



รายงานการวิจัย
การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะขามเปรี้ยวอัดก้อน
เพื่อการส่งออก
Development of Packaging to Extend Shelf Life of
Briquette Tamarind for Export.

มานะ อินพรมมี

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์
วิจัยและนวัตกรรม (สกว) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะขามเปรี้ยวอัดก้อน เพื่อการส่งออก

Development of Packaging to Extend Shelf Life of Briquette Tamarind for Export.

มานะ อินพรมมี

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์
วิจัยและนวัตกรรม (สกว) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะขามเปรี้ยวอัดก้อนเพื่อ การส่งออก
ผู้วิจัย	มานะ อินพรมมี
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	ธนภัทร มะณีแสง
สาขาวิชา	ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสรีจวิจย 2564

บทคัดย่อ

การเก็บรักษามะขามเปียกไว้ได้นานเพื่อนำไปใช้ประกอบอาหารในที่ที่ห่างไกลจากแหล่งผลิต ผู้ประกอบการควรใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถหยุดหรือลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารที่บรรจุได้ ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำนั้นควรมีความสำคัญยิ่ง ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ปัญหาของผู้ประกอบการคือใช้ระยะเวลาการขนส่งสินค้าประมาณ 1 เดือน กว่าถึงมือผู้บริโภค ส่งผลให้คุณภาพของสินค้าลดลง รวมถึงบรรจุภัณฑ์ควรระบุรายละเอียดสินค้า ชื่อ วิธีการใช้งานรวมถึง วันหมดอายุ ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้กับมะขามเปรี้ยวอัดแท่งและมะขามเปียกอัดก้อน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลดอัตราการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ และสามารถป้องกันเชื้อโรค การซึมผ่านของออกซิเจน กลิ่น รสชาติ และปกป้องจากแสงแดด จากภายนอกได้ รวมถึงการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ ตามมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนรูปแบบใหม่ให้แก่ กลุ่มผู้แปรรวมมะขามจำนวน 3 กลุ่ม ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะกลม มีเมล็ดพื้นผิวมีลักษณะที่หยาบ แต่ละชิ้นควรมีขนาดเล็ก จำนวนชิ้นในแต่ละหน่วยไม่ควรมีมากนัก เพื่อป้องกันไม่ให้กล่องมีขนาดใหญ่จนเกินไป และสุดท้าย รสชาติไม่ควรมีการปรุงแต่ง ควรเป็นรสชาติที่เป็นธรรมชาติเดิมของมะขามเปรี้ยวเพื่อไม่ให้รสชาติของอาหารผิดเพี้ยนไป ซึ่งรูปแบบทั้งหมดจะนำไปเป็นข้อมูลให้ผู้ประกอบการตัดสินใจในการกำหนดรูปแบบตามเงื่อนไขที่กระบวนการผลิตของสถานประกอบการสามารถผลิตได้

คำสำคัญ : การออกแบบบรรจุภัณฑ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน มะขามเปรี้ยวอัดก้อน

Title	Development of Packaging to Extend Shelf Life of Briquette Tamarind for Export.
Author	Mana Inpromme
Co-Researcher	Thanapat Maneesaeng
Branch	Industrial Product Design. Phetchabun Rajabhat University

Abstract

Long storage of tamarind for cooking in a place away from the source of production. Operators should use packaging that can stop or reduce the growth of microorganisms in packaged foods. Which materials used to make it are of great importance Resulting in a longer shelf life The problem for entrepreneurs is that it takes about 1 month to deliver the products to consumers. Resulting in decreased product quality Including packaging, the product description, name, method of use, as well as the expiration date according to packaging standards Objective of this research is to design and develop packaging for crushed tamarind sticks and tamarind cubes. To extend the shelf life, reduce the loss rate of products Which is a material that is not harmful to consumers Does not affect the quality And can prevent germs It can also be used as information on the packaging design of the new tamarind briquette for the packaging. Three groups of tamarind transformers to meet the needs of consumers. It can be concluded that Consumers want the product to be round, grainy, rough texture. Each piece should be small. The number of pieces in each unit should not be large. This prevents the box from getting too big and the final flavor shouldn't be garnished. Should be the original natural flavor of sour tamarind so as not to distort the taste of the food. All the models are used to inform the operator to determine the format according to the conditions that the production process of the establishment can produce.

Keywords: Packaging Design, Community Enterprise Group, Sour tamarind cubes

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

มานะ อินพรมมี

28 ธันวาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	6
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ.....	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 การแปรรูปมะขามเปรี้ยว	9
2.2 การอบแห้ง	10
2.3 มะขามเปรี้ยว.....	12
2.4 วิศวกรรมคั่นไซ	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเดิมและการทดสอบสมมุติฐาน.....	28
3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	28
3.3 ขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยใช้วิศวกรรมคั่นไซ	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	33
4.1 ผลการสำรวจความต้องการเบื้องต้น.....	33
4.2 ขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยใช้วิศวกรรมคั่นไซ.....	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	50
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	51
5.3 แนวทางในการพัฒนา	51
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	54
ภาคผนวก ก คำกำหนดความรู้สึกรู้สึก.....	55
ภาคผนวก ข แบบสอบถามงานวิจัย: การประยุกต์วิศวกรรมคั่นเซ	58
ภาคผนวก ค Partial Correlation Coefficient และ Categori Score (CS)	62
ภาคผนวก ง ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อน	83
ประวัติคณนักรวิจัย	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตัวอย่างผลการศึกษา	24
3-1 ระดับความสนใจ.....	29
4-1 การค้นหาคำค้นเซด้วย IOC ฯ.....	34
4-2 การกำหนดขอบเขตคำแสดงความรู้สึก.....	35
4-3 แบ่งออกเป็นกลุ่มคำแสดงความรู้สึก.....	36
4-4 ผลลัพธ์กลุ่มคำที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์.....	37
4-5 แสดงวิธีการคัดเลือกคำคุณลักษณะด้วย Semantic Differential (SD) Scale	39
4-6 การคัดเลือกลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญ	39
4-7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์	43
4-8 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อย.....	45
4-9 สรุปคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทนตามความต้องการของผู้บริโภค	46

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 แสดงสถิติพื้นที่การปลูกมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ (ไร่).....	2
1-2 แสดงสถิติพื้นที่การปลูกมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ (กิโลกรัม)	2
1-3 ราคาจำหน่ายมะขามเปรี้ยวเฉลี่ยในแต่ละจังหวัด	3
2-1 ผลไม้อบแห้ง	11
2-2 มะขามเปรี้ยวยักษ์.....	13
2-3 โครงสร้างตัวแบบของวิศวกรรมคั้นเซ.....	18
2-4 กระบวนการกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์.....	20
2-5 ตัวอย่างระดับการวัดที่ใช้ในการให้คะแนน	22
3-1 แสดงระดับการประเมินผลกระทบต่อความรู้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของคำแสดงความรู้สึก ..	31
4-1 รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน	34
4-2 ตัวอย่างรูปลักษณะการออกแบบจากข้อมูลที่รวบรวมได้เบื้องต้น	38
4-3 ตัวอย่างรูปลักษณะการออกแบบจากผู้ประกอบการที่อยู่ในท้องตลาด.....	38
4-4 คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์	39
4-5 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงค่าคุณลักษณะย่อยที่ส่งผลต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ..	45
4-6 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มไร่บุญคง	47
4-7 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเพชรน้ำพุ	48
4-8 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มไร่ชนิกา.....	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

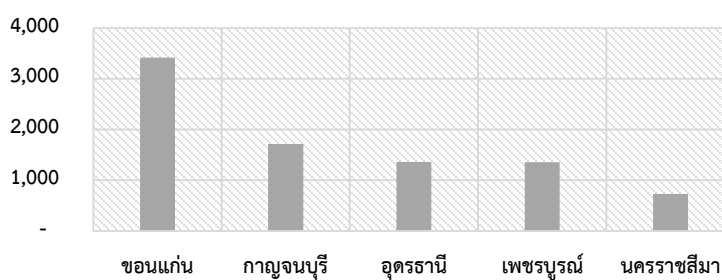
มะขามเป็นผลไม้ที่ถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีชื่อเสียงมาอย่างช้านานของจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นผลไม้ที่มีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับราคาผลไม้ชนิดอื่น ปลูกง่าย โตเร็ว แข็งแรง ทนทานต่อสภาพอากาศที่แห้งแล้ง อีกทั้ง มะขามเป็นผลไม้ชนิดเดียวของไทยที่ไร้คู่แข่งในตลาดโลก เพราะไม่มีประเทศไหนที่ปลูกได้ดีเหมือนประเทศไทย ซ้ำยังเป็นที่ต้องการของหลายประเทศ ที่สำคัญยังเป็นผลไม้ที่เกษตรกรไม่ต้องการขาย สามารถเก็บไว้ได้นานเป็นเดือน ซึ่งมะขามหวานเพชรบูรณ์ได้รับการจดทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Thai Geographical Indication) หรือตราสัญลักษณ์ GI จากกรมทรัพย์สินทางปัญญากระทรวงพาณิชย์ ซึ่งสาเหตุที่มะขามหวานเพชรบูรณ์ได้ตรา GI นั้น เพราะสภาพดินฟ้าอากาศที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเจ้าผลไม้ชนิดนี้ ทำให้มะขามหวานเพชรบูรณ์ฝักใหญ่ เปลือกสีน้ำตาลเนียนสวย เนื้อหนาหวานสม่ำเสมอ มีรสหวานหอม แตกต่างจากจังหวัดอื่น พันธุ์มะขามที่นิยมปลูกกันมากเพราะสามารถขายได้ดีได้แก่ พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมภู พันธุ์ประกายทอง เทพ เพียงมะลัง (2553) แต่ถึงมะขามจะเป็นที่นิยมของผู้บริโภคและเป็นผลไม้ที่มีราคาแพง แต่ก็มีปัญหาที่สำคัญคือเรื่องของแมลงและการเกิดเชื้อราในมะขาม ส่งผลต่อการตัดสินใจในการบริโภคของผู้บริโภค ทำให้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งมะขามมีราคาที่ตกต่ำ ทำให้เกษตรกรตัดสินใจเลิกปลูกมะขามเป็นจำนวนมาก จากสถิติพบว่าตั้งแต่ปี 2554-2559 มีผู้ปลูกมะขามลดลงเนื่องจากมะขามไม่สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรอย่างเช่นในปี 2553 ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องใช้พื้นที่ทำกินที่มีอยู่อย่างจำกัดสำหรับปลูกพืชชนิดใหม่เพื่อหารายได้เลี้ยงครอบครัว ในปัจจุบันมีการพัฒนากระบวนการจัดการเพื่อป้องกันเชื้อราและแมลงที่อาจเกิดขึ้นในมะขาม เช่น การเก็บมะขามไว้ในห้องเย็น การอบไอน้ำเพื่อใช้ความร้อนฆ่าแมลง และกรรมวิธีการแปรรูปมะขาม แต่ยังสามารถคงไว้ซึ่งคุณภาพของมะขามได้ในบางส่วนเท่านั้น ผู้ประกอบการจึงได้หาวิธีในการแปรรูปมะขามเพื่อตอบสนองการให้แก่ผู้บริโภค จากเดิมผู้บริโภคซื้อมะขามมา 1 กิโลกรัม อาจรับประทานได้เพียงไม่กี่ฝักเพราะมีเชื้อราหรือแมลงอยู่ในมะขามทำให้ต้องทิ้ง แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนามะขามไร้เมล็ดอบแห้งบรรจุในบรรจุภัณฑ์อย่างดีทำให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานได้ทุกฝัก

นอกจากมะขามหวานแล้ว มะขามเปรี้ยวยังถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่น่าจับตามองเช่นเดียวกัน โดยความต้องการของตลาดมีแนวโน้มสูงขึ้น ในปี 2560 ประเทศไทยมีการปลูกมะขามเปรี้ยวทั้งหมด 12,605

ครัวเรือน ใช้พื้นที่ในการปลูก 11,988 ไร่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 3.4 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นมูลค่ากว่า 192 ล้านบาท จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่ปลูกมากเป็นอันดับ 4 รองจาก ขอนแก่น กาญจนบุรี อุตรธานี สามารถเก็บผลผลิตได้เป็นลำดับที่ 3 รองจาก ขอนแก่น กาญจนบุรี และ อุตรธานี ดังภาพที่ 3 ถึงจะเป็นที่ 4 (ยังไม่ปรากฏข้อมูลของจังหวัดขอนแก่น) ผลผลิตก็ยังห่างจากลำดับที่ 1 เป็นอย่างมาก แต่มีแนวโน้มที่จะปลูกมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมะขามเปรี้ยวได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งในและต่างประเทศ

จังหวัดที่ปลูกมะขามเปรี้ยวมากที่สุดในประเทศไทย ในปี

2560

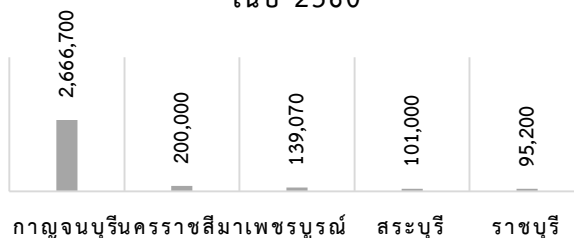


รูปที่ 1-1 แสดงสถิติพื้นที่การปลูกมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ (ไร่)

ที่มา : ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร

ผลผลิตมะขามเปรี้ยวจากทั่วประเทศ

ในปี 2560

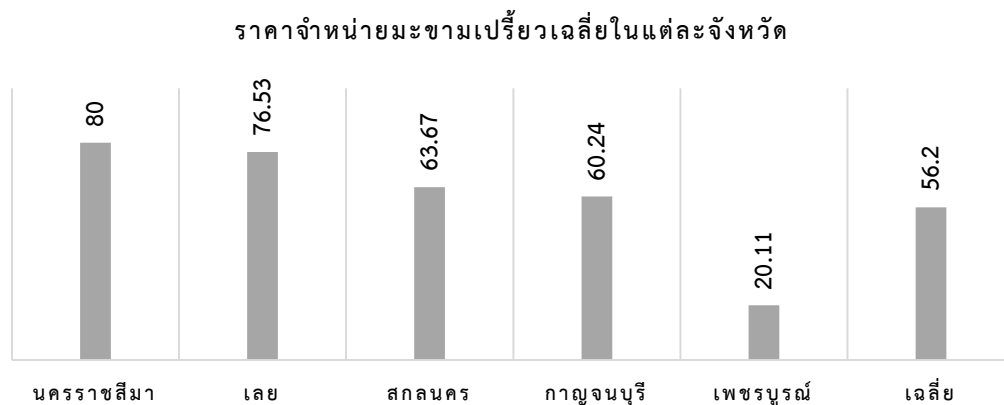


รูปที่ 1-2 แสดงสถิติพื้นที่การปลูกมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ (กิโลกรัม)

ที่มา : ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร

ปัจจุบันในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการรวมตัวของผู้ปลูกมะขามรายย่อย จำนวนหลายกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาการถูกเอาเปรียบ การกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง จากการบอกเล่าปัญหาของกลุ่มผู้ปลูกมะขาม

พบว่า เมื่อถึงฤดูกาลมะขามออกฝักจะมีผู้มารับซื้อถึงสวนมะขาม โดยให้ราคาเฉลี่ยประมาณ 25-35 บาท สำหรับมะขามหวาน และเฉลี่ย 25 บาทสำหรับมะขามเปรี้ยว ซึ่งห่างจากราคาเฉลี่ยจากทั่วประเทศเกือบร้อยละ 50 ดังที่แสดงในภาพที่ 4



รูปที่ 1-3 ราคาจำหน่ายมะขามเปรี้ยวเฉลี่ยในแต่ละจังหวัด

ที่มา : ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร

ถึงวิธีการนี้จะการันตีว่ามะขามที่ออกมาจะสามารถขายได้อย่างแน่นอน แต่ก็ยังขายได้ในราคาที่ต่ำมาก ถ้าหากเทียบกับราคาขายปลีก แต่เกษตรกรไม่มีทางเลือก เนื่องจากไม่สามารถนำไปจำหน่ายเองได้ ทำให้ต้องขายในราคาที่ต่ำมากๆ ในบางครั้งถึงกับขาดทุน เนื่องจากพบกับปัญหาศัตรูพืช โรคพืช ขี้รา หรือสภาพอากาศทำให้ดอกร่วง ทำให้ไม่ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันอาจเป็นกลุ่มหรือสร้างรูปแบบของวิสาหกิจชุมชน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการค้าขายและต่อรองราคากับผู้ซื้อมากขึ้น ส่งผลให้สามารถขายสินค้าได้ในราคาใกล้เคียงกับท้องตลาด ลดช่องว่างในด้านการถูกเอารัดเอาเปรียบจากการกดราคา

ในงานวิจัยของ เทพ และจินตนา (2555) พบว่ามีแนวโน้มความต้องการบริโภคมะขามเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลในปี 2555 ถ้าหากเก็บฝักขาย เกษตรกรสามารถขายมะขามได้ในราคา 7-10 บาทต่อกิโลกรัม แต่ข้อมูลในปี 2560 พบว่าราคาเฉลี่ยทั่วประเทศของมะขามเปรี้ยวจากเกษตรกรเฉลี่ยอยู่ที่ 56 บาท ถ้าหากผ่านกระบวนการแปรรูป สามารถขายได้เฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นผู้ประกอบการจึงนิยมที่จะนำมะขามเปรี้ยวมาแปรรูปมากกว่าจำหน่ายแบบฝักสด โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการนิยมได้แก่ มะขามจี๊ดจ๊าด มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ มะขามแช่อิ่ม มะขามเปียก น้ำมะขาม

พร้อมดื่ม ในต่างประเทศนิยมนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมะขามเปรี้ยวไปปรุงอาหาร ซึ่งมะขามเปรี้ยวถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทย หากมีการผลิตมะขามเปียกที่ได้มาตรฐานและสามารถขนส่งได้ง่ายก็นำไปสู่การกระจายมะขามสำหรับประกอบอาหารไปทั่วโลก โดยประเทศที่นิยมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะขามเปรี้ยวได้แก่ ประเทศแถบตะวันออกกลาง และ กลุ่มธุรกิจร้านอาหารไทยในต่างประเทศ ในงานวิจัยของ ธิติยา (2549) ได้มีการศึกษาการพัฒนาสู่กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวสำเร็จรูปเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งอุปสรรคสำคัญของมะขามเปรี้ยวคือมาตรฐานในด้านของคุณภาพสี รสชาติ การปนเปื้อนกับเศษหิน ดินทราย ตลอดจนวิธีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง จากผลงานวิจัยพบว่า ผู้บริโภคที่ต้องการมะขามเปรี้ยว นิยมนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมะขามเปรี้ยวไปปรุงอาหาร เนื่องจากสามารถให้เวลาในการทำอาหารน้อยลงกว่าเดิม ซึ่งมะขามเปรี้ยวถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทย เช่น ต้มโคล้ง ต้มปลา ต้มยำไก่บ้าน รวมทั้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเมนูระดับโลกอย่างต้มยำกุ้ง จากการสอบถามผู้ประกอบการร้านอาหารไทยในญี่ปุ่นพบว่าราคามะขามเปียกอัดก้อนอยู่ที่ราคา 380 เยนหรือ ประมาณ 110 บาท ต่อ 16 OZ หรือ 454 กรัม (อัตราแลกเปลี่ยนเดือนตุลาคม 2561 เท่ากับ 29 เยนต่อ 1 บาท) และประเทศห้างสรรพสินค้าไทยในประเทศสหรัฐอเมริกาจะจำหน่ายที่ราคา 5 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 160 บาทต่อ ต่อ 16 OZ เช่นกัน (อัตราแลกเปลี่ยนเดือนตุลาคม 2561 เท่ากับ 32 บาทต่อ 1 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ) ซึ่งถ้าหากมีการผลิตมะขามเปียกอัดก้อนที่ได้มาตรฐานและสามารถขนส่งได้ง่าย อาจนำไปสู่การกระจายมะขามสำหรับธุรกิจร้านอาหารที่อยู่ทั่วโลก

จากแผนพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์ 4 ปี (พ.ศ. 2561 – พ.ศ. 2564) ในประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1: การส่งเสริมเกษตรปลอดภัย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งต้องการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทางการเกษตร ทำให้สินค้าและบริการได้รับการรับมาตรฐานมากขึ้น เพิ่มขึ้น ในงานวิจัยของ เทพและจินตนา (2555) พบว่ามีแนวโน้มความต้องการการบริโภคมะขามเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ถ้าหากเก็บฝักขาย ปัจจุบันเกษตรกรสามารถขายมะขามได้ในราคาเฉลี่ยเพียง 25 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าหากผ่านกระบวนการแปรรูป สามารถขายได้เฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นผู้ประกอบการจึงนิยมที่จะนำมะขามเปรี้ยวมาแปรรูป ในต่างประเทศนิยมนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมะขามเปรี้ยวไปปรุงอาหาร ซึ่งมะขามเปรี้ยวถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทย เช่น ต้มโคล้ง ต้มปลา ต้มยำไก่บ้าน รวมทั้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเมนูระดับโลกอย่างต้มยำกุ้ง ในปัจจุบันการทำมะขามเปียกอัดก้อนแบบเดิม จะใช้มะขามเปรี้ยวยักษ์ไปอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศา เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้น

นำไปใส่ถุงให้ได้ 454 กรัม หรือ 16 OZ จากนั้นนำมาใส่บล็อกไม้เพื่ออัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 12 x14 x 4 เซนติเมตร การเก็บรักษามะขามเปรี้ยวในปัจจุบัน ผู้บริโภคมักจะเก็บไว้ในถุงและใส่ไว้ในตู้เย็น ซึ่งจะเก็บมะขามเปรี้ยวไว้ได้นาน แต่ถ้าหากต้องการจำหน่ายมะขามเปรี้ยวเพื่อนำไปใช้ประกอบอาหารในที่ห่างไกลจากแหล่งผลิต ผู้ประกอบการควรใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถหยุดหรือลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารที่บรรจุได้ ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำนั้นควรมีความสำคัญยิ่ง ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ปัญหาของผู้ประกอบการคือใช้ระยะเวลาการขนส่งสินค้าประมาณ 1 เดือน กว่าที่จะถึงมือผู้บริโภค ส่งผลให้คุณภาพของสินค้าลดลง รวมถึงบรรจุภัณฑ์ควรระบุรายละเอียดสินค้า ชื่อ วิธีการใช้งานรวมถึงวันหมดอายุ ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์แบบสูญญากาศให้กับมะขามเปรี้ยวบดอัดแท่งและมะขามเปรี้ยวอัดก้อน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลดอัตราการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ และสามารถป้องกันเชื้อโรค การซึมผ่านของออกซิเจน กลิ่น รสชาติ และปกป้องจากแสงแดด จากภายนอกได้ รวมถึงการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ตามมาตรฐาน

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้วิศวกรรมคั้นเซ

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 สืบหาข้อมูลและร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาจากกรรมวิธีการผลิต

1.3.2 กำหนดขอบเขตของปัญหา จัดเตรียมวัตถุดิบ อุปกรณ์ สำหรับใช้ในการทดลอง

1.3.3 ออกแบบการเก็บข้อมูลโดยใช้วิศวกรรมคั้นเซ

1.3.4 ดำเนินการทดลองตามแผนและบันทึกผลลัพธ์

1.3.5 ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบหาระยะเวลาการเก็บรักษา

1.3.6 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการและประชาชนที่สนใจ รวมถึงนำผลการวิจัยมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนการสอน

1.3.7 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและหาข้อควรปรับปรุง ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนาการทำวิจัยในอนาคต

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร

กลุ่มประชากรวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปมะขาม 3 กลุ่ม ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปมะขามเพชรน้ำพุ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปมะขามไร่บุญคง และวิสาหกิจชุมชนไร่ชานิกา และผู้ประกอบการผู้ใช้ข้อมูลจำนวน 1 ราย คือ ผู้ประกอบการแปรรูปมะขามหวาน น้อยม้ายแทมมารีน ซึ่งเป็นผู้ให้ความร่วมมือในด้านข้อมูลการตลาด และข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง มะขามหวานพันธุ์ศรีชมภู ชั้นดี และสีทอง

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.3 พัฒนابรรจุภัณฑ์ทำให้สามารถเก็บรักษามะขามเปียกอัดก้อนได้นานขึ้น โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคั้นเซในการออกแบบให้มีรูปแบบตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยมีข้อแม้ว่าซึ่งต้องเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ สามารถป้องกันเชื้อโรค ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน กลิ่น รสชาติ และปกป้องจากแสงแดดจากภายนอกได้ รวมถึงการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ ตามมาตรฐานที่กำหนดขอบเขตด้านพื้นที่

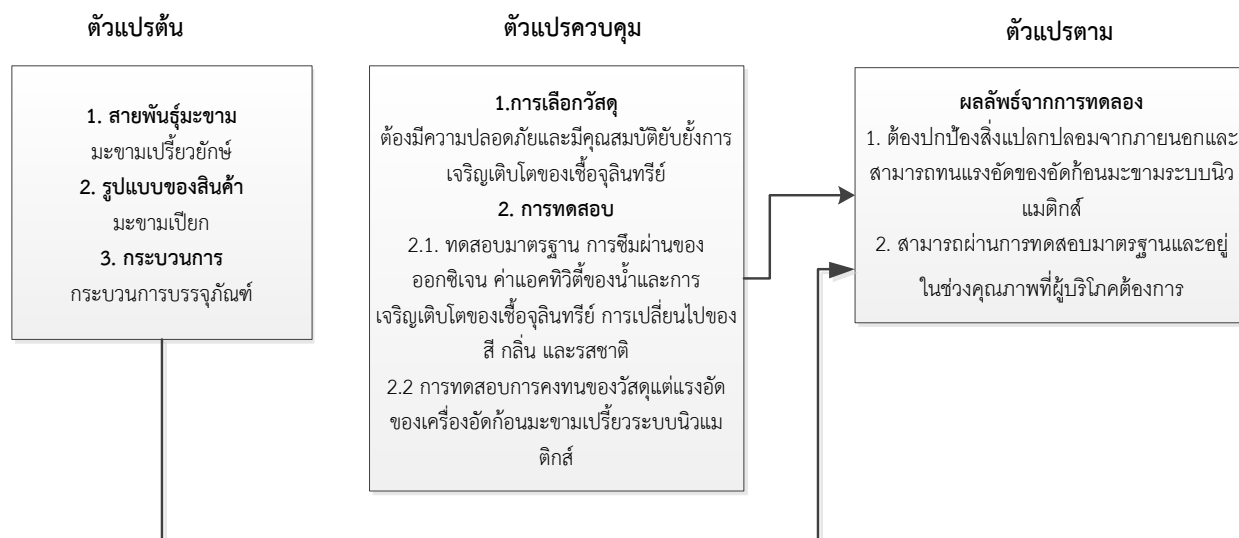
1.4.3.1 ใช้อาคารปฏิบัติการ 18/6 คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นสถานที่ออกแบบและสร้างเครื่องจักร

1.4.3.2 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลประกอบการดำเนินการวิจัย ได้แก่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดเพชรบูรณ์ วิสาหกิจชุมชนฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ฯลฯ

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ประโยชน์ต่อคณะผู้วิจัย

- 1.6.1.1 ผลลัพธ์ที่สามารถตอบสนองการบูรณาการในการจัดการเรียนการสอน
- 1.6.1.2 บทความทางวิชาการ
- 1.6.1.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนางานวิจัยที่จะนำไปสู่องค์ความรู้ในด้านอื่นๆ ของคณะผู้วิจัย

1.6.2 ประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย

- 1.6.2.1 พันธกิจการบริการวิชาการที่สร้างประโยชน์ให้แก่ชุมชน
- 1.6.2.2 ความร่วมมือทางวิชาการและความสัมพันธ์ที่ดีของมหาวิทยาลัย ภาครัฐ และสถานประกอบการ

- 1.6.2.3 ช่วยให้สถาบันการศึกษาได้รับการยอมรับจากชุมชนและตลาดแรงงาน

1.6.3 ประโยชน์ต่อสังคมและชุมชน

- 1.6.3.1 การรวมตัวกันของเกษตรกรในการประกอบธุรกิจในระดับชุมชน มีความมั่นคงได้รับการรับรองตามกฎหมาย มีมาตรฐานที่ตอบสนองความต้องการแก่ผู้บริโภค
- 1.6.3.2 การส่งเสริมความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น การพัฒนาความสามารถในการจัดการตรงตามความต้องการที่แท้จริง

1.6.3.3 ระบบเศรษฐกิจชุมชนมีความเข้มแข็งพึ่งพาตนเองได้ มีความพร้อมที่จะพัฒนาสำหรับการแข่งขันทางการค้าในอนาคต

1.6.3.4 กระบวนการผลิตและแปรรูปมะขามเปรี้ยวอัดก้อนที่มีความเป็นมาตรฐาน

1.6.3.5 มะขามของเปรี้ยวในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีราคาเฉลี่ยสูงขึ้น

1.6.3.6 รายได้ที่สูงขึ้นของกลุ่มผู้แปรรูปมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.6.3.7 สามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมะขาม ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตมะขามหวานอบแห้ง ความรู้ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักรที่นำมาใช้พัฒนากระบวนการแปรรูปมะขาม การออกแบบการทดลองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแปรรูปมะขาม

การแปรรูป เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม และสร้างความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น แก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดและราคาตกต่ำได้ มะขามนับเป็นผลไม้ที่มีการแปรรูปได้หลากหลายกว่าไม้ผลชนิดอื่นๆ จากรสชาติที่มีความเปรี้ยวอยู่แล้ว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสเข้มข้น เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค มะขามสามารถแปรรูปได้ทั้งมะขามอ่อน มะขามดิบ มะขามสุก ทั้งมะขามหวานและมะขามเปรี้ยว ทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภค เป็นเครื่องสำอางและเป็นสมุนไพร มะขามถือได้ว่าเป็นไม้ผลเพื่ออนาคตซึ่งอาจจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ได้อีกมาก ปัจจุบันมะขามหวานที่เกษตรกรปลูกประสบปัญหาทำให้ปริมาณและคุณภาพตำมะขามหวานมีรสชาติอมเปรี้ยว ผักเือก เนื้อแห้ง มีปัญหาการเกิดเชื้อราและแมลงทำลาย หรือมะขามที่ออกนอกฤดูกาลเป็นมะขามที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์จะสุกในฤดูฝนถัดไป ทำให้เกิดเชื้อราทั้งหมด และเกิดผลเสียตามมาคือทำให้มะขามในฤดูกาลออกน้อย เพราะมีมะขามนอกฤดูกาลติดอยู่บนต้น ต้องตัดทิ้งตอนตัดแต่งกิ่ง ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น หากนำมาแปรรูปก็จะสามารถนำสิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์มาเพิ่มมูลค่ามะขามเปรี้ยวสามารถนำผลผลิตมาใช้ในการประกอบอาหารเป็นหลัก ทั้งในส่วนของใบอ่อน ผลดิบ และผลสุก นิยมนำมาประกอบอาหารเป็นหลักทำให้อาหารมีรสเปรี้ยวเป็นธรรมชาติซึ่งปัจจุบัน มีการเก็บผลสุกนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด และมีการส่งเสริมตั้งแต่ระดับครัวเรือนกลุ่มเกษตรกรไปจนถึงในรูปแบบของบริษัท ในงานวิจัยของ เทพ และจินตนา (2555) พบว่ามีแนวโน้มความต้องการบริโภคมะขามเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลในปี 2555 ถ้าหากเก็บผักขาย เกษตรกรสามารถขายมะขามได้ในราคา 7-10 บาทต่อกิโลกรัม แต่ข้อมูลในปี 2560 พบว่าราคาเฉลี่ยทั่วประเทศของมะขามเปรี้ยวจากเกษตรกรเฉลี่ยอยู่ที่ 56 บาท ถ้าหากผ่านกระบวนการแปรรูป สามารถขายได้เฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นผู้ประกอบการจึงนิยมที่จะนำมะขามเปรี้ยวมาแปรรูปมากกว่าจำหน่ายแบบผักสด โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการนิยมได้แก่

มะขามจี๊ดจ๊าด มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด มะขามแก้ว มะขามเคี้ยวหนึบ มะขามแช่อิ่ม มะขามเปียก น้ำมะขามพร้อมดื่ม ในต่างประเทศนิยมนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมะขามเปรี้ยวไปปรุงอาหาร ซึ่งมะขามเปรี้ยวถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทย หากมีการผลิตมะขามเปียกที่ได้มาตรฐานและสามารถขนส่งได้ง่ายก็นำไปสู่การกระจายมะขามสำหรับประกอบอาหารไปทั่วโลก โดยประเทศที่นิยมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะขามเปรี้ยวได้แก่ ประเทศแถบตะวันออกกลาง และ กลุ่มธุรกิจร้านอาหารไทยในต่างประเทศ ในงานวิจัยของ อิตียา (2549) ได้มีการศึกษาการพัฒนาสู่กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวสำเร็จรูปเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งอุปสรรคสำคัญของมะขามเปรี้ยวคือมาตรฐานในด้านของคุณภาพสี รสชาติ การปนเปื้อนกับเศษหิน ดินทราย ตลอดจนวิธีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง จากผลงานวิจัยพบว่า ผู้บริโภคที่ต้องการมะขามเปรี้ยว นิยมนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมะขามเปรี้ยวไปปรุงอาหาร เนื่องจากสามารถให้เวลาในการทำอาหารน้อยลงกว่าเดิม ซึ่งมะขามเปียกถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทย เช่น ต้มโคล้ง ต้มปลา ต้มยำไก่บ้าน รวมทั้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเมนูระดับโลกอย่างต้มยำกุ้ง

2.2 การอบแห้ง

การอบแห้ง คือการทำแห้งหรือการกำจัดน้ำ การใช้ความร้อนเพื่อกำจัดน้ำที่อยู่วัสดุโดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดจากของแข็ง โดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนซึ่งจะเกิดตรงจุดที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างจุดสองจุด หรืออาศัยหลักการอบแห้งการลดความชื้นในระบบ การถ่ายเทความร้อนมี 3 แบบ คือ การพาความร้อน จะเกิดกับวัตถุที่เป็นของเหลว โดยกระแสความร้อนจะถูกพาผ่านช่องว่างที่เป็น อากาศหรือแก๊สจากของเหลวชนิดหนึ่งไปยังของเหลวอีกชนิดหนึ่ง หรือการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนจาก โมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งจะเกิดกับวัตถุที่มีลักษณะเป็นของแข็ง และสุดท้ายเป็นการการแผ่รังสี ซึ่งเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนไปยัง วัตถุซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีในสุญญากาศ และการอบแห้งแบบเยือกแข็ง ในทางปฏิบัติ การถ่าย เทความร้อนในการอบแห้งอาจ เกิดขึ้นพร้อมกันทั้ง 2 หรือ 3 แบบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุที่นำไปอบแห้ง ประเภทการอบแห้งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ



รูปที่ 2-1 ผลไม้อบแห้ง

ที่มา : ผลไม้อบแห้ง, 23 ม.ค. 2019

2.2.1 การอบแห้งโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

เป็นระบบการอบแห้งแบบระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยกระแสลมที่พัดเป็นตัวกลางพาความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยมีลักษณะของการทำงานดังนี้

2.2.1.1 เครื่องตากแห้งโดยธรรมชาติ เป็นการวางวัตถุไว้ที่กลางแจ้ง อาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์และกระแสลมในบรรยากาศในการระเหยความชื้นออกจากวัสดุ

2.2.1.2 ตู้อบแห้งแบบได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง วัตถุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้ออบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศขึ้น

2.2.1.3 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม เครื่องอบแห้งชนิดนี้วัตถุที่อยู่ภายในจะได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ทางตรงจากดวงอาทิตย์และทางอ้อมจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะผ่านการอบแห้ง

2.2.2 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

2.2.2.1 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน ใช้กระแสลมร้อนสัมผัส กับวัตถุดิบ เช่น ตู้อบลมร้อน (Hot air dryer) โดยจะใช้ Blower ในการเป่าลมร้อน จากแหล่งพลังงานความร้อนคือ Heater ไปยังวัตถุดิบ การนำไปประยุกต์ใช้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในการอบแห้งวัตถุดิบในทางอุตสาหกรรม เพื่อให้วัตถุดิบแห้ง ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการต่อไป ข้อดีคือ สามารถทำการอบแห้งได้ในอัตราการผลิตที่คงที่

ประสิทธิภาพในการทำงานสูง ควบคุมการทำงานได้ดี แต่ข้อเสียคือวิธีนี้สิ้นเปลืองพลังงานมาก เพราะจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ในการสร้างความร้อน และหมุน Blower

2.2.2.2 การอบแห้งด้วยการพ่นวัตถุดิบที่เป็นของเหลวไปในลมร้อน เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer) มีกระบวนการ เริ่มจาก อากาศจะถูกดูดผ่าน filter และผ่านตัวให้ความร้อน จากนั้นจึงเข้าสู่ห้องอบแห้ง (drying chamber) ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ spray (feed) ควรมีลักษณะเหลว จากนั้นสารละลายของเหลวจะถูกดูดโดยปั๊มผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดละอองฝอยภายในห้องอบและจุดสัมผัสกับอากาศร้อนทำให้เกิดการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิระเปาะเปิกเล็กน้อย จะได้ผงผลิตภัณฑ์ที่ตกลงสู่ด้านล่างของ drying chamber และผงบางส่วนที่หลุดมากับอากาศจะถูกแยกโดยใช้ cyclone จนได้ ผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการอบด้วย spray dryer นั้น การประยุกต์ใช้งาน การใช้งานโดยทั่วไปจะใช้กับวัตถุดิบที่เป็นน้ำเพื่อทำให้เป็นผง ใช้ในกระบวนการผลิตยา เช่นในอุตสาหกรรมนมผง ไข่ผง กาแฟผง และผงซักฟอก การอบแห้งด้วยการพ่นวัตถุดิบที่เป็นของเหลวไปในลมร้อนจะเหมาะสำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงแห้งจำนวนมาก อุณหภูมิที่ใช้ไม่ต้องสูงมากนัก แต่ก็มีข้อเสียคือกระบวนการในการติดตั้งระบบ มีความซับซ้อน

2.3 มะขามเปรี้ยว

2.3.1 เกี่ยวกับมะขามเปรี้ยว

มะขามเปรี้ยวเป็นผลผลิตทางการเกษตรพื้นบ้านของไทย นำเข้ามาปลูกครั้งแรกที่จังหวัดเพชรบูรณ์ มะขามมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่แตกกิ่งก้านสาขามาก เปลือกมีลักษณะขรุขระและหนา สีน้ำตาลอ่อน ใบเป็นใบประกอบ ผลเป็นฝักยาว รูปร่างยาวหรือโค้ง 3-20 เซนติเมตร ฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียวอมเทา

2.3.2 การเก็บเกี่ยว

มะขามเปรี้ยวจะแก่ และสามารถเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือน กุมภาพันธ์ของปีถัดไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งปลูกและสภาพดินฟ้าอากาศด้วย วิธีเก็บทำได้ 2 วิธี คือ

2.3.2.1 เก็บโดยการปีนขึ้นต้น ขยำให้ฝักมะขามที่สุกเต็มที่หล่นลงมาบนพื้น หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนำฝักมะขามเปรี้ยวมาแกะเอาเปลือกและเมล็ดออกจากนั้นนำเนื้อมะขาม ที่แกะได้ เรียกว่า มะขามเปียก บรรจุลงในภาชนะต่างๆ เช่น ถุงพลาสติก หรือ ข่ง เพื่อจำหน่ายต่อไป สำหรับวิธีการเก็บรักษามะขามเปียกไว้นานๆ เพื่อจะนำมาจำหน่ายในช่วงที่มีราคาสูง โดย ที่เนื้อมะขาม ไม่เปลี่ยนเป็นสีคล้ำทำได้โดย การนำมะขามเปียกที่บรรจุในภาชนะ ไปเก็บไว้ในห้อง เย็นที่อุณหภูมิต่ำ คือ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถชะลอการเกิดสีดำของเนื้อมะขามได้ประมาณ 10 เดือน หรือ อาจทำได้โดยการนำเอาเกลือผง

2-3 กก. ละลายน้ำเล็กน้อยคลุกกับมะขามเปียกหนัก 7080 กก. ให้ทั่ว จะทำให้มะขามเก็บรักษาได้ทนขึ้น และช่วยป้องกันไม่ให้เนื้อมะขามเปลี่ยนเป็นสีดำ เพราะมะขามที่มีสีดำ ราคาจะลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง ปกติถ้าทิ้งไว้ประมาณ 15 วัน เนื้อจะเริ่ม เปลี่ยนสี อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาโดยการคลุกเกลือจะอยู่ได้นานประมาณ 6-7 เดือน หลังจากนั้น จะเริ่มเปลี่ยนสีได้เหมือนกัน

2.3.2.2 เก็บเกี่ยวโดยใช้กรรไกรตัดแต่งกิ่ง ตัดที่ขั้วให้หลุดออกจากกิ่ง ถ้ามะขามต้น โตให้ใช้บันไดขึ้นเก็บเกี่ยวฝักที่อยู่สูง เมื่อเก็บฝักมะขามเปรี้ยวแล้ว ไม่ควรให้ถูกน้ำ ให้ตัดแต่งฝัก ที่มีก้านช่อยาวเกินไปทิ้ง พร้อมทำการคัดแยกขนาดของฝัก (เกรด) และฝักเสียหรือฝักแตก มีตำหนิ หรือไม่สมบูรณ์ออกไป การตัดแยกขนาดของฝัก (เกรด) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำ เพราะฝักที่แยกแล้ว ไม่ว่าฝักเล็กหรือฝักใหญ่ ถ้ามีความสม่ำเสมอในขนาดของฝัก มีผลทำให้ได้ราคาดีขึ้น สำหรับฝักที่ แยกได้เกรดตามต้องการแล้ว ต้องนำมากองฟุ้งลมในที่ที่มีการระบายอากาศได้ดี และการฟุ้งลม จะต้องเกลี่ยให้ทุกฝักโดนลม คือ ไม่ทับกันมากเกินไป ยิ่งลมไว้ประมาณ 2-5 วัน จึงนำไปบรรจุถุง หรือกล่องเพื่อจำหน่ายต่อไป



รูปที่ 2-2 มะขามเปรี้ยวยักษ์

2.3.3 การเก็บรักษามะขามเปรี้ยว

มะขามเปรี้ยว สามารถเก็บรักษาเพื่อรอการขายได้นานถึงปี หากมีวิธีการเก็บ รักษาที่ถูกต้อง ซึ่งการเก็บรักษาฝักมะขามเปรี้ยว ทำได้ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

2.3.3.1 การฟุ้งลม เป็นการเก็บรักษาฝักมะขามเปรี้ยวในระยะเวลาสั้น ๆ 20-62 วัน โดยนำฝักมะขามเปรี้ยวที่เก็บมาคัดขนาดแล้วยังลมในที่ร่ม มีการระบายอากาศได้ดี ถ้าต้องการเก็บ รักษาฝักไว้ 20-30 วัน ให้ฟุ้งลมเป็นเวลา 2-5 วัน และคอยเกลี่ยฝัก ระวังไม่ให้ทับกันแน่นเกินไป และถ้าต้องการเก็บรักษาฝักมะขามเปรี้ยวให้นาน 30-60 วัน ระยะเวลาการฟุ้งลมต้องนานขึ้น 10-15 วัน โดยสังเกตว่าฝักมะขามเปรี้ยวจะหยุดการคายน้ำ เพราะการคายน้ำจะทำให้เกิดไอน้ำและความ ร้อนขึ้น เมื่อ

นำฝักมะขามเปรี้ยวบรรจุลงในกล่องหรือถุงเพื่อการจำหน่ายแล้ว ฝักมะขามเปรี้ยวอาจ เกิดเชื้อราเสียหายได้ การพืงลมถ้าทำบนตะแกรงเหล็กจะทำให้ได้ผลดีขึ้น

2.3.3.2 การนึ่ง คือการทำให้เนื้อและเมล็ดมะขามเปรี้ยวสุกโดยอาศัยความร้อนจาก ไอน้ำ เพื่อเป็นการกำจัดเชื้อราและแมลงต่าง ๆ ที่อาจจะมีอยู่ในฝักมะขามเปรี้ยว เพื่อต้องการเก็บ รักษาฝักมะขามเปรี้ยวให้นานออกไปอีก โดยที่ฝักมะขามเปรี้ยวยังคงมีคุณภาพและรสชาติคงเดิม วิธีการนึ่งกระทำเช่นเดียวกับการนึ่งอาหารทั่วไป ไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง ใช้ซึ่งนึ่งข้าว ธรรมดา โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำเดือดนึ่ง การนึ่งใช้เวลา 10-20 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของฝัก ถ้า ฝักมีขนาดใหญ่ใช้เวลา นานกว่าฝักขนาดเล็ก และความหนาบางของเปลือกฝักด้วย เมื่อนึ่ง เรียบร้อยแล้วก็นำฝักมะขามเปรี้ยว ออกผึ่งให้เย็น หรือตากผึ่งแดดจนแน่ใจว่าแห้งดีแล้ว ถ้าจะเก็บไว้ นาน ๆ ก็เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทกัน แมลงได้ เช่น โองเคลือบ หรือ ปี บ

2.3.3.3 การอบด้วยไอร้อน คือการทำให้เนื้อและเมล็ดมะขามเปรี้ยวสุก โดยอาศัย ความร้อนจากไอร้อนเพื่อเป็นการกำจัดเชื้อราและแมลงต่าง ๆ ที่อาจมีอยู่ภายในฝัก เมื่อต้องการเก็บ รักษาฝักมะขามเปรี้ยวได้นาน ไอร้อนจะออกจากเครื่องมือผลิตลมร้อนคล้ายกับการอบของโรงบ่ม ใบ ยาสูบ ซึ่งต้องลงทุนมากและการใช้ยุ่งยาก หรือไม่ก็อาจใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์

2.3.3.4 การเก็บในห้องเย็น เป็นการเก็บที่ต้องลงทุนสร้างห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ ได้ ให้อยู่ในระดับ 5-10 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาฝักมะขามเปรี้ยวไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิที่ต่ำ

2.3.4 ผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากมะขามเปรี้ยว

ผลิตภัณฑ์จากส่วนต่างๆ ที่ไม่ใช่เนื้อมะขาม มะขามเป็นพืชที่มีบทบาท สำคัญต่อ ชีวิตประจำวันของคนไทย (ชุมสาย และคณะ, 2529) โดยเฉพาะประชาชนในชนบท สามารถใช้ประโยชน์ จากมะขามได้เกือบทุกส่วน ดังนี้

เมล็ดมะขามมักนำไป ทำแป้ง ทำกาวแป้งเปียก อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมผ้า ดอก อุตสาหกรรมพลาสติก นำมาทำให้สุกรับประทานเป็นยาถ่ายพยาธิเส้นเดือน ส่วนเปลือก มักนำมา ทบให้เป็นเกล็ดเล็กๆ ใช้ผสมยาสูบพื้นเมือง ทำให้รสชาติกลมกล่อมยิ่งขึ้น ผสมกับสารส้มและยางสน ใช้ ย้อมผ้า และขนแกะให้เป็นสีงาก็ แก่ ท้องร่วงและอาเจียน ส่วนของใบ ใช้ใบอ่อนมาเป็นส่วนประกอบใน การปรุงอาหาร ใบแก่นำมาย้อมผ้า ใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ ใบ มะขามมีสารออกฤทธิ์ทำลายแกรมบวก เช่น คอกโค บาซิลโล และ อีโคโล ส่วน เนื้อไม้จากต้นมะขาม ที่มีความ แข็ง เหนียว และละเอียด เหมาะ สำหรับทำเชือก ตู และเตี๋ยง เส้นใยใช้ทำเชือกได้

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากเนื้อมะขาม มะขามเปรี้ยวนอกจากจะใช้รับประทานสดแล้วยังสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ สามารถแบ่งได้ดังนี้ (สำรวจตลาด, 2548) สามารถแบ่งได้หลักๆ ออกเป็น 4 ประเภทประกอบด้วย เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง เครื่องปรุงอาหาร ตัวอย่างเช่น

2.3.4.1 เครื่องดื่ม ได้แก่ น้ำมะขามพร้อมดื่มผสมโซดา ไวน์มะขามเปียก ไวน์มะขามสด

2.3.4.2 อาหารขบเคี้ยว ได้แก่ มะขามผง มะขามคลุก มะขามกวน มะขามแก้ว มะขามแช่อิ่ม ฝั่มมะขามพร้อมดื่ม ท็อปปิ้งมะขาม มะขามหยี มะขามแช่อิ่มแห้ง มะขามคลุกบ๊วย

2.3.4.3 ประเภทเครื่องสำอาง ได้แก่ สบู่มะขามสมุนไพร สมุนไพรครีมมะขาม ผงมะขามขัดตัว สบู่เหลวมะขามผสมแคโรทีน

2.3.4.4 และประเภทเครื่องปรุงอาหาร ซอสมะขาม แยมมะขาม น้ำมะขามเข้มข้น น้ำมะขามปรุงรส

2.4 วิสวกรรมคั่นไซ

วิสวกรรมคั่นไซ หรือบางครั้งเรียกว่า วิสวกรรมเชิงประสิทธิผล เป็นระเบียบวิธีพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญ โดยการแปลความหมายจากความรู้สึกและความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์หรือลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ แล้วนำมากำหนดเป็นตัวแปลหรือพารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ส่วนขั้นตอนของวิสวกรรมคั่นไซหรือวิสวกรรมเชิงประสิทธิผลนั้น เป็นการประยุกต์ความคิดเห็น อารมณ์ และความรู้สึกของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์มาเป็นส่วนประกอบในการออกแบบ เปรียบเสมือนการรับประกันว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบด้วยขั้นตอนนี้สามารถตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการวิสวกรรมเชิงประสิทธิผลนั้น เริ่มเกิดขึ้นครั้งแรกในราวต้นปี ค.ศ. 1970 ในประเทศญี่ปุ่นและจนปัจจุบันมาการใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งในเอเชีย ได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวัน หรือในประเทศแถบยุโรป เช่น สวีเดน สเปน และฝรั่งเศส โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย สาขา เช่น วิทยาศาสตร์ประยุกต์ และวิทยาศาสตร์เชิงจิตวิทยา นอกจากนี้ยังมีการนำวิสวกรรมเชิงประสิทธิผลมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวันที่หลากหลาย ปัจจุบันผลิตภัณฑ์และบริการต่างๆ ได้มีการออกแบบและผลิตขึ้นมาเพื่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันมากขึ้น การแข่งขันของการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่สูงขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมหรือผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เห็นความสำคัญต่อความพึงพอใจในของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ว่ามีความต้องการต่อผลิตภัณฑ์นั้นมากหรือน้อยแค่ไหน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ๆ ที่ได้รับความสำเร็จทางการตลาด โดยใช้ผลตอบสนองจากผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญ ส่วนความประทับใจต่อผลิตภัณฑ์นั้นทางด้านการตัดสินใจซื้อสินค้าในเชิงจิตวิทยานั้นจัดเป็นส่วนที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ ระเบียบวิธีนี้

เหมาะสมสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ในเชิงวิศวกรรมนี้ เรียกว่า “วิศวกรรมคันไซ” (Kansei Enngineering) หรือ “วิศวกรรมเชิงประสิทธิผล” ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาหรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือบริการ โดยการแปลความหมายจากความรู้สึกบนพื้นฐานความต้องการผลิตภัณฑ์นั้นๆ มาใช้เป็นตัวแปรสำหรับการออกแบบในเชิงธุรกิจ

2.4.1 ความหมายของวิศวกรรมคันไซ

นิยามความหมายของ “วิศวกรรมคันไซ” โดยอ้างอิงจากสมาคมของวิศวกรรมคันไซของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Society of Kansei Engineering: JSKE) ได้ให้ความหมายว่า “คันไซ” เป็นฟังก์ชันแบบบูรณาการหรือหน้าที่การทำงานร่วมกันของจิตใจและฟังก์ชันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรับและส่งสัญญาณ โดรนในเนื้อหาของคันไซนั้นเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องของการกรอง การรับรู้ข่าวสาร การประเมิน การสร้างความสัมพันธ์ การผลิต การให้ข่าวสาร รวมทั้งการนำเสนอ เป็นต้นนิยามความหมายของ “วิศวกรรมคันไซ” ตามการใช้งานของวิศวกรรมและธุรกิจเข้ากัน โดยพิจารณาจากกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับข่าวสารหรือสารสนเทศ (Information) สำหรับการรับรู้ การจำ ความประทับใจ ซึ่งเป็นพื้นฐานของนิยามความหมายของคันไซของการประมวลผลข่าวสารเชิงจิตวิทยา ในเชิงปฏิบัติคันไซจะได้รับการกล่าวถึงในเชิงที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาตอบสนองจากการรับรู้ต่อการตอบสนองทางด้านจิตใน ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของวิศวกรรมคันไซ หรือวิศวกรรมเชิงประสิทธิผล คือ ระเบียบวิธีพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญวิธีหนึ่งโดยเริ่มจากการแปลความหมายของความรู้สึก ความประทับใจของผู้ใช้รูปแบบขั้นตอนของวิศวกรรมคันไซมาอธิบายความหมายที่ได้เพื่อแปลให้เป็นตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบซึ่งตัวแปรที่ได้นี้จะเชื่อมโยงกับการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งหมายความว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการออกแบบด้วยขั้นตอนนี้จะมีเจตนาในการตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้ในผลิตภัณฑ์ได้

2.4.2 ประวัติของการพัฒนาของวิศวกรรมคันไซ

วิศวกรรมคันไซ หรือวิศวกรรมเชิงประสิทธิผล ได้มีการนำมาใช้ในด้านการศึกษาด้านจิตวิทยาและการแพทย์ตั้งแต่ต้นปี ค.ศ. 1970 โดยศาสตราจารย์ มิตซึโอะ นาคามาชิ จากมหาวิทยาลัยโรชิมา จัดตั้งกลุ่มบริหารจัดการด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม (Ergonomics) โดยใช้คำว่า เทคโนโลยีเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึก (Emotional Engineering)

2.4.3 วิศวกรรมคันไซในประเทศญี่ปุ่น

ในต้นปี ค.ศ. 1995 วิศวกรรมคันไซได้ถูกนำมาใช้กับระบบงานด้านสถิติและวิศวกรรม เพื่อใช้ในการแปลความรู้สึกของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ งานทางด้านยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในบ้านเรือน อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในสำนักงานอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เป็นต้น ต่อมาในราวต้นปี ค.ศ. 1995 ได้มีการนำวิศวกรรมคั่นไซไปใช้ในงานด้าน วิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับความชาญฉลาดของหุ่นยนต์ (Robotic Intelligence) วิทยาศาสตร์ ทางจิตวิทยาและทางระบบประสาท (Psychology and Neural Sciences) สามคมของวิศวกรรมคั่นไซ ของประเทศญี่ปุ่นได้มีการก่อตั้งขึ้นในวันที่ 9 ตุลาคม ค.ศ. 1998 และมีการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานเป็น ภาษาอังกฤษขึ้น ซึ่งงานที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมคั่นไซได้มีหลากหลายกว่าเดิม และได้มีการใช้อย่าง กว้างขวางทางด้านวิชาการและพัฒนาไปสู่เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆด้วย

2.4.4 วิศวกรรมคั่นไซในทางตอนเหนือของยุโรป

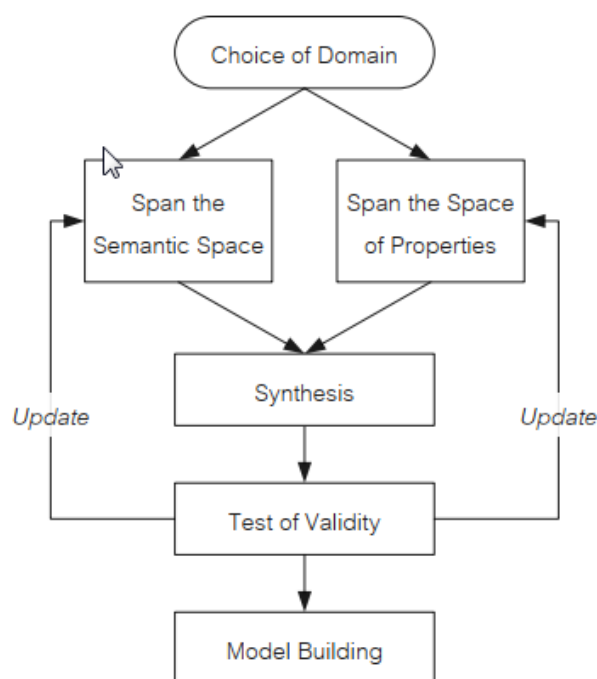
ในปี ค.ศ. 1999 เป็นครั้งแรกที่มีการนำวิศวกรรมคั่นไซ หรือวิศวกรรมเชิงประสิทธิผล ไป ใช้ในทางเหนือของยุโรป โดยนักวิจัยชาวญี่ปุ่นและมหาวิทยาลัย Linköping ในประเทศสวีเดน โดยบริษัท อุตสาหกรรมยานยนต์บีที (BT – Industries company หรือปัจจุบันคือ บริษัท Toyota /BT Handling Equipment) มีความต้องการที่จะปรับปรุงความรู้สึกของการขับขีรถบรรทุกขนาดใหญ่ ดังนั้นการ ปรับปรุงในครั้งนี้เริ่มจากการปรับปรุงที่เกี่ยวกับสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติงานและ สิ่งแวดล้อม (Ergonomics) ต่อมาได้มีการประยุกต์วิศวกรรมคั่นไซมาใช้ในด้านความรู้สึกในขณะที่ขับ ขี่รวมทั้งรูปแบบโมเดลใหม่ๆ ของยานยนต์ ซึ่งประสบความสำเร็จอย่างมากในด้านการตลาด หลังจากนั้นจึง มีการนำวิศวกรรมคั่นไซมาใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมด้านอื่นๆ ในยุโรป เช่น อุตสาหกรรมยาน ยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

2.4.5 กระบวนการวิศวกรรมคั่นไซ

ปัจจุบันวิศวกรรมคั่นไซได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย นักวิจัยหลายท่านได้พัฒนา และประยุกต์วิธีการต่างๆ เข้ากับแนวความคิดวิศวกรรมคั่นไซ เพื่อครอบคลุมและแก้ไขปัญหาในหลายๆ ด้าน โดยรูปแบบแนวคิดพื้นฐานทั่วไปของวิศวกรรมคั่นไซ จะเป็นการพรรณนาถึงแนวคิดผลิตภัณฑ์ ซึ่ง สามารถแบ่งเป็น 2 มุมมอง คือการพรรณนาเชิงความรู้สึก (Semantic Description) กับการพรรณนาเชิง คุณสมบัติหรือคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Description of Product Properties) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.4.5.1 การเลือกขอบเขต (Choice of Domain)

ขั้นตอนแรกเป็นการเลือกขอบเขตของการศึกษา ซึ่ง ประกอบด้วยกลุ่มลูกค้า เป้าหมาย ช่องทางการตลาด และ กลุ่มผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลดังกล่าว ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จะ ถูกรวบรวม เพื่อแสดงขอบเขตของการศึกษา อย่างไรก็ตาม ขอบเขตของคั่นไซเป็นโครงสร้างที่เป็นนามธรรม ดังนั้น ตัวแทนผลิตภัณฑ์อาจเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว หรือผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิด (Conceptual Products) หรือ แนวทางการออกแบบที่ยังไม่ทราบวิธีการแน่ชัดก็ได้



รูปที่ 2-3 โครงสร้างตัวแบบของวิศวกรรมคันเซ

2.4.5.2 การกำหนดขอบเขตคำแสดงความรู้สึก (Span the semantic space)

ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกคำแสดงความรู้สึก หรือคำ คันไซที่จะใช้เชื่อมโยงกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ดี ตาม คำคันไซที่จะถูกคัดเลือกนั้นควรเป็นคำคันไซระดับสูง (High-level Kansei) ซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มคำคันไซในระดับ ที่ต่ำกว่า (Lower-level Kansei) เช่น คำว่า “เร็ว” “ช้า” “ว่องไว” “กระฉับกระเฉง” “ทันทีทันใด” “ซีเกียจ” สามารถ รวมเป็นคำคันไซระดับสูงคำเดียวว่า “การเคลื่อนไหว ดังนั้นปริมาณคำคันไซ ระดับต่ำ ในขั้นเริ่มต้น อาจมี จำนวนมากระหว่าง 20 ถึง 800 คำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขอบเขต ของการศึกษาที่เลือก [4] จากนั้นจึงคัดเลือก หาคำคันไซ ระดับสูงที่เหมาะสมเพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามและ กำหนดขอบเขตความหมายของคำคันไซ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ [2]

1. การรวบรวมคำคันไซจะส่งผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ การศึกษาหากมีคำคันไซสำคัญขาดหายไป
2. คัดเลือกคำคันไซ วิธีการระบุโครงสร้างของคำคันไซ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

1) โดยผู้เชี่ยวชาญ เช่น การใช้แผนภาพความสัมพันธ์ (Affinity Diagram) คัดเลือก โดยนักออกแบบ การสัมภาษณ์ เป็นต้น

2) โดยวิธีการทาง สถิติ ซึ่งได้ข้อมูลจากแบบสอบถาม จากนั้นจึงทำการ ประเมินผลด้วยเครื่องมือทางสถิติ เช่น การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis), การวิเคราะห์ ส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis), ทฤษฎีเชิงปริมาณ (Quantification Theory) เป็นต้น

3) การแปลความหมาย ผลจากการระบุโครงสร้างคำ คั่นไซเป็นการ จัดแบ่งกลุ่มคำคั่นไซที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่ง ผู้ศึกษาจะต้องแปลความหมายและหาคำคั่นไซระดับสูงที่ แทนความหมายของแต่ละกลุ่มคำคั่นไซระดับต่ำ เพื่อ นำไปใช้ในขั้นตอนการสังเคราะห์ผลต่อไป

2.4.5.3 การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Span the space of properties)

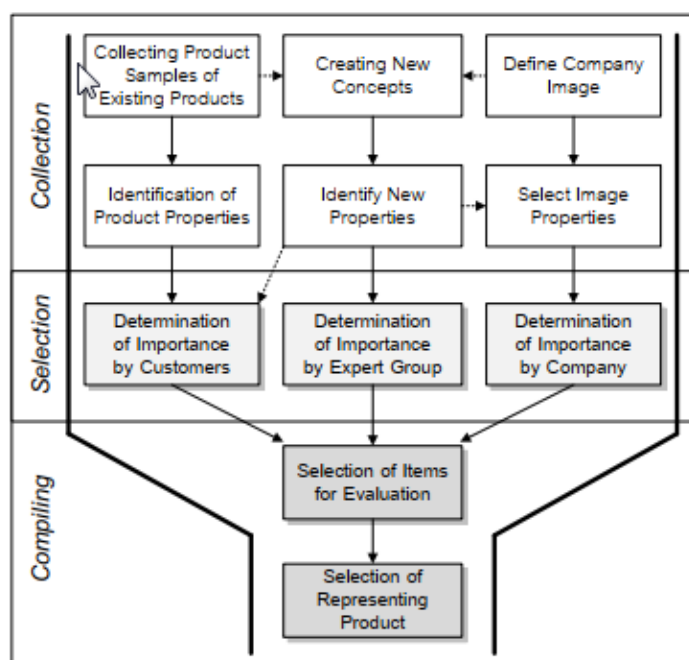
ผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยคุณลักษณะจำนวน มาก ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญต่อความรู้สึกของผู้บริโภคและการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3

1. รวบรวมคุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ (Collection) โดย อ้างอิงจากขอบเขต ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ซึ่งสามารถ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1) ได้มาจาก การรวบรวมและ คัดเลือก ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง จาก นิตยสารหรือหนังสือที่ เกี่ยวข้อง และข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ เดิมที่มีอยู่ เพื่อ ระบุ คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ (Product Properties) จากผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

2) ได้มาจากการนิยาม ภาพลักษณ์ ของบริษัท และคัดเลือก คุณลักษณะที่สะท้อนภาพลักษณ์ ของบริษัท (Company Image) เพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับ ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการส่วนสำคัญของการสร้างตราสินค้า ของตนเอง และ

3) การสร้างสรรค์แนวความคิดใหม่ที่ได้ จากการผสมผสานระหว่าง ผลิตภัณฑ์ เดิม ที่มีอยู่ และ ภาพลักษณ์ของบริษัท รวมถึงสิ่งที่กำลังเป็นที่นิยม (Trends) โดยผู้ออกแบบ อาจทำการวาดภาพร่าง (Sketch) หรือสร้างผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วน ต้นแบบ (Prototype) เพื่อ ระบุ รายการคุณลักษณะใหม่ ๆ ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้ช่วย ให้ผู้ศึกษาทราบขอบเขตและ รายการคุณลักษณะ ขั้นต้น ก่อนทำการคัดเลือกในขั้นตอนถัดไป



รูปที่ 2-4 กระบวนการกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

2. คัดเลือกคุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์สำคัญ (Selection) โดยเรียงลำดับตามความสำคัญ ในส่วนของ คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ จะได้รับการประเมินโดยกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ส่วนคุณลักษณะ ด้านภาพลักษณ์ของบริษัท โดยปกติแล้ว จะได้รับการประเมินและคัดเลือกโดยผู้บริหารระดับสูงของ บริษัทและผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาด และสุดท้ายในส่วน คุณลักษณะใหม่ ๆ จะได้รับการประเมินและคัดเลือกโดย ผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายออกแบบ ผลิตภัณฑ์ ฝ่ายการตลาด เป็นต้น การประเมิน และ คัดเลือกอาจทำได้โดยการสัมภาษณ์แบบกลุ่มหรือแบบตัวต่อ ตัว ซึ่งผู้ศึกษา อาจใช้แผนภูมิพาเรโตในการเรียงลำดับ ความสำคัญและคัดเลือกเบื้องต้น

3. กำหนด ชุด คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ (Compiling) ขั้นตอนนี้เป็น การคัดเลือกและรวมคุณลักษณะที่สำคัญที่มี ผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคเข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้เป็น ตัวแทนในการ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ กับ คำค้นไซ ใน กระบวนการถัดไป โดย แต่ละคุณลักษณะ (Item) จะประกอบด้วย คุณลักษณะย่อยต่าง ๆ (Category) ที่แสดง ถึงโครงสร้างและ คุณลักษณะ เชิงกายภาพของ

ผลิตภัณฑ์ เช่น คุณลักษณะรูปทรง ประกอบด้วย “ กลม ” “ เหลี่ยม ” คุณลักษณะสี ประกอบด้วย “ ขาว ” “ ดำ ” “ เข้ม ” “ อ่อน ” คุณลักษณะพื้นผิวประกอบด้วย “ ผิวด้าน ” “ ผิวเงา ” เป็นต้น

2.4.6 การสังเคราะห์ (Synthesis)

ขั้นตอนการสังเคราะห์นี้เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างคำค้นไขกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Relationship Identification) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของวิศวกรรมค้นไข แต่ละคำค้นไข ที่แสดงถึงความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์ จะถูกอธิบายด้วยคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ โดย เครื่องมือที่ใช้ใน การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่าง คำ ค้นไขกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

2.4.6.1 วิเคราะห์ด้วยมือ เป็นการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นไขกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ปฏิบัติการ ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้กับ วิศวกรรมค้นไข ประเภท 1 (Category Classification)

2.4.6.2 วิธีการทางสถิติ เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรจากข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากแบบสอบถาม เครื่องมือทางสถิติที่ประยุกต์ใช้ ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ การถดถอย (Regression Analysis) ทฤษฎีเชิงปริมาณ ประเภท 1 (Quantification Theory Type I) ตัวแบบเชิงเส้นทั่วไป (General Linear Model) เป็นต้น

2.4.6.3 วิธีการประเมินอื่น ๆ เช่น Genetic Algorithm, Fuzzy Logics, Neural Networks, Rough Set Theory เป็นต้น ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบ ไม่เชิงเส้น (Non-Linear Model)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคคือ การใช้ แบบสอบถาม โดยระดับการวัด (Scale) หลัก ๆ ที่ใช้ในการ ให้คะแนน ได้แก่ Likert Scale กับ Semantic Diferential (SD) Scale ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยผลิตภัณฑ์ (Product) ในที่นี้หมายถึงตัวแทนผลิตภัณฑ์หรือตัวแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิด (Conceptual Product Model) ที่นำมาประเมิน ส่วนคำค้นไขได้มาจากการคัดเลือก คำแสดงความรู้สึก ใน ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตคำแสดงความรู้สึก

Product-1		
Kansei word-1		
Not at all	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Very much
Kansei word-2		
Not at all	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Very much

(ก) ตัวอย่าง Likert Scale

Kansei word-1		
Product-1		
Not at all	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Very much
Product-12		
Not at all	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Very much

(ข) ตัวอย่าง Semantic Differential (SD) Scale

รูปที่ 2-5 ตัวอย่างระดับการวัดที่ใช้ในการให้คะแนน

ในงานวิจัยของ Schutte [2] ได้แนะนำให้ใช้ระดับ การ วัด 7 จุด (7-Point Scale) มากกว่าระดับการวัด 5 จุด เนื่องจากมีช่วงแคบเกินไป และยากต่อการพิจารณา ประเภทของการกระจายตัวของข้อมูล นอกจากนี้ ในการ ระบุคำค้นไชลงในแบบสอบถาม ผู้ศึกษาควรขยายความ และอธิบายความหมายเพิ่มเติม ในกรณีที่คำค้นไชนั้นสื่อ ความหมายไม่ชัดเจน และอาจทำให้ผู้ตอบแบบสอบถาม เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ตอบ แบบสอบถามเข้าใจตรงกันกับผู้ศึกษา

นอกจากนี้ การประเมินให้คะแนนในแต่ละตัวแทน ผลลัพธ์ ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องระบุคุณลักษณะ ของผลลัพธ์ที่มีผลต่อการให้คะแนนในความรู้สึกนั้น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง คำ ค้นไชกับคุณลักษณะผลลัพธ์ต่อไป ผลลัพธ์ที่ได้จาก การ วิเคราะห์จะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถ ทราบได้ว่าควรระบุ คุณลักษณะ อะไรแก่ ผลลัพธ์ที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้ผลลัพธ์สามารถสะท้อนความรู้สึกที่ต้องการต่อผู้บริโภค

ในการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่าง คำค้นไชกับ คุณลักษณะผลลัพธ์สามารถ ทำได้หลายวิธีดังที่กล่าว ข้างต้น โดยทั่วไปผู้ศึกษามักจะใช้โปรแกรมประยุกต์ทาง สถิติเข้ามาช่วยในการ การวิเคราะห์ เช่น SPSS, Minitab เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถสร้างตัวแบบพยากรณ์ เชิงคณิตศาสตร์ ได้พร้อมกับการวิเคราะห์ผล ยกตัวอย่าง เช่น สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ที่ได้จากการวิเคราะห์ ถดถอย เชิงเส้น

พหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) ดังแสดงในสมการที่ (1)
$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n + e$$
 (1)

โดย 9 คือ ค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้จากสมการ ในที่นี้ คือ ความรู้สึกของผู้บริโภคที่จะมีต่อผลิตภัณฑ์ ส่วนตัวแปร 2. ในที่นี้คือ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อ ความรู้สึกของผู้บริโภค ส่วนค่า B, คือ ค่าสัมประสิทธิ์การ ถดถอยของสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึก ของผู้บริโภคที่จะมีต่อผลิตภัณฑ์กับคุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์

วิธีการหนึ่งที่ผู้ศึกษาใช้ในการแปลผล ความสัมพันธ์ ระหว่าง คำค้นไขกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ คือ การ วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ยกตัวอย่าง เช่น การ พิจารณาจากค่า สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient, MCC) ซึ่งมีค่าระหว่าง - 1.0 ถึง +1.0 โดยที่ค่าที่อยู่ใกล้ - 1.0 หรือ +1.0 ถือว่ามี ความสัมพันธ์กันมากที่สุด ส่วน 0 หมายความว่า ตัวแปร ทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ส่วนเครื่องหมาย + หรือ - บ่งบอกว่าความสัมพันธ์นั้นเป็น ไปในทางเดียว กันหรือตรงกันข้าม นอกจากนี้ผู้ศึกษาควรพิจารณาค่า สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ พหุคูณยกกำลังสอง (MCC) ประกอบด้วย ซึ่ง แสดงถึงสัดส่วนความสอดคล้องของตัวแปรตาม (ความรู้สึก) ที่เกิดจากตัวแปรอิสระ (คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปค่า MCC และ MCC ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.5 จึงจะยอมรับผล ในบาง การศึกษาอาจกำหนดค่าไว้มากกว่านั้นก็ได้

นอกเหนือจากค่า MCC และ MCC แล้ว ในการแปล ผลการศึกษา ผู้ศึกษาต้องหา ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบแยกส่วน (Partial Corelation Coefficient, PCC) และค่า Category Score (CS) ด้วย [5, 6 โดยค่า PCC แสดงถึงน้ำหนักหรือระดับความสำคัญของความสัมพันธ์ ระหว่างคำค้นไขกับคุณลักษณะ (Item) ของ ผลิตภัณฑ์ ส่วนค่า CS แสดงถึงระดับความสำคัญของความสัมพันธ์ ระหว่างคำค้นไขกับ คุณลักษณะ ย่อย (Category) ของ ผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงทำการสรุปผล ตัวแบบพยากรณ์เชิงคณิตศาสตร์ออกมาในรูปแบบสมการหรือในรูปแบบตาราง แสดงระดับความสำคัญ ซึ่งผู้ออกแบบสามารถแปลผลการ วิเคราะห์ที่ได้ ยกตัวอย่างเช่น จากตารางที่ 1 แสดงผล การศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์ช็อคโกแลตแบบแท่งที่มี ผลต่อความรู้สึก “น่าทาน” ผลิตภัณฑ์ควรมีคุณลักษณะ ดังนี้คือ มีขอบเรียบ สีน้ำตาลอ่อน และมีขนาดใหญ่ [5] ซึ่ง ผลที่ได้จากการศึกษาจะใช้เป็นแนวทางสำหรับนัก ออกแบบในการพัฒนาตัวแบบผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิดหรือ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) ต่อไป

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างผลการศึกษา

Item	PCC	Category	CS
Size	0.4	Large	0.1
		Small	-0.3
Colour	0.4	Light Brown	0.5
		Dark Brown	-0.1
Shape	0.8	Sharp edges	-0.4
		Smooth edges	0.5

2.4.7 การตรวจสอบความถูกต้องและการสร้างตัวแบบ (Test of Validity and Model Building)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความถูกต้อง ของการแปล ผลการวิเคราะห์ โดยการ พัฒนา ตัวแบบผลิตภัณฑ์เชิง แนวคิดหรือ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบตามผลของตัวแบบ พยากรณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา จากนั้นจึงนำไป ตรวจสอบถูกต้องโดยใช้แบบสอบถามเช่นเดียวกัน ถ้าหากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับ การแปลผลการ วิเคราะห์ ผู้ศึกษาจำเป็นต้องปรับปรุง ขอบเขตคำแสดง ความรู้สึก และ ขอบเขต คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ ให้เป็น ปัจจุบัน (Update) จากนั้นจึงวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ระหว่างคำค้นไ้กับ คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ และกำหนดตัว แบบพยากรณ์เสียใหม่

2.4.8 สรุปและข้อคิดเห็น

วิศวกรรมคั่นไซ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างทั้งในเชิง งานวิจัยและ ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งมีการ ศึกษาและมีเอกสาร ตีพิมพ์อย่างแพร่หลายทั้งในประเทศญี่ปุ่นและประเทศแถบ ยุโรป ยกตัวอย่างเช่น รถยนต์ Mazda MX-5 [7] ผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ [8] ผลิตภัณฑ์กระเป่า [9-11] ผลิตภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์ [12-15] ผลิตภัณฑ์โทรศัพท์ [16] เป็นต้น การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซนั้นเป็นวิธีการที่ดีสำหรับ ผู้ประกอบการที่ต้องการพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รับจ้าง ออกแบบ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ประกอบการที่ต้องการ สร้างตราสินค้าของตนเอง อย่างไรก็ตาม ผู้ศึกษา ต้องมี ความเข้าใจใน ขอบเขตของ ผลิตภัณฑ์ที่ ทำการศึกษา เนื่องจากขอบเขตของคั่นไซนั้นมีโครงสร้างที่เป็นนามธรรม และต้องอาศัยความรู้และ ประสบการณ์ของผู้ทำการศึกษา และทีมงานที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดในการแปลผลที่ได้จากการศึกษา ซึ่ง เป็นแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิง นามธรรม รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้เครื่องมือทาง สถิติสำหรับการประมวลผลข้อมูล

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะขามเปรี้ยวอัดก้อนเพื่อการส่งออก

วิศวกรรมคันเซเป็นเทคนิคที่เปลี่ยนความรู้สึกของผู้บริโภค และภาพที่เกิดจากผลิตภัณฑ์เข้าสู่องค์ประกอบการออกแบบ ถูกเสนอขึ้นครั้งแรกโดยนักวิชาการชาวญี่ปุ่น M. Nagamachi ที่มหาวิทยาลัยอิโรชิมา (Nagamachi, 1989) ในภาษาญี่ปุ่นคันเซหมายถึงความรู้สึกทางจิตใจของลูกค้าย เช่น ถ้าหากลูกค้าต้องการซื้อบางอย่าง เช่น รถยนต์ เครื่องแต่งกาย หรือ โซฟา พวกเขาจะรู้สึกถึงความสวยงาม ดูดี แต่ราคาสินค้าต้องไม่แพงนัก ความรู้สึกนี้ ถูกเรียกว่า “ คันเซ ” ในภาษาญี่ปุ่น คันเซยังหมายถึงความรู้สึกทางจิตใจของลูกค้ารวมถึงปัญหาด้านสรีรวิทยา เช่นหากเป้าหมายในการพัฒนาเครื่องปรับอากาศในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้บุคคลที่ทำงานอยู่ในห้องสะดวกสบาย เครื่องปรับอากาศควรได้รับการพัฒนาตามความรู้สึกทางจิตวิทยาที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางสรีรวิทยา (Nagamachi, 2002) วิศวกรรมคันเซมีส่วนร่วมในหลายความสำเร็จที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น ตัวอย่างเช่น มาสด้าใช้ วิศวกรรมคันเซในการพัฒนาโมเดล MX-5 สำหรับกลุ่มคนหนุ่มสาวโดยเริ่มจากการสำรวจพฤติกรรม วิถีชีวิตของลูกค้า จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำสำคัญ เพื่อใช้เป็นแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Nagamachi, 2002) สิบปีหลังจากที่เปิดตัวเป็นครั้งแรก MX-5 กลายเป็นเป็นรถยนต์ประเภท Sports Coupé ที่ขายดีที่สุดในโลก (The Guinness Book of Records, 2001) อีกหนึ่งตัวอย่างของความสำเร็จนั้นเกิดขึ้นในบริษัทชาร์ป พวกเขาเปิดตัวกล้องวิดีโอรุ่นใหม่ ที่มีจอ LCD แทนกล้องแบบเดิมที่ต้องใช้สายตาส่องเข้าไปในช่องมองภาพ ทำให้ได้ส่วนแบ่งในตลาดเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 3-24 ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดว่าวิศวกรรมคันเซสามารถระบุความต้องการลูกค้าเพื่อนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ (Schütte , Eklund, Axelsson, & Nagamachi, 2004)

การพัฒนาทางเศรษฐกิจที่รวดเร็ว ส่งผลให้การออกแบบผลิตภัณฑ์ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นการออกแบบทางอารมณ์ที่เน้นความพึงพอใจทางอารมณ์ของผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยของ Chuan, Sivaji, Shahimin, & Saad (2013) ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคันเซกับธุรกิจอีคอมเมิร์ซในการจำหน่ายแว่นตากันแดดบนอินเทอร์เน็ต กลุ่มเป้าหมายคือผู้บริโภคที่มีอายุระหว่าง 18 ถึง 34 ปีในประเทศมาเลเซีย ผู้วิจัยใช้ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial Least Square : PLS) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าแว่นกันแดดที่มีสีอ่อนกรอบครึ่งหนึ่ง กับเลนส์ที่มีการรวมกันของ 2 สี สามารถดึงดูดอารมณ์ได้มากที่สุด วิศวกรรมคันเซถูกนำมาใช้อีกครั้งโดย Tama et al., (2015) สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่ผลิตจากเซรามิกในเมืองมาลัง ประเทศอินโดนีเซีย วัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมมุมมองของลูกค้าเพื่อนำไปสู่การตีความคุณลักษณะ ด้านประสิทธิภาพและลักษณะที่ปรากฏ จากนั้นตรวจสอบคุณลักษณะเชิงเส้นในโมเดลของ

คาโน (Kano Model) ผลลัพธ์จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีเพียงปัจจัยลักษณะที่ปรากฏเท่านั้น ที่ส่งผลต่อผู้บริโภค และคุณลักษณะที่กลุ่มเป้าหมายต้องการมากที่สุดคือแก้วน้ำ หรือถ้วยที่มีการเคลือบพื้นผิว และตกแต่งลวดลาย 2 มิติ ในงานวิจัยของ Wang & Chin (2017) พวกเขาได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคันเซ เพื่อดึงทัศนคติของผู้ใช้ทั้งในด้านคุณลักษณะที่ปรากฏ (Affective Features) และคุณสมบัติทางวิศวกรรม (Engineering Features) ที่ส่งผลต่อด้านอารมณ์ของผู้ใช้กล้องดิจิทัล โดยทดลองกับ 3 กลุ่มการใช้งาน ประกอบด้วย การถ่ายภาพกีฬา การใช้ในบ้าน และ มืออาชีพ ต้นไม้ตัดสินใจ (Classification Tree) ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ จากการประเมินด้วยการจัดลำดับด้วย วิธีไวโกร (VIKOR Ranking) พบว่ายิ่ง EFs มากเท่าใด ความน่าสนใจยิ่งมากขึ้น อย่างไรก็ตาม EFs ที่มากขึ้นก็ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตมากขึ้นเช่นเดียวกัน ในปีเดียวกัน Hsu, Fann, & Chuang (2017) ได้ใช้เทคนิควิศวกรรมคันเซ ร่วมกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของตากับการออกแบบเก้าอี้ พวกเขาได้พิจารณา 2 ปัจจัยหลัก คือ ความสุขและการตอบสนองต่อตัวกระตุ้น (Arousal) และประเมินความสัมพันธ์โดยใช้ Circumplex Model of Affect ของ Russell จากการทดลองพบว่า ความสุข และการตอบสนองต่อตัวกระตุ้นมีความสัมพันธ์ต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่ากลุ่มเป้าหมายให้ความสนใจกับที่นั่งและพนักพิงมากที่สุด ในงานวิจัยของ Misaka & Aoyama (2018) พวกเขาได้ใช้วิศวกรรมคันเซ และการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานออกแบบ (Computer Aided Design) สำหรับสร้างพื้นผิวโค้งแบบเบซิเยร์ (Bézier) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ถูกนำมาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง คำแสดงความรู้สึก และรูปแบบของรอยแตก ซึ่งผู้วิจัยได้รายงานว่าผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ โดยยืนยันผ่านวิธีการสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient)

การรวบรวมการตอบสนองทางอารมณ์ของลูกค้าแบบเดิม มีค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และจำเป็นต้องใช้เวลานาน ดังนั้นจึงมีกลุ่มนักวิจัยที่นำทวิจาร์ณสินค้าจากผู้บริโภคบนเว็บไซต์จำหน่ายสินค้าออนไลน์ มาใช้ประโยชน์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Yeh & Chen, 2018) (Wang, Li, Tian, Wang, & Cheng, 2018) (Wang, Wang, Li, Tian, & Tsui, 2019) (Jiao & Qu, 2019) ในงานวิจัยของ Yeh & Chen (2018) พวกเขาได้ใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อแปลการรับรู้ของผู้ใช้เป็นข้อกำหนดการออกแบบการบริการ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปปรับปรุงการบริการ การศึกษาในครั้งนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการทำนายเจตนาในการใช้งานของลูกค้าที่มีต่อการบริการจัดส่งแบบถึงมือลูกค้า (Door-to-Door Service) รวมถึงนำไปสามารถนำไปวางแผนการตลาด การวางกลยุทธ์การส่งเสริมการขายให้ตรงกับเจตนาใช้งานของผู้บริโภค จากนั้น Wang, Li, Tian, Wang, & Cheng (2018) ได้เสนอวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างวิศวกรรมคันเซ และเหมืองข้อมูล (Data Mining) โดยการพัฒนาระบบที่มีการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ เพื่อดึงข้อมูลที่มี

ประโยชน์จากบทวิจารณ์สินค้าออนไลน์บนเว็บไซต์ Amazon และคัดแยกและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และการตอบสนองด้านอารมณ์ ผลจากการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าระบบต้นแบบสามารถดึงข้อมูลด้านอารมณ์ออกมาได้อย่างแม่นยำสูงและข้อมูลเหล่านั้นไม่เพียงแค่นำไปเป็นแนวทางในการเพิ่มยอดขาย แต่ยังสามารถช่วยให้ผู้ผลิตเข้าใจผลิตภัณฑ์ของตนเองและคู่แข่งมากยิ่งขึ้น ต่อมาในปัญหาเดียวกัน Wang, Wang, Li, Tian, & Tsui (2019) ได้ใช้วิศวกรรมคันเซและวิธีการเรียนรู้ของเครื่องจักรแบบจำเป็นต้องมีผู้สอน (Supervised Machine learning) เพื่อจำแนกประเภทอารมณ์ที่หลากหลาย จากเว็บไซต์ Amazon ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า วิธีการที่พวกเขาเสนอมีความแม่นยำกว่าวิธีการเรียนรู้ของเครื่องจักรแบบดั้งเดิม ในปีเดียวกัน Jiao & Qu (2019) ได้บูรณาการระหว่างวิศวกรรมคันเซกับความรู้ในด้านภาษาศาสตร์ (Linguistics) เพื่อสกัดเอาค่าแสดงความรู้สึกจากบทวิจารณ์ผลิตภัณฑ์ออนไลน์ เมาส์คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในกรณีศึกษา ร่วมกับ 3 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย ความหลากหลาย ประสิทธิภาพ และความเอาใจใส่ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสกัดเชิงสัมพันธ์ (Relational Extraction Method) จากนั้นสร้างใช้ต้นไม้ความรู้คันเซ (Kansei Knowledge Tree) เพื่อเชื่อมต่อความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อทัศนคติของผู้ใช้งาน จากการสำรวจความต้องการพบว่าวิธีการที่เสนอ มีประสิทธิภาพที่เหนือกว่า 9.8 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภค และส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และในระยะที่ 2 เป็นส่วนของการพัฒนาวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยเทคนิควิศวกรรมคั่นเซ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

3.1 การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเดิมและการทดสอบสมมุติฐาน

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ปัญหาของการจำหน่ายผลิตภัณฑ์คือคือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สถานประกอบการต้องการผลิต เพื่อเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์ สำหรับจำหน่ายให้กับผู้บริโภคที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งผู้วิจัยได้สันนิษฐานว่ากลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์มีกลุ่มร้านอาหารและผู้ที่ทำงานที่เกี่ยวข้องกับการทำอาหาร ผู้ประกอบการด้านการจำหน่ายอาหาร จากสมมุติฐานดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภคเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ รวมถึงสำรวจส่วนประสมทางการตลาดเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ปรับปรุงกลยุทธ์ด้านการตลาดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการดำเนินการกลุ่มผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือใบตรวจสอบ (Check sheet) เพื่อสร้างแบบสังเกตเพื่อสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้บริโภคต้องกรอกแบบสอบถามเอง ป้องกันการถูกปฏิเสธและไม่ทำให้ผู้ให้ข้อมูลต้องเสียเวลา แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือข้อมูลส่วนตัวของผู้ที่ถูกสังเกตประกอบด้วย เพศ และอายุ อายุของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 คือระดับความสนใจของผู้บริโภค การดำเนินการวิจัยจะเริ่มจากการจะนำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ที่มีอยู่แล้วมาทดสอบในร้านอาหาร รวมถึงแหล่งจำหน่ายสินค้า OTOP และตลาดในจังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งการบรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ใช้การตีความออกมาเป็นระดับของความสนใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย 7 ระดับ โดยที่แต่ละระดับจะให้ความหมายที่แตกต่างกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะสังเกตตั้งแต่ผู้บริโภคเริ่มให้ความสนใจจนถึงตัดสินใจซื้อหรือไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ตามตารางที่ 1 ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์

จากแบบสังเกต ถ้าหากกระบวนการซื้อขายสิ้นสุดในระดับที่แตกต่างกันความหมายที่ถูกตีความก็จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของแต่ละระดับ เช่น เมื่อลูกค้าออกจากกระบวนการในระดับที่ 1 คือหยุดมอง ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการซื้อขายจะสิ้นสุดที่ “ไม่ซื้อ” นั้นหมายความว่า จะเกิดความสัมพันธ์ระหว่าง “หยุดมอง” และ “ไม่ซื้อ” อาจแปลความหมายได้ว่า คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจจะไม่ใช่รูปแบบ สี ขนาด หรือฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นผู้ประกอบการอาจจะปรับเปลี่ยนรูปแบบให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น หรือหากมีสัมพันธ์ระหว่าง “สัมผัสผลิตภัณฑ์” “ถามราคา” “ต่อรองราคา” และมาสิ้นสุดที่ “ไม่ซื้อ” นั้นหมายความว่า ผู้บริโภคพึงพอใจต่อตัวผลิตภัณฑ์ เพียงแต่ว่าราคาของผลิตภัณฑ์อาจจะไม่เหมาะสม ดังนั้นถ้าหากกรณีนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งผู้ประกอบการจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดต้นทุนลงเพื่อให้ราคาสินค้ามีราคาที่ถูกลง

ตารางที่ 3-1 ระดับความสนใจ

ระดับความสนใจ	คำอธิบาย
หยุดมอง (1)	ผู้บริโภคให้ความสนใจ โดยการมอง ผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แล้วก็เดินออกไป ซึ่งอาจหมายถึงให้ความสนใจเพียงเล็กน้อย
สัมผัสผลิตภัณฑ์ (2)	ระดับความสนใจมากกว่าการหยุดมอง ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคต้องการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการสัมผัสเพื่อตรวจสอบว่า อย่างละเอียดขึ้น โดยพิจารณาจาก รอยเย็บ ซิป หรือ ความละเอียดปราณีต
ถามราคา (3)	ในระดับความสนใจนี้ผู้บริโภคให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ แต่อยากทราบราคาเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่ามีความเหมาะสมหรือไม่
ต่อรองราคา (4)	ระดับความสนใจมากกว่าการสัมผัสผลิตภัณฑ์ แต่คิดว่าราคาไม่เหมาะสม จึงต้องการต่อรองเพื่อให้ราคาถูกลง
ตัดสินใจซื้อ (5.1)	ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการซื้อขาย เป็นระดับที่สูงที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นตรงกับความต้องการของผู้บริโภค
ตัดสินใจไม่ซื้อ (6.2)	ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการซื้อขาย เป็นระดับที่สูงที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นไม่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค
ราคาปิด (7)	จะปรากฏขึ้นเมื่อผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าเท่านั้น

3.3 ขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยใช้วิศวกรรมคันเซ

ในระยะเวลาที่ 2 เป็นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีความแตกต่างออกไปจากเดิม เพื่อขยายตลาดไปยังผู้บริโภคกลุ่มใหม่ ดังนั้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่

ต้องการค้นหาผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความรู้สึกของตัวเอง ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องจะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดที่นำเสนอโดยผู้บริโภคเอง ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมค้นเซเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาวิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ โดยสามารถอธิบายขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.3.1 การเลือกขอบเขต (Choice of Domain) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากการให้ข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ทางกลุ่มมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย แต่ด้วยรูปแบบที่เหมือนเดิม จึงพยายามสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ แต่ยังไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากนัก ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ผู้ที่ให้ความสนใจ คือกลุ่มวัยกลางคน จนถึงผู้สูงอายุ กลุ่มผู้บริโภคอายุน้อยไม่ค่อยให้ความสนใจ งานวิจัยชิ้นนี้จึงเน้นไปที่ความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งเป็นกลุ่มวัยทำงาน จนไปถึงผู้สูงอายุ ที่ชื่นชอบในการปรุงอาหารเองมากกว่าการซื้อจากด้านนอกเข้ามารับประทาน โดยมะขามเปียวอัดก้อนที่เลือกร้อยละ 80 จะเลือกมะขามเปียวอัดก้อนกล่องเล็ก ที่สามารถใช้ง่ายมากกว่ากล่องใหญ่ที่มีราคาถูกกว่า

3.3.2 การกำหนดขอบเขตคำแสดงความรู้สึก (Span the Semantic Space)

ในการกำหนดขอบเขตการคัดเลือกคำแสดงความรู้สึก หรือคำค้นไซที่ใช้เชื่อมโยงกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องเลือกคำที่แสดงขอบเขตความรู้ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (ฤศล .2011) เพื่อนำไปใช้ระบุคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความรู้สึกที่ผู้บริโภคต้องการ

3.3.2.1 การรวบรวมและคัดเลือกคำแสดงความรู้สึก

ในการรวบรวมคำแสดงความรู้สึก ผู้วิจัยใช้การคัดเลือกคำคุณศัพท์ (Adjective) ที่แสดงถึงความรู้สึกต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการออกแบบกระเป๋ โดยคณะผู้วิจัยได้รวบรวมจาก อินเทอร์เน็ต นิตยสาร ร้านค้าออนไลน์ สื่อประชาสัมพันธ์ และวารสารทางวิชาการ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเลือก คุณศัพท์ที่คณะผู้วิจัยคิดว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบกระเป๋ และสามารถทำให้ตัวผลิตภัณฑ์สื่อความรู้สึกถึงผู้บริโภคได้ บางคำที่มีความหมายคล้ายกันจะถูกตัดออก ให้เหลือคำที่มีความเกี่ยวข้องมากที่สุด ซึ่งสามารถรวบรวมคำคุณศัพท์ที่มีความสอดคล้องเบื้องต้นสามารถรวบรวมได้ทั้งหมด 22 คำ

3.3.2.2 การคัดเลือกและจัดกลุ่มคำแสดงความรู้สึก

คำแสดงความรู้สึก (Kansai Words : KW) ทั้งหมด 22 คำจะถูกประเมินและคัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 15 ท่าน ด้วยเทคนิคการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยคัดเลือกคำคุณศัพท์ที่มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เท่านั้น จากนั้นใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้

แบบสอบถามโดยใช้ระดับการประเมิน Semantic Differential (SD) ดังภาพที่ 2 ว่าท่านเห็นด้วยเพียงใดที่คำค้นไชนันส่งผลกระทบต่อความรู้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

Kansei word-1								
Beautiful - Ugly								
Not at all	-1	-2	-3	0	1	2	3	Very much

รูปที่ 3-1 แสดงระดับการประเมินผลกระทบต่อความรู้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของคำแสดงความรู้สึก

โดย ระดับการประเมินแบ่งออกเป็น 7 ระดับ เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณา Schütte [2] จากนั้นใช้ขั้นตอนการสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) เพื่ออาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรเพื่อหาองค์ประกอบที่สามารถใช้แทนตัวแปรได้ทุกตัว และนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมกับ รูปแบบและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป

3.3.3 การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Span the Space of Properties)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากนิตยสารหรือหนังสือที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่เพื่อระบุคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Properties) จากนั้นใช้วิศวกรรมค้นเซกต์ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคที่ส่งผลไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.3.3.1 รวบรวมคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Collection)

ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลไปยังความรู้สึกของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้รวบรวมรูปแบบกระเป๋าตัวอย่างที่ปรากฏตามสื่อต่างๆ เช่น ร้านค้าออนไลน์ นิตยสาร หนังสือ ภาพถ่าย และสื่อประชาสัมพันธ์ต่าง ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งเน้นไปที่กระเป๋าที่มีผ้าเป็นส่วนประกอบหลักหลัก แต่อาจจะมีวัสดุประเภทอื่นร่วมอยู่ด้วย เบื้องต้นสามารถรวบรวมได้ทั้งหมด 120 รูปแบบ

3.3.3.2 คัดเลือกคุณลักษณะผลิตภัณฑ์สำคัญ (Selection)

ผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบจะถูกประเมินโดยกลุ่มเป้าหมาย และมีความรู้ในด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ หัวข้อในการประเมินคือ “ท่านมีความเห็นต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบสอบถามที่มีระดับความแข็งแรงของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สำคัญทั้งหมด 7 ระดับ

3.3.3.3 การกำหนดชุดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Compiling)

ขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกและรวมคุณลักษณะที่ส่งผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคเข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้เป็น ตัวแทนในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มคำแสดงความรู้สึกที่ได้รับจากการสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) และคุณลักษณะย่อย (Category : CS) ที่แสดงถึงโครงสร้าง และคุณลักษณะเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์ ในแบบสอบถามผู้วิจัยใช้คำถามอ้างอิงจากกรอบแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์ของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร, (2550). และลวดลายผลิตภัณฑ์ ของ สิทธิศักดิ์ ธีญศรีสวัสดิ์กุล, (2559) จำนวน 5 องค์ประกอบ คือ ขนาด การใช้สี ลวดลาย วัสดุที่ใช้ผลิต และประโยชน์ใช้สอย

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการสังเคราะห์นี้เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างคำแสดงความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Relationship Identification) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของวิศวกรรมค้นไข ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์จะช่วยให้เห็นกรอบแบบทราบได้ว่าคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ใดที่มีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภค ในความรู้สึกต่าง ๆ ขั้นตอนนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Partial Correlation Coefficient : PCC) เพื่อแสดงค่าระดับความสัมพันธ์หรือน้ำหนักความสำคัญ (Magnitude) ระหว่าง คำแสดงความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ที่บ่งชี้ว่าคุณลักษณะใดส่งผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภค จากนั้นวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อย (Category Scores : CS) จากทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ รูปแบบที่ 1 ที่มักถูกใช้เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างค่าคะแนนและองค์ประกอบกรอบการออกแบบ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองทั้งหมดทั้ง 2 ระยะ ประกอบด้วย ผลลัพธ์การระยะแรกเป็นการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภค และส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และในระยะที่ 2 เป็นส่วนของการพัฒนาวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยเทคนิควิศวกรรมคั่นเซ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

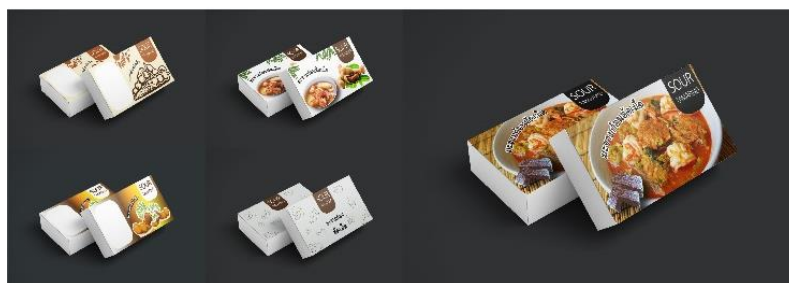
4.1 ผลการสำรวจความต้องการเบื้องต้น

เพื่อพิสูจน์ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ของกลุ่มผู้แปรรูปมะขาม มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไปจริงหรือไม่ ในการทดลองผู้วิจัยได้สุ่มลงพื้นที่ในสถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ 6 ครั้ง และสังเกตจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้งหมด 5 รูปแบบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มะขามก๊อ 3 รูปแบบ ได้แก่ ขนาด 2x13x16 มิลลิเมตรขนาดก๊อเล็ก และ ขนาดก๊อกลาง และขนาดครึ่งกิโลกรัมรูปสี่เหลี่ยมขนาด 6 x7 x 2 เซนติเมตร และขนาดใหญ่รูปสี่เหลี่ยมขนาด 12 x14 x 4 เซนติเมตร ผลลัพธ์จากการลงพื้นที่สำรวจแสดงให้เห็นว่า เพศหญิงให้ความสนใจ มากกว่าเพศชาย โดยมีเพศชายให้ความสนใจร้อยละ 4 จากผู้ให้ข้อมูลทั้งหมด 92 คน ส่วนเพศหญิงให้ความสนใจ 88 คน หรือร้อยละ 96 โดย ส่วนใหญ่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป รองลงมาคือช่วงอายุประมาณ 34-40 ปี และ 41-50 ปี ที่มีจำนวนผู้ที่ให้ความสนใจใกล้เคียงกัน ส่วนกลุ่มอยู่ในวัยเรียนหรือ ช่วงอายุประมาณ 15-20 ปี เพียงร้อยละ 1 เท่านั้น ดังนั้น สมมุติฐานที่กล่าวว่ากลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ของวิสาหกิจชุมชนฯ มีอายุประมาณ 41 ปีขึ้นไป นั้นอาจไม่เป็นความจริงนัก เนื่องจากกลุ่มช่วงอายุระหว่าง 21-40 ปี หรือกลุ่มวัยทำงาน จนถึงกลุ่มวัยกลางคนถึงร้อยละ 40 แต่กลุ่มใหญ่ก็ยังเป็นกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 41-50 ปีขึ้นไป ส่วนกลุ่มที่หยุดมองเฉยๆ ณ ช่วงเวลาหนึ่ง มีจำนวน 33 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 36 ซึ่งอาจคิดว่าสินค้ามีความน่าสนใจ เพียงแต่อาจไม่ใช่รูปแบบ สี ขนาด หรือฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้บริโภคต้องการการทดสอบสมรรถนะเครื่องมะขามเปียกอัดก้อน

4.2 ขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ การทดลองในการอัดขึ้นรูป

4.2.1 การคัดเลือกกลุ่มประชากร

จากการให้ข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ทางกลุ่มมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย แต่ด้วยรูปแบบที่เหมือนเดิม จึงพยายามสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ แต่ยังไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากนัก ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ผู้ที่ให้ความสนใจ คือกลุ่มวัยกลางคน จนถึงผู้สูงอายุ กลุ่มผู้บริโภคอายุน้อยไม่ค่อยให้ความสนใจ งานวิจัยชิ้นนี้จึงเน้นไปที่ความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งเป็นกลุ่มวัยทำงาน จนไปถึงผู้สูงอายุ ที่ชื่นชอบในการปรุงอาหารเองมากกว่าการซื้อจากด้านนอกเข้ามารับประทาน โดยมะขามเปียวอัดก้อนที่เลือกร้อยละ 80 จะเลือกมะขามเปียวอัดก้อนกล่องเล็ก ที่สามารถใช้ง่ายมากกว่ากล่องใหญ่ที่มีราคาถูกลงกว่า โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มักจะพบว่ามะขามก้อนเล็กสามารถใช้สะดวกและรวดเร็วกว่า



รูปที่ 4-1 รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทน

4.2.2 การกำหนดขอบเขตคำแสดงความรู้สึก (Span the Semantic Space)

การคัดเลือกกลุ่มความรู้สึก ผู้วิจัยได้รวบรวมคำค้นไขจากการค้นคว้า จากอินเทอร์เน็ต วาสาร ห้างสรรพสินค้า และแหล่งการค้าแหล่งต่างๆ ที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งลักษณะผลิตภัณฑ์ได้ค้นเซที่เกี่ยวข้องมาทั้งหมด 22 คู่ทั้งในด้านลบและบวก หรือ 44 คำจากทั้งหมด

ตารางที่ 4-1 การค้นหาคำค้นเซด้วย IOC

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

ตารางที่ 4-2 การกำหนดขอบเขตคำแสดงความรู้สึก

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

ลำดับ	Main Word	Kansei said positive	Kansei said negative
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 4-3 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 (ดูเป็นของพื้น ถิ่น)	Look different (ดูแตกต่าง)	Compact (กะทัดรัด)	Reliable (น่าเชื่อถือ)	Complex (ซับซ้อน)
Clean (ดูสะอาด)	Sleek (มันเงา)	Traditional (ประเพณีนิยม)	Eye catching (สะดุดตา)			Minimalist (น้อยชิ้น)
Fresh (สดใหม่ดู/สด ชื่น)	Rough (ขรุขระ)					
	Matte (ผิวด้าน)					

จากนั้นคณะผู้วิจัยได้รวบรวมค่าแสดงความรู้สึกเบื้องต้นได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม ซึ่งจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบยังพบว่ายังมีจำนวนการจำแนกกลุ่มการออกแบบที่มากจนเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการคัดเลือกอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 15 ท่าน จากวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า มีค่าแสดงความรู้สึกที่มีค่า IOC มากกว่าที่สุดทั้งหมด 4 กลุ่มเท่านั้น โดยใช้แบบสอบถามแทนการสอบถามผู้เชี่ยวชาญถึงความเกี่ยวข้องของกลุ่มคำค้นเชื่อว่ากลุ่มไหนมีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อน ซึ่งผลลัพธ์จากแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า มีกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามอัดก้อนมากที่สุดทั้งหมด 4 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มคำค้นเซ Texture Interesting Size และ Information ดังที่แสดงผลลัพธ์ไว้ในตารางที่ 4-3 กลุ่มคำทั้ง 4 กลุ่มจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ร่วมกับคุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4-4 ผลลัพธ์กลุ่มคำที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

กลุ่มคำค้นเซ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
Colored packaging	0.53
Texture	0.73
Patterned	0.53
Interesting	0.80
Size	0.73
Information	0.87
Use	0.27

4.2.3 การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Span the Space of Properties)

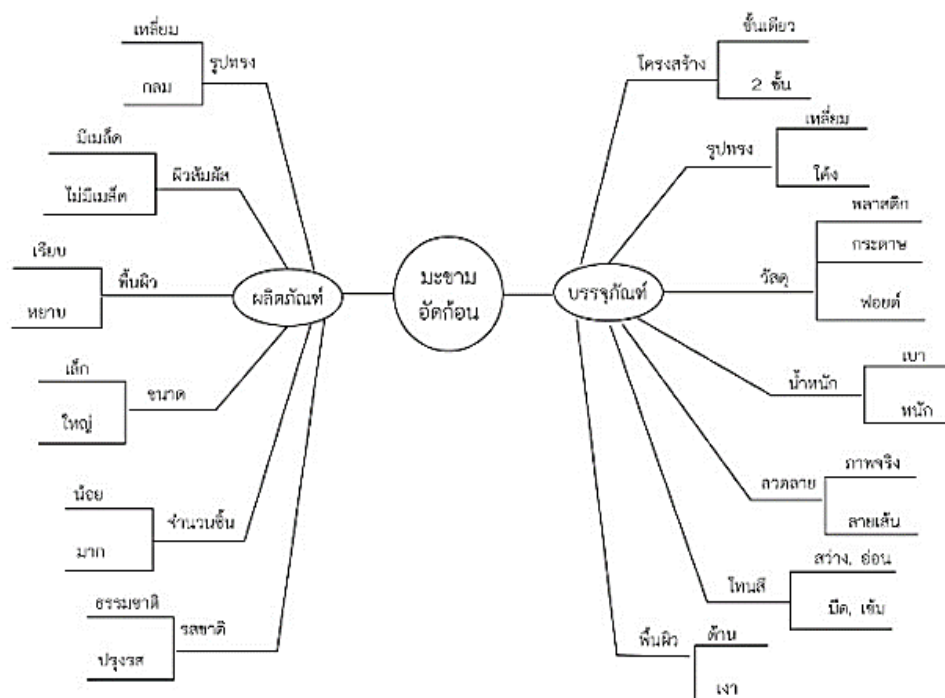
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากนิตยสารหรือนิตยสารที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่เพื่อระบุคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Properties) จากนั้นใช้วิศวกรรมคันเซสกัต คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคที่ส่งผลไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยออกแบบคร่าวๆ จากข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามให้กลุ่มเป้าหมายและผู้ประกอบการได้มองเห็นภาพ ก่อนร่วมกันระดมสมองเพื่อกำหนดการกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่



รูปที่ 4-2 ตัวอย่างรูปลักษณะการออกแบบจากข้อมูลที่รวบรวมได้เบื้องต้น



รูปที่ 4-3 ตัวอย่างรูปลักษณะการออกแบบจากผู้ประกอบการที่อยู่ในท้องตลาด



รูปที่ 4-4 คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4-5 แสดงวิธีการคัดเลือกคำคุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ด้วย Semantic Differential (SD) Scale

หมวดคำแสดงคุณลักษณะ : รูปร่าง								
Not at all	-1	-2	-3	0	1	2	3	Very much

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการรวบรวม คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ ในส่วนต่างๆ ประกอบด้วย หมวดผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ รวบรวมคุณลักษณะหลักของผลิตภัณฑ์ตัวแทนได้จำนวนทั้งหมด 13 หมวด และมีคุณลักษณะย่อยของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 27 คำ ซึ่งคุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ ทั้ง 13 หมวด 27 คำ และเนื่องจากเป็นคำที่คัดกรองมาเบื้องต้นจึงต้องการความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการ Semantic Differential (SD) Scale ทั้ง 7 ระดับในการหาความสำคัญของคุณลักษณะเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4-6 การคัดเลือกลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 ท่าน

ลำดับ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	รูปทรง		ผิวสัมผัส		พื้นผิว		ขนาด		จำนวนชิ้น		รสชาติ	
		เหลี่ยม	กลม	มีเมล็ด	ไม่มีเมล็ด	เรียบ	หยาบ	ชิ้นเล็ก	ชิ้นใหญ่	น้อย	มาก	ปรุงรส	ธรรมชาติ
1			✓	✓			✓	✓			✓		✓
2		✓			✓		✓		✓	✓			✓
3		✓			✓	✓		✓			✓	✓	
4		✓			✓		✓		✓	✓		✓	
5		✓			✓	✓			✓	✓		✓	

ลำดับ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	รูปทรง		ผิวสัมผัส		พื้นผิว		ขนาด		จำนวนชิ้น		รสชาติ	
		เหลี่ยม	กลม	มีเมล็ด	ไม่มีเมล็ด	เรียบ	หยาก	ชิ้นเล็ก	ชิ้นใหญ่	น้อย	มาก	ปรุงรส	ธรรมชาติ
6		✓		✓			✓		✓	✓			✓
7		✓		✓			✓		✓	✓		✓	
8		✓			✓		✓		✓	✓			✓
9			✓	✓			✓		✓	✓			✓
10		✓			✓	✓					✓	✓	

คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรูปแบบผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนทั้งหมดที่ได้รับความนิยมจากอินเทอร์เน็ต นิตยสาร และสื่อประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ ทั้งหมด 10 รูปแบบ ที่นำมาเปรียบเทียบกันที่สามารถนำมาใช้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณลักษณะผลิตภัณฑ์และคำแสดงความรู้สึก ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์ของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร, (2550) และลดทลายผลิตภัณฑ์ของ สิทธิศักดิ์ รัชศรีสวัสดิ์กุล, (2559) เพื่อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 รูปแบบจำนวน 6 หมวด ที่ได้รับคัดเลือกจาก Semantic Differential (SD) Scale ประกอบด้วย ขนาด (X_1) รูปทรง (X_2) ผิวสัมผัส (X_3) พื้นผิว (X_4) ขนาด (X_5) จำนวนชิ้น (X_6) และรสชาติ (X_7)

X_{11} = เหลี่ยม	X_{51} = น้อย
X_{12} = กลม	X_{52} = มาก
X_{21} = มีเมล็ด	X_{61} = ปُرุงรส
X_{22} = ไม่มีเมล็ด	X_{62} = ธรรมชาติ
X_{31} = เรียบ	
X_{32} = หยาบ	
X_{41} = ขึ้นเล็ก	
X_{42} = ขึ้นใหญ่	

ตารางที่ 4-7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Partial Correlation Coefficient : PCC)

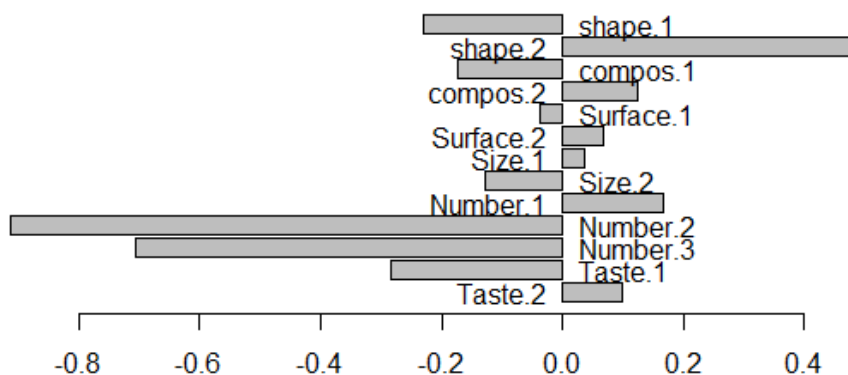
รูปแบบ	คำค้นเซ	MCC ²	รูปทรง	ส่วนประกอบ	พื้นผิว	ขนาด	จำนวนชิ้น	รสชาติ
1	Tex	32.88	0.137	0.341	0.136	0.180	0.078	0.370
	Inter	22.47	0.000	0.074	0.367	0.208	0.249	0.333
	Size	39.27	0.207	0.385	0.242	0.023	0.390	0.508
	infor	23.28	0.123	0.398	0.063	0.110	0.198	0.342
2	Tex	23.45	0.146	0.180	0.303	0.314	0.148	0.356
	Inter	26.12	0.294	0.012	0.117	0.122	0.210	0.222
	Size	9.78	0.112	0.019	0.013	0.043	0.211	0.187
	infor	40.10	0.277	0.414	0.245	0.444	0.067	0.037
3	Tex	8.18	0.067	0.246	0.058	0.056	0.071	0.118
	Inter	21.50	0.183	0.073	0.189	0.315	0.156	0.152
	Size	7.89	0.046	0.026	0.177	0.208	0.207	0.007
	infor	4.46	0.018	0.011	0.072	0.412	0.123	0.014
4	Tex	16.57	0.099	0.120	0.069	0.167	0.335	0.207
	Inter	10.93	0.228	0.077	0.216	0.016	0.106	0.092

รูปแบบ	ค่าคั่นเซ	MCC ²	รูปทรง	ส่วนประกอบ	พื้นผิว	ขนาด	จำนวนชิ้น	รสชาติ
	Size	18.40	0.147	0.208	0.262	0.171	0.263	0.099
	infor	14.07	0.041	0.021	0.183	0.152	0.123	0.263
5	Tex	10.62	0.017	0.208	0.023	0.078	0.018	0.273
	Inter	24.17	0.325	0.201	0.266	0.327	0.446	0.275
	Size	27.79	0.335	0.143	0.041	0.060	0.357	0.158
	infor	11.76	0.176	0.010	0.135	0.166	0.132	0.198

จากการสำรวจกลุ่มเป้าหมายที่มีความเกี่ยวข้องกับการประกอบอาหาร และผู้ประกอบการร้านอาหาร จำนวน 30 คน โดยมีระดับการประเมินความเห็นด้วยทั้งหมด 5 ระดับ คือ 1-5 ผลลัพธ์จากแบบสอบถามจะถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ (Square Multiple Correlation Coefficient: Mcc²) หรือ ค่า R² ในสมการถดถอย (Regression Model) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กำลังสองระหว่างคุณลักษณะผลิตภัณฑ์และกลุ่มค่าแสดงความรู้สึก ซึ่งถ้าค่า Mcc² ยิ่งมาก นั้นหมายถึงความสามารถที่ตัวแปรสามารถอธิบายความเชื่อมั่นว่าสินค้าจะเป็นที่นิยมในกลุ่มเป้าหมายทั้งในทางลบและทางบวก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือผู้คนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์มีความน่าเชื่อถือและสามารถให้กับที่จะนำไปใช้ในเป็นแนวทางในการออกแบบได้เป็นอย่างดี ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากสมการถดถอย ในตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่มีค่า Mcc² มากที่สุดคือ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์ที่มีความสอดคล้องด้านความต้องการของผู้บริโภคไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่า Mcc² สูงที่สุดอยู่ที่ 40.10 ในผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 2 แต่อย่างไรก็ตาม ถึงค่า Mcc² จะสูงแต่ก็ยังไม่สามารถบอกได้ว่าความคิดเห็นจะมีความสอดคล้องกันไปในทิศทางบวกหรือไม่ดังนั้นจึงต้องมีการ ค้นหาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณประเภท 1 ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ในวิธีการวิศวกรรมคั่นเซ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้สำหรับกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในงานวิจัยขั้นนี้ของการค้นหาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ก่อนนำรูปแบบและสร้างเป็นโมเดลต้นแบบเพื่อนำไปเผยแพร่ให้กับผู้ประกอบการเพื่อใช้พิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ต่อไป

ตารางที่ 4-8 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ย่อย Category Score (CS)

รูปแบบ	คำค้น	รูปทรง		ส่วนประกอบ		พื้นผิว		ขนาด		จำนวนชิ้น		รสชาติ	
		X ₁₁	X ₁₂	X ₂₁	X ₂₂	X ₃₁	X ₃₂	X ₄₁	X ₄₂	X ₅₁	X ₅₂	X ₆₁	X ₆₂
1	Tex	-0.15	0.05	0.06	-0.88	0.07	-0.10	0.06	-0.23	-0.06	0.03	-0.21	0.33
	Inter	0.00	0.00	0.02	-0.13	-0.47	0.26	0.13	-0.21	-0.17	0.32	-0.29	0.41
	Size	-0.25	0.14	0.14	-0.97	0.19	-0.27	0.02	-0.02	-0.33	0.60	-0.51	0.54
	infor	0.10	-0.06	0.11	-0.79	-0.04	0.05	0.05	-0.08	0.16	-0.11	-0.21	0.29
2	Tex	0.10	-0.09	-0.14	0.12	0.16	-0.26	0.04	-0.58	0.17	-0.07	-0.18	0.37
	Inter	-0.25	0.18	0.01	-0.01	0.05	-0.12	0.03	-0.23	-0.24	0.11	-0.21	0.18
	Size	-0.13	0.06	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	0.1	-0.27	0.11	-0.11	0.23
	infor	-0.20	0.16	0.30	-0.32	-0.13	0.24	0.14	-0.73	-0.05	0.03	-0.02	0.03
3	Tex	-0.07	0.05	0.31	-0.23	-0.04	0.07	-0.03	0.09	-0.10	0.04	0.10	-0.12
	Inter	-0.19	0.13	0.09	-0.08	0.14	-0.31	0.14	-0.59	-0.26	0.07	-0.14	0.13
	Size	0.04	-0.04	0.03	-0.03	0.22	-0.24	0.06	-0.69	-0.32	0.13	0.00	0.00
	infor	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.06	-0.09	0.15	-0.83	-0.15	0.09	0.01	-0.01
4	Tex	-0.08	0.1	-0.2	0.07	-0.05	0.09	0.06	-0.02	0.54	-0.22	0.16	-0.25
	Inter	-0.20	0.22	0.12	-0.06	-0.20	0.24	0.00	0.02	0.15	-0.06	-0.07	0.12
	Size	-0.14	0.13	-0.30	0.16	-0.23	0.24	0.00	0.15	0.34	-0.22	0.07	-0.12
	infor	-0.03	0.02	-0.02	0.01	-0.13	0.16	-0.08	0.09	0.18	-0.06	-0.17	0.31
5	Tex	0.00	0.02	-0.17	0.32	-0.01	0.03	0.02	-0.22	0.02	-0.01	-0.48	0.16
	Inter	-0.19	0.40	-0.18	0.13	-0.20	0.24	0.16	-0.55	0.04	-1.2	-0.33	0.13
	Size	-0.23	0.48	-0.17	0.12	-0.03	0.06	0.03	-0.12	0.16	-0.91	-0.28	0.98
	infor	-0.09	0.40	0.01	0.00	-0.14	0.17	0.09	-0.31	0.06	-0.32	-0.19	0.18



รูปที่ 4-5 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงค่าคุณลักษณะย่อยที่ส่งผลต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 4-9 สรุปคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทนตามความต้องการของผู้บริโภค

รูปแบบ	คำ ค้นเซ	รูปทรง		ส่วนประกอบ		พื้นผิว		ขนาด		จำนวนชิ้น		รสชาติ	
		x1	X2	X1	X2	X1	X2	X1	X2	X1	X2	X1	X2
1	Tex		✓	✓		✓		✓			✓		✓
	Inter	✓	✓	✓			✓	✓			✓		✓
	Size		✓	✓		✓		✓			✓		✓
	infor	✓		✓			✓	✓		✓			✓
2	Tex	✓	✓		✓	✓		✓		✓			✓
	Inter		✓	✓		✓		✓			✓		✓
	Size		✓	✓			✓		✓		✓		✓
	infor		✓	✓			✓	✓			✓		✓
3	Tex		✓	✓			✓		✓	✓		✓	
	Inter		✓	✓		✓		✓		✓			✓
	Size	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
	infor	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
4	Tex		✓		✓		✓	✓		✓		✓	
	Inter		✓	✓			✓		✓	✓			✓
	Size		✓		✓		✓		✓	✓		✓	
	infor		✓		✓		✓		✓	✓			✓
5	Tex		✓		✓		✓	✓		✓			✓
	Inter		✓		✓		✓	✓		✓			✓
	Size		✓		✓		✓	✓		✓			✓
	infor		✓		✓		✓	✓		✓			✓
รวม		5	17	12	8	7	13	15	5	14	6	5	15

4.2.4 ผลลัพธ์จากการพิจารณาเพื่อค้นหาคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบย่อย

ในการกำหนดคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบย่อยๆ ทั้ง 6 ประการสามารถกำหนดโดยพิจารณาข้อมูล 3 องค์ประกอบหลักประกอบด้วย ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกและคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ แผนภูมิแสดงค่าคุณลักษณะย่อยดังรูปที่ 4-5 และตารางสรุปคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทนตามความต้องการของผู้บริโภคในตารางที่ 4-7 ซึ่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

4.2.4.1 ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ 1 กลุ่มเป้าหมายเห็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยต้องการให้ผลิตภัณฑ์ มีรสชาติที่เป็นธรรมชาติไม่มีการปรุงแต่ง และเห็นตรงกันว่าหากนำเมล็ดออกอาจส่งผลกระทบต่อตัวผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ไม่ควรมีขนาดใหญ่

4.2.4.2 ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ 2 ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายมีความสัมพันธ์ที่ไม่ค่อยชัดเจน ในองค์ประกอบหลักทั้ง 5 ประการ ซึ่งมีเพียงประการเดียวที่ค่อนข้างมีความชัดเจนคือ ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่เป็นธรรมชาติไม่มีการปรุงแต่ง เช่นเดียวกันกับในรูปแบบที่ 1

4.2.4.3 ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ 3 มีประการที่กลุ่มเป้าหมายเล็งเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ผลิตภัณฑ์ไม่ควรมีเมล็ดด้านใน ส่วนที่กลุ่มเป้าหมายเล็งเห็นว่า คุณสมบัติที่จะส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์มี 2 ประการคือ การสร้างผิวสัมผัสแบบหยาบ และไม่ควรกำหนดให้มีขนาดใหญ่

4.2.4.4 ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ 4 มีประการที่กลุ่มเป้าหมายเล็งเห็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ผลิตภัณฑ์ไม่ควรมีเมล็ดด้านใน ส่วนที่กลุ่มเป้าหมายเล็งเห็นว่า คุณสมบัติที่จะส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์มี 2 ประการคือ การสร้างผิวสัมผัสแบบหยาบ และไม่ควรกำหนดให้มีขนาดใหญ่

4.2.4.5 ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ 4 มีประการที่กลุ่มเป้าหมายเล็งเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือการกำหนดให้รูปร่างของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นทรงเหลี่ยม ใช้พื้นผิวที่มีลักษณะหยาบ และมีจำนวนชิ้นที่น้อย

4.2.4.6 สุดท้าย ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวแทนที่ 5 ประการที่กลุ่มเป้าหมายเล็งเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือการกำหนดให้รูปร่างของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นทรงเหลี่ยม ไม่ต้องการให้มีเมล็ด สามารถให้พื้นผิวมีลักษณะที่หยาบ และเน้นให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่เป็นธรรมชาติไม่มีการปรุงแต่ง



รูปที่ 4-6 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มไร่บุญคง



รูปที่ 4-7 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเพรชน้ำพุ



รูปที่ 4-8 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์คุณลักษณะสำคัญของตัวแทนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มไร่ชนิกา

จะเห็นได้ว่ารูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะมีความต้องการกำหนดคุณลักษณะสำคัญหลักของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบย่อยๆ ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำความต้องการทั้งหมดเพื่อกำหนดให้เป็นคุณลักษณะหลักของตัวผลิตภัณฑ์ภาพรวมโดยใช้ ข้อมูลสรุปจาก ตารางกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวแทนตามความต้องการของผู้บริโภคที่ 4-7 เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนรูปแบบใหม่ให้แก่ กลุ่มผู้แปรรวมจำนวน 3 กลุ่ม เพื่อให้ตรงกับความต้องการ

ต้องการของผู้บริโภค โดยจากการสังเคราะห์ข้อมูลสามารถกำหนดผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังรูปที่ 4-6 – 4-8 ซึ่งรูปแบบทั้งหมดจะนำไปเป็นข้อมูลให้ผู้ประกอบการตัดสินใจในการกำหนดรูปแบบ ขนาด และ คุณลักษณะภายในของตัวผลิตภัณฑ์อีกครั้ง เช่น ผลลัพธ์ในประเด็นการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่เมิลด์ แต่ทางสถานประกอบการบางแห่งมีการผลิตให้ไม่มีเมิลด์ ดังนั้นทางสถานประกอบการสามารถกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ได้เองโดยไม่จำเป็นต้องอ้างอิงจากผลลัพธ์จากงานวิจัยก็ได้หากมีกลุ่มลูกค้าที่ชัดเจน อยู่แล้ว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การเก็บรักษามะขามเปียกไว้ได้นานเพื่อนำไปใช้ประกอบอาหารในที่ที่ห่างไกลจากแหล่งผลิต ผู้ประกอบการควรใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถหยุดหรือลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารที่บรรจุได้ ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำนั้นควรมีความสำคัญยิ่ง ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ปัญหาของผู้ประกอบการคือใช้ระยะเวลาการขนส่งสินค้าประมาณ 1 เดือน กว่าที่จะถึงมือผู้บริโภค ส่งผลให้คุณภาพของสินค้าลดลง รวมถึงบรรจุภัณฑ์ควรระบุรายละเอียดสินค้า ชื่อ วิธีการใช้งานรวมถึง วันหมดอายุ ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้กับมะขามเปรี้ยวบดอัดแท่งและมะขามเปียกอัดก้อน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลดอัตราการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ และสามารถป้องกันเชื้อโรค การซึมผ่านของออกซิเจน กลิ่น รสชาติ และปกป้องจากแสงแดด จากภายนอกได้ รวมถึงการระบุรายละเอียดสินค้าไว้บนบรรจุภัณฑ์ ตามมาตรฐาน

รูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะมีความต้องการกำหนดคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบย่อยๆ ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำความต้องการทั้งหมดเพื่อกำหนดให้เป็นคุณลักษณะหลักของตัวผลิตภัณฑ์ภาพรวมโดยใช้ ข้อมูลสรุปจาก วิธีการวิศวกรรมค้นหาคำเพื่อกำหนดตัวแทนตามความต้องการของผู้บริโภค เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนรูปแบบใหม่ให้แก่ กลุ่มผู้แปรรูปมะขามจำนวน 3 กลุ่ม ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยสามารถสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดให้เป็นรูปแบบในภาพรวม โดยสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะกลม มีเมล็ด พื้นผิวมีลักษณะที่หยาบ แต่ละชิ้นควรมีขนาดเล็ก จำนวนชิ้นในแต่ละหน่วยไม่ควรมีมากนัก เพื่อป้องกันไม่ให้กล่องมีขนาดใหญ่ และสุดท้าย รสชาติไม่ควรมีการปรุงแต่ง ควรเป็นรสชาติที่เป็นธรรมชาติเดิมของมะขามเปรี้ยวเพื่อไม่ให้รสชาติของอาหารผิดเพี้ยนไป ซึ่งรูปแบบทั้งหมดจะนำไปเป็นข้อมูลให้ผู้ประกอบการตัดสินใจในการกำหนดรูปแบบ ขนาด และคุณลักษณะภายในของตัวผลิตภัณฑ์อีกครั้ง เช่น ผลลัพธ์ในประเด็นการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีเมล็ด แต่ทางสถานประกอบการบางแห่งมีการผลิตให้ไม่มีเมล็ด รวมถึงรูปร่างที่เป็นวงกลมนั้นนำมาซึ่งปัญหาการบรรจุ

และเศษเหลือจากการอัด และต้องสร้างบล็อกการอัดใหม่ ดังนั้นทางสถานประกอบจึงไม่พร้อมในการผลิตตามคุณสมบัติตามความต้องการของผู้บริโภคทั้งหมดจนกว่าจะสามารถสร้างสายการผลิตใหม่ในอนาคต

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

5.2.1 เวลาในการทดสอบลักษณะของผลิตภัณฑ์มีเวลาไม่มากนัก เนื่องจากต้องทิ้งไว้เป็นระยะเวลาเวลานานเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

5.2.2 มีสารเคมีหลายชนิดที่มาช่วยลดการสูญเสียนอกจากบรรจุภัณฑ์ที่ยังไม่ได้นำมาพิจารณา

5.2.3 สายการผลิตของผู้ประกอบการยังไม่สามารถตอบโจทย์การผลิตตามความต้องการของผู้บริโภคได้ทั้งหมด

5.3 แนวทางในการพัฒนา

เนื่องจากบรรจุภัณฑ์มะขามเปียก มีบางส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้มีประสิทธิภาพ ในการทำงานที่เพิ่มขึ้น โดยคณะผู้ศึกษาจึงได้เสนอแนวทางไว้ดังนี้

5.3.1 จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ข้อคำถามจำนวนมากจำเป็นต้องใช้เวลานานในการให้ข้อมูล ผู้ให้ข้อมูลอาจเกิดความเมื่อยล้าในระหว่างการตอบแบบสอบถาม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเที่ยงตรงของผลลัพธ์ ดังนั้นขั้นตอนการกำหนดขอบเขตคุณลักษณะให้ชัดเจนจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก นักวิจัยจึงควรหาวิธีการในการคัดกรอง คุณลักษณะและรูปแบบที่ไม่มีความสำคัญออกให้มากที่สุด ซึ่งอาจจะใช้วิธีการระดมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ วิธีการทางสถิติ การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine learning) หรือเมตาฮีริสติกส์ (Metaheuristic) ในขั้นตอนการลดจำนวนรูปแบบหรือคุณลักษณะที่ไม่สำคัญเหล่านั้นลง นอกจากจะสามารถลดความซับซ้อนและความซับซ้อนในการดำเนินงานวิจัยแล้ว ยังสามารถลดเวลาการตอบแบบสอบถามของผู้ให้ข้อมูลอีกด้วย

5.3.2 หากสังเกตค่า Mcc2 ที่ได้จากผลลัพธ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่ายังมีค่าไม่มากนัก ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถของตัวแปรในการอธิบายความเชื่อมั่นว่าผลิตภัณฑ์ตัวแทนจะเป็นที่นิยมในกลุ่มเป้าหมายทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ สาเหตุเกิดจากข้อมูลความคิดเห็นที่แตกต่างของกลุ่มเป้าหมายจำนวนมาก ดังนั้นในการเก็บผลสำรวจใคร่ครวญหน้าควรมีการระบุเงื่อนไขในการแบ่งกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น เพศ อาชีพ และระดับรายได้ เป็นต้น อีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ คือ การกำหนดขอบเขตและการคัดเลือกหมวดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ควรได้รับการคัดกรองอีกครั้งโดยกลุ่มเป้าหมายเอง ซึ่งอาจทำให้ผลลัพธ์จากการสำรวจความคิดเห็นที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้นักวิจัยสามารถตัดสินใจในการนำผลลัพธ์ไปใช้ได้ดียิ่งขึ้น

5.3.3 หากนำสารเคมีมาช่วยในการรักษาคุณภาพของเนื้อมะขามจะทำให้งานวิจัยมีมิติที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- Insawang S., & Insawang, K.,(2015) The Study Guidelines for Developing a Network of Community-based . Western University Research Journal of Humanities and Social Science, 1(1), 81-59.
- Panadda, P. (2017) the Study of the Managerial Development of Community Enterprise in Kalasin Province. Journal of the Way Human Society, 5(1), 191-206.
- Department of Agricultural Extension. (2560). Summary Report of Community Enterprise Businesses. Retrieved January 20th, 2020, from https://www.m-society.go.th/ewt_news.php?nid=18750
- Ministry of Tourism & Sports. (2560). Summary Report of Tourism Statistics 2017. Retrieved November 16th, 2018, from <https://www.mots.go.th/>
- Tchiarakul, T.(2014).The Problems and the Adaptation of OTOP to AEC. Executive Journal, 34(1), 177-191.
- Imruang,.N.& Mongkolsrisawas, S.,(2008). Potential Development of Community Enterprise of Wailum Village. Local Administration Journal ,4(2),1-15
- Sasipen, P.(2006). Integrated research to develop and increase competitiveness for exports of the sesame oil producer community in Mae Hong Son province.Chiang Mai University Journal of Economics, 10 (1), 1-27
- Wonganuprungkul, P.(2009).Guidelines for Marketing Development of Community Enterprise: A Case Study of Watchanpattana Housewives' Group, Muang District, Phitsanulok Province. A Degree of Master of Art Field in Development Strategy. .Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok
- 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.
- Pimapunsri, 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*. 1rd ed. Boca Raton, FL : CRC Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คำกำหนดความรู้สึ

ตาราง คำแสดงความรู้สึก

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

ลำดับ	Main Word	Kansei said positive	Kansei said negative
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)

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามงานวิจัย: การประยุกต์วิศวกรรมคั่นเซ
เพื่อการประเมินการรับรู้ของผู้บริโภค

แบบสอบถามงานวิจัย: การประยุกต์วิศวกรรมเคมีเพื่อการประเมินการรับรู้ของผู้บริโภคต่อแบบ
บรรจุภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อน จุดประสงค์แบบสอบถาม

แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ เสื้อผ้า โดยมีรูปภาพตัวแทนผลิตภัณฑ์
ประกอบการประเมินผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ แบบสอบถามนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2
คำอธิบาย คำคุณศัพท์แสดงความรู้สึก (คำค้นห) และส่วนที่ 3 การประเมินให้คะแนนตัวแทนผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็น ประโยชน์ต่อการรวบรวมข้อมูล
ถูกต้อง ขอความกรุณาท่านกรอกแบบสอบถามทุกข้อและทุกส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. การศึกษา

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี

☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี

3. อาชีพ

☐ นักออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์

☐ ผู้ประกอบการ

☐ ผู้บริโภค

☐ อื่นๆ

4. ประสบการณ์

☐ 0-2 ปี

☐ 3-5 ปี

☐ 6-10 ปี

☐ มากกว่า 10 ปี

ภาคผนวก ค

ผลลัพธ์จากการสำรวจและค่า Partial Correlation Coefficient : PCC
และค่า Category Score (CS)



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 1 (Texture)

Category Score (CS)

```
[1] "shape"    "compos"  "Surface" "Size"      "Number"  "Taste"
      category score
shape.1          -0.15354
shape.2           0.05340
compos.1          0.06102
compos.2         -0.88481
Surface.1         0.07445
Surface.2        -0.10308
Size.1            0.06716
Size.2           -0.23027
Number.1         -0.06849
Number.2          0.03767
Taste.1          -0.21357
Taste.2           0.33815
  constant term      3.48387
> summary(a)
$coefficients
      category score
shape.1          -0.153539
shape.2           0.053405
compos.1          0.061021
compos.2         -0.884812
Surface.1         0.074448
Surface.2        -0.103082
Size.1            0.067163
Size.2           -0.230273
Number.1         -0.068493
Number.2          0.037671
Taste.1          -0.213567
Taste.2           0.338148
  constant term      3.483871
```

Partial Correlation Coefficient : PCC

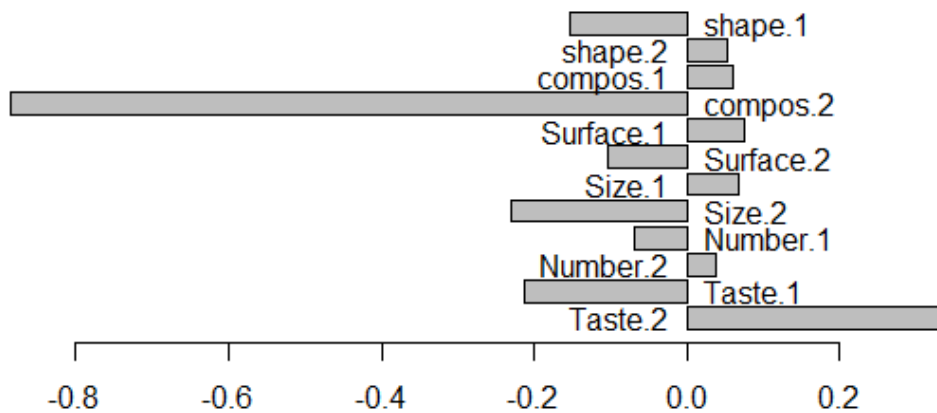
	shape	compos	Surface	Size	Number	Taste
y						
shape	1.000000	0.145201	-0.2024102	0.210445	0.024851	0.0146469
182321						0.

```

compos    0.145201  1.000000  0.0429189 0.172219  0.079674 -0.0608719 0.
341534
Surface   -0.202410  0.042919  1.0000000 0.010087  0.052889  0.0043294 0.
111499
Size      0.210445  0.172219  0.0100871 1.000000  0.083225  0.2708032 0.
345425
Number    0.024851  0.079674  0.0528886 0.083225  1.000000  -0.2411099 0.
028748
Taste     0.014647 -0.060872  0.0043294 0.270803 -0.241110  1.0000000 0.
367109
y         0.182321  0.341534  0.1114989 0.345425  0.028748  0.3671086 1.
000000

```

Category Score (CS)



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 1 (Interesting)

```

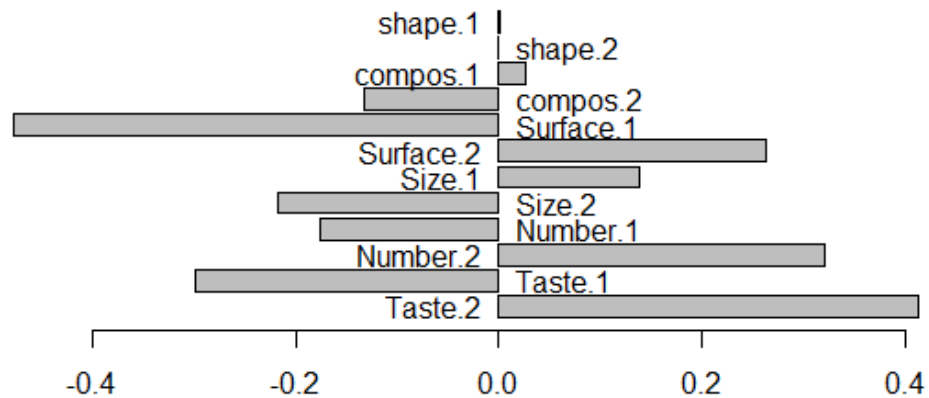
[1] "shape"  "compos" "surface" "size"    "number" "Taste"
      category score
shape.1          0.00059
shape.2         -0.00024
compos.1          0.02545
compos.2         -0.13234
Surface.1        -0.47698
Surface.2          0.26234
Size.1            0.13783
Size.2           -0.21824
Number.1          -0.17627
Number.2           0.32050
Taste.1           -0.29829
Taste.2            0.41301
constant term      3.58065

```

```

$r
      partial correlation coefficient    t Value P Value
shape          0.00047447 0.0023244 0.998165
compos          0.07443959 0.3656926 0.717798
surface         0.36792283 1.9384139 0.064421
size            0.20888123 1.0463871 0.305807
number          0.24911718 1.2601482 0.219731
Taste           0.33304867 1.7303870 0.096402

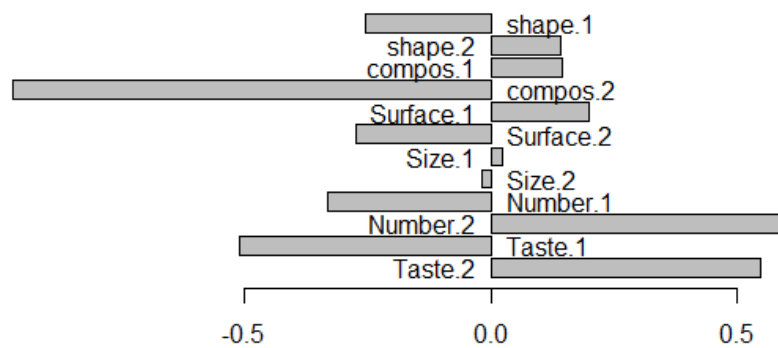
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 1 (Size)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
      category score
shape.1      -0.25499
shape.2       0.14025
compos.1       0.14379
compos.2     -0.97061
Surface.1      0.19853
Surface.2     -0.27488
Size.1         0.02184
Size.2        -0.02048
Number.1       -0.33262
Number.2       0.60476
Taste.1       -0.51192
Taste.2       0.54604
constant term  3.64516
$r
      shape compos Surface Size Number Taste
y
shape  1.000000  0.317887  0.052889 -0.091391 -0.2954545  0.043519  0
.2020627
compos  0.317887  1.000000  0.257908 -0.012423 -0.3178871 -0.012423  0
.3334551
Surface 0.052889  0.257908  1.000000  0.168790 -0.4627751  0.037978  0
.1510254
Size   -0.091391 -0.012423  0.168790  1.000000 -0.3133398  0.354167  0
.0826237
Number -0.295455 -0.317887 -0.462775 -0.313340  1.0000000 -0.313340 -0
.0063145
Taste  0.043519 -0.012423  0.037978  0.354167 -0.3133398  1.000000  0
.3949815
y      0.202063  0.333455  0.151025  0.082624 -0.0063145  0.394982  1
.0000000

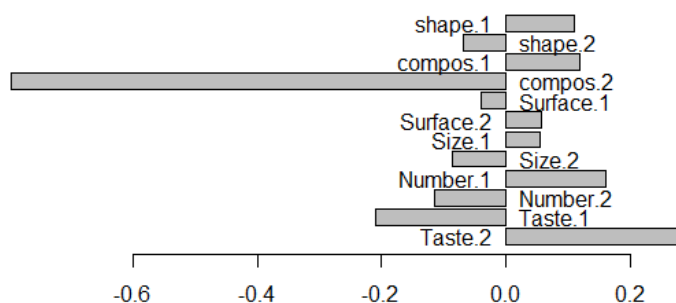
$partial
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 1 (Information)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
constant term 3.54839
> summary(a)
$coefficients
category score
shape.1 0.109662
shape.2 -0.069260
compos.1 0.118009
compos.2 -0.796560
Surface.1 -0.040814
Surface.2 0.056512
Size.1 0.054533
Size.2 -0.086344
Number.1 0.160231
Number.2 -0.115722
Taste.1 -0.210626
Taste.2 0.291635
constant term 3.548387
.000000

$partial
partial correlation coefficient t Value P Value
shape 0.123309 0.60873 0.548421
compos 0.398161 2.12640 0.043951
Surface 0.063745 0.31292 0.757044
Size 0.110594 0.54514 0.590687
Number 0.198731 0.99339 0.330429
Taste 0.342487 1.78584 0.086769
```





รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 2 (Texture)

> summary(a)

\$coefficients

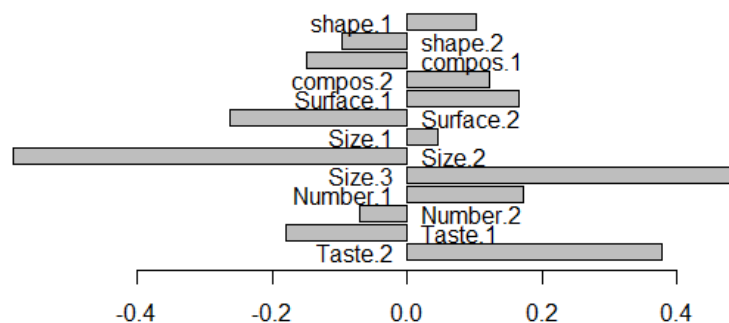
	category score
shape.1	0.102328
shape.2	-0.095933
compos.1	-0.148638
compos.2	0.122408
Surface.1	0.166388
Surface.2	-0.263448
Size.1	0.046615
Size.2	-0.584434
Size.3	0.494685
Number.1	0.173191
Number.2	-0.070851
Taste.1	-0.180023
Taste.2	0.378049
constant term	4.032258

\$r

\$partial

	partial correlation coefficient	t Value	P Value
shape	0.14622	0.72409	0.476012
compos	0.18086	0.90087	0.376609
Surface	0.30365	1.56129	0.131546
Size	0.31445	1.62277	0.117702
Number	0.14878	0.73705	0.468235
Taste	0.35670	1.87051	0.073657

> plot(a)

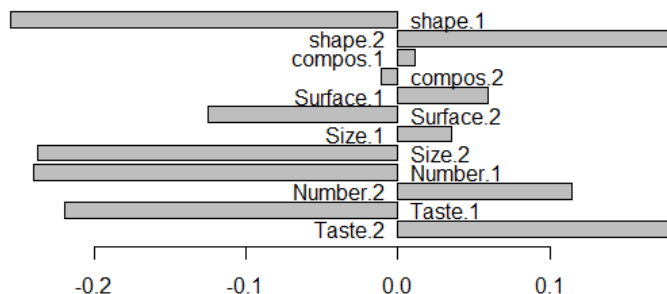


รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 2 (Interesting)

```
> summary(a)
$coefficients
              category score
shape.1      -0.255286
shape.2       0.184373
compos.1       0.011606
compos.2      -0.010881
Surface.1      0.059597
Surface.2     -0.125154
Size.1         0.035254
Size.2        -0.237964
Number.1       -0.240047
Number.2       0.114308
Taste.1        -0.219517
Taste.2        0.180779
  constant term    3.870968

$partial
      partial correlation coefficient  t value  P value
shape                0.29426  1.508364  0.14451
compos                0.01218  0.059676  0.95291
Surface              0.11727  0.578496  0.56832
Size                 0.12232  0.603788  0.55165
Number               0.21063  1.055556  0.30168
Taste                0.22245  1.117767  0.27473

attr(,"class")
[1] "qt1"
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 2 (Size)

```
$coefficients
              category score
shape.1      -0.1327618
shape.2       0.0632199
compos.1       0.0177452
compos.2      -0.0166362
Surface.1     -0.0079953
Surface.2      0.0145370
Size.1        -0.0114183
Size.2         0.1065709
Number.1       -0.2728937
```

```

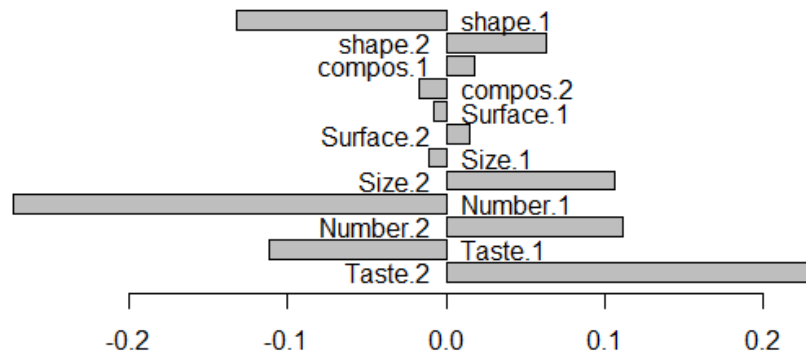
Number.2      0.1116383
Taste.1      -0.1114016
Taste.2      0.2339434
constant term 3.7741935

```

```

$r
$partial
partial correlation coefficient t value P value
shape      0.112618 0.555246 0.58386
compos     0.019760 0.096823 0.92367
Surface    0.013792 0.067575 0.94668
Size       0.043066 0.211176 0.83453
Number     0.211836 1.061881 0.29886
Taste     0.187022 0.932675 0.36028

```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 2 (Information)

```

[1] "shape" "compos" "surface" "Size" "Number" "Taste"
$coefficients

```

```

category score
shape.1      -0.203650
shape.2      0.167712
compos.1     0.306568
compos.2    -0.327005
Surface.1    -0.134130
Surface.2     0.243873
Size.1       0.140475
Size.2      -0.730470
Number.1     -0.056879
Number.2     0.035924
Taste.1     -0.022038
Taste.2     0.030514
constant term 3.838710

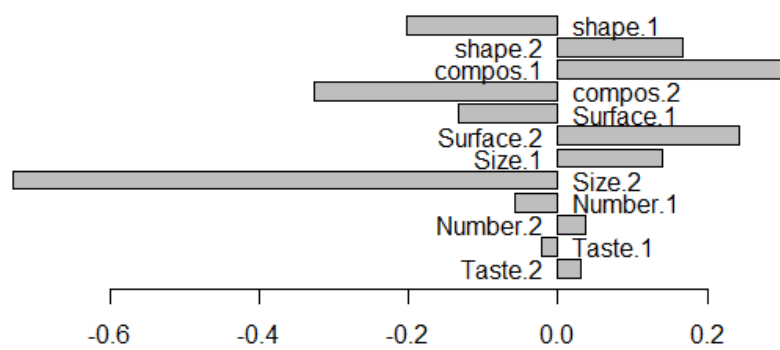
```

```

$partial
partial correlation coefficient t value P value
shape      0.277740 1.41636 0.169518
compos     0.414805 2.23332 0.035112
Surface    0.245631 1.24137 0.226464
Size       0.444181 2.42878 0.023010
Number     0.067275 0.33033 0.744021
Taste     0.037820 0.18541 0.854463

```

```
> plot(a)
```





รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 3 (Texture)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
```

```
> summary(a)
```

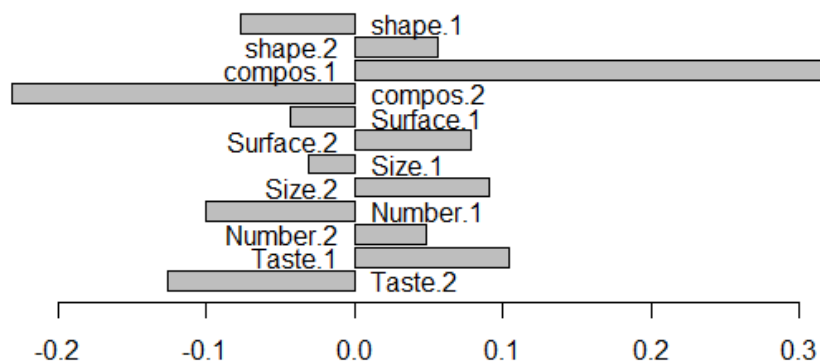
```
$coefficients
```

	category score
shape.1	-0.076982
shape.2	0.055598
compos.1	0.319916
compos.2	-0.231050
Surface.1	-0.043249
Surface.2	0.078635
Size.1	-0.031605
Size.2	0.090863
Number.1	-0.100227
Number.2	0.047727
Taste.1	0.103850
Taste.2	-0.126104
constant term	3.903226

```
$partial
```

	partial correlation coefficient	t Value	P Value
shape	0.067829	0.33306	0.74198
compos	0.246868	1.24803	0.22406
Surface	0.058340	0.28629	0.77711
Size	0.056304	0.27627	0.78470
Number	0.071688	0.35211	0.72783
Taste	0.118058	0.58244	0.56571

```
> plot(a)
```



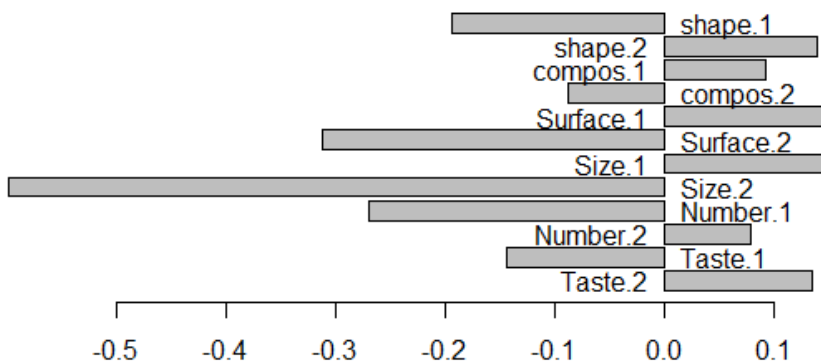
รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 3 (Interesting)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
> summary(a)
$coefficients
```

	category score
shape.1	-0.193293
shape.2	0.139600
compos.1	0.093005
compos.2	-0.087192
Surface.1	0.148808
Surface.2	-0.312497
Size.1	0.143504
Size.2	-0.597934
Number.1	-0.269770
Number.2	0.078683
Taste.1	-0.144056
Taste.2	0.135052
constant term	3.806452

```
$partial
partial correlation coefficient t value P value
shape 0.183640 0.91521 0.36919
compos 0.073705 0.36206 0.72047
Surface 0.189841 0.94725 0.35295
Size 0.315280 1.62755 0.11668
Number 0.156453 0.77602 0.44532
Taste 0.152390 0.75538 0.45737
```

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 3 (Size)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
constant term 3.80645
> summary(a)
$coefficients
```

	category score
shape.1	0.0490384
shape.2	-0.0403846
compos.1	0.0398828
compos.2	-0.0328447

```

Surface.1      0.2278803
Surface.2     -0.2430723
Size.1         0.0689285
Size.2        -0.6940865
Size.3         0.2211893
Number.1       -0.3297136
Number.2        0.1348828
Taste.1         0.0078493
Taste.2        -0.0083726
  constant term  3.8064516

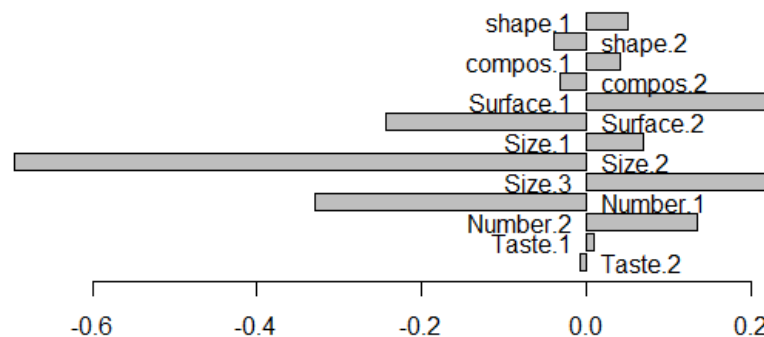
```

```

$partial
  partial correlation coefficient  t Value  P Value
shape                0.0461309  0.226235  0.82293
compos                0.0262184  0.128487  0.89883
Surface              0.1770638  0.881358  0.38687
Size                 0.2087871  1.045894  0.30603
Number               0.2071176  1.037154  0.31000
Taste                0.0071786  0.035169  0.97224

```

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 3 (Information)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
```

```
> summary(a)
```

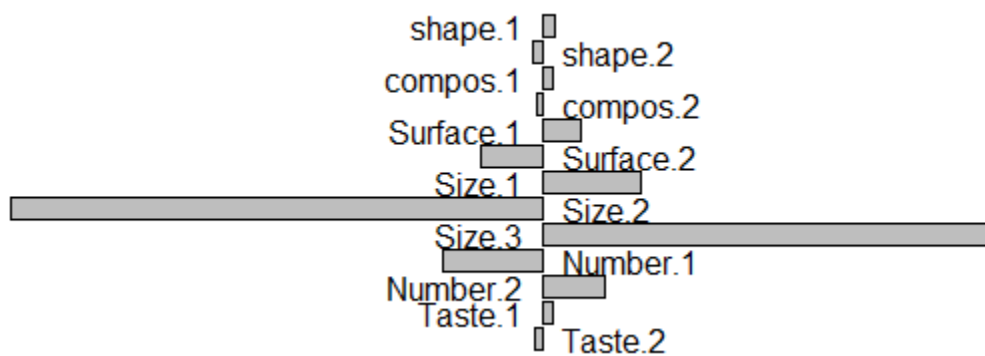
```

$coefficients
category score
shape.1      0.018154
shape.2     -0.014950
compos.1      0.014778
compos.2     -0.010673
Surface.1     0.061249
Surface.2    -0.096977
Size.1        0.156039
Size.2       -0.836677
Size.3        0.715582
Number.1     -0.155951
Number.2      0.098496
Taste.1       0.015547
Taste.2     -0.012803
  constant term  3.838710

```

```
$partial
partial correlation coefficient  t Value  P Value
shape                        0.018153 0.088946 0.929863
compos                       0.011607 0.056869 0.955121
Surface                      0.072989 0.358527 0.723084
Size                         0.412417 2.217817 0.036285
Number                       0.123039 0.607381 0.549303
Taste                        0.014034 0.068761 0.945750
```

```
> plot(a)
```





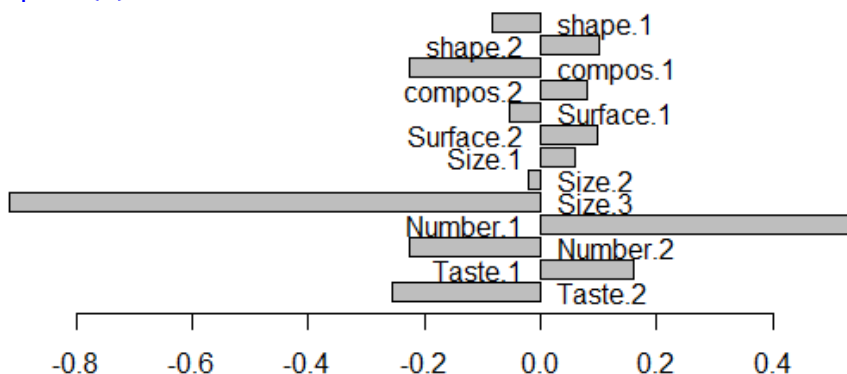
รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 4 (Texture)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
> summary(a)
$coefficients
```

	category score
shape.1	-0.082860
shape.2	0.100616
compos.1	-0.225891
compos.2	0.078571
Surface.1	-0.053421
Surface.2	0.097129
Size.1	0.060208
Size.2	-0.020919
Size.3	-0.913845
Number.1	0.549521
Number.2	-0.224804
Taste.1	0.161296
Taste.2	-0.255385
constant term	3.677419

```
$partial
partial correlation coefficient t Value P Value
shape 0.099905 0.49189 0.627265
compos 0.120437 0.59434 0.557843
Surface 0.069875 0.34316 0.734468
Size 0.167811 0.83393 0.412544
Number 0.335700 1.74590 0.093619
Taste 0.207827 1.04087 0.308310
```

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 4 (Interesting)

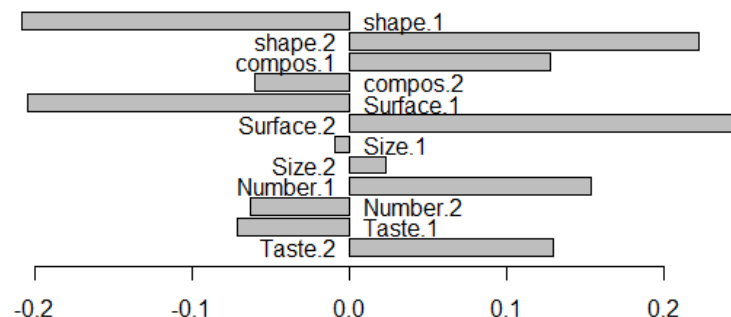
```
> summary(a)
$coefficients
```

	category score
shape.1	-0.2080993
shape.2	0.2219726
compos.1	0.1274264
compos.2	-0.0606792
Surface.1	-0.2041884
Surface.2	0.2479431
Size.1	-0.0094433
Size.2	0.0230836
Number.1	0.1533840
Number.2	-0.0627480
Taste.1	-0.0712727
Taste.2	0.1295867
constant term	3.6129032

```
$partial
```

	partial correlation coefficient	t Value	P Value
shape	0.228424	1.149433	0.26170
compos	0.077290	0.379777	0.70745
Surface	0.216242	1.085035	0.28869
Size	0.016889	0.082751	0.93474
Number	0.106724	0.525839	0.60383
Taste	0.092470	0.454956	0.65323

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 4 (Size)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
```

```
> summary(a)
```

```
$coefficients
```

	category score
shape.1	-0.1418728
shape.2	0.1330058
compos.1	-0.3014651
compos.2	0.1658058
Surface.1	-0.2307239
Surface.2	0.2461055
Size.1	-0.0029394

```

Size.2          0.1580102
Size.3         -0.5207021
Number.1        0.3497369
Number.2       -0.2208865
Taste.1         0.0776434
Taste.2       -0.1229353
  constant term  3.5806452

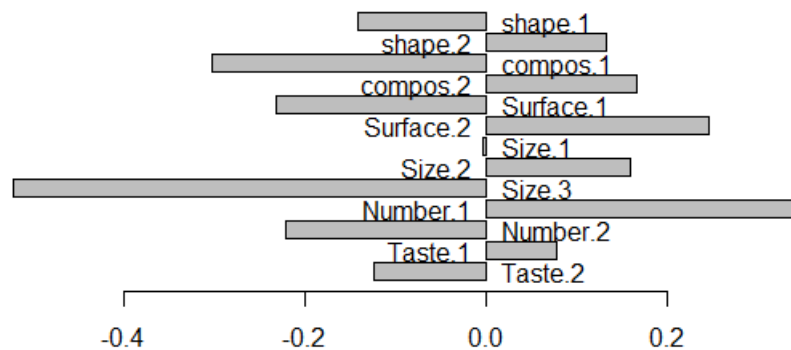
```

```
$r
```

```
$partial
```

	partial correlation coefficient	t value	P value
shape	0.147329	0.72972	0.47262
compos	0.208634	1.04509	0.30639
Surface	0.262448	1.33244	0.19523
Size	0.171311	0.85184	0.40272
Number	0.263160	1.33632	0.19398
Taste	0.099009	0.48744	0.63037

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 4 (Information)

```
> summary(a)
```

```
$coefficients
```

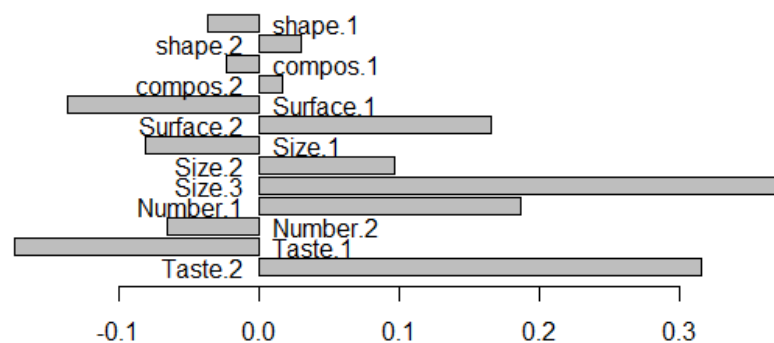
	category score
shape.1	-0.036303
shape.2	0.029897
compos.1	-0.023281
compos.2	0.016814
Surface.1	-0.136550
Surface.2	0.165811
Size.1	-0.080807
Size.2	0.096718
Size.3	0.372835
Number.1	0.186567
Number.2	-0.064893
Taste.1	-0.173461
Taste.2	0.315383
constant term	3.612903

```
$r
```

```

$partial
partial correlation coefficient t value P value
shape          0.041309 0.20255 0.84120
compos          0.021046 0.10313 0.91872
Surface         0.183439 0.91418 0.36972
Size            0.152729 0.75710 0.45636
Number          0.123797 0.61118 0.54682
Taste           0.263527 1.33832 0.19333
> plot(a)

```





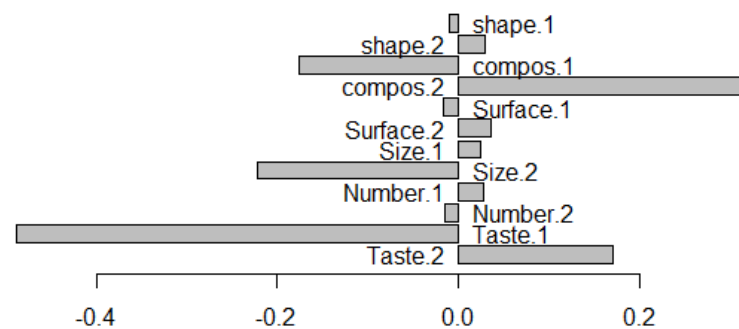
รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 5 (Texture)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
> summary(a)
$coefficients
```

	category score
shape.1	-0.0098225
shape.2	0.0282396
compos.1	-0.1766920
compos.2	0.3212581
Surface.1	-0.0168972
Surface.2	0.0354841
Size.1	0.0238485
Size.2	-0.2225856
Number.1	0.0267073
Number.2	-0.0146890
Taste.1	-0.4875510
Taste.2	0.1695830
constant term	4.0967742

```
$partial
partial correlation coefficient t value P value
shape 0.017338 0.084949 0.93301
compos 0.208164 1.042632 0.30751
Surface 0.023114 0.113265 0.91076
Size 0.078571 0.386113 0.70281
Number 0.018307 0.089700 0.92927
Taste 0.273471 1.392822 0.17644
```

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 5 (Interesting)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
      category score
```

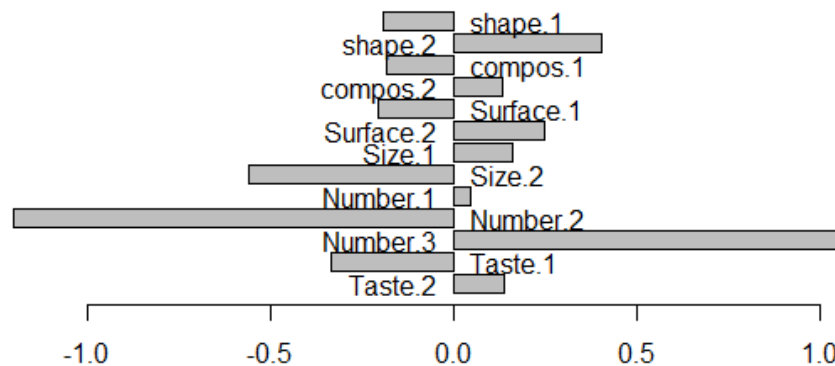
```
> summary(a)
```

```
$coefficients
      category score
shape.1          -0.192575
shape.2           0.404408
compos.1         -0.185012
compos.2           0.133620
Surface.1        -0.204147
Surface.2         0.247892
Size.1            0.162943
Size.2           -0.558662
Number.1          0.047866
Number.2         -1.200371
Number.3          1.060501
Taste.1          -0.335512
Taste.2           0.137255
constant term     4.096774
```

```
$partial
```

```
partial correlation coefficient t value P value
shape          0.32562      1.6871 0.104533
compos          0.20165      1.0086 0.323222
Surface         0.26681      1.3563 0.187642
Size            0.32712      1.6959 0.102847
Number          0.44676      2.4464 0.022134
Taste           0.27543      1.4036 0.173236
```

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 5 (Size)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
```

```
> summary(a)
```

```
$coefficients
      category score
shape.1         -0.230883
shape.2          0.484855
compos.1        -0.171974
compos.2          0.124203
```

```

Surface.1      -0.037745
Surface.2       0.068628
Size.1         0.037295
Size.2        -0.127869
Number.1       0.167616
Number.2      -0.912622
Number.3      -0.707539
Taste.1       -0.284427
Taste.2       0.098931
constant term  4.000000

```

```
$r
```

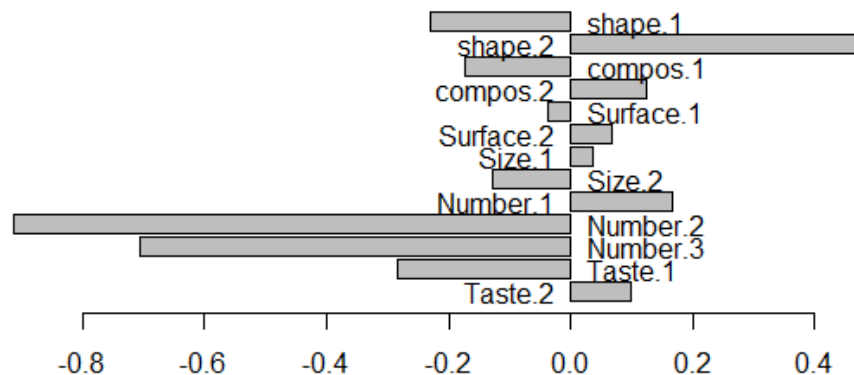
```
$partial
```

```

partial correlation coefficient t value P value
shape      0.335599 1.74531 0.093723
compos     0.143055 0.70810 0.485701
Surface    0.041327 0.20263 0.841131
Size       0.060358 0.29623 0.769600
Number     0.357683 1.87642 0.072810
Taste      0.158963 0.78879 0.437960

```

```
> plot(a)
```



รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 5 (Information)

```
[1] "shape" "compos" "Surface" "Size" "Number" "Taste"
```

```
> summary(a)
```

```
$coefficients
```

```

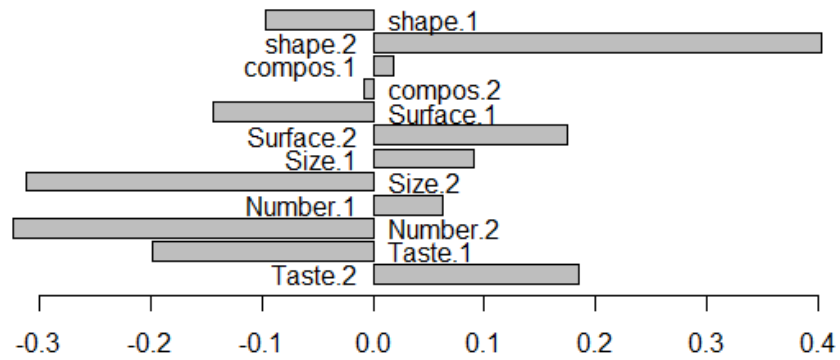
category score
shape.1      -0.0968683
shape.2       0.4036180
compos.1      0.0177715
compos.2     -0.0084626
Surface.1    -0.1438894
Surface.2     0.1747228
Size.1       0.0912829
Size.2      -0.3129699
Number.1     0.0622586
Number.2    -0.3237445
Taste.1     -0.1980883
Taste.2     0.1857077
constant term 4.0000000

```

```

$partial
partial correlation coefficient  t Value  P Value
shape                        0.176798 0.879993 0.38759
compos                       0.010248 0.050208 0.96037
Surface                      0.135242 0.668691 0.51007
Size                         0.166041 0.824881 0.41756
Number                       0.132651 0.655648 0.51829
Taste                        0.198539 0.992394 0.33091
> plot(a)

```



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อน





ประวัติคณะนักวิจัย

ประวัติคณะนักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ-นามสกุล นายมานะ อินพรมมี
Mr. Mana Inpromme

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน -

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1608

6. ประวัติการศึกษา

ค.อ.ม. สถาปัตยกรรม

ค.บ. อุตสาหกรรมศิลป์

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

2563 (โครงการวิจัยย่อย) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา มะขามเปรี้ยวอัดก้อนเพื่อการส่งออก [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่าน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)] [ผู้อำนวยการแผนฯ : ธนภัทร มะณีแสง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2560 การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกกลุ่มผลิตภัณฑ์ชุมชนโดยการผสมผสานวัสดุและศิลปกรรมของท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อรองรับประชาคมอาเซียน [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สร้าง สะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ]

2555 (โครงการวิจัยย่อย) การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ของฝากของที่ระลึกกลุ่มผลิตภัณฑ์ชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [ผู้อำนวยการแผนฯ : นฤศ เจริญใส]

2554 การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากวัฒนธรรมการแต่งกายของชนเผ่า บนพื้นที่สูง จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [ผู้อำนวยการแผนฯ : เพ็ญจันทร์ สังข์แก้ว คณะวิทยาการจัดการ]

2553 พัฒนาการเรียนออกแบบตกแต่งภายใน 1 [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : การเรียนการสอน]

2558 การออกแบบและพัฒนาสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชรบูรณ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สร้าง สะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ] [หัวหน้าโครงการฯ : ชุนแผน ตุ่มทองคำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2557 การสร้างนวัตกรรมบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [หัวหน้าโครงการฯ : ชุนแผน ตุ่มทองคำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายธนภัทร มะณีแสง

Mr. Thanapat Maneesaeng

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1608

6. ประวัติการศึกษา

วศ.ม.(วิศวกรรมการจัดการ)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การวิจัยดำเนินการ การจำลองสถานการณ์ เมตาฮิวริสติกส์

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

8.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

การบูรณาการเพื่อยกระดับมาตรฐานกระบวนการผลิตมะขามเปรี้ยวอัด
ก้อนให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์

8.2 หัวหน้าโครงการ

2563 (โครงการวิจัยย่อย) การพัฒนาระบบการควบคุมย้อนกลับใน
กระบวนการอบเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในมะขามเปรี้ยวและการศึกษาปัจจัยที่ส่งผล
ต่อการยืดอายุการเก็บรักษา [แหล่งทุน: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน: ผ่านกองทุน

ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.)] [ผู้อำนวยการแผนฯ: ธนภัทร มะณีแสง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2562 การพัฒนากรรมวิธีการยืดอายุการเก็บรักษามะขามคลุกเพื่อการส่งออก [แหล่งทุน: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน: นักวิจัยรุ่นใหม่]

ผู้ร่วมวิจัย

2562 การเพิ่มประสิทธิภาพกรรมวิธีการแปรรูปมะขามจี๊ดจ๊าด สำหรับธุรกิจชุมชน [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : เพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ] [หัวหน้าโครงการฯ : นายวิทยา หนูช่างสิงห์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2561 ออกแบบและพัฒนาเครื่องแล่ปลาเพื่อแปรรูป ปลาน้ำจืด โดยการเชื่อมโยงเทคโนโลยีร่วมกับภูมิปัญญาชาวบ้าน : กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจแปรรูปผลิตภัณฑ์ จากปลาน้ำจืด ในจังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างความเข้มแข็ง] [หัวหน้าโครงการฯ : นายวิทยา หนูช่างสิงห์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2559 การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยวิธีการศึกษาการการทำงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สร้าง สะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ] [หัวหน้าโครงการฯ : นายวิทยา หนูช่างสิงห์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2558 การพัฒนาสารไทเทเนียมไดออกไซด์เคลือบบนวัสดุกันกระแทกเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น] [หัวหน้าโครงการฯ : นางสาวบุษบากร คงเรือง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2558 การพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดออกจากเนื้อมะขามหวานสำหรับใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปมะขามหวาน จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น] [หัวหน้าโครงการฯ : นายวิทยา หนูช่างสิงห์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2558 การศึกษาระบบการขนส่งด้วยรถไฟในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองและเมตาฮิวริสติกอัลกอริทึม [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏ

เพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น] [หัวหน้าโครงการฯ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปัญญา เทียนนาวา คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

9. บทความวิจัยที่ได้รับการนำเสนอใน วารสาร การประชุมวิชาการระดับชาติ และนานาชาติ

ธนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง. (2555). การแก้ปัญหาการจัดสรรทำเรือแบบไม่ต่อเนื่องเชิงพลวัตโดยใช้เมตาฮิวริสติกส์. วารสารศรีปทุมปริทัศน์ฉบับวิทย์และเทคโนโลยี , 4(1), 57-66.

ธนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง (11-14 กันยายน 2556). แบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์สำหรับวางแผนการผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ. นครราชสีมา, ประเทศไทย : การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ

ธนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง (16-20 ตุลาคม 2556) แบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการจัดสรรทำเรือแบบไม่ต่อเนื่องเชิงพลวัต. ชลบุรี, ประเทศไทย : การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม

วิทยา หนูช่างสิงห์ ธนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง (30-31 ตุลาคม 2557) การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกะเทาะเปลือกมะขาม สมุทรปราการ, ประเทศไทย: การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม

วิทยา หนูช่างสิงห์ ธนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง นำเสนอผลงานวิจัย เรื่อง การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกะเทาะเปลือกมะขาม รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE Network Conference 2014) ระหว่าง วันที่ 30 - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ณ โรงแรมโนโวเทล สยามปิ่นสุพรรณภูมิ

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ เอร่าวัน ชาญพหล และธนภัทร มะณีแสง (2558). การออกแบบและพัฒนาชุดกลไกการกรอกน้ำจิ้ม.การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1 "งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น"งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น", 59-65

วิทยา หนูช่างสิงห์ ธนภัทร มะณีแสง และ นรตว์ รัตนวัย (2558).การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว.การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3”

ปัญญา เทียนนาวา ธนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง (2559).การศึกษา ระบบการขนส่งด้วยรถไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. รายงานสืบเนื่องจากการประชุม วิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย

วิทยา หนูช่างสิงห์ ธนภัทร มะณีแสง (2559). การพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดออกจากเนื้อมะขามหวาน. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 "งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น

วิทยา หนูช่างสิงห์ ธนภัทร มะณีแสง (2559). การประยุกต์ใช้วิธีอณานิคมมด เพื่อจัดเส้นทางท่อเทียวนในอำเภอเขาค้อ. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8 , ภูเก็ต ประเทศไทย

วิทยา หนูช่างสิงห์ ธนภัทร มะณีแสง (2560). การศึกษาระบบการขนส่งด้วยรถไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์โดยวิธีการสร้างแบบจำลองและวิธีอณานิคมมด. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง, ปีที่ 6 ฉบับที่ 1, หน้า 74-88

วิทยา หนูช่างสิงห์ และธนภัทร มะณีแสง (2561). การพัฒนาวิธีการทำขนมทองม้วนโดยประยุกต์ใช้ระบบวิธีการวัดเวลา. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย, เพชรบุรี ประเทศไทย, หน้า 125-135 วิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย, เพชรบุรี ประเทศไทย, หน้า 125-135

