

การออกแบบตู้ฟักไข่ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

Designing an Egg Incubator Using Quality Function Deployment Technique

พรพรรณ ทองแพง* วีระยุทธ รัตนศิริวัฒน์ ประเสริฐ ปราชญ์ประยูร กุบรอ ตังกู และ ชลนาถ สอนสุทธิ

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000 E-mail: phornpan.tho@mail.pbru.ac.th*

Phornpan Thongpang*, Weerayut Rattanasiriwatt, Prasert Prachprayoon,
Gubroa Tungku and Chonlanat Sornsut

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Phetchaburi Rajabhat University, Mueang, Phetchaburi, 76000, E-mail: phornpan.tho@mail.pbru.ac.th *

Received 18 Sep 2023; Revised 18 Oct 2023

Accepted 23 Dec 2023; Available online 30 Dec 2023

บทคัดย่อ

การเลี้ยงไก่สายพันธุ์พื้นเมืองในประเทศไทยเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้น การใช้ตู้ฟักไข่ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการฟักไข่ธรรมชาติ และลดระยะเวลาการกกไข่ของแม่ไก่ ช่วยเพิ่มผลผลิตทางอ้อม ทั้งนี้ไม่ปรากฏข้อมูลว่าตู้ฟักไข่ที่มีขายในท้องตลาดได้รับการออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับกลุ่มเป้าหมายงานวิจัยนี้โดยเฉพาะ ดังนั้นเพื่อให้เกิดแนวทางการออกแบบตู้ฟักไข่โดยคำนึงถึงความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานเป็นหลัก งานวิจัยจึงเสนอแนวทางการออกแบบตู้ฟักไข่โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) ในการแปลงหน้าที่ของเครื่องในเชิงคุณภาพไปสู่แนวทางการวางแผนเชิงวิศวกรรม และอาศัยบ้านคุณภาพ (House of Quality; HOQ) ในการเชื่อมโยงข้อมูลคุณลักษณะด้านคุณภาพและข้อกำหนดทางเทคนิค ผลการวิเคราะห์พบว่า แนวทางการออกแบบตู้ฟักไข่ที่สะท้อนจากความต้องการของผู้ใช้งานเน้นหนักไปที่ข้อกำหนดเชิงเทคนิคด้านการใช้งาน ได้แก่ 1. การออกแบบให้มีความง่ายต่อการใช้งาน ควบคุมการทำงานได้ง่าย มีไฟส่องสว่างช่วยให้สังเกตการทำงานของเครื่องได้ขณะเปิดใช้งานได้ 2. การมีระบบความปลอดภัยของเครื่องที่ช่วยให้มีความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง โดยมีไฟสถานะแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดปกติและสามารถตัดไฟได้ในกรณีเกิดเหตุขัดข้อง 3. การมีระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติครอบคลุมการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการกลับไข่ เมื่อเทียบสมรรถนะกับคู่แข่งพบว่า แนวทางการออกแบบตู้ฟักไข่ที่ได้มีความแตกต่างจากในท้องตลาดเนื่องจากการเพิ่มระบบเติมน้ำอัตโนมัติ ส่งผลให้ตู้ฟักมีการทำงานที่เป็นอัตโนมัติขึ้น

คำหลัก: เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ, บ้านแห่งคุณภาพ, เครื่องฟักไข่

Abstract

The popularity of raising native chicken breeds in Thailand is increasing. The use of egg incubators helps reduce problems arising from natural egg hatching and shortens the incubation period for hens. This contributes to increased overall productivity. However, there is no information available on whether the egg incubators available in the market are specifically designed to meet the needs of the target users in this research. To design egg incubators considering the needs of the users, this study proposes an approach utilizing Quality Function Deployment (QFD) to transform quality-related functions into engineering planning. Additionally, the House of Quality (HOQ) is used to link quality characteristic data and technical requirements. The analysis results indicate that the design direction of the egg incubator should strongly emphasize technical requirements related to usability, including: 1. Design for ease of use and easy operation control, incorporating bright lights to facilitate machine observation during operation. 2. Implement a safety system to enhance machine safety during use, including status lights to indicate abnormal operations and the ability to cut power in case of malfunctions. 3. Incorporate an automatic control system covering temperature, humidity, and egg turning. Comparing the performance with competitors, the proposed egg incubator design differs from those available in the market by incorporating an automated water refilling system, resulting in enhanced automation during operation.

Keywords: Quality Function Deployment (QFD), House of Quality (HOQ), an Egg Incubator

1. บทนำ

ไก่พันธุ์พื้นเมืองเป็นสายพันธุ์ไก่ที่ได้รับความนิยมในการเพาะเลี้ยงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากมีตลาดรองรับทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยไก่พื้นเมืองนิยมเพาะเลี้ยงเพื่อประโยชน์หลายประการ เช่น การเพาะเลี้ยงเพื่อกีฬาชนไก่ การบริโภคเนื้อ และการเลี้ยงเชิงอนุรักษ์เพื่อความสวยงาม ด้วยความหลากหลายในการใช้ประโยชน์นี้ จึงพบว่า ในปี พ.ศ. 2565 ข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ [1] แสดงให้เห็นข้อมูลเกี่ยวกับไก่พันธุ์พื้นเมืองว่า มีจำนวนที่ไ้ขึ้นทะเบียน 114,488,630 ตัว จากจำนวนไก่ทุกสายพันธุ์ที่ขึ้นทะเบียน 519,551,106 ตัว คิดเป็นร้อยละ 22.04 โดยมีเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงจำนวน 2,774,559 ราย จากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ทั้งหมด 2,823,888 ราย คิดเป็นร้อยละ 98.25 และมีการกระจายตัวอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ และหากเปรียบเทียบจำนวนไก่สายพันธุ์พื้นเมืองต่อจำนวนเกษตรกรพบว่า มีอัตราส่วนที่น้อยกว่าไก่สายพันธุ์อื่นๆ โดยมีอัตราส่วนเท่ากับ 41.83 ตัวต่อราย แสดงให้เห็นว่าผู้เพาะเลี้ยงไก่สายพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยเป็นหลัก

สำหรับความก้าวหน้าของการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้ปัจจุบันสามารถหาซื้อตู้ฟักไข่ได้ตามท้องตลาดทั่วไป เพื่อนำมาทดแทนการฟักโดยแม่ไก่ตามธรรมชาติ และลดความเสียหายจากการฟักตามธรรมชาติ ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ไข่เสียหาย เช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากแม่ไก่ทำไข่แตก เนื่องจากการชนทับกันมากเกินไปและการพลิกไข่นอกจากนั้นในกรณีที่แม่ไก่ต้องการที่จะออกไปหาอาหาร อุณหภูมิการฟักจะไม่สม่ำเสมอ ขณะที่สภาพแวดล้อมในธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ฝนตก อากาศหนาว ความชื้นที่มากเกินไป รวมถึงสิ่งรบกวนภายนอกที่ทำให้ไข่เสียหาย เช่น สัตว์เลื้อยคลานเข้ามากินไข่ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมานี้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการฟักไข่แม่ไก่ [2] แม้ว่าเครื่องฟักไข่ที่มีขายทั่วไปจะสามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการฟักได้ แต่ด้วยราคาและฟังก์ชันการทำงานของเครื่องยังไม่สอดคล้องกับการเลี้ยงในระดับเกษตรกรทั่วไป และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรายย่อย ทั้งนี้หากเกษตรกรใช้ตู้ฟักไข่แม่ไก่จะลดเวลาที่ใช้กกไข่และอนุบาลลูกไก่ลง ทำให้แม่ไก่มีความพร้อม

ในการผสมพันธุ์และให้ผลผลิตในรุ่นใหม่ได้เร็วขึ้น ส่งผลทางอ้อมต่อการเพิ่มผลิตภาพในการผลิตของเกษตรกร

จากปัญหาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) ในการนำเสนอแนวทางพัฒนาตู้พักไช่ระบบอัตโนมัติโดยคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งเน้นไปที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงไก่สายพันธุ์พื้นเมือง หรือเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่สายพันธุ์พื้นเมืองรายย่อย

2. การดำเนินการวิจัย

2.1 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคการกระจายเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) คือ เครื่องมือที่อาศัยเทคนิคทางวิศวกรรมในการแปลงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ในเชิงคุณภาพไปสู่การวางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในทางปฏิบัติเชิงวิศวกรรม โดยนำเอาความต้องการและข้อมูลเรียกร้องของลูกค้ามาประเมินเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง พัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า [3] การใช้หลักการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพจะเป็นการรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆที่เป็นเชิงคุณภาพนำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อเปลี่ยนความต้องการที่รวบรวมจากการสำรวจ ไปสู่ข้อกำหนดการออกแบบผลิตภัณฑ์รวมถึงข้อกำหนดอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการผลิต ด้วยการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality, HOQ) เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมีการนำมาประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย ทั้งการออกแบบการบริการ [4] การออกแบบร้านค้า [5] และนิยมใช้ในงานออกแบบทางวิศวกรรมและอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง [6, 7, 8]

QFD ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแปลงความต้องการของลูกค้าไปสู่เป้าหมายในการออกแบบ เป็นเครื่องมือคุณภาพที่มุ่งเน้นการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงใจลูกค้า โดยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพจะนำความต้องการต่อผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้งานมาผ่านการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นเป้าหมายการออกแบบสินค้าและบริการเพื่อสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้ามากที่สุด

ซึ่งจะประกันได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง

ขั้นตอนการนำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาใช้ในงานออกแบบทางวิศวกรรมจะอาศัยบ้านคุณภาพ (House of Quality, HOQ) เพื่อเชื่อมโยงข้อมูล บ้านแห่งคุณภาพเป็นเมตริกซ์สำหรับวางแผนผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ QFD การใช้เทคนิคบ้านแห่งคุณภาพจะเริ่มจากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานหรือผู้รับบริการ หลังจากนั้นจะแปลงข้อมูลออกเป็นคุณลักษณะทางด้านคุณภาพที่สามารถวัดค่าได้ผ่านการระดมสมองร่วมกับการใช้ Affinity Diagram อย่างเป็นระบบ เช่น ข้อมูลทางเทคนิค เป็นต้น โดยตัวชี้วัดแต่ละตัวจะถูกนำมาจัดลำดับความสำคัญตามผลกระทบต่อการใช้งานหรือการให้บริการและคำนวณค่าความสำคัญของตัวชี้วัดเพื่อนำไประบุลงในเมตริกซ์บ้านแห่งคุณภาพต่อไป [9]

เทคนิค QFD ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งงานการออกแบบเชิงวิศวกรรมและภาคบริการ เห็นได้จาก สมศักดิ์ และดำรงค์ [3] ได้ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์รถบรรทุกขนาด 2 ตัน โดยใช้เทคนิค QFD โดยทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์รถบรรทุกขนาด 2 ตัน เริ่มจากการเก็บข้อมูลเรียกร้องเพื่อนำมาหาข้อกำหนดทางเทคนิคที่สามารถตอบสนองได้แล้วนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้ไปหาคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของกระบวนการ โดยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุง 2 ส่วน คือ การปรับปรุงด้านคุณภาพและการปรับปรุงด้านผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลที่ได้จากการปรับปรุงทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจด้านปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม

มณฑล และ ชินะ [4] ได้เสนอกรณีศึกษาของการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD โดยวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุงการให้บริการและสิ่งแวดล้อมของท่าอากาศยานกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากผู้ใช้บริการท่าอากาศยานจำนวน 100 คน เพื่อแปลงให้เป็นข้อกำหนดของงานบริการที่เหมาะสมพบว่าผลลัพธ์ที่ได้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคลากรในการให้บริการเป็นหลัก รองลงมาคือประเด็นด้าน

สิ่งแวดล้อม

นิรมล และคณะ [8] ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์กาวิต โลหะจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยใช้เทคนิค QFD เริ่มจากการสำรวจความต้องการด้านคุณสมบัติของกาวิตโลหะจากผู้ใช้งานและความต้องการด้านเทคนิคจากผู้ผลิตแล้วนำความต้องการทั้งสองฝ่ายไปวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อทราบความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคที่สูงสุด 5 อันดับที่สุด ผลต่อความต้องการด้านคุณสมบัติของและนำความต้องการที่ได้ไปวิเคราะห์เทียบกับยางธรรมชาติที่สามารถผลิตเพื่อทดแทนยางสังเคราะห์ชนิดยางไนไตรล์ได้ ส่งผลให้ผู้ใช้งานพึงพอใจในผลิตภัณฑ์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาสู่การกำหนดแนวทางในขั้นตอนที่นำไปสู่การออกแบบตู้ฟักไข่ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของผู้เพาะเลี้ยงไก่รายย่อยได้

2.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งาน

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากการค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการ และการสอบถามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานในที่นี้คือผู้เพาะเลี้ยงไก่สายพันธุ์พื้นเมืองในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 14 ราย ประกอบด้วย ผู้เพาะเลี้ยงไก่ในพื้นที่อำเภอเมืองเพชรบุรี อำเภอแก่งกระจาน และอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 5 ราย, 3 ราย, และ 2 ราย ตามลำดับ และในจังหวัดราชบุรี ได้แก่ ผู้เพาะเลี้ยงไก่ในอำเภอเมืองราชบุรี อำเภอจอมบึง และอำเภอวัดเพลง จังหวัดราชบุรี จำนวน 1 ราย, 2 ราย, และ 1 ราย ตามลำดับ

ข้อมูลเชิงเทคนิคทางวิชาการที่รวบรวมได้พบว่า ตู้ฟักไข่ที่ดีจะต้องสามารถควบคุมปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการฟักแสดงดังตารางที่ 1 [10]

ตารางที่ 1 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟักไข่

ปัจจัย	ข้อกำหนดเชิงเทคนิค
อุณหภูมิ (Temperature)	ในระยะ 18 วันแรก อุณหภูมิการฟักประมาณ 37.5 - 37.7 องศาเซลเซียส และในระยะ 3 วันก่อนการฟักไข่อุณหภูมิประมาณ 37.2 - 37.5 องศาเซลเซียส
ความชื้น (Humidity)	ในช่วง 19 วันแรกของการฟักไข่ใช้ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60% แต่ในช่วง 3 วันสุดท้ายของการฟักไข่จะต้องความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-75% เพื่อให้ลูกไก่สามารถเจาะเปลือกไข่ได้สะดวกและช่วยให้ขนฟูหลังจากฟักออกแล้ว
อากาศและการถ่ายเทอากาศในตู้ฟัก (Ventilation)	ถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนลดลงเหลือ 17% จะมีผลให้อัตราการฟักออกลดลง ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 0.4% ถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 2 % จะมีผลทำให้ตัวอ่อนตายได้และถ้าสูงขึ้นจนถึง 5% ตัวอ่อนภายในไข่จะตายหมด
การวางไข่ในตู้ฟัก (Egg positioning)	ควรวางไข่โดยนำด้านบ้านขึ้น หากวางไข่ฟักโดยเอาด้านแหลมขึ้น จะทำให้การฟักออกลดลงประมาณ 10% และลูกไก่ที่ฟักออกจะมีคุณภาพลดลง 35-40% ยกเว้นในช่วงท้ายของการฟักควรวางในแนวนอน เพื่อให้ลูกไก่สามารถดันเปลือกออกได้สะดวกขึ้น
การกลับไข่ (Egg turning)	แม่ไก่ในธรรมชาติจะมีการกลับไข่โดยเฉลี่ยทุก ๆ 35 นาที และถ้าไม่มีการกลับไข่เลยจะทำให้ไข่นั้นฟักไม่ออก ดังนั้นอย่างน้อยที่สุดควรมีการกลับไข่วันละ 3 ครั้ง

โดยจากข้อมูลที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการฟักตัวของไข่ในตู้ฟักจะถูกใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทำ QFD เนื่องจากส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลสำเร็จในการทำงานของตู้ฟักไข่ ร่วมกับการ

สำรวจข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้ข้อเสนอในการพัฒนาตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานตามเป้าหมายของ QFD

นอกจากข้อมูลทางวิชาการแล้ว ข้อมูลจากการ

สำรวจกลุ่มเป้าหมายผู้เพาะเลี้ยงไก่สายพันธุ์พื้นเมือง จะถูกนำมาเป็นข้อมูลนำเข้าหลักในการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยอาศัยหลักการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

2.3 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของความ

ต้องการ (Important Rating: IMP)

จากที่ได้ข้อมูลจากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อนำมาใช้เป็นค่าคะแนนความสำคัญ (IMP) เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมีลักษณะเป็นการเลือกให้ระดับคะแนนด้วยการแทนค่าตัวเลข 1 – 5 โดยระดับคะแนน 1 หมายถึงค่าคะแนนความสำคัญน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของคะแนน โดยค่าน้ำหนักความสำคัญของความต้องการหาได้โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean)

$$IMP = \sqrt[n]{N_1 \times N_2 \times \dots \times N_n} \quad (1)$$

โดยที่ n คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมิน

N คือ ค่าคะแนนความสำคัญของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ จากการประเมินของผู้ใช้งานที่ i (i = 1, 2, ..., n)

จากข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานนำไปสู่การออกแบบข้อกำหนดเชิงเทคนิค โดยการแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานผ่านการระดมสมองร่วมกับการใช้ Affinity Diagram เพื่อจัดกลุ่มปัจจัยความต้องการ หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบข้อกำหนดด้านเทคนิค (Technical Requirement) พร้อมกำหนดค่าเป้าหมาย (Target Value) ของแต่ละข้อลงใน HOQ และทำการจัดลำดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคต่อไป

ตารางที่ 2 การกำหนดสัญลักษณ์สำหรับระบุเป้าหมายของข้อกำหนดเชิงเทคนิค

สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	
สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

2.4 การจัดลำดับความสำคัญของข้อกำหนดด้านเทคนิค

ในการจัดลำดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ค่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิคต่อความต้องการของผู้ใช้งานจะต้องถูกระบุลงในเมตริกส์ แสดงค่าความสัมพันธ์ โดยจะให้ค่าคะแนน 3 ระดับ คือ ระดับคะแนนเป็น 9 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันมาก ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันปานกลาง และระดับคะแนน 1 โดยระดับคะแนนจะถูกนำมาจัดลำดับความสำคัญด้านเทคนิค โดยคำนวณจากค่าน้ำหนักของระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ (RTRI)

$$\%RTRI = \frac{ATRI}{\sum_{j=1}^m ATRI} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ ATRI คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์ หาได้จากผลคูณระหว่างค่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิคต่อความต้องการของผู้ใช้งานและค่า IMP เมื่อ j คือ จำนวนหัวข้อของความต้องการของผู้ใช้งานที่มีความสัมพันธ์กับข้อกำหนดเชิงเทคนิค

จัดลำดับข้อกำหนดทางเทคนิคตามค่า %RTRI โดยค่ามากที่สุด จะเป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ในการดำเนินการผลิตต้องให้ความสำคัญอันดับแรก และให้ความสำคัญรองลงมาตามลำดับจากค่า %RTRI ที่ลดลง

ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค (Technical Correlations) เป็นส่วนของหลังคาบ้านแห่งคุณภาพ จะเกี่ยวเนื่องกับเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดด้านเทคนิค HOWS ด้วยกัน สัญลักษณ์ที่แสดงถึงความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค มี 4 ระดับ ดังนี้

- + มีความสัมพันธ์แบบเสริมกัน
- มีความสัมพันธ์แบบขัดแย้ง

○ หรือ Strong บ่งบอกว่าข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก

X หรือ Weak บ่งบอกว่าข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจาย

หน้าที่เชิงคุณภาพ

ขั้นตอนนี้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพจะถูกนำมาใช้ โดยนำข้อมูลจากการสำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมายว่ามีความคาดหวังต่อผลิตภัณฑ์อย่างไร มาวิเคราะห์และสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality, HOQ) โดยที่ HOQ ได้มาจากการระดมสมองร่วมกับการใช้ Affinity Diagram อย่างเป็นระบบ การดำเนินการจะเริ่มจากนำข้อมูลปัจจัยความต้องการของผู้ใช้งาน (WHATs) มาหาค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย (IMP) จากนั้นความต้องการของลูกค้านี้จะถูกแปลงไปเป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคและกำหนดค่าเป้าหมายในแต่ละข้อ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยความต้องการของผู้ใช้งานและ

ข้อกำหนดเชิงเทคนิคแต่ละข้อ (WHATs vs HOWs) ต่อจากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิคของแต่ละข้อ และเรียงลำดับความสำคัญข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ได้มาจากการคำนวณ ทำให้ทราบระดับความสำคัญของแต่ละข้อกำหนดเชิงเทคนิค และกำหนดเป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่อง

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งาน

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการใช้งานของตู้พักไข่จากการรวบรวมข้อมูลเชิงวิชาการได้ข้อคำถามในการออกแบบแบบสอบถามความต้องการใช้งานตู้พักไข่จำนวน 18 ข้อ และสามารถจัดกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและการใช้งาน 3 ด้าน ประกอบด้วย โครงสร้าง, วัสดุ, และระบบการทำงานและความสะดวกในการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานตู้พักไข่

กลุ่มของปัจจัย	ความต้องการของผู้ใช้งาน
โครงสร้าง	โครงสร้างมีความมั่นคงไม่สั่นสะเทือนขณะเครื่องทำงาน
	ตู้พักไข่มีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
	ตู้พักไข่สามารถมองเห็นภายในเครื่องได้
	ตู้พักไข่มีการออกแบบรูปร่าง ขนาด ที่เหมาะสม
วัสดุ	อุปกรณ์ อะไหล่ และวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ราคามีความเหมาะสม
	อุปกรณ์ อะไหล่ และวัสดุต่าง ๆ หาซื้อได้ง่าย
ระบบการทำงานและความสะดวกในการใช้งาน	ควบคุมอุณหภูมิได้ตามความต้องการ (36-40 °c)
	ควบคุมความชื้นได้ตามความต้องการ (60-80 %)
	พลิกไข่ได้อัตโนมัติตามเวลาที่ต้องการ (พลิก 45°)
	มีไฟส่องสว่างภายในตู้เพื่อดูการฟักไข่
	มีสัญญาณไฟแสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ อย่างชัดเจน (อุณหภูมิปัจจุบัน อุณหภูมิที่ตั้งไว้ ความชื้นที่ตั้งไว้ ความชื้นปัจจุบัน
	มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานของ (การทำงานของพัดลม การทำงานของแท่งฮีตเตอร์ การทำงานของมอเตอร์หมุนแผงฟักไข่ การทำงานของชุดทำความชื้น แสดงสถานะเตือนเมื่อมีความผิดปกติ)
	ไฟส่องสว่างภายในตู้ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อตัวอ่อน

กลุ่มของปัจจัย	ความต้องการของผู้ใช้งาน
	มีการป้องกันไม่ให้น้ำโดนเปลือกไข่
	มีแผงป้องกันอุปกรณ์ที่เป็นอันตรายต่อการใช้งาน
	ฟักไข่ได้หลายชนิด (เปิด ปิด นกกระทา)
	มีระบบตัดไฟหากเกิดกรณีไฟฟ้าลัดวงจร
	ง่ายต่อการซ่อมบำรุง

3.2 ผลการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของความต้องการ (Important Rating: IMP)

จากการเก็บข้อมูลความต้องการจากกลุ่มเป้าหมาย 14 รายโดยใช้แบบสอบถามที่มีรายละเอียดตามปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการใช้งานของตู้ฟักไข่ทั้ง 18 ข้อ และนำมาหาค่าน้ำหนักความสำคัญของความต้องการในแต่ละข้อโดยแทนค่าในสมการที่ (1) พบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญของความต้องการ IMP ที่มากที่สุด 8 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากไปน้อย ประกอบไปด้วย อันดับแรกคือ ความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิในช่วง 36 – 40 °c มีค่า IMP 4.70 รองลงมาคือ การมีระบบตัดไฟในกรณีเกิดการลัดวงจร มีค่า IMP 4.45, ความสามารถในการควบคุมความชื้นในช่วง 60 – 80% มีค่า IMP 4.38, ซ่อมบำรุงได้ง่าย มีค่า IMP 4.24, มีระบบพลิกไข่ที่สามารถตั้งเวลาการพลิกได้ มีค่า IMP 4.20, มีการป้องกันไม่ให้น้ำ

สัมผัสกับไข่ มีค่า IMP 4.07, มีการแสดงค่าปัจจัยต่างๆ ขณะเครื่องทำงานอย่างชัดเจน มีค่า IMP 4.01, และอุปกรณ์ อะไหล่ และวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ราคามีความเหมาะสมมีค่า IMP 4.01 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าน้ำหนักความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3 มาแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานผ่านการระดมสมอง พร้อมกับการจัดกลุ่มปัจจัยของข้อกำหนดทางเทคนิคและกำหนดค่าเป้าหมาย ข้อกำหนดทางเทคนิคจากการออกแบบจำแนกตามปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการใช้งานของตู้ฟักไข่ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเครื่อง วัสดุที่ใช้ในการทำเครื่อง และระบบการทำงานและความสะดวกในการใช้งาน โดยแต่ละปัจจัยจะถูกระบุค่าทิศทางค่าเป้าหมายตามความเหมาะสมของแต่ละปัจจัยดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 5

ตาราง 4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้งานตู้ฟักไข่

ลำดับ	ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของผู้ใช้งาน	IMP
1	ควบคุมอุณหภูมิได้ตามความต้องการ (36 - 40 °c)	4.70
2	มีระบบตัดไฟหากเกิดกรณีไฟฟ้าลัดวงจร	4.45
3	ควบคุมความชื้นได้ตามความต้องการ (60 - 80%)	4.38
4	ง่ายต่อการซ่อมบำรุง	4.24
5	พลิกไข่ได้อัตโนมัติตามเวลาที่ต้องการ (พลิก 45°)	4.20
6	มีการป้องกันไม่ให้น้ำโดนเปลือกไข่	4.07
7	มีสัญญาณไฟแสดงค่าปัจจัยต่างๆอย่างชัดเจน (อุณหภูมิปัจจุบัน อุณหภูมิที่ตั้งไว้ ความชื้นที่ตั้งไว้ ความชื้นปัจจุบัน)	4.01
8	อุปกรณ์ อะไหล่ และวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ราคามีความเหมาะสม	4.01

ลำดับ	ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของผู้ใช้งาน	IMP
9	อุปกรณ์อะไหล่ และวัสดุต่าง ๆ หาซื้อได้ง่าย	3.88
10	มีไฟส่องสว่างภายในตู้เพื่อดูการฟักไข่	3.88
11	ตู้ฟักไข่มีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	3.86
12	ตู้ฟักไข่มีการออกแบบรูปร่าง ขนาด ที่เหมาะสม	3.85
13	ฟักไข่ได้หลายชนิด (เปิด ไก่ นกกระทา)	3.79
14	มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงาน (การทำงานของพัดลม การทำงานของแท่งฮีตเตอร์ การทำงานของมอเตอร์หมุนแผงฟักไข่ การทำงานของชุดทำความชื้น แสดงสถานะเตือนเมื่อมีความผิดปกติ)	3.75
15	ไฟส่องสว่างภายในตู้ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อตัวอ่อน	3.61
16	มีแผงป้องกันอุปกรณ์ที่เป็นอันตรายต่อการใช้งาน	3.57
17	โครงสร้างมีความมั่นคงไม่สั่นสะเทือนขณะเครื่องทำงาน	3.55
18	ตู้ฟักไข่สามารถมองเห็นภายในเครื่องได้	3.47

ตาราง 5 รายละเอียดข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs) พร้อมรายละเอียดและทิศทางการแก้ปัญหาคำ

ข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs)	รายละเอียด	ทิศทางการแก้ปัญหาคำ
การออกแบบ		
น้ำหนักของเครื่อง	น้ำหนักของเครื่องควรมีน้ำหนักที่เบาเพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายมากยิ่งขึ้น	↓
ความสูงของเครื่อง	ความสูงของเครื่องจะมีความสอดคล้องกับขนาดและจำนวนวัสดุอุปกรณ์ภายในตู้ฟักไข่เพื่อให้ทุกส่วนองค์ประกอบภายในเครื่องมีความเหมาะสม	○
ความยาวของเครื่อง	ความยาวของเครื่องจะมีความสอดคล้องกับขนาดและจำนวนวัสดุอุปกรณ์ภายในตู้ฟักไข่เพื่อให้ทุกส่วนองค์ประกอบภายในเครื่องมีความเหมาะสม	○
ความกว้างของเครื่อง	ความกว้างของเครื่องจะมีความสอดคล้องกับขนาดและจำนวนวัสดุอุปกรณ์ภายในตู้ฟักไข่เพื่อให้ทุกส่วนองค์ประกอบภายในเครื่องมีความเหมาะสม	○
ชิ้นส่วนอุปกรณ์สามารถถอดประกอบได้	จำนวนชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ในการสร้างและประกอบกับตู้ฟักไข่สามารถที่จะถอดออกมาประกอบได้ เมื่อเครื่องมีความผิดปกติเพื่อให้่ายต่อการสร้างและซ่อมแซมเครื่อง โดยที่มีจำนวนมากเท่าไรรยังดี	↑

ข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs)	รายละเอียด	ทิศทางค่า เป้าหมาย
ระบบเติมน้ำอัตโนมัติ	ตู้พักใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถเติมน้ำให้ ความชื้นภายในตู้พักใช้โดยไม่ต้องเติมน้ำเอง โดยทำการเขียน โค้ดเข้าไปในระบบการทำงานของเครื่อง เพื่อสร้างความสะดวก และง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น	↑
ความสวยงามของ เครื่อง	ความสวยงามของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างความ ดึงดูดในการใช้งาน นอกจากที่ตู้พักใช้สามารถตอบสนองต่อ ความต้องการของผู้ใช้งานในทุกด้านแล้ว ความสวยงามของ เครื่องถือเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ควรให้ความสำคัญแบบเหมาะสมไป กับคุณสมบัติของเครื่องด้วยเช่นกัน	○
การใช้งาน		
ระบบไฟฟ้า	ตู้พักใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ขณะใช้งานเครื่องต้องเชื่อมต่อ กับระบบไฟฟ้าเป็นพื้นฐาน โดยอุปกรณ์และไฟฟ้าที่ใช้จะต้อง เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด	○
ระบบควบคุมการ ทำงานแบบอัตโนมัติ	ตู้พักใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ มีฟังก์ชันการใช้งานที่ง่ายมาก ยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นระบบการทำงานที่ครอบคลุมในเรื่องของ การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การพลิกไข่ และ การเติมน้ำ อัตโนมัติ	↑
ง่ายต่อการใช้งาน	มีการใช้งานที่ง่ายขึ้นจากเดิม คือ ไม่ต้องเติมน้ำเอง และ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในด้านอื่นๆ ซึ่งดู ได้จากภาพรวม เช่น มองเห็นการทำงานภายในเครื่องได้ มี ระบบการทำงานอัตโนมัติ พักไข่ได้หลายชนิด ไฟส่องสว่างไม่ ส่งผลกระทบต่อตัวอ่อน มีระบบตัดไฟเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร เป็นต้น	↑
ความปลอดภัยในการ ใช้งาน	มีการแสดงสถานะเตือนเมื่อเครื่องมีความผิดปกติ ทำให้สามารถ แก้ไขปัญหาได้ทัน รวมไปถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับเครื่อง จะต้องมีมาตรฐาน	↑
ต้นทุน		
ราคาวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างตู้พักใช้จะต้องมีราคาที่ถูกลง สามารถ จับต้องได้ หาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป อีกทั้งยังมีคุณสมบัติการ ใช้งานที่คุ้มค่าเหมาะสมกับราคา	↓

3.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของข้อกำหนดด้านเทคนิค

เมื่อนำค่า IMP ที่ได้มาคำนวณค่า ATRI และแปลงเป็น %RIRT ตามสมการที่ 2 จะได้ค่าดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 ค่าน้ำหนักของระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ(%RTRI) ซึ่งให้เห็นคุณลักษณะทางด้านเทคนิคของตู้พักไข่ที่ตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละด้าน โดยเรียงลำดับความสำคัญได้ดังนี้

3.3.1 ด้านการออกแบบ

จากข้อกำหนดทางเทคนิคด้านการออกแบบทั้งหมด 7 ข้อ ความสำคัญด้านการออกแบบ ที่สำคัญ

ที่สุดคือ น้ำหนักของเครื่อง รองลงมาคือขนาดของเครื่อง ประกอบไปด้วยความกว้าง ความยาว และความสูงของเครื่อง

3.3.2 ด้านการใช้งาน

จากข้อกำหนดทางเทคนิคด้านการใช้งาน ความสำคัญของข้อกำหนดที่สำคัญที่สุดคือ ความง่ายต่อการใช้งาน รองลงมาคือ ความปลอดภัยในการใช้งาน

3.3.3 ด้านต้นทุน

ความสำคัญด้านต้นทุน คือ ราคาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

ตารางที่ 6 ค่าน้ำหนักของระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบของข้อกำหนดเชิงเทคนิค

ข้อกำหนดทางเทคนิค		ค่าเป้าหมาย	ATRI	%RTRI
การออกแบบ	น้ำหนักของเครื่อง	มีน้ำหนักเบาได้ดี	56.94	6.30
	ความสูงของเครื่อง	มีความสูงไม่เกิน 120 เซนติเมตร	56.88	6.29
	ความยาวของเครื่อง	มีความยาวไม่เกิน 70 เซนติเมตร	56.88	6.29
	ความกว้างของเครื่อง	มีความกว้างไม่เกิน 70 เซนติเมตร	56.88	6.29
	ชิ้นส่วนอุปกรณ์สามารถถอดประกอบได้	มีมากกว่า 5 ชิ้น ขึ้นไป	48.12	5.32
	ระบบเติมน้ำอัตโนมัติ	ไม่ต้องเติมน้ำเอง	51.63	5.71
	ความสวยงามของเครื่อง	เครื่องมีความสวยงาม	45.06	4.98
การใช้งาน	ระบบไฟฟ้า	ตามมาตรฐานกำหนด	79.89	8.83
	ระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ	มีฟังก์ชันการใช้งานที่ง่าย	119.52	13.22
	ง่ายต่อการใช้งาน	เพิ่มขึ้น 10 %	155.54	17.20
	ความปลอดภัยในการใช้งาน	ตามมาตรฐานกำหนด	129.21	14.29
ต้นทุน	ราคาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้	มีราคาถูกและคุ้มค่าที่สุด	47.73	5.28

3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนสามารถนำมาสร้างบ้านคุณภาพได้ ดังแสดงรูปที่ 1

ซึ่งบ้านคุณภาพที่สร้างจากเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ มีองค์ประกอบทั้งหมด 6 ส่วน

ประกอบด้วย

- 1) ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อความต้องการใช้งานตู้พักไข่ระบบอัตโนมัติ แบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้าง ด้านวัสดุ และด้านระบบการทำงานและความสะดวกในการใช้งาน

- 2) ข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้จากการแปลงข้อมูลความต้องการของลูกค้า ซึ่งทำให้ข้อกำหนดสามารถสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้
- 3) เมตริกซ์ความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดตัวเลขแทนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานและข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อ เพื่อเห็นแนวโน้มผลกระทบของแต่ละเทคนิคที่มีต่อความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละประเด็น
- 4) ความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางเทคนิค เป็นการกำหนดทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อโดยที่ เครื่องหมาย “+” แสดงถึงการมีความสัมพันธ์แบบเสริมกัน, “-” แสดงถึงการมีความสัมพันธ์แบบขัดแย้ง, “○” แสดงถึงการที่ข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก, และ “x” แสดงถึงการที่ข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย
- 5) ลำดับความสำคัญของข้อกำหนดเชิงเทคนิค %RTRI ที่มากที่สุดจะเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่ต้องให้ความสำคัญในอันดับแรก และให้ความสำคัญรองลงมาตามค่า %RTRI
- 6) เป้าหมายทางเทคนิค เป็นส่วนประกอบที่ชี้ให้เห็นถึงทิศทางของข้อกำหนดทางเทคนิคที่เป็นไปตามเป้าหมายที่ทำให้ข้อกำหนดทางเทคนิคมีผลลัพธ์ในการดำเนินการที่ดีขึ้น

3.5. การเปรียบเทียบสมรรถนะทางการแข่งขัน

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของตู้ฟักไข่ตามแนวทางการออกแบบโดยประยุกต์ใช้ QFD เทียบกับตู้ฟักไข่ของคู่แข่ง 2 รายในท้องตลาด ประกอบด้วย การพิจารณาสมรรถนะหลักที่สอดคล้องกับข้อกำหนดเชิงเทคนิค 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และต้นทุน แบ่งออกเป็น 9 ด้านย่อยดังแสดงในตาราง

ที่ 7 จากตารางพบว่า เมื่อเทียบกับคู่แข่งแล้ว รูปแบบของตู้ฟักไข่ที่ได้จากงานวิจัยนี้มีแนวโน้มของการตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานมากกว่า และมีต้นทุนต่ำกว่า เนื่องจากมีการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในการแปลงความต้องการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งานเครื่องเป็นความต้องการเชิงเทคนิคโดยตรง ซึ่งทำให้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้ในราคาที่เหมาะสม และตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานของกลุ่มเป้าหมาย โดยตู้ฟักทั้งหมดสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ และมีการสร้างความชื้นภายในตู้โดยใช้ระบบพ่นหมอกกับตู้ที่พัฒนาด้วยเทคนิค QFD และของคู่แข่ง รายที่ 1 การกลับไข่อัตโนมัติถูกนำมาใช้กับตู้โดยทั่วไปในท้องตลาด เช่นเดียวกับการมีระบบไฟและเสียงเตือนสถานะการทำงานของตู้ เมื่อเกิดความผิดปกติของเครื่อง ตู้ฟักไข่ที่ออกแบบโดยใช้เทคนิค QFD จะมีระบบของการเติมน้ำอัตโนมัติที่ยังไม่พบการใช้งานในตู้ฟักไข่ของคู่แข่ง โดยหากเปรียบเทียบความจุและ ราคาพบว่า ตู้ฟักไข่ของคู่แข่งที่ 1 บรรจุได้ 168 ฟอง ในราคาขาย 7,930 บาท ตู้ฟักไข่ของคู่แข่งที่ 2 บรรจุได้ 162 ฟอง ในราคาขาย 22,500 บาท และตู้ที่ออกแบบในงานวิจัยนี้บรรจุได้ 168 ฟอง ซึ่งมีต้นทุนประมาณการสร้างโดยคำนวณจากราคาวัสดุประมาณ 6,008 บาท

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดด้านเทคนิคกับคู่แข่ง

สมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดด้านเทคนิค			ผู้พัฒนาด้วยเทคนิค QFD	คู่แข่งที่ 1	คู่แข่งที่ 2
ด้านการออกแบบ	ใช้เทคนิค QFD ในการออกแบบ		✓	N/A	N/A
ด้านการใช้งาน	การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	Controller xm18d	✓	✓	✗
		ดิจิตอลเทอร์โมสตัท	✗	✗	✓
	การสร้างควมชื้น	เครื่องพ่นหมอก	✓	✓	✗
	การกลับโซลต์โนมิตี		✓	✓	✓
	ควบคุมการเติมน้ำอัตโนมัติ		✓	✗	✗
	ระบบแจ้งสถานะการทำงานของเครื่อง		✓	✓	✓
	ความจุตู้ฟักไข่		168 ฟอง	168 ฟอง	162 ฟอง
ต้นทุน	ต้นทุนประมาณการสร้าง(คำนวณจากราคาวัสดุ)/ราคาซื้อตู้ฟักไข่		6,008 บาท	7,930 บาท	22,500 บาท

4. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อการออกแบบตู้ฟักไข่ พบว่าเทคนิคการกระจายเชิงคุณภาพช่วยให้ทราบถึงคุณสมบัติที่แท้จริงของเครื่องฟักไข่ที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อเปลี่ยนความต้องการที่รวบรวมจากการสำรวจไปสู่ข้อกำหนดเชิงเทคนิคด้วยการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ จะได้ข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ด้านประกอบด้วยด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านต้นทุน และเมื่อนำมาจัดลำดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ (%RIRT) จะพบว่าความสำคัญตามค่าคะแนน %RIRT จะเน้นหนักไปที่ข้อกำหนดเชิงเทคนิคด้านการใช้งาน ได้แก่

1. การออกแบบให้มีความง่ายต่อการใช้งาน ควบคุมการทำงานได้ง่าย มีไฟส่องสว่างช่วยให้สังเกตการทำงานของเครื่องได้ขณะเปิดใช้งานได้
2. การมีระบบความปลอดภัยของเครื่องที่ช่วยให้มีความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง โดยมีไฟสถานะแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดปกติและสามารถตัด

ไฟได้ในกรณีเกิดเหตุขัดข้อง

3. การมีระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ครอบคลุมการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการกลับไข่

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะหลักที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเชิงเทคนิคในการออกแบบกับคู่แข่งพบว่า ยังไม่ปรากฏว่ามีการใช้เทคนิค QFD ในการหาความต้องการเฉพาะของกลุ่มเป้าหมายการใช้งานเครื่อง ส่งผลให้แนวทางพัฒนาตู้ฟักไข่ตามงานวิจัยนี้สามารถตอบโจทย์การใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมายได้ดีกว่า สะท้อนจากการเพิ่มระบบเติมน้ำอัตโนมัติซึ่งถูกนำเข้าสู่การออกแบบเนื่องจากผลลัพธ์ที่ปรากฏในบ้านคุณภาพ

5. ข้อเสนอแนะ

จากวิจัยผู้วิจัยเล็งเห็นถึงข้อจำกัดของงานวิจัย จึงมีข้อเสนอแนะเพื่อให้ผู้ที่ต้องการนำเทคนิค QFD ไปใช้ สามารถทำการปรับปรุงให้เข้ากับสถานการณ์ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังนี้

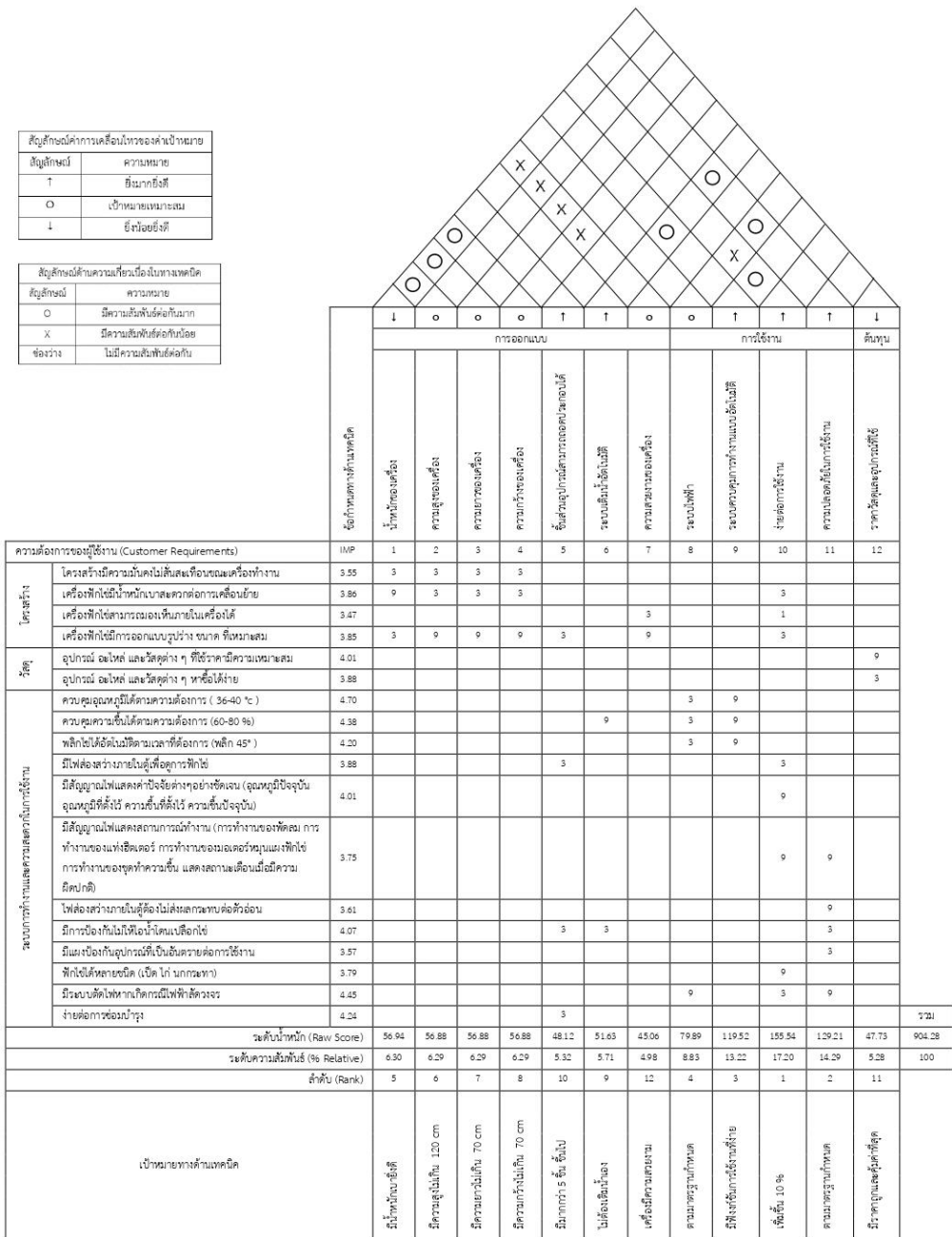
- 1) ในการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับงานวิจัย ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องทำ

ควบคู่กับการให้ความรู้ตามหลักวิชาการกับกลุ่มเป้าหมายด้วย เพื่อให้เกิดความสอดคล้องของความต้องการของผู้ใช้กับหลักเกณฑ์หรือข้อกำหนดในเชิงวิชาการ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางวิชาการ และสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์หาความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มผู้ใช้งาน

2) การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ทำให้การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์คู่ฟ้าใหม่มีต้นทุนที่ลดลง

ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปต่อยอดในการประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบและสร้างประโยชน์ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ต้องการเพิ่มผลผลิตได้

3) ควรประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในลักษณะที่มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ เนื่องจากความก้าวหน้าขององค์ความรู้และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 1 บ้านคุณภาพสำหรับการออกแบบและสร้างตู้ฟอกไข่

เอกสารอ้างอิง

- [1] กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และไกรยเขตปศุสัตว์และรายภาค ปี 2566. [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 11 กันยายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/4_1_3_report-thailand-livestock/reportsurvey2566/1801-country-2023
- [2] ประภากร ธาราฉาย, เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดการฟาร์มสัตว์ปีก. [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 10 สิงหาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: http://www.as2.mju.ac.th/E-Book/t_prapakorn.aspx
- [3] สมศักดิ์ สุวรรณมิตร และดำรง ทวีแสงสกุลไทย. การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์รถยนต์บรรทุก 2 ตัน โดยใช้เทคนิค QFD. วารสารวิจัย มข. 2553. ปีที่ 15; เล่มที่ 7.
- [4] มณฑล ศาสนนันท์ และชินะ รอดศิริ. การศึกษาแนวทางปรับปรุงงานบริการโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม : กรณีศึกษาอาคารผู้โดยสารท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556. ปีที่ 21; เล่มที่ 1.
- [5] อรวิภา ศรีทอง และชาคริต ศรีทอง. การประยุกต์ใช้ QFD เพื่อการออกแบบร้านค้าเฟสำหรับวัยรุ่นและวันทำงาน. เอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10; 29 มีนาคม พ.ศ.2562; บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา; 2562. หน้า 917-925.
- [6] อนันตพร สุไชยชิต. การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการออกแบบและพัฒนาเครื่องล้างเมล็ดงา. เอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10; 29 มีนาคม พ.ศ.2562; บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา; 2562. หน้า 1355-1364.
- [7] Rawangwong S, Rodjananugoon J, Homkhiew C, Thongmung A. Products Design of Bamboo Sofa Set Using Quality Function Deployment Technique with Kansei Engineering. Eng. & Technol. Horiz. [Internet]. 2022 [cited 2023 Sep. 16] Available from: <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/lej/article/view/247061>
- [8] นิรมล ศรีใหม่ เสกสรร สุธรรมานนท์ และกันยา อัครอารีย์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์การดัดโลหะจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ. การประชุมเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย. 2562. ปีที่ 5; เล่มที่ 2.
- [9] พงศกร ดำเกาะ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) กรณีศึกษา: โรงงานผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง [วิทยานิพนธ์ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2552.
- [10] Panumonwatee G, Preecha N, Choosumrong S. Temperature and Humidity Monitoring System on Hatching Native Chickens Egg in Electric Incubator using Internet of Things Technology. J Appl Res Sci Tech [Internet]. 2022 [cited 2023 Aug. 12] Available from: <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/rmutt-journal/article/view/>