ปัญหาการถูกเอาเปรียบ การกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง จากการบอกเล่าปัญหาของกลุ่มผู้ปลูกมะขามพบว่าเมื่อถึงฤดูกาลมะขามออกฝักจะมีผู้มารับซื้อถึงสวนมะขาม แต่ต้องจำหน่ายในราคาที่ต่ำมาก ในบางครั้งถึงกับขาดทุน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันอาจเป็นกลุ่มหรือสร้างรูปแบบของวิสาหกิจชุมชน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการค้าขายและต่อรองราคากับผู้ซื้อมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าเกษตรกรจึงจำเป็นต้องทำให้สินค้าและบริการได้รับการรับมาตรฐานมากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันมีแนวโน้มความต้องการการบริโภคมะขามแปรรูปเพิ่มมากขึ้น โดยมะขามแปรรูปสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายประเภท ซึ่งถ้าหากเก็บฝักขาย ราคาเฉลี่ยของมะขามแปรรูปอยู่ที่ประมาณ 13

บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าหากผ่านกระบวนการแปรรูป สามารถขายได้เฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม มูลค่าที่เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 800 ดังนั้นผู้ประกอบการจึงนิยมที่จะนำมะขามเปรี้ยวมาแปรรูป เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานมะขามเปรี้ยวได้ง่าย และมีทางเลือกที่หลากหลายมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากมะขามเปรี้ยว ได้แก่ มะขามจืดจืด มะขามคลุกจืดจืด มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ มะขามแช่อิ่ม มะขามเปียก น้ำมะขามพร้อมดื่ม ในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ที่มียอดจำหน่ายมากที่สุดคือ มะขามคลุกจืดจืดแบบกระปุก ขนาดบรรจุ 160 กรัม โดยวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อและร้านขายของฝาก สัดส่วนยอดขายอยู่ที่ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอื่น ๆ เช่น มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือประเภทร้านสะดวกซื้อในประเทศ และลูกค้าต่างประเทศที่เน้นกลุ่มเอเชียเป็นหลัก มีสัดส่วนการตลาดคือ 70 เปอร์เซ็นต์และ 30 เปอร์เซ็นต์ (บริษัท สาริษมาเก็ดติ้ง จำกัด) ในการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลของไทยตำบลดอกท้อพบว่าประเทศไทย มีผู้ประกอบการทำมะขามจืดจืดจำนวน 60 ราย แต่ภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีผู้ประกอบการผลิตมะขามจืดจืดทั้งหมด 19 ราย

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่ ผู้ประกอบการได้มีการรับซื้อมะขามพันธุ์เปรี้ยวจากเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในกิโลกรัมละ 60 บาท ซึ่งผ่านการปอกเปลือกแกะรกและเมล็ดออกแล้ว การผลิตจะจ้างแรงงานในการคลุกมะขามด้วย น้ำตาล พริก และเกลือ แล้วจึงนำมาใช้กรรไกรตัดให้ได้ขนาดขึ้นประมาณ 2-5 เซนติเมตร ขนาดกว้างขึ้นละประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงทำการแพ็คใส่กระปุกเพื่อส่งจำหน่ายตลาดภายในประเทศ ตลอด 5 ปีที่ผ่านมาการท่องเที่ยวของจังหวัดเพชรบูรณ์เติบโตขึ้นมาก ส่งผลต่อความต้องการผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันพบว่ามีความต้องการการผลิตมะขามจืดจืดส่งขายครั้งละ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ วิธีการทำงานแบบเดิมในการกรรไกรตัดให้ได้ขนาดมีความล่าช้ามาก แรงงาน 1 คน ใช้เวลาในตัดมะขามจืดจืด 2-3 ชั่วโมงต่อ 1 กิโลกรัมเท่านั้น ซึ่งถ้าหากจำเป็นต้องทำตามความต้องการของลูกค้า ทางผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมาก แต่เนื่องจากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ มีผลิตภัณฑ์หลายประเภทจึงไม่สามารถใช้แรงงานทั้งหมดเพื่อผลิตเพียงผลิตภัณฑ์เดียวได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ผู้ประกอบการจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มกำลังการผลิตโดยการใช้เครื่องจักรมาผลิตแทนแรงงานคน จากการมีศักยภาพการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ผู้ประกอบการสามารถขยายรูปแบบการขายส่งเป็นขายปลีก โดยการพัฒนาฐานบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ ที่มีความทันสมัย มีความแตกต่างจากคู่แข่ง เพื่อขยายตลาดไปสู่พื้นที่จำหน่ายสินค้าแห่งใหม่ และมีความหลากหลายมากกว่าในปัจจุบัน งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจืดจืดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่าง และเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นเซกกับวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ และผลลัพธ์จากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปกำหนดกลยุทธ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ที่ได้นั้นต้องเป็นวัสดุที่ใช้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ สามารถปกป้องผลิตภัณฑ์หลักจากเชื้อโรค และในฉลากมีการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ตามมาตรฐาน

7) ผลการดำเนินงานตลอดโครงการ

7.1 โครงการย่อยที่ 1: ออกแบบและพัฒนามาตรฐานบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ สำหรับสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั้นเซ

จากการออกแบบเบื้องต้นคาดว่าเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นจะสามารถผลิตได้มะขามจี๊ดจ๊าดได้ 40-50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ โดยใช้คนงานเพียงคนเดียว รวมถึงการนำเครื่องจักรมาเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งคาดว่าจะสามารถเพิ่มกำลังผลิตมะขามจี๊ดจ๊าดได้ในปริมาณที่มากขึ้น จากเดิมมีกำลังการผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ถ้าหากนำเครื่องจักรมาใช้จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 35-40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถตอบสนองความต้องการของคู่ค้าเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์โครงการย่อยที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิศวกรรมคั้นเซกับวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการของตลาดเพื่อใช้ความออกมาเป็นคุณลักษณะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ โดยการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภค และส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และในระยะที่ 2 เป็นส่วนของการพัฒนาวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยเทคนิควิศวกรรมคั้นเซ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

7.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเดิมและการทดสอบสมมติฐาน ปัญหาของการจำหน่ายผลิตภัณฑ์คือคือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สถานประกอบการต้องการเพื่อจำหน่ายให้กับผู้บริโภคที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้สันนิษฐานว่ากลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์มีกลุ่มของฝาก ผู้ประกอบการจำหน่ายผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปออนไลน์ สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในสถานที่ท่องเที่ยว สมมุติฐานดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภคเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ รวมถึงสำรวจส่วนประสมทางการตลาดเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ปรับปรุงกลยุทธ์ด้านการตลาดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

7.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการดำเนินการกลุ่มผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือใบตรวจสอบ (Check sheet) เพื่อสร้างแบบสังเกตเพื่อสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้บริโภคต้องกรอกแบบสอบถามเอง ป้องกันการถูกปฏิเสธและไม่ทำให้ผู้ให้ข้อมูลต้องเสียเวลาตอบแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือข้อมูลส่วนตัวของผู้ที่ถูกสังเกตประกอบด้วย เพศ และอายุ ของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 คือระดับความสนใจของผู้บริโภค การดำเนินการวิจัยจะเริ่มจากการนำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เดิม รวมถึงแหล่งจำหน่ายสินค้า OTOP และตลาดในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งการบรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ใช้การตีความออกมาเป็นระดับของความสนใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย 7 ระดับ โดยที่แต่ละระดับจะให้ความหมายที่แตกต่างกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะสังเกตตั้งแต่ผู้บริโภคเริ่มให้ความสนใจจนถึงตัดสินใจซื้อหรือไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากแบบสังเกต ถ้าหากกระบวนการซื้อขายสิ้นสุดในระดับที่แตกต่างกันความหมายที่ถูกตีความก็จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของแต่ละระดับ เช่น เมื่อลูกค้าออกจากกระบวนการในระดับที่ 1 คือหยุดมอง ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการซื้อขายจะสิ้นสุดที่ “ไม่ซื้อ” นั้นหมายความว่า จะเกิดความสัมพันธ์ระหว่าง “หยุดมอง” และ “ไม่ซื้อ” อาจจะแปลความหมายได้ว่า คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจจะไม่ใช่รูปแบบ สี ขนาด หรือฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นผู้ประกอบการอาจจะปรับเปลี่ยนรูปแบบให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

หรือหากมีสัมพันธระหว่าง “สัมผัสผลิตภัณฑ์” ตามราคา” ”ต่อรองราคา” และมาสิ้นสุดที่ “ไม่ซื้อ” นั้นหมายความว่า ผู้บริโภคพึงพอใจต่อตัวผลิตภัณฑ์ เพียงแต่ว่าราคาของผลิตภัณฑ์อาจจะไม่เหมาะสม ดังนั้นถ้าหากกรณีนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งผู้ประกอบการจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดต้นทุนลงเพื่อให้ราคาสินค้ามีราคาที่ถูกลงจากผลลัพธ์จากการสังเกตทำให้ทราบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีอายุตั้งแต่ 20-40 ปี ในการทดลองผู้วิจัยได้สุ่มลงพื้นที่ในสถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ 2 ครั้ง และสังเกตจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะขามจัดจาดแบบเดิมทั้งหมด 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบซอง 50 กรัม และแบบกระปุก ขนาด 160 กรัม ผลลัพธ์จากการลงพื้นที่สำรวจแสดงให้เห็นว่า เพศหญิงให้ความสนใจ มากกว่าเพศชาย แต่ข้อมูลดังกล่าวยังไม่ครบถ้วนเนื่องจากเวลาที่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาพฤติกรรมจากผู้บริโภคเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ

7.1.3 ขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ

1) การคัดเลือกกลุ่มประชากร

จากการให้ข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ทางกลุ่มมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย แต่ด้วยรูปแบบที่เหมือนเดิม จึงพยายามสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ แต่ยังไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากนัก ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ผู้ที่ให้ความสนใจ คือกลุ่มวัยรุ่น จนถึงวัยทำงาน ที่ชื่นชอบในท้องเที่ยวและต้องซื้อของฝากติดไม้ติดมือกลับไปฝากเพื่อนฝูงและญาติมิตร อีกทั้งราคาผลิตภัณฑ์ไม่แพงมากจึงทำให้กลุ่มคนรุ่นใหม่กำลังในการซื้อ โดยมะขามจัดจาดที่เลือกร้อยละ 80 จะเลือกมะขามจัดจาดแบบกระปุกที่สามารถเก็บไว้รับประทานได้หลายครั้ง ไม่จำเป็นต้องบริโภคให้หมดภายในครั้งเดียว และมีราคาที่ถูกลงกว่าในปริมาณที่เท่ากัน ส่วนผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปจะเลือกผลิตภัณฑ์มะขามแบบอื่น ๆ ที่มีราคาสูงกว่า เนื่องจากมีกำลังซื้อที่มากกว่า

7.1.4 การกำหนดขอบเขตค่าแสดงความรู้สึก

การคัดเลือกกลุ่มความรู้สึก ผู้วิจัยได้รวบรวมคำค้นไขจากการค้นคว้า จากอินเทอร์เน็ต นิตยสาร ห้างสรรพสินค้า และแหล่งการค้าแหล่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งลักษณะผลิตภัณฑ์ได้ค้นเซที่เกี่ยวข้อมาทั้งหมด 22 คู่ทั้งในด้านลบและบวก หรือ 44 คำจากทั้งหมด

ตารางที่ 2 การค้นหาคำค้นเซด้วย IOC

กลุ่มคำค้นเซ : Colored packaging		
ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	สอดคล้อง
-1	0	+1

ตารางที่ 1 การกำหนดขอบเขตค่าแสดงความรู้สึก

ลำดับ	Main Word	Kansei said positive	Kansei said negative
1	Colored packaging	Classic (ได้รับความนิยมาโดยตลอด)	Fashionable (ทันสมัย กำลังเป็นที่นิยม)
2		Upper class (มีระดับ)	Plain (เรียบ/ธรรมดา)
3		Natural (เป็นธรรมชาติ)	Artificial (ประดิษฐ์)

ลำดับ	Main Word	Kansei said positive	Kansei said negative
4		Clean (ดูสะอาด)	Dirty (ดูสกปรก)
5		Fresh (สดใหม่ดู/สดชื่น)	Dry (แห้งแล้ง)
6	Texture	Translucent (โปร่งแสง)	Opaque (ทึบแสง)
7		Glossy (มันวาว)	Matte (ผิวด้าน)
8		Smooth (เรียบ)	Rough (ขรุขระ)
9	Patterned	Modern (ทันสมัย)	Old (โบราณ/เก่า)
10		Formal (ดูเป็นทางการ)	Casual (สบาย/ลำลอง)
11		Traditional (ประเพณีนิยม)	Progressive (หัวก้าวหน้าคนหัวใหม่)
12		Domestic (ดูเป็นของพื้นถิ่น)	Urban (ดูเกี่ยวกับเมือง)
13	Interesting	Unique (เป็นเอกลักษณ์)	General (ทั่วไป)
14		Look different (ดูแตกต่าง)	look alike (ดูเหมือน)
15	Information	Confident (มั่นใจ)	Unconvinced (ไม่มั่นใจ)
16		Exact (ถูกต้อง แน่นนอน)	Unsure (ไม่แน่นอน)
17		Reliable (น่าเชื่อถือ)	Unworthy (ไม่น่าเชื่อถือ)
18	Size	Rectangular (สี่เหลี่ยม)	Rounded (โค้งมน)
19		Compact (กะทัดรัด)	Large (ใหญ่โต)
20	Use	Handy (พกพาง่าย)	Heavy (หนัก)
21		Simple (ง่าย)	Complex (ซับซ้อน)
22		Minimalist (น้อยชิ้น)	Maximum (จำนวนมากที่สุด)

หากนำมาแบ่งออกเป็นกลุ่มสามารถแบ่งได้เป็น 7 ด้านประกอบด้วย สีของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะ รูปแบบ ความน่าสนใจ ขนาด ข้อมูลและการใช้งาน

ตารางที่ 2 แบ่งออกเป็นกลุ่มคำแสดงความรู้สึก

Colored packaging	Texture	Patterned	Interesting	Size	Information	Use
Classic (ดั้งเดิม)	Translucent (โปร่งแสง)	Formal (ดูเป็นทางการ)	Unique (เป็นเอกลักษณ์)	Rectangular (สี่เหลี่ยม)	Confident (มั่นใจ)	Handy (พกพาง่าย)
Upper class (มีระดับ)	Opaque (ทึบแสง)	ทันสมัย (Modern)	Strange (แปลก)	Rounded (โค้งมน)	Exact (ถูกต้อง แน่นนอน)	Simple (ง่าย)
Natural (เป็นธรรมชาติ)	Glossy (มันวาว)	Domestic (ดูเป็นของพื้นถิ่น)	Look different (ดูแตกต่าง)	Compact (กะทัดรัด)	Reliable (น่าเชื่อถือ)	Complex (ซับซ้อน)
Clean (ดูสะอาด)	Sleek (มันเงา)	Traditional (ประเพณีนิยม)	Eye catching (สะดุดตา)			Minimalist (น้อยชิ้น)
Fresh (สดใหม่ดู/สดชื่น)	Rough (ขรุขระ)					
	Matte (ผิวด้าน)					

จากนั้นคณะผู้วิจัยได้รวบรวมคำแสดงความรู้สึกเบื้องต้นได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม ซึ่งจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบยังพบว่ายังมีจำนวนการจำแนกกลุ่มการออกแบบที่มากจนเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการคัดเลือกอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 15 ท่าน จากวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า มีคำแสดงความรู้สึกที่มีค่า IOC มากกว่าที่สุดทั้งหมด 4 กลุ่มเท่านั้น โดยใช้แบบสอบถามแทนการสอบถามผู้เชี่ยวชาญถึงความเกี่ยวข้องของกลุ่มคำค้นเชื่อว่ากลุ่มไหนมีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผลลัพธ์จากแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า มีกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์มากที่สุดทั้งหมด 3 กลุ่มซึ่งคณะผู้วิจัยจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการคัดเลือกตัวแทนกลุ่มคำแสดงความรู้สึกที่ส่งผลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์

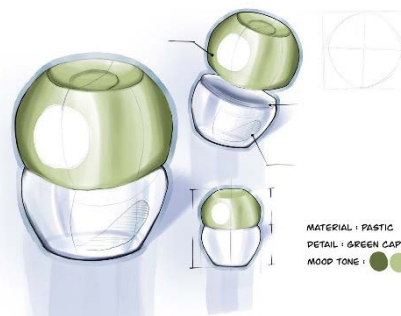
ลำดับที่	กลุ่มคำ	คะแนนการประเมิน
1	Colored packaging	3.8
2	Texture	5.4
3	Patterned	4.5
4	Interesting	6.3
5	Size	3.4
6	Information	5.9
7	Use	4

จากการคัดเลือกกลุ่มความรู้สึกทั้ง 7 กลุ่มสามารถสรุปได้ว่า กลุ่มที่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน คัดเลือกให้นำมาเป็นกลุ่มคำที่แสดงถึงความสำคัญในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แสดงออกถึงความรู้สึกของผู้บริโภคจำนวน 3 กลุ่มประกอบไปด้วย Texture Interesting และ Information ซึ่งจะถูกนำไปสร้างเป็นแบบสอบถามเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดในขั้นตอนต่อไป

7.1.5 การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

1) คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากนิตยสารหรือหนังสือที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่เพื่อระบุคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Properties) จากนั้นใช้วิศวกรรมค้นเสกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคที่ส่งผลไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยออกแบบคร่าวๆ จากข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามให้กลุ่มเป้าหมายและผู้ประกอบการได้มองเห็นภาพ ก่อนร่วมกันระดมสมองเพื่อกำหนดการกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยได้มีรูปแบบร่างดังต่อไปนี้





ภาพที่ 1 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณะจำนวน 10 รูปแบบ

จากการดำเนินการพบว่าการดำเนินการล่าช้ากว่าแผนที่ตั้งใจไว้ เนื่องจากปัญหาด้านเอกสารระหว่างมหาวิทยาลัยที่เกิดการสูญหาย ส่งผลต่อการเบิกจ่ายที่ล่าช้า แต่ปัญหาดังกล่าวได้รับการแก้ไขแล้ว ซึ่งการดำเนินการสามารถดำเนินการต่อไปได้ และคณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความก้าวหน้าส่งให้ทางผู้ประกอบการได้พิจารณาและพร้อมทั้งประเมินการออกแบบได้แล้วเสร็จ ซึ่งปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องจักรและการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่อไป



ภาพที่ 2 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณะจำนวน 10 รูปแบบ

2) การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะ (Span the Space of Properties)

การกำหนดคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมจากการหาข้อมูลพบว่ามี การแบ่งคุณสมบัติออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ โทนนีของบรรจุภัณฑ์ ภาพฉลาก วัสดุหลัก รูปแบบการเปิด-ปิด และน้ำหนักการบรรจุผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการออกแบบ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร, (2550) และลวดลายผลิตภัณฑ์ ของ สิทธิศักดิ์ ธัญศรีสวัสดิ์กุล, (2559) เพื่อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทั้ง 16 รูปแบบ 6 หมวดหมู่ ดังภาพที่ 6 โดยมีคุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ย่อยแต่ละหมวดหมู่ทั้งหมด 16 คำดังต่อไปนี้

X_{11} = มองเห็นผลิตภัณฑ์ภายใน	X_{41} = ใช้พลาสติกเป็นส่วนประกอบหลัก
X_{12} =มองไม่เห็นผลิตภัณฑ์ภายใน	X_{42} = ใช้อะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบหลัก
X_{21} = โทนนีอ่อน	X_{43} = ใช้กระดาษเป็นส่วนประกอบหลัก
X_{22} = โทนนีกลาง	X_{51} = ฝาเกลียว
X_{23} = โทนนีเข้ม	X_{52} = ฝาล็อค
X_{31} = ใช้ภาพจริงในการตกแต่ง	X_{61} = 100 กรัม
X_{32} = ใช้กราฟิกในการตกแต่ง	X_{62} = 150 กรัม
X_{33} = ใช้ภาพสีน้ำมันในการตกแต่ง	X_{63} = 200 กรัม

ทั้ง 6 หมวดหมู่จะประกอบไปด้วย การมองเห็นผลิตภัณฑ์ โทนนี ภาพประกอบ ส่วนประกอบหลัก รูปแบบฝาปิด และปริมาณสุทธิ เป็นคุณสมบัติหลัก และมีคุณสมบัติย่อย 16 คำ ซึ่งแต่ละคำจะถูกคัดเลือกโดยกลุ่มเป้าหมายผู้ขึ้นขอรับประทานมะขามจี๊ดจ๊าดจำนวน 62 คน ผู้วิจัยได้รวบรวม แบบสอบถามจากกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแบบประเมินประกอบด้วยรูปผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ได้รับการคัดเลือกจาก

คณะวิจัยจำนวน 6 รูปแบบ กลุ่มคำแสดงความรู้สึกทั้งหมด 3 กลุ่มพร้อมคำอธิบาย และคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อยทั้ง 16 คำ ผู้ให้ข้อมูลจะเป็นผู้คัดเลือกกลุ่มคำแสดงความรู้สึก และกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ จากนั้นประเมินข้อความว่า “จากคุณสมบัติทั้ง 6 ประการ และกลุ่มคำแสดงความรู้สึก ท่านเห็นด้วยหรือไม่ผลิตภัณฑ์ ดังกล่าวจะเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภค โดยมีระดับการประเมินความเห็นด้วยทั้งหมด 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับ แทน 5 ความหมายคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จากนั้น ค้นหาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณประเภท 1 ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในวิศวกรรมคั่นเซ เพื่อคำนวณหาค่า PCC และ CS จากโปรแกรม Rstudio เวอร์ชัน 1.2.5033

ตารางที่ 4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Partial Correlation Coefficient : PCC)

Type	คำค้นเซ	การมองเห็น	โทนสี	ภาพประกอบ	วัสดุหลัก	ฝาปิด	ปริมาณสุทธิ
1	Text	0.29	0.18	0.02	0.09	0.10	0.07
	Information	0.19	0.37	0.23	0.16	0.12	0.07
	Interesting	0.28	0.36	0.12	0.39	0.12	0.13
2	Text	0.12	0.28	0.16	0.11	0.17	0.29
	Information	0.08	0.22	0.26	0.18	0.20	0.20
	Interesting	0.17	0.38	0.10	0.24	0.06	0.12
3	Text	0.19	0.46	0.16	0.29	0.09	0.19
	Information	0.08	0.22	0.26	0.18	0.20	0.20
	Interesting	0.07	0.36	0.07	0.33	0.16	0.17
4	Text	0.11	0.20	0.32	0.16	0.17	0.17
	Information	0.03	0.29	0.22	0.11	0.38	0.16
	Interesting	0.09	0.30	0.19	0.18	0.29	0.34
5	Text	0.15	0.57	0.30	0.24	0.09	0.34
	Information	0.01	0.48	0.10	0.24	0.08	0.26
	Interesting	0.09	0.33	0.35	0.20	0.12	0.28
6	Text	0.14	0.13	0.30	0.26	0.12	0.08
	Information	0.06	0.22	0.10	0.34	0.03	0.00
	Interesting	0.03	0.13	0.21	0.11	0.01	0.03

ตารางที่ 6 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์หรือค่า PCC หากค่า PCC มีค่ามาก ความสัมพันธ์ก็มากตามไปด้วย กล่าวคือ PCC สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มคำแสดงความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ หาก PCC มีค่ามากความสัมพันธ์ก็มากตามไปด้วย แต่อาจเป็นไปได้ทั้งใน 2 ทิศทาง กล่าวคือมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่ารูปลักษณ์และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ตนเลือกนั้นมีความมีความเป็นไปได้ที่จะได้รับความนิยมจากกลุ่มเป้าหมาย หรือในทางตรงกันข้าม อาจเห็นตรงกันว่าคุณสมบัติข้างต้นไม่น่าจะได้รับความนิยมในท้องตลาด แต่จากการทดลองพบว่าแต่ละความสัมพันธ์มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่เนื่องจากในการทดลองนี้มีความคิดเห็นที่ค่อนข้างหลากหลายและมีความแตกต่างเป็นอย่างมากทำให้หากพิจารณาจากค่า PCC เพียงอย่างเดียวอาจจะเป็นไปได้ยากที่จะสามารถกำหนดคุณลักษณะจากข้อมูลได้อย่าง

ถูกต้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ค่า CS เพื่อประกอบการพิจารณา ซึ่งสามารถเลือกคุณลักษณะย่อยของแต่ละรูปลักษณะที่จะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบจากค่าในตารางที่ 7

ตารางที่ 5 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อย (Category Scores : CS)

Type	คำค้นห	Vision			Colour			Image			Material			Lid		Volume		
		X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X1	X2	X3
1	Tex	-1.14	0.06	0.00	0.29	0.00	0.02	0.00	0.02	-0.04	0.00	-0.04	0.25	0.1	-0.07	0.05	-0.06	0.08
	Info	-0.37	0.08		-0.03	0.14	-1.04	-0.12	0.47	-0.02	0.12	-0.19	0.06	0.18	-0.07	0.07	0.00	-0.10
	Inter	-0.65	0.10		0.03	0.10	-1.28	-0.08	0.16	0.11	0.38	-0.39	0.17	0.17	-0.07	0.17	0.00	-0.16
2	Tex	-1.80	0.06		-0.16	0.21	-0.46	0.12	-0.17	-0.07	-0.06	0.19	0.11	-0.29	0.08	0.02	-0.26	0.29
	Info	0.16	-0.02		-0.32	0.08	-0.31	-0.10	0.24	0.57	0.28	-0.06	0.18	-0.35	0.06	0.21	-0.13	0.11
	Inter	-0.18	0.14		-0.17	0.16	-1.12	-0.02	0.12	-0.27	0.08	-0.12	-0.78	-0.09	0.03	0.21	-0.11	0.04
3	Tex	0.43	-0.04		-0.22	0.15	-1.78	0.08	-0.10	-0.29	0.25	-0.11	0.45	-0.11	0.03	0.13	-0.13	0.14
	Info	0.16	-0.02		-0.32	0.08	-0.31	-0.10	0.24	0.57	0.28	-0.06	0.18	-0.35	0.06	0.21	-0.13	0.11
	Inter	-0.21	0.02		-0.22	0.17	-0.80	-0.03	0.00	0.24	0.77	-0.10	-0.18	-0.34	0.05	0.02	-0.10	0.23
4	Tex	-0.12	0.10		0.28	-0.14	0.32	-0.28	0.24	0.49	-0.01	-0.23	0.19	-0.26	0.10	0.31	-0.15	0.02
	Info	-0.02	0.03		0.50	-0.09	-0.21	0.13	-0.33	-0.02	-0.07	-0.04	0.12	-0.55	0.19	0.22	-0.11	0.07
	Inter	-0.06	0.08		0.68	-0.07	-0.18	0.09	-0.32	0.00	0.07	-0.29	0.09	-0.51	0.12	0.69	-0.20	0.05
5	Tex	0.10	-0.13		0.10	-0.01	-3.66	0.01	0.20	-0.77	0.29	-0.23	0.05	-0.10	0.04	0.34	-0.29	0.19
	Info	0.00	0.01		0.29	-0.25	-1.71	0.01	0.03	-0.34	0.52	-0.21	-0.02	-0.12	0.03	0.45	0.20	0.09
	Inter	-0.06	0.08		0.17	-0.16	-0.98	0.08	0.04	-1.01	0.13	-0.32	0.06	-0.16	0.05	0.66	-0.05	-0.09
6	Tex	-0.14	0.13		0.05	-0.08	0.33	-0.14	0.40	-0.57	-0.22	-0.42	0.17	0.14	-0.09	0.23	0.00	-0.16
	Info	0.05	-0.05		0.42	-0.05	-0.19	-0.07	0.10	-0.08	0.35	-0.59	0.11	-0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
	Inter	0.03	-0.03		0.17	0.00	-0.27	-0.06	-0.20	0.51	-0.06	0.22	0.05	-0.01	0.01	0.10	0.00	-0.02

* Tex คือ Text

* Info คือ Information

* Inter คือ Interesting

ตารางที่ 6 สรุปค่าแสดงความรู้สึกรู้สึก (Text) และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความรู้สึกรู้สึก	คะแนน	การมองเห็นผลิตภัณฑ์		โทนสี			ภาพ			วัสดุหลัก			ฝาปิด		ปริมาณ (กรัม)		
			เห็น	ไม่เห็น	อ่อน	กลาง	เข้ม	จริง	กราฟฟิก	สีน้ำ	พลาสติกก๊ส	อะลูมิเนียม	กระดาษ	เกลียว	ล็อก	100	150	200
1	Text	3.75		✓	✓				✓			✓	✓					✓
2		3.84		✓	✓		✓							✓				✓
3		4.42	✓			✓		✓			✓					✓		✓
4		3.89		✓	✓				✓	✓			✓			✓		
5		4.25	✓		✓								✓	✓		✓		✓
6		3.84		✓					✓	✓					✓			
รวม		3.84	2	4	3	2	2	2	4	1	3	1	4	2	4	4	0	4

ตารางที่ 7 สรุปค่าแสดงความรู้สึกรู้สึก (Information) และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์	ความรู้สึกรู้สึก คะแนน	การมองเห็นผลิตภัณฑ์		โทนสี		ภาพ		วัสดุหลัก				ฝาปิด		ปริมาณ (กรัม)		
		เห็น	ไม่เห็น	อ่อน	กลาง	เข้ม	จริง	กราฟฟิก	สีน้ำ	พลาสติกก๊ส	อะลูมิเนียม	กระดาษ	เกลียว	ล๊อค	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (กรัม)
1	3.81		✓		✓			✓		✓		✓	✓		✓	200
2	3.72	✓				✓		✓	✓	✓		✓		✓		✓
3	4.05	✓			✓			✓	✓	✓		✓		✓		✓
4	3.98	✓	✓			✓				✓			✓	✓		✓
5	4.27		✓	✓			✓	✓		✓				✓		✓
6	4.00	✓		✓				✓		✓		✓		✓		
รวม		4	3	2	2	2	1	5	2	6	0	4	2	5	1	3

ตารางที่ 10 สรุปค่าแสดงความรู้สึกรู้สึก (interesting) และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความรู้สึกรู้สึก	คะแนน	การมองเห็นผลิตภัณฑ์		โทนสี			ภาพ			วัสดุหลัก			ฝาปิด		ปริมาณ (กรัม)		
			เห็น	ไม่เห็น	อ่อน	กลาง	เข้ม	จริง	กราฟฟิก	สีน้ำ	พลาสติก	อะลูมิเนียม	กระดาษ	เกลียว	ล๊อค	100	150	200
1	Interesting	3.84		✓	✓			✓	✓	✓		✓		✓		✓		
2		3.81		✓		✓		✓		✓				✓		✓		
3		4.06		✓		✓				✓				✓		✓		✓
4		3.96		✓	✓			✓		✓					✓	✓		
5		4.24		✓	✓	✓		✓	✓			✓			✓	✓		
6		4	✓			✓			✓						✓	✓		
	รวม	4	1	5	4	3	0	3	3	4	4	0	4	3	3	6	0	1

ตารางที่ 11 สรุปคะแนนเฉลี่ยความชอบของทั้ง 6 รูปแบบ

					
3.80 คะแนน	3.79 คะแนน	4.17 คะแนน	3.94 คะแนน	4.25 คะแนน	3.94 คะแนน
					3.94 คะแนน

จากตัวอย่างเป็นการแสดงแผนภูมิของค่า PCC CS และการผลลัพธ์การสรุปคะแนนการประเมินของบรรจุกัณฑ์ทั้ง 6 รูปแบบ ทุกข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อระบุรูปแบบและคุณลักษณะเชิงกายภาพบรรจุกัณฑ์ โดยจากการพิจารณาพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้ซื้อชอบในการรับประทานมะขามจี๊ดจ๊าดให้ความสำคัญกับกลุ่มค่าแสดงความรู้สึกทั้ง 3 ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากอาจมองว่าค่าแสดงความรู้สึกทั้ง 3 กลุ่ม ส่งผลต่อการความต้องการของผู้บริโภคทั้งหมด และกลุ่มค่าที่ผู้บริโภคมองว่าสำคัญที่สุดคือ ในหากลักษณะของบรรจุกัณฑ์หากออกแบบให้ดูแปลกตา แตกต่าง ทำให้สะดุดตา มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง จะส่งผลดีต่อตัวผลิตภัณฑ์ ส่วนกลุ่มค่าที่มีความสำคัญน้อยที่สุดคือกลุ่มค่าที่กำหนดลักษณะของพื้นผิว (texture) เป็นกลุ่มค่าแสดงความรู้สึกที่มีความสัมพันธ์ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนการประเมินน้อยที่สุดแต่ก็ยังมีความใกล้เคียงกับ 2 กลุ่มค่าข้างต้น ส่วนรูปแบบที่มีคะแนนประเมินมากที่สุดคือ รูปแบบที่ 5 3 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนการกำหนดลักษณะและคุณสมบัติของบรรจุกัณฑ์โดยละเอียด หากพิจารณาจากค่า CS ในทิศทางบวกสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) คุณสมบัติการมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านใน ถ้าหากพิจารณาจากค่า CS ในทางบวกพบว่า ผู้ประเมินให้ความสำคัญทั้ง 2 ด้าน ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงไม่เลือกคุณลักษณะย่อยอย่างใดอย่างหนึ่งได้ การนำคุณลักษณะหมวดดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบได้ตามความเหมาะสมและดุลพินิจของผู้ออกแบบ

2) คุณสมบัติโทนสี จากผลการประเมินพบว่าโทนสีอ่อนมีค่า CS ในทิศทางบวกมากที่สุดรวมแล้ว 9 รูปแบบจากทั้งหมด 18 รูปแบบใน 3 กลุ่มค่า หรือคิดเป็นร้อยละ 50 ดังนั้นผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจนในการนำเอาโทนสีอ่อนมาออกแบบเป็นโทนหลักของบรรจุกัณฑ์

3) คุณสมบัติภาพประกอบ จากผลการประเมินพบว่าภาพประกอบที่ใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิคมีค่า CS ในทิศทางบวกมากที่สุด รวมแล้ว 12 รูปแบบจากทั้งหมด 18 รูปแบบใน 3 กลุ่มค่า หรือคิดเป็นร้อยละ 66 ดังนั้นผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจนว่าควรใช้ภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟฟิคเป็นส่วนประกอบในการออกแบบบรรจุกัณฑ์

4) คุณสมบัตินวัตกรรมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ จากผลการประเมินพบว่าควรใช้พลาสติกหรือกระดาษเป็นวัสดุหลักในการออกแบบ อาจเป็นเพราะอะลูมิเนียมมีราคาที่สูงซึ่งส่งผลต่อต้นทุน ดังนั้นผู้ออกแบบสามารถใช้ดุลพินิจในการเลือกใช้วัสดุหลักทั้ง 2 รูปแบบได้ตามความเหมาะสม

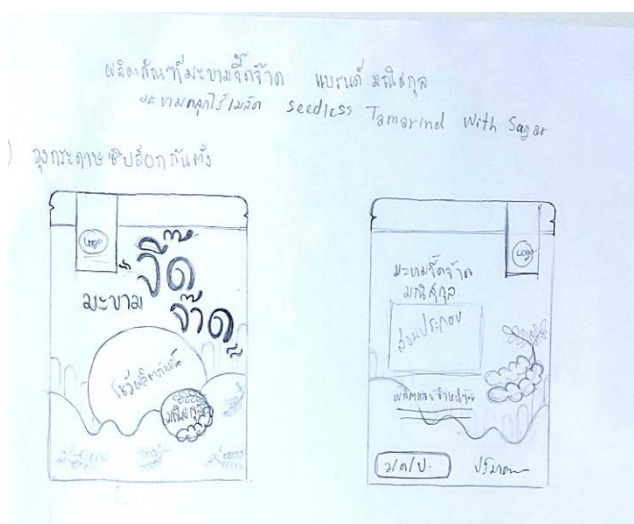
5) คุณสมบัติฝาปิดเพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านใน ในหัวข้อนี้ฝาปิดอาจจะไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบกับทุกรูปแบบของผลิตภัณฑ์ แต่จำเป็นต้องพิจารณาเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ในผลิตภัณฑ์ 4 5 และ 6 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 ของรูปแบบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด จากผลการประเมินพบว่า ควรใช้ฝาล็อคในบรรจุกัณฑ์ อาจเป็นเพราะผู้ประเมินเล็งเห็นว่าสามารถเปิด-ปิดได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้ฝาเกลียว

6) คุณสมบัตีด้านปริมาณสินค้า จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นพบว่ามะขามจี๊ดจ๊าดไม่ควรมีปริมาณเกิน 200 กรัม ถ้าหากเปิดฝาแล้วรับประทานไม่หมดความชื้นจากเนื้อมะขามและความชื้นจากภายนอกจะทำให้ น้ำตาลและเกลือละลาย ส่งผลให้เนื้อมะขามไม่สามารถคงสภาพเดิมได้ และถ้าหากพิจารณาจากค่า CS ในทางบวกพบว่าผู้ประเมินส่วนใหญ่แนะนำให้เป็น 100 กรัม กว่า 15 รูปแบบหรือกว่าร้อยละ 83 แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าไม่ว่าจะเลือกทั้ง ขนาด 100 หรือ 200 กรัมสามารถให้ผลดีทั้งคู่ แต่น่าแปลกตรงที่ 150 กรัมไม่สามารถพบว่ามีค่า CS ในทางบวกทั้งที่เป็นค่าที่อยู่ กึ่งกลางระหว่าง 100 กรัม

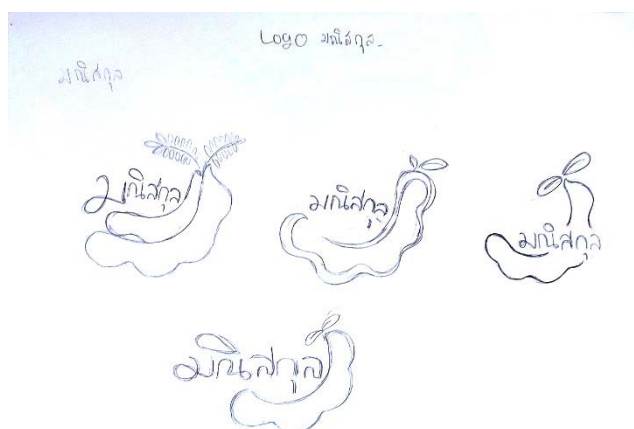
และ 200 กรัม ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า คุณสมบัติด้านปริมาณอาจจะใช้ได้ทั้ง 100 กรัม หรือ 200 กรัม ได้ตามความเหมาะสมและดุลพินิจของผู้ออกแบบ

7.1.6 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแบบจำลอง

เพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุดใช้การบูรณาการการออกแบบผลิตภัณฑ์จากแนวทางที่ได้รับจากเทคนิคทางวิศวกรรม และการสร้างสรรค์งานศิลปะในรูปแบบใหม่ๆ จากกระบวนการคิด และแรงบันดาลใจของผู้ออกแบบ โดยอ้างอิงจากผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการออกแบบโดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ แต่อย่างไรก็ตามในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงความสำคัญที่จะเน้นหน้าที่และประโยชน์ใช้สอยเป็นอันดับแรก ส่วนความงามจะตามมาเป็นอันดับรอง หรือถ้าได้ทั้งประโยชน์ใช้สอยและความสวยงามได้ก็จะเป็นการดียิ่งๆ ขึ้นไป คณะผู้วิจัยได้ออกแบบบรรจุภัณฑ์ออกมา 3 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจากคำแสดงความรู้สึกที่ได้รับโดยสามารถอธิบายคุณลักษณะทางกายภาพและหน้าที่การทำงานได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบร่างบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบร่างบรรจุภัณฑ์

รูปแบบที่ 1 สามารถบรรจุมะขามได้ไม่เกิน 150 กรัม มีรูปทรงกระบอกมีวัสดุหลักเป็นกระดาษ โดยมีแนวคิดให้บรรจุภัณฑ์สามารถย่อยสลายได้ง่าย ใช้สีโทนอ่อน และภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นภาพประกอบ ไม่สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในได้ แสดงตราสินค้าและเบอร์โทรติดต่оไว้ที่ผาด้านบน ส่วนรอบ ๆ บรรจุภัณฑ์แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า รายละเอียด ส่วนประกอบที่สำคัญ วันผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลด้านโภชนาการ เหมาะแก่การเป็นของฝากของที่ระลึก ให้แต่เพื่อนๆ เมื่อมาท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์ แต่ถึงจะทำมาจากกระดาษแต่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะขนส่งถ้าผู้ประกอบการต้องการจำหน่ายในช่องทางออนไลน์



ภาพที่ 5 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 6 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 1 ขนาดเท่าของจริง

รูปแบบที่ 2 สามารถบรรจุมะขามขนาดครึ่งกิโลกรัม โดยภายในสามารถบรรจุของ 100 กรัม ได้ประมาณ 5 – 8 ซอง ตามความเหมาะสม สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในได้ มีรูปทรงสี่เหลี่ยมวัสดุหลักที่ใช้ทำมาจากกระดาษ โดยมีแนวคิดให้บรรจุภัณฑ์สามารถย่อยสลายได้ง่ายเช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 ใช้สีโทนอ่อน และภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นภาพประกอบ แสดงตราสินค้าไว้ด้านหน้าผลิตภัณฑ์ ส่วนรอบ ๆ บรรจุภัณฑ์ แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า รายละเอียด ส่วนประกอบที่สำคัญ วันผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลด้าน

โภชนาการ ด้านบนมีหูหิ้วเพื่อความสะดวกในการถือจับ สามารถมองเห็นสินค้าด้านในได้ เพื่อใช้ในการตัดสินใจของผู้บริโภค เหมาะแก่การเป็นของฝากของที่ระลึก ให้เพื่อนๆญาติพี่น้อง ผู้หลักผู้ใหญ่ เมื่อมาท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์ กล่องสามารถพับขึ้นรูปได้ ดังนั้นจึงประหยัดพื้นที่ในการขนส่งหากจำเป็นต้องผลิตจำนวนมาก



ภาพที่ 7 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณะบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 8 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 ขนาดเท่าของจริง

รูปแบบที่ 3 บรรจุภัณฑ์มีลักษณะเป็นซอง สามารถบรรจุมะขามได้ 100 -150 กรัม ทำมาจากพลาสติกเพื่อให้ได้ต้นทุนการผลิตที่ไม่แพงเพื่อให้จำหน่ายได้ราคาถูก ใช้สีโทนอ่อน และภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นภาพประกอบ สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในได้ ตั้งบนโต๊ะได้ มีการแสดงตราสินค้าไว้ด้านหน้าผลิตภัณฑ์ ส่วนรอบ ๆ บรรจุภัณฑ์ แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า รายละเอียด ส่วนประกอบที่สำคัญ วันผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลด้านโภชนาการ เหมาะแก่การเป็นของฝากของที่ระลึก ให้ พี่ รุ่นน้อง หรือเพื่อนๆ ที่ทำงาน สามารถประหยัดพื้นที่ในการขนส่งหากจำเป็นต้องผลิตจำนวนมาก



ภาพที่ 9 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้านรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 10 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 ขนาดเท่าของจริง

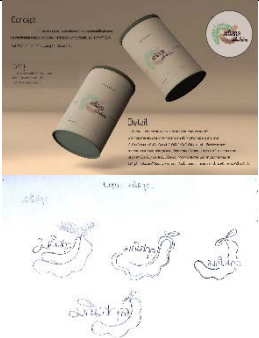
7.1.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลลัพท์งานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อนำผลลัพธ์จากงานวิจัยในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต้นแบบเพื่อมอบให้แก่ผู้ประกอบการ และร่วมพูดคุยถึงประเด็นแนวทางในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในสถานการณ์การควบคุมโรคระบาดในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้ประกอบการมีความพึงพอใจต่อผลงานวิจัยที่ออกมา และได้ให้ความเห็นว่าในอนาคตผลิตภัณฑ์ของตนจะมีความแตกต่างจากผู้ผลิตรายอื่น ๆ หากรัฐบาลเปิดประเทศ และการท่องเที่ยวกลับมาอีกครั้ง รวมถึงยังสามารถนำผลงานวิจัยไปต่อยอดในการจำหน่ายสินค้า ตัวอื่น ๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ รูปแบบที่ 2 สามารถนำไปบรรจุผลิตภัณฑ์กล้วยไส้มะขาม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่ได้รับความนิยมมาก แต่เนื่องจากว่าการบรรจุแบบเดิมไม่เป็นที่น่าสนใจ ซึ่งหากนำบรรจุภัณฑ์นี้มาปรับเปลี่ยนให้มีเอกลักษณ์ของกล้วยไส้มะขาม จะสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ไม่ยากนัก และสามารถนำไปจำหน่ายในช่องทางออนไลน์ได้ ด้วยความน่าสนใจ ทางวิสาหกิจชุมชนได้รับการติดต่อจากผู้ส่งออกสินค้าจากต่างประเทศให้ส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อนำไปเป็นสินค้าส่งออกให้แก่บริษัทหนึ่งในประเทศจีน ซึ่งเป็นช่องทางที่ทำขายต่อผู้ประกอบการในอนาคต ซึ่งมหาวิทยาลัยมีความยินดีที่ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถบรรจุวัตถุดิบได้สำเร็จ



ภาพที่ 11 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรขึ้นาคแผนใหม่

ตารางสรุปผลงานวิจัยตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	แผนงานวิจัย	นักวิจัยที่รับผิดชอบ	ผลงานตลอดโครงการ
1. ออกแบบและพัฒนา มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ มะขามจี๊ดจ๊าดรูปแบบ ใหม่ สำหรับสร้างความ แตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้ สินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์โดย ใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ	1.1 ทำการออกแบบ บรรจุภัณฑ์มะขาม 1.2 สร้างแบบจำลอง	นายธนภัทร มะณีแสง นางสาวปรารถนา ศิริสานต์	
2. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี	บรรจุภัณฑ์สำหรับมะขาม จี๊ดจ๊าดและการพัฒนาต่อยอด ผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ใน อนาคต	นายวิทยา หนูช่างสิงห์ นางสาวปรารถนา ศิริสานต์	

8) **ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ** (โปรดระบุถึงสิ่งที่ได้รับเมื่อสำเร็จโครงการตามดัชนีชี้วัดความสำเร็จในข้อเสนอโครงการฉบับสมบูรณ์ และแสดงหลักฐานประกอบแนบมาด้วย)

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
1. มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ต้นแบบจากกระบวนการออกแบบโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ และ เครื่องทำมะขามจี๊ดจ๊าดต้นแบบ	บรรจุภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน และการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ตามความต้องการของผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	
3. กระบวนการใหม่ - กระบวนการผลิต - การออกแบบมาตรฐานบรรจุภัณฑ์	กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์มะขามจี๊ดจ๊าดจากการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคั่นเซ	
4. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (โปรดระบุ) 4.1 เพิ่มรายได้ 4.2 ลดต้นทุนการผลิต 4.3 ทดแทนการนำเข้า 4.4 เพิ่มการส่งออก 4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี 4.6 อื่น ๆ	การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและกลุ่มวิสาหกิจสามารถให้ความรู้และต่อยอดสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น ๆ 4.1 เพิ่มรายได้เนื่องจากผลิภาพการผลิตรวมที่เพิ่มขึ้น 4.2 ลดการใช้แรงงาน 4.3 ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานการผลิต 4.4 สามารถประยุกต์ใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อส่งออกจากประเทศได้	 

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	หลักฐานประกอบ
5. การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ (โปรดระบุ) 5.1 การฝึกอบรม 5.2 การถ่ายทอดองค์ความรู้ 5.3 การกระจายรายได้ 5.4 ดัชนีความสุข 5.5 สุขภาวะ 5.6 การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 5.7 อื่น ๆ	5.1 ปริมาณความต้องการมะขามในพื้นที่เพิ่มขึ้น สร้างรายได้ให้กับชุมชนและเครือข่ายรอบข้าง 5.2 เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้ที่สนใจ เนื่องจากสถานประกอบการเป็นแหล่งเรียนรู้ ของชุมชน	 

9) งบประมาณโครงการ

(ให้สรุปงบการใช้จ่ายในโครงการแยกตามหมวด ตามข้อเสนอโครงการฉบับสมบูรณ์)

10) เอกสารอ้างอิง

- Nagamachi, M. (1999). Kansei Engineering and its Applications in Automotive Design. *SAE Technical Papers*, 108 (6) pp. 2275-2282
- Yeh, C.-T., & Chen, M.-C. (2018). Applying Kansei Engineering and data mining to design door-to-door delivery service. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 401-417.
- Nagamachi, M. (2002). Kansei Engineering in Consumer Product Design. *Ergonomics in Design*, 10(2), 5-9.
- Schütte *, S. T. W., Eklund, J., Axelsson, J. R. C., & Nagamachi, M. (2004). Concepts, methods and tools in Kansei engineering. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5(3), 214-231.
- Chuan, N. K., Sivaji, A., Shahimin, M. M., & Saad, N. (2013). Kansei Engineering for e-commerce Sunglasses Selection in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 97, 707-714.
- Tama, I. P., Azlia, W., & Hardiningtyas, D. (2015). Development of Customer Oriented Product Design using Kansei Engineering and Kano Model: Case Study of Ceramic Souvenir. *Procedia Manufacturing*, 4, 328-335
- Wang, C.-H., & Chin, H.-T. (2017). Integrating affective features with engineering features to seek the optimal product varieties with respect to the niche segments. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 350-359.

- Wang, C.-H., & Chin, H.-T. (2017). Integrating affective features with engineering features to seek the optimal product varieties with respect to the niche segments. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 350-359.
- Misaka, M., & Aoyama, H. (2018). Development of design system for crack patterns on cup surface based on KANSEI. *Journal of Computational Design and Engineering*, 5(4), 435-441.
- Wang, W. M., Wang, J. W., Li, Z., Tian, Z. G., & Tsui, E. (2019). Multiple affective attribute classification of online customer product reviews: A heuristic deep learning method for supporting Kansei engineering. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, 33-45.
- Jiao, Y., & Qu, Q.-X. (2019). A proposal for Kansei knowledge extraction method based on natural language processing technology and online product reviews. *Computers in Industry*, 108, 1-11.
- Pimapunsi, K. (2011). New Product Development Using Kansei Engineering. The 2nd National Conference of Industrial Operations Development, 11 May 2011.
- Udomsak, S. (2007). Product Design, Brand and ECO Package Design for Community in Middle of Thailand (Research Report). King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Kerlinger, F.N. (1986). *Foundations of Behavioral Research*. 3rd Edition, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Terada, P. (2018). **Techniques for Interpreting the Results of Factor Analysis in Research Work.** *Panyapiwat Journal*, 10(Special), 292-304
- สถาบันมะขามหวาน [online] แหล่งเข้าถึง : <http://agritech.pcru.ac.th/new/page/tamarineinst.html>, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ [26 ตุลาคม 2557.]
- นงลักษณ์ จีวจุ และคณะ. (2558). ได้ทำการศึกษาการพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าของกลุ่มโอท็อป (OTOP) และการบริหารจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขนาดย่อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
- นรพงศ์ กิ่งศักดิ์. (2556). การศึกษาและพัฒนา รูปแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปชนิดอบแห้ง จากวัสดุธรรมชาติ กรณีศึกษา: วัสดุจากเปลือกกล้วย จังหวัดพิษณุโลก. ศิลปะกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นฤมล มาแทน และกิตติยา สุขหม. (2558). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารที่ย่อยสลายได้จากใยไผ่. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- บุษรา สร้อยระย้า และคณะ. (2554). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากเส้นใยกล้วย สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป. วารสารวิชาการและวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปิยาภรณ์ คายังยง. (2558). การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ สู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
 กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านจากเศษไม้. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ผกามาศ ชูสิทธิ์ และกิตติพงษ์ สุวีโร. (2558). การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์
 แผ่นยางธรรมชาติ. วารสารวิชาการและวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร

รุ่งทิพย์ ลุยเลา. (2560). การพัฒนาเส้นใยมะพร้าวเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร. ผู้เรียบเรียง:

Anonymous. 2016a. Botia: alla Milano Design Week il packaging è eco-sostenibile. Online
 Resources, Available from: <http://www.buoni-pasto.it/botia-alla-milano-design-week-il-packaging-e-eco-sostenibile/> (cited 16 June 2016)

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. Packaging Design. [online] www.pinterest.com. สืบค้นเมื่อ 22
 สิงหาคม 2560

สุชาปา เนตรประดิษฐ์ และคณะ (2548). การผลิตและพัฒนากระดาษจากใบสับปะรดเพื่อใช้ในการพิมพ์และ
 ทำบรรจุภัณฑ์ สำหรับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31, 18-20 ตุลาคม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, หน้า 315.