บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์

ในงานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยมีกลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจสีข้าวกล้องเพื่อบริโภคเองเป็นกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่จะทำการประดิษฐ์จะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายได้อย่างดี ดังนั้นจึงได้นำเรื่องของการออกแบบผลิตภัณฑ์มาทำการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ แสดงดังภาพ 3.1

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์

3.1.1 การวางแผนเก็บข้อมูล

ขั้นตอนแรกของการออกแบบผลิตภัณฑ์คือการวางแผนเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการของผู้บริโภค เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นในการวางแผนเก็บข้อมูลจะเริ่มต้นจากการออกแบบสอบถามความต้องการพื้นฐานของผู้บริโภค และความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยทางผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการพื้นฐานของผู้บริโภค ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็น

ผลิตภัณฑ์: เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นของบุคคลทั่วไป เกี่ยวกับเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ ☐ ต่ำกว่า 15 ปี ☐ 16 – 25 ปี ☐ 26 – 35 ปี

☐ 36 – 45 ปี ☐ 46 – 55 ปี ☐ มากกว่า 55 ปี

ระดับการศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น , ปวช.

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย, ปวช ☐ อนุปริญญา, ปวท.

☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก ☐ อื่น ๆ

(ระบุ).....

อาชีพ ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ ข้าราชการ

☐ พนักงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ ☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ ลูกจ้าง ☐ เกษตรกร

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

รายได้ต่อเดือน: ☐ ต่ำกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001 – 15,000 บาท

☐ 15,001-20,000 ☐ 20,001-25,000 บาท

☐ 25,001-30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 2 ข้อมูลความความคิดเห็นของผลิตภัณฑ์เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

ในการเลือกซื้อเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ท่านพิจารณาส่วนใดเป็นสำคัญ โดยให้ท่านเลือกให้คะแนนจาก

1. ไม่มีความสำคัญ
2. มีความสำคัญเล็กน้อย
3. มีความสำคัญปานกลาง
4. มีความสำคัญมาก
5. สนใจมากเป็นพิเศษ

..... ใช้งานได้ง่าย	..... สีข้าวได้เร็ว
..... คุณภาพการสีดี	..... อัตรากะเทาะสูง
..... ฝุ่นไม่ฟุ้งกระจาย	..... เครื่องไม่สั่น ทำงานเงียบ
..... เคลื่อนย้ายสะดวก	..... น้ำหนักเบา
..... แข็งแรงทนทาน	..... อายุการใช้งานนาน
..... ทำความสะอาดง่าย	..... ซ่อมบำรุงง่าย
..... ราคาถูก	..... ใช้งานปลอดภัย
..... ขนาดเล็ก	

1. โดยปกติแล้วท่าน

( ) รับประทานข้าวนอกบ้าน ( ) หุงข้าวรับประทานเอง

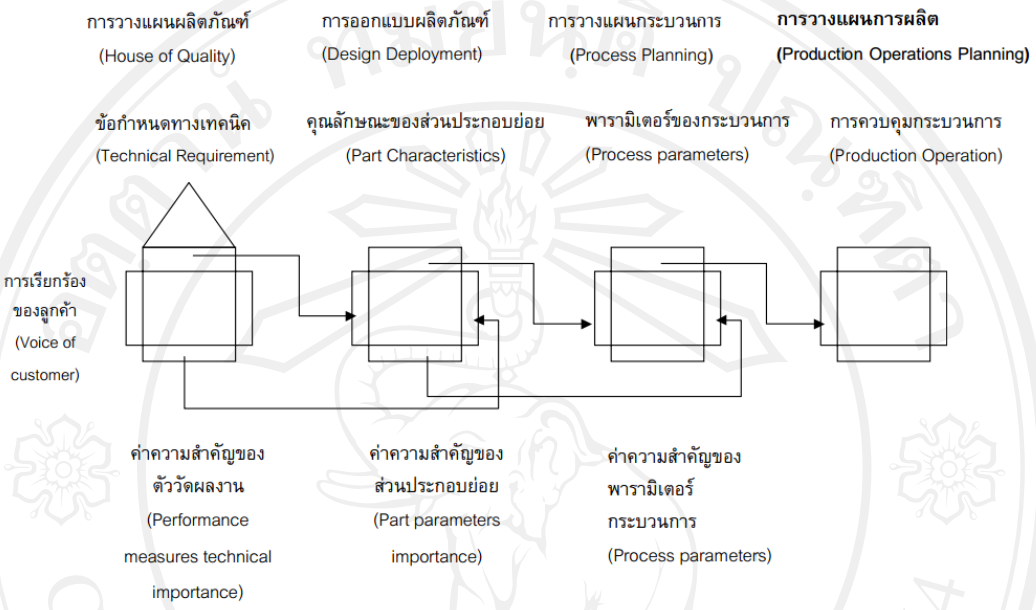
2. ท่านมักนิยมบริโภคข้าวประเภทใด

( ) ข้าวขาวหอมมะลิ ( ) ข้าวกล้องหอมมะลิ ( ) อื่นๆ .....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของลูกค้า

หลังจากรวบรวมข้อมูลการสอบถามผู้บริโภค จะต้องทำการแปรข้อมูลความต้องการของผู้บริโภค มาเป็นข้อมูลผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะใช้หลักการของบ้านคุณภาพ ในการกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยในหลักการของบ้านคุณภาพจะมีการทำ QFD (Quality Function Deployment) เพื่อแปลงข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาเป็นข้อมูลที่เราต้องการ โดยหลักการดังกล่าวแสดงดังภาพ 3.2



ภาพที่ 3.2 หลักการแปลงข้อมูลในเมตริกซ์ของ QFD

(ที่มา: Product Design and Development 4th Edition, 2008)

จากภาพที่ 3.2 เห็นได้ว่างานออกแบบผลิตภัณฑ์จะอยู่ในเฟสที่ 2 แต่ในงานวิจัยนี้จะทำ QFD จำนวน 1 เฟส เพื่อเปลี่ยนข้อมูลความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิค เนื่องจากส่วนประกอบย่อยจะใช้เป็นส่วนประกอบมาตรฐาน

3.1.3 การออกแบบระดับแนวคิด (Concept Generation)

หลังจากที่มีข้อมูลคุณลักษณะผลิตภัณฑ์แล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบระดับแนวคิด (Concept Design) เพื่อทำการออกแบบลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ เช่น รูปทรง อุปกรณ์และส่วนประกอบ ลักษณะการจัดวาง เป็นต้น โดยจะมีการดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนระบุปัญหา (Clarify Problem) ในงานวิจัยนี้ ทำการประดิษฐ์เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเลือกประยุกต์ใช้การกะเทาะเปลือกข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงกระทบ ปัจจัยที่ควรพิจารณา คือ แรงที่เหมาะสมในการกระทบของเมล็ดข้าวเพื่อให้เปลือก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกออก เพราะหากแรงมากเกินไป เมล็ดข้าวอาจเกิดความเสียหายหรือแตกหักได้ แต่ถ้าหากแรงเหวี่ยงน้อยเกินไป เมล็ดข้าวจะไม่ได้รับการกะเทาะ

2) รวบรวมข้อมูลภายนอก (Search Externally) จากการสำรวจข้อมูลภายนอก พบว่าประชากรส่วนใหญ่นิยมซื้อข้าวที่ได้รับการสีพร้อมบรรจุภัณฑ์สำเร็จรูปมาเพื่อบริโภค การสีข้าวเพื่อบริโภคเองยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทย หากแต่มีร้านอาหารส่วนหนึ่งที่จะทำการสีข้าวสดพร้อมหุงเพื่อจำหน่ายให้แก่ลูกค้าผู้เข้ามาใช้บริการ โดยจากความเห็นของลูกค้าพบว่าข้าวที่สีใหม่มีความหอมมากกว่าข้าวทั่วไป สามารถตอบสนองการบริโภคของลูกค้าได้เป็นอย่างดี เสมือนกาแฟสดที่ผู้คนนิยมบริโภคเนื่องจากมีความหอมมากกว่ากาแฟปกติทั่วไป

3) รวบรวมข้อมูลภายใน (Search Internally)

จากการสำรวจเครื่องสีข้าวกล้องที่มีการประดิษฐ์ สามารถจำแนกประเภทชิ้นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

3.1) แหล่งต้นกำลัง คือ แหล่งที่จ่ายพลังงานให้แก่ระบบภายในเครื่องทั้งหมด โดยส่วนใหญ่ในปัจจุบันนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังแทนเครื่องยนต์ดีเซล มีบางการประดิษฐ์ที่ใช้พลังงานคน เช่น การปั่นจักรยาน การใช้มือหมุน เป็นต้น

3.2) ชุดกะเทาะเปลือก คือ ชุดที่ใช้สำหรับกะเทาะเปลือกข้าว (แยกแกลบออกจากเมล็ดข้าว) ในปัจจุบันที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ระบบ คือ ใช้หินขัดในการขัดข้าว ใช้ลูกยางสองลูกหมุนที่ความเร็วรอบต่างกัน เพื่อเสียดสีเปลือกออกจากเมล็ดข้าว และการใช้ใบพัดในการเหวี่ยงข้าวไปกระทบกับแผ่นยางเพื่อให้เปลือกแตกออก

3.3) ชุดแยกแกลบ คือ ชุดพัดลมที่ใช้สำหรับแยกแกลบออกจากเมล็ดข้าวหลังจากได้รับการกะเทาะเปลือกแล้ว โดยทั่วไปนิยมใช้ลมดูดเพื่อดูดแกลบออกจากชั้นลงข้าวภายในห้องสีฟัด หรือใช้ท่อลมเป่าซึ่งจะทำการเป่าแกลบออก

3.4) โครงเครื่อง คือ ชุดโครงสร้างสำหรับรองรับน้ำหนักของเครื่อง รวมไปถึงลักษณะภายนอกของเครื่อง โดยทั่วไปนิยมใช้เหล็กกล่อง, เหล็กฉาก ในการทำโครงสร้าง ส่วนแผ่นปิดภายนอก นิยมใช้กันหลากหลายขึ้นกับลักษณะการนำไปใช้งาน เช่น เหล็กแผ่น อะลูมิเนียมแผ่น อะครีลิก สเตนเลส ไม้ เป็นต้น

4) ออกแบบระบบ (Explore Systematically)

ในขั้นตอนนี้เราจะนำทางเลือกต่างๆ มาพิจารณาเพื่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยการนำทางเลือกจากการหาข้อมูลภายนอกหรือทางเลือกที่เราคิดค้นขึ้นมาเอง มาใช้ในการสร้างแนวคิดขึ้นมา ซึ่งจากการพิจารณาข้อมูลต่างๆ แนวคิดต่างๆ ที่จะนำมาพิจารณามีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1) แนวคิดที่ 1 คือ การประดิษฐ์เครื่องสีข้าวกล้องโดยใช้แหล่งกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า และทำโครงเครื่องทั้งหมดเป็นแผ่นอะครีลิกหนา เพื่อให้สามารถมองเห็นโครงสร้างภายในของเครื่องได้ทั้งหมด เหมาะสมในการทำเพื่อการศึกษาและการทดลอง หากแต่มีข้อเสียเนื่องจากแผ่นอะครีลิกมีราคาแพงแต่เป็นวัสดุที่ไม่แข็งแรงและไม่ทนความร้อน ในการสร้างเครื่องการตัดหรือเจาะแผ่นอะครีลิกจำเป็นต้องมีฝีมือในการปฏิบัติงาน ในส่วนของการใช้งานแผ่นอะครีลิกเมื่อใช้งานไปนานๆ จะมีความขุ่นมั่ว และในส่วนของแกนเพลาที่ติดกับตลับลูกปืนจะมีความร้อนสูงเกิดบริเวณนั้นทำให้แผ่นอะครีลิกเสียรูปได้

4.2) แนวคิดที่ 2 คือ การประดิษฐ์เครื่องสีข้าวกล้องโดยใช้กำลังคนเป็นแหล่งต้นกำลัง โดยการพ่วงจักรยานเข้ากับแหล่งส่งกำลังและทำการทดเกียร์จนได้ความเร็วรอบเครื่องตามที่ต้องการ โครงเครื่องเป็นเหล็กทาสีกันสนิมสำหรับใช้งานภายนอก แนวคิดนี้มีข้อเสียที่เครื่องมีขนาดใหญ่ และการใช้กำลังคนทำให้ความเร็วรอบไม่คงที่ ผลผลิตที่ได้ออกมาจะไม่ดีเท่าที่ควร

4.3) แนวคิดที่ 3 คือ การประดิษฐ์เครื่องสีข้าวกล้องโดยใช้แหล่งต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า และโครงเครื่องเป็นแผ่นสเตนเลส เหมาะสมที่จะใช้ภายในครัวเรือน เนื่องจากแผ่นสเตนเลสเป็นวัสดุมาตรฐานสำหรับเครื่องครัว มีความทนทาน ไม่เป็นสนิม หากแต่มีน้ำหนักมากพอสมควร

หลังจากที่เราได้แนวคิดแล้ว เราจะทำการคัดเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่จะนำไปออกแบบรายละเอียดต่อไป

3.1.4 การคัดเลือกแนวคิด (Concept Selection)

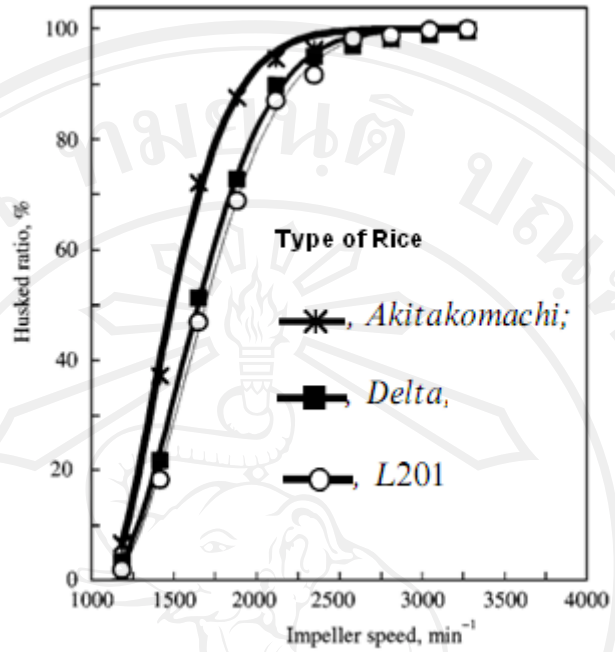
หลังจากที่เราทำการออกแบบแนวคิดแล้ว เราจะทำการคัดเลือกแนวคิดที่เราคิดว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้จริงมากที่สุด โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการคัดเลือกแนวคิดที่ 3 เป็นแนวคิดเริ่มต้นในการออกแบบรายละเอียดต่อไป

3.1.5 การออกแบบรายละเอียด

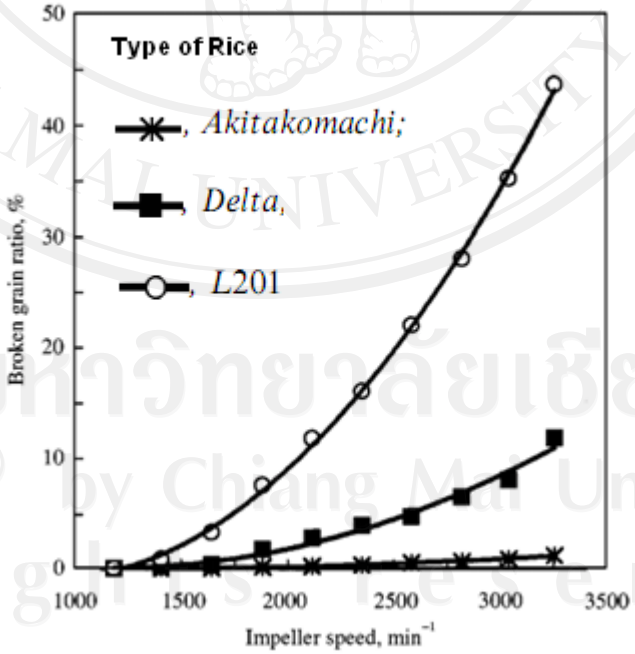
หลังจากทำการคัดเลือกแนวคิดแล้ว เราจะได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการพัฒนาซึ่งคือแนวคิดที่ 3 ขั้นตอนต่อไปจะทำการระบุรายละเอียดชิ้นส่วนอุปกรณ์ คุณสมบัติ และลักษณะการจัดวาง รวมถึงการประกอบให้ชัดเจน โดยการออกแบบรายละเอียดจะเริ่มจากการกำหนดความเร็วรอบของชุดกะเทาะซึ่งจะพิจารณาจากงานวิจัยที่มีการทำมาก่อนหน้าดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพที่ 3.3 และ 3.4 จะแสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบชุดกะเทาะกับอัตราข้าวเปลือกที่ได้รับการกะเทาะและอัตราข้าวกล้องที่แตกหักตามลำดับ



ภาพที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับร้อยละของข้าวที่ได้รับการกะเทาะ



ภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับร้อยละของข้าวที่แตกหัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยจากการพิจารณาร้อยละข้าวที่ได้รับการกะเทาะและร้อยละข้าวที่แตกหัก ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการทำงานอยู่ในช่วง 2,500 – 3,500 รอบ / นาที มอเตอร์ไฟฟ้าที่เลือกใช้มีความเร็วรอบที่ 1.440 รอบ / นาที ดังนั้นหากทำการปรับขนาดมู่เล่ย์มอเตอร์ที่ 4 นิ้ว มู่เล่ย์ชุดกะเทาะที่ 2 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบชุดกะเทาะที่ 2,880 รอบ/นาที และหากปรับขนาดมู่เล่ย์มอเตอร์ที่ 5 นิ้ว มู่เล่ย์ชุดกะเทาะที่ 2 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบชุดกะเทาะที่ 3,600 รอบ/นาที

ในการประดิษฐ์เครื่องสีข้าวกล้องนี้ ใช้ชุดกะเทาะเปลือกจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน ดังนั้นในการออกแบบและสร้างจะดำเนินการไปพร้อมกัน เพื่อที่จะสามารถทดสอบการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ ซึ่งขนาดและอุปกรณ์ต่างๆ จะปรับให้เหมาะสมตามเนื้องาน ทางผู้วิจัยเลือกใช้ไม้สักเป็นส่วนประกอบภายในเครื่อง เนื่องจากง่ายต่อการปรับเปลี่ยนขนาด รวมถึงไม้สักเป็นไม้ที่ไม่หดตัวและปลอดภัยต่อการใช้งาน โดยแบบเครื่องสีข้าวกล้องสามารถดูรายละเอียดได้ ในภาคผนวก ก.

3.2 ข้าวที่ใช้ในการทดลองงานวิจัย

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าที่ไวต่อแสง ปลูกในฤดูนาปี ต้นสูงประมาณ 140 เซนติเมตร ทรงกอแผ่ ลำต้นสีเขียวจาง ฟางอ่อน มีใบสีเขียวยาวค่อนข้างแคบ ใบธงทำมุมกว้างกับรวงข้าว มีเมล็ดขาว เปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวสารใส คุณภาพการสีดี และเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ข้าวที่ใช้ในการทดลองอีกชนิดคือ ข้าวหอมปทุมธานี 1 เป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นสูงประมาณ 120 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวมีขนกาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาว ทำมุม 45 องศา กับ ลำต้น รวงอยู่ใต้ใบธง เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง มีขน ส่วนมากมีหางสั้น คุณภาพข้าวสุก นุ่มค่อนข้างเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อน

3.3 การวิเคราะห์ปัจจัยในการสีข้าว

ในงานวิจัยส่วนนี้เป็นการศึกษาปัจจัยการสีข้าวกล้องโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึงปัจจัยที่ใช้ในการผลิต อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิจัยถึงกระบวนการสีข้าวกล้อง ซึ่งจากการศึกษาทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการสามารถที่จะนำเทคนิคที่เกี่ยวข้องมาใช้ เพื่อกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสีข้าวกล้องเพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมที่สุด จากการศึกษาปัจจัยในการสีข้าวกล้องเพื่อให้ได้คุณภาพข้าวที่ดีที่สุดนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้องมีการกำหนดองค์ประกอบหรือปัจจัยในการทำงานและการวัดคุณภาพข้าวกล้องที่ได้ ซึ่งสามารถกำหนดรายละเอียดได้ดังนี้ คือ

3.3.1 คุณลักษณะของผลตอบ (Response Characteristic) ในการวิจัยนี้ ต้องการศึกษาถึงผลตอบที่ได้จากการทดลองคือ เปอร์เซ็นต์ข้าวดี (% หลังจากผ่านการกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก และเปอร์เซ็นต์ข้าวเปลือกที่ได้รับการกะเทาะซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแปรผลตอบ (Response Variable ; Y_1, Y_2)

3.3.2 ปัจจัยควบคุม (Control Factors) เป็นปัจจัยที่มีการกำหนดระดับสูงและต่ำ เพื่อนำระดับต่างๆ ของปัจจัยเหล่านี้มาปรับใช้กับสภาวะในการสีข้าว ระดับของปัจจัยที่กำหนดนี้ได้มาจากการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งประกอบด้วย

1) ชนิดของข้าวที่นำมาทดลอง (Type of rice) คือ ข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวปทุมธานี 1

2) ความชื้นข้าวเปลือกเฉลี่ย (Moisture Content) อยู่ระหว่าง 12 – 15 เปอร์เซ็นต์

3) อัตราการไหล อยู่ในช่วง 10-14 กรัม / วินาที

3.3.3 ปัจจัยคงที่ (Held-Constant Factors) เป็นปัจจัยที่กำหนดค่าให้เท่ากันทุกการทดลอง ในที่นี้จะหมายถึงปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองในครั้งนี้ แต่มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนอื่น ซึ่งสามารถนำไปศึกษาครั้งต่อไป ปัจจัยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยคงที่

ปัจจัยคงที่ (Held-Constant Factors)	**การควบคุมในการทดลอง**
การเก็บตัวอย่าง	ใช้ข้าวจากแหล่งเดียวกัน
เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก	ใช้เครื่องที่ออกแบบเครื่องเดียวตลอดการทดลอง
อุณหภูมิห้อง	ควบคุมอุณหภูมิห้อง

3.3.4 ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Nuisance Factors) เป็นปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อผลตอบแต่น้อยหรือไม่ได้สนใจในการทดลอง เช่น ข้าวที่นำมาใช้ในการทดลองอาจมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีไม่เหมือนกัน รวมถึงสิ่งเจือปนที่อาจปนมากับข้าวเปลือก ซึ่งทางผู้วิจัยได้พยายามควบคุมปัญหาดังกล่าว โดยการใช้ข้าวเปลือกที่ทำการจัดซื้อมาในรอบเดียวกัน และผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดที่เหมือนกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

กำหนดการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการออกแบบทดลองทั้งหมด จะทำภายในห้องปฏิบัติการณ์กายวิภาค คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ โรงงานหล่อโลหะและกระสวน ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่

3.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

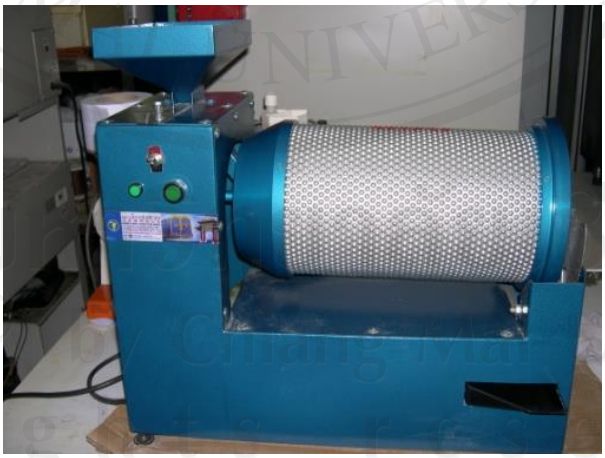
1) ข้าวที่ใช้ในการทดลอง ใช้ตัวอย่างละ 1,000 กรัมต่อ 1 ตัวอย่าง
2) เครื่องสีข้าวกล้องที่ทางผู้วิจัยออกแบบ (รูปเครื่องจริงแสดงในภาคผนวก ค.)
3) เครื่องชั่งน้ำหนัก
4) นาฬิกาจับเวลา
5) เครื่องวัดอุณหภูมิ, เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
6) เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก
7) เครื่องคัดข้าว
8) ถุงใส่ข้าว, ถุงใส่แกลบ
9) ภาชนะรองรับข้าว
10) ตารางบันทึก, ปากกา
11) เครื่องวัดกระแสไฟ

ภาพที่ 3.5 เครื่องสีข้าวกล้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 3.6 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ภาพที่ 3.7 เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก



ภาพที่ 3.8 เครื่องคัดแยกขนาดข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.2 เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ในการวิจัยนี้ใช้หลักการออกแบบการทดลองชนิด 2^k Factorial เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองและหาจุดดีที่สุดของแต่ละปัจจัย เพื่อให้ได้ผลตอบที่มากที่สุดโดยมีการแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ ช่วงแรก หาช่วงระดับของปัจจัยที่เหมาะสม ช่วงที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลในการทดลองและสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย

3.5 การหาช่วงระดับของปัจจัย

เป็นขั้นตอนก่อนการทดลองในขั้นต้นที่จะเริ่ม จะเป็นการหาค่าของช่วงระดับของปัจจัยที่ควบคุมในการทดลอง โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.5.1 ชนิดของข้าวที่นำมาใช้ในการทดลอง (Type of rice) ได้ศึกษาจากความนิยมในการบริโภคข้าวของคนไทย และเลือกพันธุ์ข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคมา 2 ชนิด คือ
ปัจจัยระดับต่ำ : ข้าวหอมปทุมธานี 1
ปัจจัยระดับสูง : ข้าวหอมมะลิ 105

3.5.2 ความชื้นข้าวเปลือกเฉลี่ย (Moisture Content) อ้างอิงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 4004-2555 ข้าวเปลือกที่นำมาสีต้องผ่านการลดความชื้น โดยมีความชื้นไม่เกิน 15% และจากงานวิจัยเดิม ข้าวที่นำมาสีไม่ควรแห้งกว่า 12%
ปัจจัยระดับต่ำ : 12%
ปัจจัยระดับสูง : 15%

3.5.3 อัตราการไหล (Flow Rate) เนื่องจากปัจจัยนี้ไม่สามารถควบคุมได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจะเทียบจากการจับเวลาในการสีข้าว 1 กิโลกรัม เป็นมาตรฐาน และนำมาวิเคราะห์หาอิทธิพลดังกล่าว

ตาราง 3.2 ปัจจัยนำเข้า

ปัจจัยนำเข้า	ระดับต่ำ (-1)	ระดับสูง (+1)
ชนิดของข้าว	ข้าวหอมปทุมธานี 01	ข้าวหอมมะลิ 105
ความชื้นข้าวเปลือก	12	15
อัตราการไหล	10	14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.6 การทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลในการทดลอง

เมื่อได้รับข้อมูลจากปัจจัยนำเข้าขั้นต้นแล้ว ได้ทำการทดลองในขั้นต่อไปคือ การทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยจากแบบจำลอง โดยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

3.6.1 ออกแบบการทดลองโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบ 2^3 factorial deisgn กำหนดค่าระดับปัจจัยที่กำหนด คือ ชนิดของข้าวที่นำมาใช้ในการทดลอง (Type of rice), ความชื้นข้าวเปลือก (Paddy Moisture) และอัตราการไหล (Flow Rate) ทั้งในระดับสูงและต่ำ

3.6.2 ดำเนินการทดลองสีข้าว โดยมีวิธีการดังนี้

1) นำข้าวที่ใช้ในงานวิจัยทั้ง 2 ชนิดมาอย่างละ 1,000 กรัมต่อ 1 ตัวอย่าง
2) ตรวจสอบความชื้นของข้าวแต่ละตัวอย่างที่นำมาทำการทดลอง
3) ตรวจสอบสภาวะภายนอก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก่อนเริ่มทำการ
4) ทำการตรวจสอบเครื่องและเปิดสวิตช์เครื่องทำงาน
5) บรรจุข้าวลงกรวยใส่ข้าวพร้อมกับจับเวลา
6) สังเกตการทำงานและผลของการทำงาน
7) จับเวลาในการสีข้าวกล้อง
8) คัดแยกข้าวดีและข้าวหักด้วยเครื่องคัดข้าว
9) คัดแยกข้าวเปลือกจากข้าวดีด้วยมือ
10) ทำการชั่งหาน้ำหนักหลังจากทำการสีข้าวกล้อง
11) บันทึกผลการทดลอง

3.6.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยการนำค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวดีที่ได้ในแต่ละระดับปัจจัยจากการทดลองหรือผลตอบจากการทดลองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยป้อนข้อมูลเข้าไปในโปรแกรมเพื่อหาค่าต่างๆ ที่ต้องการ

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับข้อมูลจากการทดลองแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ โดยก่อนที่จะนำผลตอบที่ได้จากการทดลองไปกำหนดค่าอื่นใด ต้องมีการวิเคราะห์ผลจากการทดลองตามลำดับขั้นตอนคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.7.1 การตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking)

เมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยที่ในการออกแบบการทดลองส่วนใหญ่มักจะตั้งสมมติฐานในการวิเคราะห์จากการที่ Y (ตัวแปร) มีการกระจายแบบแจงแจงปกติ (Normal Distribution) ดังนั้นค่าตัวแปร Y จะมีการกระจายแบบนี้ได้ ค่าความคลาดเคลื่อน (ε) ต้องมีการกระจายแบบปกติและการกระจายตัวเป็นอิสระ โดยจะมีรูปแบบดังสมการที่ 3.1

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad (3.1)$$

โดยที่ μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ คือ อิทธิพลที่เกิดจากปัจจัย

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

การตรวจสอบ ε_{ij} มี 3 ขั้นตอน คือ

1) การตรวจสอบการกระจายตัวเป็นแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution)
2) การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) แล้วดูลักษณะการกระจายของจุดที่แทนข้อมูลบนแผ่นภูมิว่าเป็นอิสระต่อกันหรือไม่
3) การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance Stability) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) ซึ่งเป็นแผนภูมิกระจายความคลาดเคลื่อน (Residual) ในแต่ละระดับของปัจจัยถ้ารูปร่างการกระจายของข้อมูลที่ออกมาไม่เป็นลักษณะของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความแปรปรวน แสดงว่าข้อมูลในชุดนั้นมีความเสถียรของความแปรปรวน

3.7.2 การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square)

เป็นการวิเคราะห์ว่าการออกแบบที่ได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในการทดลองมีความเหมาะสมเพียงใด ซึ่งในการทดลองทุกครั้งจะมีความแปรผันที่อธิบายไม่ได้ (Unexplained Variable) หรือความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การออกแบบการทดลองที่ดีจะต้องทำให้เกิดความผันแปรที่อธิบายไม่ได้น้อยที่สุด ตามสมการที่ 3.2 และสมการที่ 3.3

$$R^2 = 1 - \left(\frac{SSmodel}{SStotal}\right) \times 100 \quad (3.2)$$

$$R^2_{adj} = 1 - \left(\frac{MSerror}{SStotal/df}\right) \quad (3.3)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจจะบอกให้ทราบถึงระดับที่ได้จากการทดลองโดยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจต่ำ สามารถแก้ไขได้โดย

1) เพิ่มจำนวนซ้ำในการทดลอง

2) ตรวจสอบหาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง แล้วออกแบบการทดลองใหม่

3) ถ้าทำการเพิ่มปัจจัยอื่นแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจยังต่ำอยู่แสดงว่าอาจมีผลจากปัจจัยรบกวน (Nuisance Factor) จะมีเทคนิคการออกแบบการทดลองแบบบล๊อค (Blocking) เพื่อควบคุมปัจจัยรบกวนดังกล่าว

3.7.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ทางสถิติจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล ซึ่งตามปกติในการออกแบบการทดลองชนิด Factorial Design จะต้องมีการทำซ้ำการทดลองอย่างน้อย 2 ซ้ำเพื่อที่จะหา Sum of Squares เนื่องจากค่าความผิดพลาด (Error) โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสามารถทดสอบผลหลักและอันตรกิริยา จากค่า P-Value เพื่อเปรียบเทียบระดับนัยสำคัญ (α) ในการทดลองนี้ผู้ทดลองกำหนดให้มีระดับนัยสำคัญที่ 95% ดังนั้น $\alpha = 0.05$ หมายความว่า

1) หากค่า P-value มีค่ามากกว่าค่า α สามารถสรุปได้ว่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2) หากค่า P-value มีค่าน้อยกว่าค่า α สามารถสรุปได้ว่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.7.4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลในการทดลอง สามารถดูได้จากการพล็อตความน่าจะเป็นแบบปกติของปัจจัยต่างๆ โดยปัจจัยที่อยู่บนเส้นตรงจะสามารถตัดทิ้งได้เนื่องจากมีอิทธิพลน้อยมากหรือไม่มีอิทธิพลต่อผลตอบ ในขณะที่ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากจะอยู่ห่างจากเส้นตรง

ในโปรแกรม Minitab 15 มีฟังก์ชัน Response Optimizer เพื่อใช้สำหรับหาจุดที่เหมาะสมของปัจจัยที่เป็นจุดที่ดีที่สุดของชุดการทดลองที่ศึกษานี้ โดยผู้ทดลองได้เลือกฟังก์ชันความพึงพอใจโดยรวม (Desirability Function) เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัย

การหาค่าที่เหมาะสม ตามปกติจะหาหลังจากได้ผ่านการทดลองตามปัจจัยที่กำหนดมาแล้ว วัตถุประสงค์เพื่อหาผลตอบที่ดีที่สุดจากกลุ่มเซ็ทของปัจจัยที่เรียกว่า Operating Condition หรือระดับปัจจัย $x_1,x_2,\ldots,x_k$ ต่อผลตอบ $y_1,y_2,\ldots,y_k$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการหาความพึงพอใจรวมมีดังนี้

1. ทำการออกแบบการทดลองและฟิตแบบจำลองผลตอบสำหรับทุกคำตอบ
2. กำหนด Individual Desirability Function ของแต่ละผลตอบ
3. หาค่าสูงสุดของ Overall Desirability (D) ตามปัจจัยที่สามารถควบคุมได้

การคำนวณค่าที่เหมาะสมของ Overall Desirability (D) และเขียนเป็นกราฟ ซึ่งในกราฟที่ได้นั้น สามารถที่จะเลื่อนดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปัจจัยนำเข้า (Input Variable) โดยก่อนที่จะใช้ฟังก์ชันนี้ต้องผ่านการวิเคราะห์ใน Factorial Design และได้ตาราง ANOVA มาก่อน การตั้งค่าหลังจากเข้าไปในฟังก์ชัน Optimizer เลือก Maximize เพราะในงานวิจัยนี้ต้องการผลตอบสูงสุด คือ เปอร์เซ็นต์ข้าวดี และ เปอร์เซ็นต์ข้าวที่ได้รับการกะเทาะเปลือก โดยเป้าหมายสูงสุดของทั้งสองผลตอบคือ 100%

3.7.5 การสร้างสมการทำนาย

หลังจากตรวจสอบความพอเพียงของแบบจำลองแล้ว จะนำค่าของปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ไปเขียนสมการสำหรับทำนาย ตามสมการที่ 3.4

$$Y = \beta_0 + \sum_i \binom{k}{1} \beta_i X_i + \sum_i \binom{k}{1} \beta_i X_i^2 + \sum_{i<j} \sum \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon_{ijk} \quad (3.4)$$

3.8 การวัดประสิทธิภาพโครงการ

ประสิทธิภาพการสีข้าวของเครื่องสีข้าวกล้อง จะแบ่งเป็นประสิทธิภาพเชิงปริมาณซึ่งพิจารณาจากอัตราส่วนข้าวที่ได้รับการกะเทาะ และประสิทธิภาพเชิงคุณภาพซึ่งพิจารณาจากอัตราส่วนของข้าวเต็มเมล็ด รวมไปถึงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการกะเทาะ โดยในการวัดอัตราส่วนของข้าวเต็มเมล็ด ทางผู้วิจัยนำข้าวกล้องที่สีได้ ไปผ่านเครื่องคัดขนาดข้าว เพื่อแยกข้าวหักออกจากข้าวเต็มเมล็ด แล้วจึงทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาอัตราส่วน ซึ่งสมการที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพแสดงดังสมการที่ 3.5 และสมการที่ 3.6 ตามลำดับ

$$E_h = (Wr\text{-}UHP/Wr)*100 \quad (3.5)$$

E_h	คือ	สัมประสิทธิ์การกะเทาะเชิงปริมาณ	(หน่วย: เปอร์เซ็นต์)
Wr	คือ	น้ำหนักข้าวกล้องและข้าวเปลือก	(หน่วย: กรัม)
UHP	คือ	น้ำหนักข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านการกะเทาะ	(หน่วย: กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$E_w = (WBR/WBR+BBR)*100 \quad (3.6)$$

E_w	คือ	สัมประสิทธิ์การทำงานเชิงคุณภาพ	(หน่วย: เปอร์เซ็นต์)
WBR	คือ	ข้าวกล้องเต็มเมล็ด	(หน่วย: กรัม)
BBR	คือ	ข้าวกล้องหัก	(หน่วย: กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved