การประยุกต์ใช้ Quality Function Deployment สำหรับการวางแผนการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้

โดย

นางสาวณัฐฐา วสุลิปิกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การประยุกต์ใช้ Quality Function Deployment สำหรับการวางแผนการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้

โดย
นางสาวณัฐฐา วสุลิปิกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

APPLICATION OF QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT FOR FRUIT AND VEGETABLE WASHING MACHINE DESIGN PLANNING

By

MISS Natta WASULIPIGORN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering ENGINEERING MANAGEMENT

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การประยุกต์ใช้ Quality Function Deployment สำหรับการวางแผนการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้
โดย	นางสาวณัฐฐา วสุลิปิกร
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ พรสิงห์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย (ผู้รักษาการแทน)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นิรัติศัย)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ พรสิงห์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทองแท่ง ทองลิ่ม)

630920058 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : เทคนิคการกระจายหน้าที่คุณภาพ, แบบจำลองธุรกิจ, เครื่องล้างผักและผลไม้

นางสาว ณัฐฐา วสุลิปิกร: การประยุกต์ใช้ Quality Function Deployment สำหรับการวางแผนการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ พรสิงห์

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวางแผนการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ตามความต้องการของลูกค้า โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่คุณภาพ และแบบจำลองธุรกิจ เพื่อช่วยในการหาความต้องการ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าในกลุ่มร้านอาหารและโรงแรมที่ขึ้นทะเบียนแล้วทางภาคใต้ โดยผลการประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน QFD และ BMC กับกรณีศึกษาจากการเก็บข้อมูล 2 แบบ นั่นคือ ลูกค้าที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้จำนวนร้อยละ 64 และลูกค้าที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้จำนวนร้อยละ 36 พบว่าจากการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าทั้งที่รู้จักและเคยได้ยินเครื่องล้างผักและผลไม้ กับ ผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ มีผลของความต้องการคล้ายคลึงกัน จากการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 12 อันดับ มีข้อแตกต่างกันอยู่ 4 ข้อ นั่นคือ 1.ติดตั้งระบบสายดิน 2.สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี 3.ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย 4.สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ หลังจากวิเคราะห์ความต้องการเสร็จสิ้น ได้ดำเนินการวิเคราะห์ QFD ระยะที่ 1 น้ำหนักความสำคัญและข้อกำหนดทางเทคนิคจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ เพื่อออกแบบตามความต้องการของลูกค้า พบว่ามีค่าที่เหมือนกันเมื่อเรียงลำดับตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ทั้งหมด 5 ข้อ นั่นคือ 1.รูปทรงภายนอก 2.ความกว้างของเครื่อง 3.ความยาวของเครื่อง 4.ความสูงของเครื่อง 5.ระบบการทำงาน ตามด้วยการวิเคราะห์ใน QFD ระยะที่ 2 ด้วยกราฟพาเรโต้ พบความต้องการในเรื่องของขนาดเครื่อง วัสดุที่ใช้ ลักษณะเครื่อง และความปลอดภัย เพื่อใช้ในการออกแบบและจัดทำเครื่องต้นแบบเครื่องล้างผักผลไม้ตามความต้องการของลูกค้าต่อไป

630920058 : Major ENGINEERING MANAGEMENT
Keyword : QFD, BMC, Fruit and vegetable washing machine

MISS NATTA WASULIPIGORN : APPLICATION OF QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT FOR FRUIT AND VEGETABLE WASHING MACHINE DESIGN PLANNING THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR CHOOSAK PORNSING, Ph.D.

This research aims to design a vegetable and fruit washing machine according to customer requirements. By considering applying the Quality Function Deployment (QFD) and the Business Model Canvas (BMC) to conclude customer needs, the survey is created to collect demands and perspectives of the focus group which is the registered restaurants and hotels in the southern region of Thailand. The focus group are divided into 2 groups to prevent errors however the result after analyzing by QFD and BMC shows that both 64 percent of customers who knew or had heard of the studied machines and 36 percent who did not give out a similar effect. Pareto analysis is also used in order to classify the significant level of demands. There are 12 classes in Pareto graph at 70:30 analysis and 4 different classes between 2 types of focus group including: 1. Install the grounding system 2. Can wash vegetables and fruits well 3. Easy to move 4. It can reduce the amount of residue. After the demand analysis is complete, Phase 1 of QFD analysis was carried out, weighing the significance of technical specifications to design the machine based on customer requirements. It was found that the results can be related with the Pareto graph analysis that all 5 items are 1. Shape of the machine 2. Width of the machine 3. Length of the machine 4. The height of the machine 5. Operation system. In Phase 2, after customer requirements are revealed. QFD and Pareto analysis, the same method are implemented in order to acquire more specific details in terms of machine dimensions, materials used, machine characteristics. and safety to use. Then the machine design and making a machine’s prototype of a fruit and vegetable washing machine be able to established according to customer's needs.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือของ รศ.ดร.ชูศักดิ์ พรสิงห์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้ในด้านของเนื้อหา วิธีการทำข้อมูลให้มีความเป็นระเบียบและเรียบร้อย ขอขอบคุณ รศ.ดร.ประจวบ กล่อมจิตร และ ผศ.ดร.ทองแท่ง ทองลิ่ม ได้ให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบและให้คำแนะนำในเรื่องการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ ดร.บรรพต หอบันลือกิจ ในการช่วยวิเคราะห์ข้อมูลให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานจริง ขอขอบคุณผู้บริหารของบริษัทตัวอย่างที่ได้ให้อิสระในการคิดค้นโปรเจค ขอบคุณมหาวิทยาลัยศิลปากรที่จัดโครงการการศึกษาที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ โดย หน่วยบริหารและจัดการทุน ด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ท้ายที่สุดขอบคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุนในการเรียนและการทำงานและให้กำลังใจ ขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ทำงานและเพื่อน ๆ จากโครงการ RDI ที่ช่วยเหลือและช่วยกันผลักดันเพื่อให้ทุกคนประสบความสำเร็จไปพร้อม ๆ กัน ทางผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจหรือกำลังศึกษาในเรื่องนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

นางสาว ณัฐฐา วสุลิปิกร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย 2

1.4ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 4

2.1 Business Model Canvas (BMC) 4

2.2 Quality Function Deployment (QFD) 7

2.3 เครื่องล้างผักและผลไม้ 24

2.4 ทฤษฎีงานวิจัยเชิงสำรวจ 35

2.5 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย 45

บทที่ 3 51

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท 51

3.2 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของลูกค้า 52
3.4 การรวบรวมข้อมูลทางเทคนิค 56
3.5 แผนผังขั้นตอนการวิจัย 58
3.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย 59
บทที่ 4 60
4.1 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า 60
4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสำคัญของความต้องการของลูกค้า 64
4.3 ผลการประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน QFD 68
บทที่ 5 77
รายการอ้างอิง 78
ภาคผนวก ก แบบสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ 82
ภาคผนวก ข เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ของผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเครื่องล้างผักและผลไม้ 85
ภาคผนวก ค เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ของผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ 87
ภาคผนวก ง เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์โดยรวม 89
ภาคผนวก จ เมตริกการออกแบบชิ้นส่วน 91
ภาคผนวก ฉ ตารางวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานทั้งหมด 93
ประวัติผู้เขียน 101

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สูตรการหาขนาดตัวอย่าง 37

ตารางที่ 2 ค่าระดับความสำคัญ 54

ตารางที่ 3 การแปลผลค่าสัมประสิทธ์ความเชื่อมั่นแอลฟ่าของครอนบาค 55

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ปัจจัยความต้องการของลูกค้า 62

ตารางที่ 5 ผลสรุประดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้ 64

ตารางที่ 6 ผลสรุประดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ 65

ตารางที่ 7 ผลสรุประดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยรวม 67

ตารางที่ 8 น้ำหนักความสำคัญจากผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้ 69

ตารางที่ 9 น้ำหนักความสำคัญจากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ 71

ตารางที่ 10 น้ำหนักความสำคัญโดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ 73

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ข้อกำหนดส่วนประกอบ 75

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ขอบเขตของการวิจัย 2

รูปที่ 2 Business Model Canvas (BMC) 4

รูปที่ 3 BMC ในการกำหนดข้อมูลความต้องการของลูกค้า 6

รูปที่ 4 แสดงลำดับเวลาและบุคคลที่นำ QFD ไปใช้ 10

รูปที่ 5 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Affinity Diagram 11

รูปที่ 6 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Interrelationship Diagram 11

รูปที่ 7 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Tree Diagram 12

รูปที่ 8 รูปแบบการจัดเรียงข้อความในแนวนอนและแนวขวาง 12

รูปที่ 9 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Matrix Diagram 13

รูปที่ 10 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Matrix Diagram 13

รูปที่ 11 บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality: HOQ) 15

รูปที่ 12 แสดงส่วนของ Customer needs and Benefits 15

รูปที่ 13 แสดงส่วนของ Technical Response Priorities 16

รูปที่ 14 แสดงส่วนของ Relationship Matrix 17

รูปที่ 15 แสดงส่วนของ Competitive Benchmarking 18

รูปที่ 16 แสดงส่วนของ Technical Correlations 18

รูปที่ 17 ตัวอย่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการประยุกต์เทคนิค BMC ร่วมกับ QFD 22

รูปที่ 18 การบูรณาการ TRIZ ร่วมกับ QFD 22

รูปที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการของ FQFD 23

รูปที่ 20 เครื่องซักผ้าเครื่องแรก 24

รูปที่ 21 เครื่องซักผ้าฉบับปรุงปรุงของ Schaffer 25

รูปที่ 22 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 1928 27
รูปที่ 23 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 1960 28
รูปที่ 24 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 2003 29
รูปที่ 25 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 2014 30
รูปที่ 26 รังสียูวีซี (UVC) 31
รูปที่ 27 หัวอัลตราโซนิค 32
รูปที่ 28 เครื่องล้างผักและผลไม้ขนาดเล็กแบบพกพา 33
รูปที่ 29 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กระบบอัลตราโซนิค 33
รูปที่ 30 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กระบบโอโซน 34
รูปที่ 31 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดกลาง 34
รูปที่ 32 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดอุตสาหกรรม 35
รูปที่ 33 รูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 52
รูปที่ 34 จุดระบุข้อมูลความต้องการของลูกค้าบนตาราง QFD 56
รูปที่ 35 จุดระบุข้อมูลความต้องการด้านเทคนิคบนตาราง QFD 57
รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ของข้อมูลความต้องการทั้ง 2 ด้าน 57
รูปที่ 37 ขั้นตอนการทำวิจัย 58
รูปที่ 38 การระบุความต้องการของลูกค้าผ่านการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย 60
รูปที่ 39 การออกแบบคุณค่าผลิตภัณฑ์ 61
รูปที่ 40 กระบวนการ Problem Solving Fit 61
รูปที่ 41 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแอลฟ่าของครอนบาค ของปัจจัยความต้องการของลูกค้า 63
รูปที่ 42 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์จากผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้ ... 70
รูปที่ 43 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์จากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ 72
รูปที่ 44 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์โดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ 74

รูปที่ 45 เมตริกการออกแบบชิ้นส่วนใน QFD ระยะที่ 2 76

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในอดีตรวมถึงปัจจุบันมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมากในผักผลไม้ ตามที่เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thailand Pesticide Alert Network: Thai-PAN) ได้วิเคราะห์ผลการตกค้างของสารเคมีในผักผลไม้ โดยแบ่งประเภทจากแหล่งกำเนิดและที่มา โดยพบว่าผักผลไม้ที่ผลิตภายในประเทศมีสารตกค้าง 54.01% จากจำนวนผักผลไม้ที่ส่งตรวจทั้งหมด 274 ตัวอย่าง และที่นำเข้าจากต่างประมีสารตกค้าง 56.1% จากจำนวนผักผลไม้ที่ส่งตรวจทั้งหมด 82 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าผักผลไม้ทั้งในประเทศและนอกประเทศมีความเสี่ยงพอ ๆ กันถึงแม้จะมีการประกาศให้หยุดใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายร้ายแรงในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่ก็ยังมีสารเคมีตัวอื่น ๆ ที่ผู้คนนำมาใช้ทดแทนและใช้กันอย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดสารพิษตกค้างอย่างเช่นทุกวันนี้ [1]

ด้วยสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากไวรัสโคโรน่าสายพันธุ์ใหม่ที่เรียกว่า SARS-CoV-2 โดยเชื้อสามารถติดต่อผ่านการสัมผัสสารคัดหลั่งของผู้ที่มีเชื้อ หรือรับเชื้อผ่านการไอจาม เป็นต้น ในบรรดาผู้ที่มีอาการส่วนใหญ่ประมาณ 80% จะหายจากโรคโดยไม่ต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ประมาณ 15% ป่วยหนักและต้องการออกซิเจน และ 5% ป่วยหนักและต้องการการดูแลอย่างเข้มข้น ทำให้ในปัจจุบันผู้คนหันมาป้องกันตนเองและสนใจเรื่องของการทำความสะอาดด้านต่าง ๆมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทำความสะอาดมือด้วยแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ การทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องใช้ หรือแม้กระทั่งอาหารที่รับประทาน [2]

อุตสาหกรรมการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อมีการเติบโตขึ้นอย่างมากในปัจจุบัน จากการที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรหลากหลายชนิดถูกผลิตขึ้นมาในหลายประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น อเมริกา ฯลฯ ซึ่งได้มีการคิดค้นพัฒนาเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรต่าง ๆ เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย หนึ่งในนั้นคือเครื่องล้างผักผลไม้ที่มีการจดสิทธิบัตรรวม 1,300 ใบ ใน 30 ประเทศทั่วโลก แบ่งเป็นประเทศทางแถบเอเชีย 69.3% และทางแถบยุโรปมีเพียง 20.9% เท่านั้น ตัวเลขเหล่านี้บ่งชี้ว่าความต้องการเครื่องล้างผักผลไม้ในประเทศทางแถบเอเชียค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการทำการเกษตรเป็นหลักรวมถึงการส่งออกสินค้าเกษตรค่อนข้างมาก ในประเทศไทยก็เริ่มนำเข้าเครื่องล้างผักผลไม้เพื่อตอบสนองความต้องการในการทำความสะอาดอาหารของผู้คนในปัจจุบัน [3]

บริษัทตัวอย่างทำธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์เคมีทำความสะอาดรวมถึงจัดจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องจักรในการทำความสะอาดทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ จึงมีแผนที่จะ

ผลิตเครื่องล้างผักและผลไม้ออกสู่ตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในเรื่องของการทำความสะอาด และตอบสนองความต้องการของตลาดที่แท้จริงในเวลาที่สั้นรวมถึงการใช้ต้นทุนต่ำ ซึ่งจะนำเทคนิค Business Model Canvas (BMC) มาประยุกต์ใช้กับฟังก์ชัน Quality Function Deployment (QFD) ในกระบวนการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ ตั้งแต่การระบุลูกค้า กำหนดความต้องการลูกค้า จากนั้นจึงจะทำการแปลงความต้องการนั้นเป็นข้อกำหนดทางวิศวกรรม และกำหนดเป็นข้อกำหนดทั่วไปของเครื่อง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความต้องการของลูกค้าที่มีต่อเครื่องล้างผักและผลไม้

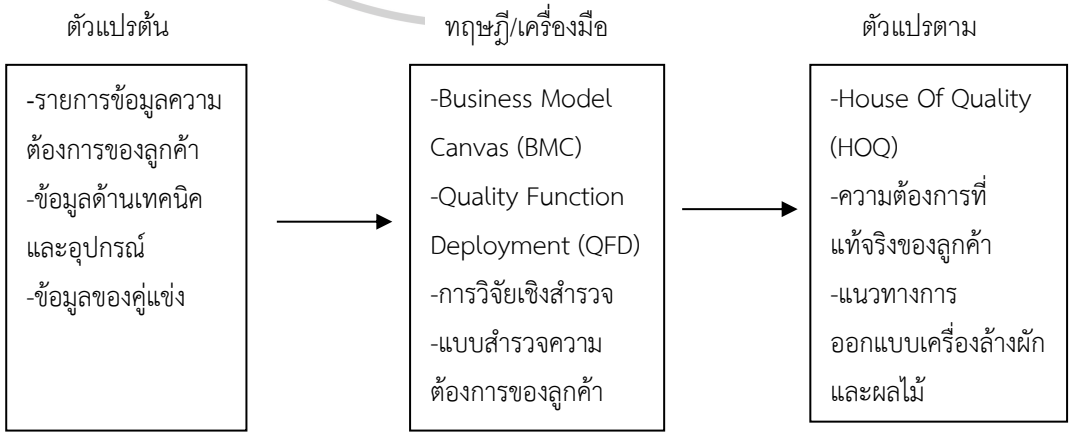
1.2.2 เพื่อออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ตามความต้องการของลูกค้า

1.3 สมมติฐานการวิจัย

เมื่อนำเทคนิค Business Model Canvas (BMC) มาช่วยในการทำแบบสอบถามความต้องการของลูกค้ากลุ่มร้านอาหาร กลุ่มโรงแรม และฝ่ายซ่อมบำรุงของบริษัทตัวอย่าง จากนั้นนำข้อมูลมาจัดเรียงตามลำดับความสำคัญและวิเคราะห์ความต้องการ ผ่านฟังก์ชัน Quality Function Deployment (QFD) สามารถช่วยกำหนดลักษณะของเครื่องในด้านต่าง ๆ และออกแบบสินค้าใหม่ได้

1.4ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาและสำรวจข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่เป็นกลุ่มร้านอาหารและโรงแรมในประเทศไทย รวมถึงฝ่ายซ่อมบำรุงของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูล ระหว่างเดือน ตุลาคม 2564 ถึง ธันวาคม 2564 จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลความต้องการด้วยเทคนิค BMC และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยฟังก์ชัน QFD เพื่อเสนอแนะแนวทางในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ งานวิจัยที่นำเสนอครอบคลุมเฉพาะระยะการออกแบบแนวความคิดซึ่งเป็นระยะแรกของโครงการวิจัย



รูปที่ 1 ขอบเขตของการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 บริษัทเข้าใจความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าที่มีต่อเครื่องล้างผักและผลไม้

1.5.2 ได้แนวทางการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ตามความต้องการของลูกค้า

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

Business Model Canvas (BMC) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนธุรกิจ ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพ (Visualizing) ได้อย่างครบถ้วนทุกมุม

Quality Function Deployment (QFD) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าโดยแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อกำหนดของการออกแบบผลิตภัณฑ์

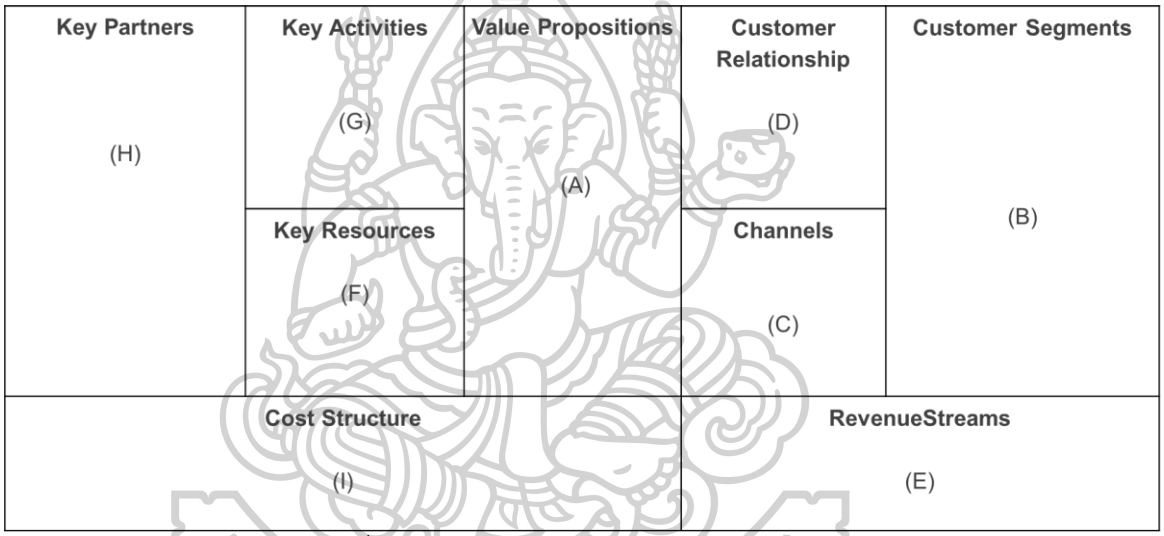
House of Quality (HOQ) คือ เครื่องมือที่แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยการนำความต้องการของลูกค้ามาพิจารณาร่วมกับเทคนิคการออกแบบของฝ่ายวิศวกรรมพร้อมกับคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง เพื่อกำหนดรายละเอียดทางวิศวกรรม (Specification) ของผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในบทนี้จะเสนอทฤษฎีที่นำมาใช้ในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ด้วยเทคนิค Business Model Canvas (BMC) ฟังก์ชัน Quality Function Deployment (QFD) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

2.1 Business Model Canvas (BMC)



รูปที่ 2 Business Model Canvas (BMC)

Business Model Canvas เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนธุรกิจ ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพ (Visualizing) ได้อย่างครบถ้วนทุกมุม ช่วยในการกำหนดยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ ประเมิน ความสำเร็จของแผนงานและเลือกรูปแบบธุรกิจ (Business Model) ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับธุรกิจ The Business Model Canvas แบ่งโครงสร้างในการวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ออกเป็น 9 กล่อง (Building Block) ซึ่งทั้ง 9 กล่องนี้มีความเกี่ยวข้องต่อเนื่องกัน และช่วยให้ธุรกิจเห็นภาพได้อย่างครบถ้วนชัดเจน BMC ประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ลูกค้า สินค้า/บริการของธุรกิจ โครงสร้างของธุรกิจ และความอ่อนไหวทางการเงิน BMC เปรียบเสมือนพิมพ์เขียวของยุทธวิธีดำเนินการผ่านโครงสร้างองค์กรกระบวนการ และระบบ ซึ่งจะช่วยในการวางแผนธุรกิจอย่างรอบด้าน

2.1.1 ส่วน (A) Value Proposition

ระบุว่าสินค้า/บริการของธุรกิจสร้างคุณค่าอย่างไรสำหรับลูกค้า ซึ่งเป็นปัจจัยที่ลูกค้าเลือกสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ของเราแทนที่จะเลือกของคู่แข่ง คุณค่าของสินค้า/บริการ อาจเป็นนวัตกรรม หรือการนำเสนอสิ่งใหม่หรือมีการเพิ่มคุณสมบัติพิเศษที่ทำให้คุณค่าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างสิ่งที่เป็นคุณค่าให้กับลูกค้า ได้แก่ ความแปลกใหม่ คุณภาพของสินค้า/บริการ การออกแบบสินค้า/บริการได้ตามความต้องการเฉพาะลูกค้าแต่ละราย ภาพลักษณ์ของBrand กลยุทธ์ด้านราคา การลดต้นทุน การลดความเสี่ยง ความสะดวกในการเข้าถึงสินค้า/บริการ ง่ายต่อการใช้งาน เป็นต้น

2.1.2 ส่วน (B) Customer Segments

กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการเข้าถึง การระบุกลุ่มเป้าหมายได้ถูกต้องเป็นหัวใจสำคัญของการทำ Business Model กลุ่มเป้าหมายต้องเป็นกลุ่มที่ทำเงินให้ธุรกิจ การระบุกลุ่มเป้าหมายสามารถระบุได้จากความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย พฤติกรรม และคุณลักษณะอื่น ๆ กลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนทำให้ธุรกิจสามารถนำเสนอสินค้า และบริการได้ตรงกับความต้องการของลูกค้า

2.1.3 ส่วน (C) Channels

ช่องทางในการสื่อสาร ช่องทางการจัดจำ หน่าย ช่องทางการขาย ช่องทางการตลาด ที่บริษัทใช้ในการสื่อสารและติดต่อกับลูกค้า ช่องทางเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อธุรกิจในการ สร้างความตระหนักรู้ในสินค้า/บริการของบริษัท ลูกค้าสามารถประเมินคุณค่าของสินค้า/บริการของบริษัท เปิดโอกาสให้ลูกค้าสามารถระบุความต้องการที่เฉพาะเจาะจง บริษัทสามารถถ่ายทอดคุณค่าของสินค้า/บริการผ่านช่องทางเหล่านี้ ช่วยให้บริษัทสามารถให้บริการหลังการขายกับลูกค้า ดังนั้น การเลือกส่วนผสมของช่องทางที่ลงตัว และเข้าถึงลูกค้าเป้าหมายจึงมีความสำคัญ และเป็นประโยชน์อย่างมากต่อธุรกิจ

2.1.4 ส่วน (D) Customer Relationships

ธุรกิจควรระบุรูปแบบของสัมพันธ์ภาพที่ต้องการมีกับลูกค้า ซึ่งมีระดับที่แตกต่างกันตั้งแต่ การใช้เครื่องตอบรับหรือเครื่องทำงานอัตโนมัติไปจนถึงการใช้บุคลากรที่มีความละเอียดอ่อนและให้ความสำคัญกับลูกค้า ตัวอย่างของระดับสัมพันธภาพการใช้บุคลากรที่มีความละเอียดอ่อนและให้ความสำคัญกับลูกค้า ตัวอย่างของระดับสัมพันธภาพ เช่น การใช้เครื่องทำงานอัตโนมัติ การบริการตนเอง การให้บริการโดยบุคลากร การบริการแบบเลขาส่วนตัว

2.1.5 ส่วน (E) Revenue Streams

หมายถึงเงินสดที่ธุรกิจจะได้รับหลังหักค่าใช้จ่ายแล้วในแผนธุรกิจ ลูกค้าเปรียบเสมือนหัวใจ กระแสรายรับก็คือเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงหัวใจ ธุรกิจต้องถามตัวเองว่า คุณค่าอะไรที่ลูกค้ายินดีจ่ายเงิน คำตอบที่ถูกต้องจะสามารถช่วยให้ธุรกิจประสบความสำเร็จในการดึงเงินจากลูกค้า กระแส

รายรับอาจเป็นการที่ลูกค้าซื้อสินค้า/บริการเพียงครั้งเดียว หรือเกิดจากการซื้อซ้ำ หรือการซื้อบริการต่อเนื่อง หรือการซื้อบริการหลังการขาย

2.1.6 ส่วน (F) Key Resources

ทรัพยากรที่สำคัญของบริษัทที่มีความสำคัญต่อการทำให้แผนธุรกิจสัมฤทธิ์ผล ทรัพยากรต่าง ๆ ได้แก่ ทรัพยากรทางกายภาพ เช่น อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม คือ เครื่องจักร ทรัพยากรการเงิน ทรัพย์สินทางปัญญา และทรัพยากรบุคคล เป็นต้น

2.1.7 ส่วน (G) Key Activities

ระบุกิจกรรมสำคัญ ๆ ที่ธุรกิจต้องดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์กิจกรรมหลัก ได้แก่การผลิต การให้บริการ สินค้า/บริการที่แก้ปัญหาให้ลูกค้า การสร้างเวทีของธุรกิจ การสร้างเครือข่าย เป็นต้น

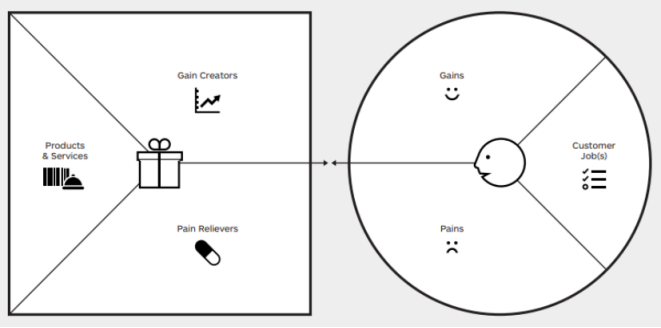
2.1.8 ส่วน (H) Key Partnerships

ในการทำธุรกิจทุกวันนี้การสร้างหุ้นส่วนทางธุรกิจเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น ข้อดีของการมีหุ้นส่วนทางธุรกิจ คือ เพื่อประโยชน์สูงสุดของธุรกิจ เพื่อลดความเสี่ยง และเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากรในทางธุรกิจ ประเภทของหุ้นส่วนทางธุรกิจ ได้แก่ พันธมิตรทางธุรกิจ การร่วมหุ้นเพื่อพัฒนาธุรกิจใหม่ พันธมิตรคู่ค้า ได้แก่ Buyer – Supplier

2.1.9 ส่วน (I) Cost Structure

โครงสร้างด้านต้นทุนหมายรวมถึงต้นทุนทั้งหมดที่จะเกิดขึ้น ในการดำเนินการตามรูปแบบธุรกิจที่บริษัทกำหนด เช่น ต้นทุนในการสร้างคุณค้าสินค้า/บริการ ต้นทุนในการรักษาลูกค้า ต้นทุนด้านทรัพยากร ต้นทุนในการให้บริการ เป็นต้น การคำนวณต้นทุนสามารถคำนวณได้ตาม Key Resource, Key Activities และ Key Partnership [6]

2.1.10 แผนภาพการสร้างคุณค่า (The Value Proposition Canvas)



รูปที่ 3 BMC ในการกำหนดข้อมูลความต้องการของลูกค้า

ที่มา: Journal of Business Models (2015)

แผนภาพการสร้างคุณค่า (The Value Proposition Canvas) ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญที่นำมาจากแผนผังโครงสร้างทางธุรกิจคือ Value Proposition และ Customer Segment โดยมี จุดประสงค์ที่จะช่วยให้นักออกแบบธุรกิจสามารถใส่รายละเอียดเพิ่มมากขึ้น เพื่อสร้างความสัมพันธ์ ของ 2 ส่วนดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรมและจับต้องได้ เมื่อนำไปผ่านการทดสอบจะทำให้มีความเชื่อมั่นมากขึ้น ว่าคุณค่าอะไรที่กำหนดขึ้นแล้วจะได้รับการตอบสนองจากลูกค้า และคุณค่าอะไรที่อาจไม่ใช่สิ่งที่ลูกค้าคาดหวังเมื่อต้องการพัฒนาให้ดีขึ้นตามลำดับก็จะนำไปสู่ความถูกต้องเหมาะสม ซึ่งใช้คำว่า Fit ไม่ว่าจะเป็น Product- Market Fit หรือ Problem-Solution Fit [6]

โดยอธิบายในส่วนของ Customer Segment หรือวงกลมทางขวาของรูป ซึ่งมีทั้งหมด 3 ส่วนที่ต้องทำความเข้าใจ คือ

- Customer Jobs ให้ระบุสิ่งที่ลูกค้าต้องการหรืออยากได้ ทั้งในแง่ของฟีเจอร์ฟังก์ชัน หรือแม้กระทั่งอารมณ์ความรู้สึก หรือประสบการณ์ในการใช้งานที่ลูกค้าอยากได้
- Gains ระบุสิ่งที่จะ add on / top up ความต้องการของลูกค้าใน Customer Jobs ที่จะยิ่งเติมเต็มความชอบ ความพอใจ ความอยากใช้ product หรือบริการของเรามากยิ่งขึ้น
- Pains ระบุสิ่งที่เป็น pain point สิ่งที่ลูกค้าไม่อยากได้ ไม่ชอบ หรืออะไรที่จะสร้างประสบการณ์ใช้งานแย่ ๆ แก่ลูกค้า

ในส่วนของ Value Proposition หรือวงกรอบสี่เหลี่ยมทางซ้ายของรูป คือ คุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เราจะเสิร์ฟให้ลูกค้า โดยจะต้องอิง mapping กับ Customer Segment ที่ได้ทำไปแล้วเสมอ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน

- Products & Services ให้ระบุ Value ของ Products/Services ที่เป็นจุดเด่นจุดแข็ง สามารถตอบโจทย์ Customer Jobs แต่ละรายการได้
- Gain Creators ระบุคุณสมบัติของ Products/Services ที่จะทำให้ลูกค้าชอบประทับใจ อยากใช้งานของเรามากกว่าของคู่แข่ง โดยคิดให้ตอบโจทย์กับ Gains ที่ลูกค้าต้องการจริง ๆ
- Pain Relievers ระบุคุณสมบัติ Products/Services ของเราที่จะไปหักล้างกับ pain point ของลูกค้า

2.2 Quality Function Deployment (QFD)

2.2.1 ประวัติความเป็นมา

วิธีการปรับใช้ฟังก์ชันคุณภาพได้รับการพัฒนาโดยวิศวกรชาวญี่ปุ่น เพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์แล้ว ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เศรษฐกิจของญี่ปุ่นประสบความสูญเสียครั้งใหญ่ ภายหลังสงครามการผลิตหลักของญี่ปุ่นส่วนมากจะเกี่ยวกับการผลิตสินค้าที่คล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์อเมริกันที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากความคิดนำเสนอโดย Deming และท่านอื่น ๆ ที่เดินทางมาประเทศญี่ปุ่น ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการคุณภาพวิศวกรชาวญี่ปุ่นตระหนักว่ามีเพียงผลิตภัณฑ์นวัตกรรมคุณภาพสูงเท่านั้นที่สามารถรับประกันความสำเร็จในการขายได้ ในขณะที่อุตสาหกรรมยานยนต์ของญี่ปุ่นอยู่ในช่วงเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาโมเดลใหม่อย่างต่อเนื่องและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ เพื่อให้ทันสถานการณ์ Yoji Akao และ Shigeru Mizuno ได้พัฒนาวิธีการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานผลงานของพวกเขาในปี 1978 ร่วมกันตีพิมพ์หนังสือเล่มแรกเกี่ยวกับวิธีการ QFD ในชื่อการปรับใช้ฟังก์ชันคุณภาพ : แนวทางปรับปรุงคุณภาพทั่วทั้งบริษัท

แรงผลักดันในการพัฒนาวิธีการของ QFD คือ ปัจจัยที่ชี้ขาดในสถานะทางการเงินของบริษัทเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่ผลิตโดยผู้ซื้อทำให้ส่งผลกระทบทางอ้อมต่อสถาบันในการตัดสินใจของลูกค้าเกี่ยวกับการซื้อของพวกเขา แม้ว่าผลิตภัณฑ์จากมุมมองทางวิศวกรรมจะถูกทำให้ถูกต้อง การผลิตผลิตภัณฑ์อาจผิดพลาดได้หากตลาดไม่ต้องการสินค้านี้ การปรับใช้ฟังก์ชันคุณภาพเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาด้วยความจริงที่ว่าการผลิตจำนวนมากหรือชุดใหญ่จะทำให้บริษัทมีโอกาสติดต่อกับผู้มีโอกาสเป็นลูกค้าโดยตรง นี่เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ และโดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ของหนึ่งเครื่องจะตรงกับอุปกรณ์จำนวนมากตามความต้องการที่แตกต่างกัน

ก่อน Arrays วิศวกรชาวญี่ปุ่นคนแรกที่ใช้วิธี QFD โดยเครื่องมือที่เรียกว่ากราฟคุณภาพ (Quality chart) เครื่องมือนี้อ้างอิงถึงฟังก์ชันต้นไม้ที่ใช้ เช่น มูลค่าการวิเคราะห์ไดอะแกรมนี้แสดงรายละเอียดฟังก์ชันของวัตถุทดสอบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ในแง่ของคุณภาพ เชื่อมกันเฉพาะในรูปแบบของเมทริกซ์ของต้นไม้ที่มีคุณภาพที่สองทำให้นำไปสู่การเกิดขึ้นและการพัฒนาของ "House of Quality" และริเริ่มการก่อตั้งรุ่นที่ทันสมัยของวิธี QFD เป็นครั้งแรกที่ใช้วิธีการนี้ในอู่ต่อเรือโกเบแล้วนำไปประยุกต์ใช้ในการอุตสาหกรรมยานยนต์ของญี่ปุ่น การวิจัยดำเนินการในปี 2529 โดยสหภาพนักวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นและวิศวกร (JUSE) แสดงให้เห็นว่า 54 จาก 148 บริษัท ที่สำรวจใช้วิธี QFD ที่สุดมักถูกใช้ในภาคส่วนต่อไปนี้ การขนส่ง 86% การก่อสร้าง 82% กลศาสตร์ความแม่นยำ 66% อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ 63% การนำวิธีนี้ไปใช้ในบริษัทผู้ให้บริการมีขนาดเล็กลงแต่ยังคงมีนัยสำคัญและอยู่ที่ 32% การศึกษาของเยอรมันซึ่งดำเนินการในช่วงต้นทศวรรษ 90 ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการของ QFD ยังไม่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรปเช่นเดียวกับในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น (66% ขององค์กรไม่ได้ใช้ และเพียง 4% ใช้เป็นประจำ) [4]

2.2.2 ชื่อของฟังก์ชัน Quality Function Deployment

ชื่อของฟังก์ชัน QFD คือ การแปลคำภาษาญี่ปุ่นจากคำว่า hinshitsu cinema Tenkai ในพจนานุกรมคำศัพท์ภาษาอังกฤษ-ภาษาญี่ปุ่น Tenkai หมายถึงการปรับใช้ สำหรับชื่อฟังก์ชันที่ถูกแปลครั้งแรกเกิดขึ้นในปี 1978 ซึ่งได้มีการเปลี่ยนวิวัฒนาการของฟังก์ชันคุณภาพ แต่แล้วการพัฒนาคำเริ่มมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น และชื่อฟังก์ชันในปัจจุบันที่ได้มาคือ Quality Function Deployment

รายละเอียด ชื่อภาษาญี่ปุ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 คำ ประกอบด้วย

- hinshitsu หมายถึงคุณภาพ ลักษณะเฉพาะ คุณลักษณะ
- kino หมายถึง ฟังก์ชัน กลไกของการกระทำ
- tenkai หมายถึง การพัฒนา วิวัฒนาการ

และในภาษาอังกฤษสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 คำ ประกอบด้วย

- Q คุณภาพ คือ เราตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีเพียงใด
- F คุณลักษณะที่กำหนดพารามิเตอร์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ เช่น ขนาด รูปร่าง
- D ลักษณะการทำงานของคุณภาพของสิ่งที่ทำเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างไรของลูกค้า

2.2.3 การพัฒนาการใช้ฟังก์ชัน Quality Function Deployment ในทั่วโลก

จากประสบการณ์ของวิธีการแบบญี่ปุ่นที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาครั้งแรก โดยบริษัทขนาดใหญ่ที่เคยใช้ฟังก์ชันในยุค 80 คือ ผู้ผลิตรถยนต์ "บิ๊กทรี" (ฟอร์ด เจเนอรัล มอเตอร์ส ไครสเลอร์) โดยวิธีการนี้ก็เริ่มแพร่หลายในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในปี 1983 เป็นครั้งแรกที่มีการนำเสนอวิธีการ QFD ในสหรัฐอเมริกา ภายใต้ชื่อ development (เศรษฐกิจ) ฟังก์ชันคุณภาพ ถูกพบเป็นบทความแรกในสหรัฐอเมริกา และ Yoji Akao ผู้ใช้งาน QFD มีการฝึกอบรมการใช้งานให้ทั้งหมด 4 วัน [4]

ในปี พ.ศ. 2529 ได้นำไปใช้ในฟอร์ดและซีร็อกซ์ของสหรัฐฯ แล้วจึงเริ่มนำไปใช้ในองค์กรอื่น ๆ ดังต่อไปนี้ Hewlett-Packard, Kodak Digital Equipment, Eaton Controls เครื่องมือเท็กซัส กองทัพสหรัฐ ฯลฯ ปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไปนี้ การก่อสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ อุตสาหกรรมกระดาษ ก่อสร้าง อุตสาหกรรมไฟฟ้า อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมท่องเที่ยว ประกันภัยดูแลสุขภาพ [4] ซึ่งได้มี

ตารางสรุปการนำ QFD ไปใช้ในแต่ละประเทศ ดังรูปที่ 4

Year	Person	Characteristic
Development of QFD in Japan (1966-1994)		
1966	Oshiumi	Ensuring the quality of the company Bridgestone Tire
1972	Akao	The first publication on a new approach "hinshitsu tenkai"
1972	Nishimura, Suzuki	The use of quality charters based on an earlier version of QFD in the yard Mitsubishi Kobe
1972	Ishihara	The first version of QFD – business process function deployment
1975	JSQC	Application of the method in the computer industry
1975	Mizuno, Akao	The first book on the method QFD in Japan in 1994, translated into English
1987	Akao	The first study on the application of the method QFD in Japan
1987	JSA	The book of case studies on QFD in Japan translated into English and German
1990-1994	JUSE	Drafting a manual for carrying out the method QFD
The introduction of QFD method in the United States (1983-1988)		
1983	Akao	The introduction of QFD method in the United States. Akao publishes an article in the "Quality Progress"
1983	King	Akao leads a seminar on methods of QFD in Chicago
1984-1991	King, Clausing, Sullivan	Presentations, seminars and training on methods of QFD
1985	Sillivan, McHugh	Form running a project for the implementation of the method QFD
1986	Sullivan	Subsequent articles in the "Quality Progress"
1986-1990	GOAL/QPC	Akao conducts a series of lectures on the method QFD in the United States
1988	Hauser, Clausing	Numerous publications about the method QFD
QFD in other regions of the world (1987 years and later)		
1987	Germany	The first implementation of the method in Germany
1988	Sweden	Articles on methods published at the University of Linkoping
1994	China	A series of lectures conducted by Akao

รูปที่ 4 แสดงลำดับเวลาและบุคคลที่นำ QFD ไปใช้

ที่มา: Radoslaw Wolniak (2017)

2.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทำ Quality Function Deployment

1. Affinity Diagram

ใช้สำหรับจัดระเบียบข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Information) หรือ ข้อมูลความต้องการของลูกค้า หรือมาจากการระดมความคิดร่วมกันของคนภายในทีม (Brainstorming) โดยนำความต้องการต่าง ๆ ของลูกค้า มาจดใส่กระดาษแผ่นเล็ก ๆ (Index Card) คือ หนึ่งไอเดีย ต่อกระดาษหนึ่งแผ่น จากนั้นนำกระดาษทั้งหมดมารวมกัน พยายามจัดกลุ่มไอเดียต่าง ๆ เหล่านั้น และตั้งหัวข้อของแต่ละกลุ่ม [5] ดังตัวอย่างในรูปที่ 5

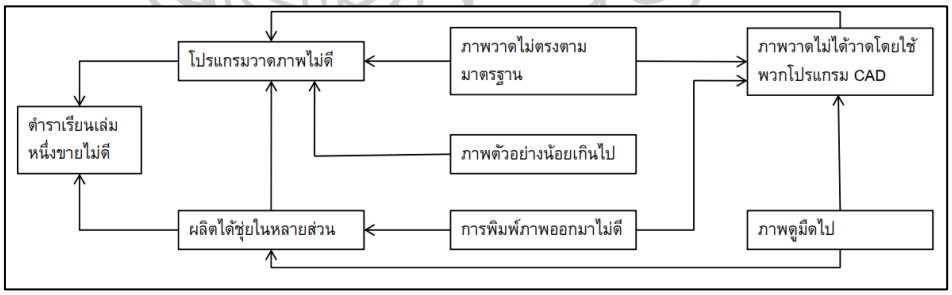
หัวข้อ	ปัญหาด้านกราฟฟิค	ปัญหาด้านเนื้อหา	ปัญหาด้านการผลิต	ปัญหาด้านสไตล์การเขียน
	- ภาพวาดไม่ได้วาดโดยใช้พวกโปรแกรม CAD - ภาพวาดไม่ตรงตามมาตรฐาน - ภาพดูผิวเผินเกินไปไม่ค่อยตรงกับเนื้อหา - ภาพตัวอย่างน้อยเกินไป - สีไม่ชัดเจน - โปรแกรมวาดภาพไม่ดี	- บทเรียนคลอบคลุมเนื้อหาน้อยไป - ไม่มีจุดประสงค์ในแต่ละบท - ไม่มีบทสรุปในแต่ละบท - ไม่มีคำนิยามสำคัญ - คำถามท้ายบทง่ายเกินไป	- การพิมพ์ภาพออกมาไม่ดี - ภาพดูมืดไป - วางตำแหน่งเลขหน้าต่ำเกินไป - ผลิตได้ชุ่ยในหลายส่วน	- เขียนวกไปวนมา - เขียนมีหัวข้อย่อยมากเกินไป - เขียนผิดไวยากรณ์มาก

รูปที่ 5 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Affinity Diagram

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. Interrelationship Diagram

ใช้สำหรับหาความสัมพันธ์ของไอเดียต่าง ๆ ใน Affinity Diagram โดยเขียนปัญหาลงบนกระดาษแผ่นเล็ก ๆ นำไปวางไว้มุมโต๊ะ จากนั้นนำไอเดียที่คิดมาหรือได้จากความต้องการของลูกค้า มาจัดเรียงใหม่ โดยไอเดียที่คิดว่ามีผลต่อปัญหามากที่สุดให้เอามาไว้ใกล้กับปัญหา และลดหลั่นลงไป เอาลำดับที่เรียงไว้มาเขียนลงบนกระดาษแล้วส่งให้หลาย ๆ ฝ่าย เพื่อหาข้อสรุปของลำดับความสำคัญ [5] ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



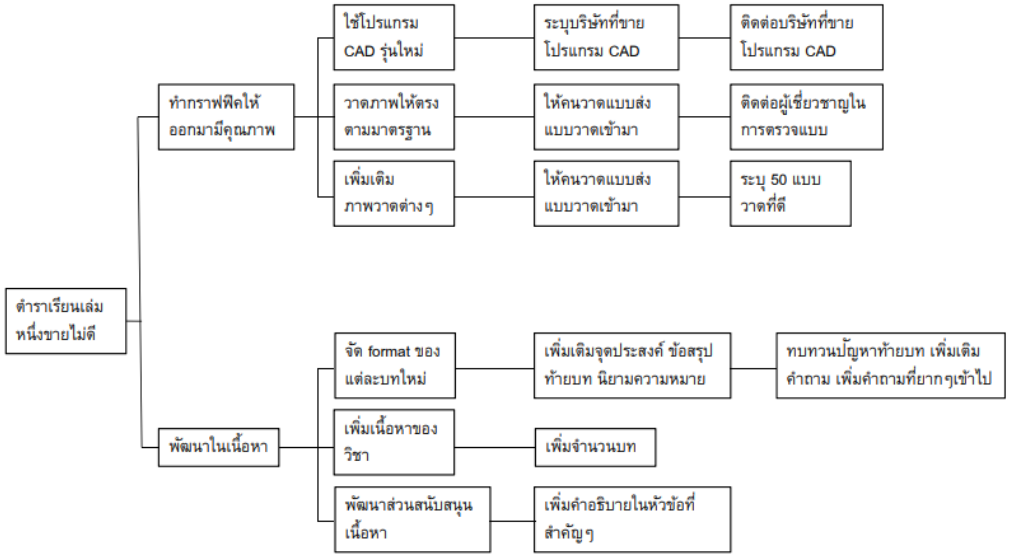
รูปที่ 6 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Interrelationship Diagram

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. Tree Diagram

คือการใช้ Affinity Diagram และ Interrelationship Diagram ระบุถึงปัญหาหรือความต้องการของลูกค้า และความสัมพันธ์ระหว่างไอเดีย โดย Tree Diagram จะระบุวิธีการในการแก้ปัญหา เริ่มจากการระบุปัญหาให้ชัดเจน จากการระดมความคิด นำข้อมูลมาจากความต้องการของลูกค้า เขียนวิธีการ ขั้นตอน ลงบนกระดาษแผ่นเล็ก ๆ และจัดระเบียบความสัมพันธ์ระหว่างกัน

จากนั้นจัดปัญหาอยู่ด้านซ้ายมือ ตามด้วย ที่มาของปัญหา วิธีการ ขั้นตอน เรียงกัน และเขียนผลที่ได้ลงกระดาษ ขอความเห็นจากหลาย ๆ ฝ่ายจึงจะทำการสรุป [5] ดังตัวอย่างในรูปที่ 7

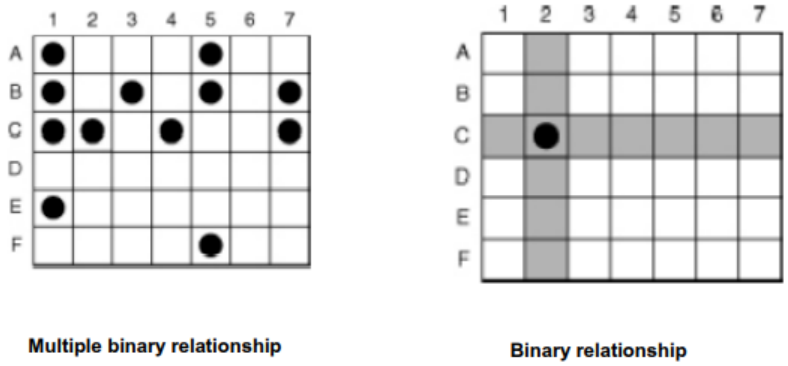


รูปที่ 7 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Tree Diagram

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. Matrix Diagram

Matrix Diagram เป็นที่นิยมมากสำหรับการทำ QFD โดยจะหาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอน หรือวิธีการต่าง ๆ ซึ่งจะเขียนหัวข้อในแนวนอน และแนวขวางรูปที่ 8 และรูปแบบการทำ Matrix Diagram [5] ดังตัวอย่างในรูปที่ 9



รูปที่ 8 รูปแบบการจัดเรียงข้อความในแนวนอนและแนวขวาง

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

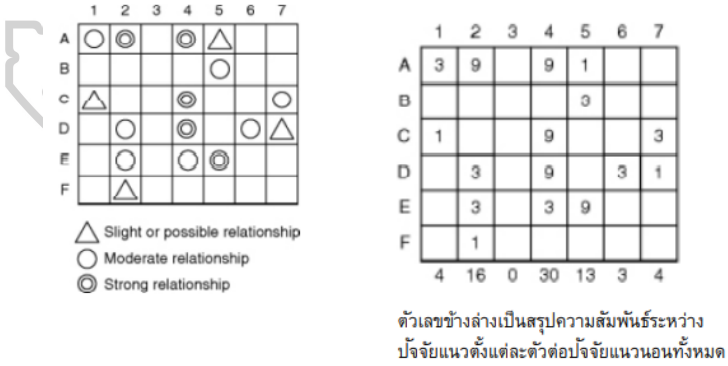
ฝ่าย / ภาระหน้าที่	ฝ่ายควบคุมเนื้อหา	ฝ่ายศิลป์	ฝ่ายผลิต
วาดภาพเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรม CAD	-	1	2
เพิ่มภาพสีต่างๆ	3	1	2
เพิ่มเนื้อหา จำนวนบท	1	-	2
ทำให้ภาพสว่างมากขึ้น	-	2	1
ตรวจเช็คภาพวาดให้เป็นไปตามมาตรฐาน	1	2	-
แก้ไขระบบพิมพ์	-	2	1
1 = ผู้รับผิดชอบหลัก 2 = ผู้รับผิดชอบระดับสอง 3 = ผู้รับผิดชอบระดับสาม			

รูปที่ 9 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Matrix Diagram

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. Prioritization Matrix

เป็นส่วนเพิ่มเติมจาก Matrix Diagram โดยมีการจัดลำดับความสำคัญเพิ่มเติมเข้าไป ซึ่งในระบบ QFD ในญี่ปุ่นยุคแรก ๆ มักจะใช้ภาพต่าง ๆ มาแสดงความสำคัญ โดยปัจจุบันส่วนมากจะเปลี่ยนมาใช้ระบบตัวเลข [5] ดังตัวอย่างในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบ Matrix Diagram

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2.2.5 ขั้นตอนในการทำ Quality Function Deployment

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจความต้องการของลูกค้า (Understanding The Customer) จากการสำรวจ สัมภาษณ์ และรวบรวมข้อมูล

1. ระบุกลุ่มของลูกค้าและพฤติกรรมของกลุ่มลูกค้า

2. จัดกลุ่มลูกค้าและเรียงลำดับความสำคัญ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดความต้องการเชิงเทคนิค และแปลความต้องการของลูกค้าให้เป็นความต้องการด้านเทคนิค (Capturing and Analyzing The voices)

1. ทำความเข้าใจในเสียงของลูกค้าที่ได้รับ

2. แปลงความต้องการของลูกค้าที่ได้ลเหล่านั้นให้เป็นความต้องการเชิงเทคนิคซึ่งต้องสามารถวัดได้ และเข้าใจได้

ขั้นตอนที่ 3 การแปลงความต้องการทางด้านเทคนิคให้เป็นความต้องการหรือคุณสมบัติ ทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ (Translating Demanded Quality Intro Performance Measure)

1. คุณภาพที่ต้องการได้จะเป็น Input ในขั้นตอนนี้

2. จัดลำดับความสำคัญโดยการผนวกลำดับความสำคัญของลูกค้าและองค์กรเข้าด้วยกันเพื่อทำการแปลงเป็น Performance Measures ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้สูงที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการกำหนดความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ (Choosing The Best Concept) และดำเนินการแปลงความต้องการหรือคุณสมบัติทำงดด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ให้เป็นความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ

1. กำหนดแนวทาง (Concept) และทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสม

2. อาศัยเป้าหมายทางด้านต้นทุน (Target Costs) เป็นองค์ประกอบในการพิจารณา

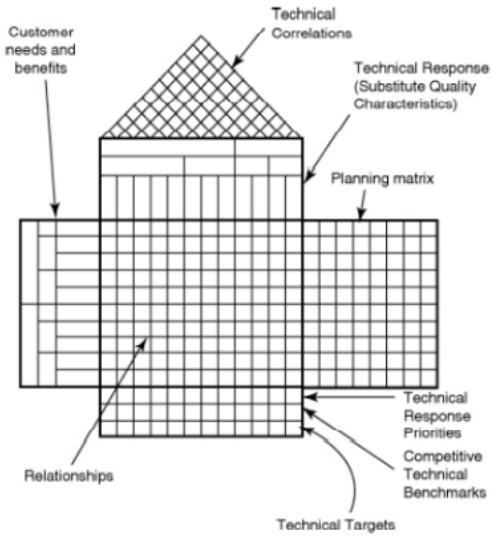
3. เลือกแนวทางที่ดีที่สุด และทำการกำหนดคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการผลิต

ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนที่ความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการจะถูกนำ มาวางแผน และกำหนดวิธีการในการควบคุม (Translating Performance Measures into Manufacturing Conditions)

1. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์กับคุณสมบัติทางด้านกระบวนการผลิต โดยอาศัยความรู้ในกระบวนการผลิต

2. ผลลัพธ์ที่ได้อาจอยู่ในรูปของ Quality Control System, Procedures เป็นต้น [6]

2.2.6 บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality: HOQ)

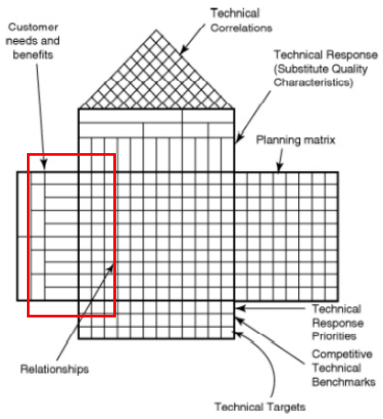


รูปที่ 11 บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality: HOQ)

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) รูปที่ 11 เป็นการแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในบ้าน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างอยู่ 7 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้าง “Customer needs and Benefits” ทางด้านซ้ายของบ้านแห่งคุณภาพดังรูปที่ 12 โดยทำการรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้า จากการสำรวจ สอบถาม หรืออื่น ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ จัดเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากความต้องการของลูกค้า ก่อนนำลงในบ้านแห่งคุณภาพ [5]



รูปที่ 12 แสดงส่วนของ Customer needs and Benefits

ขั้นตอนที่ 2 สร้าง “Planning Matrix” โดยเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายหลังจากได้ ข้อมูลความต้องการของลูกค้า โดยต้องตอบคำถามทั้ง 5 ข้อก่อนการลงมือวางแผน เพื่อช่วยให้สามารถทำงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

1.ความสำคัญของความต้องการแต่ละความต้องการของลูกค้า

2.ปัจจุบันสินค้าชนิดนั้นได้ตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากน้อยเพียงใด

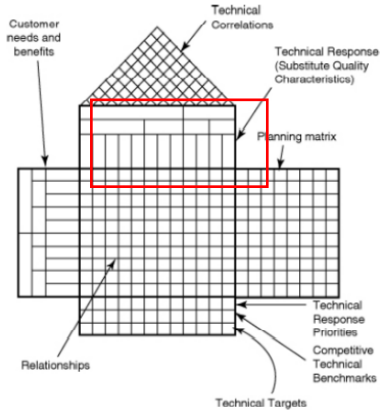
3.ปัจจุบันสินค้าชนิดนั้นมีคู่แข่งหรือไม่ และคู่แข่งตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากน้อยเพียงใด

4.บริษัทมีความต้องการที่จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ามากน้อยเพียงใด

5.จุดขายที่เป็นจุดในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าคืออะไร

เมื่อได้คำตอบของคำถามทั้ง 5 ข้อแล้ว ให้รวบรวมคำตอบทั้งหมดแล้วจัดลำดับความสำคัญ เรียงไว้ในบ้านแห่งคุณภาพ [5]

ขั้นตอนที่ 3 ทำในส่วนของ “Technical Response Priorities” โดยระบุสิ่งที่จำเป็นหรือความต้องการ (Requirements) ของการผลิตสินค้านั้น ๆ คือ Substitute Quality Characteristics (SQCs) หรือ ความต้องการทางด้านเทคนิค จากฝ่ายผลิต (Voice of the Developer: VOD) ดังรูปที่ 13 โดยใช้ Affinity diagram และ Tree diagram ในการหาความสัมพันธ์ [5]



รูปที่ 13 แสดงส่วนของ Technical Response Priorities

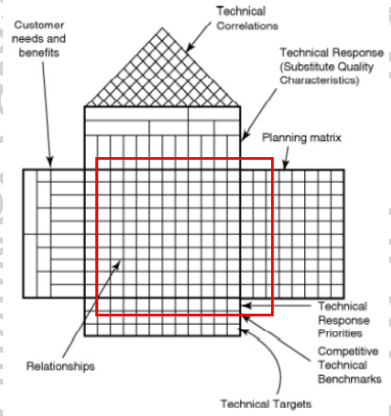
โดยความต้องการด้านเทคนิค ต้องมีการกำหนดทิศทางในการพัฒนา (Movement of Target Level) หรือการเคลื่อนไหวของข้อกำหนดมีทั้งหมด 3 ลักษณะดังนี้

↓ แนวโน้มค่าเป้าหมายปรับลดลง หมายถึง หากสามารถลดค่าได้จะดี

○ แนวโน้มค่าเป้าหมายคงที่ หมายถึง เป้าหมายที่ตั้งไว้ดีอยู่แล้ว หากสามารถทำได้ตามเป้าหมายนี้ก็สามารถที่จะตอบสนองต่อความต้องการผู้ใช้งานได้ในเกณฑ์เหมาะสมและเพียงพอ

↑ แนวโน้มต้องปรับค่าเป้าหมายเพิ่มขึ้น หมายถึง หากสามารถเพิ่มค่าได้จะดี [7]

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ในส่วนของ “Relationship Matrix” หรือบริเวณส่วนกลางของบ้านดังรูปที่ 14 ซึ่งมีความซับซ้อนและใช้เวลามากที่สุดในการทำ โดยต้องใช้เครื่องมือที่เป็น Periodization Matrix ในการหาค่าของตัวเลขที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ ระหว่าง VOC (ด้านซ้ายมือของบ้าน) และ VOD (ด้านบนของบ้าน) หลังจากนั้นจะทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและความต้องการด้านเทคนิค [5]



รูปที่ 14 แสดงส่วนของ Relationship Matrix

โดยมีสัญลักษณ์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ

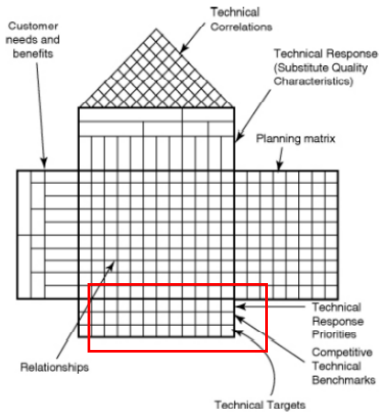
◎ เลข 9 หรือ Strong relationship หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมาก

○ เลข 3 หรือ Moderate relationship หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง

△ เลข 1 หรือ Weak relationship หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย

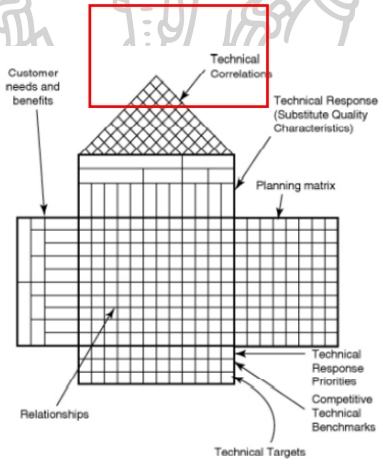
ช่องว่าง หรือ No relationship หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน [7]

ขั้นตอนที่ 5 และขั้นตอนที่ 6 เป็นการเริ่มทำในส่วนของฐานบ้าน ดังรูปที่ 15 คือ “Competitive Benchmarking” โดยใช้ความต้องการทางด้านเทคนิค จากขั้นตอนก่อนหน้ามาเปรียบเทียบสมรรถนะ และ “Target Setting” โดยใช้ผลจากการเปรียบเทียบสมรรถนะมาตั้งเป้าหมายในการผลิตและการบริการ [5]



รูปที่ 15 แสดงส่วนของ Competitive Benchmarking

ขั้นตอนที่ 7 ทำในส่วนของหลังคาดังรูปที่ 16 คือ “Technical Correlations” โดยการสำรวจปัจจัยทางเทคนิค และความต้องการทางด้านเทคนิค สำหรับใช้ในการผลิตสินค้านั้น ๆ แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันหมือไม่อย่างไร และเช็คดูกระบวนการว่าเกิดคอขวดหรือไม่ [5]



รูปที่ 16 แสดงส่วนของ Technical Correlations

โดยมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความต้องการเชิงเทคนิคด้วยกันเอง โดยมีสัญลักษณ์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดังนี้

+ มีความสัมพันธ์แบบเสริมกัน

- มีความสัมพันธ์แบบขัดแย้ง

O หรือ Strong แสดงว่าข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก

X หรือ Weak แสดงว่าข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย [7]

2.2.7 การประยุกต์ใช้ Quality Function Deployment

การประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน QFD โดยปกตินิยมใช้กันอยู่ 3 รูปแบบ นั่นคือ

1. แบบสี่ช่วง คือการใช้อนุกรมของเมตริก 4 ชั้น เพื่อครอบคลุมช่วงของการดำเนินการทั้งหมด 4 ช่วงที่สำคัญของการออกแบบและพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. แบบ Matrix Approach เป็นฟังก์ชันที่มีรูปแบบดังเดิมของญี่ปุ่น ซึ่งคิดค้นโดย Yoji Akao ตัวโมเดลมีขนาดใหญ่ ทำให้เข้าใจได้ยากจึงต้องมีการเชื่อมโยงกับโมเดลอื่น ๆ เช่น Value Engineer Failure Model and Effect Analysis และ Tree Analysis Production Operation ส่วนมากจึงเน้นใช้งานในลักษณะของระบบเมตริก 30 เมตริก

3. แบบ Integrated QFD Approach โมเดลนี้สร้างขึ้นตามขั้นตอนของการพัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ใหม่ มีระเบียบวิธีการและขั้นตอนที่ชัดเจน ซึ่งมีการรวมกันของ กิจกรรมการดำเนินงาน กิจกรรมทางธุรกิจ และการ Re-Engineering ไว้ภายใน 1 โมเดล โดยเริ่มจากการแปลงความต้องการของลูกค้า เข้าสู่ขั้นตอนการพัฒนา วางแผนปฏิบัติการ กำหนดเป้าหมาย จนถึงการรวมข้อมูลความต้องการด้านโรงงานผลิตและการปฏิบัติในการดำเนินงาน

จาก 3 รูปแบบที่ได้กล่าวมาทั้งหมดส่วนใหญ่จะมีการประยุกต์ใช้ QFD แบบสี่ช่วงมากที่สุด เนื่องจากมีการใช้งานที่ง่ายและคล่องตัวมากกว่าแบบอื่น [8]

2.2.8 การสำรวจงานวิจัย

Eldermann, et al. (2017) ได้ทำการวิจัยในหัวข้อ กรอบงาน QFD สำหรับการเลือกรูปแบบการพัฒนาอุตสาหกรรม โดยกรณีศึกษาคืออุตสาหกรรมการผลิตเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ต้องการการเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานเพื่อเป็นทางเลือกในการลดคาร์บอน ในงานวิจัยนี้เขาได้เสนอกลยุทธ์ในการใช้วิธีการปรับใช้ฟังก์ชันคุณภาพ (QFD) เพื่อวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากชั้นหินน้ำมันที่เป็นนวัตกรรมใหม่ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมและสนทนากับผู้เชี่ยวชาญด้านหินน้ำมัน พบว่ามีทั้งหมด 3 รูปแบบที่มีความเป็นไปได้ คือ 1.ผลิตภัณฑ์เคมี ใช้สถานการณ์จำลองบางส่วนในอุตสาหกรรมจึงได้เรซินและจากการวิจัยทำให้เรซินกลายเป็นผลผลิตหลักของอุตสาหกรรม 2. ผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง เป็นการใช้หินน้ำมันดิบที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำให้เกิดเถ้าจากหินน้ำมันและอื่น ๆ ซึ่งเป็นเพียงผลพลอยได้จากการจากการผลิตวัสดุก่อสร้าง แต่ถึงอย่างนั้นก็กลายเป็นผลผลิตหลักของอุตสาหกรรมเช่นกัน และสุดท้ายคือไฮโดรเจน โดยมีการจำลองสถานการณ์การใช้ และพบว่าตัวเลือกนี้มีความคุ้มค่า เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายอยู่ในระดับสูงซึ่งมีการปล่อยคาร์บอนน้อย สรุปการตัดสินใจเกี่ยวกับทางเลือกการลดคาร์บอนที่ดีที่สุดในระดับอุตสาหกรรมและระดับประเทศยังมีความแตกต่างกันในการตัดสินใจ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการ QFD เพื่อหาความเป็นไปได้เพื่อบูรณาการความต้องการของทุกฝ่ายและวิเคราะห์ลำดับความสำคัญร่วมกัน ซึ่งเป็นโครงร่างที่ใช้สำหรับการเลือกแนวทางในการลดคาร์บอนในชั้นหินน้ำมันต่อไป [9]

Iwan, et al. (2017) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แบบจำลองการปรับใช้ฟังก์ชันคุณภาพแบบหลายฐาน (QFD) เพื่อปรับปรุงอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ฮาลาล โดยทางผู้วิจัยใช้

QFD แบบหลายระยะเป็นเครื่องมือในการออกแบบผลิตภัณฑ์และปรับปรุงระบบคุณภาพอาหาร เพื่อระบุกระบวนการที่สำคัญและจัดลำดับความสำคัญของการปรับปรุงการผลิตอาหารฮาลาล พบว่าในเมทริกซ์ 1 กระบวนการเชือด การแปรรูปเนื้อสัตว์ และการขนส่งเนื้อสัตว์ เป็นกระบวนการหลัก ในขณะที่ขั้นตอน คนงาน เอกสาร เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของเมทริกซ์ 2 ซึ่งวิธีที่จะช่วยแก้ปัญหาของอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ฮาลาลคือจัดเรียงลำดับความสำคัญ ทางผู้วิจัยและบริษัทตัดสินใจจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสม โดยปรับปรุงศักยภาพของพนักงานด้วยการฝึกอบรมและให้ความรู้เพิ่มเติม รวมถึงการเสริมสร้างประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ความปลอดภัยของอาหาร และความสำคัญของคุณภาพการรับรองฮาลาล ผ่านการวิเคราะห์จากฟังก์ชัน QFD [10]

Hadi, et al. (2017) การนำฟังก์ชันคุณภาพไปใช้ (QFD) ในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ ทางผู้วิจัยได้ใช้ฟังก์ชัน QFD ในการหาความต้องการของลูกค้าเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งพบว่าความต้องการของลูกค้าจากการเก็บข้อมูล คือ ยางรถยนต์ต้องมีความแข็งแกร่งในทุกสภาวะ อายุการใช้งานยาวนาน ระเบิดยาก ไม่ลื่น ไม่ใหญ่เกิน และมีราคาที่เหมาะสม ในส่วนของความต้องการที่แปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค คือ การออกแบบดอกการยาง การออกแบบลวดลูกปัด เทคโนโลยี split liner เอ็กซ์เรย์ เทคโนโลยีสารประกอบซิลิกา การออกแบบลวดลาย หลังจากดำเนินการโดยใช้ความต้องการของลูกค้ามาจัดอันดับโดยเปรียบเทียบกับบริษัทคู่แข่ง ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธี QFD คือ เทคโนโลยี split liner 30.57% การออกแบบลวดลาย 25.98% และเทคโนโลยีสารประกอบซิลิกา 22.68% ดังนั้น นักวิจัยจึงแนะนำกลยุทธ์หลากหลายแบบสำหรับการปรับปรุงคุณภาพตามความต้องการของลูกค้าสำหรับอุตสาหกรรมยางรถยนต์ให้กับบริษัทตัวอย่างได้ [11]

Dieck, et al. (2019) ทำวิจัยด้วยการแปลข้อกำหนดของนักท่องเที่ยวเป็นแอปพลิเคชัน AR บนมือถือผ่าน QFD โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มสนทนา และแบบสอบถามของนักท่องเที่ยวต่างชาติรวมถึงผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาความต้องการและแปลงความต้องการนั้นเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค ซึ่งมีการสรุปข้อมูลข้อกำหนดที่สำคัญ คือ การจัดหาเนื้อหาเว็บ การใช้การเชื่อมต่อเครือข่าย และ การรับรู้ถึง AR จากที่กล่าวมาต้องมีการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต จากนั้นมีการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนักพัฒนาแอปเพื่อสร้างเป็นแอปพลิเคชัน AR บนมือถือ โดยการวิจัยนี้เปิดเผยว่านักพัฒนาแอปพลิเคชัน AR บนมือถือกังวลในเรื่องของการโต้ตอบกับผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน และประสบการณ์ของผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการออกแบบเพื่อให้มีลักษณะการใช้งานที่ง่ายและรวดเร็ว ผู้ใช้งานที่ไม่มีประสบการณ์สามารถใช้งานได้ รวมถึงความกังวลของผู้ใช้งานเกี่ยวกับผลกระทบที่อาจรบกวนผู้อื่นในบริเวณนั้น ๆ ซึ่งอยู่ในข้อกำหนดด้านความเป็นส่วนตัวที่ผู้วิจัยและนักพัฒนาแอปพลิเคชันเห็นพ้องต้องกันในการจัดทำแอปขพลิเคชัน AR ขึ้นมา อย่างไรก็ตาม

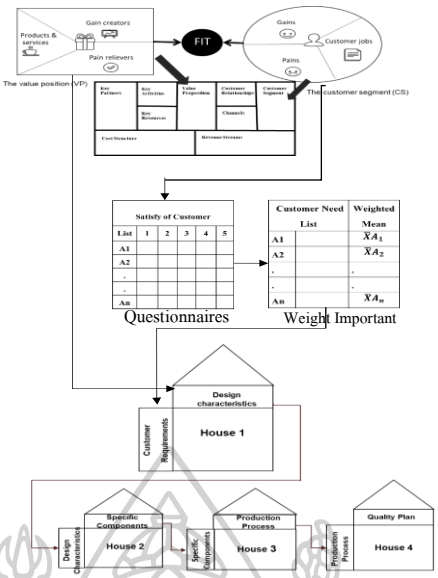
เนื่องจากแอปพลิเคชัน AR บนมือถือยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา ศักยภาพของแอปพลิเคชัน AR จึงยังไม่สามารถระบุได้ในการศึกษานี้ [12]

Kurtulmusoglu, et al. (2017) การวิเคราะห์แบบผสมผสานของความคาดหวังการบริการและการรับรู้ในอุตสาหกรรมที่พักด้วยคุณภาพการใช้งานฟังก์ชัน ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาคุณภาพการบริการในอุตสาหกรรมที่พักโดยกาเก็บข้อมูลความต้องการจาก 2 ฝ่าย คือ ผู้จัดการของที่พักและลูกค้าที่เข้าใช้บริการในเรื่องของการปรับปรุงคุณภาพการบริการในอุตสาหกรรมที่พัก โดยที่ความต้องการของลูกค้า คือ การบริการ อาหาร คุณภาพของห้องพักและการดูแลทำความสะอาด การสื่อสารและการเข้าถึง การรับประกันและการตอบสนอง ความน่าเชื่อถือ พื้นที่ที่ได้รับการดูแลอย่างดี และอุปกรณ์ภายในห้อง จากการวิเคราะห์ทำให้ได้ข้อกำหนดทางเทคนิคที่สำคัญที่สุดเพื่อตอบสนองความต้องการลูกค้า คือ บริการไร้ข้อผิดพลาด 10% พฤติกรรมและทัศนคติที่เหมาะสมต่อลูกค้า7% และตอบสนองความต้องการของลูกค้า 7% ซึ่งในการศึกษานี้มีความสัมพันธ์เชิงลบเกิดขึ้น คือ ระหว่างความต้องการและความคาดหวังของลูกค้าที่ลดลง โดยทางแก้ไขที่เสนอแนะไป คือ ระบุกำหนกการหรือเวลาการบริการต่าง ๆ เช่น โปรโมรชันพิเศษ ให้กับลูกค้าได้ตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของลูกค้าเอง [13]

2.2.9 การพัฒนาและการบูรณาการของ Quality Function Deployment

2.2.9.1 การประยุกต์ใช้เทคนิค BMC ร่วมกับ QFD

การนำเทคนิคของ BMC โดยใช้การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย (Customer Segment) และการออกแบบคุณค่าในผลิตภัณฑ์ (Value Proposition) เพื่อศึกษาและรวบรวมความต้องการจากลูกค้า จากการพบอุปสรรคการใช้งานของลูกค้า ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการทำดำเนินการที่คล้ายคลึงกับการเก็บข้อมูลลูกค้าของ QFD แต่เมื่อนำ BMC มาช่วยในการเก็บข้อมูลจะสามารถช่วยให้กำหนดข้อมูลพื้นฐานก่อนการสร้างแบบสอบถามได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเริ่มจากการประยุกต์ BMC ในการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย และแปลงความต้องการเป็นแบบสอบถาม นำไปเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้า จากนั้นจึงเข้ากระบวนการวิเคราะห์ใน QFD ดังตัวอย่างรูปที่ 17 [6]

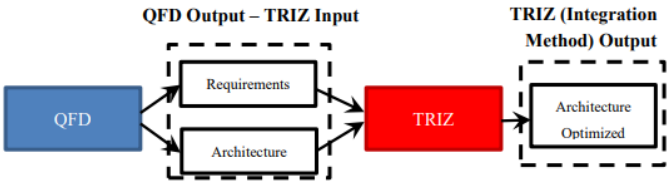


รูปที่ 17 ตัวอย่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการประยุกต์เทคนิค BMC ร่วมกับ QFD

ที่มา: กิตติชัย ชิตตระกลู (2560)

2.2.9.2 การบูรณาการ TRIZ ร่วมกับ QFD

โดยที่ TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) หรือ ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม เป็นหลักการในการคิดค้น และออกแบบประดิษฐ์กรรมสำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในทางอุตสาหกรรมให้มีฟังก์ชันการใช้งานสูงสุด หรือเพิ่มความเป็นอุดมคติ (Ideality) และลดทรัพยากรที่ต้องใช้ (Resources) ซึ่งเมื่อนำกระบวนการ TRIZ มารวมกับ QFD จะสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้โดยตัวอย่างของ Caligiana (2017) ที่นำทั้งสองแนวคิดนี้มาวิเคราะห์แก้ปัญหาแม่พิมพ์ของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งการใช้งานของทั้งสองกระบวนการนั้นเป็นไปตามรูปที่ 18 ที่แสดงการนำข้อมูลความต้องการของลูกค้าจาก QFD ไปแปลงข้อมูลด้านเทคนิค ซึ่งได้ผลลัพธ์จากหลักการการวิเคราะห์ TRIZ อีกครั้งหนึ่ง [14]



รูปที่ 18 การบูรณาการ TRIZ ร่วมกับ QFD

ที่มา: Caligiana (2017)

2.2.9.3 การพัฒนา QFD เป็น FQFD

การรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าเพื่อสร้าง HOQ ด้วยวิธี QFD ส่วนใหญ่เป็นภาษาศาสตร์ เช่น การสัมภาษณ์ สนทนากลุ่มกับลูกค้า ทำให้ไม่มีความแน่นอน ไม่ชัดเจน คลุมเครือ ซึ่งอาจนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ลำเอียงได้ ดังนั้นจึงมีนักวิจัยคิดค้นและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาของ QFD และได้นำเสนอทฤษฎี FQFD โดย L.A.Zadeh ในปี 1965 จากการพิจารณามาตราส่วนอัตราความสำคัญที่สุดของ QFD คือ ตัวเลข 1-5 ที่มีความชัดเจน ซึ่งมักจะทำให้ระดับของข้อมูลสูญหายในขณะที่ FQFD ใช้ตัวแปรทางภาษาที่อาจไม่แม่นยำหรือไม่สมบูรณ์มากกว่าตัวเลขที่ชัดเจนที่สามารถประมาณได้ เพื่อความแม่นยำเชิงตัวเลขและความถูกต้อง แต่มีฉันทามติในทฤษฎีสำหรับประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือ ความถูกต้อง และผลลัพธ์ที่มีความหมายมากกว่าแนวทาง QFD ที่ FQFD นำมาใช้ Liu (2011) ได้จำแนกวิธีการการใช้งานร่วมกับ FQFD โดยใช้ชื่อวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ การคำนวณ QFD แบบธรรมดาโดยใช้ตัวแปรคลุมเครือ การจัดลำดับแบบคลุมเครือ เอนโทรปี การวิเคราะห์แนวโน้มการคลุมเครือ การตัดสินใจคลุมเครือแบบหลายเกณฑ์ อินทิกรัลคลุมเครือ เครือข่ายกระบวนการการวิเคราะห์แบบคลุมเครือ ค่าที่คาดไว้คลุมเครือ โปรแกรมเป้าหมายคลุมเครือ ผู้เชี่ยวชาญระบบคลุมเครือ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีการจำลองเพื่อเพื่อพัฒนา FQFD อีกแบบหนึ่งอ้างโดย Abdolshah และ Moradi (2013) ซึ่งมีการจัดหมวดหมู่ไว้หลายแบบ คือ โมเดลการเขียนโปรแกรมเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นแบบคลุมเครือ โมเดลการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ โมเดลการตัดสินใจแบบกลุ่มคลุมเครือวิธีการ metaheuristic แบบจำลองการถดถอยคลุมเครือ(เชิงเส้นและไม่เชิงเส้น) แบบจำลองการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการลูกค้า โมเดลไฮบริด และวิธีการอื่น ๆ ก่อนการนำวิธี FQFD จำเป็นต้องศึกษาและตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมและถูกต้องกับงานที่กำลังจะดำเนินการ โดยมีรูปแบบที่คลุมเครือของ QFD อีกหลายรายการในทฤษฎี เช่น FQFD สัญชาตญาณ QFD ที่เป็นกลาง และ hesitant FQFD เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการ FQFD ดังรูปที่ 19 [15]

Authors (Year)	Type of FQFD	Problem Area	Advantages	Disadvantages
Khoo and Hot (1996)	Ordinary FQFD	Design requirements of a flexible manufacturing system	Simplification of the documentation process and computerization of QFD	Lack of effort to address the semantic in the linguistic variables
Yu, Wang, and Bao (2018)	Intuitionistic FQFD	Designing steering wheel of electric vehicles	Opportunity to reflect customer requirements more comprehensively and accurately and offer highly detailed information for design teams	No consideration of the relationship between the technical attributes and the degree of risk preference
Van et al. (2018)	Neutrosophic QFD	Green supplier evaluation and selection process	Allocation of resources and coordinating skills based on customer needs, decreasing production costs, and reducing the cycle	Inability to solve more complex problems in real life
Çevik Onar et al. (2016)	Hesitant FQFD	Computer workstation selection	Ability to reflect the human's hesitancy more objectively than the other classical extensions of fuzzy sets	Inadequate to consider membership and non-membership functions together
Authors of this paper	Pythagorean FQFD	Solar photovoltaic technology development	All the linguistic terms are represented by PFSs to give a larger domain for the assignment of membership and non-membership degrees and all the optional parts of an HOQ are considered.	Data are received from another journal paper: Lee et al. (2017). The application depends on empirical analysis.

รูปที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการของ FQFD

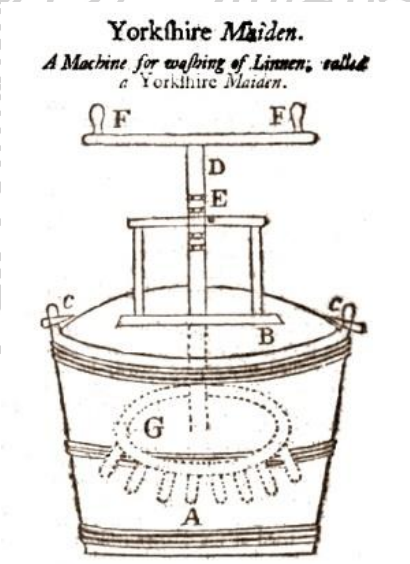
ที่มา: Haktanir and Kahraman (2019)

2.3 เครื่องล้างผักและผลไม้

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของเครื่องซัก

แนวคิดในการซักด้วยเครื่องมีมานานแล้ว แต่ไม่มีอะไรเกิดขึ้นได้จริงจนกระทั่งช่วงกลางปี 1700 ก่อนหน้านั้น แรกเริ่มมีการผลัดกันเสนอการออกแบบและกลายเป็นหนังสือ "เครื่องซักผ้าเครื่องแรก" ในต้นศตวรรษที่ 17 โดย Jacopo Strada's หลานชายของ Ottavio ได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับเครื่องซักผ้าในศตวรรษที่ 15 จากนั้นในช่วงปี 1670 จอห์น ฮอสกินส์ ได้ทดลองใส่ผ้าชั้นดีลงในถุงหนาที่สามารถแช่น้ำได้ก่อนที่จะบีบด้วยกลไก “ล้อและกระบอกสูบ” โดยได้มีสิทธิบัตรฉบับภาษาอังกฤษในปี 1691 อ้างถึง "เครื่องยนต์" ที่มีรายการการใช้งานที่เป็นไปได้มากมายรวมถึงการซักผ้า แต่สิทธิบัตรในยุดนั้นมีความแตกต่างกัน คือ ไม่มีการส่งภาพวาด ไม่มีการสร้างเครื่องซักผ้า และสิทธิบัตรเป็นเพียงการยกย่องด้วยการอนุมัติจากราชวงศ์สำหรับแผนธุรกิจของใครบางคน มากกว่าการสนับสนุนอย่างจริงจังสำหรับนักประดิษฐ์

ดังนั้น ช่วงกลางปี 1700 ได้มีสัญญาณของความคืบหน้าเกี่ยวกับเครื่องซักผ้าที่ประหยัดแรงงาน เครื่องซักผ้าเครื่องแรกในรูปที่ 20 วางจำหน่ายในลอนดอนในปี 1752 มีการกล่าวกันว่า "ใช้งานได้ยาวนาน" ในตอนเหนือของอังกฤษ [16]



รูปที่ 20 เครื่องซักผ้าเครื่องแรก

ที่มา: Explore the British Library

Jacob Christian Schaffer ผู้ก่อตั้งโรงงานปั๊มขึ้นรูปสำหรับการทดลองกระดาษ เขาได้รับแรงบันดาลใจจากบทความในนิตยสารเกี่ยวกับเครื่องซักผ้าภาษาอังกฤษรุ่นเดนมาร์ก และปรับปรุงเครื่องซักผ้า

จากนิตยสารนั้น หลังจากที่ได้พยายามตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 18 เพื่อหาวิธีทำความสะอาดผ้าขี้ริ้วที่สกปรกมาก จนทำให้เกิดเป็นเครื่องซักผ้าแบบกลไกฉบับปรับปรุงในปี ค.ศ. 1766 รูปที่ 21 ซึ่งเครื่องนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในบ้าน มีการผลิตและจำหน่ายเครื่องซักผ้าแบบกลไกลนี้ประมาณ 60 เครื่อง [17]

รูปที่ 21 เครื่องซักผ้าฉบับปรุงปรุงของ Schaffer
ที่มา: Deutsches Museum

100 ปีต่อมา เครื่องซักผ้าถูกคิดค้นขึ้นอีกครั้ง ในปี ค.ศ. 1905 เครื่องซักผ้าแบบหมุนเครื่องแรกปรากฏขึ้น โดยที่พวกเขายังคงทำงานด้วยมือ แต่ตัวถังเป็นเหล็กที่ผสมกับเตาถ่านหิน ในปี ค.ศ. 1920 เครื่องจักรไฟฟ้าเครื่องแรกถือกำเนิดขึ้น โดยกลไกของการหมุนภายในเครื่องซักเปลี่ยนเป็นระบบไฟฟ้า แต่ระบบควบคุมอื่น ๆ ยังต้องใช้คนในการดำเนินการ

เครื่องจักรอัตโนมัติเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1930 ซึ่งได้เพิ่มส่วนประกอบที่ทำงานอัตโนมัติเข้าไปยิ่งขึ้น คือ สวิตช์แรงดัน ตัวควบคุมอุณหภูมิ และตัวจับเวลา และตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ความก้าวหน้าในด้านอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำให้เครื่องซักมีปฏิกิริยาตอบสนองและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การปรับพารามิเตอร์ด้วยเซ็นเซอร์: ระดับน้ำ อัตรา การหมุน การตรวจวัดน้ำหนักวัฏจักรที่แตกต่างกัน: สี สีขาว ผ้าขนสัตว์ ผ้าใยสังเคราะห์ ประหยัดพลังงานและน้ำ เป็นต้น ท้ายที่สุด

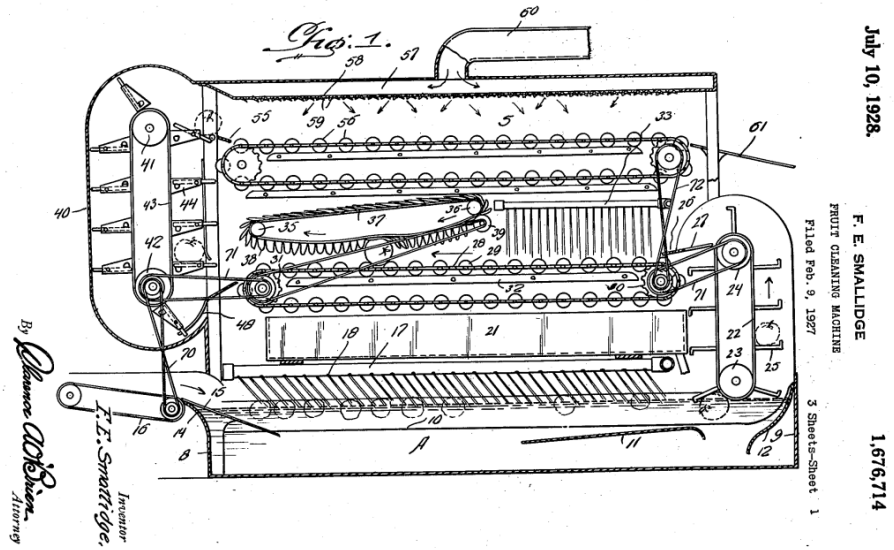
ในปี ค.ศ. 1990 James Dyson นักประดิษฐ์ชาวอังกฤษได้ผลิตเครื่องซักที่มีกระบอกสูบสองกระบอก ซึ่งหมุนไปในทิศทางตรงกันข้าม สามารถช่วยลดเวลาในการซักและให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น [18]

2.3.2 การกำเนิดเครื่องล้างผักและผลไม้

ผักและผลไม้เป็นอาหารประเภทที่สามารถรับประทานได้โดยที่ไม่ต้องปรุงสุก แต่ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมากในผักผลไม้ ตามที่เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thailand Pesticide Alert Network: Thai-PAN) ได้วิเคราะห์ผลการตกค้างของสารเคมีในผักผลไม้ โดยแบ่งประเภทจากแหล่งกำเนิดและที่มา โดยพบว่าผักผลไม้ทั้งในประเทศและนอกประเทศมีความเสี่ยงพอ ๆ กันถึงแม้จะมีการประกาศให้หยุดใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายร้ายแรงในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่ก็ยังมีสารเคมีตัวอื่น ๆ ที่ผู้คนนำมาใช้ทดแทนและใช้กันอย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดสารพิษตกค้างอย่างเช่นทุกวันนี้ เมื่อเป็นเช่นนั้นจึงได้มีการค้นคว้าหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการใช้เครื่องซักเป็นพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาเป็นเครื่องล้างผักและผลไม้ พบว่ามีผู้คนได้จดสิทธิบัตรเครื่องล้างผักและผลไม้กว่า 1300 สิทธิบัตร ใน 30 ประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่พบว่ามาจากประเทศทางแถบเอเชียประมาณ 69.3% และมีเพียง 20.9% เท่านั้นที่มาจากประเทศสทางแถบยุโรป ตัวเลขเหล่านี้บ่งชี้ว่าความต้องการเครื่องล้างผักและผลไม้ในเอเชียค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการทำการเกษตรเป็นหลักรวมถึงการส่งออกสินค้าเกษรตค่อนข้างมาก ในแง่ของเทคโนโลยีการล้างในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายรูปแบบ เช่น ozone อัลตราไวโอเลต และอัลตราซาวนด์/อัลตราโซนิค โดยเทคโนโลยีเหล่านี้มีราคาค่อนข้างสูง และพบข้อเสียอยู่บ้าง นั่นทำให้เทคโนโลยีเหล่านี้ไม่เหมาะสมสำหรับผักและผลไม้ ส่วนใหญ่ในประเทศเขตร้อนชื้น เช่น ไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องจัดการกับผักใบที่มีดินร่วนปนอยู่เป็นจำนวนมาก [3]

โดยเครื่องล้างผักและผลไม้เครื่องแรกที่ได้รับการจดสิทธิบัตรและนำออกสู่ตลาดไม่ได้มีการจดบันทึกไว้อย่างแน่ชัดแต่อย่างไรก็ตามวิวัฒนาการของเครื่องล้างผักและผลไม้ก็มีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยดังเช่นตัวอย่างที่ได้นำมาแสดงต่อไปนี้

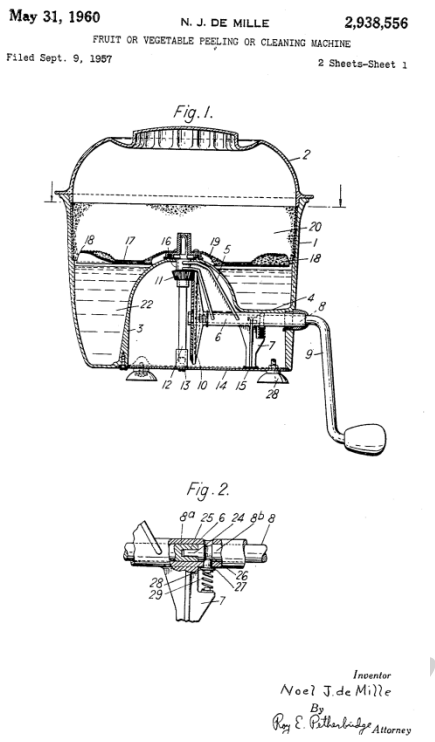
เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 1928 ซึ่งการประดิษฐ์อยู่ในข้อกำหนดของเครื่องจักรโดยที่ลักษณะของเครื่องจักรถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการสร้าง มีการทำงานที่ครอบคลุม Smallodge (1928) ให้ความเห็นว่าไม่น่าจะตกรุ่นไปโดยง่าย และมีรับการปรับให้เข้ากับวัตถุประสงค์ที่ได้รับมาจากลูกค้าเป็นอย่างดี โดยการทำงานของเครื่องนี้เริ่มด้วยการนำผักผลไม้เข้าไปในเครื่องทางด้านล่างซ้ายมือ ในรูปที่ 22 จากนั้นสายพานจะลำเลียงผักผลไม้ผ่านหัวฉีดน้ำที่ติดตั้งอยู่ด้านบน จากนั้นตัวเกี่ยวผักผลไม้ขึ้นไปด้านบนลำเลียงบนสายพานหัวฉีดและตัวขัดทำความสะอาดพื้นผิวผักผลไม้ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการล้างผักผลไม้จะถูกยกขึ้นไปชั้นบนสุดของเครื่องเพื่อทำการเป่าให้แห้ง จากนั้นจึงไหลออกจากเครื่องทางด้านบนขวามือตามรูป [19]



รูปที่ 22 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 1928

ที่มา: Patent of F.E.SMALLIDGE (1928)

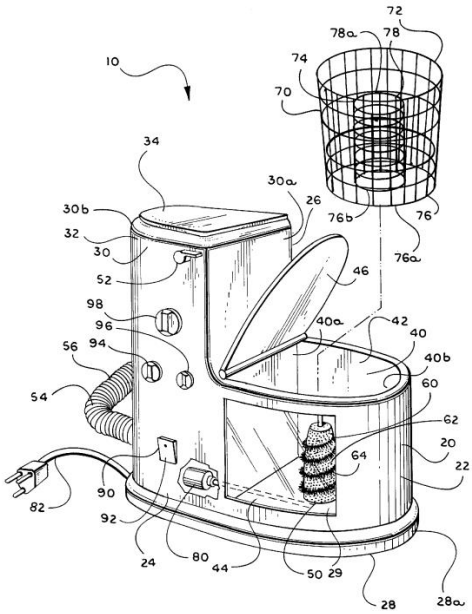
เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 1960 ของ Mille (1960) และคนอื่น ๆ ได้มีการประดิษฐ์เครื่องปอกเปลือกผลไม้หรือผักหรือทำความสะอาด ซึ่งได้ระบุว่าเครื่องสามารถที่จะล้างทำความสะอาดและปอกเปลือกมันฝรั่งหรือผักผลไม้อื่น ๆ ที่มีเปลือกได้ ดังรูปที่ 23 วัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์นี้ คือ การจัดหาเครื่องจักรซึ่งสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องต่อท่อน้ำเข้ากับตัวเครื่องและไม่จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องใกล้กับท่อระบายน้ำ เครื่องปอกเปลือกหรือทำความสะอาดผักผลไม้ประกอบด้วยภาชนะที่มีฝาปิดแบบบานพับหรือแบบถอดได้ แผ่นดิสก์ที่ติดตั้งในลักษณะแนวนอนรองรับการหมุนภายในเพื่อให้เป็นช่องเก็บผักผลไม้เหนือแผ่นดิสก์และช่องรับน้ำใต้แผ่นดิสก์ ในส่วนบนและภายในช่องมีการติดตั้งแผ่นขัดถู โดยกระบวนการทำงาน คือ เติมน้ำลงในช่องด้านล่างแผ่นดิสก์โดยนำผักผลไม้เข้าตรงช่องเหนือแผ่นดิสก์ ปิดฝาเครื่องและหมุนขันโยกเพื่อกวนผักผลไม้ให้สัมผัสกับแผ่นขัดถูซึ่งลอกหรือทำความสะอาดผักผลไม้ จากนั้นตักน้ำเทเข้าไปในช่องชั้นบนเพื่อล้างเปลือกให้ตกลงสู่ชั้นล่างจะได้ผักผลไม้ที่ปราศจากเปลือกในชั้นด้านบน [20]


May 31, 1960 N. J. DE MILLE 2,938,556
FRUIT OR VEGETABLE PEELING OR CLEANING MACHINE
Filed Sept. 9, 1957 2 Sheets-Sheet 1
Fig. 1.
Fig. 2.
Inventor
Noel J. de Mille
By
Roy E. Pittenger Attorney

รูปที่ 23 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 1960

ที่มา: Patent of Mille, et al. (1960)

เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 2003 ของ Rich (2003) เป็นเครื่องล้างที่มีรูปลักษณะคล้ายคลึงกับโถสุขภัณฑ์ รูปที่ 24 ซึ่งภายในประกอบด้วยหัวจ่ายของเหลว อ่างเก็บน้ำตะกร้าที่ถอดออกได้ เครื่องกวนแบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ และตัวจับเวลา กระบวนการทำงานของเครื่องนี้เริ่มจากการนำผักผลไม้ใส่ตะกร้าก่อนนำตะกร้าใส่เข้าไปในตัวเครื่อง จากนั้นทำการปิดฝาเครื่องก่อนเปิดการทำงานของเครื่องด้วยสวิตช์ เครื่องล้างผักผลไม้มีมอเตอร์ที่ทำให้แปลงขัดที่อยู่ตรงกลางภายในเครื่องหมุนเพื่อทำความสะอาด และมีการเติมน้ำยาช่วยล้างเพื่อช่วยกำจัดสารพิษตกค้างจากยาฆ่าแมลงและเชื้อโรคต่าง ๆ ทำงานแบบอัตโนมัติจากตัวจับเวลาเติมสาร เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการให้ผู้ใช้งานปิดสวิตช์มอเตอร์และกดคันโยกด้านบนในหมายเลข 52 เพื่อทำการถ่ายน้ำล้างออกจากตัวเครื่องถือเป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการล้าง [21]



รูปที่ 24 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 2003

ที่มา: Patent of Rich (2003)

เครื่องล้างผักผลไม้ถูกคิดค้นและพัฒนาปรับเปลี่ยนมาตามยุคสมัยทำให้มีขนาดที่เล็กลงและสามารถใช้งานได้ภายในครัวเรือน ในปี 2014 ซึ่งเข้าใกล้ปัจจุบันมากขึ้น Weiwen (2014) ประดิษฐ์เครื่องล้างผักผลไม้ที่ถูกเรียกว่าเครื่องล้างแบบไดนามิก รูปที่ 25 โดยภายในเครื่องมีการตั้งตะกร้าภายในถังซักและมีฝาปิดอย่างมิดชิด ด้านล่างของถังจะแบนหรือกึ่งแบน ศูนย์กลางของด้านล่างของถังมีเพลาหมุนที่เจาะจากด้านล่าง และขอบด้านล่างของถังมีทางเข้าช่องจ่ายน้ำและช่องระบายน้ำออก ติดตั้งมอเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ขับเคลื่อนการหมุนของตะกร้าซักผ้า พื้นผิวด้านในด้านบนของถังซักมีลักษณะแข็งรวมถึงต้องมีแผ่นกั้นน้ำ วิธีการใช้งาน คือ ให้ใส่ผักผลไม้ลงในตะกร้าซัก แล้วมอเตอร์จะขับเคลื่อนตะกร้าซักให้หมุน น้ำไหลไปที่ช่องว่างระหว่างตะกร้ากับถังแล้วขึ้นไปบนตะกร้า จากนั้นดูดกลับขึ้นมาบนตะกร้าหมุนไปและกลับ ซึ่งเป็นการไหลแบบวัฏจักร การไหลของน้ำแต่ละรอบจะผ่านช่องว่างระหว่างผักในตะกร้า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อย่างรวดเร็วกับพื้นผิวของผักผลไม้จากนั้นจะเกิดแรงเสียดทาน เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกจากผักผลไม้ แต่ถึงอย่างนั้นเครื่องยังมีข้อบกพร่องตรงที่ไม่สามารถพลิกกลับด้านของผักผลไม้ได้ ซึ่งยังเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ในเครื่องนี้ [22]

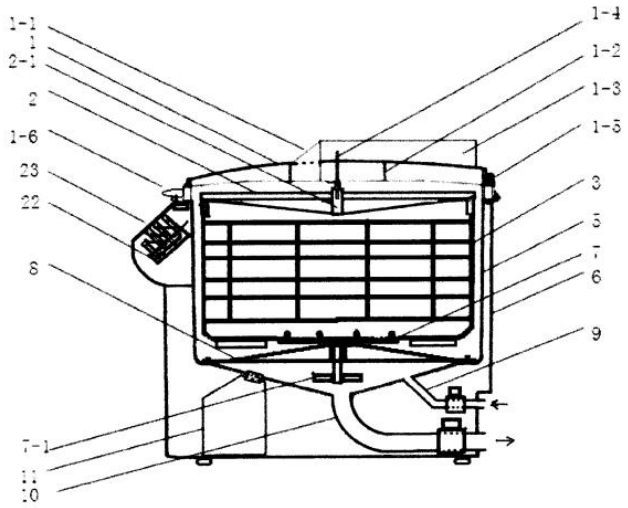


Fig1

รูปที่ 25 เครื่องล้างผักผลไม้ที่จดสิทธิบัตรในปี 2014

ที่มา: Patent of Weiwen (2014)

2.3.3 เทคโนโลยีการล้างผักและผลไม้

การล้างทำความสะอาดผักผลไม้ มีวิธีมากมายในปัจจุบัน เช่น การล้างด้วยน้ำเปล่า สารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$) สารละลายเกลือ ($NaCl$) สารละลายกรดน้ำส้ม (น้ำส้มสายชู) acetic acid และสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (เบ็คกิ้งโซดาหรือผงฟู) ($NaHCO_3$) ซึ่งเป็นวิธีที่คนส่วนมากใช้ในการล้างสิ่งสกปรกบนผิวของผักผลไม้ ในขณะเดียวกันผู้บริโภคก็ควรทราบด้วยว่าวิธีการล้างหลากหลายวิธีนั้นมีข้อจำกัดอะไรบ้าง และสารชนิดใดที่ไม่สามารถลดการตกค้างโดยวิธีการล้าง ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคสามารถหาทางออกในการบริโภคผักและผลไม้ได้อย่างปลอดภัยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งรวมถึงการมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนทางนโยบายเกี่ยวกับการจัดการเรื่องสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วย [23]

นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีมากมายที่เกิดขึ้นมาในปัจจุบันเพื่อช่วยในการล้างผักผลไม้ ซึ่งจะอธิบายดังต่อไปนี้

2.3.3.1 เทคโนโลยีโอโซน

โอโซนเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในการฆ่าเชื้อโรคโดยไม่ทิ้งสารตกค้างให้เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยโอโซนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคมากกว่าคลอรีน 3-5

เท่า และความเร็วในการฆ่าเชื้อโรคมากกว่าคลอรีน 600-3,000เท่า (เทียบจากอัตราส่วน) แต่ถึงอย่างไรก็มีผลเสียจากการใช้โอโซนตามมา นั่นคือ ส่งผลเสียต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากลักษณะการปล่อยสารพิษของตัวโอโซนเอง นอกจากนี้ด้วยการสร้างโอโซน การล้างด้วยโอโซนไม่สามารถทำได้ในเชิงเศรษฐกิจ และการประยุกต์ใช้ในอาหารเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคยังไม่สามารถยอมรับได้เนื่องจากเชื่อว่ามีคุณสมบัติเป็นพิษ [3, 24]

2.3.3.2 เทคโนโลยีรังสียูวีซี (UVC)

รังสียูวีซีเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความยาวคลื่น 100-280 นาโนเมตร รังสียูวีซีมีความสามารถในการทำลายเชื้อโรคหรือเรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation ซึ่งทำลายเชื้อโรคไม่ว่าจะเป็น แบคทีเรีย ไวรัส ราเส้นใย ยีสต์ เป็นต้น โดยจะทำลายโครงสร้างกรดนิวคลีอิกซึ่งเป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอของเชื้อโรคที่ความยาวคลื่น 260-265 นาโนเมตร รูปที่ 26 โดยอันตรายจากรังสียูวีซี คือ เมื่อสัมผัสกับผิวหนังสามารถทำให้ผิวหนังไหม้และเกิดมะเร็งผิวหนังได้ หากสัมผัสกับตาอาจทำให้เกิดอาการกระจกตาอักเสบ การมองเห็นภาพผิดปกติ หรือทำให้ตาบอดได้ โดยยูวีจะทำลายจอตาหรือเรตินา ดวงตาสามารถทนต่อรังสียูวีซีที่ระดับความเข้ม 0.2 μW/cm2 เมื่อใช้งานจึงควรสวมแว่นตาที่สามารถป้องกันรังสียูวีซีได้ และข้อเสียของการนำเทคโนโลยีรังสียูวีซีมาใช้ คือ อาจส่งผลต่อรสชาติ และความสดของผักและผลไม้เนื่องจากส่วนใหญ่อุณหภูมิสูงและระยะเวลาดำเนินการนาน และจำเป็นต้องออกแบบติดตั้งบริเวณที่ฆ่าเชื้ออย่างดีเพื่อให้สามารถฆ่าเชื้อได้อย่างทั่วถึง [3, 25]

รูปที่ 26 รังสียูวีซี (UVC)

ที่มา: คณะเภสัช มหาวิทยาลัยมหิดล

2.3.3.3 เทคโนโลยีอัลตราโซนิค

การทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิก ณ ปัจจุบันก็มีการใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะมีคุณสมบัติที่โดดเด่นในเรื่องของการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็น

การล้างผักผลไม้หรืออุปกรณ์ ซึ่งมีความรวดเร็วและสามารถทำความสะอาดในส่วนที่เข้าถึงได้ยากโดยไม่ทำให้ผักผลไม้หรืออุปกรณ์ที่ต้องการทำความสะอาดเกิดความเสียหาย อีกทั้งไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม แต่ข้อเสียของการล้างด้วยอัลตราโซนิค คือ ต้องมีการออกแบบของทรานสดิวเซอร์อัลตราโซนิค รูปที่ 27 การสร้างอนุมูลอิสระ และต้องระวังความร้อนของวัสดุที่สัมผัสกับอัลตราโซนิครวมถึงราคาที่ค่อนข้างสูง [3, 26]

รูปที่ 27 หัวอัลตราโซนิค
ที่มา: psonic.yellowpages.co.th

2.3.3.4 เทคโนโลยี Advanced Oxidation Process (AOP)

เทคโนโลยี AOP ได้จากก๊าซที่แตกตัวในระยะ Ionization และ Excitation ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อนุมูลอิสระกลุ่ม ROS (Reactive Oxygen Species) ที่ทำงานร่วมกับนวัตกรรมฟองอากาศ ขนาดไมครอนเล็กกว่าเส้นผม 80 เท่า จึงสามารถทำความสะอาดพื้นผิวที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ชำระจุลินทรีย์ หรือสารเคมีบนพื้นผิวของผักและผลไม้ได้ถึง 95-99 % (ผลทดสอบจากกรมวิชาการเกษตรที่ทำการฉีดพ่นสารเคมีความเข้มข้น 400 PPM ตามอัตราแนะนำ ซึ่งติดเกาะบนผิวของผักและผลไม้เฉลี่ยที่ 80 PPM) ทั้งยังมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่าง ๆ AOP ก่ออนุมูลอิสระไฮดรอกซิลสลายสารเคมีที่ตกค้างให้กลายเป็นสารอนินทรีย์ ดังนั้นน้ำที่ล้างผักและผลไม้จึงเป็นมิตรกับในสิ่งแวดล้อม และสัตว์เลี้ยง [27]

2.3.4 ขนาดของเครื่องล้างผักและผลไม้ในปัจจุบัน

เครื่องล้างผักและผลไม้ในปัจจุบันมีขนาดเครื่องที่แตกต่างกันอย่างมากมาย ทั้งขนาดที่ใช้ภายในครัวเรือนจนไปถึงขนาดที่ใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยในต่างประเทศมีการใช้เครื่องล้างผักผลไม้กันอย่างแพร่หลาย แต่ในประเทศไทยยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก จากการสำรวจตลาดส่วนใหญ่เครื่องล้างผักผลไม้ที่นำเข้ามาขายในประเทศไทยจะมีขนาดเครื่องที่เล็กใช้สำหรับในครัวเรือนมากกว่าในอุตสาหกรรมอื่น ๆ

2.3.4.1 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กแบบพกพา

โดยบริษัท Youban ได้พัฒนาและผลิตเครื่องล้างผักและผลไม้แบบพกพาฆ่าเชื้อโอโซนกำจัดสารเคมีตกค้างแบคทีเรียออกสู่ตลาด ซึ่งตัวเครื่องมีขนาดที่เล็กสามารถใส่กระเป๋า

พกพาได้ง่าย รูปที่ 28 ด้วยการออกแบบที่ให้มีแท่นชาร์จแบบไร้สาย และสายชาร์จแบบ Type-C เพื่อสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานที่ชอบเดินทางและกังวลกับการรับประทานผักผลไม้ต่างที่รู้สึกปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

รูปที่ 28 เครื่องล้างผักและผลไม้ขนาดเล็กแบบพกพา

ที่มา: https://c.mi.com/thread-2840980-1-0.html

2.3.4.2 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กสำหรับครัวเรือน

เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดสำหรับครัวเรือนค่อนข้างเป็นที่นิยมอย่างมากสำหรับผู้คนในปัจจุบัน เรื่องจากสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกและยังช่วยทำให้เกิดความรู้สึกปลอดภัย ในประเทศไทยมีการนำเข้าของเครื่องล้างผักผลไม้ขนาดสำหรับครัวเรือนค่อนข้างเยอะและหลากหลายแบรนด์ให้เลือกสรร โดยระบบการทำงานที่มีค่อนข้างจะคล้ายคลึงกันนั่นคือใช้เทคโนลีอัลตราโซนิค รูปที่ 29 และเทคโนโลยีโอโซน รูปที่ 30 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งรูปลักษณะภายของเครื่องทั้ง 2 เทคโนโลยีนี้ค่อนข้างเหมือนกัน และประสิทธิภายการทำงานก็ดีเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลูกค้าว่าต้องการเทคโนโลยีแบบไหนเพื่อช่วยในการล้างผักผลไม้

รูปที่ 29 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กระบบอัลตราโซนิค

ที่มา: MASATO HOME SHOPPING

รูปที่ 30 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กระบบโอโซน

ที่มา: https://shopch.in.th/web/quickview/872-otto-

2.3.4.3 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดกลาง

เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดกลางเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องล้างผักผลไม้ขนาดเล็กเป็นอย่างมาก ซึ่งส่วนใหญ่เครื่องขนาดกลางถูกใช้ในร้านอาหาร โรงแรม หรือธุรกิจขนาดกลางที่ต้องการความสะดวกในการจัดการผักผลไม้ ล้างคราบดินโคลน สิ่งสกปรกต่าง ๆ ด้วยระบบแรงดันน้ำ และยังสามารถลดปัญหาเรื่องของแรงงานคนที่จะต้องมาจัดการผักผลไม้นี้ โดยเครื่องล้างผักผลไม้ขนาดนี้ยังไม่ค่อนเป็นที่สนใจของร้านอาหาร โรงแรมหรือธุรกิจขนาดกลางมากนัก เนื่องจากยังไม่เห็นถึงความจำเป็นในการนำมาใช้ รูปที่ 31 ถ้ามีการเพิ่มฟังก์ชันที่น่าดึงดูดใจลูกค้า เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดกลางนี้ก็น่าจะเป็นที่นิยมเหมือนกับเครื่องล้างผักขนาดพกพาและขนาดเล็กในครัวเรือน

รูปที่ 31 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดกลาง

ที่มา: ASIA ENGINEERING PAC

2.3.4.4 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดอุตสาหกรรม

เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดใหญ่เป็นเครื่องที่ส่วนใหญ่ถูกใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานส่งออกผักผลไม้ โรงงานแปรรูปอาหาร เป็นต้น หลังจากรับวัตถุดิบที่เป็นผักผลไม้มาจากไร่จำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดคราบดินโคลน สิ่งสกปรกต่าง ๆ ก่อนการนำไปแปรรูปหรือบรรจุสินเพื่อส่งให้กับลูกค้าของบริษัทนั้น ๆ ด้วยระบบแรงดันน้ำ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีโอโซนเข้ามารวมด้วยบ้างเพียงเล็กน้อย ซึ่งเครื่องล้างผักผลไม้ขนาดใหญ่เป็นที่นิยมมากยิ่งกว่าเครื่องล้างผักผลไม้ขนาดกลาง รูปที่ 32 เนื่องจากหลายบริษัทจำเป็นต้องสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดใหญ่มีการนำเข้าจัดจำหน่ายภายในประเทศไทยไม่กี่บริษัท โดยในปัจจุบันบริษัทที่จัดจำหน่ายเครื่องขนาดใหญ่นี้ไม่ค่อยนำเข้ามาแล้วจากอัตราการซื้อขายค่อนข้างน้อย

รูปที่ 32 เครื่องล้างผักผลไม้ขนาดอุตสาหกรรม
ที่มา: ASIA ENGINEERING PAC

2.4 ทฤษฎีงานวิจัยเชิงสำรวจ

การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เป็นการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง เพื่อบรรยายสถานภาพที่มีอยู่อยู่ เปรียบเทียบกับสถานภาพที่ปรากฏอยู่ในลักษณะต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับสถานภาพที่เป็นมาตรฐาน โดยไม่สนว่าทำไมจึงมีการปรากฏอยู่ซึ่งการวิจัยเชิงสำรวจมักมีการศึกษาขอบเขตที่กว้าง และมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 ประการ คือ

1.ลักษณะทางประชากร

2.สถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ

3.พฤติกรรมและกิจกรรมของประชาชน

4.ความคิดเห็น เจตคติ และความเชื่อของประชาชน

การวิจัยเชิงสำรวจประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนในการดำเนินการ ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดหัวข้อวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดวิธีวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล/บันทึก และประมวลผล

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์และการนำเสนอผลการวิจัย

2.4.1 การกำหนดหัวข้อวิจัย

โดยหัวข้อวิจัยที่ดีควรมีหลักเกณฑ์สำคัญ ๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาหลายด้าน นั่นคือ ต้องเป็นหัวข้อวิจัยที่แสดงทิศทางของปัญหาที่ต้องการศึกษา ต้องสั้น กระชับได้ใจความ แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร เป็นประโยคบอกเล่า สามารถบอกขอบเขตของการวิจัยได้ เช่น กลุ่มตัวอย่าง พื้นที่ สาขา/ทฤษฎีที่ศึกษา ขึ้นต้นด้วยคำนาม ระบุประเภทของการวิจัย

2.4.2 การกำหนดวิธีวิจัย

2.4.2.1 การเลือกวิธีการสำรวจ ประกอบด้วย

1. การสัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งต้องใช้พนักงานสัมภาษณ์จำนวนมากและต้องใช้ เวลา แต่ทำให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ และผู้ตอบแบบสอบถามสามารถ ซักถามข้อสงสัยในคำถามบางข้อได้ทำให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพเพราะสามารถตรวจสอบความครบถ้วนของ การตอบแบบสอบถาม ถ้าคำถามใดผู้ตอบลืมตอบสามารถให้ตอบเพิ่มเติมได้

2. การสำรวจทางไปรษณีย์ เป็นวิธีที่สะดวก ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย แต่ ในทางปฏิบัติจะได้รับแบบสอบถามกลับมาในจำนวนน้อยมากจนบางครั้งไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังไม่สามารถควบคุมคุณภาพจากการตอบแบบสอบถามได้เพราะคนที่ตอบแบบสอบถาม อาจไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยต้องการ

3. การสำรวจทางโทรศัพท์ เป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดเวลาแต่ต้องใช้งบประมาณมาก และใช้ได้เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีโทรศัพท์เท่านั้น และกลุ่มตัวอย่างมีความสบายใจที่จะ ตอบคำถามเนื่องจากไม่ได้รับความกดดันเหมือนการสัมภาษณ์โดยตรง

4. การสำรวจทางอินเตอร์เน็ต เป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลาและ ค่าใช้จ่าย แต่ไม่สามารถควบคุมการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างได้ ไม่ทราบว่าคนที่ตอบแบบสอบถามนั้นเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยต้องการหรือไม่และใช้ได้เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้เรื่องอินเตอร์เน็ตและมีระบบอินเตอร์เน็ตใช้ด้วย

2.4.2.2 การกำหนดค่าและสร้างกรอบประชากร คือ การกำหนดประชากรที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย เมื่อกำหนดประชากรที่ต้องการแล้วสืบค้นคว้า มีหน่วยงานไหนหรือว่าบุคคลใดที่สร้างบัญชีรายชื่อประชากรที่ต้องการไวหรือไม่ถ้ายังไม่มีการสร้างบัญชีรายชื่อประชากรหรือกรอบประชากรผู้วิจัยจะต้องสร้างบัญชีรายชื่อเอง โดยการนับจและ

เพื่อบันทึกชื่อ ที่อยู่ หรือเบอร์โทรศัพท์ของประชากรเพื่อประโยชน์ในการเลือกตัวอย่างจากกรอบประชากรที่สร้างขึ้น และความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.2.3 การกำหนดขนาดตัวอย่าง เป็นคำถามที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งของการทำวิจัยหรือทำ การสำรวจว่าเราควรจะกำหนดขนาดตัวอย่างเท่าไหร่ดี ซึ่งในการกำหนดขนาดตัวอย่างนั้นผู้วิจัยควรพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ประชากรที่ต้องการศึกษา ระดับการนำเสนอผลการสำรวจ พารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษา (ค่าเฉลี่ย ยอดรวม ร้อยละ) ค่าสัมประสิทธิความผันแปร ระดับความเชื่อมั่น ขนาดของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ งบประมาณ เวลาและอื่น ๆ เช่น วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล อัตราการตอบกลับที่คาดหวัง จำนวนพนักงานเก็บข้อมูลที่มี เป็นต้น โดยมีสูตรกำหนดขนาดตัวอย่าง ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรการหาขนาดตัวอย่าง

ค่าประมาณ $(\hat{\theta})$	ขนาดตัวอย่าง (n)
ยอดรวม $(\hat{X})$	$n = \frac{N K^2}{K^2 V^2 + N E'^2}$
ค่าเฉลี่ย $(\hat{\bar{X}})$	$n = \frac{N K^2}{K^2 V^2 + N E'^2}$
สัดส่วน $(\hat{P})$	$n = \frac{N K^2 Q}{K^2 Q + N P E'^2}$

ที่มา: ฝ่ายวิเคราะห์ตลาดแรงงาน กรมการจัดหางาน

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ในสูตรคำนวณหาขนาดตัวอย่าง

n = ขนาดตัวอย่าง

N = ขนาดประชากร

K = ค่าจากตาราง Z ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด เช่น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% K = 1.96

ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% K = 2.58

E’ = % ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

P = ค่าสัดส่วนของประชากรของลักษณะที่สนใจ เช่น สัดส่วนของคนกินผัก

Q = 1-P

V = CV= ค่าสัมประสิทธิความผันแปรของ X

2.4.2.4 กำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 วิธี ประกอบด้วย

1. การสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

การสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) หมายถึง วิธีการเลือกตัวอย่างซึ่งเป็นไปในลักษณะที่ว่าทุก ๆ หน่วยในประชากรมีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นตัวอย่าง และโอกาสหรือ

Probability ที่แต่ละหน่วยในประชากรจะถูกเลือกสามารถคำนวณได้เป็นตัวเลขเสมอโดยโอกาสที่จะถูก เลือกเป็นตัวอย่างอาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

ประโยชน์ของ probability sampling คือ

- ไม่มีความเอนเอียง (bias) ในการเลือกตัวอย่าง
- คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของการใช้ตัวอย่าง (sampling error) ได้
- สามารถเปรียบเทียบความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของค่าประมาณจากแผนการสุ่มตัวอย่างต่าง ๆ กันหรือเปรียบเทียบวิธีประมาณผลของแผนการสุ่มตัวอย่างเดียวกันได้

วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น ประกอบด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ก. การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling : SRS)

เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างขั้นเดียว โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ random (วิธีการจับฉลาก และวิธีใช้ตารางเลขสุ่ม) โดยที่ทุกหน่วยในประชากรมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่ากันหมดโดยการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ควรใช้กับประชากรซึ่งหน่วยต่าง ๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ และการกระจายของข้อมูลมีไม่มากนัก

ข. การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ทำการเลือกหน่วยตัวอย่างแรกแบบสุ่ม จากหน่วยที่ 1ถึงหน่วยที่ K (ช่วงการสุ่ม = จำนวนประชากร/จำนวนตัวอย่าง) และต่อจากนั้นก็เลือกหน่วยตัวอย่างต่อไปทุก ๆ K หน่วย จนกระทั่งครบตามจำนวนตัวอย่างที่ต้องการ โดยข้อดีของการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบนั้น คือ เป็นวิธีที่ง่าย เสียค่าใช้จ่ายน้อย ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยไม่ว่าจะเป็นการเลือกในงานสนามหรือในสำนักงานก็ตามการอบรมพนักงานสำรวจจะทำได้สะดวกกว่าแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น ๆ และมีประสิทธิภาพสูงเมื่อประชากรมีการเรียงลำดับของหน่วยตัวอย่าง

ค. การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Sampling)

คือ แผนการเลือกตัวอย่างจากประชากรที่มีการแบ่งออกเป็นชั้นภูมิ (stratum) ตามลักษณะบางอย่างแล้วเลือกตัวแทนของประชากรในแต่ละชั้นภูมิขึ้นมาจำนวนหนึ่งเพื่อเป็นตัวอย่างในการสำรวจ วิธีการแบ่งประชากรออกเป็นชั้นภูมิ เรียกว่า stratification แต่ละชั้นภูมิของประชากรที่แบ่งออกไปเรียกว่า stratum หลักสำคัญในการบ่งก็ คือ ให้หน่วยที่อยู่ในชั้นภูมิเดียวกันควรมีความคล้ายคลึงกัน (homogeneity within stratum) มากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันระหว่างชั้นภูมิมากที่สุด (heterogeneity between stratum) โดยการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิจะต้องคำนึงถึง 1. ข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งชั้นภูมิ (stratum) 2.ขนาดและขอบเขตของแต่ละชั้นภูมิ 3.จำนวนชั้นภูมิ 4.การจัด สรรขนาดตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ

การจัดสรรขนาดตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ (stratum) อาจทำได้ ดังนี้

- แบ่งทีมให้มีขนาดเท่า ๆ กัน คือ ขนาดตัวอย่างในแต่ละ Stratum จะเท่ากับขนาดตัวอย่างทั้งสิ้นหารด้วยจำนวน Stratum
- แบ่งตามสัดส่วนของจำนวนประชากรในแต่ละ Stratum

ง. การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีการรวมหน่วยตัวอย่างเข้าเป็นกลุ่ม (cluster) จำนวน N กลุ่ม แล้วทำการสุ่มเลือกกลุ่มของหน่วยตัวอย่างมา n กลุ่ม โดยใช้การเลือกตัวอย่างวิธีใดวิธีหนึ่ง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะทำการเก็บรวบรวมจากหน่วยตัวอย่างทุกหน่วยในกลุ่มที่ถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างเท่านั้น

จ. การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage sampling)

เป็นการสุ่มหลายขั้น โดยสุ่มหน่วยใหญ่ก่อนแล้วจึงสุ่มหน่วยย่อยในหน่วยใหญ่นั้น เรียกว่า เป็นการ sub-sample ในทางปฏิบัติจะสุ่มอยางมากเพียง 3 หรือ 4 ขั้น

2. การสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Samplingหมายถึง วิธีการเลือกตัวอย่างโดยไม่มีการคำนึงถึงความน่าจะเป็น หรือ probability ของแต่ละหน่วยที่ถูกเลือกมาเป็นตัวอย่าง แต่คำนึงถึงความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล การลดค่าใช้จ่าย และประหยัดเวลา ในการสำรวจ การเลือกตัวอย่างแบบนี้เราไม่สามารถที่จะประกันได้ว่าข้อมูลทุก ๆ หน่วยในประชากรจะมีโอกาสถูกเลือกเป็นตัวอย่างเท่าใด เมื่อเป็นเช่นนี้จึงไม่สามารถประมาณหรือคำนวณความคลาดเคลื่อนของการใช้ตัวอย่าง (sampling error) วิธีการเลือกตัวอย่างแบบนี้แบ่งเป็นชนิดย่อย ๆ ได้ดังนี้

ก. การสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล จากตัวอย่างเท่าที่จะหาได้จนครบตามจำนวนที่ต้องการโดยไม่มีกฎเกณฑ์ เช่น ต้องการสำรวจทัศนะของ ประชาชนที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ออกไปสัมภาษณ์ประชาชนคนใดก็ได้ที่เขายินดีตอบคำถาม เป็นต้น

ข. การสุ่มแบบโควตา (Quota Sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างโดยกำหนดจำนวนตัวอย่างขึ้นเองว่าจะตัดสินใจเลือกหน่วยใดมาเป็นตัวอย่าง เช่น ต้องการสำรวจตัวอย่าง 100 คน ก็กำหนดลงไปว่าต้องการตัวอย่างเป็นชาย หญิง การศึกษา อายุ ฯลฯ แต่ละพวกเป็นจำนวนเท่าไรให้ครบจำนวน 100 ตัวอย่าง เป็นต้น

ค. การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling or Judgment Sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างโดยเจาะจงเอาเฉพาะตัวอย่างที่คิดว่าเป็นแบบฉบับหรือตัวแทน เพราะคิดว่าจะให้ค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย

ง. การสุ่มตามความสะดวก (Convenience Sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างตามความสะดวกหรือความง่ายในการรวบรวมข้อมูล เช่น เลือกหมู่บ้านตัวอย่างก็ใช้เฉพาะที่มีทาง หลวงผ่านหรือใกล้ที่ตั้งอำเภอ เป็นต้น

2.3.4.5 วิธีการเลือกตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 วิธี คือ

1. การเลือกตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) หมายถึง การเลือกหน่วยตัวอย่างจากหน่วยทุกหน่วยในประชากรแบบไม่มีหลักเกณฑ์ คือ เลือกตามความ พอใจของผู้เลือกซึ่งการเลือกตัวอย่างโดยวิธีนี้มีข้อจำกัด ดังนี้

- ความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยที่ถูกเลือกขึ้นมาไม่สามารถคำนวณได้
- ค่าความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยที่ถูกเลือกบางหน่วยเป็นศูนย์
- ความถูกต้องหรือความเชื่อถือได้ของค่าประมาณจากตัวอย่างไม่สามารถวัดได้
- ค่าประมาณที่ได้อาจใกลเคียงกับค่าจริงแต่ก็ไม่มั่นใจว่าค่าประมาณนั้นมีความเชื่อถือมาก เพราะไม่สามารถคำนวณค่านี้ได้

2. การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling) หมายถึง การเลือกหน่วยตัวอย่างจากหน่วยทุกหน่วยในประชากรด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง โดยมีขนาดตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ โดยมีลักษณะการเลือกตัวอย่าง ดังนี้

- ความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยที่เลือกขึ้นมา (Probability of Selection) สามารถคำนวณได้ และมีค่าไม่เป็นศูนย์
- หน่วยตัวอย่างที่ถูกเลือกขึ้นมาจะถูกเลือกแบบไม่มีความเอนเอียง (unbiased)
- ความถูกต้องหรือความเชื่อถือได้ของค่าประมาณจากตัวอย่างสามารถวัดได้ด้วยการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณ (Sampling error) จึงสามารถสรุปได้ว่าค่าประมาณจากตัวอย่างที่ใช้แทนค่าจริงมีความเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน

การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling) ประกอบด้วย 2 วิธีได้แก่ 1.การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบเท่ากัน (Equal probability Sampling) 2.การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบไม่เท่ากัน (Unequal probability Sampling) โดยมี รายละเอียดของแต่ละวิธี ดังนี้

ก. การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบเท่ากัน (Equal probability Sampling) หมายถึง การเลือกหน่วยตัวอย่างจำนวน n หน่วย จากหน่วยทุกหน่วยในประชากร ซึ่งมีจำ นวน N หน่วย โดยโอกาสหรือความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยที่ถูกเลือกขึ้นมาเป็น

ตัวอย่าง (Probability of selection) สามารถคำนวณค่าได้ และมีค่าเท่ากันทุกหน่วย โดยมีวิธีการเลือกตัว อย่างดังนี้

1.วิธีการจับฉลาก (Random) วิธีการนี้มักใช้ในกรณีที่ประชากรมีขนาด ไม่ใหญ่มาก โดยวิธีการจับฉลากนี้สามารถดำเนินการได้ 2 แบบ คือ

1.1 Sampling without replacement เป็นการเลือกหน่วยตัว อยางแบบไม่มีการแทนที่/ใส่คืน คือ การเลือกหน่วยหนึ่งหน่วยใดจากประชากรขึ้นมาเป็นตัวอย่างแล้วหน่วยนั้นจะไม่มีโอกาสถูกเลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่างอีกนั่นคือเป็นการเลือกหน่วยตัวอย่างจากประชากรครั้งเดียวพร้อม ๆ กัน

1.2 Sampling with replacement เป็นการเลือกหน่วยตัวอย่างแบบมีการแทนที่/ใส่คืน คือ การเลือกหน่วยหนึ่งหน่วยใดจากประชากรขึ้นมาเป็นตัวอย่าง แล้วหน่วยนั้นจะมีโอกาสถูกเลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่างอีกนั่นคือหน่วยตัวอย่างมีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นตัวอย่างซ้ำกัน

2.วิธีการใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of Random Number) ใช้ตารางเลขสุ่มเป็นเครื่องมือช่วยในการเลือกหน่วยตัวอย่างในตารางเลขสุ่ม ประกอบด้วยตัวเลขซึ่งถูกสร้างขึ้นมาด้วยวิธี randomization process คือ กระบวนการที่ทำให้เลขแต่ละตัวในตารางมีโอกาสที่จะเกิดเท่า ๆ กัน ซึ่งการเลือกหน่วยตัวอย่างโดยวิธีนี้อาจจะใช้วิธีแบบ sampling with/without replacement และวิธีการนี้เหมาะสำหรับงานขนาดใหญ่ ซึ่งประชากรประกอบด้วยหน่วยตัวอย่างจำนวนมาก

3.วิธีการเลือกแบบมีระบบ (Systematic Sampling) หน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่างจะไม่มีโอกาสถูกเลือกเป็นตัวอย่างอีก นั่นคือเป็นการเลือกตัวอย่างแบบไม่มีการแทนที่ ประกอบด้วยวิธีการเลือก ดังนี้

3.1 วิธีการเลือกแบบมีระบบเส้นตรง (Linear Systematic Sampling) มีวิธีการเลือกหน่วยตัวอย่าง ดังนี้

3.1.1 ให้เรียงลำดับที่กับหน่วยในประชากร จะได้ 1, 2 , 3, ... , N

3.1.2 ให้ n เป็นขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้

3.1.3 คำนวณค่าช่วงการสุ่ม (Sampling Interval) ใช้สัญลักษณ์ I แทน ซึ่ง I = N/n

3.1.4 เลือกเลขสุ่ม R โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง I (ค่า R อาจจะได้จากการจับฉลากหรือตารางเลขสุ่ม)

3.1.5 หน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่าง คือ หน่วยที่มีเลขลำดับที่ ตรงกับค่า R , R+I , R+2I , R+3I , R+4I , ... , R+(n-1)I

3.2 วิธีการเลือกแบบมีระบบแบบวงกลม (Circular Systematic Sampling) มีวิธีการเลือกหน่วยตัวอย่างดังนี้

3.2.1 ให้เลขเรียงลำดับที่กับหน่วยทุกหน่วยในประชากรจะได้1, 2 , 3, ... , N

3.2.2 ให้ n เป็นขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้

3.2.3 คำนวณค่าช่วงการสุ่ม (Sampling Interval) ใช้สัญลักษณ์ I แทน ซึ่ง I = N/n

3.2.4 เลือกเลขสุ่ม R โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง N (ค่า R อาจจะได้จากการจับฉลาก หรือตารางเลขสุ่ม)

3.2.5 หน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่าง คือ หน่วยที่มีเลขลำดับที่ ตรงกับค่า R , R+I , R+2I , R+3I , R+4I , ... , R+(n-1)I

3.2.6 ในกรณีที่ค่าของ R+I หรือ R+2I หรือ , ... , หรือ R+(n-1)I มีค่าเกิน N ให้น้าคำ N ไปลบออก ผลลัพธ์ที่ได้ตรงกับเลขลำดับที่ของหน่วยใด หน่วยนั้นจะเป็นหน่วยตัวอย่าง

ข.การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบไม่เท่ากัน (Unequal probability Sampling) หมายถึงการเลือกตัวอย่างจำนวน n หน่วยจากหน่วยทุกหน่วยในประชากร ซึ่งมีจำนวน N หน่วย โดยโอกาสหรือความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยที่ถูกเลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่าง (Probability of selection) สามารถคำนวณค่าได้และมีค่าไม่เท่ากันทุกหน่วยคือขึ้นอยู่กับหน่วยวัดขนาดของหน่วยนั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า probability proportional to size (pps) โดยสิ่งที่จะต้องคำนึงคือหน่วยวัดขนาด (Measure of size) ยิ่งสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมและเป็นปฏิภาคโดยตรงกับค่าต่าง ๆ ที่ต้องการประมาณมากเท่าไร ค่าประมาณที่ได้จากการเลือกตัวอย่างจะมีความถูกต้องเชื่อถือได้มากเท่านั้น หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยลงเท่านั้น การเลือกตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็นไม่เท่ากันแบ่งเป็น 2 วิธีดังนี้

1.วิธีการเลือกแบบ pps-ramdom ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ให้เลขเรียงลำดับที่กับหน่วยทุกหน่วยในประชากรจะได้1, 2, 3, ..., N

1.2 ให้ n เป็นขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้

1.3 ให้ M_i เป็นค่า measure of size ของหน่วยแต่ละหน่วย โดยที่ I = 1, 2, 3, ..., N

1.4 ให้คำนวณผลบวกสะสมของ M_i ของหน่วยแต่ละหน่วยตามที่ได้เรียงลำดับไว้จนครบทุกหน่วย

1.5 ให้ Sum (M_i) เป็นผลบวกสะสมของหน่วยที่ I

1.6 เลือกเลขสุ่ม R จากตารางเลขสุ่ม จำนวน n ตัวโดยให้จำนวนหลักของเลขสุ่ม R สอดคล้องกับจำนวนหลักของค่า Sum (M_i) และค่า R ต้องไม่เกินค่า Sum (M_i)

1.7 หน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่าง คือ หน่วยที่มีค่าของ R อยู่ใน ผลบวกสะสมของหน่วยนั้น

2.วิธีการเลือกแบบ pps-systematic ดำเนินการดังนี้

2.1 ให้เลขเรียงลำดับที่กับหน่วยทุกหน่วยในประชากรจะได้ 1, 2, 3, ..., N

2.2 ให้ n เป็นขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้

2.3 ให้ M_i เป็นค่า measure of size ของหน่วยแต่ละหน่วย โดยที่ I = 1, 2, 3, ..., N

2.4.3 การสร้างเครื่องมือวิจัย

2.4.3.1 ประเภทของเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

- แบบสอบถาม (Questionnaire)
- แบบสัมภาษณ์ (Interview schedule)
- แบบตรวจรายการ (Check list)
- แบบทดสอบ (Test)
- การสังเกต (Observation)

ทั้งนี้ในการสร้างเครื่องมือวิจัยโดยเฉพาะประเภทแบบสอบถามมีข้อควรพิจารณา คือ ข้อถามแต่ละข้อในแบบสอบถามนั้นเราต้องรู้เราถามเพื่ออะไร ตอบวัตถุประสงค์ข้อไหนถ้า ข้อถามนั้นไม่มีประโยชน์หรือไม่ตอบวัตถุประสงค์ข้อใดเลยในการวิจัยครั้งนั้น ๆ ก็ไม่ควรจะถามเพราะจะทำให้เสียเวลาและไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้ตอบด้วยเนื่องจากว่าข้อถามเยอะเกินไปจนคนตอบไม่อยากตอบ

2.4.3.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามเนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้บ่อยที่สุดในการวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีการตรวจสอบคุณภาพใน 2 ลักษณะ คือ 1.ความเชื่อถือได้ (Reliability) 2.ความตรง (Validity) โดยการทดสอบความน่าเชื่อถือได้ หรือเรียกว่าความเที่ยงตรงนั้นเป็นการทดสอบว่าเมื่อนำเครื่องมือนั้นมาวัดหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จะต้องเหมือนกันหรือมีความสอดคล้องกัน เช่น การถามคำถามเดียวกันหลาย ๆ ครั้งคำตอบต้องเหมือนกันหรือไปในทางเดียวกันซึ่งมีหลายเทคนิค เช่น เทคนิคการวัดซ้ำ เทคนิคการใช้เครื่องมือวัดที่สามารถทดแทนกันได้ เทคนิคการวัดความสอดคล้องภายในชุดเดียวกัน โดยส่วนใหญ่ในเทคนิคนี้ที่นิยมใช้กันจะเป็นการหาสัมประสิทธิ Cronbach’s Alpa โดยค่าที่แสดงว่ามีความ

น่าเชื่อถือได้มากนั้นคือค่า Cronbach's Alpa เป็นบวกและมีค่าเข้าใกล้ 1 สำหรับการทดสอบความตรง (Validity) เป็นการทดสอบว่าสิ่งที่วัดนั้นใช่สิ่งที่ต้องการหรือไม่

2.4.3.3 สร้างคู่มือลงรหัส

การสร้างคู่มือลงรหัสเพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกข้อมูล โดยนำคำตอบของผู้ตอบแบบสอบถามมาสร้างเป็นรหัสเพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกข้อมูล และเป็นประโยชน์ต่อการประมวลผล ซึ่งโดยทั่วไปโครงสร้างของคู่มือลงรหัสจะประกอบด้วยลำดับที่ ข้อคำถาม ชื่อตัวแปร ความหมายของตัว แปร และค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปร

2.4.4 เก็บรวบรวมข้อมูล/บันทึกและการประมวลผล

2.4.4.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลให้สอดคล้องกับวิธีวิจัย เช่น การวิจัยเชิงสำรวจ การวิจัยและพัฒนา การวิจัยเชิงทดลอง พิจารณาว่าการวิจัยของเรานั้นเป็นการวิจัยแบบไหน

2.4.4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลนั้นสามารถตรวจสอบได้โดยการใช้พนักงานหรือผู้วิจัยตรวจสอบในเบื้องต้นว่าแบบสอบถามที่ได้รับมานั้นได้ครบตามจำนวนที่ต้องการหรือไม่และ แบบสอบถามนั้นตอบครบถ้วนสมบูรณ์ทุกข้อหรือไม่ตอบ ถ้ามีข้อถามที่ไม่ตอบเกินร้อยละ 20 ถือว่ามีปัญหา แบบสอบถามชุดนั้นอาจไม่สมบูรณ์พอที่จะนำมาประมวลผลและเมื่อพิจารณาแบบสอบถามที่ได้รับทั้งหมดแล้วควรมีแบบที่สมบูรณ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 (จำนวนตัวอย่าง-จำนวนแบบที่ไม่สมบูรณ์/ไม่ตอบหารด้วยจำนวนตัวอย่าง)

2.4.4.3 การลงรหัสและบันทึกข้อมูลสำหรับการลงรหัสก็จะลงรหัสตามคู่มือลงรหัสที่เราได้สร้างไว้แล้วเมื่อลงรหัสในแบบสอบถามแล้วก็สามารถสร้างไฟล์บันทึกข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาจจะใช้โปรแกรม Excel หรือโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติอื่น ๆ เช่น SPSS ช่วยในการบัน ทึก

2.4.4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลสามารถทำได้ด้วยการใช้โปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติ เช่น โปรแกรม SPSS ช่วยได้โดยการใช้คำสั่ง Analyze > Descriptive > Frequency แล้วก็เลือกทุกตัวแปรที่ต้องการทดสอบเขาไป คลิก OK ก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาซึ่งถ้ามีการ บันทึกข้อมูลผิดพลาดก็จะปรากฏให้เห็น โดยเราสามารถเปรียบเทียบกับคู่มือลงรหัสที่เราสร้างไว้ว่าแต่ละ ตัวแปรนั้นมีค่าที่เป็นไปได้อะไรบ้างถ้ามีค่าอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ค่าที่เป็นไปได้ที่เรากำหนดไว้ก็แสดงว่ามีการบัน ทึกข้อมูลที่ผิดพลาด เราก็ต้องค้นหาแบบสอบถามนั้นมาว่าที่จริงแล้วผู้ตอบ ๆ อะไรเพื่อจะได้บันทึกข้อมูล ที่ถูกต้องลงไปในไฟล์บันทึกข้อมูลและทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งจนได้ไฟล์ข้อมูลที่ถูกต้องก่อน จะประมวลผลตามที่ผู้วิจัยต้องการได้

2.4.4.5 การประมวลข้อมูลนั้นจะต้องอาศัยความรู้ด้านสถิติและโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งจะช่วยประมวลได้รวดเร็วและสามารถอ่านค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องโดยการประมวลผลข้อ มูลสำหรับการวิจัยแต่ละครั้งก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิจัยว่าต้องการทราบอะไร นักวิจัยก็

จะประมวลเพื่อให้สามารถตอบคำถามของวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้โดยบางครั้งอาจต้องการประมวลในระดับสถิติพรรณนา เช่น ต้องการทราบค่าจำนวนหรือความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น แต่บางงานวิจัยอาจมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ก็ต้องใช้สถิติเชิงอนุมาน เช่น T-test, F-test ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาถึงข้อตกลงเบื้องต้นหรือเงื่อนไขของการใช้สถิตินั้น

2.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงสำรวจนั้นจะกล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในขั้นต้น และในขั้นสูง สำหรับการวิเคราะห์ในขั้นต้นอาจจะแสดงได้ในรูปของการแจกแจงความถี่ การคิดคำนวณเป็นร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ส่วนการวิเคราะห์ในขั้นสูงก็อาจแสดงในรูปของ การหาค่าสหสัมพันธ์ ค่าความเชื่อมั่น รวมทั้งการหาค่าสถิติอื่น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งขั้นต้นและขั้นสูงนั้นใช้ได้ทั้งเครื่องคำนวณหรือการวิเคราะห์ด้วยมือ โดยจะอธิบายถึงสถิติที่ใช้มีอะไรบ้างมีสัญลักษณ์อย่างไรหรือเป็นตัวแบบของใคร ทำไมถึงใช้ตัวแบบชนิดนี้ ซึ่งการเขียนถึงการวิเคราะห์ข้อมูลควรทำอย่างละเอียดและรัดกุม [28]

2.5 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

การประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัยมีหลายวิธี ในกรณีที่เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบบวัด หรือ แบบประเมิน โดยเครื่องมือวิจัยมี 4 คุณสมบัติหลัก คือ ความตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย และอำนาจจำแนก

2.5.1 ความตรง (Validity)

ความตรงของเครื่องมือวิจัย หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการวัดคุณลักษณะของตัวแปรหรือสิ่งที่ต้องการวัดได้จริง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเกณฑ์ (Criterion-Related Validity)

ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นการตรวจสอบว่าเครื่องมือวิจัยนั้นสามารถวัดเนื้อหาที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ตรงและครอบคลุมครบถ้วน นอกจากจะเน้นในเรื่องความตรงของเนื้อหาที่ต้องการวัด ยังเน้นในเรื่องความตรงกับวัตถุประสงค์ของการวัดและตรงกับกลุ่มประชากรที่ต้องการจะวัด ผลการตรวจสอบความตรงของการศึกษาหนึ่งจึงเป็นความตรงสำหรับกลุ่มประชากรนั้น และของบริบทของการศึกษานั้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปอนุมานผลกับกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรกลุ่มอื่นที่แตกต่างกันได้ การตรวจสอบทำได้ 3 วิธี คือ การทบทวนวรรณกรรมโดยผู้วิจัย การสอบถามจากกลุ่มประชากรเป้าหมาย และการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.5.1.1 การทบทวนวรรณกรรมโดยผู้วิจัย

การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาขั้นแรกควรทำตั้งแต่ก่อนที่จะนำเครื่องมือนั้นมาใช้ โดยผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมในสิ่งที่ต้องการศึกษา เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมและตรงกับวัตถุประสงค์การวัด จากนั้นพิจารณาถึงแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือที่นำมาใช้ว่าตรงกับกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาของผู้วิจัยหรือไม่ ตรวจสอบว่าข้อคำถามในเครื่องมือที่จะนำมาใช้นั้นตรงกับสิ่งที่ต้องการจะวัด ครบถ้วนครอบคลุม ตามแนวคิดทฤษฎีที่ต้องการศึกษา และมีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยก็อาจจะพัฒนาข้อคำถามเพิ่มเติมหรือปรับปรุงข้อคำถามที่มีอยู่แล้วนำเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมก่อนนำไปใช้จริง

2.5.1.2 การสอบถามจากกลุ่มประชากรเป้าหมายหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

การสอบถามจากกลุ่มประชากรเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัยโดยใช้การตัดสินใจหรือความคิดเห็นของผู้ที่มีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง อาจเป็นผู้เกี่ยวข้อง หรือกลุ่มประชากรเป้าหมายของการศึกษา พิจารณาเครื่องมือวิจัยนั้นวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้จริง แต่การตรวจสอบด้วยวิธีนี้อาจไม่สามารถใช้ได้กับทุกเครื่องมือผลที่ได้อาจคลาดเคลื่อน หากตัวแปรที่ต้องการวัดมีความเป็นนามธรรมสูงหรือมีความซับซ้อนเชิงวิชาการ ไม่นิยมนำมาเป็นหลักฐานที่ใช้สนับสนุนความตรงของเครื่องมือ

2.5.1.3 การใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัยโดยใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เป็นขั้นตอนหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรงจำเป็นที่จะต้องมีการให้ความหมายของตัวแปรเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสิ่งที่ต้องการศึกษา ความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญจะช่วยทำให้เครื่องมือวิจัยนั้นมีความตรงในการวัด ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนในเรื่องจำนวนของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินความตรงตามเนื้อหา

โดยทั่วไปนิยมใช้จำนวนผู้เชี่ยวชาญเป็นเลขคี่ เช่น 3, 5, 7, 9 คน ควรใช้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 5 คน เพื่อลดโอกาสเกิดความเห็นตรงกันโดยบังเอิญ ซึ่งโอกาสเกิดความเห็นตรงกันโดยบังเอิญนี้จะลดลงเมื่อจำนวนผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้น กรณีที่หาผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ศึกษานั้นได้ยาก สามารถใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนได้ ถ้าข้อคำถามและเนื้อหามีการตรวจสอบดีแล้ว แต่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนควรมีความเห็นตรงกัน มี 2 วิธี คือ

1. การหาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) เป็นวิธีที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินข้อความแต่ละข้อในเครื่องมือ การใช้ภาษาและความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจะวัด ทำการพิจารณาข้อความนั้น ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องในระดับใด โดยกำหนด

ตัวเลือกเป็นมาตรวัด 4 ระดับ คือ 1 หมายถึง ไม่เกี่ยวข้อง, 2 หมายถึง ค่อนข้างไม่เกี่ยวข้อง, 3 หมายถึง ค่อนข้างเกี่ยวข้อง, และ 4 หมายถึง เกี่ยวข้อง มาก การหาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาควรทำทั้งรายข้อและทั้งฉบับ ดังนี้

1.1 การหาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหารายข้อ (Item-level CVI: I-CVI) ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหารายข้อ (I-CVI) เป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพิจารณาเลือกข้อคำถามไว้ ปรับปรุงข้อความหรือตัดออก การหาค่า I-CVI ทำได้โดย นำจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความเกี่ยวข้องที่ให้ค่าคะแนน 3 หรือ 4 ในข้อความนั้น ๆ หารด้วยจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาค่า I-CVI คือ กรณีที่ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 - 5 คน ค่า I-CVI ควรมีค่าเท่ากับ 1.00 กรณีที่ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 - 10 คน ค่า I-CVI ควรมีค่า .78 ขึ้นไป หากข้อความใดมีค่า I-CVI ต่ำกว่าเกณฑ์ ผู้วิจัยควรพิจารณาปรับปรุงข้อคำถาม หรือตัดข้อคำถามนั้นออกจากเครื่องมือวิจัย

1.2 การหาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาทั้งฉบับ (Scale-Level CVI: S-CVI) ทำได้ 2 วิธี คือ ค่าความตรงเฉลี่ยทั้งฉบับ (Scale-Level CVI/Average: S-CVI/Ave) และความตรงตามเนื้อหาที่ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมี ความเห็นตรงกัน (Scale-Level CVI/Universal Agreement: S-CVI/UA)

ก) การหาค่า S-CVI/Ave คือ การหาค่าเฉลี่ยของ I-CVI ทุกข้อคำถาม โดยการนำค่า CVI ของข้อคำถามทุกข้อมารวมกันและหารด้วยจำนวนข้อคำถาม เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา คือ ควรมีค่า .90 ขึ้นไป ค่า S-CVI/Ave ของเครื่องมือวิจัยที่แปลมาอาจใช้ค่า .80 ได้

ข) การหาค่า S-CVI/UA คือ หาสัดส่วนของข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านประเมินความเกี่ยวข้องในระดับ 3 หรือ 4 ต่อจำนวนข้อคำถามทั้งหมด ผู้วิจัยควร รายงานการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัยที่ใช้ทุกฉบับ รายงานคร่าว ๆ ว่าใช้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนกี่ท่านเป็นใครบ้าง รายงานค่า CVI รายข้อเป็นค่าพิสัย และรายงานค่า CVI ทั้งฉบับเป็นค่าเฉลี่ย

2. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) เป็นการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามรายข้อกับวัตถุประสงค์ การตรวจสอบความตรงด้วยวิธีนี้จะเป็นการตรวจสอบความตรงรายข้อเท่านั้น ไม่สามารถตรวจสอบความตรงทั้งฉบับได้ จะใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนขึ้นไปและเป็นจำนวนคี่ ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินข้อความแต่ละข้อในเครื่องมือว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยหรือไม่ หากสอดคล้องให้คะแนนเท่ากับ +1 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องหรือไม่ ให้คะแนนเท่ากับ 0 และคิดว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนนเท่ากับ -1 จากนั้นนำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาคำนวณค่า IOC เป็นรายข้อ โดยใช้คะแนนรวมทั้งหมดในข้อนั้นหารด้วยจำนวนผู้เชี่ยวชาญ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ คือ ข้อคำถามที่มีค่า IOC เข้าใกล้ 1 แสดงว่ามี

ความตรงตามเนื้อหา ข้อคำถามที่ใช้ได้ควรมีค่า IOC มากกว่า .50 ขึ้นไป ถ้าข้อคำถามใด ได้ค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรต้องปรับปรุงแก้ไขหรือตัดข้อคำถามนั้นออก

2.5.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

คือ ความสม่ำเสมอหรือความคงที่ของค่าที่วัดได้จากการวัด ไม่ว่าจะเป็นการวัดซ้ำโดยผู้ประเมินหลายคนหรือใช้เครื่องมือที่แทนกันได้ ค่าความเชื่อมั่นแสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ซึ่งควรมีค่าเป็นบวก (+) หากค่าที่ได้เป็นลบ (-) แสดงว่าข้อความมีปัญหาอาจเกิดจากข้อคำถามไม่เหมาะสม โดยคะแนนรวมควรอยู่ระหว่าง .30 - .70 และไม่ควรเกิน .90 เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป คือ ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .70 - .80 ถือว่ายอมรับได้ ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .80 - .90 ถือว่าอยู่ในระดับดี หากการวิจัยนั้นต้องการเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูง ควรใช้ค่าความเชื่อมั่นที่ .90 ขึ้นไป และหากค่าความเชื่อมั่นที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ .70 ผู้วิจัยควรปรับปรุงแก้ไขข้อคำถาม ก่อนนำไปใช้จริง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.5.2.1 ค่าความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency)

การหาค่าความสอดคล้องภายในเป็นการประเมินความสอดคล้องของค่าที่ได้จากการวัดข้อคำถามแต่ละข้อในเครื่องมือวิจัยนั้น ๆ การหาค่าความสอดคล้องภายในด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Coefficient Alpha) หรือใช้สูตร KR-20 และ KR-21 เป็นวิธีที่นิยม ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวครั้ง หากเครื่องมือวิจัยเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ หรือแบบทดสอบ ที่ให้ค่าคะแนน 0 และ 1 คะแนน ควรใช้สูตร KR-20 หรือ KR-21 ซึ่งสูตร KR-20 จะใช้เมื่อข้อคำถามแต่ละข้อในแบบวัดมีความยากง่ายไม่เท่ากัน และสูตร KR-21 จะใช้ในกรณีที่ผู้วิจัยถือว่าข้อคำถามทุกข้อในแบบวัดมีความยากง่ายเท่ากัน

2.5.2.2 ความเท่าเทียมกันในการวัด (Equivalence)

คือ ค่าคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบวัด 2 ชุดที่มีความเทียบเท่ากันหรือแทนกันได้ เครื่องมือ 2 ชุดที่นำมาใช้ คือ สร้างขึ้นด้วยวัตถุประสงค์ที่จะใช้วัดคุณลักษณะเดียวกันด้วยกระบวนการเดียวกัน เมื่อนำไปใช้ควรมีค่าเฉลี่ย ค่าความสัมพันธ์ ส่วนเบี่ยงเบน ควรมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้นิยมใช้กับการวัดที่ไม่ต้องการให้ผู้ตอบจำข้อคำถามได้

2.5.2.3 ความคงที่ในการวัด (Stability)

คือ การได้ค่าคงเดิมจากการวัดด้วยวิธีเดิมในเวลาที่ต่างกัน วิธีที่นิยมใช้มี 2 วิธีคือ การทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) และความน่าเชื่อถือภายในของผู้ประเมิน (Intra-Rater Reliability) ดังนี้

1. การทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method)

การทดสอบซ้ำเป็นวิธีการที่เหมาะกับการประเมินคุณลักษณะที่ค่อนข้างคงที่ เช่น ความเชื่อ ความยึดมั่นผูกพันกับองค์กร โดยใช้เครื่องมือวิจัยชุดเดิมทดสอบซ้ำในบุคคลคนเดียวกันหรือกลุ่มเดียวกัน ในสถานการณ์ที่เหมือนกัน ในระยะเวลาที่ห่างกัน หลังจากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้ทั้ง 2 ชุด มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความสัมพันธ์ โดยทั่วไปแล้วนิยมวัดซ้ำ 2 สัปดาห์หลังจากการวัดครั้งแรก ผู้วิจัยควรคำนึงถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลที่อาจทำให้คุณลักษณะที่ต้องการวัดเปลี่ยนแปลงได้ด้วย

2.ความน่าเชื่อถือภายในของผู้ประเมิน (Intra-rater หรือ Intra-observer Reliability) การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้เป็นการวัดความสอดคล้องของผลการวัดที่ได้จากผู้ประเมินคนเดียวกัน ด้วยเครื่องมือชนิดเดียวกัน วัดซ้ำมากกว่า 1 ครั้งกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันภายใต้เงื่อนไขหรือ สถานการณ์เดียวกัน ในเวลาที่แตกต่างกัน นำค่าคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ หากค่าคะแนนที่ได้ เข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความสอดคล้องกันสูง การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้ นิยมใช้กับการวัดโดยวิธีการสังเกต การหาค่าความน่าเชื่อถือของการประเมินด้วยวิธีความคงที่ในการวัด มีข้อจำกัดคือ

2.1 หากการให้ค่าคะแนนของการประเมินเป็น 0 หรือ 1 คะแนน (Dichotomous Score) ค่าความเชื่อมั่นที่หาได้จะสูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากความคิดเห็นที่ตรงกันโดยบังเอิญ จึงแนะนำให้ใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นที่เท่ากับหรือ มากกว่า .80

2.2 หากมีการวัดซ้ำมากกว่า 2 ครั้ง เมื่อคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยการใช้สถิติ Pearson Product-Moment Correlation จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลทีละคู่ ทำให้ได้ค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 1 ค่า ไม่มีค่าเดี่ยวที่เป็นดัชนีของความเชื่อมั่น

2.3 การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยการใช้สถิติ Pearson Product-Moment Correlation เพื่อหาความสอดคล้องกัน หากการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ คะแนนที่ได้จากการวัด ผันแปรไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรคำนึงถึงการใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะดังกล่าวด้วย

3. ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-Rater หรือ Inter-Observer Reliability) การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้เป็นการวัดความสอดคล้องของผลการวัดที่ได้จากผู้ประเมิน 2 คนหรือมากกว่า ประเมินหรือสังเกตการกระทำของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือชนิดเดียวกัน ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์เดียวกัน ณ เวลาเดียวกัน ถ้าเครื่องมือที่ใช้และตัวผู้ประเมินมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยต้องมีการชี้แจงทำความเข้าใจแก่ผู้ประเมิน และหากเป็นไปได้ควรให้ผู้ประเมิน ได้ทดลองประเมินก่อนที่จะทำการประเมินจริง การประเมินด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของการประเมินด้วยวิธีนี้ คือ หากผู้ประเมินมี 2 คน การหาค่าความเชื่อมั่นทำได้โดย นำจำนวนข้อที่ผู้ประเมินมีความเห็น

เหมือนกันหารด้วยจำนวนข้อที่ผู้ประเมินมีความเห็นเหมือนกันบวกด้วยจำนวนข้อที่ผู้ประเมินมีความเห็นแตกต่างกัน ตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น แต่หากผู้ประเมินมีมากกว่า 2 คน นำค่าคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากผู้ประเมินแต่ละคน [29]

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้โดยใช้วิธี Business Model Canvas (BMC) ร่วมกับ Quality Function Deployment มีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

บริษัทตัวอย่างเริ่มต้นจากการเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายน้ำยาซักรีดที่ใช้กับเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่ ซึ่งต้องใช้น้ำยาซักรีดที่มีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากการซักผ้าด้วยมือหรือเครื่องซักผ้าขนาดเล็กทั่วไป การทำการตลาดช่วงแรกจึงเน้นกลุ่มลูกค้าประเภทโรงแรมและโรงพยาบาลที่มีการซักรีดผ้าปริมาณมากและใช้เครื่องซักผ้าขนาดใหญ่

ต่อมาด้วยวิสัยทัศน์ของทีมผู้บริหารในการขยายตลาดด้านสินค้าและบริการที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มลูกค้าหลักดังกล่าว บริษัทจึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำยาไปยังกลุ่มน้ำยาทำความสะอาดพื้น น้ำยาทำความสะอาดสำหรับครัว และเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับระบบสระว่ายน้ำ เพื่อเป็นการต่อยอดธุรกิจให้ครบวงจรสำหรับกลุ่มลูกค้าหลักของบริษัท ถัดมาทีมผู้บริหารวางแผนกลยุทธ์ธุรกิจระยะยาวโดยการขยายกลุ่มลูกค้าไปยังภาคอุตสาหกรรมและโรงงานต่าง ๆ จึงมีการวิจัยและพัฒนาน้ำยาสำหรับฆ่าเชื้อเพื่อทำการตลาดแบบเฉพาะเจาะจงกับลูกค้ากลุ่มนี้ โดยเฉพาะกลุ่มลูกค้าโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่มซึ่งต้องการการฆ่าเชื้อที่ถูกสุขอนามัยแต่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและไม่มีอันตรายจากการปนเปื้อนเข้าไปในอาหารหรือเครื่องดื่มที่ผลิต ทีมผู้บริหารยังได้คิดค้นต่อยอดกลยุทธ์การสนับสนุนการขายน้ำยาของบริษัท โดยสรรหาและนำเข้าเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ อาทิ เครื่องป้อนน้ำยาสำหรับกลุ่มงานซักรีดและกลุ่มฆ่าเชื้อ นำเข้าเครื่องล้างภาชนะอัตโนมัติจากต่างประเทศมาจำหน่ายสำหรับกลุ่มงานด้านครัวซึ่งช่วยสนับสนุนการขายน้ำยาล้างภาชนะและน้ำยาช่วยแห้ง รูปที่ 33 นำเข้าและจำหน่ายอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสระว่ายน้ำแบบครบวงจร อาทิ ระบบปั๊ม ระบบบำบัดสระว่ายน้ำ เป็นต้น

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 33 รูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์

(ก) เครื่องล้างจาน (ข) เครื่องขัดพื้น (ค) เครื่องป้อนน้ำยา

ที่มา: SB Chemical, Cleanovation, Peerapat

ซึ่งบริษัทตัวอย่างมีพนักงานทั้งหมดจำนวน 280 คน ทั้งในบริษัทหลักและบริษัทในเครือ โดยรายได้จากการขายสินค้า ค่าเช่าและบริการของทั้งบริษัทหลักและบริษัทในเครือ ในปี 2563 มีโครงสร้างรายได้อยู่ที่ 830.93 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 100 โดยกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนเป็นรายได้หลักในปี 2563 ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อ โดยมีสัดส่วนรายได้ในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมามาเท่ากับ ร้อยละ 22.97 - 32.59 ของรายได้จากการขาย อันดับที่สอง ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ซักรีดโดยมีสัดส่วนรายได้ในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมาเท่ากับ ร้อยละ 18.09 - 24.77 ของรายได้จากการขาย และอันดับที่สาม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ด้านครัว โดยมีสัดส่วนรายได้ในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมาเท่ากับ ร้อยละ 15.37 - 16.91 ของรายได้จากการขาย ทั้งนี้ รายได้จากการขายที่ลดลงในปี 2563 เกิดจากสถานการณ์โควิด-19 ส่งผลให้กลุ่มธุรกิจโรงแรม ปิดกิจการชั่วคราวตามมาตราการปิดเมือง (Lock Down)

3.2 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของลูกค้า

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ลูกค้ากลุ่มร้านอาหารทางภาคใต้ที่ขึ้นทะเบียนกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย จำนวน 1,217 ราย ลูกค้ากลุ่มโรงแรมทางภาคใต้ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมการปกครอง จำนวน 1,887 ราย และพนักงานซ่อมบำรุงของบริษัทตัวอย่าง สืบค้นข้อมูลวันที่ 15 ตุลาคม 2564

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ลูกค้ากลุ่มร้านอาหารทางภาคใต้ที่ขึ้นทะเบียนกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย จำนวน 92 ราย ลูกค้ากลุ่มโรงแรมทางภาคใต้ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมการปกครอง จำนวน 77 ราย และพนักงานซ่อมบำรุงของบริษัทตัวอย่าง

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณในสูตรของ ทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ใช้ความคลาดเคลื่อนในการสุ่ม 10% ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (3.1)$$

เมื่อ n = ขนาดกลุ่มประชากร

N = ขนาดประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดเป็น 0.05

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของลูกค้ากลุ่มร้านอาหารทางภาคใต้ที่ขึ้นทะเบียนกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ดังนี้

$$n = \frac{1,217}{1+1,217*(0.1)^2}$$

N = 92 ราย

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของลูกค้ากลุ่มโรงแรมทางภาคใต้ขึ้นทะเบียนกับกรมการปกครอง ดังนี้

$$n = \frac{1,887}{1+1,887*(0.1)^2}$$

N = 77 ราย

3.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี สัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรมจากพนักงานซ่อมบำรุงรวมถึงการทบทวนวรรณกรรม ก่อนที่จะให้ฝ่ายการตลาดช่วยเรียบเรียงเป็นข้อมูลระบุในช่องกำหนดกลุ่มเป้าหมายของ BMC ก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญในแต่ละปัจจัยก่อนนำข้อมูลไปใช้ใน QFD ต่อไป

3.2.3 การสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามความต้องการของลูกค้าที่นำมาใช้ในงานวิจัย ส่วนหนึ่งนำข้อมูลมาจากการทบทวนวรรณกรรมและที่เหลือมาจากการสังเกตและสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับลูกค้าและพนักงานบำรุงรักษา ซึ่งจะใช้คำถามปลายปิดเป็นหลักและเพิ่มเติมในส่วนแนะนำไว้ท้ายสุดของแบบสอบถามสำหรับให้ผู้กรอกแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ตามความต้องการของลูกค้าจากการวัดระดับปัจจัยความสำคัญจากการประยุกต์ใช้ BMC ในเบื้องต้น ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ

1.2 อายุ

1.3 อาชีพ

ส่วนที่ 2 ระดับความสำคัญในการพัฒนาเครื่องล้างผักและผลไม้

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

โดยจะหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามรายข้อกับวัตถุประสงค์หรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดจะใช้สูตร IOC (Index of Item-Objective Congruence) นำเครื่องมือรวบรวมข้อมูลกับวัตถุประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายการตลาด หัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม

พิจารณาว่าเครื่องมือสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยกำหนดคะแนนความเห็นดังนี้

+1 แน่ใจว่าข้อคำถามของเครื่องมือนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามของเครื่องมือนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

-1 แน่ใจว่าข้อคำถามของเครื่องมือนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \qquad (3.2)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือนั้นกับวัตถุประสงค์

R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากนั้นใช้มาตรเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert Scale) ในการวัดระดับคะแนนความสำคัญ ด้วยการสร้างคำที่ใช้บอกคุณค่ามีความต่อเนื่องกันและให้ค่าน้ำหนักของมาตรเป็น 1-5 ตามตาราง 2 ดังนั้นการวิเคราะห์จะเป็นการใช้ค่าเฉลี่ยรวมทุกข้อ

ตารางที่ 2 ค่าระดับความสำคัญ

ระดับคะแนนความสำคัญ	ความหมาย
1	สำคัญน้อยที่สุด
2	สำคัญน้อย
3	สำคัญปานกลาง
4	สำคัญมาก
5	สำคัญมากที่สุด

ซึ่งแบบทดสอบจะผ่านการตรวจจากผู้จัดการหรือหัวหน้างานแผนกซ่อมบำรุง และฝ่ายการตลาด ของบริษัทตัวอย่าง หลังจากนั้นทดลองสำรวจความต้องการลูกค้าจำนวน 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบสอบถามโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ของครอนบาค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right] \quad (3.3)$$

โดย α ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach)

K แทน จำนวนข้อ

σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

σ_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ตารางที่ 3 การแปลผลค่าสัมประสิทธ์ความเชื่อมั่นแอลฟ่าของครอนบาค

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแอลฟ่าของครอนบาค	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
+0.00 ถึง +0.20	ค่าความน่าเชื่อถือต่ำมากหรือไม่มีเลย
+0.20 ถึง +0.40	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ
+0.40 ถึง +0.70	ค่าความเชื่อมั่นปานกลาง
+0.70 ถึง +1.00	ค่าความเชื่อมมั่นสูงและนำไปใช้ได้

3.3.2 จัดเรียงระดับความสำคัญของความต้องการลูกค้า

นำผลที่ได้มาจัดเรียงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยการนำไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อหาความต้องการที่สำคัญที่สุดของลูกค้า (1= สำคัญน้อยที่สุด 2 = สำคัญน้อย 3 = สำคัญปานกลาง 4 = สำคัญมาก 5= สำคัญมากที่สุด) โดยความต้องการแต่ละข้อหาได้จากการนำค่าเฉลี่ยโดยน้ำหนักมาคิด (Weighted Average)

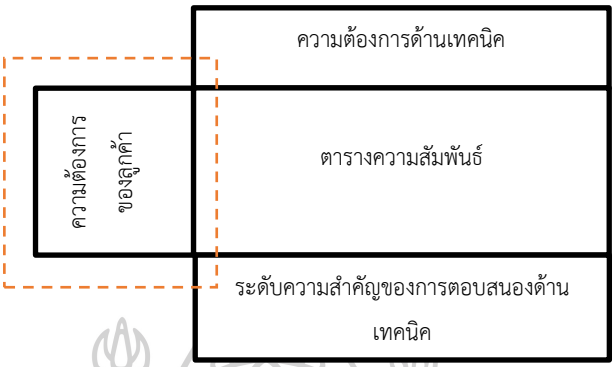
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=n}^{5}[ix_i]}{n} \quad (3.4)$$

โดยที่ x คือ จำนวนผู้ที่เลือกระดับคะแนน i

n คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

3.3.3 ระบุความต้องการของลูกค้าในตาราง QFD

นำค่าที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเรียงลำดับเรียบร้อยแล้ว มาระบุในตารางการวางแผน QFD ตรงส่วนที่เป็นความต้องการของลูกค้าดังแสดงใน รูปที่ 34 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความต้องการด้านเทคนิคต่อไป



รูปที่ 34 จุดระบุข้อมูลความต้องการของลูกค้าบนตาราง QFD

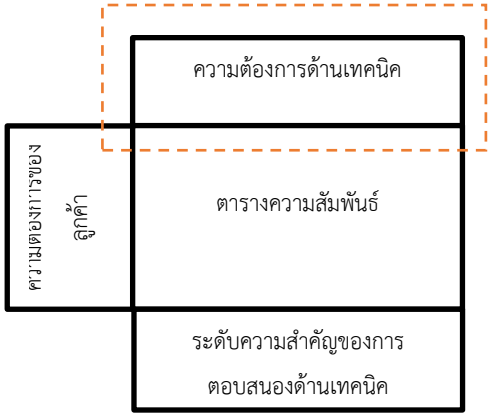
3.4 การรวบรวมข้อมูลทางเทคนิค

3.4.1 การรวบรวมข้อกำหนดทางเทคนิค

- การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต เอกสารสิทธิบัตรย้อนหลัง 10 - 15 ปี งานวิจัยที่เกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาเครื่อง
- ประสบการณ์จากผู้ชำนาญการ ผู้จัดการหรือหัวหน้างานแผนกซ่อมบำรุงเครื่องของบริษัทตัวอย่าง พนักงานซ่อมบำรุงที่ปฏิบัติงาน 10 ปีขึ้นไป
- ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง บริษัทที่นำเข้าเครื่องของประเทศไทย 2 บริษัท

3.4.2 ระบุข้อมูลทางเทคนิคในตาราง QFD

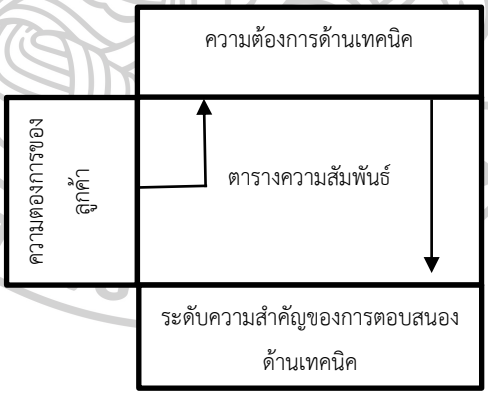
จัดประชุมร่วมกับฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายการตลาด โดยนำข้อมูลทางเทคนิคที่ได้จากการทำ BMC ร่วมกับการทบทวนงานวิจัย อินเทอร์เน็ต ประสบการณ์จากผู้ชำนาญการ ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งมาเพื่อเสนอข้อคิดเห็นและหาข้อกำหนดร่วมกัน ก่อนระบุในตารางการวางแผน QFD ตรงส่วนที่เป็นความต้องการด้านเทคนิคดังแสดงใน รูปที่ 35 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความต้องการด้านเทคนิคต่อไป



รูปที่ 35 จุดระบุข้อมูลความต้องการด้านเทคนิคบนตาราง QFD

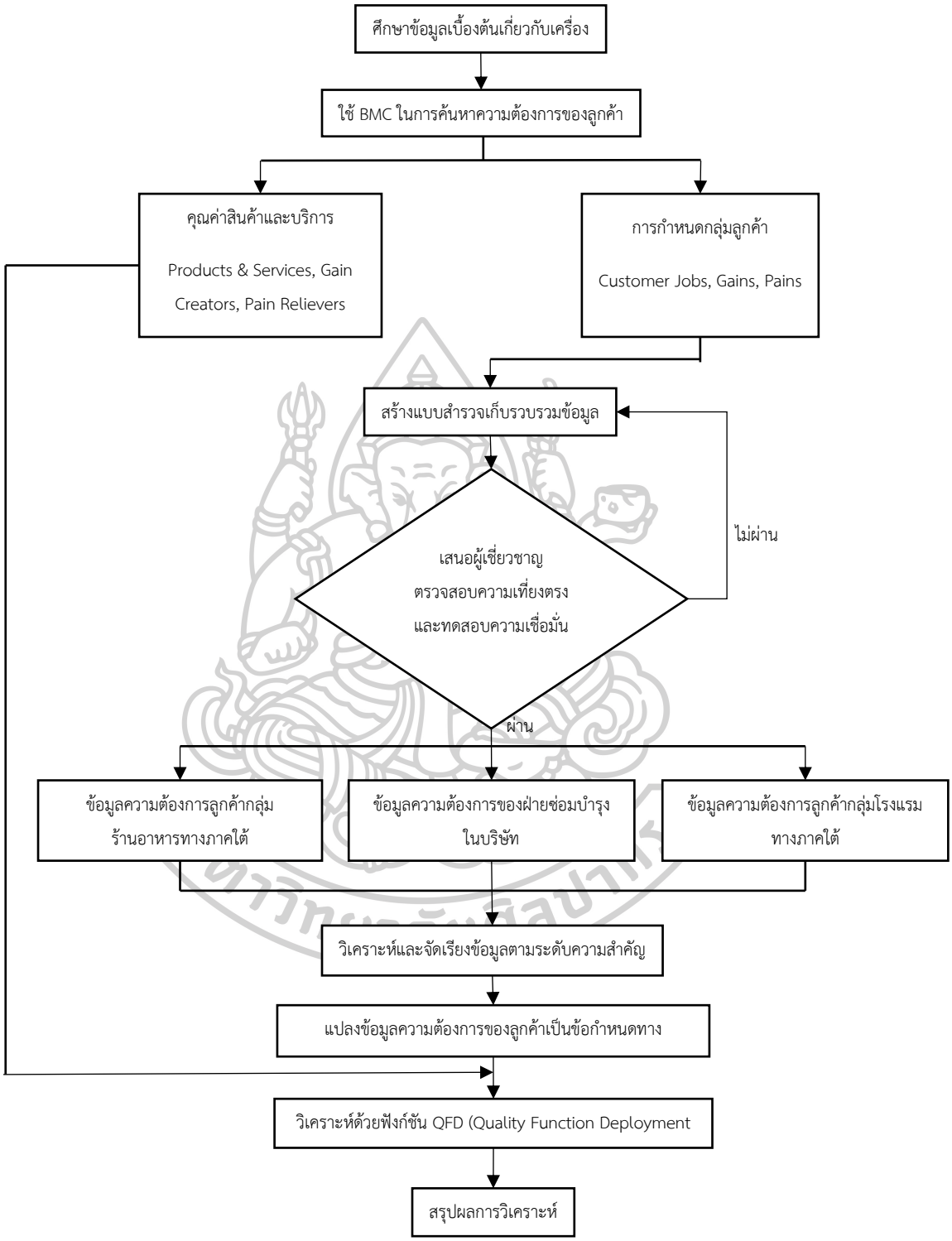
3.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของลูกค้ากับข้อมูลทางเทคนิคด้วยฟังก์ชัน QFD

การวิเคราะห์ข้อมูลเกิดจากการนำข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการทำแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกตุมาใช้ ด้วยการแปลงข้อมูลความต้องการนั้นเป็นข้อกำหนดทางวิศวกรรม จากนั้นจะได้ระดับความสำคัญของการตอบสนองด้านเทคนิคเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 36



รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ของข้อมูลความต้องการทั้ง 2 ด้าน

3.5 แผนผังขั้นตอนการวิจัย



รูปที่ 37 ขั้นตอนการทำวิจัย

3.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

รายการ		ก.ย. 64	ต.ค. 64	พ.ย. 64	ธ.ค. 64	ม.ค. 65	ก.พ. 65	มี.ค. 65	เม.ย. 65	พ.ค. 65	มิ.ย. 65
1	ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	←	→								
2	รวบรวมข้อมูลความต้องการ		←	—	→						
3	รวบรวมข้อมูลด้านเทคนิค				←	—	→				
4	วิเคราะห์ข้อมูล					←	—	—	→		
5	ทบทวนข้อมูล							←	—	→	
6	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล									←	→

มหาวิทยาลัยศิลปากร

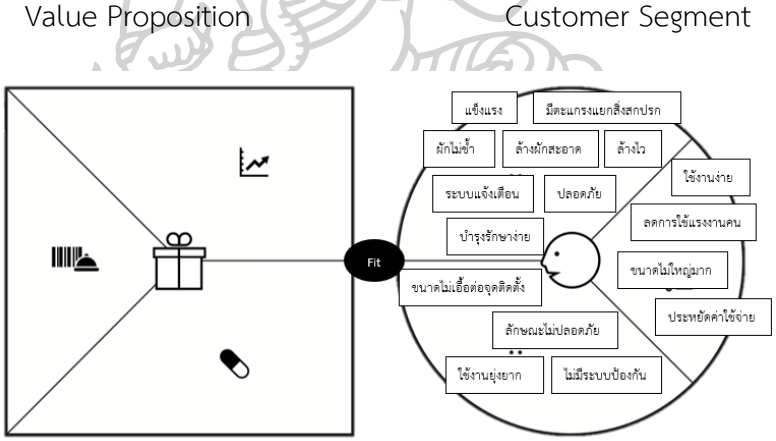
บทที่ 4
ผลการวิจัย

ดำเนินงานวิจัยโดยนำผลจากการวิเคราะห์แบบสำรวจความต้องการของลูกค้ามาเพื่อหาระดับความสำคัญของปัจจัย ก่อนจะนำค่าที่ได้ไปเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ใน QFD เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า

4.1.1 ความต้องการที่ได้จากกลุ่มลูกค้า

ผลจากการรวบรวมความต้องการของลูกค้ากลุ่มร้านอาหาร กลุ่มโรงแรม และช่างซ่อมบำรุงของบริษัทตัวอย่าง โดยนำมาจัดกลุ่มด้วยการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย BMC ดังรูปที่ 38

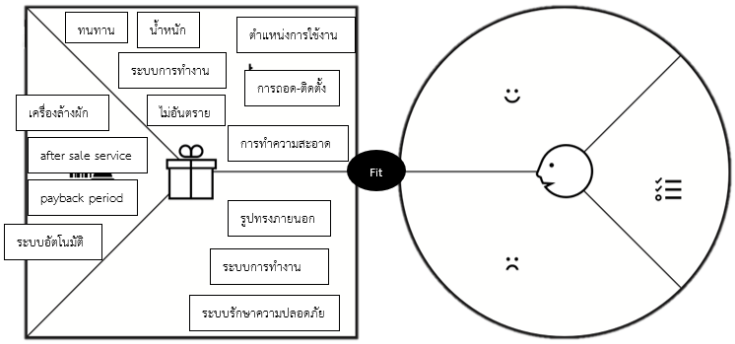


รูปที่ 38 การระบุความต้องการของลูกค้าผ่านการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

4.1.2 ผลการวิเคราะห์การกำหนดคุณลักษณะอุปกรณ์

ใช้ BMC ในการวิจัยซึ่งจะช่วยในการกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิค วิเคราะห์และสร้างแนวทางในการออกแบบหาความต้องการของลูกค้าในกลุ่มลูกค้าที่เป็นร้านอาหารและโรงแรมเพื่อสร้างคุณค่าของเครื่องล้างผักและผลไม้ให้ตรงต่อความต้องการของลูกค้าดังรูปที่ 39

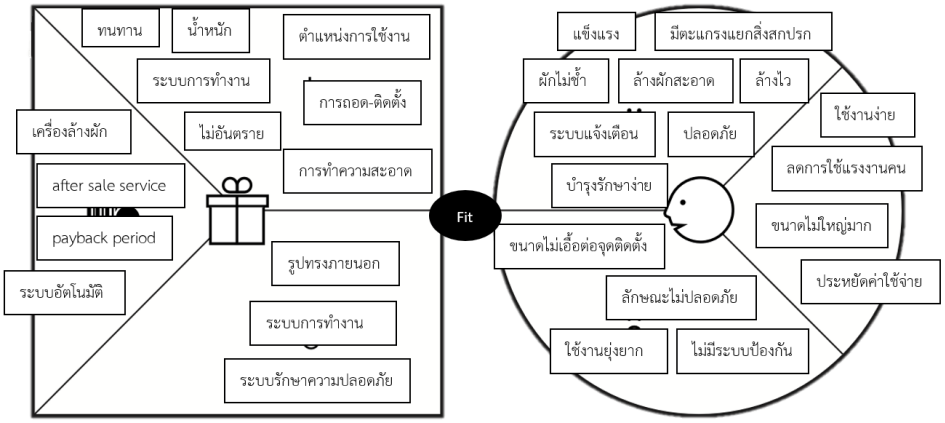
Value Proposition Customer Segment



รูปที่ 39 การออกแบบคุณค่าผลิตภัณฑ์

เมื่อระบุความต้องการของลูกค้าเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการหาความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ด้วยกระบวนการ “Fit” หรือ “Problem Solving Fit” ดังรูปที่ 40 โดยเน้นจากปัญหาหรือความต้องการที่ควรเริ่มแก้ไขเป็นอันดับแรก

Value Proposition Customer Segment



รูปที่ 40 กระบวนการ Problem Solving Fit

ผลจากการวิเคราะห์ความต้องการจากลูกค้ากลุ่มร้านอาหารและโรงแรมจาก BMC ทำให้สามารถนำมาจัดทำแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วย QFD

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ปัจจัยความต้องการของลูกค้า

ปัจจัย	ความต้องการของลูกค้า
ประสิทธิภาพเครื่อง	สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี
	สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้
	สามารถฆ่าเชื้อโรคได้
	สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้
ความสะดวก	ดูแลรักษาง่าย
	มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน
	ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
	สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก
กายภาพ	ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย
	ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง
	รูปทรง (การออกแบบ)
วัสดุ	ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน
	มีความแข็งแรง
	ใช้วัสดุที่ปลอดภัย
อื่นๆ	ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)
	ปริมาณการล้างต่อรอบ
	เวลาในการล้างต่อรอบ
	ติดตั้งระบบสายดิน

โดยจะผ่านการหาค่าความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

1. หัวหน้าฝ่ายการตลาด ที่มีประสบการณ์การทำงานด้านการวางแผนการตลาด วิเคราะห์ตลาด

2. หัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง มีประสบการณ์การทำงานด้านการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและตรวจสอบเครื่อง

3. หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม มีประสบการณ์การทำงานด้านการวางแผนการจัดการเครื่องจักรทำงานร่วมกับฝ่ายการตลาด

ด้วยการคำนวณจากสูตร IOC ผลออกมามีค่าเท่ากับ 0.7 เมื่อมีผลผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจึงได้ทำการจัดทำแบบสอบถามเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามจากกลุ่มลูกค้าจำนวน 30 คน พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.92 จากการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ของครอนบาค (Cronbach) ด้วยโปรแกรมคำนวณ SPSS ในการช่วยวิเคราะห์ดังรูปที่ 41 ก่อนจะนำแบบสอบถามส่งให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นลูกค้าร้านอาหารและลูกค้าโรงแรมทางภาคใต้ที่ขึ้นทะเบียนแล้วของประเทศไทย ตามจำนวนที่ได้คำนวณในสูตรของทาโร ยามาเน่

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.924	.933	18

รูปที่ 41 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแอลฟ่าของครอนบาค ของปัจจัยความต้องการของลูกค้า

4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสำคัญของความต้องการของลูกค้า

การวิเคราะห์แบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นลูกค้าร้านอาหารและโรงแรมที่มีการขึ้นทะเบียนกับกรมการปกครองและการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยพบว่ามีลูกค้ากลุ่มร้านอาหารตอบแบบสอบถามทั้งหมด 84 ราย คิดเป็น 91% ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ และลูกค้ากลุ่มโรงแรมมีการตอบแบบสอบถามทั้งหมด 77 ราย คิดเป็น 81% ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ และพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงของบริษัทตัวอย่างจำนวน 12 ราย รวมทั้งสิ้น 173 ราย ที่มีการตอบแบบสอบถาม ทำให้ได้ข้อสรุปข้อมูลในส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นประชากรเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 69 และส่วนมากมีอายุในช่วง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 47 โดยจะแบ่งเป็น

4.2.1 ความต้องการของลูกค้าที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้ ร้อยละ 64

ซึ่งจากการสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากผู้ทำแบบสอบถามทั้งหมดได้ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนปัจจัยในด้านต่าง ๆ ของผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้ ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลสรุประดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้

ความต้องการของลูกค้า Customer need	ค่าความสำคัญ IMP
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	3.10
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	2.90
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	2.79
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	2.70
ดูแลรักษาง่าย	3.09
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	3.00
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	2.99
สามารถหยิบผักผลไม้ได้สะดวก	3.01
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	3.21
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	3.30

รูปทรง (การออกแบบ)	2.86
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	3.37
มีความแข็งแรง	3.39
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	3.37
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	3.09
ปริมาณการล้างต่อรอบ	3.24
เวลาในการล้างต่อรอบ	3.13
ติดตั้งระบบสายดิน	3.11

จากการคำนวณค่าระดับความสำคัญของคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากความต้องการของลูกค้าที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้โดยเปรียบเทียบมากที่สุดตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 12 อันดับ คือ มีความแข็งแรง (3.39) ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน (3.37) ใช้วัสดุที่ปลอดภัย (3.37) ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง (3.30) ปริมาณการล้างต่อรอบ (3.24) ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย (3.21) เวลาในการล้างต่อรอบ (3.13) ติดตั้งระบบสายดิน (3.11) สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี (3.10) ราคามีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ (3.09) ดูแลรักษาง่าย (3.09) สามารถหยิบผักผลไม้ได้สะดวก (3.01) ตามลำดับ

4.2.2 ความต้องการของลูกค้าที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ ร้อยละ 36

ซึ่งจากการสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากผู้ทำแบบสอบถามทั้งหมดได้ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนปัจจัยในด้านต่าง ๆ ของผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลสรุประดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้

ความต้องการของลูกค้า Customer need	ค่าความสำคัญ IMP
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	1.71
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	1.76

สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	1.56
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	1.44
ดูแลรักษาง่าย	1.94
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	1.59
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	1.86
สามารถหยิบผักผลไม้ได้สะดวก	1.87
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	1.74
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	1.78
รูปทรง (การออกแบบ)	1.68
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	1.74
มีความแข็งแรง	1.79
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	1.73
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	1.82
ปริมาณการล้างต่อรอบ	1.80
เวลาในการล้างต่อรอบ	1.79
ติดตั้งระบบสายดิน	1.69

จากการคำนวณค่าระดับความสำคัญของคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากความต้องการของลูกค้าที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้โดยเปรียบเทียบมากที่สุดตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 12 อันดับ คือ ดูแลรักษาง่าย (1.97) สามารถหยิบผักผลไม้ได้สะดวก (1.91) ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย (1.90) ราคาเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ (1.85) ปริมาณการล้างต่อรอบ (1.84) มีความแข็งแรง (1.82) เวลาในการล้างต่อรอบ (1.82) ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง (1.81) สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ (1.80) ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน (1.78) ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย (1.77) ใช้วัสดุที่ปลอดภัย (1.76) ตามลำดับ

4.2.3 ความต้องการของลูกค้าทั้งหมด

ซึ่งจากการสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากผู้ทำแบบสอบถามทั้งหมดได้ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนปัจจัยในด้านต่าง ๆ โดยรวมของผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ ตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลสรุประดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยรวม

ความต้องการของลูกค้า Customer need	ค่าความสำคัญ IMP
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	4.81
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	4.66
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	4.35
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	4.14
ดูแลรักษาง่าย	5.03
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	4.59
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4.86
สามารถหยิบผักผลไม้ได้สะดวก	4.88
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	4.95
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	5.08
รูปทรง (การออกแบบ)	4.55
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	5.11
มีความแข็งแรง	5.18
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	5.10
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	4.91
ปริมาณการล้างต่อรอบ	5.05
เวลาในการล้างต่อรอบ	4.92
ติดตั้งระบบสายดิน	4.80

จากการคำนวณค่าระดับความสำคัญของคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากความต้องการของลูกค้าโดยรวมจากการเปรียบเทียบมากที่สุดตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 12 อันดับ คือ มีความแข็งแรง (5.18) ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน (5.11) ใช้วัสดุที่ปลอดภัย (5.10) ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง (5.08) ปริมาณการล้างต่อรอบ (5.05) ดูแลรักษาง่าย (5.03) ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย (4.95) เวลาในการล้างต่อรอบ (4.92) ราคามีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ (4.91) สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี (4.88) ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย (4.86) สามารถหยิบผักผลไม้ได้สะดวก (4.81) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าทั้งที่รู้จักและเคยได้ยินเครื่องล้างผักและผลไม้ กับ ผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักมีผลของความต้องการออกมาเหมือน ๆ กันโดยมีข้อแตกต่างอยู่ 4 ข้อ นั่นคือ 1.ติดตั้งระบบสายดิน 2.สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี 3.ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย 4.สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้

โดยทางผู้วิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญของบริษัทตัวอย่างมีการปรึกษากันก่อนเลือกสัดส่วน 70:30 ในการดำเนินการวิเคราะห์เนื่องจากพบว่าระดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยมีค่าใกล้เคียงกันมากรวมถึงความต้องการของลูกค้าบางประการที่เล็งเห็นว่ายังไม่จำเป็นต้องนำมาเพื่อออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความต้องการโดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยินรวมถึงผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักแลผลไม้พบว่า มีความต้องการในเรื่องของความแข็งแรง ขนาด ลักษณะของเครื่องเป็นส่วนใหญ่

4.3 ผลการประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน QFD

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ด้วยฟังก์ชัน QFD สามารถวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์การวางแผนผลิตภัณฑ์ด้วย QFD ระยะที่ 1

จากข้อมูลระดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้จากลูกค้าสามารถนำมาวิเคราะห์หาความต้องการทางด้านเทคนิคได้ โดยการพูดคุยและประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ แสดงในตางรางที่ 8 ซึ่งจะสามารถนำมาระบุการออกแบบคุณลักษณะทางวิศวกรรม สำหรับใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนและกำหนดทิศทางในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้

ระดับน้ำหนักของความต้องการด้านเทคนิคมีน้ำหนักที่แตกต่างกัน โดยทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการคำนวณระดับความสำคัญของผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้มาหนึ่งตัวอย่าง คือ ปัจจัยด้านรูปทรงภายนอก

ระดับน้ำหนักของความต้องการด้านเทคนิครายการ “รูปทรงภายนอก”

= ∑ (คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการด้านเทคนิค x คะแนนความสำคัญ) (2)

= (3.09 x 3) + (2.99 x 9) + (3.21 x 9) + (3.30 x 9) + (2.86 x 9) + (3.37 x 3) + (3.39 x 3) + (3.37 x 3) + (3.09 x 1) + (3.24 x 3)

= 164

ตารางที่ 8 น้ำหนักความสำคัญจากผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้

Value proposition ทางเทคนิค	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเป้าหมาย (Target Values)
รูปทรงภายนอก	164	มีขนาดพอเหมาะ
ความกว้างของเครื่อง	134	ไม่เกิน 90 cm
ความยาวของเครื่อง	134	ไม่เกิน 90 cm
ความสูงของเครื่อง	114	ไม่เกิน 90 cm
น้ำหนักของเครื่อง	82	ไม่เกิน 70 kg.
ความทนทาน	71	ตามมาตรฐานกำหนด
การถอด-ติดตั้ง	47	ใช้เวลาให้น้อยที่สุด
การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	9	ตามมาตรฐานกำหนด
ระบบไฟฟ้า	65	ตามมาตรฐานกำหนด
ระบบการทำงาน	90	ใช้งานง่าย
ระบบรักษาความปลอดภัย	37	ตามมาตรฐานกำหนด
อายุการใช้งาน	43	ทนทานหาวัสดุได้ง่าย

จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ระดับน้ำหนักของความต้องการด้านเทคนิครายการ “รูปทรงภายนอก” ของผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้

= (ระดับน้ำหนักของความต้องการด้านเทคนิค/ผลรวมของระดับน้ำหนักของความต้องการด้านเทคนิค) x 100% (3)

$$= \frac{164}{988} \times 100\%$$

= 16.6

	ความต้องการด้านเทคนิค	รูปทรงภายนอก	ความกว้างของเครื่อง	ความยาวของเครื่อง	ความสูงของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่อง	ความทนทาน	การถอด-ติดตั้ง	การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	ระบบไฟฟ้า	ระบบการทำงาน	ระบบรักษาความปลอดภัย	อายุการใช้งาน
ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	○	↑	○
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	3.10										9		
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	2.90										9		
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	2.79										9		
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	2.70							3			3		
ดูแลรักษาง่าย	3.09	3	3	3	3	1			3				9
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	3.00									9		3	
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	2.99	9	9	9	9	9		9					
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก	3.01				3								
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	3.21	9	3	3	3	3							
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	3.30	9	9	9	9	3							
รูปทรง (การออกแบบ)	2.86	9	9	9	9	9		3					3
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	3.37	3					9						1
มีความแข็งแรง	3.39	3					9						1
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	3.37	3					3	1					
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	3.09	1	1	1	1	1					1		
ปริมาณการล้างต่อรอบ	3.24	3	9	9	1	1							
เวลาในการล้างต่อรอบ	3.13									9			
ติดตั้งระบบสายดิน	3.11									3		9	
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		164	134	134	114	82	71	47	9	65	90	37	43
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		16.6	13.5	13.5	11.5	8.3	7.2	4.8	0.9	6.5	9.1	3.7	4.4
ลำดับ (Rank)		1	2	3	4	6	7	9	12	8	5	11	10

รูปที่ 42 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์จากผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้

จากการคำนวณทำให้ทราบความต้องการทางด้านเทคนิครูปที่ 42 โดยเปรียบเทียบค่ามากที่สุดตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 5 อันดับ คือ รูปทรงภายนอก (16.6) ความกว้างของเครื่อง (13.5) ความยาวของเครื่อง (13.5) ความสูงของเครื่อง (11.5) ระบบการทำงาน (9.1) ตามลำดับ

เปรียบเทียบกับความต้องการทางด้านเทคนิคจากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญซึ่งแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 น้ำหนักความสำคัญจากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้

Value proposition ทางเทคนิค	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเป้าหมาย (Target Values)
รูปทรงภายนอก	92	มีขนาดพอเหมาะ
ความกว้างของเครื่อง	77	ไม่เกิน 90 cm
ความยาวของเครื่อง	77	ไม่เกิน 90 cm
ความสูงของเครื่อง	68	ไม่เกิน 90 cm
น้ำหนักของเครื่อง	48	ไม่เกิน 70 kg.
ความทนทาน	37	ตามมาตรฐานกำหนด
การถอด-ติดตั้ง	28	ใช้เวลาให้น้อยที่สุด
การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	6	ตามมาตรฐานกำหนด
ระบบไฟฟ้า	35	ตามมาตรฐานกำหนด
ระบบการทำงาน	51	ใช้งานง่าย
ระบบรักษาความปลอดภัย	20	ตามมาตรฐานกำหนด
อายุการใช้งาน	26	ทนทานหาวัสดุได้ง่าย

	ความต้องการด้านเทคนิค	รูปทรงภายนอก	ความกว้างของเครื่อง	ความยาวของเครื่อง	ความสูงของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่อง	ความทนทาน	การถอด-ติดตั้ง	การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	ระบบไฟฟ้า	ระบบการทำงาน	ระบบรักษาความปลอดภัย	อายุการใช้งาน
ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	○	↑	○
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	1.71										9		
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	1.76										9		
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	1.56										9		
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	1.44							3			3		
ดูแลรักษาง่าย	1.94	3	3	3	3	1			3				9
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	1.59									9		3	
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	1.86	9	9	9	9	9		9					
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก	1.84				3								
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	1.74	9	3	3	3	3							
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	1.78	9	9	9	9	3							
รูปทรง (การออกแบบ)	1.68	9	9	9	9	9		3					3
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	1.74	3					9						1
มีความแข็งแรง	1.79	3					9						1
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	1.73	3					3	1					
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	1.82	1	1	1	1	1					1		
ปริมาณการล้างต่อรอบ	1.80	3	9	9	1	1							
เวลาในการล้างต่อรอบ	1.79									9			
ติดตั้งระบบสายดิน	1.69									3		9	
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		92	77	77	63	48	37	28	6	35	51	20	26
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		16.5	13.7	13.7	11.2	8.6	6.6	5.0	1.0	6.3	9.2	3.6	4.6
ลำดับ (Rank)		1	2	3	4	6	7	9	12	8	5	11	10

รูปที่ 43 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์จากผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้

จากการคำนวณทำให้ทราบความต้องการทางด้านเทคนิครูปที่ 43 โดยเปรียบเทียบค่ามากที่สุดตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 5 อันดับ คือ รูปทรงภายนอก (16.5) ความกว้างของเครื่อง (13.7) ความยาวของเครื่อง (13.7) ความสูงของเครื่อง (11.2) ระบบการทำงาน (9.2) ตามลำดับ

ซึ่งความต้องการทางด้านเทคนิคโดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 น้ำหนักความสำคัญโดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้

Value proposition ทางเทคนิค	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเป้าหมาย (Target Values)
รูปทรงภายนอก	256	มีขนาดพอเหมาะ
ความกว้างของเครื่อง	211	ไม่เกิน 90 cm
ความยาวของเครื่อง	211	ไม่เกิน 90 cm
ความสูงของเครื่อง	170	ไม่เกิน 90 cm
น้ำหนักของเครื่อง	130	ไม่เกิน 70 kg.
ความทนทาน	108	ตามมาตรฐานกำหนด
การถอด-ติดตั้ง	75	ใช้เวลาให้น้อยที่สุด
การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	15	ตามมาตรฐานกำหนด
ระบบไฟฟ้า	100	ตามมาตรฐานกำหนด
ระบบการทำงาน	142	ใช้งานง่าย
ระบบรักษาความปลอดภัย	57	ตามมาตรฐานกำหนด
อายุการใช้งาน	69	ทนทานหาวัสดุได้ง่าย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

	ความต้องการด้านเทคนิค	รูปทรงภายนอก	ความกว้างของเครื่อง	ความยาวของเครื่อง	ความสูงของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่อง	ความทนทาน	การถอด-ติดตั้ง	การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	ระบบไฟฟ้า	ระบบการทำงาน	ระบบรักษาความปลอดภัย	อายุการใช้งาน
ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	○	↑	○
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	4.81										9		
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	4.66										9		
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	4.35										9		
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	4.14							3			3		
ดูแลรักษาง่าย	5.03	3	3	3	3	1			3				9
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	4.59									9		3	
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4.86	9	9	9	9	9		9					
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก	4.88				3								
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	4.95	9	3	3	3	3							
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	5.08	9	9	9	9	3							
รูปทรง (การออกแบบ)	4.55	9	9	9	9	9		3					3
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	5.11	3					9						1
มีความแข็งแรง	5.18	3					9						1
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	5.10	3					3	1					
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	4.91	1	1	1	1	1					1		
ปริมาณการล้างต่อรอบ	5.05	3	9	9	1	1							
เวลาในการล้างต่อรอบ	4.92									9			
ติดตั้งระบบสายดิน	4.80									3		9	
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		256	211	211	170	130	108	75	15	100	142	57	69
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		16.6	13.7	13.7	11.0	8.4	7.0	4.9	1.0	6.5	9.2	3.7	4.5
ลำดับ (Rank)		1	2	3	4	6	7	9	12	8	5	11	10

รูปที่ 44 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์โดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้

จากการคำนวณทำให้ทราบความต้องการทางด้านเทคนิครูปที่ 44 โดยเปรียบเทียบค่ามากที่สุดตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 5 อันดับ คือ รูปทรงภายนอก (16.6) ความกว้างของเครื่อง (13.7) ความยาวของเครื่อง (13.) ความสูงของเครื่อง (11.0) ระบบการทำงาน (9.2) ตามลำดับ

โดยค่าจากการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน และไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ มีค่าที่เหมือนกันเมื่อเรียงลำดับตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ จึงสรุปความต้องการสำหรับด้านเทคนิคโดยรวมได้ทั้งหมด 5 ข้อ นั่นคือ 1.รูปทรงภายนอก 2. ความกว้างของเครื่อง 3.ความยาวของเครื่อง 4.ความสูงของเครื่อง 5.ระบบการทำงาน

4.3.2. การวิเคราะห์การออกแบบชิ้นส่วนใน QFD ระยะที่ 2

โดยหลังจากมีการระบุความต้องการของลูกค้าแล้วได้นำข้อมูลที่จากการวิเคราะห์ผลมาแปลงเป็นข้อกำหนดของส่วนประกอบ เพื่อให้สามารถออกแบบส่วนประกอบของเครื่องได้ใน QFD ระยะที่ 2 ซึ่งเปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ QFD ในระยะที่ 1 ดังแสดงตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ข้อกำหนดส่วนประกอบ

ส่วนประกอบที่สำคัญ	ข้อกำหนด	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	เป้าหมาย
โครงสร้างเครื่องล้างผักและผลไม้	วัสดุที่ใช้	283	stainless steel 304
	ขนาดของเครื่อง	466	ความกว้าง ยาว สูงไม่เกิน 90 cm
	น้ำหนัก	97	น้ำหนักไม่เกิน 70 kg.
	ใช้งานสะดวก	101	ใช้งานง่าย
	จำนวนชิ้นส่วน	74	มีชิ้นส่วนประกอบน้อยกว่า 30 ชิ้น
	ทำความสะอาดง่าย	45	ไม่เกิดสนิม เช็ดล้างง่าย
	ความสวยงาม	118	ตัวเครื่องปิดมิดชิด
	ลักษณะเครื่อง	188	ไม่มีขอบที่แหลมคม
	ความปลอดภัย	120	กล่องกันน้ำสำหรับระบบไฟ

จากตารางพบว่าความสำคัญของปัจจัยในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ตามการวิเคราะห์จากกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 คือ ขนาดของเครื่อง วัสดุที่ใช้ ลักษณะเครื่อง และความปลอดภัย จากการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ใน QFD ระยะที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดคุณลักษณะทางคุณภาพและเทคนิคเพื่อออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องล้างผักและผลไม้ ดังรูปที่ 45

	ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน	stainless steel 304	ไม่เกิน 90 cm	น้ำหนักไม่เกิน 70 kg.	ใช้งานง่าย	มีชิ้นส่วนประกอบน้อยกว่า 30 ชิ้น	ทำความสะอาดง่าย	ปิดมิดชิด	ขอบไม่แหลมคม	กล่องกันน้ำ
ความต้องการด้านเทคนิค	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○
รูปทรงภายนอก	16.3	9	3	1		1	1	1	9	
ความกว้างของเครื่อง	13.6		9						1	
ความยาวของเครื่อง	13.6		9						1	
ความสูงของเครื่อง	14.2		9						1	
น้ำหนักของเครื่อง	8.5	1	3	9						
ความทนทาน	6.5	9								
การถอด-ติดตั้ง	6.4	3	3		3	9	3			
การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	1.0	9								
ระบบไฟฟ้า	6.3							9		9
ระบบการทำงาน	9.1				9		1	1		3
ระบบรักษาความปลอดภัย	3.5							9		9
อายุการใช้งาน	4.6	9		1				1		1
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		283	466	97	101	74	45	118	188	120
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		19.0	31.2	6.5	6.8	5.0	3.0	7.9	12.6	8.0
ลำดับ (Rank)		2	1	7	6	8	9	5	3	4

รูปที่ 45 เมตริกการออกแบบชิ้นส่วนใน QFD ระยะที่ 2

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การทำความสะอาดเป็นเรื่องปกติที่ผู้คนปฏิบัติกันมาอย่างเนิ่นนาน ในปัจจุบันเกิดโรคระบาดโควิด-19 ขึ้น จึงเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้คนหันมาสนใจการทำความสะอาดมากยิ่งขึ้น ทั้งการทำความสะอาดร่างกาย สิ่งของ รวมถึงอาหารการกิน โดยแนวทางการประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน QFD เชื่อมโยงกับเทคนิค BMC สามารถแปลงความต้องการจากลูกค้าโดยตรงให้เป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะทางวิศวกรรม เพื่อออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ จากผลการประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน QFD และ BMC กับกรณีศึกษา ในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ เพื่อศึกษาความต้องการของลูกค้าที่มีต่อเครื่องล้างผักและผลไม้ จากการเก็บข้อมูล 2 แบบ นั่นคือ ลูกค้าที่รู้จักและเคยได้ยินเกี่ยวกับเครื่องล้างผักและผลไม้จำนวนร้อยละ 64 และลูกค้าที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้จำนวนร้อยละ 36 พบว่าจากการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าทั้งที่รู้จักและเคยได้ยินเครื่องล้างผักและผลไม้ กับ ผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ มีผลของความต้องการออกมาเหมือน ๆ จากการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 ซึ่งได้ผลทั้งหมด 12 อันดับ โดยมีข้อแตกต่างกันอยู่ 4 ข้อ นั่นคือ 1.ติดตั้งระบบสายดิน 2.สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี 3.ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย 4.สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ ซึ่งผลของความต้องการโดยรวมจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยิน รวมถึงผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้พบว่า มีความต้องการในเรื่องของความแข็งแรง ขนาด ลักษณะของเครื่องเป็นส่วนใหญ่

หลังจากวิเคราะห์ความต้องการเสร็จสิ้น ได้ดำเนินการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญจากการสร้างคุณค่าในผลิตภัณฑ์สำหรับกำหนดค่าเป้าหมายและข้อกำหนดทางเทคนิคจากผู้ที่รู้จัก เคยได้ยินและไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้ เพื่อออกแบบตามความต้องการของลูกค้า พบว่ามีค่าที่เหมือนกันเมื่อเรียงลำดับตามการวิเคราะห์ด้วยกราฟพาเรโต้ทั้งหมด 5 ข้อ นั่นคือ 1.รูปทรงภายนอก 2.ความกว้างของเครื่อง 3.ความยาวของเครื่อง 4.ความสูงของเครื่อง 5.ระบบการทำงาน หลังจากการระบุความต้องการของลูกค้าใน QFD ระยะที่ 1 ทำให้ทราบข้อมูลความสำคัญของปัจจัยที่ควรตั้งให้อยู่ในอันดับแรก ๆ ในการออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องล้างผักและผลไม้ใน QFD ระยะที่ 2 ตามการวิเคราะห์จากกราฟพาเรโต้ที่ 70:30 คือ ขนาดของเครื่อง วัสดุที่ใช้ ลักษณะเครื่อง และความปลอดภัย เพื่อใช้ในการออกแบบและจัดทำเครื่องต้นแบบเครื่องล้างผักผลไม้ตามความต้องการของลูกค้าต่อไป

รายการอ้างอิง

Bahar, K. F. and P. Fatma (2016). "Combined analysis of service expectations and perceptions in lodging industry through quality function deployment." Total Quality Management & Business Excellence 28: 1393-1413.

2. CALIGIANA, G., et al. (2017). "Integrating QFD and TRIZ for innovative design." Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing 11: 12.

3. Hadi, H. A., et al. (2017). "THE IMPLEMENTATION OF QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) IN TIRE INDUSTRY." ComTech 8: 223-228.

4. Haktanir, E. and C. Kahraman (2019). "A novel interval-valued Pythagorean fuzzy QFD method and its application to solar photovoltaic technology development." Computers & Industrial Engineering 132: 361-372.

5. Han, D., et al. (2019). "Translating Tourist Requirements into Mobile AR Application Engineering through QFD." International Journal of Human–Computer Interaction 35: 1842-1858.

6. Meelis, E., et al. (2017). QFD framework for selection of industry development scenarios. in International Scientific Conference “Environmental and Climate Technologies. Riga, Latvia, CONECT 230-233.

7. Mille, N. J. d., et al. (1960). Fruit or Vegetable Peeling or Cleaning Machine. United States Patent No. 682960.

8. Minh, D. H., et al. (2020). "Design, development and performance evaluation of a new-type fruit vegetable washer." Journal of Mechanical Engineering Research and Developments 43: 265-274.

9. Museum, D. "Experiments and patterns to make the same paper without any rags or at least with a small." October 14, 2021. https://www.deutsches-museum.de/forschung/bibliothek/unsere-schaetze/technik/versuche-papier-zum-machen

10. OldandInteresting "History of washing machines up to 1800." October 14, 2021. http://www.oldandinteresting.com/history-washing-machines.aspx.

11. Queen, S. "History of the Washing Machine." October 11, 2021. https://speedqueeninvestor.com/history-of-the-washing-machine/.

12. Radoslaw, W. (2017). "The history of the QFD method." SCIENTIFIC ISSUES OF THE SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 100: 1972.

13. Rich, S. S. (2003). Food Washing Apparatus with Rotary Agitator and Method for Washing Food. United States. Patent No. 153555.

14. SMALLIDGE, F. E. (1928). Fruit Cleaning Machine. United States. Patent No. 166915.

15.Vanany, I., et al. (2017). "Application of multi-based Quality Function Deployment (QFD) model to improve halal meat industry." Journal of Islamic Marketing 10: 11.

16. Weiwen, Z. (2014). Vegetable washing method capable of being separated and capable of diverting and separating impurities and machine for implementing the method. international applications published in accordance with the Patent Cooperation Treaty. No. WO 2014/173179 A1.

17. World Health Organization "Coronavirus disease (COVID-19)." October 2, 2021. https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19.

18. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (2558). ความ(ไม่)รู้เรื่องการล้างผักสถานการณ์ปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและการทบทวนวิธีการล้างผักผลไม้ที่เหมาะสม. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประจำปี 2558.

19. กิตติชัย ชิตตระกลู (2560). การออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิค Business Model Canvas (BMC) ร่วมกับ Quality Function Deployment (QFD) กรณีศึกษา : การออกแบบชุดเก็บเครื่องกรอฟันเคลื่อนที่. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี,: 14-40.

20. นรงฤทธิ์ เสนาจิตร "เทคโนโลยีการทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิก." เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2564. https://www.mut.ac.th/uploaded/_1.pdf.

21. นรพนธ์ วิเชียรสาร "นวัตกรรมพลาสมาเพื่อการสลายสารเคมีตกค้างบนผักและผลไม้สำหรับผู้ส่งออก." เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2564. https://eng.cmu.ac.th/?p=21205

22. ผกากรอง วนไพศาล "การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC)." เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2564. https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/488/การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC)/

23. ฝ่ายวิเคราะห์ตลาดแรงงาน (15 มิถุนายน 2553). การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research). เอกสารสรุปกระบวนวิจัยเชิงสำรวจ. โดยกองวิจัยตลาดแรงงาน กรมการจัดหางาน.

24. มณีรัศมิ์ พัฒสมบัติสุข (2564). "การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยทางการพยาบาลและสังคมศาสตร์." วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ 8: 332-340.

25. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี "เครื่องล้างผักและผลไม้อัตโนมัติ แนวใหม่ ด้วยพลังOZONE." เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2564. https://www2.kmutt.ac.th/thai/res_feat/info_succ/succ-10.html.

26. วสวัชร นาคเขียว เทคนิคการกระจายเชิงคุณภาพ. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 255 323. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 10.

27. องค์กรสาธารณประโยชน์ด้านการเกษตรและการคุ้มครองผู้บริโภค "เปรียบเทียบสารพิษตกค้างในผักผลไม้." เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2564. https://www.thaipan.org/data/2333.

28. อนุธิดา มากมี (2562). การปรับปรุงกระบวนการอัดขึ้นรูปพิมพ์ร้อนโดยใช้เทคนิค QFD และ FMEA. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร: 11.

29. อุเทน จันทร์ประทัด (2555). การวิเคราะห์และการพัฒนาคุณภาพรีเลย์สำหรับรถจักรยานยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ. สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: 8.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ก แบบสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้

แบบสอบถาม

แบบสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความความสำคัญในการออกแบบเครื่องล้างผักและผลไม้

วัตถุประสงค์: เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องล้างผักและผลไม้ตามความต้องการของลูกค้า

คำชี้แจง

1.คุณสมบัติผู้กรอกแบบสอบถามนี้ คือผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับอาหารหรือผู้ที่สนใจนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยให้การทำงานสะดวกมากยิ่งขึ้น

2.แบบสำรวจนี้มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้กรอกแบบสำรวจพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจและมีผลต่อการใช้งาน

3.โปรดใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องระดับคะแนนที่ท่านพิจารณา ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2.อายุ ☐ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 21-30 ☐ 31-40 ☐ 41-50 ☐ 51-60 ☐ 61 ปีขึ้นไป

3.อาชีพ ☐ พนักงานร้านอาหาร ขนาด (เล็ก/กลาง/ใหญ่)
☐ พนักงานโรงแรม ขนาด (เล็ก/กลาง/ใหญ่)
☐ maintenance
☐ อื่นๆ.....

ส่วนที่ 2 ระดับความสำคัญในการพัฒนาเครื่องล้างผักและผลไม้

ระดับความสำคัญ 5= สำคัญมากที่สุด 4= สำคัญมาก 3= สำคัญปานกลาง 2= สำคัญน้อย 1= สำคัญน้อยที่สุด

รายละเอียด	ระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัย				
	1	2	3	4	5
ปัจจัยทางประสิทธิภาพของเครื่องจักร					
สามารถล้างทำความสะอาดได้ดี					
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้					

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สามารถฆ่าเชื้อโรคได้					
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้					
ปัจจัยด้านความสะดวก					
ดูแลรักษาง่าย					
มีระบบแจ้งเตือน					
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย					
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก					
ปัจจัยทางกายภาพของเครื่องจักร(ภายนอก)					
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย					
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง					
รูปทรง (การออกแบบ)					
ปัจจัยทางด้านวัสดุ					
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน					
มีความแข็งแรง					
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย					
ปัจจัยด้านอื่นๆ					
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)					
ปริมาณการล้างต่อรอบ					
เวลาในการล้างต่อรอบ					
ระบบสายดิน					

ส่วนที่ 3 ข้อเสอนแนะ

.....

.....

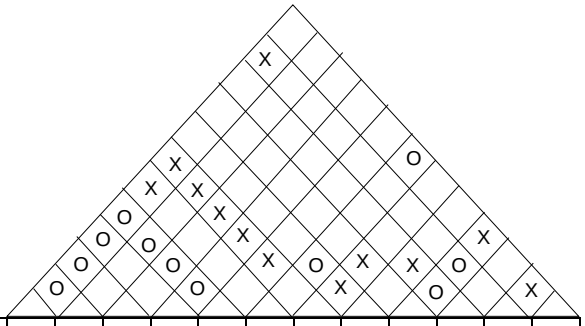
.....

.....

ภาคผนวก ข เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ของผู้ที่รู้จักและเคยได้ยินเครื่องล้างผักและผลไม้

สัญลักษณ์ด้านความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค	
สัญลักษณ์	ความหมาย
O	มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก
X	มีความสัมพันธ์ต่อกันน้อย
ช่องว่าง	ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

สัญลักษณ์ค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	
สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

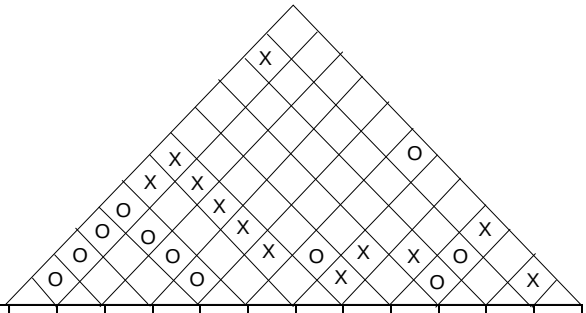


	ความต้องการด้านเทคนิค	รูปทรงภายนอก	ความกว้างของเครื่อง	ความยาวของเครื่อง	ความสูงของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่อง	ความเที่ยงตรง	การออก-ติดตั้ง	การทำไปใช้ร่วมกับวัสดุ	ระบบไฟฟ้า	ระบบการทำงาน	ระบบรับความคลาดเคลื่อนต่อต้าน	เฮอร์ยูโรเนมิก	
ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	○	↑	○	
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	3.10										9			
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	2.90										9			
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	2.79										9			
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	2.70							3			3			
ดูแลรักษาง่าย	3.09	3	3	3	3	1			3					9
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	3.00									9		3		
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	2.99	9	9	9	9	9		9						
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก	3.01				3									
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	3.21	9	3	3	3	3								
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	3.30	9	9	9	9	3								
รูปทรง (การออกแบบ)	2.86	9	9	9	9	9		3						3
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	3.37	3					9							1
มีความแข็งแรง	3.39	3					9							1
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	3.37	3					3	1						
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	3.09	1	1	1	1	1					1			
ปริมาณการล้างต่อรอบ	3.24	3	9	9	1	1								
เวลาในการล้างต่อรอบ	3.13									9				
ติดตั้งระบบสายดิน	3.11									3		9		รวม
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		164	134	134	114	82	71	47	9	65	90	37	43	988
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		16.6	13.5	13.5	11.5	8.3	7.2	4.8	0.9	6.5	9.1	3.7	4.4	100.0
ลำดับ (Rank)		1	2	3	4	6	7	9	12	8	5	11	10	
ค่าเป้าหมายทางด้านเทคนิค		มีขนาดพอเหมาะ	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 70 kg.	ตามมาตรฐานกำหนด	ใช้เวลาให้น้อยที่สุด	ตามมาตรฐานกำหนด	ตามมาตรฐานกำหนด	ใช้งานง่าย	ตามมาตรฐานกำหนด	ตามมาตรฐานกำหนด	

ภาคผนวก ค เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ของผู้ที่ไม่รู้จักเครื่องล้างผักและผลไม้

สัญลักษณ์ด้านความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค	
สัญลักษณ์	ความหมาย
O	มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก
X	มีความสัมพันธ์ต่อกันน้อย
ช่องว่าง	ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

สัญลักษณ์ค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	
สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

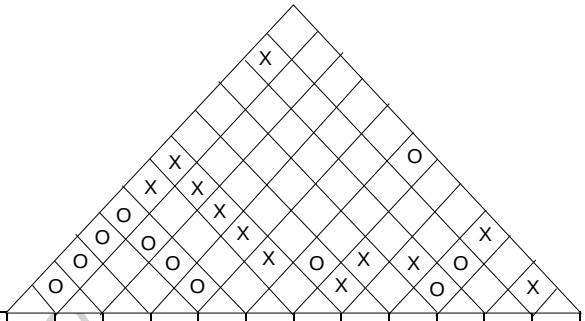


ความต้องการด้านเทคนิค		รูปทรงภายนอก	ความกว้างของเครื่อง	ความยาวของเครื่อง	ความสูงของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่อง	ความทนทาน	การถอด-ติดตั้ง	การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	ระบบไฟฟ้า	ระบบการทำงาน	ระบบรับความคลาดเคลื่อนของผลิตภัณฑ์	เอนกประสงค์	
ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	○	↑	○	
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	1.71										9			
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	1.76										9			
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	1.56										9			
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	1.44							3			3			
ดูแลรักษาง่าย	1.94	3	3	3	3	1			3				9	
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	1.59									9		3		
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	1.86	9	9	9	9	9		9						
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก	1.84				3									
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	1.74	9	3	3	3	3								
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	1.78	9	9	9	9	3								
รูปทรง (การออกแบบ)	1.68	9	9	9	9	9		3					3	
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	1.74	3					9						1	
มีความแข็งแรง	1.79	3					9						1	
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	1.73	3					3	1						
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	1.82	1	1	1	1	1					1			
ปริมาณการล้างต่อรอบ	1.80	3	9	9	1	1								
เวลาในการล้างต่อรอบ	1.79									9				
ติดตั้งระบบสายดิน	1.69									3		9		รวม
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		92	77	77	68	48	37	28	6	35	51	20	26	566
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		16.3	13.6	13.6	12.0	8.5	6.5	4.9	1.0	6.3	9.1	3.5	4.6	100.0
ลำดับ (Rank)		1	2	3	4	6	7	9	12	8	5	11	10	
ค่าเป้าหมายทางด้านเทคนิค		มีขนาดพอเหมาะ	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 70 kg.	ตามมาตรฐานกำหนด	ใช้เวลาให้น้อยที่สุด	ตามมาตรฐานกำหนด	ตามมาตรฐานกำหนด	ใช้งานง่าย	ตามมาตรฐานกำหนด	ตามหน้าที่ได้ง่าย	

ภาคผนวก ง เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์โดยรวม

สัญลักษณ์ด้านความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค	
สัญลักษณ์	ความหมาย
O	มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก
X	มีความสัมพันธ์ต่อกันน้อย
ช่องว่าง	ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

สัญลักษณ์ค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	
สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

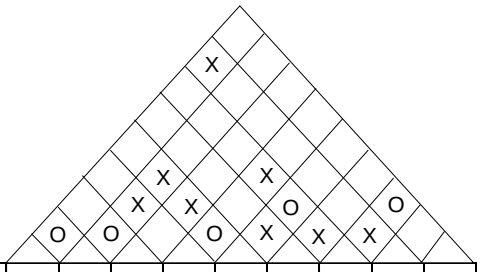


	ความต้องการด้านเทคนิค	รูปทรงภายนอก	ความกว้างของเครื่อง	ความยาวของเครื่อง	ความสูงของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่อง	ความทนทาน	การถอด-ติดตั้ง	การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	ระบบไฟฟ้า	ระบบการทำงาน	ระบบรักษาความปลอดภัย	อายุการใช้งาน	
ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	○	↑	○	
สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี	4.81										9			
สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้	4.66										9			
สามารถฆ่าเชื้อโรคได้	4.35										9			
สามารถเช็คปริมาณสารตกค้างได้	4.14							3			3			
ดูแลรักษาง่าย	5.03	3	3	3	3	1			3				9	
มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน	4.59									9		3		
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4.86	9	9	9	9	9		9						
สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก	4.88				3									
ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย	4.95	9	3	3	3	3								
ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง	5.08	9	9	9	9	3								
รูปทรง (การออกแบบ)	4.55	9	9	9	9	9		3					3	
ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน	5.11	3					9						1	
มีความแข็งแรง	5.18	3					9						1	
ใช้วัสดุที่ปลอดภัย	5.10	3					3	1						
ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)	4.91	1	1	1	1	1					1			
ปริมาณการล้างต่อรอบ	5.05	3	9	9	1	1								
เวลาในการล้างต่อรอบ	4.92									9				
ติดตั้งระบบสายดิน	4.80									3		9		รวม
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		256	211	211	170	130	108	75	15	100	142	57	69	1544
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		16.6	13.7	13.7	11.0	8.4	7.0	4.9	1.0	6.5	9.2	3.7	4.5	100.0
ลำดับ (Rank)		1	2	3	4	6	7	9	12	8	5	11	10	
ค่าเป้าหมายทางด้านเทคนิค		มีขนาดพอเหมาะ	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 90 cm	ไม่เกิน 70 kg.	ตามมาตรฐานกำหนด	ใช้เวลาให้น้อยที่สุด	ตามมาตรฐานกำหนด	ตามมาตรฐานกำหนด	ใช้งานง่าย	ตามมาตรฐานกำหนด	ทนทานให้สั้นที่สุดได้ง่าย	

ภาคผนวก จ เมตริกการออกแบบชิ้นส่วน

สัญลักษณ์ด้านความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค	
สัญลักษณ์	ความหมาย
O	มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก
X	มีความสัมพันธ์ต่อกันน้อย
ช่องว่าง	ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

สัญลักษณ์ค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	
สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี



	ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน	stainless steel 304	ไม่เกิน 90 cm	น้ำหนักไม่เกิน 70 kg.	ใช้งานง่าย	มีชิ้นส่วนประกอบน้อยกว่า 30 ชิ้น	ทำความสะอาดง่าย	ปิดสนิทดี	ขอบไม่แหลมคม	กล่องกันน้ำ	
ความต้องการด้านเทคนิค	IMP	○	○	↓	↓	↓	↑	○	↑	○	
รูปทรงภายนอก	16.3	9	3	1		1	1	1	9		
ความกว้างของเครื่อง	13.6		9						1		
ความยาวของเครื่อง	13.6		9						1		
ความสูงของเครื่อง	14.2		9						1		
น้ำหนักของเครื่อง	8.5	1	3	9							
ความทนทาน	6.5	9									
การถอด-ติดตั้ง	6.4	3	3		3	9	3				
การทำปฏิกิริยากับวัสดุ	1.0	9									
ระบบไฟฟ้า	6.3							9		9	
ระบบการทำงาน	9.1				9		1	1		3	
ระบบรักษาความปลอดภัย	3.5							9		9	
อายุการใช้งาน	4.6	9		1				1		1	รวม
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		283	466	97	101	74	45	118	188	120	1493
ระดับความสัมพันธ์ (%Relative)		19.0	31.2	6.5	6.8	5.0	3.0	7.9	12.6	8.0	100.0
ลำดับ (Rank)		*2*	1	7	6	8	9	5	*3*	4	
ค่าเป้าหมายคุณลักษณะของชิ้นส่วน		stainless steel 304	ความกว้าง ยาว สูงไม่เกิน 90 cm	น้ำหนักไม่เกิน 70 kg.	ใช้งานง่าย	มีชิ้นส่วนประกอบน้อยกว่า 30 ชิ้น	ไม่เกิดสนิม เช็ดล้างง่าย	ตัวเครื่องปิดสนิทดี	ไม่มีขอบที่แหลมคม	กล่องกันน้ำสำหรับระบบไฟ	

ภาคผนวก ฉ ตารางวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานทั้งหมด

เพศ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ชาย	102	59.0	59.0	59.0
	หญิง	71	41.0	41.0	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

อายุ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	น้อยกว่า 20	9	5.2	5.2	5.2
	21-30 ปี	69	39.9	39.9	45.1
	31-40 ปี	25	14.5	14.5	59.5
	41-50 ปี	32	18.5	18.5	78.0
	51-60 ปี	38	22.0	22.0	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

อาชีพ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	พนักงานร้านอาหาร	84	48.6	48.6	48.6
	พนักงานโรงแรม	77	44.5	44.5	93.1
	ช่างmaintenance	12	6.9	6.9	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

สามารถล้างทำความสะอาดผักผลไม้ได้ดี

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	4	2.3	2.3	2.3
	สำคัญปานกลาง	45	26.0	26.0	28.3
	สำคัญมาก	51	29.5	29.5	57.8
	สำคัญมากที่สุด	73	42.2	42.2	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	2	1.2	1.2	1.2
	สำคัญน้อย	12	6.9	6.9	8.1
	สำคัญปานกลาง	40	23.1	23.1	31.2
	สำคัญมาก	51	29.5	29.5	60.7
	สำคัญมากที่สุด	68	39.3	39.3	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ดูแลรักษาง่าย

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	1	0.6	0.6	0.6
	สำคัญน้อย	5	2.9	2.9	3.5
	สำคัญปานกลาง	27	15.6	15.6	19.1
	สำคัญมาก	48	27.7	27.7	46.8
	สำคัญมากที่สุด	92	53.2	53.2	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

มีระบบแจ้งเตือนหลังเสร็จสิ้นการทำงาน

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	17	9.8	9.8	9.8
	สำคัญปานกลาง	40	23.1	23.1	32.9
	สำคัญมาก	54	31.2	31.2	64.2
	สำคัญมากที่สุด	62	35.8	35.8	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	8	4.6	4.6	4.6
	สำคัญปานกลาง	35	20.2	20.2	24.9
	สำคัญมาก	52	30.1	30.1	54.9
	สำคัญมากที่สุด	78	45.1	45.1	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

สามารถหยิบผักผลไม้มาสะดวก

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	1	0.6	0.6	0.6
	สำคัญน้อย	8	4.6	4.6	5.2
	สำคัญปานกลาง	33	19.1	19.1	24.3
	สำคัญมาก	49	28.3	28.3	52.6
	สำคัญมากที่สุด	82	47.4	47.4	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ลักษณะของเครื่องต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	2	1.2	1.2	1.2
	สำคัญน้อย	6	3.5	3.5	4.6
	สำคัญปานกลาง	30	17.3	17.3	22.0
	สำคัญมาก	47	27.2	27.2	49.1
	สำคัญมากที่สุด	88	50.9	50.9	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ขนาดเครื่องมีความเหมาะสมต่อบริเวณจัดตั้ง

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	4	2.3	2.3	2.3
	สำคัญปานกลาง	26	15.0	15.0	17.3
	สำคัญมาก	49	28.3	28.3	45.7
	สำคัญมากที่สุด	94	54.3	54.3	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

รูปทรง (การออกแบบ)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	15	8.7	8.7	8.7
	สำคัญปานกลาง	50	28.9	28.9	37.6
	สำคัญมาก	47	27.2	27.2	64.7
	สำคัญมากที่สุด	61	35.3	35.3	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	1	0.58	0.58	0.58
	สำคัญน้อย	2	1.16	1.16	1.73
	สำคัญปานกลาง	31	17.92	17.92	19.65
	สำคัญมาก	36	20.81	20.81	40.46
	สำคัญมากที่สุด	103	59.54	59.54	100.00
	Total	173	100.00	100.00	

มีความแข็งแรง

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	2	1.2	1.2	1.2
	สำคัญปานกลาง	20	11.6	11.6	12.7
	สำคัญมาก	52	30.1	30.1	42.8
	สำคัญมากที่สุด	99	57.2	57.2	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ใช้วัสดุที่ปลอดภัย

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	3	1.7	1.7	1.7
	สำคัญปานกลาง	29	16.8	16.8	18.5
	สำคัญมาก	43	24.9	24.9	43.4
	สำคัญมากที่สุด	98	56.6	56.6	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ราคา (มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	1	0.6	0.6	0.6
	สำคัญน้อย	6	3.5	3.5	4.0
	สำคัญปานกลาง	30	17.3	17.3	21.4
	สำคัญมาก	57	32.9	32.9	54.3
	สำคัญมากที่สุด	79	45.7	45.7	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ปริมาณการล้างต่อรอบ

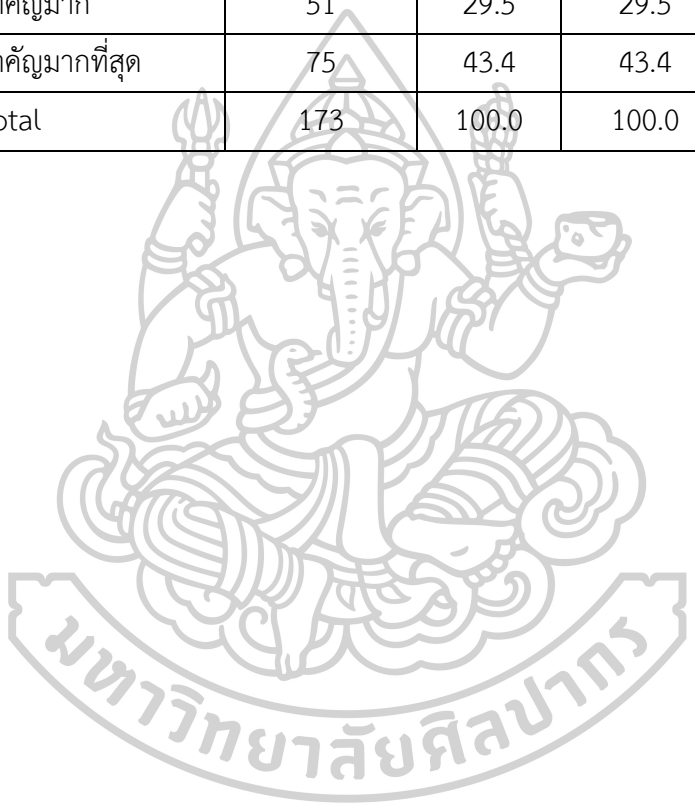
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	2	1.2	1.2	1.2
	สำคัญปานกลาง	28	16.2	16.2	17.3
	สำคัญมาก	56	32.4	32.4	49.7
	สำคัญมากที่สุด	87	50.3	50.3	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

เวลาในการล้างต่อรอบ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	2	1.2	1.2	1.2
	สำคัญปานกลาง	31	17.9	17.9	19.1
	สำคัญมาก	69	39.9	39.9	59.0
	สำคัญมากที่สุด	71	41.0	41.0	100.0
	Total	173	100.0	100.0	

ติดตั้งระบบสายดิน

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	สำคัญน้อยที่สุด	0	0.0	0.0	0.0
	สำคัญน้อย	10	5.8	5.8	5.8
	สำคัญปานกลาง	37	21.4	21.4	27.2
	สำคัญมาก	51	29.5	29.5	56.6
	สำคัญมากที่สุด	75	43.4	43.4	100.0
	Total	173	100.0	100.0	



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐฐา วสุลิปิกร
วัน เดือน ปี เกิด	10 ธันวาคม 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี (วศ.บ.วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	88/54 หมู่ที่ 3 ตำบลบางเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี