



การพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มชาวนา

ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี

DEVELOPMENT OF A RICE MILL MACHINE AND A PACKAGING DESIGN FOR FARMER
GROUPS AT TAPON KHLUNG DISTRICT, CHANTHABURI PROVINCE

วิทยานิพนธ์

ของ

สมพล ผลมูล

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มกราคม 2558

การพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มชาวนา

ตำบลตะปอน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา

DEVELOPMENT OF A RICE MILL MACHINE AND A PACKAGING DESIGN FOR FARMER
GROUPS AT TAPON KHLUNG DISTRICT, CHANTHABURI PROVINCE

วิทยานิพนธ์

ของ

สมพล ผลมุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มกราคม 2558



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มชาวนา
ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

Development of a Rice Mill Machine and a Packaging Design for Farmer Groups
at Tapon Khlung District, Chanthaburi Province

สมพล ผลมุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร.สินัด โกศลนันท์)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ มีมกระโทก)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยนต์ ประดิษฐ์ศิลป์)

วันที่ 31 เดือน มกราคม พ.ศ. 2558

สมพล ผลมุล. (2558). การพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิก
กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(การจัดการ
งานวิศวกรรม). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ คอ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล) ประธานกรรมการ
สื่อนาด โกศลานครณ์ Ph.D. (Geotechnical Engineering) กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรีจากเครื่องต้นแบบและเพื่อพัฒนาออกแบบบรรจุภัณฑ์ถุงข้าวสารขนาด 5 กิโลกรัม ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบที่ไม่มีไซโคลนดูดรำ พบว่า 1) ประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวได้เก็บค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 10.20 ได้ร่าค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 9.00 ข้าวหักค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 14.30 ค่าสูญเสียจากการสี คิดเป็นร้อยละ 9.30 ข้าวสารค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 57.20 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีไซโคลนดูดรำ พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว ได้เก็บค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 7.30 ได้ร่าค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 7.20 ข้าวหักค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 6.50 ค่าสูญเสียจากการสี คิดเป็นร้อยละ 8.50 ข้าวสารค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 70.50 3) ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่ไม่มีไซโคลนดูดรำและมีไซโคลนดูดรำ พบว่า สมรรถนะของเครื่องสีข้าวที่ไม่มีไซโคลนดูดรำใช้เวลา 7.50 นาที ข้าวสารรวม 8.00 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 64.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสมรรถนะของเครื่องสีข้าวที่มีไซโคลนดูด รำ ใช้เวลา 6.10 นาที ข้าวสารรวม 8.40 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 83.16 กิโลกรัมต่อชั่วโมง 4) การสำรวจความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร ของกลุ่มชาวนาตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบว่ากลุ่มชาวนามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Sompol Pholmoon. (2015). **Development of a Rice Mill Machine and a Packaging Design for Farmer Groups at Tapon Khlung District, Chanthaburi Province.** Thesis. M.Eng. (Engineering Management). Chanthaburi : Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Associate Professor Porphan Suttiwattana

M.S.Ind.Ed. (Mechanical Engineering)

Chairman

Sinat Koslanant Ph.D. (Geotechnical Engineering)

Member

Abstract

This research aimed to develop a rice mill machine and a packaging design of farmer groups in Tambol Tapon, Khlung District, Chanthaburi Province and to develop the design of 5 kg. package.

The results of testing the rice mill machine found were : 1) The efficiency of the machine with no cyclone vacuum could produce 10.20% of chaff, 9% of bran, 14.30% of broken rice, 9.30% of losing rice and 57.20 of rice. 2) The efficiency of the machine with cyclone vacuum could produce 7.30% of chaff, 7.20% of bran, 6.50% of broken rice, 8.50% of losing rice and 70.50 of rice. 3) The performance of the machine with no cyclone vacuum could produce 8 kgs of rice in 7.50 minutes or 64.00 kgs an hour whereas the machine with cyclone vacuum could do 8.40 kgs of rice in 6.10 minutes or 83.16 kgs. An hour. 4) The farmers were satisfied the design of the rice package at a high level.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับแนวทาง คำชี้แนะ คำแนะนำ คำปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สินาด โกศลนันท์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์เดชา วงศ์แก้ว คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอภิญญา ศาสตร์ รวมถึงคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอภิญญา ศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้คำปรึกษา ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำปรึกษา รวมถึงทุกท่านที่เกี่ยวข้องที่ได้ ให้ความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาร่วมรุ่นระดับ ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา กับผู้วิจัย และขอขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ลุล่วงไปด้วยดี หากคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีส่วนสนับสนุนความก้าวหน้าและเป็นประโยชน์ ต่อการศึกษา ผู้วิจัยขอมอบความดีนี้เป็นกตัญญูแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สมพล ผลมูล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(3)
สารบัญภาพ.....	(4)
บทนำ.....	1
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ทฤษฎีใหม่กับเศรษฐกิจพอเพียง.....	5
เหตุที่เรียกว่า “ทฤษฎีใหม่”.....	5
ทฤษฎีใหม่ขั้นก้าวหน้า.....	6
ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สอง.....	6
ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สาม.....	7
ประโยชน์ของทฤษฎีใหม่.....	7
ข้าว.....	8
ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวและกรรมวิธีการสีข้าว.....	8
คุณสมบัติทางเคมีของข้าว.....	10
คุณสมบัติทางกายภาพของข้าว.....	10
มาตรฐานข้าว.....	11
ความหมายของเมล็ดข้าวและสิ่งที่เกี่ยวข้อง.....	12
ชั้นของการสี (Grades of Milled Rice).....	13
ตะแกรงร่อน (Sieves).....	14
โรงสีข้าว.....	14
ขนาดของโรงสีข้าว.....	14
ระบบต้นกำลัง.....	15
กรรมวิธีการสีข้าว.....	15
โรงสีข้าวระบบเก่า.....	16
โรงสีข้าวระบบทันสมัย.....	17
โรงสีขนาดเล็ก.....	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)	
ทฤษฎีการออกแบบบรรจุภัณฑ์.....	19
ความเป็นมาของการบรรจุภัณฑ์.....	19
วิวัฒนาการการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (The Evolution of Packaging Design).....	21
ความหมายของการบรรจุภัณฑ์ (Packaging).....	22
บทบาทหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์.....	24
ประเภทของบรรจุภัณฑ์.....	25
การออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์.....	28
ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์.....	30
การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.....	30
การหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสี่ข้าว.....	32
สมรรถนะของเครื่องสี่ข้าว.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
อุปกรณ์และวิธีการ.....	38
อุปกรณ์.....	38
วิธีการ.....	38
การทดสอบเครื่องสี่ข้าว.....	39
การออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร.....	41
การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.....	42
ผลและการวิจารณ์.....	45
สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	54
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	56
ภาคผนวก.....	59
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	78

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณของส่วนประกอบและแร่ธาตุในข้าวกล้องและข้าวสาร.....	9
2 วัสดุและรูปแบบการใช้งาน.....	20
3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องสีข้าวคันแบบก่อนพัฒนา.....	41
4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องคันแบบที่ไม่มีไซโคลนคูคร่า และเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีไซโคลนคูคร่า.....	47
5 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่ไม่มีไซโคลนคูคร่าและที่มี ไซโคลนคูคร่า.....	48
6 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเพศของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบของ การออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร.....	49
7 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบของ การออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร.....	50
8 ผลความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี.....	50
9 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องสีข้าว.....	52

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ภาพตัดครึ่งตามแนวยาวของเมล็ดข้าว.....	9
2 เครื่องสีข้าวคันแบบก่อนพัฒนาที่ไม่มีโซโคสนคูดรา.....	45
3 เครื่องสีข้าวที่ทำการพัฒนาแล้วทำการเพิ่มโซโคสนคูดรา.....	46
4 แบบส่วนประกอบเครื่องสีข้าว.....	61
5 แบบส่วนประกอบโซโค.....	62
6 แบบส่วนประกอบตะแกรง.....	62
7 แบบส่วนประกอบคู่แยกเกลบ.....	63
8 แบบส่วนประกอบฝาคกรอบด้านบน.....	63
9 แบบส่วนประกอบฝาคกรอบด้านล่าง.....	64
10 แบบส่วนประกอบพัดลมเป่าเกลบ.....	64
11 แบบถุงบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร 1.....	66
12 แบบถุงบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร 2.....	67
13 แบบถุงบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร 3.....	68

บทนำ

ความเป็นมา

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้ประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 65,000 ล้านบาท และเป็นอาหารหลักประจำวันของคนไทยกว่า 60 ล้านคน แต่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวกลับประสบปัญหาาราคาข้าวตกต่ำ และราคาปัจจัยการผลิตที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นสารเคมี ปุ๋ย เครื่องมือเครื่องจักรการเกษตร และน้ำมัน เป็นต้น ทำให้รายได้ที่เกษตรกรได้รับไม่เพียงพอต่อการครองชีพ และนำไปสู่การเคลื่อนย้ายแรงงานส่วนหนึ่งเข้ามาทำงานในเมืองช่วงหลังฤดูเก็บเกี่ยว ก่อให้เกิดปัญหาด้านสังคมและอื่น ๆ การแก้ไขปัญหาด้านราคาข้าวตกต่ำ รัฐเองก็ได้มีโครงการช่วยเหลือ เช่น การสร้างไซโล เพื่อเก็บข้าว การสร้างโรงสี และโรงอบข้าวในท้องถิ่น เป็นต้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าไทยจะเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ แต่มิได้เป็นผู้กำหนดราคาข้าว การเปลี่ยนแปลงของราคาเป็นไปตามกลไกตลาด ซึ่งมีประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ด้วย ดังนั้น ปัญหาราคาข้าวที่ไม่เสถียรภาพ ยังเป็นปัญหาที่ประเทศต้องประสบเสมอสำหรับโครงการเสริมที่นำมาใช้เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าว โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่ง นอกจากการจำหน่ายข้าวเพื่อการบริโภคโดยตรงเพียงอย่างเดียว และเป็นการเพิ่มการจ้างงานและกระจายรายได้ในท้องถิ่นอีกด้วย จังหวัดในภาคตะวันออกของประเทศไทยที่มีการปลูกข้าว อาทิเช่น จังหวัดจันทบุรี เป็นต้น (องค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน. ออนไลน์. 2549)

ในส่วนของจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดทางชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ทิศเหนือติดกับจังหวัดฉะเชิงเทรา และสระแก้ว ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดตราดและราชอาณาจักรกัมพูชา ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย และทิศตะวันตกติดกับจังหวัดระยองและชลบุรี อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 245 กิโลเมตร โดยมีเนื้อที่ปลูกข้าวประมาณ 92,225 ไร่ และผลผลิตข้าวในปี รวมทั้งหมดประมาณ 27,794,204 กิโลกรัม ซึ่งส่วนของตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เป็นส่วนหนึ่งที่มีพื้นที่ปลูกข้าวมีผลผลิตเฉลี่ยไร่ละประมาณ 900 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนมากจะปลูกข้าวหอมมะลิ 105 และมีการจัดตั้งกลุ่มข้าวชุมชน ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ตำบลตะปอน มี 6 หมู่บ้าน อันประกอบด้วย บ้านปากัน บ้านหนองเสม็ด บ้านชากไพร บ้านไร่วรรณ บ้านตะปอนน้อย และบ้านตะปอนใหญ่ (องค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน. ออนไลน์. 2549)

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่ สัมภาษณ์ชุมชน และเชิญชุมชนมาร่วมประชุมกลุ่มพบว่าสมาชิกกลุ่มชาวนาศูนย์ข้าวชุมชนตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ผู้ผลิตข้าวเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน ยังประสบปัญหาในเรื่องของการจำหน่ายผลผลิต

ที่ยังไม่สามารถกำหนดราคาได้ตามต้องการกล่าวคือ เมื่อเก็บผลผลิตข้าวเปลือกแล้วต้องขายไปเกือบทั้งหมดเหลือไว้เพียงเล็กน้อยเพื่อรับประทาน โดยนำข้าวเปลือกไปจ้างสีในราคากระสอบละ 10 - 20 บาท ผลผลิตที่ได้จากการสี เช่น แกลบ รำ ปลายข้าว ต้องให้เจ้าของโรงสี ทำให้ต้องประสบสถานการณ์ขาดทุน ที่ต้องขายข้าวเปลือกแล้วสุดท้ายชานาก็ต้องซื้อข้าวสารมารับประทานทั้ง ๆ ที่ตนเองก็ทำนาข้าว ในกลุ่มชานายังประสบปัญหาที่รวมถึงความต้องการสนับสนุนในเรื่องของเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตข้าว จากปัญหาสำคัญที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเครื่องสีข้าวชุมชนมาใช้ในงานวิจัย ซึ่งจากเครื่องต้นแบบที่ผู้วิจัยได้ไปเห็นที่ตำบลหนองคันทร่ง จังหวัดตราด แล้วหลังจากนั้นก็ได้กับมาพัฒนาเครื่องสีข้าวตัวใหม่โดยใส่โซโคเลนเข้าไปเพื่อช่วยในการดูดรำ ซึ่งเครื่องต้นแบบจะไม่มี ในการพัฒนาเครื่องดังกล่าวจะใส่ระบบระบาย ความร้อนด้วยลมที่ลูกหินขัดข้าวเปลือก เพื่อแก้ปัญหาข้าวต้องหยุดสีขณะที่สีข้าวเปลือกนั้น จะเกิดความร้อนสูงมากที่ลูกหินขัดข้าวเปลือก การเกิดความร้อนนี้จะส่งผลกระทบให้ลูกหินขัดข้าวเปลือกขยายตัวขึ้น เกิดช่องว่างระหว่างข้าวเปลือกไหลผ่านลูกหินขัดข้าวเปลือกน้อยลง จึงทำให้เป็นข้าวสารที่ผ่านการสีหักมาก ผู้ควบคุมเครื่องสีข้าว ต้องหยุดสี เพื่อให้ลูกหินขัดข้าวเปลือกเย็นลงก่อน จึงจะดำเนินการสีข้าวสารได้ใหม่ จากปัญหาเครื่องสีข้าวต้นแบบดังกล่าว เมื่อแก้ไขโดยการใส่ระบบระบาย ความร้อนด้วยลม ขณะที่สีข้าวสาร ความร้อนที่ลูกหินขัดข้าวเปลือกจะไม่สูง เพราะถูกลมระบายออก ไม่เกิดการขยายตัวลูกหินขัดข้าวเปลือก ข้าวเปลือกก็ยังคงสีเป็นข้าวสารได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง ส่งผลให้สามารถพัฒนาได้สมรรถนะของเครื่องสีข้าว คือสีข้าวเปลือกได้จาก 60 กิโลกรัม/ชั่วโมง เป็น 80 กิโลกรัม/ชั่วโมง และได้ประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวชุมชนที่พัฒนาแล้ว สีข้าวเปลือกที่มีแกลบปนร้อยละ 20 ลดลงไม่เกินร้อยละ 5 ผลผลิตจากงานวิจัยที่เป็นเครื่องสีข้าวชุมชน ผู้วิจัยพิจารณาแล้วมีความเหมาะสมที่จะแก้ปัญหากลุ่มชานาซึ่งเปรียบเสมือนกระดูกสันหลังของชาติดังกล่าวให้หมดไปได้ เมื่อสิ้นสุดงานวิจัยจะทำให้กลุ่มชานามีรายได้มากขึ้น มีความภาคภูมิใจในอาชีพของชานา จากการมีตราสินค้าของท้องถิ่นตนเองผลิตเป็นข้าวสารถุงขนาด 5 กิโลกรัม ออกวางจำหน่ายตามร้านค้าชุมชนของท้องถิ่นในแต่ละที่ นอกจากนี้กลุ่มชานายังไม่ต้องซื้อข้าวสารมารับประทานเหมือนเช่นในอดีตและเกิดความรักท้องถิ่นของตนเอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวของสมาชิกกลุ่มชานา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี จากเครื่องต้นแบบของกลุ่มชุมชนหนองคันทร่ง จังหวัดตราด
2. เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์ถุงข้าวสารขนาด 5 กิโลกรัม
3. เพื่อศึกษาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเครื่องสีข้าว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีหน่วยงานที่นำผลของงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
2. มีการนำเป็นองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการให้มีความพร้อมในการขยายผลสู่ระดับอำเภอ จังหวัด
3. สนองพระราชดำริโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่กับเศรษฐกิจพอเพียง โดยนำมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มชาวนาดำบลตะปอน
4. ชาวนาในตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีชีวิตที่ดีขึ้น เป็นการดำรงชีวิตแบบพออยู่พอกิน โดยให้ชาวนาหันมารวมกลุ่มเพื่อส่งผลผลิตเข้าสู่โรงสีชุมชน ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเปลือกที่ผ่านการแปรรูปเป็นข้าวสารมีราคาสูงขึ้น
5. ได้เครือข่ายความร่วมมือวิจัยไม่ต่ำกว่า 9 หน่วยงาน ประกอบด้วย สำนักงานเกษตรอำเภอขลุง กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี องค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน องค์การบริหารส่วนจังหวัดจันทบุรี เกษตรจังหวัดจันทบุรี อุตสาหกรรมจังหวัดจันทบุรี พาณิชย์จังหวัดจันทบุรี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ อื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเรื่องการบริหารจัดการผลผลิตจากข้าว ด้วยรูปแบบแนวทฤษฎีใหม่กับเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อผลิตข้าวสารสู่ตลาดผู้บริโภคโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มชาวนา ได้จัดทำการศึกษาวิธีการพัฒนาผลผลิต และกลุ่มประชากร ดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตของการพัฒนาผลผลิตจากข้าว และออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร
 - 1.1 ศึกษาตัวแปร และความสัมพันธ์ของตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลต่อผลผลิตจากข้าว
 - 1.2 ออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารขนาด 5 กิโลกรัม โดยมีตราสัญลักษณ์ และแสดงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องบนบรรจุภัณฑ์
2. ขอบเขตของประชากรที่ศึกษา
 - 2.1 ผู้นำชุมชนตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี
 - 2.2 กลุ่มชาวนาผู้ปลูกข้าวในตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี
 - 2.3 ผู้แทนสำนักงานเกษตร อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาการแปรรูปข้าวสารเพื่อเพิ่มมูลค่าและก้าวสู่ตลาดบริโภค อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ทฤษฎีใหม่กับเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืนของกลุ่มชาวนาในพื้นที่ ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ได้ลำดับเนื้อหาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีใหม่กับเศรษฐกิจพอเพียง

1.1 เหตุที่เรียกว่า “ทฤษฎีใหม่”

1.2 ทฤษฎีใหม่ขั้นก้าวหน้า

1.3 ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สอง

1.4 ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สาม

1.5 ประโยชน์ของทฤษฎีใหม่

2. ข้าว

2.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวและกรรมวิธีการสีข้าว

2.2 คุณสมบัติทางเคมีของข้าว

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของข้าว

2.4 มาตรฐานข้าว

2.5 ความหมายของเมล็ดข้าวและสิ่งที่เกี่ยวข้อง

2.6 ชั้นของการสี (Grades of Milled Rice)

2.7 ตะแกรงร่อน (Sieves)

3. โรงสีข้าว

3.1 ขนาดของโรงสีข้าว

3.2 ระบบต้นกำลัง

3.3 กรรมวิธีการสีข้าว

3.4 โรงสีข้าวระบบเก่า

3.5 โรงสีข้าวระบบทันสมัย

3.6 โรงสีขนาดเล็ก

4. ทฤษฎีการออกแบบบรรจุภัณฑ์

4.1 ความเป็นมาของการบรรจุภัณฑ์

4.2 วิวัฒนาการการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (The Evolution of Packaging Design)

- 4.3 ความหมายของการบรรจุภัณฑ์ (Packaging)
- 4.4 บทบาทหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์
- 4.5 ประเภทของบรรจุภัณฑ์
- 4.6 การออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์
- 4.7 ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์
- 5. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
 - 5.1 การหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสีข้าว
 - 5.2 สมรรถนะของเครื่องสีข้าว
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีใหม่กับเศรษฐกิจพอเพียง

ที่มาแห่งพระราชดำริ “ทฤษฎีใหม่” หลังจากทีพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เสด็จเยี่ยมราษฎรที่บ้านกุดดอแก่น ต.กุดสินธุ์ใหญ่ อ.เขาวง จ.กาฬสินธุ์ เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2535 ได้ทรงเห็นสภาพความยากลำบากของราษฎรในการทำเกษตรในพื้นที่อาศัยน้ำฝน (ปลูกข้าวได้ประมาณ 1 ถึง 1 ไร่) เพราะปลูกได้ปีละครั้งในช่วงฤดูฝนเท่านั้น มีความเสี่ยงในการเสียหายจากความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศ และฝนทิ้งช่วง ซึ่งสภาพดังกล่าวคงเป็นสภาพปัญหาของเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศ แม้ว่าจะมีการขุดบ่อน้ำไว้บ้างก็มีขนาดไม่แน่นอน น้ำใช้ยังไม่พอเพียง รวมทั้งระบบการปลูกพืชไม่มีหลักเกณฑ์และส่วนใหญ่ปลูกพืชชนิดเดียว ด้วยเหตุนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ จึงทรงศึกษา รวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ และได้พระราชทานพระราชดำริ เพื่อให้สามารถผ่านพ้นช่วงเวลาวิกฤติการขาดแคลนน้ำได้โดยไม่เดือดร้อนและยากลำบากนัก พระราชดำรินี้ ทรงเรียกว่า “ทฤษฎีใหม่” อันเป็นแนวทางการจัดการที่ดินและน้ำเพื่อการเกษตรในที่ดินขนาดเล็กให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยทรงทดลองเป็นแห่งแรกที่วัดมงคลชัยพัฒนา ตำบลห้วยบง อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ออนไลน์. 2553)

เหตุที่เรียกว่า “ทฤษฎีใหม่”

1. มีการจัดแบ่งที่ดินออกเป็นสัดส่วนที่ชัดเจนเพื่อประโยชน์สูงสุดของเกษตรกรรายย่อย เนื้อที่ที่ถือครองขนาดเล็ก ซึ่งไม่เคยมีใครคิดมาก่อน
2. มีการคำนวณปริมาณน้ำกักเก็บให้เพียงพอในการเพาะปลูกตลอดปีโดยหลักวิชาการ
3. มีการวางแผนที่สมบูรณ์แบบ ให้แบ่งพื้นที่ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วเกษตรกรไทยมีเนื้อที่ถือครองประมาณ 10 - 15 ไร่ ต่อครอบครัว และแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) แหล่งน้ำ 2) นาข้าว

3) พืชผสมผสาน 4) ที่อยู่ โครงสร้างพื้นฐานในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 30 : 10 ตามลำดับ โดยมี 3 ชั้น ๆ ละ อัตราร้อยละ 30 ดังนี้

ส่วนแรก ร้อยละ 30 ให้ขุดสระกักเก็บน้ำในฤดูฝนไว้เพาะปลูกและใช้เสริมการปลูกพืชในฤดูแล้งได้ตลอดปี ทั้งยังใช้เลี้ยงปลาและปลูกพืชน้ำ พืชริมสระเพื่อบริโภคและเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวอีกทางหนึ่งด้วย โดยพระราชทานแนวทางการคำนวณว่าต้องมีน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อการเพาะปลูก 1 ไร่ โดยประมาณและบนสระน้ำอาจสร้างเล้าไก่ เล้าหมูได้ด้วย

ส่วนที่สอง ร้อยละ 30 ให้ทำนาข้าว เนื่องจากคนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยมีเกณฑ์เฉลี่ยเกษตรกรบริโภคข้าวคนละ 200 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อปี เกษตรกรมีครอบครัวละ 3 - 4 คน ดังนั้น ควรปลูกข้าว 5 ไร่ ผลผลิตประมาณไร่ละ 30 ถัง ซึ่งเพียงพอ ต่อการบริโภคตลอดปี เพื่อยึดหลักพึ่งตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่สาม ร้อยละ 30 ให้ปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น ไม้ใช้สอย ไม้ทำเชื้อเพลิง ไม้สร้างบ้าน พืชผัก พืชไร่ พืชสมุนไพร ฯลฯ เพื่อการบริโภคและใช้สอยอย่างพอเพียง หากเหลือบริโภคก็นำไปจำหน่ายเป็นรายได้ต่อไป

ส่วนที่สี่ ร้อยละ 10 เป็นที่อยู่อาศัย และอื่น ๆ เช่น ถนน คันดิน ลานตาก กองปุ๋ยหมัก โรงเพาะเห็ด พืชผักสวนครัว เป็นต้น

ทฤษฎีใหม่ขั้นก้าวหน้า

หลักการที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นทฤษฎีขั้นที่หนึ่งเท่านั้น เมื่อเกษตรกรเข้าใจในหลักการและได้ลงมือปฏิบัติตามขั้นที่หนึ่งในที่ดินของตนจนได้ผลแล้ว เกษตรกรก็จะสามารถพัฒนาตนเองไปสู่ขั้นพออยู่พอกิน และตัดค่าใช้จ่ายลงเกือบทั้งหมด มีอิสระจากสภาพปัจจัยภายนอกแล้ว และเพื่อให้มีผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงควรที่จะต้องดำเนินการตามขั้นที่สอง และขั้นที่สาม ต่อไปตามลำดับดังนี้

ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สอง

เมื่อเกษตรกรเข้าใจในหลักการและได้ปฏิบัติในที่ดินของตนจนได้ผลแล้ว ก็ต้องเริ่มขั้นที่สอง คือ ให้เกษตรกรรวมพลังในรูปแบบกลุ่ม หรือสหกรณ์ ร่วมแรง ร่วมใจกัน ดำเนินการในด้านการผลิต (พันธุ์พืช เตรียมดิน ซดปรุขาน ฯลฯ) เกษตรกรจะต้องร่วมมือในการผลิตโดยเริ่มตั้งแต่ขั้นเตรียมดิน การหาพันธุ์พืช ปุ๋ย การจัดหาหน้า และอื่น ๆ เพื่อการเพาะปลูก การตลาด (ลานตากข้าว ยุ้ง เครื่องสีข้าว การจำหน่ายผลผลิต)

เมื่อมีผลผลิตแล้วจะต้องเตรียมการต่าง ๆ เพื่อการขายผลผลิต ให้ได้ประโยชน์สูงสุด เช่น การเตรียมลานตากข้าวร่วมกัน การจัดหายุ้งรวบรวมข้าว เตรียมหาเครื่องสีข้าว ตลอดจนการรวมกันขายผลผลิตให้ได้ราคาดีและลดค่าใช้จ่ายลงด้วย การเป็นอยู่ (กะปิ น้ำปลา อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ฯลฯ)

ในขณะที่เดียวกันเกษตรกรต้องมีความเป็นอยู่ที่ดีพอสมควร โดยมีปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต เช่น อาหารการกินต่าง ๆ กะปิ น้ำปลา เลือผ้า ที่พอเพียง

สวัสดิการ (สาธารณสุข เงินกู้) แต่ละชุมชนควรมีสวัสดิภาพและบริหารที่จำเป็น เช่น มีสถานีอนามัยเมื่อยามป่วยไข้ หรือมีกองทุนไว้กู้ยืมเพื่อประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน การศึกษา (โรงเรียนทุนการศึกษา) ชุมชนควรมีบทบาทในการส่งเสริมการศึกษา เช่น มีกองทุนเพื่อการศึกษาเล่าเรียนให้แก่เยาวชนของชุมชนเอง

สังคมและศาสนา ชุมชนควรเป็นที่รวมในการพัฒนาสังคมและจิตใจ โดยมีศาสนาเป็นที่ยึดเหนี่ยวกิจกรรมทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น จะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องไม่ว่าส่วนราชการองค์กรเอกชน ตลอดจนสมาชิกในชุมชนนั้นเป็นสำคัญ

ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สาม

เมื่อดำเนินการผ่านพ้นขั้นที่สองแล้ว เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรก็ควรพัฒนาก้าวหน้าไปสู่ขั้นที่สามต่อไป คือ ติดต่อประสานงาน เพื่อจัดหาทุน หรือแหล่งเงิน เช่น ธนาคาร หรือบริษัท ห้างร้านเอกชน มาช่วยในการลงทุนและพัฒนาคุณภาพชีวิต

ทั้งนี้ ทั้งฝ่ายเกษตรกรและฝ่ายธนาคารหรือบริษัทเอกชน จะได้รับประโยชน์ร่วมกัน กล่าวคือ เกษตรกรขายข้าวในราคาสูง (ไม่ถูกกดราคา) ธนาคารหรือบริษัทเอกชนสามารถซื้อข้าวบริโภคในราคาต่ำ (ซื้อข้าวเปลือกตรงจากเกษตรกรและมาสีเอง) เกษตรกรซื้อเครื่องอุปโภคบริโภคในราคาต่ำ เพราะรวมกันซื้อเป็นจำนวนมาก (เป็นร้านสหกรณ์ ราคาขายส่ง) ธนาคารหรือบริษัทเอกชนจะสามารถกระจายบุคลากร เพื่อไปดำเนินการในกิจกรรมต่าง ๆ ให้เกิดผลดียิ่งขึ้น

ประโยชน์ของทฤษฎีใหม่

จากพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ที่ได้พระราชทานในโอกาสต่าง ๆ นั้น พอจะสรุปถึงประโยชน์ของทฤษฎีใหม่ ได้ดังนี้

ให้ประชาชนพออยู่พอกินสมควรแก่สภาพในระดับที่ประหยัด ไม่อดอยากและเลี้ยงตนเองได้ ตามหลักปรัชญาของ “เศรษฐกิจพอเพียง”

ในหน้าแล้งมีน้ำน้อย ก็สามารถเอาน้ำที่เก็บไว้ในสระมาปลูกพืชผักต่าง ๆ ที่ใช้น้ำน้อยได้ โดยไม่ต้องเบียดเบียนชลประทาน

ในปีที่ฝนตกตามฤดูกาลโดยมีน้ำตลอดปี ทฤษฎีใหม่นี้ก็สามารถสร้างรายได้ให้ร่ำรวยขึ้นได้

ในกรณีที่เกิดอุทกภัยก็สามารถจะฟื้นตัว และช่วยตัวเองได้ในระดับหนึ่งโดยทางราชการไม่ต้องช่วยเหลือมากเกินไป อันเป็นการประหยัดงบประมาณด้วย

ข้าว

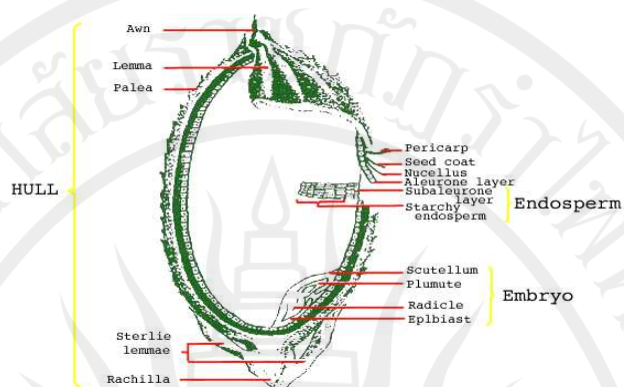
ข้าว (*Oryza Sativa* L) มีแหล่งกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตร ที่สำคัญในประเทศกำลังพัฒนา และเป็นอาหารหลักของประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลก การเพาะปลูกข้าวสามารถทำได้ตลอดปี โดยการปลูกในที่ชื้นแฉะและมีน้ำขัง ปัจจุบันมีพันธุ์ข้าว ประมาณ 20 สกุล ที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป ข้าวที่มีการปลูกอย่างแพร่หลาย คือ *Oryza sativa* L. ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ข้าวที่เพาะปลูกมาก คือ Japonica, Indica และ Javanica ในประเทศอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทยเป็นแหล่งสำคัญของการผลิตข้าวสู่ตลาดโลก จากสถิติการเกษตร ประเทศไทยส่งออกข้าวสารเข้ามากกว่า 4 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 4 หมื่นล้านบาท/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ออนไลน์. 2553)

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวและกรรมวิธีการสีข้าว

เมล็ดข้าวเป็นผลชนิด Caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (Pericarp) แบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ เปลือกหรือเกลบ (Husk) และเมล็ดข้าวกล้อง (Caryopsis or Brown Rice) เปลือกของเมล็ดข้าวมีอยู่ 2 ส่วน คือ เปลือกใหญ่ (Lemma) และเปลือกเล็ก (Palea) ประกบติดกันแบบตะขอเกี่ยว (Interlocking Fold) ทั้งสองข้างตลอดความยาวของเมล็ดข้าว ภายในเปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องนี้มีช่องว่างระหว่างเมล็ดและเปลือกที่ปลายทั้งสองด้านผิวของเปลือกข้าวทั้งสองส่วนจะมีขนแข็งเล็ก ๆ (Trichomes) ติดอยู่โดยรอบ เปลือกข้าวจะประกอบด้วยสารพวกซิลิกาและเส้นใยเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถให้ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้อยู่ระหว่าง 3,000 - 3,500 kcal/kg เนื่องจากเปลือกข้าวประกอบด้วย สารพวกซิลิกาจึงมีความคมทำความสะอาดหรือแก้เครื่องมือลำเลียงและเครื่องมือแปรรูปได้อย่างรวดเร็ว เมล็ดข้าวกล้อง (Caryopsis) แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ คือ ชั้นรำ (Bran Layers) ชั้นแป้ง (Starchy Endosperm) และต้นอ่อน (Embryo)

ชั้นรำ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 5 ชั้น ชั้นนอกสุด คือ เยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด และเยื่อลูโรน (Aleurone Layer) ซึ่งมีสารพวกไขมัน โปรตีน และวิตามิน แร่ธาตุมากมาย เยื่อหุ้มเมล็ดจะมีสารพวกขี้ผึ้งหุ้มอยู่ด้านบนและล่าง ช่วยป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและไอน้ำ และการเข้าทำลายของเชื้อรา

ชั้นแป้ง เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 75 ของเมล็ดข้าวและเป็นส่วนที่ใช้บริโภคในการขัดสีข้าวกล้องเพื่อเอารำออกไม่ควรขัดมากเกินไป เพราะจะทำให้ปริมาณในข้าวสารลดลงเกินความจำเป็น



ภาพประกอบ 1 ภาพตัดครึ่งตามแนวยาวของเมล็ดข้าว

ที่มา : รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, 2553 : 55

ตาราง 1 ปริมาณของส่วนประกอบและแร่ธาตุในข้าวกล้องและข้าวสาร

ส่วนประกอบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
ความชื้น (% wb.)	14.00	14.00
พลังงาน (kcal/100g)	352	354
โปรตีน (g/100g)	8.30	7.10
ไขมัน (g/100g)	1.90	0.50
คาร์โบไฮเดรต (g/100g)	74.90	77.80
ไฟเบอร์ (g/100g)	0.70	0.40
ใยน้ำ (g/100g)	1.10	0.60
แคลเซียม (mg/100g)	9.00	8.00
ฟอสฟอรัส (mg/100g)	183	104
เหล็ก (mg/100g)	1.60	1.20
วิตามินบีรวม (mg/100g)	4.26	2.45

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ออนไลน์, 2553.

ต้นอ่อน เป็นส่วนที่มีชีวิตของเมล็ดติดอยู่ทางปลายด้านข้างของเมล็ดข้าวกล้อง มีเชื้อหุ้มผล และเชื้อหุ้มเมล็ดห่อหุ้มอยู่ ต้นอ่อนเป็นสิ่งมีชีวิตจึงต้องหายใจเอาออกซิเจนมาสันดาปกับน้ำตาล และคาร์โบไฮเดรตได้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อนออกมาทำให้เกิดความร้อนสะสม และความชื้นในกองข้าวสูง

คุณสมบัติทางเคมีของข้าว

คุณสมบัติทางเคมีของข้าวขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มเมล็ด และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด เราสามารถจำแนกคุณสมบัติทางเคมีได้ดังนี้

1. ระยะเวลาพักตัวของข้าว (Dormancy Period) เป็นระยะที่ข้าวไม่เกิดการงอก เมื่อนำไปเพาะชำ ระยะนี้มีเวลา 3 - 6 สัปดาห์หลังการเก็บเกี่ยว
2. คุณภาพการหุงต้มและการบริโภค (Cooking and Eating Qualities) ระยะเวลาการหุงต้ม และการขยายตัวของข้าวสุก ขึ้นอยู่กับปริมาณหรืออัตราส่วนของอนามัยโลสข้าวที่มีปริมาณของอนามัยโลสต่ำ เมื่อหุงสุกแล้วทิ้งไว้ให้เย็นจะไม่แข็งมากเหมือนข้าวที่มีปริมาณอนามัยโลสสูง
3. ความเก่าของข้าว (Aging) เมื่อนำข้าวเก่าเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 15°C จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพทั้งด้านการหุงต้ม และการขัดสี ข้าวเก่า จะมีการฟองตัวและดูดซึมน้ำในขณะหุงต้มมากขึ้น มีลักษณะร่วนไม่ติดกัน และมีความต้านทานต่อการแตกหักในขณะขัดสีได้สูงกว่าข้าวใหม่

คุณสมบัติทางกายภาพของข้าว

เป็นคุณสมบัติที่สามารถมองเห็นได้หรือชั่งตวงวัดได้ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. สีของเปลือกข้าว (Husk Color) เมื่อข้าวสุกสีของเปลือกจะเป็นสีเหลืองทอง น้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข้ม สีเปลือกของข้าวในประเทศไทย จะมี 2 สี คือ สีฟาง และน้ำตาล
2. สีของข้าวกล้อง (Pericarp Color) สีของเมล็ดข้าวกล้องจะแสดงออกที่เชื้อหุ้มผล มีสีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ขาว แดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา ถ้าสีดังกล่าวมีความเข้มจะต้องใช้เวลาในการขัดสีนาน และใช้แรงกดสูง เพื่อให้ชั้นของรำหลุดออกเป็นผลทำให้ข้าวเกิดการแตกหักได้น้ำหนักเมล็ด (Grain Weight) น้ำหนักของเมล็ดจะแปรไปตามขนาด และรูปร่างของเมล็ด ความชื้นชนิดของดิน การใส่ปุ๋ย และสภาพภูมิอากาศ
3. น้ำหนักจำเพาะ (Specific Weight) เป็นน้ำหนักของเมล็ดต่อหน่วยปริมาตร ขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์ ความชื้น สิ่งเจือปน
4. ขนาดรูปร่างของเมล็ด (Grain Dimension) จะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และวิธีการเพาะปลูก รูปร่างของเมล็ดเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์ข้าว ได้แก่ ความยาว ความกว้าง ความหนา เมล็ดข้าวสามารถจำแนกตามความยาวของเมล็ด ได้ 4 ขนาด คือ

เมล็ดยาวมาก (>7.50 มม.) เมล็ดยาว (6.61 - 7.50 มม.) เมล็ดยาวปานกลาง (5.50 - 6.60 มม.) และเมล็ดสั้น (5.50 มม.) รูปร่างของเมล็ดจะประเมินจากอัตราส่วนความยาวกับความกว้าง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ เมล็ดเรียวยาว (มีอัตราส่วนความยาวกับความกว้างมากกว่า 1 : 3) เมล็ดปานกลาง (มีอัตราส่วนระหว่าง 2.1 - 3) และเมล็ดป้อม (มีอัตราส่วนน้อยกว่า 1 : 2) ส่วนความยาวของเมล็ดข้าวจะเป็นความยาวที่วัดจากเมล็ดข้าวกลิ้ง

5. ลักษณะท้องไข (Chalkiness) เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการทำให้ข้าวดูไม่สวยงาม และมีคุณภาพในการสีต่ำ สีแล้วหักมาก ท้องไขในเมล็ด หมายถึง จุดขาวขุ่นคล้ายขอลค์ เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อชั้นแป้งของเมล็ดแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

5.1 ท้องไขที่เกิดขึ้นตรงกลางของชั้นแป้ง

5.2 ท้องไขที่เกิดขึ้นด้านข้างหรือด้านท้องของเมล็ดด้านเดียวกับเยื่อเจริญ

5.3 ท้องไขที่เกิดขึ้นด้านหลังของเมล็ด ด้านตรงข้ามกับเยื่อเจริญ

6. ลักษณะการดูด/คายความชื้น (Hygroscopic) เมล็ดข้าวส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้งและโปรตีนซึ่งเป็นสารที่ดูดความชื้นได้ดี ทำให้เมล็ดข้าวมีการขยายตัวและมีการหดตัวเมื่อเอาความชื้นออก

7. มุมชันของกองข้าว (Angle of Repose) เมื่อเทข้าวให้รวมเป็นกองบนพื้นราบ เมล็ดจะกองเป็นรูปกรวยคว่ำอยู่บนพื้น มุมชันระหว่างพื้นราบที่ทำกับผิวของกรวยคือ มุมชันของกองเมล็ด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและความเรียบที่ผิวของเมล็ด

มาตรฐานข้าว

กระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดมาตรฐานข้าวชนิดต่าง ๆ ตามกรอบกำหนดมาตรฐานข้าวลงวันที่ 20 พฤษภาคม 2500 เพื่อช่วยลดแก้ปัญหาในการค้าข้าว และได้มีการแก้ไข ปรับปรุงมาตรฐานข้าวใหม่ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์ ลงวันที่ 30 มกราคม 2517 โดยมีรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555 : 18)

1. มาตรฐานข้าว (Rice Standard) หมายถึง คุณภาพตามประเภทหรือชนิดของข้าว โดยพิจารณาจากลักษณะของพื้นข้าวและส่วนผสมของเมล็ดข้าว ตลอดจนการสีตามที่ได้กำหนดขึ้นไว้สำหรับข้าวแต่ละประเภท

2. ข้าว (Rice) หมายถึง เมล็ดข้าวที่สีเอาเปลือกออกแล้วรวมตลอดถึง ข้าวกลิ้ง ข้าวขาว ข้าวเหนียว ข้าวหนึ่ง ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว

3. ข้าวกลิ้ง (Brown Rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้า ข้าวเปลือกเหนียว เพื่อเอาเปลือกออกเท่านั้น ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวใหญ่ ข้าวหักและปลายข้าว

4. ข้าวขาว (White Rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้า โดยเอาเปลือกออก และขัดเอารำออกจนมีสีขาว ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหักและปลายข้าว

5. ข้าวเหนียวขาว (White Glutinous Rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเหนียว โดยสีเอาเปลือกออกและขัดเอารำออกจนมีสีขาว ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว

6. ข้าวหุง (Boiled Rice) หมายถึง ข้าวซึ่งได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้า ที่ผ่านการแช่น้ำ และอบด้วยความร้อนแล้ว ทำให้แห้งก่อนทำการสี ถ้าสีโดยขัดเอารำออกหมดเรียกว่า ข้าวหุง หากสี โดยเอาเปลือกออกเท่านั้นให้เรียกว่า ข้าวหุงกล้อง

7. พันข้าว (Grain Classification) หมายถึง ข้าวแต่ละชั้นที่นำมาผสมกันตามส่วนเพื่อให้ เป็นข้าวแต่ละชนิด

8. ส่วนของเมล็ดข้าว (Parts of Rice) หมายถึง ความยาวของข้าวเต็มเมล็ด แบ่งออกเป็น 10 ส่วน

ความหมายของเมล็ดข้าวและสิ่งที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของเมล็ดข้าวและสิ่งที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. ข้าวเต็มเมล็ด (Whole Grain) หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด โดยมิได้ มีส่วนใดหักออกเลย

2. ต้นข้าว (Head Rice) หมายถึง เมล็ดข้าวที่บางส่วนจะเป็นหัวหรือท้าย หรือทั้งหัว และท้ายของเมล็ดข้าวได้หักหรือมีความยาวเหลืออยู่ตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของชนิดข้าว ที่กำหนดไว้

3. ข้าวหักใหญ่ (Big Broken) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วนขึ้นไป ของข้าวเต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว

4. ข้าวหัก (Broken Rices) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไป ของข้าวเต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวหักใหญ่

5. ปลายข้าว (Small Broken Rices) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวต่ำกว่า

6. ส่วนของข้าวเต็มเมล็ด และมีขนาดตามมาตรฐานของชนิดปลายข้าวที่กำหนดไว้

7. ความชื้น (Moisture) หมายถึง ความชื้นของข้าวที่วัดได้

8. ข้าวเส้นแดง (Red Streaked Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวซึ่งมีเส้นแดง หรือส่วนของ เส้นแดงอยู่ทางใดทางหนึ่งของเมล็ด เส้นแดงเหล่านี้ อาจมีความยาวครึ่งหนึ่งหรือเกินครึ่งหนึ่ง ของความยาวของเมล็ด ซึ่งเมื่อรวมเส้นแดงเหล่านี้เข้าด้วยกันแล้ว จะต้องมียอดที่ต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเมล็ดข้าว

9. ข้าวเมล็ดแดง (Red Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่เปลือกสีแดงหุ้มอยู่ร้อยละ 25 ของเมล็ดข้าว

10. ข้าวท้องไข่ (Chalky Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวซึ่งมีสีขาวเหมือนชอล์ค เป็นเนื้อที่ตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของเมล็ดข้าวขึ้นไป

11. ข้าวเสีย (Damaged Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่เสื่อมคุณภาพอย่างเห็นได้ชัด เนื่องด้วย ความเสียหายอันเกิดจากความร้อน น้ำ แผลง โรคหรืออื่น ๆ

12. ข้าวเมล็ดเหลือง (Yellow Kernels) หมายถึง บางส่วนของเมล็ดข้าวที่แปรสภาพ เป็นสีเหลือง

13. ข้าวเปลือก (Paddy) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีเปลือกหุ้มอยู่

14. ข้าวเมล็ดคลีบ (Shrivelled Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีลักษณะลีบ ผิดจากเมล็ด ข้าวธรรมดา

15. ข้าวเมล็ดอ่อน (Immature Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่ได้จากข้าวเปลือก ที่ยังไม่แก่เต็มที่และมีสีเขียวอ่อน

16. ข้าวแตก (Split Kernels) เมล็ดข้าวที่แตกเป็นซีกตามความยาว ของเมล็ดข้าวส่วนที่มี เนื้อที่เหลือน้อยตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ดข้าวให้ถือเป็นต้นข้าว ส่วนที่น้อยกว่าให้ถือเป็นข้าวหัก

17. วัตถุอื่น ๆ (Foreign Materials) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ ที่มีในเมล็ดข้าว รำ และข้าวเปลือก

18. เมล็ดวัชพืช (Seeds) หมายถึง เมล็ดทั้งเมล็ดหรือเมล็ดหักของพืชอื่น ๆ ที่มีในเมล็ดข้าว ธรรมดา

ชั้นของการสี (Grades of Milled Rice)

ชั้นของการสี (Grades of Milled Rice) แบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

1. สีดีพิเศษ (Extra Well Milled) หมายถึง การสีเอาเปลือก เชื้อพันธุ์ (Germ) และรำ ทั้งชั้นนอกและใน (รำข้าวกล้องและรำข้าวขาว) ออกทั้งหมดจนมีลักษณะใสงามเป็นพิเศษ

2. สีดี (Well Milled) หมายถึง การสีเอาเปลือก เชื้อพันธุ์ (Germ) และรำทั้งชั้นนอก และในออกทั้งหมดจนข้าวมีลักษณะขาวงาม แต่หย่อนกว่าความใสงามของข้าวที่สีดีพิเศษเล็กน้อย

3. สีปานกลาง (Reasonably Well Milled) หมายถึง การสีเอาเปลือก เชื้อพันธุ์ (Germ) รำชั้นนอก (รำข้าวกล้อง) และรำชั้นใน (รำข้าวขาว) ส่วนมากออกจนข้าวมีลักษณะขาวงามพอสมควร ความขาวงามหย่อนกว่าข้าวที่สีดีเล็กน้อย

4. สีธรรมดา (Ordinarily Milled) หมายถึง การสีเอาเปลือก เชื้อพันธุ์บางส่วนออกและ รำชั้นนอก ส่วนรำชั้นในออกเป็นบางส่วน การสีไม่ต้องถึงขนาดเต็มที่ สีขาวปานกลาง แต่หย่อนกว่า ข้าวที่สีปานกลางเล็กน้อย

ตะแกรงร่อน (Sieves)

ตะแกรงร่อน (Sieves) หมายถึง ตะแกรงโลหะรุกรวมที่มีความหนา และเจาะรุกรวม มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ดังนี้

1. ตะแกรงร่อนเบอร์ 8 $\frac{1}{2}$ คือ ตะแกรงแผ่นโลหะรุกรวม มีความหนา 0.031 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางของรุกรวม 0.092 นิ้ว
2. ตะแกรงร่อนเบอร์ 8 คือ ตะแกรงแผ่นโลหะรุกรวม มีความหนา 0.031 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางของรุกรวม 0.085 นิ้ว
3. ตะแกรงร่อนเบอร์ 7 คือ ตะแกรงแผ่นโลหะรุกรวม มีความหนา 0.031 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางของรุกรวม 0.069 นิ้ว
4. ตะแกรงร่อนเบอร์ 6 $\frac{1}{2}$ คือ ตะแกรงแผ่นโลหะรุกรวม มีความหนา 0.031 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางของรุกรวม 0.062 นิ้ว

โรงสีข้าว

โรงสีข้าวมีบทบาทสำคัญในการแปรรูปวัตถุดิบ (ข้าวเปลือก) จากผู้ผลิต (ชาวนา) ไปเป็นสินค้า (ข้าวสาร) เพื่อขายให้แก่ผู้บริโภค (ประชาชน) ทั่วไป โดยอาศัยระบบกลไกทางตลาด ทำการขายข้าวไปยังประชาชนในประเทศเกือบทั้งหมดซึ่งบริโภคข้าวสารเป็นหลัก และที่เหลือจะส่งออกไปขายยังประเทศต่าง ๆ ประเทศไทยนับเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยส่งออกปีละประมาณ 4 - 5 ล้านตัน มาตลอดหลาย ๆ ปีแล้ว นำรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้าน จากสถิติของกรมโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อปี พ.ศ. 2535 ในประเทศไทยมีโรงสีทั้งหมดตั้งแต่ขนาดเล็ก คือ 10 เกลียน/วัน ถึงขนาดใหญ่ 200 เกลียน/วัน รวมกันประมาณ 4,000 โรง กระจายอยู่ทั่วประเทศไทย จังหวัดที่มีโรงสีมากที่สุดจะเป็นจังหวัดทางภาคอีสาน รองลงมาคือทางภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ จะมีน้อยที่สุด โรงสีข้าวในสมัยก่อนส่วนมากจะเป็นโรงสีขนาดเล็ก มีกำลังการผลิตไม่เกิน 50 เกลียน/วัน (1 เกลียน ข้าวเปลือก ประมาณ 1,000 กิโลกรัม) ในช่วงปี พ.ศ. 2520 - 2530 ได้มีการพัฒนาระบบโรงสีให้มีกำลังการผลิตสูงขึ้น เป็นขนาด 80 - 150 เกลียน/วัน ในปัจจุบันโรงสีบางแห่งใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสีข้าว (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, 2553 : 78)

ขนาดของโรงสีข้าว

โรงสีข้าวที่ทำการสีข้าวอยู่ในปัจจุบันมีขนาดแตกต่างกัน อาจแบ่งได้เป็น 3 ขนาด คือ โรงสีขนาดเล็ก โรงสีขนาดกลาง และโรงสีขนาดใหญ่ การแบ่งขนาดนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานที่ใช้ในการจำแนก ซึ่งมีอยู่ 2 มาตรฐานคือ

1. จำแนกตามกำลังการผลิต

- 1.1 โรงสีข้าวขนาดเล็ก หมายถึง โรงสีที่มีกำลังการผลิต อยู่ในช่วงระหว่าง 10 - 40 เกวียน/วัน
- 1.2 โรงสีขนาดกลาง หมายถึง โรงสีที่มีกำลังการผลิตระหว่าง 50 - 80 เกวียน/วัน
- 1.3 โรงสีขนาดใหญ่ หมายถึง โรงสีที่มีกำลังการผลิต อยู่ในช่วงระหว่าง 100 - 250 เกวียน/วัน

2. จำแนกตามจำนวนคนงาน

- 2.1 โรงสีข้าวขนาดเล็ก หมายถึง โรงสีที่ใช้คนงานไม่เกิน 5 คน
- 2.2 โรงสีขนาดกลาง หมายถึง โรงสีที่มีคนงานไม่เกิน 10 คน
- 2.3 โรงสีข้าวขนาดใหญ่ หมายถึง โรงสีที่มีคนงานเกิน 10 คน

การสร้างโรงสีจะไม่นิยม สร้างใหญ่กว่า 250 เกวียน/วัน เพราะจะมีปัญหาเรื่องการลงทุนสูง และการหาซื้อวัตถุดิบ มาป้อนโรงสี ซึ่งจะหายาก เนื่องจากจำนวนโรงสีข้าวในแต่ละจังหวัด มีจำนวนมาก กำลังผลิตสูงกว่าปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตจากท้องถิ่นนั้น ๆ จึงต้องมีการแย่งกันซื้อ ข้าวเปลือกเพื่อสีข้าว โดยเฉพาะบางปีถ้าเกิดฝนแล้ง หรือฝนทิ้งช่วงจะทำให้ข้าวเปลือกเสียหายได้ ผลผลิตน้อย ก็จะทำให้เกิดการแย่งกันซื้อข้าวเปลือกมาก ทำให้ข้าวเปลือกขึ้นราคา ชาวนาจะขาย ข้าวเปลือกได้ราคาดี ซึ่งเป็นผลกระทบของการตลาดในเรื่องปริมาณและซัพพลาย

ระบบต้นกำลัง

1. เครื่องจักรกลไอน้ำจะใช้กลบจากการสีข้าวเป็นเชื้อเพลิงการลงทุนติดตั้งในระยะเริ่มต้นค่อนข้างสูง แต่ค่าใช้จ่ายภายหลังการติดตั้งแล้วจะถูกที่สุด เครื่องต้นกำลังแบบนี้เหมาะสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลางและใหญ่
2. เครื่องยนต์ดีเซลใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เหมาะกับโรงสีข้าวขนาดกลางและขนาดเล็ก ค่าติดตั้งถูกกว่าเครื่องต้นกำลังชนิดอื่น ๆ แต่ค่าใช้จ่ายเพื่อเป็นค่าน้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างสูง
3. มอเตอร์ไฟฟ้าจะใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมอเตอร์เมื่อ เริ่มเดินเครื่องจะใช้กระแสไฟฟ้าสูงมาก แต่เมื่อมอเตอร์ทำงานและขับเคลื่อนเครื่องสีข้าวแล้วกระแสไฟฟ้าจะลดลง

กรรมวิธีการสีข้าว

ขั้นตอนการสีข้าวของโรงสีโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความสะอาด เป็นการแยกเอาสิ่งเจือปน อาทิ เศษฟาง ข้าวสับ เศษดิน และฝุ่นออกไปและยังมีการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกที่มีขนาดเล็กออกไปด้วย โดยให้ข้าวเปลือกผ่านตะแกรงที่มีรูขนาดต่าง ๆ กัน และใช้ลมเป่าจากพัดลมช่วยในการแยกสิ่งเจือปนออกไป

2. การกะเทาะข้าวเปลือก ข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว จะผ่านไปยังเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ซึ่งจะกะเทาะข้าวเปลือกให้เปลือกข้าวออกกลายเป็นข้าวกล้อง

3. การคัดแยก ข้าวกล้องจะไหลผ่านไปยังส่วนที่จะทำหน้าที่คัดแยกข้าวเปลือก และข้าวกล้องออกจากกัน ข้าวเปลือกที่แยกออกมาจะผ่านกลับไปยังเครื่องกะเทาะเปลือก อีกครั้งเพื่อทำการกะเทาะซ้ำ ส่วนข้าวกล้องที่ได้จะถูกส่งไปยังส่วนขัดข้าวขาวเพื่อขัด เป็นข้าวสารที่มีความขาวตามต้องการ

4. คัดแยกทำเป็นเปอร์เซ็นต์ ข้าวสารที่ขัดได้ความขาวตามต้องการแล้ว จะถูกนำไปทำการคัดแยกเอาคืนข้าวและปลายข้าวออกจากกัน

โรงสีข้าวระบบเก่า

โรงสีข้าวระบบเก่า คือระบบที่มีมาแต่เก่าแก่ 50 - 60 ปีแล้ว และโรงสีข้าวในเมืองไทยประมาณร้อยละ 70 - 80 จะเป็นระบบเก่า

1. ระบบต้นกำลัง ใช้เกวียนเป็นเชื้อเพลิงต้มน้ำเพื่อให้เกิดไอน้ำ (Stream) ที่มีแรงดันสูงแล้วส่งไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ แกนของกังหันไอน้ำก็จะส่งกำลังไปหมุนเพลาราวของระบบโรงสี ทำให้โรงสีขับเคลื่อนได้พร้อม ๆ กันทั้งระบบ ระบบส่งถ่ายกำลังจะใช้เพลาร่วมเป็นตัวขับเคลื่อนโดยส่งไปยังสายพานและพูลเลย์ของเครื่องจักรแต่ละตัว ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน

2. ระบบการขัดสีข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวขาว การสีข้าวจากข้าวเปลือก มีขบวนการดังนี้ ข้าวเปลือกเมื่อผ่านตะแกรงทำความสะอาด ที่เรียกว่า “ตะแกรงกะเทาะ” (เพื่อแยกสิ่งสกปรกสิ่งเจือปนต่าง ๆ ออก) จากนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบจานหมุนที่เรียกว่า หินข้าวดำ ทำการกะเทาะข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง ในอัตราส่วนข้าวกล้อง/ข้าวเปลือก 80/20 เกวียนจะถูกพัดลมดูดออกไปที่เหลือเป็นข้าวผสมระหว่างข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ก็จะถูกส่งไปแยกออกจากกันโดยเครื่องตะแกรงโยก ก็จะได้ข้าวกล้องล้วนและข้าวเปลือกล้วน ๆ โดยข้าวเปลือกจะถูกส่งกลับไปกะเทาะเปลือกออกอีกครั้ง ส่วนข้าวกล้องก็จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องขัดขาวหรือที่เรียกว่า “หินข้าวขาว” จะเป็นหินแนวแกนตั้งรูปกรวย จากด้านบนใหญ่ลงมาด้านล่างเล็ก พร้อมมียางขัดขาวประมาณ 4 - 6 แห่ง และลูกหินจะถูกล้อมรอบด้วยตะแกรงสายแบบมุ้งลวด และจะมีพัดลมสำหรับดูดข้าวออกทางด้านล่างของหินขัด ปกติโรงสีทั่วไป จะมีการขัดขาว 2 ครั้ง คือข้าวกล้องจะถูกส่งมาขัดด้วยหินข้าวขาวครั้งที่ 1 เสร็จแล้วส่งต่อไปขัดด้วยหินข้าวขาวลูกต่อไป ครั้งที่ 2 ก็จะจบขบวนการขัดขาว แต่ในระยะหลัง ๆ การขัดข้าวขาว ได้เพิ่มเป็นขัด 3 ครั้ง เพื่อลดการสูญเสียการแตกหัวของข้าว โดยเฉพาะการสีข้าวหอมมะลิซึ่งต้องการความขาวค่อนข้างมาก

3. ระบบแยกข้าวคืน ข้าวหักออกจากกัน (ระบบคัดร้อยละ) ข้าวขาวที่ออกมาจากหินขัดข้าวครั้งสุดท้าย จะเป็นข้าวรวม คือ มีทั้งข้าวคืน (เมล็ดเต็ม) และข้าวหัก ขนาดต่าง ๆ กัน ปั่นกัน จึงต้องมี

ระบบการคัดแยกข้าวต้น ข้าวหักใหญ่ (ข้าวท่อน) ข้าวหักเล็ก และข้าวปลายออกจากกันทั้งนี้เพราะราคาขายข้าวแต่ละขนาดไม่เท่ากัน ข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักใหญ่ จะมีราคาสูงกว่าข้าวหักเล็กหรือปลายข้าว ระบบการคัดแยก หรือการคัดเปอร์เซ็นต์นี้ จะกระทำโดยผ่านตะแกรงเหล็มนั่นแรก เพื่อเป็นการคัดข้าวต้นล้วน ๆ ออกจากข้าวรวมก่อน (ข้าวต้นนี้จะมีประมาณร้อยละ 40 - 50 ของข้าวรวม) หลังจากนั้นก็จะส่งข้าวรวมไปคัดแยกข้าวต้นข้าวหักใหญ่ ข้าวหักเล็ก และปลายข้าว โดยการผ่านตะแกรงกลมซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กม้วนรูปทรงกระบอกยาว ประมาณ 2.5 เมตร แผ่นตะแกรงจะเป็นหลุมครึ่งวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ ตามขนาดของข้าวต้น ข้าวหักที่จะนำมาคัด (ขนาดมาตรฐาน 4 - 7 มิลลิเมตร) ในโรงสีทั่วไป จะทำการคัดเปอร์เซ็นต์เป็นข้าวร้อยละ 100 ข้าวร้อยละ 5 ข้าวร้อยละ 25 ข้าวร้อยละ 35 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมโรงสีข้าวไทย

4. ระบบการชั่ง บรรจุกระสอบ บรรจุถุง เมื่อผ่านการคัดเปอร์เซ็นต์แล้ว ข้าวสารทั้งข้าวต้นและข้าวปลายจะถูกชั่งน้ำหนัก โดยเครื่องชั่งทั้งแบบธรรมดา และแบบอัตโนมัติ ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยชั่งและบรรจุในกระสอบข้าวสารขนาด 100 กิโลกรัม 50 กิโลกรัม หรือบรรจุพลาสติกใสขนาดเล็ก 2, 5 และ 10 กิโลกรัม ตามความต้องการของตลาด

โรงสีข้าวระบบทันสมัย

โรงสีระบบทันสมัยนิยมใช้กันมากในประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกาที่สีข้าวเปลือกทั้งเมล็ดสั้นและเมล็ดยาว ประเทศไทยเริ่มมีโรงสีข้าวแบบทันสมัยมาประมาณ 10 - 15 ปีมาแล้ว ระบบการทำงานก็คล้ายกับระบบเก่า แตกต่างกันที่ต้นกำลังและรายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ทำงานไม่เหมือนกัน

1. ระบบต้นกำลัง ใช้มอเตอร์แยกขับแต่ละเครื่องทำให้ได้กำลังผลิตสูงและสะดวกในการใช้งาน ถ้ามอเตอร์ตัวใดเสีย เครื่องอื่น ๆ ยังคงทำงานได้ไม่ต้องหยุดทั้งโรงเหมือนโรงสีแบบเพลาขาว ซึ่งถ้าเครื่องยนต์เสีย จะหยุดทำงานทั้งระบบ

2. ระบบทำความสะอาดข้าวเปลือก โรงสีระบบใหม่จะทำการคัดทำความสะอาดข้าวเปลือกได้ละเอียดกว่าแบบรุ่นเก่า โดยมีแผ่นตะแกรงขนาดต่าง ๆ กัน 2 - 3 ชั้น คัดสิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ ๆ ออก และมีระบบลมดูดสิ่งสกปรกชิ้นเบา ๆ เล็ก ๆ ออก

3. ระบบกะเทาะข้าวเปลือก แยกข้าวกล้อง ข้าวขาว เครื่องแบบทันสมัยใช้เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางกลม ขนาดมาตรฐาน 10 นิ้ว 2 ลูก หมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน ทำให้ข้าวเปลือกที่ผ่านลูกยางถูกกะเทาะผิวออกได้โดยไม่แตกหัก หรือแตกหักน้อยมาก อัตราส่วนการกะเทาะข้าวกล้องของลูกยางจะสูงถึงร้อยละ 85 - 90 โดยใช้มอเตอร์ขนาดเล็กกว่าแบบเก่า ข้าวกล้องที่ถูกกะเทาะแล้วรวมทั้งข้าวเปลือกจะถูกนำไปเข้าเครื่องแยกหินเพื่อแยกหินที่มีเม็ดเท่าข้าวเปลือกออกอีกครั้ง รวมทั้งแยกแกลบที่ยังปนมากับข้าวกล้องด้วย ทำให้ข้าวสารที่ออกมา

สะอาดไม่มีกรวด หิน ดินทรายเจือปน หลังจากนั้นข้าวกล้องและข้าวเปลือกจะถูกส่งไปยังตะแกรงโยกแบบลาดเอียงหรือแบบช่องฟันปลา ซึ่งทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ แยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือกอย่างสมบูรณ์ เครื่องจะส่งข้าวกล้องไปยังระบบขัดขาวต่อไประบบขัดขาวของโรงสีแบบใหม่จะคล้าย ๆ กับหินขัดขาวของโรงสีแบบเก่า แต่แบบใหม่จะมีทั้งหินขัดแบบแนวตั้งและแนวนอนรวมกัน หินกากเพชรแบบนี้ ไม่มีการพอกใหม่จะมีคมตลอดเวลาทำให้ขัดข้าวได้ขาวจุมูกดี บางโรงที่ทันสมัยจะใช้ระบบขัดขาวแบบแกนนอนเป็นตัวขัดข้าวกล้องตั้งแต่ขัดครั้งที่หนึ่งจนถึงขัดครั้งที่สอง ขัดครั้งที่สามจะใช้หินกากเพชรเป็นตัวขัดเพื่อเพิ่มความขาว หลังจากนั้นจะปิดท้ายด้วยระบบขัดผิว หรือที่เรียกว่า ขัดมัน เพื่อเป็นการทำให้ผิวข้าวสารที่ออกมาเรียบสะอาดเป็นมัน โดยการใช้ระบบเครื่องขัดมันที่มีการฟ่นละอองไอน้ำเข้าเครื่องระหว่างการขัดสี ทำให้เมล็ดข้าวที่ขัดกันเอง ลดความร้อนลง และคราบราที่เกาะผิวเมล็ดข้าวถูกเช็ดออกมาหมด จึงได้เมล็ดข้าวที่เงางาม

4. ระบบการคัดเปอร์เซ็นต์ ระบบการคัดจะคล้ายกับโรงสีระบบเก่า แต่ตะแกรงเหลี่ยมที่ใช้คัดจะมีขนาดเล็กกว่า ใช้แรงม้าน้อยกว่า

5. ระบบการบรรจุกระสอบ บรรจุถุง คล้ายกับโรงสีระบบเก่าแต่โรงสีแบบใหม่จะใช้ระบบการชั่งข้าวสาร บรรจุด้วยเครื่องชั่งอัตโนมัติ ตั้งแต่ 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50, 100 กิโลกรัม เป็นส่วนมากไม่ใช่เครื่องชั่งแบบโบราณ ซึ่งการชั่งแบบใหม่มีความแม่นยำสูง ทำให้ลดการสูญเสียในการชั่งขาด ชั่งเกินได้มาก

โรงสีขนาดเล็ก

ตั้งอยู่ในชนบทบริเวณพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวมาก แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ โรงสีแบบลูกหิน และโรงสีแบบหินโม้ โดยโรงสีแบบหินโม้เป็นเทคโนโลยีแบบเดิมที่มีมานานแล้ว และเทคโนโลยีแบบลูกหินเข้ามาสู่ประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2513 โดยโรงสีแบบลูกหินที่มีขนาดเล็กที่สุดจะมีลูกหินเพียงลูกเดียว และส่วนประกอบทั้งหมดอยู่ในตู้จิ้งนิมเรียกว่า โรงสีตู้

โรงสีตู้จะสีข้าวเปลือกได้ประมาณวันละ 1 เกวียน เครื่องสีข้าวนี้ ใช้พลังงานจากไฟฟ้า มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งเหล็กที่เคลือบด้วยหินกากเพชร อยู่ภายในกระบอกเหล็กที่ด้านหนึ่งจะมีแถบยางยื่นเข้าไปจนเกือบแตะลูกกลิ้ง โดยแถบยางนี้จะปรับระยะห่างจากลูกกลิ้งได้ตามต้องการ กระบวนการสีเริ่มจากนำข้าวเปลือกผ่านเข้าไประหว่างลูกกลิ้งกับแถบยาง ทำให้เกิดการบีบและดึงแยกให้เปลือกหลุดออกเป็นเกล็ด ข้าวกล้อง และรำหยาบ นำข้าวกล้องที่แยกได้เข้าเครื่องสีอีกครั้งเพื่อขัดผิวข้าวให้ขาว โดยการปรับระยะระหว่างแถบยางและลูกกลิ้งให้แคบลงการสีครั้งที่ 2 จะได้ต้นข้าว และรำละเอียด โรงสีแบบลูกหินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะมีลูกหินซึ่งทำหน้าที่เฉพาะการกะเทาะและการขัดข้าวกล้องเป็นข้าวสาร โดยทำงานพร้อมกัน 2 - 3 ลูก โรงสีแบบหินโม้ ประกอบด้วย

งานหลักเรียกว่าหินข้าวดำหรือหินจาน เคลือบด้วยหินกากเพชร 2 งาน วางขนานและหันหน้าเข้าหากันตามแนวราบระหว่างงาน ปรับระยะช่องว่างได้ เมื่อใส่ข้าวที่กรวยด้านบนลงสู่จาน จานล่างจะหมุนไปรอบ ๆ ขณะที่จานบนอยู่กับที่ ทำให้ข้าวเปลือกผ่านเข้าไปในระหว่างช่องที่ปรับระยะห่างของจานทั้ง 2 ไว้ เกิดการบีบและดึงแยก ทำให้เปลือกหลุดเป็นเกล็ด และแยกข้าวกลิ้งไปขัดผิวในกรวยขัดขาว ซึ่งเป็นกรวยเหล็กฉาบด้วยหินกากเพชรเช่นกันรอบ ๆ กรวยจะมีตะแกรงติดด้วยแถบยางเป็นระยะ เมื่อหมุนกรวยไปรอบ ๆ ทำให้เกิดการขัดผิวข้าวกลิ้งด้วยหินกากเพชร และแผ่นยางรอบกรวยนิยמצัด 2 ครั้ง เพื่อแยกข้าวออกจากข้าวกลิ้งได้ข้าวขาวหมด โรงสีแบบนี้มักใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ดีเซล

ทฤษฎีการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ความเป็นมาของการบรรจุภัณฑ์

ในยุคหินเมื่อมนุษย์ล่าสัตว์ได้เขาจะใช้หนังสัตว์ หรือใบไม้ห่อหุ้มสัตว์ที่ล่ามาได้เพื่อป้องกันพวกแมลง แสงแดดและฝน นอกจากนี้ในการพกพาอาหารหรือวัตถุที่ต้องการ สิ่งที่ใช้ในการห่อหุ้มจะเป็นใบไม้ เปลือกไม้ เปลือกหอย กระบอกไม้ กระเพาะสัตว์ หนังสัตว์ ฯลฯ เป็นต้น การรู้จักการแก้ปัญหาด้วยการนำเอาวัตถุดิบ (Raw Materials) จากธรรมชาติเข้ามาเป็นอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ การกระทำได้กล่าวถึงนับว่าเป็นที่มาของการบรรจุ (Filling) ต่อมามนุษย์เริ่มรู้จักการประดิษฐ์คิดค้นภาชนะบรรจุด้วยการดัดแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุธรรมชาติให้มีรูปร่างและหน้าที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นนี้เอง จึงจัดว่าเป็นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ดั้งเดิม (Primitive Packaging Design) ที่มนุษย์ในสมัยก่อนได้กระทำขึ้นตามสภาพการเรียนรู้และการค้นพบวัสดุในแต่ละยุค (มณฑล ศาสนนันท์, 2550 : 42)

การออกแบบการบรรจุภัณฑ์ จึงเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการค้าและการบริการ ในฐานะของสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่การขนส่งสินค้า (Aid Transportation) โดยทำหน้าที่ขึ้นพื้นฐานอันดับแรกคือ ปกป้อง คุ้มครองสินค้าให้ปลอดภัยจากความเสียหาย อันเนื่องมาจากการกระทบกระเทือน และป้องกันสิ่งปนเปื้อนที่ไม่พึงประสงค์ (To Prevent Spillage And Contamination) ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์จากโรงงานผลิตไปจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ซึ่งบทบาทนี้มีผลทำให้รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ (Package Form) มีการพัฒนาขึ้นมารับรอง มีการออกแบบภาชนะบรรจุแบบปิด (Closed Container) เช่น ถังไม้ (Barrel) การรู้จักปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ (Container Closure) เช่น มีฝาอุดปิดขวด (Bottle Plug Seals) ฯลฯ เป็นต้น เทคนิคและกรรมวิธีการบรรจุที่พัฒนาขึ้นตามหน้าที่ใช้สอยเหล่านี้ จึงเป็นผลทำให้เกิดการพัฒนาารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายลักษณะตามกาลเวลา และการค้นพบวัสดุหรือเทคโนโลยีที่นำมาใช้ ในราว ค.ศ. 1200 รูปแบบของการบรรจุภัณฑ์ ที่ปรากฏเป็นหลักฐาน ได้แก่

ตาราง 2 วัสดุและรูปแบบการใช้งาน

วัสดุ (Materials)	รูปแบบและการใช้ (Package Form And Use)
หนัง (Leather)	การห่อ พันเป็น กระเป๋า ถุง
ผ้า (Cloth)	การห่อ พันเป็น ถุง กระสอบ
ไม้ (Wood)	ถังไม้ หีบ ไม้ ลัง กำปั้น
วัชพืชหรือผลิตภัณฑ์จากไม้ (Grass/Split Wood)	ตะกร้า เสื่อ ลังทอ
หิน (Stone)	กาน้ำ คนโท
ดิน (Earthenware)	หม้อ ถ้วยชาม ฯลฯ
โลหะ (Metal)	หม้อ ถ้วยชาม กาน้ำ
แก้ว (Glass)	แก้วน้ำ ขวด ชาม คนโท

ที่มา : มณฑล ศาสนนันท์. 2550 : 43

ในสมัยต่อมา เมื่อมีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ด้านศิลปศาสตร์และเทคโนโลยี เครื่องกลโรงงานต่าง ๆ ถูกคิดค้นพัฒนามากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงของการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม

การปฏิวัติอุตสาหกรรม (The Industrial Revolution) ที่เริ่มมาตั้งแต่ต้น ศตวรรษที่ 17 ทำให้ระบบการผลิตกลายเป็นการผลิตแบบขนานใหญ่ (Mass Production) และทำให้เกิดการพัฒนา รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถสนองความสะดวกสบายต่อการขนส่งสินค้า ความต้องการด้านความปลอดภัย ความรวดเร็ว ความต้องการสินค้าที่มีคุณภาพ และความต้องการ ความหลากหลายของสินค้า ฯลฯ จึงทำให้เกิดการตรากฎหมาย (Legislation) หน่วยบรรจุภัณฑ์ (Unit Packaging) ตราสินค้า (Brand Identification) และการโฆษณา (Advertising)

1. มีการตรากฎหมายขึ้นเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค ให้ผู้ผลิตเคารพในกรรมวิธีการผลิต ที่สะอาดบริสุทธิ์และถูกต้องตามหลักสุขภาพอนามัย (Respect to Sanitation and Purity) ไม่ปิดป้ายฉลาก หลอกลวงผู้บริโภคเกินความจริง

2. หน่วยบรรจุ เกิดขึ้นเพราะให้ความคุ้มครองผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่า

3. ตราฉลากสินค้าหรือยี่ห้อผลิตภัณฑ์ เริ่มมีความสำคัญเพราะทำให้ผู้บริโภคสามารถ จดจำ และเลือกผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตามคุณภาพได้

4. ผู้บริโภคมีความรู้และประสบการณ์หลายด้านเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ หรือเลือกการบริโภค อย่างแพร่หลาย โดยผ่านวิธีการโฆษณาและประชาสัมพันธ์

ปรากฏการณ์เหล่านี้ทำให้ตัวบรรจุภัณฑ์ (Package) เริ่มเข้ามามีบทบาทแทนพนักงานขาย มีความสำคัญมากในฐานะ “ตัวแสดงสินค้า” (The Representation of Product) ที่ต้องการแสดงให้ผู้บริโภคเห็นถึงเนื้อในหรือเนื้อหา (Content) ของสินค้าด้วยการให้ข้อมูลรายละเอียดของสินค้าบนหีบห่อ โดยใช้เทคนิควิธีการออกแบบสมัยใหม่ที่สามารถดึงดูดผู้บริโภคได้ ดังนั้นหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมาจึงมีการพัฒนารูปแบบวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์หรือภาชนะบรรจุ ความเร็ว ความเข้าใจ ด้านศิลปะ และกราฟิกดีไซน์ ด้วยเหตุและปัจจัยดังที่กล่าวมาแล้ว จึงเป็นผลให้เกิดอาชีพเฉพาะขึ้นในวงการอุตสาหกรรม คือ อาชีพนักออกแบบบรรจุภัณฑ์ (Packaging Designer) ที่เพิ่งเกิดขึ้นในช่วงไม่กี่สิบปีที่ผ่านมาเอง ซึ่งนับว่าเป็นอาชีพใหม่ที่มีความสำคัญต่อวงการธุรกิจการค้าเป็นอย่างมาก ดังนั้น การออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงเป็นวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับคนหลายวงการ หลายอาชีพ และหลายวิทยาการ (Multidiscipline Profession) กล่าวคือ นักออกแบบบรรจุภัณฑ์ต้องศึกษาหาความรู้

วิวัฒนาการการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (The Evolution of Packaging Design)

มนุษย์เรามีวิวัฒนาการจากยุคหนึ่งมาสู่อีกยุคหนึ่ง เช่นนี้ตลอดมา สิ่งนี้จะส่งผลสะท้อนต่อบรรยากาศ หรือองค์ประกอบในการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก จากแรกเริ่มที่มนุษย์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ และดำรงชีวิตง่าย ๆ ด้วยการอาศัยผลิตผลจากการเพาะปลูก หรือการเลี้ยงสัตว์เพียงจำนวนไม่มาก มีการพึ่งพาอาศัยและติดต่อกันในกลุ่มใกล้เคียงเท่านั้น ต่อมาเมื่อจำนวนประชากรมีมากขึ้น มีการแบ่งกลุ่มอาศัยออกเป็นหมู่เหล่า การผลิตเฉพาะเพียงบริโภคในครอบครัวเริ่มไม่พอเพียง จึงเริ่มมีระบบการแลกเปลี่ยนที่กว้างขวางขึ้น ในที่สุดระบบการผลิตก็เปลี่ยนรูปแบบไปเกิดเป็นการผลิตแบบอุตสาหกรรม (Mass Production) ขึ้น การแลกเปลี่ยนสิ่งของเครื่องใช้ หรืออาหาร จึงขยายวงจากบุคคลใกล้เคียงไปเป็นการแลกเปลี่ยนกับบุคคลในกลุ่มอื่น ในอาณาเขตที่กว้างขวางขึ้น

ในระยะแรกของการแลกเปลี่ยน การเคลื่อนย้ายสิ่งของเครื่องใช้ที่มีการแลกเปลี่ยน ก็อาศัยภาชนะตามพื้นบ้านที่ใช้กันอยู่ในครัวเรือนตามสะดวก แต่ต่อมาเมื่อการแลกเปลี่ยนขยายขอบเขตจนถึงขนาดมีการซื้อขายและขายขอบเขตวงกว้างออกไปมาก ๆ บรรจุภัณฑ์ใหม่ ๆ จึงเริ่มเข้ามามีบทบาท เริ่มมีการคิดค้นและประดิษฐ์บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการในแต่ละกรณี เช่น ใช้ใบไม้มาทำกระทง ห่อขนม เอากิ่งไม้หรือเปลือกไม้มาสานทำกระทง ชะลอม ตะกร้า ฯลฯ ซึ่งบรรจุภัณฑ์เหล่านี้เป็นพื้นฐานมาจากการคิดค้นจากวัฒนธรรมชาติ และพัฒนามาเป็นบรรจุภัณฑ์ในยุคต่อมา ซึ่งได้มีการคิดค้นวัสดุชนิดอื่น ๆ ที่จะสามารถตอบสนองประโยชน์ในการบรรจุภัณฑ์ได้กว้างขวาง และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากการศึกษาถึงวิวัฒนาการของบรรจุภัณฑ์ดังกล่าว เราจึงอาจแบ่งประเภทของบรรจุภัณฑ์ออกได้อย่างกว้าง ๆ เป็น 2 ประเภท คือ

1. บรรจุภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ธรรมชาติได้สร้างหีบห่อขึ้นเพื่อป้องกันและรักษาผลผลิตทางธรรมชาติได้อย่างดีเยี่ยมและชาญฉลาด โดยสร้างให้มีความเหมาะสมกับผลผลิตแต่ละชนิดไป อาทิเช่น เปลือกผลไม้ เปลือกไข่ เป็นต้น

2. บรรจุภัณฑ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นบรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากการที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น โดยได้คิดประดิษฐ์จากวัสดุต่าง ๆ เพื่อสนองประโยชน์นานาประการ เช่น เพื่อคุ้มครองป้องกันผลิตภัณฑ์เพื่อความสะดวกในการขนส่ง เพื่อการส่งเสริมการจำหน่าย ฯลฯ

สำหรับประเทศไทยเรา คำว่า “บรรจุภัณฑ์” จะเป็นคำใหม่ซึ่งคนไทยยังไม่คุ้นเคยนัก แต่ในความเป็นจริงแล้ว คนไทยนับว่าเป็นนักออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความสามารถยิ่ง จะเห็นได้จากวิธีการนำเอาวัสดุธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างดียิ่ง เช่น การใช้ใบกล้วย ใบตาล ทางมะพร้าว ใบเตย ฯลฯ มาคิดประดิษฐ์เป็นห่ออาหารแบบต่าง ๆ การจักสานภาชนะต่าง ๆ จากไม้ไผ่ หวาย ต้นหญ้า ปอ ฯลฯ บรรจุภัณฑ์เหล่านี้มีรูปร่างลักษณะสวยงาม แปลกตา และสามารถสนองประโยชน์ได้อย่างดีในแต่ละกรณี เหมาะกับการบรรจุสิ่งของต่าง ๆ เช่น อาหารทั้งที่เป็นของแห้งหรือมีน้ำ หรือสิ่งของที่ต้องการความปลอดภัยและความสะดวกในการเคลื่อนย้ายอื่น ๆ

จากการที่มนุษย์ได้คิดนำวัสดุที่มีตามธรรมชาติมาประดิษฐ์เป็นบรรจุภัณฑ์ใช้ในชีวิตประจำวันดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ความพยายามและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ก็ยังไม่สิ้นสุด เมื่อเกิดความต้องการขยายให้กว้างขึ้น เช่น การขยายขนาด และจำนวนของสินค้า การเคลื่อนย้ายของใหญ่ ๆ จำนวนมากต้องการบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และแม้เมื่อความเจริญก้าวหน้าทางด้านการตลาดมากขึ้น บรรจุภัณฑ์ก็เข้ามามีบทบาทใช้เป็นเครื่องมือในทางการตลาดด้วย เช่น ใช้เป็นเครื่องช่วยในด้านการส่งเสริมการจำหน่าย ดังนั้นจึงได้มีการค้นคว้าคิดประดิษฐ์บรรจุภัณฑ์แบบใหม่ ๆ ตลอดจนปรับปรุง และค้นหาวัสดุที่ใช้ในการบรรจุให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น จนในที่สุดปัจจุบันเรามีวัสดุที่ใช้เพื่อการบรรจุภัณฑ์มากมายหลายชนิด อาทิเช่น กระดาษชนิดต่าง ๆ แผ่นโลหะ ใยสังเคราะห์ แก้ว พลาสติก ไม้ ฯลฯ

ความหมายของการบรรจุภัณฑ์ (Packaging)

การบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางการตลาด โดยเฉพาะปัจจุบันที่การผลิตสินค้า หรือบริการได้เน้นหรือให้ความสำคัญกับผู้บริโภค (Consumer Oriented) และจะได้เห็นว่าการบรรจุภัณฑ์มีบทบาทมากขึ้นเพราะลำพังตัวสินค้าเองไม่มีนวัตกรรม (Innovation) หรือการพัฒนาอะไรใหม่อีกแล้ว ฉะนั้นไม่ออกเพราะได้มีการวิจัยพัฒนามานานจนถึงขั้นสุดขุดแล้ว จึงต้องมาเน้นกันที่บรรจุภัณฑ์กับการบรรจุหีบห่อ (Packaging) บรรจุภัณฑ์กับหีบห่อ (Package) ถือว่าเป็นคำคำเดียวกัน ทั้งนี้สุดแล้วแต่ผู้ใดประสงค์หรือชอบที่จะใช้คำใด (มณฑล ศาสนนันท์. 2550 : 47)

ความหมายของการบรรจุภัณฑ์หรือการบรรจุหีบห่อ (Packaging) ได้มีผู้ให้คำจำกัดความไว้มากมายพอสรุปได้ดังนี้

1. Packaging หมายถึง งานเทคนิคที่ต้องอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์และความคิดสร้างสรรค์ ในอันที่จะออกแบบและผลิตหีบห่อให้มีความเหมาะสมกับสินค้าที่ผลิตขึ้นมาให้ความคุ้มครองสินค้า ห่อหุ้มสินค้าตลอดจนประโยชน์ใช้สอย อาทิเช่น ความสะดวกสบายในการหอบหิ้ว พกพาหรือการใช้ เป็นต้น

2. Packaging หมายถึง กลุ่มของกิจกรรมในการวางแผนเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต ภาชนะบรรจุหรือสิ่งห่อหุ้มห่อสินค้าบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความเกี่ยวพันอย่างใกล้ชิดกับฉลาก (Label) และตราชื่อ (Brand Name)

3. Packaging หมายถึง ผลรวมของศาสตร์ (Science) ศิลป์ (Art) และเทคโนโลยีของการออกแบบ การผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้า เพื่อการขนส่งและการขายโดยเสียค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

4. Packaging หมายถึง การใช้เทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์เพื่อหาวิธีการรักษาสภาพเดิมของสินค้าจนกว่าจะถึงมือผู้บริโภคคนสุดท้าย เพื่อให้ยอดขายมากที่สุดและต้นทุนต่ำสุด

5. Packaging หมายถึง กิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและผลิตรูปร่างหน้าตาของภาชนะบรรจุ สิ่งห่อหุ้มตัวผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์

6. Packaging เป็นทั้งศิลปะและวิทยาศาสตร์ ซึ่งถูกมองในหลายแง่โดยบุคคลฝ่ายต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตสินค้า กล่าวคือ ฝ่ายเทคนิคจะคิดถึงปฏิริยาระหว่างภาชนะบรรจุกับผลิตภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อม ฝ่ายผลิตจะพิจารณาต้นทุนและประสิทธิภาพของระบบการบรรจุ ฝ่ายจัดซื้อจะคำนึงถึงต้นทุนของวัสดุทางการบรรจุ และฝ่ายขายจะเน้นถึงรูปแบบและสีสันทันที่สะดุดตา ซึ่งจะช่วยในการโฆษณาผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุนี้ Packaging ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมจะเกิดขึ้นได้จากการประนีประนอมของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ภาชนะบรรจุซึ่งมีน้ำหนักเบาและราคาต้นทุนต่ำ แต่ในขณะเดียวกันมีรูปแบบสวยงาม และให้ความคุ้มครองอย่างเพียงพอแก่ผลิตภัณฑ์ภายในได้

7. Packaging หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดในขบวนการทางตลาดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสร้างสรรค์ภาชนะบรรจุหรือหีบห่อให้กับผลิตภัณฑ์

8. Packaging หมายถึง การนำเอาวัสดุ เช่น กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ไม้ ประกอบเป็นภาชนะห่อหุ้มสินค้า เพื่อประโยชน์ในการใช้สอยมีความแข็งแรง สวยงาม ได้สัดส่วนที่ถูกต้อง สร้างภาพพจน์ที่ดี มีภาษาในการติดต่อสื่อสาร และทำให้เกิดผลความพึงพอใจจากผู้ซื้อสินค้า ส่วนความหมายของ “หีบห่อ” “บรรจุภัณฑ์” หรือ “ภาชนะบรรจุ” (Package) มีผู้ให้คำจำกัดความไว้มากมายเช่นกัน

บทบาทหน้าที่ของบรรจุกัณฑ์

ในสมัยก่อนนั้น การใช้บรรจุกัณฑ์ก็เพื่อเก็บรักษาสินค้าให้คงสภาพ (Protection) ในระยะเวลาหนึ่งหรือจนกว่าจะนำไปใช้ แต่เมื่อมีการแข่งขันทางการค้ามากขึ้น บรรจุกัณฑ์จึงมีบทบาท ในด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) เริ่มเน้นเรื่องความสวยงาม สะดุดตา ตลอดจนความสะดวกในการนำไปใช้ บรรจุกัณฑ์ในปัจจุบันมีหน้าที่ (มณฑล ศาสนนันท์. 2550 : 49)

1. ทำหน้าที่รองรับ (Contain) บรรจุกัณฑ์จะทำหน้าที่รองรับสินค้าให้รวมกันอยู่เป็นกลุ่มน้อย หรือตามรูปร่างของภาชนะนั้น ๆ

2. ป้องกัน (Protect) บรรจุกัณฑ์จะทำหน้าที่ป้องกันคุ้มครองสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในไม่ให้ยุบ สลาย เสียรูปหรือเสียหายอันเกิดจากสภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยสภาพดินฟ้าอากาศ ระยะเวลาในการเก็บรักษา สภาพการขนส่ง กล่าวคือให้คงสภาพลักษณะของสินค้าให้เหมือนเมื่อผลิตออกจากโรงงานให้มากที่สุด

3. ทำหน้าที่รักษา (Preserve) คุณภาพสินค้าให้คงเดิมตั้งแต่ผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภคคนสุดท้าย

4. บ่งชี้ (Identify) หรือแจ้งข้อมูล (Inform) รายละเอียดต่าง ๆ ของสินค้าเกี่ยวกับชนิด คุณภาพและแหล่งที่มาหรือจุดหมายปลายทาง โดยหีบห่อต้องแสดงข้อมูลอย่างชัดเจนให้ผู้บริโภค รู้ว่าสินค้าที่อยู่ภายในคืออะไร ผลิตจากที่ไหน มีปริมาณเท่าใด ส่วนประกอบ วันเวลาที่ผลิต วันเวลาที่หมดอายุ การระบุข้อความสำคัญ ๆ ตามกฎหมาย โดยเฉพาะสินค้าประเภทอาหารและยา ชื่อการค้า (Trade Name) เครื่องหมายการค้า (Trade Mark)

5. ดึงดูดความสนใจ (Consumer Appeal) และช่วยชักจูงในการซื้อสินค้า เนื่องจากสินค้าชนิดใหม่มีเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา การแข่งขันทางด้านตลาดก็เพิ่มมากขึ้นทุกวัน ผู้ซื้อสินค้าย่อมไม่อาจติดตามการเคลื่อนไหวทางด้านตลาดได้ทัน หีบห่อจึงต้องทำหน้าที่แนะนำผลิตภัณฑ์ที่ถูกบรรจุอยู่ให้กับผู้ซื้อด้วย ต้องดึงดูดความสนใจของผู้ซื้อที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ให้สนใจในการใช้ และหลังจากใช้แล้วเกิดความพอใจที่จะซื้อใช้อีก หีบห่อจะทำหน้าที่ขายและโฆษณาสินค้าควบคู่กันไป ในตัวด้วย เสมือนหนึ่งเป็นพนักงานขายเงียบ (Silent Salesman) ดังนั้นการที่บรรจุกัณฑ์จะสามารถดึงดูดความสนใจ และชักจูงใจให้เกิดการซื้อได้จึงเป็นผลจากปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น ขนาด รูปร่าง สี รูปทรง วัสดุ ข้อความรายละเอียด ตัวอักษร ฯลฯ

6. ช่วยเพิ่มผลกำไร หีบห่อจะทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ไม่ได้ ถ้าหากหีบห่อไม่สามารถช่วยเพิ่มผลกำไรให้กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ หีบห่อสามารถช่วยส่งเสริมยุทธวิธีการตลาด โดยการเปิดตลาดใหม่หรือการเพิ่มยอดขายให้กับสินค้าแต่ละชนิด เนื่องจากในตลาดมีสินค้าและคู่แข่งเพิ่มขึ้นตลอดเวลา หากบรรจุกัณฑ์ของสินค้าใดได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี จะสามารถดึงดูดดึงดูดใจผู้บริโภคและก่อให้เกิดการซื้อในที่สุด รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิต

7. สร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ให้แก่ผลิตภัณฑ์ สร้างความเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

8. การส่งเสริมการขาย (Promotion) เพื่อยึดพื้นที่แสดงจุดเด่น โฉว์ตัวเองได้อย่างสะดวก สามารถระบุแจ้งเงื่อนไข แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการเสนอผลประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อจูงใจผู้บริโภค เมื่อต้องการจัดรายการเพื่อเสริมพลังการแข่งขัน ก็สามารถเปลี่ยนแปลงและจัดทำได้สะดวก ควบคุมได้และประหยัด

9. การแสดงตัว (Presentation) คือ การสื่อความหมาย บุคลิก ภาพพจน์ การออกแบบและสีสันแห่งคุณภาพ ความคุ้มค่าต่อผู้บริโภค / ผู้ใช้ / ผู้ซื้อ ให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ชัดเจน สร้างความมั่นใจ เห็นแล้วอดซื้อไม่ได้

10. การจัดจำหน่ายและการกระจาย (Distribution) เหมาะสมต่อพฤติกรรมซื้อขาย เอื้ออำนวยการขาย ส่งต่อ การตั้งโชว์ การกระจาย การส่งเสริมจูงใจในตัว ทนต่อการขนย้ายขนส่ง และการคลังสินค้า ด้วยต้นทุนสมเหตุสมผล ไม่เกิดรอยขีดข่วน / ชำรุด ตั้งแต่จุดผลิตและบรรจุจนถึงมือผู้ซื้อ / ผู้ใช้ / ผู้บริโภค ทนทานต่อการเก็บไว้นานได้

ประเภทของบรรจุภัณฑ์

มณฑล ภาสนนันทน์ (2550 : 51) กล่าวว่า ประเภทของบรรจุภัณฑ์สามารถแบ่งได้หลายวิธีตามหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. แบ่งตามวิธีการบรรจุและวิธีการขนถ่าย
2. แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้
3. แบ่งตามความคงรูป
4. แบ่งตามวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้

1. ประเภทบรรจุภัณฑ์แบ่งตามวิธีการบรรจุและวิธีการขนถ่าย สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

1.1 บรรจุภัณฑ์เฉพาะหน่วย (Individual Package) คือ บรรจุภัณฑ์ที่สัมผัสอยู่กับผลิตภัณฑ์ชิ้นแรก เป็นสิ่งที่บรรจุผลิตภัณฑ์เอาไว้เฉพาะหน่วย โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นแรกคือเพิ่มคุณค่าในเชิงพาณิชย์ (To Increase Commercial Value) เช่น การกำหนดให้มีลักษณะพิเศษเฉพาะหรือทำให้มีรูปร่างที่เหมาะสมแก่การจับถือ และอำนวยความสะดวกต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ภายใน พร้อมทั้งทำหน้าที่ให้ความปกป้องแก่ผลิตภัณฑ์โดยตรงอีกด้วย

1.2 บรรจุภัณฑ์ชั้นใน (Inner Package) คือ บรรจุภัณฑ์ที่อยู่ถัดออกมาเป็นชั้นที่สอง มีหน้าที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชิ้นแรกเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด ในการจำหน่ายรวมตั้งแต่ 2 - 24 ชิ้นขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นแรก คือ การป้องกันรักษาผลิตภัณฑ์จากน้ำ ความชื้น ความร้อน แสง แสง

กระทบกระเทือน และอำนวยความสะดวกแก่การขายปลีกย่อย เป็นต้น ตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ กล่องกระดาษแข็งที่บรรจุเครื่องดื่มจำนวน 1 โหล, สบู่ 1 โหล เป็นต้น

1.3 บรรจุภัณฑ์ชั้นนอกสุด (Out Package) คือ บรรจุภัณฑ์ที่เป็นหน่วยรวมขนาดใหญ่ที่ใช้ในการขนส่ง โดยปกติแล้วผู้ซื้อจะไม่ได้เห็นบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้มากนัก เนื่องจากทำหน้าที่ป้องกันผลิตภัณฑ์ในระหว่างการขนส่งเท่านั้น ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ หีบ ไม้ ถัง กล่องกระดาษขนาดใหญ่ที่บรรจุสินค้าไว้ใน ภายในนอกจะบอกเพียงข้อมูลที่สำคัญต่อการขนส่งเท่านั้น เช่น รหัสสินค้า (Code) เลขที่ (Number) ตราสินค้า สถานที่ส่ง เป็นต้น

2. การแบ่งประเภทบรรจุภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ของการใช้

บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก (Consumer Package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคซื้อไปใช้ไป อาจมีชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ ซึ่งอาจเป็น Primary Package หรือ Secondary Package ก็ได้ บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Shopping หรือ Transportation Package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผู้รองรับหรือห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์ชั้นทุติยภูมิ ทำหน้าที่รวบรวมเอาบรรจุภัณฑ์ขายปลีกเข้าด้วยกัน ให้เป็นหน่วยใหญ่ เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกในการเก็บรักษา และการขนส่ง เช่น กล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้บรรจุยาสีฟัน กล่องละ 3 โหล

3. การแบ่งบรรจุภัณฑ์ตามความคงรูป

3.1 บรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงแข็งตัว (Rigid Forms) ได้แก่ เครื่องแก้ว (Glass Ware) เซรามิกส์ (Ceramic) พลาสติกจำพวก Thermosetting ขวดพลาสติก ส่วนมากเป็นพลาสติกฉีด เครื่องปั้นดินเผา ไม้ และโลหะ มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานเอื้ออำนวยต่อการใช้งาน และป้องกันผลิตภัณฑ์จากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี

3.2 บรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงกึ่งแข็งตัว (Semirigid Forms) ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกอ่อน กระดาษแข็งและอลูมิเนียมบาง คุณสมบัติทั้งด้านราคา น้ำหนักและการป้องกันผลิตภัณฑ์จะอยู่ในระดับปานกลาง

3.3 บรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงยืดหยุ่น (Flexible Forms) ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุอ่อนตัว มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ได้รับความนิยมสูงมากเนื่องจากมีราคาถูก (หากใช้ในปริมาณมากและระยะเวลานาน) น้ำหนักน้อย มีรูปแบบและโครงสร้างมากมาย

4. แบ่งตามวัตถุประสงค์บรรจุภัณฑ์ที่ใช้

การจัดแบ่งและเรียกชื่อบรรจุภัณฑ์ในวรรณคดีของผู้ออกแบบ ผู้ผลิต หรือนักการตลาด จะแตกต่างกันออกไป บรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทที่ตั้งอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์หลักใหญ่ (Objective Of Package) ที่คล้ายกันคือ เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ (To Protect Products) เพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (To Distribute Products) เพื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ (To Promote Products)

ในกระบวนการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยต้องอาศัยความรู้และข้อมูลจากหลายด้านการอาศัยความช่วยเหลือจากผู้ชำนาญการบรรจุ (Packaging Specialists) หลาย ๆ ฝ่ายมาร่วมปรึกษาและพิจารณาตัดสินใจ โดยที่ผู้วิจัยจะกระทำหน้าที่เป็นผู้สร้างภาพพจน์ (The Imagery Maker) จากข้อมูลต่าง ๆ ให้ปรากฏเป็นรูปลักษณะของบรรจุภัณฑ์จริง ลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานนับตั้งแต่ตอนเริ่มต้น จนกระทั่งสิ้นสุดจนได้ผลงานออกมาดังต่อไปนี้ เช่น

1. กำหนดนโยบายหรือวางแผนยุทธศาสตร์ (Policy Permutation or Atrategic Planning) เช่น ตั้งวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการผลิต เงินทุนงบประมาณ การจัดการ และการกำหนดสถานะ (Situation) ของบรรจุภัณฑ์ ในส่วนนี้ทางบริษัทแคชวิจจะเป็นผู้กำหนด

2. การศึกษาและการวิจัยเบื้องต้น (Preliminary Research) ได้แก่ การศึกษาข้อมูลหลักการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมทางการผลิต ตลอดจนการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นและเกี่ยวข้องสอดคล้องกันกับการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

3. การศึกษาถึงความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ (Feasibility Study) เมื่อได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ แล้วก็เริ่มศึกษาความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ด้วยการสเก็ตซ์ (Sketch Design) ภาพ แสดงถึงรูปร่างลักษณะ และส่วนประกอบของโครงสร้าง 2 - 3 มิติ หรืออาจใช้วิธีการอื่น ๆ ขึ้นรูปเป็นลักษณะ 3 มิติ ก็สามารถทำได้ ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการเสนอแนวความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นหลาย ๆ แบบ (Preliminary Idfas) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเทคนิควิธีการบรรจุ และการคำนวณเบื้องต้น ตลอดจนเงินทุนงบประมาณดำเนินการ และเพื่อการพิจารณาคัดเลือกแบบร่างไว้เพื่อพัฒนาให้สมบูรณ์ในขั้นตอนต่อไป

4. การพัฒนาและแก้ไขแบบ (Design Refinement) ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องขยายรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ (Detailed Design) ของแบบร่างให้ทราบอย่างละเอียดโดยเตรียมเอกสารหรือข้อมูลประกอบ มีการกำหนดเทคนิคและวิธีการผลิต การบรรจุ วัสดุ การประมาณราคา ตลอดจนการทดสอบทดลองบรรจุ เพื่อหารูปร่าง รูปทรงหรือส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการด้วยการสร้างรูปจำลองง่าย ๆ (Mock up) ขึ้นมา ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อย่างละเอียดรอบคอบเพื่อการนำเสนอ (Presentation) ต่อลูกค้าและผู้ที่เกี่ยวข้องให้เกิดความเข้าใจเพื่อพิจารณาให้ความคิดเห็นสนับสนุนยอมรับหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมในรายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเช่น การทำแบบจำลองโครงสร้างเพื่อศึกษาถึงวิธีการบรรจุ และหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ก่อนการสร้างแบบเหมือนจริง

5. การพัฒนาต้นแบบจริง (Prototype Development) เมื่อแบบโครงสร้างได้รับการแก้ไขและพัฒนาผ่านการยอมรับแล้ว ลำดับต่อมาต้องทำหน้าที่เขียนแบบ (Mechanical Drawing) เพื่อกำหนดขนาด รูปร่าง และสัดส่วนจริงด้วยการเขียนภาพประกอบแสดงรายละเอียดของรูปแบบ

แปลน (Plan) รูปด้านต่าง ๆ (Elevations) ทศนิยมภาพ (Perspective) หรือภาพแสดงการประกอบ (Assembly) ของส่วนประกอบต่าง ๆ มีการกำหนดมาตราส่วน (Scale) บอกลักษณะและประเภทวัสดุที่ใช้มีข้อความ คำสั่ง ที่สื่อสารความเข้าใจกันได้ในการผลิตเป็นบรรจุกณ์ของจริง แต่การที่จะได้มาซึ่งรายละเอียดเพื่อนำไปผลิตจริงดังกล่าวนี้ ผู้ออกแบบจะต้องสร้างต้นแบบจำลองที่สมบูรณ์ (Prototype) ขึ้นมาก่อนเพื่อวิเคราะห์ (Analysis) โครงสร้างและจำแนกแยกแยะส่วนประกอบต่าง ๆ ออกมาศึกษา ดังนั้น Prototype ที่จัดทำขึ้นมาในขั้นนี้จึงควรสร้างด้วยวัสดุที่สามารถให้ลักษณะและรายละเอียดใกล้เคียงกับบรรจุกณ์ของจริงให้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ เช่นอาจจะทำด้วยปูนปลาสเตอร์ ดินเหนียว กระดาษ ฯลฯ และในขั้นนี้ การทดลองออกแบบกราฟฟิคบน บรรจุกณ์ที่ควรได้รับการพิจารณาร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับลักษณะของโครงสร้างเพื่อสามารถนำผลงานในขั้นนี้มาคัดเลือกพิจารณาความมีประสิทธิภาพของรูปลักษณ์บรรจุกณ์ที่สมบูรณ์

6. การผลิตจริง (Production) สำหรับขั้นตอนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นหน้าที่รับผิดชอบของฝ่ายผลิตในโรงงานที่จะต้องดำเนินการตามแบบแปลนที่นักออกแบบให้ไว้ ซึ่งทางฝ่ายผลิตจะต้องจัดเตรียมแบบแม่พิมพ์ของบรรจุกณ์ให้เป็นที่ไปตามกำหนด และจะต้องสร้างบรรจุกณ์จริงออกมาจำนวนหนึ่งเพื่อเป็นตัวอย่าง (Pre - production Prototypes) สำหรับการทดสอบทดลองและวิเคราะห์เป็นครั้งสุดท้าย หากพบว่ามีข้อบกพร่องควรดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงดำเนินการผลิตเพื่อนำไปบรรจุและจำหน่ายในลำดับต่อไป

การออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุกณ์

1. การออกแบบกราฟฟิค บรรจุกณ์เป็นตัวแทนของกระบวนการส่งเสริมการขายทางด้านการตลาด ณ จุดขายที่สามารถจับต้องได้ ทำหน้าที่เป็นสื่อโฆษณาได้อย่างดีเยี่ยม ณ จุดขายรูปทรงของบรรจุกณ์เปรียบได้กับตัวโครงร่างกายของมนุษย์ สีที่ออกแบบบรรจุกณ์เปรียบเสมือนผิวหนังของมนุษย์ คำบรรยายบนบรรจุกณ์เปรียบได้กับปากที่กล่าวแจ้งแถลงสรรพคุณ การออกแบบอาจจะเขียนเป็นสมการอย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้ การออกแบบ = คำบรรยาย + สัญลักษณ์ + ภาพพจน์ เนื่องจากการออกแบบภาพพจน์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งซึ่งอาจแสดงออกได้ด้วย จุด เส้น สี รูปร่าง และรูปถ่าย ผสมผสานกันออกมาเป็นพาณิชย์ศิลป์บนบรรจุกณ์ ด้วยหลักการง่าย ๆ 4 ประการ คือ SAFE ซึ่งมีความหมายว่า

Simple	เข้าใจง่ายสบายตา
Aesthetic	มีความสวยงามชวนมอง
Function	ใช้งานได้ง่าย สะดวก ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม
Economic	ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

2. การออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยังมีบทบาทช่วยเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ทางด้านการตลาด ดังนี้

2.1 การใช้โฆษณา บรรจุภัณฑ์จำเป็นต้องออกแบบให้จำได้ง่าย ณ จุดขาย หลังจากกลุ่มเป้าหมายได้เห็นหรือฟังโฆษณามาแล้ว ในกลยุทธ์นี้บรรจุภัณฑ์ก็ต้องเด่นกว่าคู่แข่งจนหรือมีกราฟฟิกที่สะดุดตาโดยไม่ต้องให้กลุ่มเป้าหมายมาองหา ณ จุดขาย

2.2 การเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย ช่องทางการจัดจำหน่ายที่เปลี่ยนแปลงไปอาจจำเป็นต้องมีการออกแบบปริมาณสินค้าต่อหน่วยขนส่งใหม่เพื่อลดค่าใช้จ่าย หรือมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับจุดขายใหม่ การเพิ่มหิ้ง ณ จุดขายที่เรียกว่า POP (Point of Purchase) อาจมีส่วนช่วยส่งเสริมการขายเมื่อเปิดช่องทางการจัดจำหน่ายใหม่

2.3 เจาะตลาดใหม่ มีความจำเป็นอย่างย้งที่ต้องออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ในการเจาะตลาดใหม่หรือกลุ่มเป้าหมายใหม่ ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนตราสินค้าใหม่อีกด้วย

2.4 ผลิตภัณฑ์ใหม่ ถ้าผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นสินค้าที่เกี่ยวข้องกับสินค้าเก่า เช่น เปลี่ยนจากการขายกล้วยตากแบบเก่า เพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่มาเป็นกล้วยตากชุบน้ำผึ้ง อาจใช้บรรจุภัณฑ์เก่าแต่เปลี่ยนสีใหม่เพื่อแสดงความสัมพันธ์กับสินค้าเดิมหรืออาจใช้เทคนิคของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ยูนิฟอร์มดังจะกล่าวต่อไปในบทนี้ แต่ในกรณีที่เป็นสินค้าใหม่ถอดด้ามจำเป็นต้องออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่หมด แต่อาจคงตราสินค้าและรูปแบบเดิมไว้เพื่อสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้ากลุ่มที่เคยเป็นลูกค้าประจำของสินค้าเดิม

2.5 การส่งเสริมการขาย จำเป็นอย่างย้งต้องมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ เพื่อเน้นให้ผู้บริโภคทราบว่ามีการเพิ่มปริมาณสินค้า การลดราคาสินค้า หรือการแถมสินค้า รายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ย่อมมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้บริโภคมีความอยากซื้อมากขึ้น

2.6 การใช้ตราสินค้า เป็นสิ่งจำเป็นอย่างย้งที่จะต้องมึเพื่อสร้างความทรงจำที่ดีต่อสินค้า บรรจุภัณฑ์ที่มีตราสินค้าใหม่ควรจะได้รับ การออกแบบใหม่ด้วยการเน้นตราสินค้า รายละเอียดในเรื่องนี้จะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อตราสินค้า

2.7 เปลี่ยนขนาดหรือรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ โดยปกติสินค้าแต่ละชนิดมีวัฏจักรชีวิตของตัวเอง (Product Life Cycle) เมื่อถึงวัฏจักรชีวิตช่วงหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนโฉมของบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุของวัฏจักร ในบางกรณี การเปลี่ยนขนาดอาจเกิดจากนวัตกรรมใหม่ทางด้านการบรรจุภัณฑ์ เช่น การเลือกใช้วัสดุใหม่จึงมีการเปลี่ยนรูปทรงหรือขนาด ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุใดก็ตามมีความจำเป็นอย่างย้งที่จะต้องมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่เพื่อรักษาหรือขยายส่วนแบ่งการตลาด

ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์

1. การป้องกัน (Protection) เช่น กันน้ำ กันความชื้น กันแสง กันแก๊ส เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำ ด้านทานมิให้ผลิตภัณฑ์แปรสภาพไม่แต่ไม่ฉีกขาดง่าย ปกป้องให้สินค้าอยู่ในสภาพใหม่สด อยู่ในสภาวะแวดล้อมของตลาดได้ในวงจรรยาว โดยไม่แปรสภาพขนานแท้และดั้งเดิม
2. การจัดจำหน่ายและการกระจาย (Distribution) เหมาะสมต่อพฤติกรรมการซื้อขาย เอื้ออำนวยต่อการแยกขาย ส่งต่อ การตั้งโชว์ การกระจาย การส่งเสริมจุดสนใจในตัว ทนต่อการขนย้าย ขนส่ง และการคลังสินค้า ด้วยต้นทุนสมเหตุสมผล ไม่เกิดรอยขีดข่วน / ชำรุด ตั้งแต่จุดผลิตและบรรจุ จนถึงมือผู้ซื้อ / ผู้ใช้ / ผู้บริโภค ทนทานต่อการเก็บไว้นานได้
3. การส่งเสริมการขาย (Promotion) เพื่อยึดพื้นที่แสดงจุดเด่น โชว์ตัวเองได้อย่าง สะดุดตา สามารถระบุแจ้งเงื่อนไข แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการเสนอผลประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อจูงใจ ผู้บริโภค เมื่อต้องการจัดรายการเพื่อเสริมพลังการแข่งขัน ก็สามารถเปลี่ยนแปลงและจัดทำได้ สะดวก ควบคุมได้และประหยัด
4. การบรรจุภัณฑ์กลมกลืนกับสินค้า และกรรมวิธีการบรรจุ (Packaging) เหมาะสมทั้งในแง่ การออกแบบ และเพื่อให้มีโครงสร้างเข้ากับขบวนการบรรจุ และเอื้ออำนวยความสะดวกในการหิ้ว - ถือ กลับบ้าน ตลอดจนการใช้ได้กับเครื่องมือการบรรจุที่มีอยู่แล้ว หรือจัดหามาได้ ด้วยอัตราความเร็ว ในการผลิตที่ต้องการ ต้นทุนการบรรจุภัณฑ์ต่ำหรือสมเหตุสมผล ส่งเสริมจรรยาบรรณและรับผิดชอบต่อสังคม ไม่ก่อให้เกิดมลพิษและอยู่ในทำนองคลองธรรมถูกต้องตามกฎหมายและพระราชบัญญัติ ต่าง ๆ
5. เพิ่มยอดขาย เนื่องจากในตลาดมีสินค้าและคู่แข่งเพิ่มขึ้นตลอดเวลา หากบรรจุภัณฑ์ ของสินค้าใดได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี จะสามารถดึงดูด ดึงดูดใจผู้บริโภคและก่อให้เกิด การซื้อในที่สุด รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิต

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการประหยัดทรัพยากร โดยเน้น ความคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นการประเมินต้นทุน เทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนในการประเมินค่าใช้จ่ายของการสร้างเครื่องและการเสียค่า เป็นดังนี้ (คิดเฉพาะราคาที่จัดซื้อหรือสร้าง ไม่คิดค่าที่ดินโรงเรือน ค่าประกันโรงเรือนและอื่น ๆ)

1. ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (First Cost) ต้นทุนเริ่มแรก คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเริ่มต้น เช่น เครื่องจักร ที่ดิน เป็นต้น

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Cost) ต้นทุนในการดำเนินการ คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไป เพื่อให้เกิดผลผลิต แบ่งเป็น

2.1 ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (Fixed Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่คงที่ไม่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเสียโอกาสของทุนในเครื่องสีข้าว

2.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณข้าวเปลือกที่นำมาสีเป็นข้าวสาร

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการสีข้าวเปลือก หาได้จากสมการที่

$$AC = FC + VC \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

เมื่อ

$$AC = \text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการสีข้าวเปลือกต่อปี (บาท/ปี)}$$

$$FC = \text{ค่าเสื่อมราคาของเครื่องสีข้าว (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)}$$

$$VC = \text{ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)}$$

ค่าเสื่อมราคา (คิดวิธีเส้นตรง)

$$D = \frac{(P - S)}{L} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

$$R = \frac{(P + S)}{2} \times i \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

เมื่อ

$$P = \text{ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องสีข้าว (บาท)}$$

$$L = \text{อายุการใช้งานเครื่องสีข้าว (สึกหรอน้อย) = 10 ปี}$$

$$S = \text{ราคาเครื่องเมื่อครบ 10 ปี} = 0.1 P \text{ (บาท)}$$

$$D = \text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี (บาท/ปี)}$$

$$R = \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุนต่อปี (บาท/ปี)}$$

$$i = \text{อัตราดอกเบี้ย 7.00 ต่อปี}$$

(ธนาคารแห่งประเทศไทย. ออนไลน์. 2557)

จุดคุ้มทุน (Break Even Point, BEP)

ในการหาจุดคุ้มทุนในครั้งนี้ ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$BEP_s = FC / (SU_U - VC_U) \dots\dots\dots (2.4)$$

เมื่อ

BEP_s = จุดคุ้มทุน (หน่วย)

FC = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

SU_U = ราคาขายต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

VC_U = ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

ระยะเวลาในการคืนทุน

$$PBP = MC / P \dots\dots\dots (2.5)$$

เมื่อ

PBP = ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)

MC = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)

P = กำไร (บาท/ปี)

ในการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมีสมมติฐานของการลงทุน

1. ราคาผลิตภัณฑ์คงที่ เพราะฉะนั้นรายได้จากการวิเคราะห์จะเป็นเส้นตรง
2. ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้หมดไม่ว่าจะผลิตเท่าไร
3. อัตราดอกเบี้ยคงที่
4. ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันแยกออกจากกันได้ชัดเจน
5. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไม่มีผลต่อราคาผลิตภัณฑ์
6. นโยบายระดับบริหาร วิทยาการ และประสิทธิภาพของการดำเนินงานไม่เปลี่ยนแปลงไป

(วันชัย วิจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า. 2538 : 75 - 76)

การหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสีข้าว

ประสิทธิภาพการสี หมายถึง ปริมาณผลผลิตจากข้าวเปลือกที่ได้เป็นข้าวสารเต็มเมล็ด และต้นข้าว ถ้าได้ข้าวสารเต็มเมล็ดและต้นข้าวมากแสดงว่ามีประสิทธิภาพการสีดี ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว การปฏิบัติก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวและกระบวนการสีในกระบวนการสีข้าวเปลือก สะอาดคิดเป็นร้อยละ จะได้แกลบร้อยละ 20 - 30 รำร้อยละ 8 - 11 ข้าวสารรวมร้อยละ 66 - 72 โดยในส่วนข้าวสารรวม ประกอบด้วย ข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว

การประเมินประสิทธิภาพการสีจากเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวที่ได้จากการสี ซึ่งเป็นกระบวนการขัดเปลือก โดยให้มีข้าวสารหักน้อยที่สุดดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์เกลบ} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวกล้อง})}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}} \times 100 \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์รำ} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวกล้อง} - \text{น้ำหนักข้าวสาร})}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}} \times 100 \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสารรวม}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}} \times 100 \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวสาร} - \text{น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ดต้นข้าว})}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}} \times 100 \%$$

สมรรถนะของเครื่องสีข้าว

สมรรถนะของเครื่องสีข้าว หมายถึง ความสามารถในการสีข้าวของเครื่องสีข้าวต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{สมรรถนะการสี (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} = \frac{\text{ปริมาณข้าวสารที่สีได้(กรัม)}}{1000 \text{ เวลา (นาที)}} \times 60$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศรวิชัย สิงหะกษेत्र และคณะ (2536 : บทคัดย่อ) เครื่องสีข้าวที่ออกแบบขึ้นนี้ได้พัฒนา มาจากเครื่องสีข้าวเกษตร 60-1 ที่ออกแบบสร้างโดยกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ซึ่งเดิม มีความสามารถสีข้าวได้ 150 กก./ชม. เป็นแบบลูกหิน 2 ลูก สำหรับเครื่องสีข้าวที่พัฒนาขึ้นมา นี้ ได้เพิ่มชุดกะเทาะแบบลูกยาง 2 ลูก และชุดขัดขาวเป็นแบบลูกหิน จำนวน 2 ลูก จากการศึกษา ระยะห่างระหว่างลูกหิน และเลื้อกลูกหินที่เหมาะสมคือ 1. ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว โดยสีข้าวจำนวนทั้งสิ้น 43,695 กก. ได้ข้าวสาร 27,830 กก. คิดเป็นร้อยละ 63.8 ซึ่งใกล้เคียงกับ ผลการนำข้าวเปลือกตัวอย่างมาสีในห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้ร้อยละ 64

บันลือ ทิพย์พิมพ์วงศ์ และศิริพงษ์ เสาร์วงศ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ออกแบบและสร้าง เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก โดยใช้หลักการแผ่นยาง 2 แผ่น แผ่นหนึ่งหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสม อีกแผ่นหนึ่งอยู่กับที่ และสามารถปรับระยะเข้าออกได้ ซึ่งใช้ลักษณะการกะเทาะในแนวโค้ง มาเป็น

หลักการในการกะเทาะเปลือกข้าวของเครื่องสีข้าวกลองขนาดเล็ก ลักษณะการทำงานมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกโดยใช้แผ่นยาง และขั้นตอนการแยกแกลบโดยใช้ลม โดยใช้มอเตอร์ ขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ และมีขนาดกำลัง 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง จากการทดลองสีข้าวกลอง ที่ความชื้นร้อยละ 8 - 14 และให้แผ่นกะเทาะเปลือก หมุนด้วยความเร็ว 260 รอบ/นาที ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นยางกะเทาะเปลือก 150 มิลลิเมตร ผลปรากฏว่าจะกะเทาะเปลือกข้าวได้ ประมาณร้อยละ 80 และถ้านำไปกะเทาะอีกครั้ง ปรากฏว่าจะสามารถกะเทาะเปลือกข้าวที่เหลือ ให้หลุดออกได้มากขึ้น โดยที่เมล็ดข้าวที่กะเทาะเปลือก ไปก่อนหน้านี้แล้วไม่เสียหาย และอัตราการสีข้าวกลองประมาณ 50 กก./ชม.

เฉลิมพล แก้วพะเนาว และคณะ (2544 : 83 - 84) การออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวกลอง ขนาดครอบครัว มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงแก่เกษตรกรในชนบท ซึ่งได้ศึกษาจาก เครื่องสีข้าวทั่วไป และได้ทำการออกแบบและสร้างหลักการทำงานของเครื่องใช้พลังงานจาก มอเตอร์ ขนาด 2 แรงม้า ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ลูกยาง 2 ตัว ซึ่งเป็นตัวกะเทาะเมล็ดข้าวมีขนาด ของโครงเครื่องกว้าง 12,00 มิลลิเมตร ยาว 1,500 มิลลิเมตร สูง 1,200 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวที่ผ่าน การกะเทาะแล้วจะไหลสู่กลองคัดลม ซึ่งจะทำการดูดเอาเปลือกขาว (แกลบ) ผานออกไปตามช่องลม เมล็ดข้าวที่ผ่านมาจากช่องลมแล้ว ก็จะไหลลงสู่ตะแกรงโยก ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวทำการแยก ข้าวเปลือกและข้าวกลองออกจากกันในการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกลอง ขนาดครอบครัวนี้นี้ จะสามารถสีข้าวกลองได้ 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและสามารถแยกข้าวเปลือก ออกจากข้าวกลองได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและทุนแรงซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในชนบท และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของชาวชนบทให้ดีขึ้น

สุวัฒน์ สงวนเขียว และคณะ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก โดยได้นำเอาวิชาการทางคานเทคโนโลยีไปใช้ เพื่อพัฒนางานด้านเกษตร ประกอบด้วยการนำเอา ชุดกะเทาะเปลือกขาว ชุดแยกแกลบ และชุดขัดสีข้าวรวมเข้าไว้ด้วยกันภายในเครื่องเดียว สามารถ สีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกลอง หรือข้าวขาวได้ การสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก เริ่มจากศึกษา การทำงานของเครื่องสีข้าวทั่ว ๆ ไป และได้นำมาประยุกต์ใช้ให้มีขนาดเล็กเพื่อลดต้นทุน ในการสร้าง สามารถสีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกลองหรือข้าวขาวได้ ทำให้เกษตรกรที่มีทุนน้อย สามารถนำไปใช้งาน และลดปัญหาการถูกเอาเปรียบจากพ่อค้าคนกลาง ผลการทดลอง เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก สามารถ ทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ แต่ควรพัฒนาชุดคัดลมเพื่อทำความสะอาด ข้าวเป็น แบบชนิดลมดูด เพื่อลดปัญหาการฟุ้งกระจายของแกลบที่ปะปนมากับข้าวขาว และการเพิ่มมุมเอียง ของช่องรับข้าวให้เอียงมากกว่าเดิม เพื่อให้ข้าวสามารถไหลได้ดีขึ้น

ลัดดา โสภณรัตน์ (2546 : บทคัดย่อ) จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง อิทธิพลของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่อกระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบมีภาพประกอบ และระดับความคุ้นเคยกับตราสินค้า มีผลกระทบหลักต่อกระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค แต่ไม่พบว่า การออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบมีภาพประกอบ และระดับความคุ้นเคยกับตราสินค้า มีผลกระทบร่วมกันต่อกระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภคแต่อย่างใด และการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบมีภาพประกอบ จะมีประสิทธิผลในการเปลี่ยนแปลงความเชื่อเกี่ยวกับตราสินค้า ทักษะคิดต่อตราสินค้า ทักษะคิดต่อบรรจุภัณฑ์ และความตั้งใจซื้อไปในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำเสนอคู่กับระดับความคุ้นเคยกับตราสินค้าต่ำ

สรณจิต หรุ่นขำ (2550 : บทคัดย่อ) จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์จากข้าวประเภทขนมหวานของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรทุ่งสวน ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ การสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม พบว่า ได้การพัฒนา 5 ด้านของบรรจุภัณฑ์ขนมหวานดังนี้ 1) วัสดุ ที่ไม่ขาดง่ายแข็งแรงคุ้มครองผลิตภัณฑ์ 2) ด้านรูปแบบให้เป็นที่เหลื่อมแขนด้านบนเพื่อแปลกตาใช้สีโทนเหลือง 3) ด้านฉลากใส่ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ให้ครบ 4) ด้านต้นทุนให้ปรับราคาขาย 5) ด้านประโยชน์ใส่ชื่อสินค้าขนมหวาน ให้สร้างบรรจุภัณฑ์ให้เป็นที่ดึงดูดความสนใจผู้บริโภค จากการประเมินผลบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภท กระจาสารท ข้าวเหนียวแดง ขนมหวาน ระหว่างผู้วิจัย กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรทุ่งสวน โดยการสนทนากลุ่ม พบว่า บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภท แก่นนำและสมาชิกกลุ่มมีความเห็นว่า บรรจุภัณฑ์กระจาสารท บรรจุภัณฑ์ข้าวเหนียวแดง บรรจุภัณฑ์ขนมหวาน ในด้านวัสดุทำบรรจุภัณฑ์ ด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์ ฉลากบนบรรจุภัณฑ์ ต้นทุนการผลิตบรรจุภัณฑ์ และด้านประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ดี เป็นที่พึงพอใจของทุกคน และไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข

ชูเกียรติ กาญจนกรางกูร และคณะ (2551 : บทคัดย่อ) จัดทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นผู้วิจัยได้คัดเลือกบรรจุภัณฑ์ของสินค้าในท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา มาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ใหม่ โดยเป็นบรรจุภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสินค้าที่จะใช้บรรจุภัณฑ์ในลักษณะใกล้เคียงกัน ให้มีเอกลักษณ์และเพิ่มมูลค่ามากขึ้น วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีต้นทุนต่ำ แต่มีประสิทธิภาพในการใช้งานสนองประโยชน์สูงสุด นำบรรจุภัณฑ์ต้นแบบเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์เดิมเพื่อหาจุดแข็งทางการตลาด จะเป็นการเพิ่มทางเลือกส่งเสริมให้ชุมชนจัดทำขึ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นต่อไป ผลการศึกษาพบว่าโครงการ “การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น” ทำให้ชุมชนได้รวมกลุ่มและใช้ความรู้ ภูมิปัญญาที่มีในชุมชนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน และมีเอกลักษณ์ของกลุ่ม มีการบริหารจัดการเกิดการเรียนรู้ที่จะสร้างเครือข่ายระบบการผลิต การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ สร้างเครือข่ายพันธมิตรเพื่อลด

ต้นทุนการผลิต และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในเชิงธุรกิจ การตลาด เกิดการปรับตัวจากการผลิตที่ไม่ได้คำนึงถึงมาตรฐาน คุณภาพรูปแบบผลิตภัณฑ์ และความต้องการของผู้บริโภค มาเป็นการผลิตที่มีแบบแผน เป้าหมาย และใส่ใจต่อคุณภาพมาตรฐาน เพื่อการคัดสรรผลิตภัณฑ์ที่ี้ออกสู่ตลาด

นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล (2553 : บทคัดย่อ) เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบลูกหินขัดสีและแบบแกนโลหะ ได้ถูกออกแบบสร้าง และทดสอบเครื่องสีข้าวแบบลูกหินประกอบด้วยลูกหินแนวนอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 164 มม. ยาว 470 มม. มีแท่งยางควบคุมการขัดสีจำนวน 3 แท่ง พัดลมดูดรำพัดลมดูดกลบ ไซโคลนดักรำ ไซโคลนดักกลบ และตะแกรงโยกคัดปลายข้าวและทำความสะอาดข้าวเปลือก ใช้อะมอเตอร์ไฟฟ้า 3 แรงม้าเป็นต้นกำลังความเร็วของลูกหินขัดสี 9.5 เมตรต่อวินาทีสามารถสีข้าวเปลือกได้ 85 กก./ชม. เครื่องสีข้าวแบบแกนโลหะประกอบด้วยลูกขัดสีแกนโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มม. ยาว 132 มม. หมุนอยู่ภายในตะแกรงรูยาวรูปหกเหลี่ยม ใช้ค้อนน้ำหนักถ่วงในการปรับระดับการขัดสี มีพัดลมดูดรำและไซโคลนดักรำใช้อะมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 แรงม้าเป็นต้น กำลังความเร็วของลูกขัดสี 4.5 เมตรต่อวินาที สามารถขัดข้าวกล้องได้ 98 กก./ชม. โดยที่เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวต่ำกว่าแบบลูกหินเล็กน้อย

สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์ (2553 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องสีข้าวกล้องนี้ผู้วิจัยพบปัญหาว่า ในขณะนี้ผู้สร้างเครื่องสีข้าวกล้องมาใช้แต่ยังมีจุดด้อยอยู่คือ การออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องแบบมือหมุน โดยใช้ลูกกลิ้งยางมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกการลำเลียงข้าวเปลือกลงสู่หาลูกกลิ้งยาง ควบคุมความเร็วในการปล่อยข้าวให้สัมพันธ์กับความเร็วในการหมุนเครื่องขั้นตอนที่สองการกะเทาะเปลือก โดยใช้ลูกกลิ้งยาง 2 ลูกหมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน ขั้นตอนที่สาม การแยกแกลบแบบใช้ลมเป่า จุดที่ต้องแก้ไขคือ การใช้มือหมุนจะทำให้ควบคุมความเร็วไม่ได้ ใช้ลูกกลิ้ง 2 ลูกจะทำให้การกะเทาะข้าวเปลือกไม่ดี ผู้วิจัยจึงคิดสร้างเครื่องสีข้าวกล้องขึ้นโดย ใช้อะมอเตอร์เป็นต้นกำลังใช้ลูกกลิ้ง 3 ลูกหมุนในความเร็วที่ต่างกันทำการกะเทาะเปลือกข้าวออกและมีชุดดูดแยกเอาแกลบออกไป ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวกล้อง และมีสมมติฐานคือเครื่องสีข้าวกล้องที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี (3.50 ขึ้นไป)

หลังจากสร้างเครื่องสีข้าวกล้องแล้ว ได้สาธิตการทำงานของเครื่องให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพใน 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการนำผลประเมินนำมาวิเคราะห์ พบว่า เครื่องสีข้าวกล้องมีคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ทั้งในภาพรวมและแต่ละด้านจากการทดลองสีข้าว 1,000 กรัม แล้วนำมา 10 กรัมเพื่อทำการนับเมล็ด โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ได้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 85.14% การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่อง

สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีจากการสีด้วยเครื่องสีข้าวกล้อง มีค่ามากกว่าการบดด้วยครกสีข้าวสำหรับการวิเคราะห์หาช่วงความเชื่อมั่นของการสีข้าวกล้อง ด้วยเครื่อง ที่ความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95% จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้องที่สีด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในแต่ละครั้งมีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 84.2921 % ถึง 85.9946%

อภิสิทธิ์ ใจกว้าง และคณะ (2553 : บทคัดย่อ) เครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่จะมี อัตราการทำงานปริมาณข้าวกล้อง และข้าวเต็มเมล็ดปานกลางและมีปริมาณแกลบต่ำ ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่ที่ความเร็วของลูกยางเร็วต่อ ลูกยางช้า 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 และ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที พบว่า เมื่อลดความเร็วของ ลูกยางกะเทาะจะทำให้อัตราการทำงานที่ความเร็ว 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 รอบต่อนาที ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 45.80 และ 45.85 แต่ที่ความเร็วลูกยางกะเทาะ 1,360 ต่อ 700 รอบ ต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการทำงานลดลง คือ 43.85 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการกะเทาะมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีอัตราลดลง คือ 87.62, 85.05 และ 81.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณต้นข้าวที่ได้รับ มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้น คือ 87.84, 88.43 และ 89.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแกลบที่ได้มีความแตกต่างกัน ทางสถิติโดยมีปริมาณลดลง คือ 12.16, 11.57 และ 10.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นั่นคือ เมื่อลด ความเร็วของลูกยางกะเทาะให้น้อยลงจะทำให้อัตราการทำงาน อัตราการกะเทาะ และปริมาณ แกลบที่ได้ลดลง แต่จะทำให้ได้รับปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้น

สุรพงศ์ บางพาน และพริพันธ์ บางพาน (2555 : บทคัดย่อ) โครงการนี้เป็นการสร้าง เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิดสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการสีข้าว ความเร็วในการสีข้าว รวมไปถึงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้ข้าวที่มีคุณภาพ วิธีการสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิด ได้ดำเนินการสร้างแบบเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากการศึกษา ข้อมูลจากเครื่องต้นแบบ ตั้งเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ได้รับ ขั้นตอนมาคือ การวางแผนการออกแบบ การจัดซื้อวัสดุ การดำเนินการสร้าง ขั้นตอนท้ายคือ การทดลองเพื่อทำการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ผลจากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพโดยทดลอง กับข้าว 5 กิโลกรัม สำหรับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ และพันธุ์ข้าวสันป่าตอง 1 ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวดี เท่ากับ 80, 85% เวลาเฉลี่ย 15, 13.7 นาที ประสิทธิภาพการสีข้าวอยู่ที่ 32, 35 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบ 1440 รอบต่อนาที ระยะห่างระหว่างลูกหินขัดข้าวกับแท่งยางเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร ส่วนกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 5 หน่วย/วัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวของสมาชิกกลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรีจากเครื่องต้นแบบ และเพื่อพัฒนาออกแบบบรรจุภัณฑ์ถุงข้าวสารขนาด 5 กิโลกรัม มีอุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานดังนี้

อุปกรณ์

ในการทดสอบเครื่องสีข้าว และออกแบบภาชนะบรรจุข้าวสาร ใช้วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการสี การทดสอบและการออกแบบ ดังนี้

1. ข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 จากกลุ่มสมาชิกชาวนาตำบลตะปอน
2. นาฬิกาจับเวลาี่ห้อ TIMEX รุ่น INDIGLO
3. เครื่องชั่งดิจิตอล METTLER TELEDIO รุ่น CUB
4. มิเตอร์วัดไฟี่ห้อ OHRONOMETRIO ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการ

วิธีการวิจัยเพื่อการพัฒนาเครื่องสีข้าว การหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสีข้าว รวมถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร ประกอบด้วย

1. พัฒนาเครื่องสีข้าว จากเครื่องต้นแบบ
2. การทดสอบเครื่องสีข้าว
3. การออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร
4. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

พัฒนาเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบ

การพัฒนาเครื่องสีข้าว จากเครื่องต้นแบบ โดยพิจารณาจากการทดสอบเครื่องต้นแบบ การวิเคราะห์และประเมินผล การออกแบบเครื่องสีข้าวต้นแบบ

1. การทดสอบเครื่องต้นแบบ มีการทดสอบประสิทธิภาพของการสีข้าว คือ การนำข้าวเปลือก 10 กิโลกรัม ทำการสีแยกแกลบ รำ ข้าวหัก และข้าวขาว สมรรถนะของการสีข้าว โดยการนำข้าวที่ได้มาคิดเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมงการทำงาน

2. การวิเคราะห์และประเมินผล จากการศึกษาปัญหาของเครื่องสีข้าว จากเครื่องต้นแบบ และนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาทำการออกแบบแล้วนำข้อมูลจากการออกแบบมาสร้างเครื่องที่พัฒนา

3. การออกแบบเครื่องสีข้าวต้นแบบ การออกแบบเครื่องสีข้าว ต้นแบบเกณฑ์สำคัญในการออกแบบ คือ ก) การระบายความร้อนด้วยลมที่ลูกหินขัดข้าวเปลือก ข) การเกิดช่องว่างข้าวเปลือกไหลผ่านลูกหินขัดข้าวเปลือกทำให้ข้าวสารที่ผ่านการสีหัก จึงมีรายละเอียดการออกแบบชุดโครงสร้างชุดไซโคลนคูร่า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

3.1 ชุดโครงสร้าง ชุดโครงสร้างหลักทำมาจากเหล็กถากนำมาประกอบเป็นโครงสร้างขนาดกว้าง 580 มิลลิเมตร ยาว 905 มิลลิเมตร สูง 925 มิลลิเมตร มีภาชนะใส่ข้าวเปลือกด้านบน มีทางออกเกล็ดด้านล่างของตัวโครงเครื่องสีข้าว มีทางออกของข้าวที่สีแล้วด้านล่างของตัวโครงเครื่องสีข้าว มีทางออกของจมูกข้าว ปลายข้าวที่ด้านข้างของโครงเครื่องสีข้าว

3.2 ชุดไซโคลนคูร่า ชุดไซโคลนคูร่า ตัวโคลงทำมาจากโลหะแผ่นพับม้วนเป็นทรงกระบอกครึ่งส่วนบนต่อกับโลหะแผ่นพับม้วนเป็นกรวยกลมครึ่งส่วนล่าง ไซโคลนคูร่าทำหน้าที่ ทำให้เกิดการหมุนวนของลมที่แรงและคูร่ามาด้วยตกลงด้านล่างของไซโคลนคูร่าด้านล่างของไซโคลนเจาะรูต่อท่อไปยังลูกหินสีข้าวเพื่อคูร่าออกไป ขณะเดียวกันก็จะคูร่าความร้อนออกมาด้วย ทำให้ลูกหินสีข้าวร้อนน้อยลงการสีอย่างต่อเนื่องจะกระทำได้ดีไม่ต้องหยุดพักเป็นระยะ ๆ ในการสี

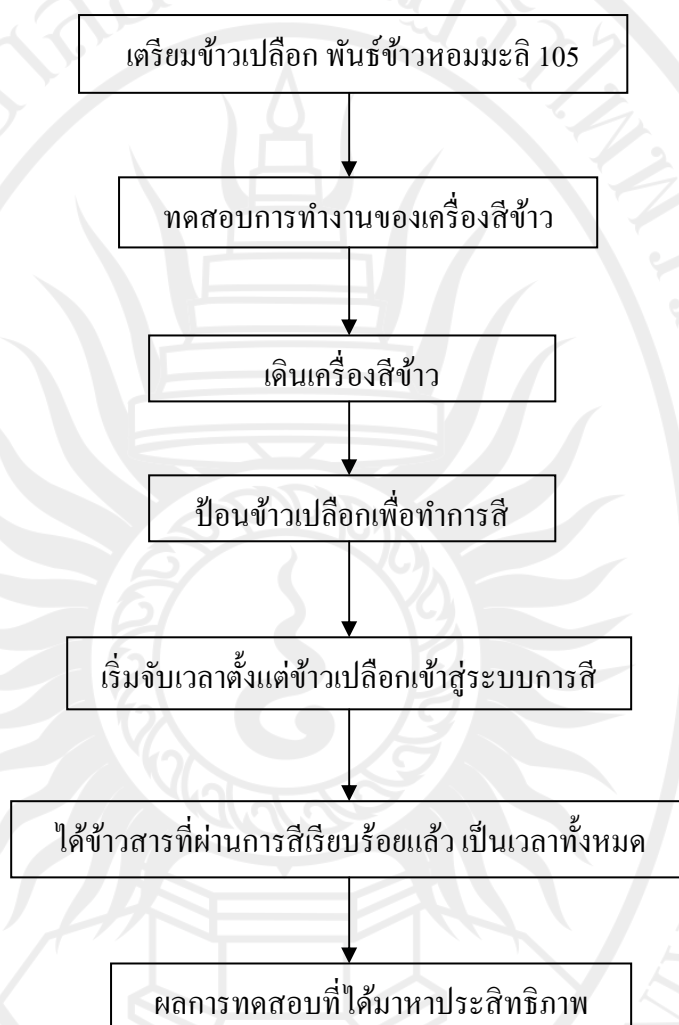
การทดสอบเครื่องสีข้าว

การทดสอบเครื่องสีข้าว โดยพิจารณาจากการหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของข้าวเปลือก การทดสอบเครื่องสีข้าว ณ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีเศรษฐกิจพอเพียง ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว และการทดสอบหาสมรรถนะเครื่องสีข้าว

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว ทำการสีข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 3 ครั้ง ปริมาณข้าวที่ใช้ทดสอบ จำนวน 10 กิโลกรัมต่อครั้ง โดยการใส่เครื่องสีข้าวแบบไม่มีไซโคลน และแบบมีไซโคลน เพื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของปัจจัยที่ต้องการประเมินมีวิธีดังนี้

วิธีทดสอบมีขั้นตอนดังนี้



คุณสมบัติของเครื่องที่ข้าวที่เป็นเครื่องต้นแบบและเครื่องสีข้าวที่พัฒนาแล้ว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องสีข้าวต้นแบบก่อนพัฒนา

ลำดับ	คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องสีข้าว	เครื่องสีข้าวต้นแบบ		เครื่องสีข้าวที่พัฒนาแล้ว	
		ก่อนการพัฒนา	มี	ไม่มี	มี
1.	กำลังผลิต 500 กิโลกรัม (ข้าวเปลือก) / 12 ชม.	✓	-	✓	-
2.	ขนาดตัวเครื่อง 80 x 165 x 130 เซนติเมตร	✓	-	✓	-
3.	ลูกยางขัดข้าวขนาด 12 x 4 นิ้ว 1 เส้น	✓	-	✓	-
4.	ตู้สีฟัดแบบมาตรฐาน 1 ตู้ 2 ช่อง	✓	-	✓	-
5.	พัดลมดูดน้ำ Turbo Charge 1 ชุด	-	✓	✓	-
6.	ไซโคลนร่า 1 ลูก	-	✓	✓	-
7.	โซ่มอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า 1 ลูก	✓	-	✓	-
8.	แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ 1 ชุด	✓	-	✓	-
9.	ระบบเขยกแบบโรงสีใหญ่ ช่วยให้ข้าวขาวสะอาด	-	✓	✓	-
10.	ได้เปอร์เซ็นต์หรือคุณภาพข้าวสูง	-	✓	✓	-
11.	ใช้ตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกได้ดีมาก	-	✓	✓	-
12.	เล็กกระทัดรัด เหมาะสำหรับการใช้เป็นเครื่องสีข้าวส่วนตัวประจำบ้าน	✓	-	✓	-

การออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร

ปัญหาในเรื่องของการไม่มีบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานทำให้ขาดความน่าเชื่อถือของลูกค้ากลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน เดิมมีการใช้ถุงพลาสติกมาใช้ใส่ข้าวสารจึงมีแนวทางออกแบบและจัดทำเพื่อให้เกิดมีบรรจุภัณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือ

1. นำข้อมูลจากการสำรวจมาทำการวิเคราะห์ทำการร่างแบบบรรจุภัณฑ์และแบบสอบถามความพึงพอใจในการบรรจุภัณฑ์ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านบรรจุภัณฑ์และแบบสอบถามตรวจสอบความถูกต้อง
2. ทำการเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการบรรจุภัณฑ์ต่อกลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน
3. สรุปผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์เข้าสู่สาร

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการประหยัดทรัพยากร โดยเน้นความคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นการประเมินต้นทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนในการประเมินค่าใช้จ่ายของการสร้างเครื่องและการสีข้าวเป็นดังนี้ (คิดเฉพาะราคาที่จัดซื้อหรือสร้าง ไม่คิดค่าที่ดินโรงเรือน ค่าประกันโรงเรือนและอื่น ๆ)

1. ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (First Cost) ต้นทุนเริ่มแรก คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเริ่มต้น เช่น เครื่องจักร ที่ดิน เป็นต้น
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Cost) ต้นทุนในการดำเนินการ คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพยากรที่ต้องลงทุนไป เพื่อให้เกิดผลผลิต แบ่งเป็น
 - 2.1 ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (Fixed Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่คงที่ไม่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเสียโอกาสของทุนในเครื่องสีข้าว
 - 2.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณข้าวเปลือกที่นำมาสีเป็นข้าวสาร

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการสีข้าวเปลือก หาได้จากสมการที่

$$AC = FC + VC$$

เมื่อ

AC = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการสีข้าวเปลือกต่อปี (บาท/ปี)

FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องสีข้าว (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

VC = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

ค่าเสื่อมราคา (คิดวิธีเส้นตรง)

$$D = \frac{(P-S)}{L}$$

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

$$R = \frac{(P+S)}{2} \times i$$

เมื่อ

P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องสีข้าว (บาท)

L = อายุการใช้งานเครื่องสีข้าว (สึกหรอน้อย) = 10 ปี

S = ราคาเครื่องเมื่อครบ 10 ปี = 0.1 P (บาท)

D = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (บาท/ปี)

R = ค่าเสียโอกาสในการลงทุนต่อปี (บาท/ปี)

i = อัตราดอกเบี้ย 7.00 ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย. ออนไลน์. 2557)

จุดคุ้มทุน (Break Even Point, BEP)

ในการหาจุดคุ้มทุนในครั้งนี้ ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$BEPS = FC / (SUU - VCU)$$

เมื่อ

BEPS = จุดคุ้มทุน (หน่วย)

FC = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

SUU = ราคาขายต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

VCU = ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ระยะเวลาในการคืนทุน

$$PBP = MC/P$$

เมื่อ

$$PBP = \text{ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)}$$

$$MC = \text{ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)}$$

$$P = \text{กำไร (บาท/ปี)}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลและการวิจารณ์

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการแปรรูปข้าวสารเพื่อเพิ่มมูลค่าและก้าวสู่ตลาดผู้บริโภค ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังต่อไปนี้

ผลการพัฒนาเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบ

จากการศึกษาการพัฒนาเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบพบว่า เครื่องสีข้าวเครื่องต้นแบบไม่มีไซโคลนดูดรำ เพื่อช่วยในการแยกรำกับข้าวขาว คือ จากเครื่องต้นแบบรำกับแกลบจะปนกันออกมา หลังจากทำการพัฒนาแล้วพบว่า รำกับแกลบแยกกันออกคนละทางแกลบจะออกทางปล่องแกลบที่กำหนดไว้และรำจะถูกดูดไปทางไซโคลน



ภาพประกอบ 2 เครื่องสีข้าวต้นแบบก่อนพัฒนาที่ไม่มีไซโคลนดูดรำ

ที่มา : กลุ่มชวานาหนองคันทร. ออนไลน์. 2554

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่าเครื่องสีข้าวเครื่องต้นแบบก่อนการพัฒนาไม่มีการติดตั้งไซโคลนเพื่อสำหรับช่วยในการดูดรำแยกออกจากแกลบ



ภาพประกอบ 3 เครื่องสีข้าวที่ทำการพัฒนาแล้วทำการเพิ่มไซโคลนคูดร้า
ที่มา : กลุ่มสมาชิกชาวนาตำบลตะปอน. ออนไลน์. 2555

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นได้ว่าเครื่องสีข้าวมีการพัฒนาขึ้นจากเดิมที่ไม่มีไซโคลน
ช่วยในการคูดร้า เพื่อช่วยในการแยกแกลบกับรำ

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว

จากการพัฒนาข้างต้นก็ทำการทดสอบประสิทธิภาพจากเครื่องต้นแบบที่ไม่มีไซโคลน
คูดร้าและเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีไซโคลนคูดร้า ดังผลการทดสอบดังตาราง 4

ตาราง 4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบที่ไม่มีไซโคลนคูดร้าและเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีไซโคลนคูดร้า

รายละเอียด ครั้งที่	ไม่มีไซโคลนคูดร้า					มีไซโคลนคูดร้า				
	แกลบ	รำ	ข้าวหัก	สูญเสีย จากการสี	ข้าวสาร	แกลบ	รำ	ข้าวหัก	สูญเสีย จากการสี	ข้าวสาร
	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)	(กก.)
1	0.90	1.00	1.50	0.95	5.65	0.80	0.70	0.65	0.85	7.00
2	1.05	0.80	1.45	0.90	5.80	0.70	0.75	0.60	0.90	7.05
3	1.10	0.90	1.35	0.95	5.70	0.70	0.70	0.70	0.80	7.10
ค่าเฉลี่ย	1.02	0.90	1.43	0.93	5.72	0.73	0.72	0.65	0.85	7.05
ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	10.20	9.00	14.30	9.30	57.20	7.30	7.20	6.50	8.50	70.50

หมายเหตุ

- ข้าวหักที่เกิดขึ้นจากการสี ในเครื่องสีข้าวจะมีตัวคัดแยกข้าวหักอยู่ทางด้านล่าง
- การสูญเสียจากการสีข้าว เกิดจากข้าวที่ทำการสีมีการตกค้างอยู่ในเครื่อง

จากตาราง 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบที่ไม่มีไซโคลนคูดร้า พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว 3 ครั้ง ได้เก็บค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 10.20 ได้ร่ำค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 9.00 ข้าวหักค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 14.30 ค่าสูญเสียจากการสี คิดเป็นร้อยละ 9.30 ข้าวสารค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 57.20 และผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีไซโคลนคูดร้าทั้ง 3 ครั้ง พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว ได้เก็บค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 7.30 ได้ร่ำค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 7.20 ข้าวหักค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 6.50 ค่าสูญเสียจากการสี คิดเป็นร้อยละ 8.50 ข้าวสารค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 70.50 และจากการการทดสอบ พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนาแล้ว สามารถสีข้าวได้ผลดีกว่าเครื่องต้นแบบจากเดิมข้าวสารอยู่ที่ร้อยละ 57.20 เพิ่มมาเป็นร้อยละ 70.50

การทดสอบหาสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ คือ การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบที่ไม่มีไซโคลนคูดร้า และเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีไซโคลนคูดร้า ผลการทดสอบดังตาราง 5

ตาราง 5 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่ไม่มีไซโคลนคูดร้าและที่มีไซโคลนคูดร้า

รายละเอียด	ไม่มีไซโคลนคูดร้า				มีไซโคลนคูดร้า			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
เวลา (นาท.)	7.50	7.50	7.55	7.51	6.20	6.30	6.10	6.20
ข้าวสารรวม (กก.)	7.90	8.00	7.70	7.86	8.40	8.40	8.40	8.40
สมรรถนะ (กก./ชม.)	63.20	64.00	61.60	62.88	81.55	80.00	83.16	81.55

จากตาราง 5 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่ไม่มีไซโคลนคูดร้า และมีไซโคลนคูดร้าทั้ง 3 ครั้ง พบว่า สมรรถนะของเครื่องสีข้าวที่ไม่มีไซโคลนคูดร้าที่ดีที่สุด คือ การทดสอบครั้งที่ 2 ใช้เวลา 7.50 นาที ข้าวสารรวม 8.00 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 64.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสมรรถนะของเครื่องสีข้าวที่มีไซโคลนคูดร้าที่ดีที่สุด คือ การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้เวลา 6.10 นาที ข้าวสารรวม 8.40 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 83.16 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร

ผลการสำรวจความพึงพอใจที่ได้จากการนำเครื่องมือที่ได้สร้างขึ้นมาขอคำแนะนำ และตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เครื่องมือที่ใช้แบ่งมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเพศของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร และคำถามแบบสำรวจความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร กลุ่มชวนา ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยแปลผลตามความหมายของค่าเฉลี่ย ในการแปลความหมายใช้ช่วงคะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.20 - 5.00 หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.40 - 4.19 หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.60 - 3.39 หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.80 - 2.59 หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.79 หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตาราง 6 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเพศของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	37	74.00
หญิง	13	26.00

จากตาราง 6 แสดงว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 74 รองลงมาเป็นเพศหญิง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 26

ตาราง 7 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
ราชการ/รัฐวิสาหกิจ	20	40.00
ชาวนา	17	34.00
อื่นๆ	13	26.00

จากตาราง 7 แสดงว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพราชการ/รัฐวิสาหกิจ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

ตาราง 8 ผลความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านความสามารถรองรับบรรจุภัณฑ์			
1.1 ความเหมาะสมขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.20	0.69	ความพึงพอใจมากที่สุด
1.2 ความแข็งแรง หรือความแน่นหนาที่สามารถรองรับสินค้าได้	4.20	0.65	ความพึงพอใจมากที่สุด
1.3 ความคงทนของบรรจุภัณฑ์	4.13	0.76	ความพึงพอใจมาก
2. ความสามารถสื่อประชาสัมพันธ์และความสวยงาม			
2.1 สัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์สื่อความหมายเหมาะสมของสินค้า	4.28	0.60	ความพึงพอใจมากที่สุด
2.2 ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์	4.20	0.65	ความพึงพอใจมากที่สุด
2.3 ข้อความที่เป็นจุดขาย เรื่องเศรษฐกิจพอเพียง	4.10	0.67	ความพึงพอใจมาก
2.4 ความครบถ้วนของข้อมูลบนฉลาก	4.33	0.66	ความพึงพอใจมากที่สุด
2.5 ความโดดเด่นของบรรจุภัณฑ์เมื่อวางปนกับสินค้าคู่แข่ง	4.25	0.63	ความพึงพอใจมากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
3. ความสะดวกสบายต่อการผลิตการบรรจุ การขนส่ง และการใช้สอย/อื่น ๆ			
3.1 สะดวกต่อการผลิต	4.28	0.60	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.2 สะดวกต่อการบรรจุ	4.38	0.70	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.3 สะดวกต่อการขนส่ง	4.28	0.64	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.4 ชื่อเสียงที่ชุมชนจะได้รับเมื่อมีผลิตภัณฑ์ข้าว เป็นของตนเอง	4.23	0.66	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.5 สภาพบรรจุภัณฑ์เหมาะกับการเก็บรักษา	4.33	0.57	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.6 สภาพบรรจุภัณฑ์เหมาะกับขนาดการบรรจุ	4.33	0.80	ความพึงพอใจมากที่สุด
รวม	4.25	0.59	ความพึงพอใจมากที่สุด

จากตาราง 8 แสดงว่า ความพึงพอใจรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี โดยภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.25$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ความพึงพอใจรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี มีค่าความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.38$) คือ ความสะดวกต่อการบรรจุ

ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมแบ่งตัวประกอบในการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็น 3 ด้าน คือ ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ด้านจุดคุ้มทุนของเครื่องสีข้าว ด้านระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องสีข้าว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

กำหนดให้ราคาเครื่องสีข้าว (P) มีค่า 80,000 บาท (ตามตาราง 7 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องสีข้าว) มูลค่าซากของเครื่อง เมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือร้อยละ 10 ของราคาเครื่อง และอัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 7.00 ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย. ออนไลน์. 2557)

ตาราง 9 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องสีข้าว

รายการ	ราคา (บาท)
1. ชุดต้นกำลัง (มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 3 แรงม้า)	6,000
2. ชุดโครงสร้าง (เหล็กโครงสร้าง, ชุดหินลูกสีข้าว, ลูกยางขัดขาว)	39,000
3. ชิ้นส่วนอื่น ๆ (สายพาน, พู่เลย์, เพลา, แบริ่งและตะแกรงร่อนข้าว)	25,000
4. ค่าแรง	10,000
รวม	80,000

$$\text{มูลค่าซาก (S)} = 0.10 \times 80,000$$

$$= 8,000$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา (D)} = (P-S)/L$$

$$= (80,000-8,000)/10$$

$$= 7,200 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)} = ((P+S)/2) \times I$$

$$= (80,000-8,000)/2 \times 0.07$$

$$= 3,080 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ต้นทุนคงที่ FC)} = \text{ค่าเสื่อมราคา (D)} + \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)}$$

$$= 7,200 + 3,080$$

กำหนดให้อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท (กำหนดอัตราค่าจ้างแรงงานตามตลาด)
 จำนวนคนทำงาน 1 คน ทำงานปีละ 104 วัน และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.90 บาท สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า
 2.5 หน่วย/ชั่วโมง ทำงานวันละ 6 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาเครื่องเฉลี่ยวันละ 4 บาท

$$\text{ค่าจ้างแรงงาน (W)} = 300 \times 104$$

$$= 31,200 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า (Ft)} = 3.90 \times 2.5 \times 6 \times 104$$

$$= 6,084 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ค่าบำรุงรักษา M)} = 4 \times 104$$

$$= 416 \text{ บาท/วัน}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ต้นทุนแปรผัน (VC)} &= \text{ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (Ft) + ค่าบำรุงรักษา (M)} \\
 &= 31,200 + 6,084 + 416 \\
 &= 37,700 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)} &= \text{ต้นทุนคงที่ (FC) + ต้นทุนแปรผัน (VC)} \\
 &= 10,280 + 37,700 \\
 &= 49,980 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

2. จุดคุ้มทุนของเครื่องสีข้าว

กำหนดให้ค่าจ้างใช้เครื่องสีข้าว 1.5 บาท/กิโลกรัม และภายในระยะเวลา 1 ปี เครื่องทำงาน $150 \times 6 = 900$ ชั่วโมง สมรรถนะของเครื่องสีข้าวได้ 80 กิโลกรัม/ชั่วโมง ฉะนั้น เครื่องสีข้าวสามารถสีข้าวได้ 72,000 กิโลกรัม/ปี

$$\begin{aligned}
 \text{จุดคุ้มทุน (BEP}_Q\text{)} &= \text{ต้นทุนคงที่ (FC)} / \{(\text{ราคาค่าใช้จ่ายเครื่องสีข้าว} / \text{กก.}, \text{SP}_Q) - (\text{ต้นทุนแปรผัน} / \text{กก.}, \text{VC}_Q)\} \\
 &= 10,820 / \{1.5 - (49,980 / 72,000)\}
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นจุดคุ้มทุนของเครื่องสีข้าว} = 13,424 \text{ กก./ปี}$$

3. ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องสีข้าว

จากรายได้ในการรับจ้างใช้เครื่องสีข้าวราคา = 1.50 บาท/กก. และใน 1 ปี เครื่องสีข้าวได้ 72,000 กก. จึงมีรายได้ $1.5 \times 72,000 = 108,000$ บาท/ปี

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาในการคืนทุน (PBP)} &= \text{ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (MC) / กำไร (P) และ} \\
 \text{กำไร (P)} &= \text{รายได้ (R) - ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)} \\
 &= 108,000 - 49,980 \\
 &= 58,020 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาในการคืนทุน (PBP)} &= \text{ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (MC) / กำไร (P)} \\
 &= 80,000 / 58,020 \\
 &= 1.38 \text{ ปี หรือ ประมาณ 1 ปี 4 เดือน}
 \end{aligned}$$

จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ถ้าหากราคาเครื่องสีข้าวมีราคา 80,000 บาท รับจ้างสีข้าวราคา 1.50 บาท/กก. จุดคุ้มทุนจะอยู่ที่การผลิต 13,424 กก./ปี และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1 ปี 4 เดือน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องสีข้าวจากเครื่องต้นแบบเพื่อบริการชุมชนท้องถิ่น การสรุปผลการทดสอบและวิจารณ์มีดังนี้ คือ

เครื่องสีข้าวต้นแบบ

การทดสอบเครื่องสีข้าวต้นแบบ จะสรุปผลการทดสอบและวิจารณ์ด้านประสิทธิภาพ เครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ สมรรถนะเครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ

เครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ จะทดสอบและวิจารณ์ด้านประสิทธิภาพ สมรรถนะการสี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว 3 ครั้ง ได้เก็บค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 10.20 ได้ร่ำค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 9.00 ข้าวหักค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 14.30 ค่าสูญเสียจากการสี คิดเป็นร้อยละ 9.30 ข้าวสารค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 57.20

จากการทดสอบพบว่า ข้าวสารที่ได้จากการสีด้วยเครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ จะได้ข้าวสารรวมน้อย เนื่องจากข้าวสารบางส่วนเกิดการหัก

2. สมรรถนะเครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำทั้ง 3 ครั้ง พบว่า สมรรถนะของเครื่องสีข้าวที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ ที่ดีที่สุด คือ การทดสอบครั้งที่ 2 ใช้เวลา 7.50 นาที ข้าวสารรวม 8.00 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 64.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

จากการทดสอบพบว่า ในการสีข้าวด้วยเครื่องที่ไม่มีโซ่โลดคร่ำ จะใช้เวลาสีนาน และปริมาณข้าวสารรวมที่ได้น้อย

เครื่องสีข้าวที่ทำการพัฒนา

การทดสอบเครื่องสีข้าวที่พัฒนาแล้ว จะสรุปผลการทดสอบและวิจารณ์ด้านประสิทธิภาพ เครื่องสีข้าวที่มีโซ่โลดคร่ำ สมรรถนะเครื่องสีข้าวที่มีโซ่โลดคร่ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวที่มีโซ่โลดคร่ำ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่พัฒนาที่มีโซ่โลดคร่ำทั้ง 3 ครั้ง พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว ได้เก็บ

ค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 7.30 ได้ร่ำค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 7.20 ข้าวหักค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 6.50 ค่าสูญเสียจากการสี คิดเป็นร้อยละ 8.50 ข้าวสารค่าเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละ 70.50

จากการทดสอบพบว่า ข้าวสารที่ได้จากการสีด้วยเครื่องสีข้าวที่มีไซโคลดรา จะได้ข้าวสารรวมมาก เนื่องจากข้าวสารบางส่วนที่เกิดการหักมีปริมาณน้อย

2. สมรรถนะเครื่องสีข้าวที่มีไซโคลดรา สมรรถนะของเครื่องสีข้าวมีไซโคลดรา ที่ดีที่สุด คือ การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้เวลา 6.10 นาที ข้าวสารรวม 8.40 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 83.16 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

การออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร

ได้มีการสำรวจความพึงพอใจในรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร กลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี จำนวน 50 คน ได้ผลการสำรวจคือ ความพึงพอใจรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร โดยภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.25$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความพึงพอใจรูปแบบของการออกแบบผลิตภัณฑ์บรรจุถุงข้าวสาร มีค่าความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.38$) คือ ความสะดวกต่อการบรรจุเพื่อนำข้อมูล มาใช้ในการออกแบบตรงความต้องการของผู้ใช้งานจริง

วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การสร้างเครื่องต้นแบบ ราคาเครื่องสีข้าวมีราคา 80,000 บาท รับจ้างสีข้าวราคา 1.50 บาท/กก. จุดคุ้มทุนจะอยู่ที่การผลิต 13,424 กก./ปี และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1 ปี 4 เดือน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย สามารถสรุปและวิจารณ์ประเด็นสำคัญได้ดังนี้ คือ

1. ในการสีข้าว ควรนำข้าวเปลือกที่มีปริมาณความชื้นต่ำ มาใช้ในการสี เนื่องจากความชื้นของข้าวจะมีผลทำให้ข้าวสารที่ได้เกิดการหัก
2. ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุข้าวสาร ควรออกแบบให้มีขนาดที่แตกต่างกัน



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กลุ่มชานาตำบลหนองคันทร. (2554). **ข้อมูลพื้นฐานตำบลหนองคันทร.** (ออนไลน์).
แหล่งที่มา : https://www.google.com/?gws_rd=ssl#q.5 เมษายน 2554.
- กลุ่มสมาชิกชานาตำบลตะปอน. (2555). **ข้อมูลกลุ่มชานาตะปอน.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :
http://app.codi.or.th/codi_sapa/pages/PopUpOrgChart5.aspx?org_id=100185462.
10 กรกฎาคม 2555.
- เฉลิมพล แก้วพะเนาว, มงคล คธาพันธ์ และนิคม เรไร. (กรกฎาคม - ธันวาคม 2544). “การออกแบบ
เครื่องสีข้าวกลองขนาดครอบครัว,” **วิจัยและฝึกอบรม**. 10 (2) : 83 - 84.
- ชูเกียรติ กาญจนกรางกูร สุวัฒน์ชัย ไชยพันธ์ ธี และสุคนธ์รัตน์ ศรีมงคล. (2551). **การออกแบบ
บรรจุภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นผู้วิจัยได้คัดเลือกบรรจุภัณฑ์ของสินค้า
ในท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา. ปรินิพนธ์ : ศศ.ม. (บรรจุภัณฑ์). นครราชสีมา :
คณะออกแบบอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.**
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2557). **อัตราดอกเบี้ยพื้นฐาน.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :
<http://www.bot.or.th/Thai/Pages/BOTDefault.aspx>. 7 มิถุนายน 2557.
- นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล. (2553). **การวิจัยและพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก.** กรุงเทพฯ :
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.
- บันลือ ทิพย์พิมพ์วงศ์ และศิริพงศ์ เสาร์วงศ์. (2542). **เครื่องสีข้าวกลองขนาดเล็ก.** วิทยานิพนธ์
วศ.ม. (อุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- มณฑล ศาสนนันท์. (2550). **การออกแบบผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. (2553). **เครื่องจักรกลการเกษตร 2.** ปทุมธานี :
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ลัดดา โสภณรัตน์. (2546). **อิทธิพลของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่อกระบวนการตัดสินใจ
ของผู้บริโภค.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันชัย วิจิตรวิษ และช่อม พลอยมีค่า. (2538). **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.** กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีวิทย์ สิงห์เคนทร์ วิบูลย์ เทเพนทร์ ไผตรี แนนพานิช และสุภัทร หนูสวัสดิ์. (2536). **ออกแบบ
เครื่องสีข้าวขนาด 300 กก./ชม.** กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สราญจิต หุ่นขำ. (2550). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์จากข้าวประเภทขนมหวานของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรทุ่งสวน ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ยุทธศาสตร์การพัฒนา). กำแพงเพชร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2555). มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 4004-2555. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2553). การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=6582. 23 ตุลาคม 2555.
- สุรพงศ์ บางพาน และพีรพันธ์ บางพาน. (2555). การพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดกลาง 2 ระบบ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (อุตสาหกรรม). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาฟ.
- สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์. (2553). “การสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้ง,” มหาวิทยาลัยนเรศวร นครินทร์. 2 (1) : 133 - 143.
- สุวัฒน์ สงวนเขี้ยว สัมพันธ์ คงเจริญ และนิพนธ์ จงไพศาลสกุล. (2544). เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (อุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- องค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน. (2549). ข้อมูลพื้นฐานตำบลตะปอน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.abt-tapon.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=312543>. 23 ตุลาคม 2555.
- อภินันท์ ใจกว้าง สมบูรณ์ สารสิทธิ์ และธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ. (2553). “การสร้างและทดสอบเครื่องสีข้าวกลิ้งชุมชนชนนิตถุขางคู่,” มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 4 (2) : 9 - 15.

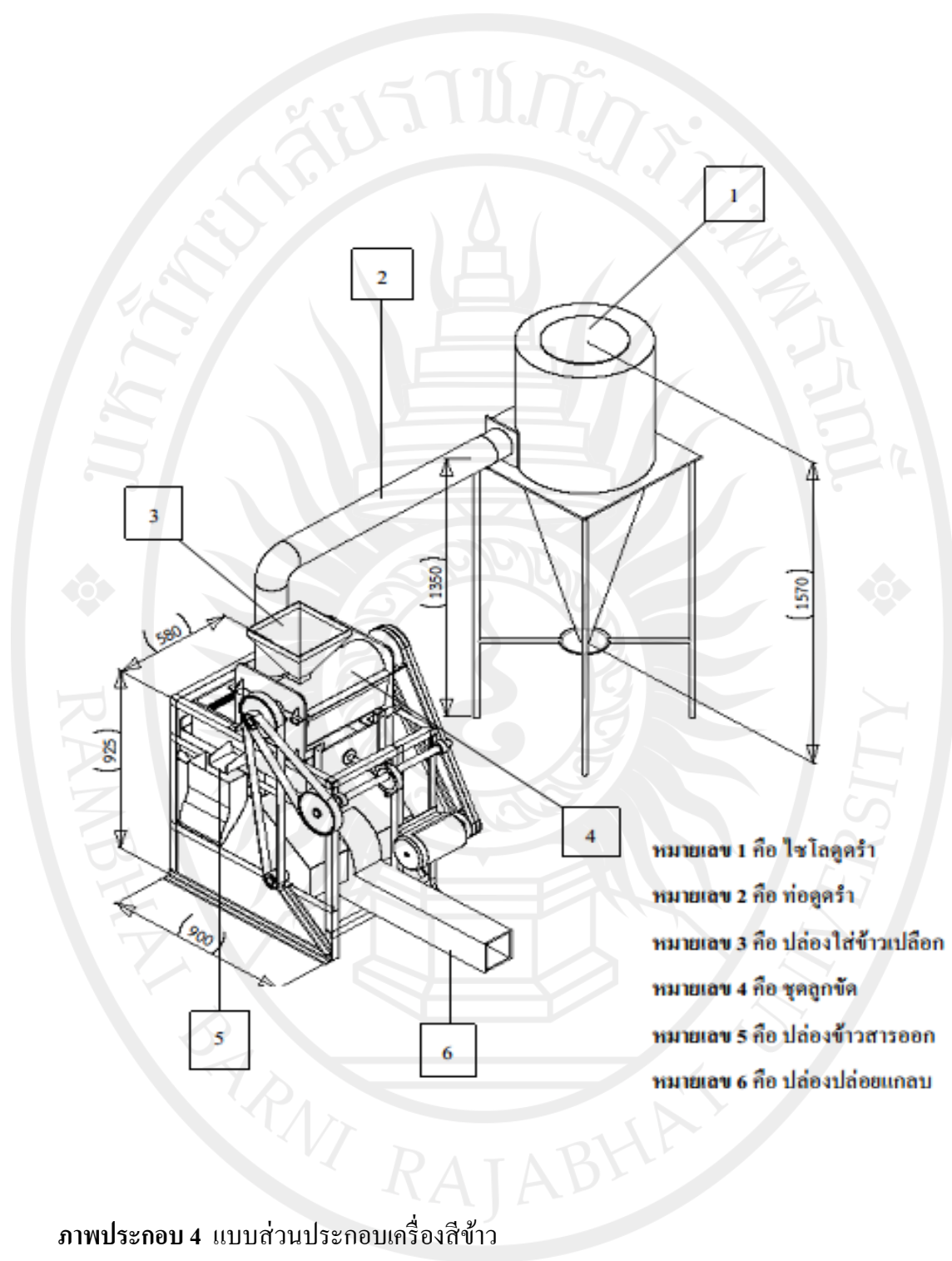


ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

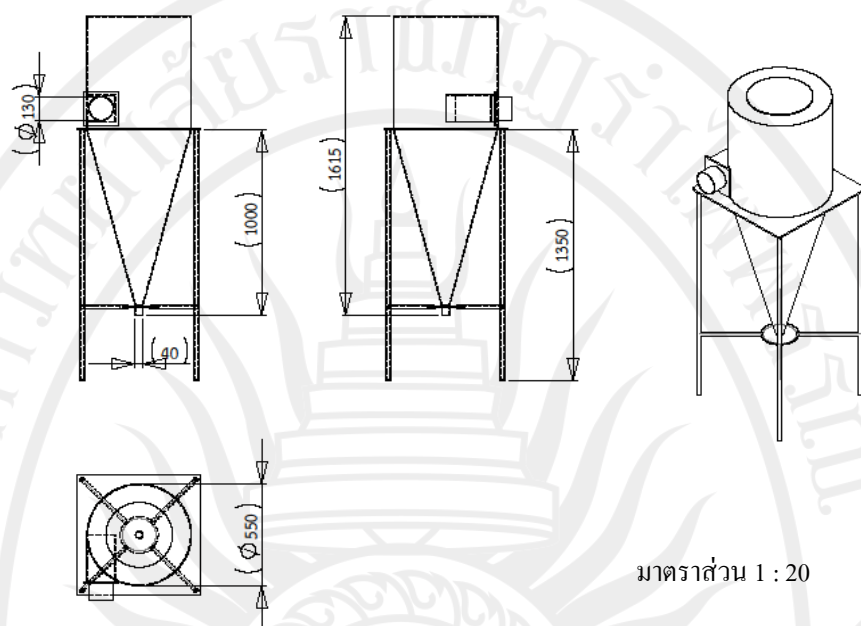


ภาคผนวก ก
ส่วนประกอบเครื่องสีข้าว

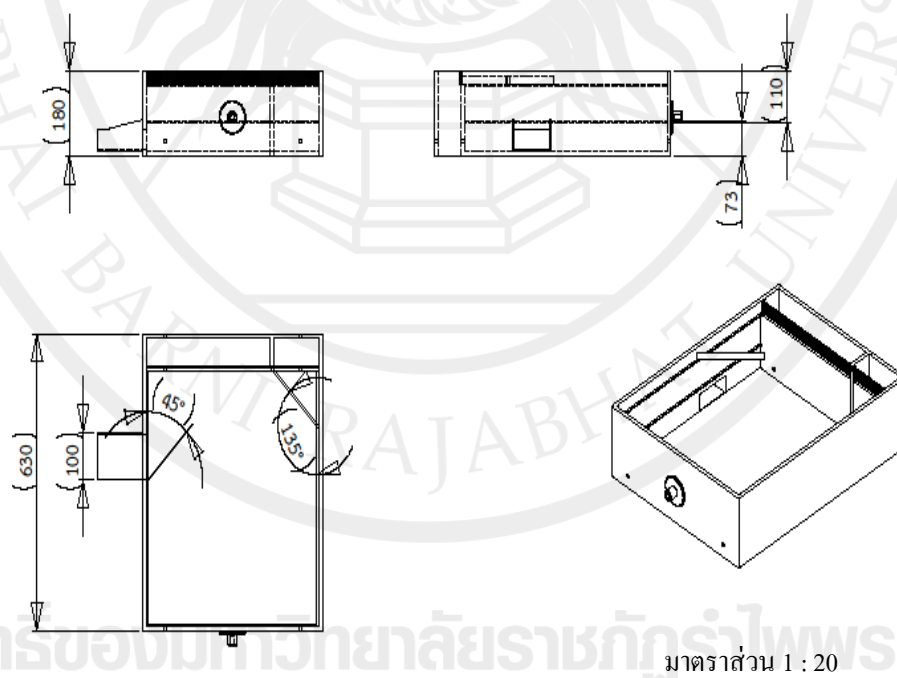
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



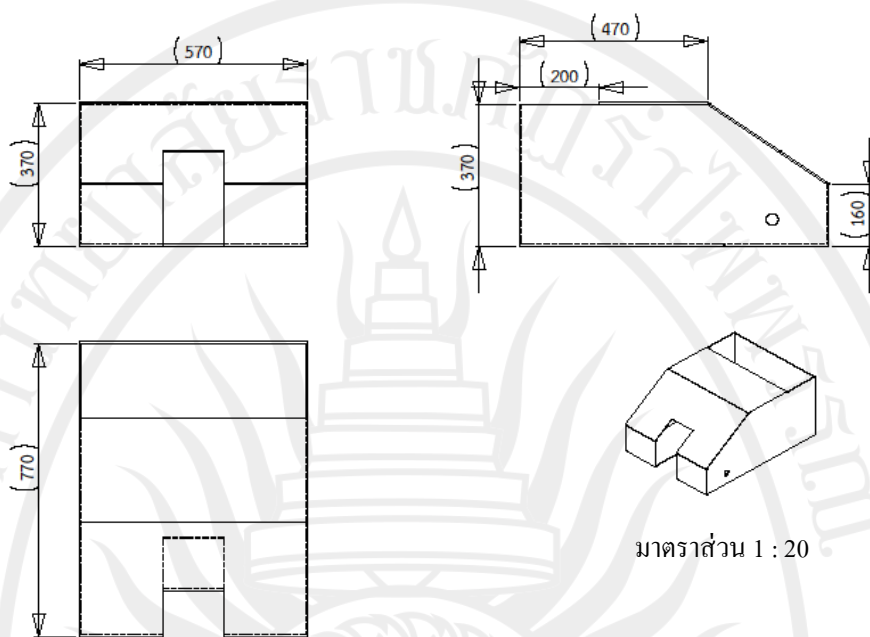
ภาพประกอบ 4 แบบส่วนประกอบเครื่องสีข้าว



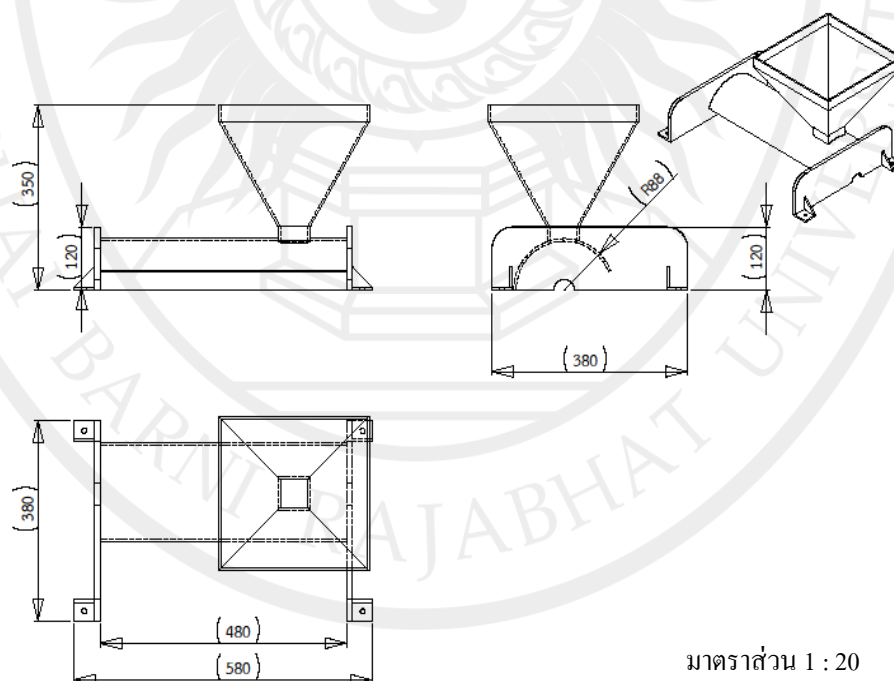
ภาพประกอบ 5 แบบส่วนประกอบไซโล



ภาพประกอบ 6 แบบส่วนประกอบตะแกรง



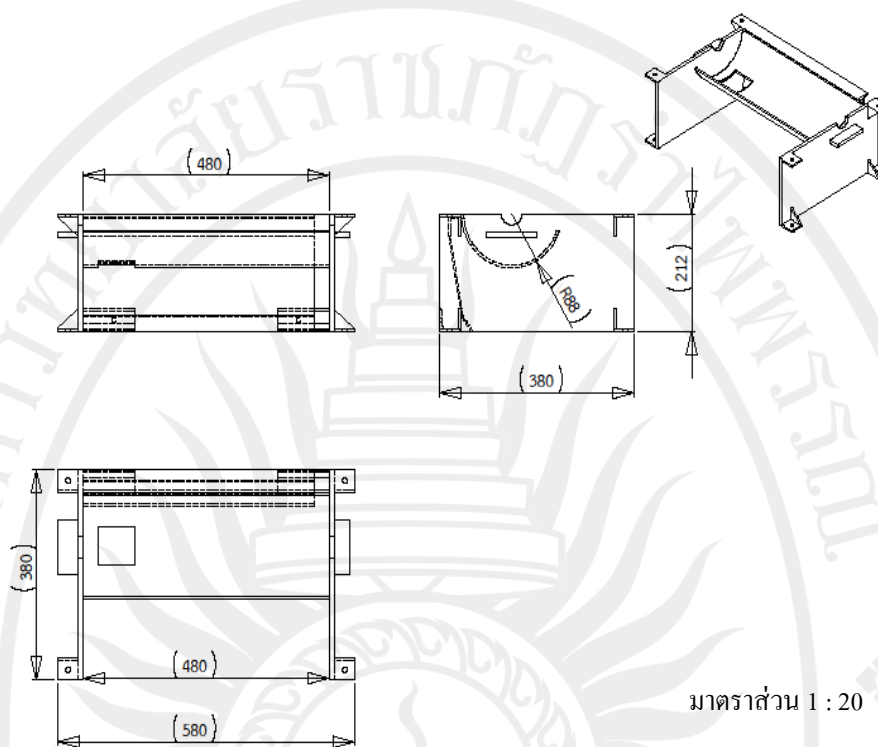
ภาพประกอบ 7 แบบส่วนประกอบตู้แยกแกลบ



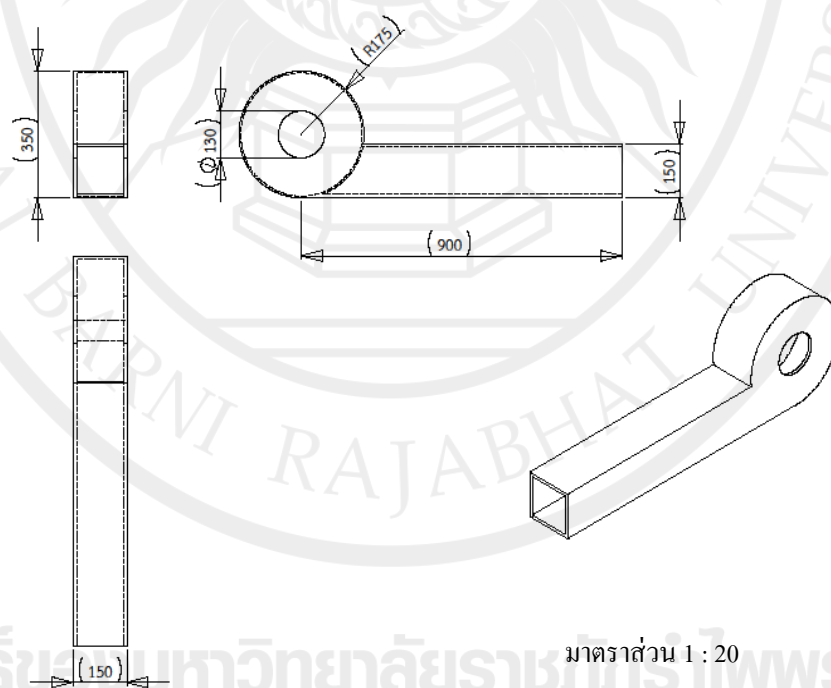
มาตราส่วน 1 : 20

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 8 แบบส่วนประกอบฝาครอบด้านบน



ภาพประกอบ 9 แบบส่วนประกอบฝาครอบด้านล่าง



ภาพประกอบ 10 แบบส่วนประกอบพัฒลมเป่าเกลบ



ภาคผนวก ข
แบบอุ้งบรรจุข้าวสาร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ภาพประกอบ 11 แบบถุงบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร 1

ฉบับร่าง

ข้าวสาร





☐ ข้าวหอมมะลิ
☐ ข้าวชัยนาท

กลุ่มชาวนาตำบลตะปอน

ข้าวอนามัยปลอดภัยสารพิษ

ผลิตโดย
 กลุ่มชาวนาตำบลตะปอน
 ผู้ผลิตข้าวเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน
 ตำบลตะปอน อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี
 โทร. 085-2779115, 081-1760018

สนับสนุนโดย
 องค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน
 สำนักงานเกษตรอำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
 สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ราคา

บาท

น้ำหนัก 5 กิโลกรัม

ภาพประกอบ 12 แบบถุงบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร 2

ข้าวสาร



กลุ่มชาวนาตะปอนใหญ่

ผลิตโดย

กลุ่มชาวนาตะปอนใหญ่

ผู้ผลิตข้าวเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน
ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี โทร.085-2779115

สนับสนุนโดย

องค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน

สำนักงานเกษตรอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ(วช.)

ราคา

บาท

น้ำหนัก 5 กิโลกรัม

ภาพประกอบ 13 แบบถุงบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร 3



ภาคผนวก ค

สูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพและสมรรถนะเครื่องสีข้าว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การหาประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว

กำหนดให้ n = จำนวนข้าวเปลือกทั้งหมด มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
 x = จำนวนข้าวสารที่สีได้ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
 $\eta_{\text{เครื่องสี}}$ = ประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

สมการประสิทธิภาพ

$$\eta_{\text{เครื่องสี}} = \frac{x}{n} \times 100$$

การหาสมรรถนะเครื่องสีข้าว

กำหนดให้ x = จำนวนข้าวสารที่สีได้ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
 t = เวลาที่ใช้ มีหน่วยเป็นนาที

สมรรถนะ = $\frac{x}{t} \times 60$
 = มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาคผนวก ง
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



แบบสอบถามการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวสารบรรจุถุงด้วยเครื่องสีข้าวชุมชน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มีความประสงค์จะสอบถามความคิดเห็น การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวสารบรรจุถุงด้วยเครื่องสีข้าวชุมชน ผลจากการสอบถามเพื่อใช้ในการจัดการพัฒนาการแปรรูปผลผลิต เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวสาร และก้าวสู่ตลาดผู้บริโภคของสมาชิกกลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในข้อที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

- | | | | |
|----------|---|----------------------------------|--|
| 1. เพศ | ☐ ชาย | ☐ หญิง | |
| 2. อายุ | ☐ 20 - 30 ปี | ☐ 31 - 40 ปี | ☐ 41 - 50 ปี ☐ 51 ปีขึ้นไป |
| 3. อาชีพ | ☐ รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ | ☐ ชาวนา | ☐ อื่น ๆ..... |

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการถ่ายทอดเทคโนโลยีการส่งเสริมการบริหารจัดการโรงสีชุมชน

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านคิดว่าพึงพอใจที่สุด

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อย มาก (1)
1. กระบวนการขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยี						
1.1	การประชาสัมพันธ์โครงการ					
1.2	ความเหมาะสมของสถานที่ การถ่ายทอดเทคโนโลยี					
1.3	ความเหมาะสมของระยะเวลา					
1.4	การจัดลำดับของขั้นตอนกิจกรรม					
2. เจ้าหน้าที่ให้บริการ/วิทยากร/ผู้ประสานงาน						
2.1	ความรู้ในเนื้อหาของวิทยากร					
2.2	ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้					
2.3	การตอบคำถาม					
2.4	ความเหมาะสมของวิทยากรในภาพรวม					
3. การอำนวยความสะดวก						
3.1	เอกสาร					
3.2	สื่อทัศนูปกรณ์					
3.3	อาหารเครื่องดื่มและสถานที่					
4. คุณภาพการให้บริการ						
4.1	ท่านได้รับความรู้ ทักษะและประสบการณ์ใหม่ ๆ จากโครงการ					
4.2	ท่านสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากโครงการไปปฏิบัติงานได้					
4.3	สิ่งที่ได้จากโครงการ/กิจกรรมครั้งนี้ตรงตามความคาดหวังหรือไม่					

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
4.4	สัดส่วนการอบรมระหว่างภาคทฤษฎีและปฏิบัติมีความเหมาะสม					
4.5	ประโยชน์ที่ท่านได้รับจากโครงการ/กิจกรรม					
5. ประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว						
5.1	กำลังการผลิต					
5.2	การบำรุงรักษา					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะทั่วไป และเรื่องอื่น ๆ กรุณาเขียนตอบแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณท่านที่กรุณาใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



แบบสอบถามการออกแบบโลโก้บรรจุภัณฑ์จากการสีข้าวเปลือกของกลุ่มชาวนา

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มีความประสงค์จะสอบถามความคิดเห็น การออกแบบโลโก้บรรจุภัณฑ์จากการสีข้าวเปลือกของกลุ่มชาวนา ที่เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวสารบรรจุภัณฑ์ ผลจากการสอบถาม เพื่อใช้ในการพัฒนาการแปรรูปผลผลิต เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวสาร และ ก้าวสู่ตลาดผู้บริโภคของสมาชิกกลุ่มชาวนา ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในข้อที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

- | | | | | |
|----------|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. เพศ | ☐ ชาย | ☐ หญิง | | |
| 2. อายุ | ☐ 20 - 30 ปี | ☐ 31 - 40 ปี | ☐ 41 - 50 ปี | ☐ 51 ปีขึ้นไป |
| 3. อาชีพ | ☐ รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ | ☐ ชาวนา | ☐ อื่น ๆ..... | |

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการออกแบบโลโก้บรรจุภัณฑ์จากการสัมภาษณ์ของกลุ่มชาวนา

ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จากการสัมภาษณ์	ระดับความพึงพอใจ				
	มาก ที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย มาก (1)
1. ด้านความสามารถรองรับบรรจุภัณฑ์					
1.1 ความเหมาะสมขนาดของบรรจุภัณฑ์					
1.2 ความแข็งแรง หรือความแน่นหนา ที่สามารถรองรับสินค้าได้					
1.3 ความคงทนของบรรจุภัณฑ์					
2. ความสามารถสื่อประชาสัมพันธ์และ ความสวยงาม					
2.1 สัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์สื่อความ หมายความเหมาะสมของสินค้า					
2.2 ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์					
2.3 ข้อความที่เป็นจุดขาย เรื่องเศรษฐกิจ พอเพียง					
2.4 ความครบถ้วนของข้อมูลบนฉลาก					
2.5 ความโดดเด่นของบรรจุภัณฑ์เมื่อวาง ปนกับสินค้าคู่แข่ง					
3. ความสะดวกสบายต่อการผลิตการบรรจุ การขนส่ง และการใช้สอย/อื่น ๆ					
3.1 สะดวกต่อการผลิต					
3.2 สะดวกต่อการบรรจุ					
3.3 สะดวกต่อการขนส่ง					
3.4 ข้อเสียที่ชุมชนจะได้รับเมื่อมีผลิตภัณฑ์ ข้าวเป็นของชุมชนเอง					

ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จากการสื้ข้าวเปลือก	ระดับความพึงพอใจ				
	มาก ที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย มาก (1)
3.5 สภาพบรรจุภัณฑ์เหมาะกับการเก็บรักษา					
3.6 สภาพบรรจุภัณฑ์เหมาะกับการขนถ่าย					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะทั่วไป และเรื่องอื่น ๆ กรุณาเขียนตอบแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณท่านที่กรุณาใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นายสมพล ผลมูล
วัน เดือน ปีเกิด	21 มิถุนายน พ.ศ.2515
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	96 หมู่ 4 ตำบลจันทนิมิต อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 22000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ 1 วิทยาลัยการอาชีพนายายอาม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยการอาชีพนายายอาม 191 หมู่ 13 ถนนสุขุมวิท ตำบลนายายอาม อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี 22160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2527	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนลาซาล มารดาพิทักษ์
พ.ศ. 2533	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (สาขาช่างยนต์) วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี
พ.ศ. 2535	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (สาขาช่างยนต์) วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี
พ.ศ. 2540	วิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (การผลิต) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2546	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช นนทบุรี
พ.ศ. 2558	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี