การประเมินรถเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก

กีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

การประเมินรถเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก

กีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การประเมินรถเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก

กีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(รองศาสตราจารย์เสมอขวัญ ตันติกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนศิษฎ์ วงศ์ศิริอำนวย)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำพร ปัญโญใหญ่)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเนตร สืบค้า)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การประเมินรถเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก
ชื่อผู้เขียน นายกีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์เสมอขวัญ ตันติกุล

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัย การประเมินสมรรถนะเครื่องเกี่ยวนวดขนาดเล็กมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและประเมินสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ และวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ การทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 ดำเนินการทดสอบที่หมู่บ้านแม่เตาไห ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น ENG-MJU-003 ที่ใช้ความเร็วปฏิบัติงานเท่ากับ 0.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงาน 1.07 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 3.36 % และเมื่อใช้ความเร็วปฏิบัติงานเท่ากับ 1.85 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงาน 1.46 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.57 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 6.74 % และเมื่อใช้ความเร็วการปฏิบัติงานเท่ากับ 3.1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงาน 2.55 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.7 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 9.1 % และผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 พบว่ามี จุดคุ้มทุน เท่ากับ 897.62 ชั่วโมงต่อปี พิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 700 บาทต่อไร่ จึงจะมีระยะเวลาในการคืนทุนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเท่ากับ 7 ปี

คำสำคัญ : เครื่องเกี่ยวนวดข้าว, สมรรถนะ, จุดคุ้มทุน

Title EVALUATION OF SMALL COMBINE HARVESTER
Author Mr. Keerasak Loungrit
Degree Master of Engineering in Agricultural Engineering
Advisory Committee Chairperson Associate Professor Samerkhwan Tantikul

ABSTRACT

The purposes of this study were to study and estimate working ability of the small model harvesting machine and to analyze its economic data. The test of the ENG-MJU-003 Harvesting machine was set at the farm area of Mae Tao Hai village, Nong Han sub district, San Sai district, Chiangmai. The result of the study revealed that the ENG-MJU-003 using the speed of 0.93 kilometers per hour could make 1.07 rai per hour working ability by using fuel 3 Litter per rai. The percentage of losing the rice seed is 3.36 %. The ENG-MJU-003 using the speed of 1.85 kilometers per hour could make 1.46 rai per hour working ability by using fuel 3.57 Litter per rai. The percentage of losing the rice seed is 6.74 %. The ENG-MJU-003 using the speed of 3.1 kilometers per hour could make 2.55 rai per hour working ability by using fuel 3.7 Litter per rai. The percentage of losing the rice seed is 9.1 %. The analysis result of economic expenses of this ENG-MJU-003 Harvesting machine was found that the break-even point is 897.62 hours per year. Considering the hire rating at 700 baht per rai, it could make the period of gaining investment back in 7 year.

Keywords : Combine harvester, ability, break-even poin

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้นแบบ และสนับสนุนอุปกรณ์ในการทำวิจัย สำหรับพื้นที่เพาะปลูกในเขตภาคเหนือ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ เสมอขวัญ ตันติกุล ประธานหลักสูตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเนตร สืบค้า กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนศิษฏ์ วงศ์ศิริอำนวย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำพร ปัญโญใหญ่ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ทางด้านวิศวกรรมให้กับผู้วิจัย ในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ขอขอบพระคุณกลุ่มเกษตรกร ที่ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จนประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไป ส่วนข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

กีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สมมุติฐานการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตการทำวิจัย 2

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย 3

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ลักษณะข้าว 5

2.1.1 ข้าวจัดอยู่ในตระกูลหญ้า 5

2.1.3 ระยะพักตัวของเมล็ด 5

2.1.4 ความไวต่อช่วงแสง 6

2.1.4.1 ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง 6

2.1.4.2 ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง 6

2.1.5 ความสามารถในการขึ้นน้ำและการทนน้ำลึก 7
2.1.6 คุณภาพของเมล็ด 8
2.1.6.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ 8
2.1.6.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี 8
2.1.7 ลักษณะรูปต้น 9
2.1.8 ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว 9
2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ 9
2.2.1 ราก 9
2.2.2 ใบ มีกาบใบ (sheath petiole) 10
2.2.3 ช่อดอก (inflorescence) 10
2.2.4 ผล เป็น caryopsis 10
2.3 สรรพคุณการใช้ประโยชน์ 10
2.3.1 ข้าว รสเย็นจืด 10
2.3.2 ข้าว มีทั้งข้าวสารเจ้า 10
2.3.3 ข้าวกล้องมีคุณค่าของโภชนาการสูง 10
2.3.4 รำข้าว เปลือกผลข้าว 10
2.3.5 น้ำข้าว 11
2.4 ผลผลิตข้าว 11
2.5 ความสำคัญของพันธุ์ข้าว 11
2.6 ชนิดของพันธุ์ข้าว 13
2.6.1 ข้าวนาสวน 13
2.6.2 ข้าวนาสวนนาน้ำฝน 13
2.6.3 ข้าวนาสวนนาชลประทาน 13
2.6.4 ข้าวขึ้นน้ำ 13

2.6.5 ข้าวน้ำลึก 13
2.6.6 ข้าวไร่ 13
2.6.7 ข้าวนาที่สูง 13
2.7 การเจริญเติบโต 13
2.7.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ 13
2.7.2 การเจริญเติบโตทางระบบสืบพันธุ์ 14
2.7.3 การเจริญเติบโตทางเมล็ด 14
2.8 วิธีการปลูกข้าวของประเทศไทย 17
2.8.1 การปลูกข้าวนาดำ 17
2.8.2 การปลูกข้าวนาหว่าน 17
2.8.3 การทำนาหยอด 18
2.9 ข้าวเหนี่ยวพันธุ์สันป่าตอง 1 18
2.10 การเก็บเกี่ยวข้าว 18
2.10.1 การเกี่ยวข้าวด้วยเคียว 19
2.10.2 การเกี่ยวข้าวด้วยแกระ 19
2.11 วิธีการนวดข้าว 19
2.11.1 วิธีใช้แรงงานคนอย่างเดียว การนวดแบบวิธีดั้งเดิมประกอบด้วย วิธีที่ใช้แรงงานคนอย่างเดียว และวิธีที่ใช้แรงงานสัตว์ ควบคู่ไปกับการใช้แรงงานคน 19
1) การนวดโดยการตี 19
2) การนวดข้าวโดยวิธีใช้เท้าย่ำ 20
3) วิธีนวดข้าวแบบใช้สัตว์ 20
4) หวีนวด 20
2.11.2 การนวดโดยเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่พัฒนาในประเทศไทย 21
1) ต้นกำลัง 21

2) ระบบเกี่ยว 21
3) ระบบนวดและทำความสะอาด 21
2.12 เครื่องจักรกลการเกษตรกับการพัฒนาการเกษตรในประเทศไทย 21
2.12.1 พัฒนาการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทย 21
2.12.2 เครื่องเกี่ยวข้าวในประเทศไทย 22
2.12.2.1 เครื่องเกี่ยวข้าววางราย ในปี พ.ศ. 2521-2524 23
2.12.2.2 เครื่องเกี่ยวข้าวแบบมัดฟ่อน 24
2.12.2.3 เครื่องเกี่ยวนวดแบบญี่ปุ่นที่ใช้งานในประเทศไทย 25
2.12.2.4 เครื่องเกี่ยวนวดแบบตะวันตกที่ใช้งานในประเทศไทย 25
2.12.3 ลักษณะสำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตในประเทศไทย 26
2.13 ความหมายของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม 27
2.13.1 การเปรียบเทียบทางการเงินเพื่อคัดเลือกโครงการ 27
2.13.2 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 28
2.13.3 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน 29
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 37
3.1 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น ENG-MJU-003 37
3.1.1 เครื่องยนต์ต้นกำลัง 37
3.1.2 ชุดช่วงล่าง 37
3.1.3 ชุดถ่ายทอดกำลังและขับเคลื่อน 38
3.1.4 ชุดหัวเกี่ยว 39
3.1.5 ชุดทำความสะอาดประกอบด้วย 40
3.1.6 ชุดลำเลียง 41
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 44

3.3 วิธีการทดสอบ 46
3.3.1 การทดสอบความสูงของการตัด 46
3.3.2 ก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 47
3.3.3 การทดสอบความสูญเสียรวม 48
3.3.4 การทดสอบระดับเสียงและความสามารถในการทำงาน 49
3.3.5 การคำนวณค่าต่าง ๆ 58
3.3.5.1 ผลผลิตรวม (W_T) 58
3.3.5.2 อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อมวลวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก (G/MOG Ratio) 58
3.3.5.3 ความสูญเสียจากการร่วงก่อนเกี่ยว (L_{SH}) 59
3.3.5.4 ความสูญเสียจากการเกี่ยว (L_H) 59
3.3.5.5 ความสูญเสียจากการนวด (L_{US}) 59
3.3.5.6 ความสูญเสียจากการคัดแยกและทำความสะอาด (L_S) 59
3.3.5.7 ร้อยละความเสียหายเนื่องจากเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (D_d) 59
3.3.5.8 ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก 59
3.3.5.9 ความสูญเสียรวมจากการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด (TL) 60
3.3.5.10 ความสามารถทางปฏิบัติ 60
3.3.5.11 ความสามารถทางทฤษฎี 60
3.3.5.12 ประสิทธิภาพการทำงาน 60
3.3.5.13 ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 60
3.3.5.14 ค่าเสื่อมราคา 60
3.3.5.15 ค่าดอกเบี้ย 60
3.3.5.16 ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา 60
3.3.5.17 ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 61

3.3.5.18 จุดคุ้มทุน 61
3.3.5.19 ระยะเวลาคืนทุน 61
บทที่ 4 ผลการวิจัย 62
4.1 ผลการทดสอบความสูงของการตัด 62
4.2 ผลการประเมินสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบในแปลงทดสอบ 62
4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 68
4.4 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 69
4.5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 70
4.5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรที่เลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ 70
4.5.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ 72
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 75
5.1 สรุปผลการทดสอบ 75
5.2 ข้อเสนอแนะ 76
5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรที่เลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบรุ่น ENG-MJU-003 76
5.2.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบรุ่น ENG-MJU-003 76
ภาคผนวก ก สมบัติทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 77
ภาคผนวก ข แบบรายงานผลการทดสอบ 79
ภาคผนวก ค ผลการทดลอง 88
ภาคผนวก ง ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 95
บรรณานุกรม 97
ประวัติผู้วิจัย 100

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าวของประเทศไทย ปี 2558-2563 11

ตารางที่ 2 พันธุ์ข้าวทั่วไป 12

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบรถเกี่ยวข้าว 63

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 68

ตารางที่ 5 สมบัติทางกายภาพของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 78

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กรุ่น ENG-MJU-003 2
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว 14
ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของรวงข้าว (panicle) 15
ภาพที่ 5 การสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน 15
ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของดอกข้าว (spikelet) 16
ภาพที่ 7 พัฒนาการของเมล็ดข้าว 16
ภาพที่ 8 ส่วนประกอบของข้าวเปลือก (whole grain rice) 17
ภาพที่ 9 ส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวดที่ผลิตในประเทศไทย 26
ภาพที่ 10 เครื่องยนต์ต้นกำลังดีเซลสูบเดียว 37
ภาพที่ 11 ชุดช่วงล่าง 38
ภาพที่ 12 ปั้มไฮดรอลิค 38
ภาพที่ 13 มอเตอร์ไฮดรอลิคขับเคลื่อน 39
ภาพที่ 14 หัวเกี่ยวรถเกี่ยวนวดข้าวต้นแบบ 39
ภาพที่ 15 ชุดนวด 40
ภาพที่ 16 พัดลมเป่าละอองฝุ่นผง และเมล็ดลีบ 40
ภาพที่ 17 ตะแกรงร่อนชั้นบน 41
ภาพที่ 18 ตะแกรงร่อนชั้นล่าง 41
ภาพที่ 19 ชุดป้อนลำเลียงเข้าสู่ระบบนวด 42
ภาพที่ 20 ใบเกลียวลำเลียงข้าวเต็มเมล็ดภายในระบบทำความสะอาด 42
ภาพที่ 21 ท่อลำเลียงเข้าสู่ถังเก็บบรรจุข้าวเต็มเมล็ด 43

ภาพที่ 22 โซ่ลำเลียงข้าวเข้าสู่ถังบรรจุข้าวเต็มเมล็ด 43
ภาพที่ 23 เกลียวในถังเก็บบรรจุข้าวเต็มเมล็ด 43
ภาพที่ 24 ท่อลำเลียงข้าวออกจากถังเก็บบรรจุเมล็ด 44
ภาพที่ 25 เคียว 45
ภาพที่ 26 เครื่องชั่งและถุงเก็บตัวอย่าง 45
ภาพที่ 27 เครื่องวัดความดังของเสียง 45
ภาพที่ 28 วัดความกว้างของพื้นที่ทดสอบ 46
ภาพที่ 29 วัดความสูงใบมีดขณะใบมีดอยู่ในตำแหน่งสูงสุด 47
ภาพที่ 30 เก็บขอบแปลงนาเพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบ 51
ภาพที่ 31 ทำความสะอาดภายในเครื่องเกี่ยวนวดเพื่อเอาเมล็ดข้าวเปลือกและสิ่งตกค้าง 51
ภาพที่ 32 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 1 เมตร 51
ภาพที่ 33 เกี่ยวต้นข้าวด้วยเคียวในกรอบเก็บข้อมูล 1 X 1 เมตร 52
ภาพที่ 34 แยกเมล็ดข้าวเปลือกและวัสดุที่ไม่ใช่ข้าวเปลือกออกจากต้นข้าว 52
ภาพที่ 35 สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก 52
ภาพที่ 36 ตัวอย่างดินที่ผ่านการอบเพื่อหาความชื้น 53
ภาพที่ 37 สุ่มวัดความสูงตรงของต้นข้าว 53
ภาพที่ 38 แบบแปลงข้าวทดสอบ 54
ภาพที่ 39 พื้นที่เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนเกี่ยวนวด และหลังการเกี่ยวนวด 55
ภาพที่ 40 ใช้ตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับออกมาจากช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด 55
ภาพที่ 41 จับเวลาเพื่อหาความเร็วในการเก็บเกี่ยว 56
ภาพที่ 42 คัดแยกสิ่งเจือปนโดยการใช้เครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือก 56
ภาพที่ 43 สุ่มวัดระดับเสียงในช่วงเวลาที่ทำการเก็บเกี่ยว 57
ภาพที่ 44 ความจุถังน้ำมัน 57

ภาพที่ 45 เติมน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน 58
ภาพที่ 46 แปลงนาทดสอบ ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 62
ภาพที่ 47 ผลผลิตรวม 64
ภาพที่ 48 ร้อยละความสูญเสียจากการร่วงก่อนเกี่ยว 65
ภาพที่ 49 ร้อยละความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว 65
ภาพที่ 50 ผลรวมร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด 66
ภาพที่ 51 ความสมารถทางทฤษฎีและความสามารถทางปฏิบัติเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 66
ภาพที่ 52 ความสูญเสียรวมจากการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด 67
ภาพที่ 53 อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 67
ภาพที่ 54 ระดับความดังของเสียงรถเกี่ยวนวดข้าว 68
ภาพที่ 55 จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 70
ภาพที่ 56 เศษฟางที่ถูกนวดละเอียด 70
ภาพที่ 57 ก่อนการถอดซี่นวด 71
ภาพที่ 58 หลังการถอดซี่นวดออกให้มีจำนวนน้อยลง 71
ภาพที่ 59 ข้อต่อเกลียวภายในท่อส่งข้าวออก 72
ภาพที่ 60 ตะแกรงร่อนอุดตัน 73
ภาพที่ 61 เข้าไปดึงเศษฟางที่อุดตันออกมาจากตะแกรงร่อน 73
ภาพที่ 62 เปลี่ยนมูเล่ย์พัดลม 74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการนำเครื่องจักรมาใช้ในการเกษตรมีมากขึ้น เริ่มตั้งแต่การเพาะปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เพราะนอกจากจะผลิตไว้สำหรับบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกไปต่างประเทศ ซึ่งในอดีตนั้นแรงงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวมีค่อนข้างมาก ต่อมาแรงงานในภาคการเกษตรเริ่มลดลง มีปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตร ค่าจ้างแรงงานสูงขึ้น จึงได้เริ่มมีการนำเอาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยวแทนแรงงานคนมากขึ้น (นิพนธ์ ป้องจันทร์, 2547) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานและลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวข้าว เนื่องจากข้าวที่ออกผลผลิตพร้อม ๆ กัน ดังนั้นต้องการการเก็บเกี่ยวที่ทันต่อผลผลิตที่ออกมา หากเก็บเกี่ยวไม่ทันอาจจะทำให้ผลผลิตเสียหายได้ ซึ่งเกษตรกรมีความต้องการในการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรเพื่อทุ่นแรง และประหยัดเวลาในการทำงานมากขึ้น

การใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวก็มีข้อจำกัดคือ ข้าวเปลือกที่ได้จากเครื่องเกี่ยวนวดส่วนใหญ่จะมีความชื้นสูง เพื่อป้องกันการร่วงหล่นของเมล็ดข้าวและป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียระหว่างการเก็บเกี่ยว นอกจากนั้นเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ที่นิยมใช้ในประเทศเกือบทั้งหมดมีราคาสูงเกินกว่า 1 ล้านบาท ซึ่งถือว่ามีราคาค่อนข้างแพง และมีระบบขับเคลื่อนด้วยตัวเองเป็นแบบตีนตะขาบ (Track Layer) ทำให้ความคล่องตัวในการทำงานมีน้อย ไม่สามารถวิ่งบนถนนจากหมู่บ้านไปสู่ท้องนาได้และต้องใช้รถบรรทุกในการขนย้ายเครื่องเกี่ยวนวดไปยังพื้นที่แปลงนา นอกจากนั้นปัญหาของผู้รับจ้างเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ได้แก่ สภาพพื้นที่ที่เป็นแปลงขนาดเล็ก ราคาอะไหล่ค่อนข้างแพง เครื่องเกี่ยวนวดหายากในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว ค่าจ้างเก็บเกี่ยวค่อนข้างแพง และชั้นดินอัดตัวแน่น (เพราะเครื่องเกี่ยวนวดมีขนาดค่อนข้างใหญ่และน้ำหนักมาก) เป็นต้น ดังนั้นเมื่อทำงานในแปลงขนาดเล็กหรือพื้นที่ลาดชันทางภาคเหนือตอนบน ทำให้การใช้เครื่องเกี่ยวนวดมีลักษณะไม่เหมาะสมกับพื้นที่เท่าที่ควร

ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีหลายปัจจัย ได้แก่ สภาพของพืชและพื้นที่การเก็บเกี่ยว การปรับตั้งเครื่องเกี่ยวนวดข้าว การใช้ความเร็วที่ในการเก็บเกี่ยว ตลอดจนความกว้างในการเก็บเกี่ยว (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ, 2015) ปัญหาของเกษตรกรในการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้แก่ เมล็ดข้าวร่วงหล่น ข้าวปน ค่าจ้างเก็บเกี่ยวแพง และทำให้เกิดปัญหาดินแน่น

จากปัญหาที่กล่าวมา จึงเป็นแนวความคิดในการทำงานวิจัยการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบรุ่น ENG-MJU-003 เพื่อเป็นแนวทางนำข้อมูลในการพัฒนาและปรับปรุงต่อไปในอนาคต

ภาพที่ 1 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กรุ่น ENG-MJU-003

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็กต้นแบบ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็กต้นแบบ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ผู้ประกอบการเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ได้มีพื้นฐานข้อมูลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2560)

1.4 ขอบเขตการทำวิจัย

1.4.1 การวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็กรุ่น ENG-MJU-003

1.4.2 การทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางรุ่น ENG-MJU-003 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2560)

1.4.3 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

1.5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง ข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดโดยจัดทำออกมาเป็นเอกสารและจัดพิมพ์เป็นเล่มภายใน มอก. แต่ละเล่มประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เช่น เกณฑ์ทางเทคนิค คุณสมบัติที่สำคัญ ประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน คุณภาพของวัตถุที่นำมาผลิต และวิธีการทดสอบเป็นต้น

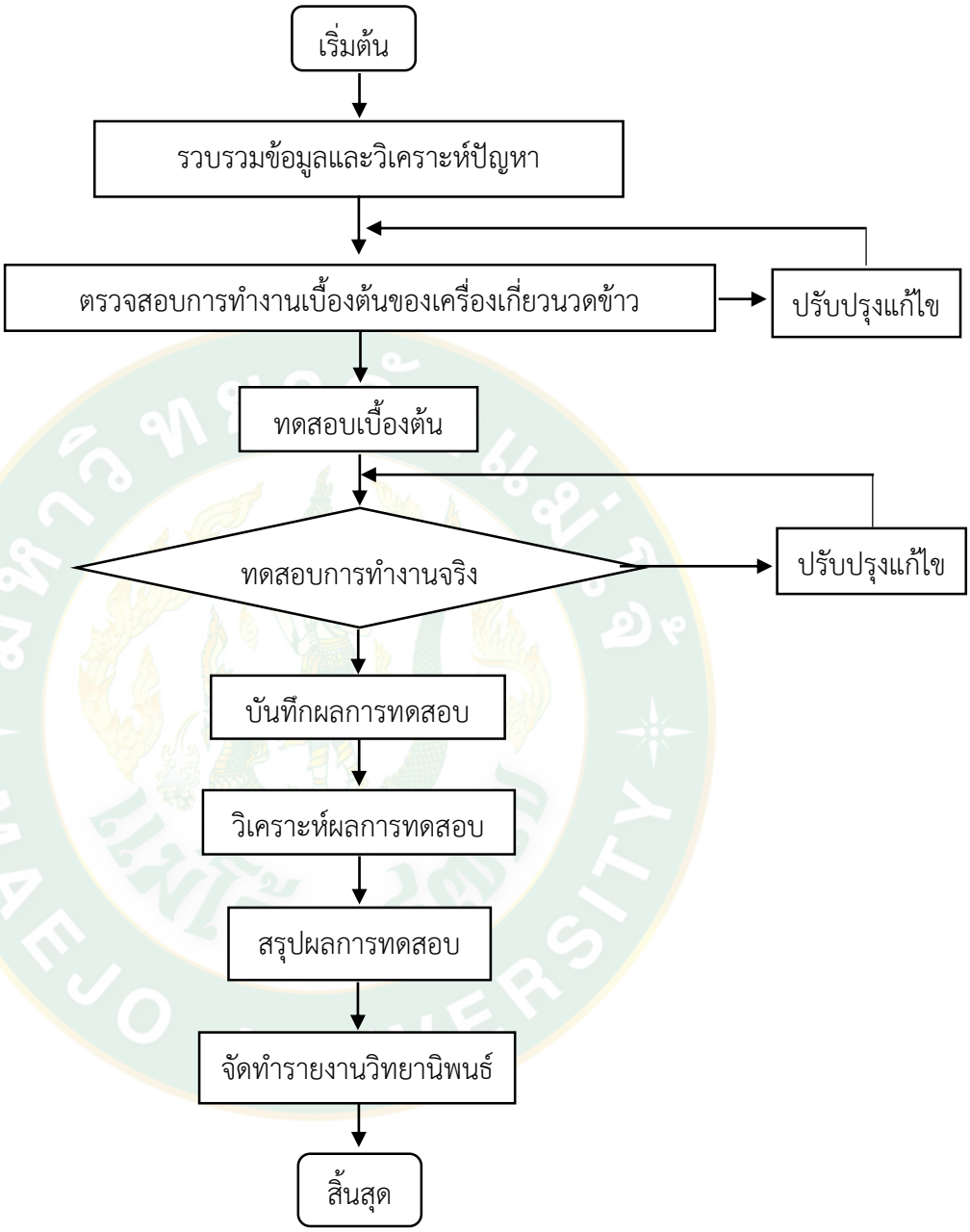
1.5.2 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว เป็นเครื่องมือที่นำระบบเกี่ยวและนวดมารวมไว้ในเครื่องเดียวกัน ประกอบด้วย ระบบตัด ระบบนวด และระบบทำความสะอาด ซึ่งจะทำงานต่อเนื่องกัน คือเครื่องตัดต้นข้าวและส่งต้นข้าวเข้าเครื่องนวดเพื่อแยกเมล็ดข้าว แล้วทำความสะอาดและแยกฟางข้าวจากเมล็ดข้าว เมล็ดข้าวจะถูกส่งเข้าบรรจุในถังเก็บหรือกระสอบอันเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน ซึ่งทำงานได้รวดเร็วและประหยัดแรงงานมาก

1.5.3 จุดคุ้มทุน หมายถึง ระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายของธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง

1.5.4 ระยะเวลาคืนทุน หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน

1.5.5 มาตรฐานสมรรถนะ (Standards of Competence) หมายถึงข้อกำหนดหรือเกณฑ์การปฏิบัติงานทั้งที่เป็นการปฏิบัติและเป็นผลของงาน มาตรฐานสมรรถนะนั้นคล้ายกับ มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Performance Standard) หรือมาตรฐานการทำงาน (Standard of Work)

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 สามารถทดสอบรถเกี่ยวนวดข้าวต้นแบบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมได้

1.7.2 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ไปใช้ในอนาคตต่อได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยการประเมินสมรรถนะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็กต้นแบบ จำเป็นจะต้องทราบข้อมูลหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเรื่องให้ดีก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เพื่อจะได้เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด และเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

2.1 ลักษณะข้าว

2.1.1 ข้าวจัดอยู่ในตระกูลหญ้า (Family : Gramineae หรือ Poaceae) สกุลออไรซ่า (Oryza) ข้าวที่ปลูกเพื่อบริโภคสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดคือ ข้าวเอเชีย (Oryza sativa Linn) และข้าวแอฟริกา (O.glaberrima Steud) 2.1.2 ข้าวเป็นพืชน้ำล้มลุกเขตร้อน ชอบขึ้นในที่ดินเหนียวมีน้ำท่วมขัง มีบางพันธุ์ที่สามารถขึ้นได้ในที่ดอนเรียกว่า ข้าวไร่ ข้าวมีลำต้นกลวงและแตกตรงข้อ เจริญเติบโตแบบแตกกอ ใบยาวเรียวสากคายเหมือนใบตะไคร้หรือใบคา ดอกออกเป็นช่อดอกรวมที่ปลายยอด เรียกว่า รวงข้าว ผลหรือเมล็ดเมื่อยังอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อแก่จะมีสีเหลืองทอง ลักษณะที่สำคัญของข้าวแบ่งออกได้ เป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของต้นข้าวในท้องที่ปลูกการทนต่อสภาพแวดล้อม ที่เปลี่ยนแปลงเสมอ ๆ ตลอดถึงคุณภาพของเมล็ดข้าว (กรมวิชาการเกษตร, 2552) พันธุ์ข้าวที่ดีจะต้องมีลักษณะเหล่านี้ดี และเป็นที่ต้องการของชาวนาและตลาด ลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังนี้

2.1.3 ระยะพักตัวของเมล็ด เมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาจากต้นใหม่ ๆ เมื่อเอาไปเพาะมักจะไม่งอกทันที จะต้องใช้เวลาสำหรับพักตัวอยู่ระยะหนึ่ง ประมาณ 15-30 วัน จึงจะมีความงอก ถึง 80 หรือ 100 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาหลังจากเก็บเกี่ยวที่เมล็ดไม่งอกนี้ เรียกว่า ระยะพักตัวของเมล็ดข้าว สายพันธุ์อินดิคาแทบทุกพันธุ์ มีระยะพักตัวของเมล็ด แต่ข้าวสายพันธุ์จาปอนิคานั้น ไม่มีระยะพักตัว ซึ่งระยะพักตัวมีประโยชน์มาก โดยจะเป็นประโยชน์สำหรับชาวนาในเขตร้อนซึ่งมีฝนตก และมีความชื้นของอากาศสูงในฤดูเก็บเกี่ยว เพราะข้าวที่ไม่มีระยะพักตัวของเมล็ดจะงอกทันที เมื่อได้รับความชื้นหรือเมล็ดเปียกน้ำฝน ส่วนข้าวที่มีระยะพักตัว มันจะไม่งอกในสภาพดังกล่าว ซึ่งชาวนาจะได้รับผลผลิตเต็มที่ตามที่เก็บเกี่ยวได้ ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในเมล็ดยังไม่สมบูรณ์ ฉะนั้น เมื่อได้เก็บเกี่ยวมาแล้ว เมล็ดจึงไม่งอกและต้องรอไปจนกว่าเมล็ดนั้น ได้มีการเปลี่ยนทางสรีรวิทยาครบสมบูรณ์เสียก่อน มันจึงจะงอก สำหรับข้าวป่านั้น มีระยะพักตัวนานกว่าพันธุ์ข้าวที่ชาวนาปลูก บางครั้งเป็นเวลานานประมาณ 5-6 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะพักตัวใน 30 วันแรก เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และหลังจากนั้น เนื่องมาจากเปลือกนอกใหญ่ ที่ห่อหุ้ม

เมล็ดประสานกันแน่นมาก จนอากาศและน้ำเข้าไปไม่ได้ ฉะนั้น จะต้องแกะเปลือกนอกใหญ่ออกเสียก่อน แล้วจึงเอาเมล็ดไปเพาะในจานแก้ว เพื่อให้งอกตามปกติ ดังนั้น ระยะพักตัวของเมล็ดข้าวอาจเกิดขึ้นได้ด้วยสาเหตุทางสรีรวิทยา และลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

2.1.4 ความไวต่อช่วงแสง ระยะความยาวของกลางวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกของต้นข้าว ดังนั้น พันธุ์ข้าวจึงแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด โดยถือเอาความไวต่อช่วงแสง หรือระยะความยาวของกลางวันเป็นหลัก คือ ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

2.1.4.1 ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ข้าวพวกนี้ออกดอก เฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้น ปกติเราถือว่า กลางวันมีความยาว 12 ชั่วโมง และกลางคืน มีความยาว 12 ชั่วโมง ฉะนั้น กลางวันที่มีความยาวน้อยกว่า 12 ชั่วโมง ก็ถือว่าเป็นวันสั้น และกลางวันที่มีความยาวมากกว่า 12 ชั่วโมง ก็ถือว่าเป็นวันยาว และพบว่า ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงในประเทศไทย มักจะเริ่มสร้างช่อดอกและออกดอกในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้น ข้าวที่ออกดอกได้ ในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน 11 ชั่วโมง 40-50 นาทีจึงได้ชื่อว่า เป็นข้าวที่มีความไวน้อยต่อช่วงแสง (less sensitive to photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10-20 นาที ก็ได้ชื่อว่า เป็นพันธุ์ที่มีความไวมากต่อช่วงแสง (strongly sensitive to photoperiod) ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ จึงเรียกข้าวว่า พืชวันสั้น (short-day plant) พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง โดยเฉพาะข้าวที่ปลูกเป็นข้าว นาเมืองหรือข้าวขึ้นน้ำ การปลูกข้าวที่ไวต่อช่วงแสงจะต้องปลูกในฤดูนาปี (โดยอาศัยน้ำฝน บางครั้งจึงเรียกว่า ข้าวนาน้ำฝน) เพราะในฤดูนาปรัง กลางวันมีความยาวกว่า 12 ชั่วโมง เดือนที่มีกลางวันสั้นที่สุด ได้แก่ เดือนธันวาคม และเดือนที่มีกลางวันยาวที่ได้สุด ได้แก่ เดือนมิถุนายน ความยาวของกลางวันจะเริ่มสั้น จนมากพอที่จะทำให้ข้าวพวกไวต่อช่วงแสงออกดอกได้นั้น คือ วันในเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ข้าวที่มีความไวน้อยต่อช่วงแสง จะออกดอกในเดือนกันยายน ตุลาคม ซึ่งเรียกว่า ข้าวเบา ข้าวที่ออกดอก ในเดือนพฤศจิกายน เรียกว่า ข้าวกลาง และข้าวที่ออกดอกในเดือนธันวาคม มกราคม เรียกว่า ข้าวหนัก ด้วยเหตุนี้ ข้าวพวกที่ไวต่อช่วงแสง จะออกดอกในเดือนดังกล่าวนี้เท่านั้น ไม่ว่าจะปลูกในเดือนอะไรก็ตาม มันจึงมีระยะการเจริญเติบโตมากพอสมควร

2.1.4.2 ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง การออกดอกของข้าวพวกนี้ ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของกลางวัน เมื่อต้นข้าวได้มีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด ต้นข้าวก็จะออกดอกทันที ไม่

ว่าเดือนนั้นจะมีกลางวันสั้นหรือยาว พันธุ์ข้าว กข.1 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เมื่อมีอายุเจริญเติบโตนับจากวันตกกล้า ครบ 90-100 วัน ต้นข้าวก็จะออกดอก ฉะนั้น พันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จึงใช้ปลูกได้ผลดี ทั้งในฤดูนาปรังและนาปี อย่างไรก็ตาม พวกไม่ไวต่อช่วงแสงมักจะให้ผลิตผลสูง เมื่อปลูกในฤดูนาปรัง ปกติระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งไวและ ไม่ไวต่อช่วงแสง แบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ ดังนี้

1) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น เป็นระยะเวลานับตั้งแต่วันตกกล้าจนถึงวันที่แตกกอ และต้นสูงเต็มที่ ในระยะนี้ ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางความสูง และแตกเป็นหน่อใหม่จำนวนมากข้าวกำลังสร้างช่อดอก

2) ระยะการสร้างช่อดอก เป็นระยะเวลาที่ต้นข้าวเริ่มสร้างช่อดอก จนถึงรวงข้าวเริ่มโผล่ออกมาให้เห็น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 วัน สำหรับพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง อาจเรียกระยะนี้ว่า ระยะที่มีความไวต่อช่วงแสง ดังนั้น ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง เมื่อได้ครบระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ต้นข้าวจะไม่สร้างช่อดอก จนกว่าต้นข้าวจะได้รับช่วงแสงที่มันต้องการ ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จะเริ่มสร้างช่อดอกทันที หลังจากที่ต้นข้าวได้ครบระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ดังนั้น การปลูกในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้พันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงมีเวลามากหรือน้อยเกินไปสำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยเฉพาะการใช้พันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงปลูกล่ากว่าปกติ จะทำให้ต้นข้าวมีระยะเวลาน้อยไป ทำให้ได้ผลิตผลต่ำ

2.1.5 ความสามารถในการขึ้นน้ำและการทนน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในประเทศไทย ชนิดข้าวไร่และข้าวนาสวน ไม่จำเป็นต้องมีความสามารถในการขึ้นน้ำ หรือการทนน้ำลึก เพราะพื้นที่ปลูกนั้น ไม่มีน้ำลึก แต่พันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นข้าวนาเมืองนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถในการขึ้นน้ำ และต้องทนน้ำลึกด้วย เพราะระดับน้ำในนาเมือง ในระยะต้นข้าวกำลังเจริญเติบโตทางลำต้น และออกรวง มีความชื้นประมาณ 80-300 เซนติเมตร โดยเฉพาะในระหว่างเดือนกันยายน และต้นเดือนธันวาคม ปกติชาวนาที่ปลูกข้าวนาเมือง จะต้องลงมือไถนาเตรียมดิน และหว่านเมล็ดพันธุ์ ในเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม เพราะในระยะนี้ ดินแห้งน้ำ ไม่ขังในนา ซึ่งเหมาะสำหรับการเตรียมดิน และหว่านเมล็ดพันธุ์ เมื่อฝนตกลงมา หลังจากที่ได้หว่านเมล็ดแล้ว เมล็ดข้าวที่หว่านลงไป จะงอกเป็นต้นกล้า และเจริญเติบโตในดิน ที่ไม่มีน้ำขังนั้น จนถึงเดือนกรกฎาคมหรือสิงหาคม ฉะนั้นข้าวพวกนี้ จึงมีสภาพคล้ายข้าวไร่ในระยะแรก ๆ ต่อมาในเดือนสิงหาคม ฝนจะเริ่มตกหนักขึ้น และระดับน้ำในนาก็จะสูงขึ้น ๆ จนมีความลึกประมาณ 80-300 เซนติเมตร ในเดือนกันยายน แล้วระดับน้ำลึกนี้ก็จะมีอยู่ในนาอย่าง

นี้ไปจนถึงกลางเดือนธันวาคม หลังจากนั้นระดับน้ำก็จะเริ่มลดลง กระทั่งแห้ง ในเดือนมกราคม ด้วยเหตุนี้ ต้นข้าวจะต้องเจริญเติบโตทางความสูง ในระยะที่ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้มีส่วนของลำต้นและใบจำนวนหนึ่ง อยู่เหนือระดับน้ำ ความสามารถของต้นข้าว ในการเจริญเติบโตให้มีต้นสูง เพื่อหนีระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า ความสามารถในการขึ้นน้ำของต้นข้าว เนื่องจาก ต้นข้าวจะต้องอยู่ในน้ำที่มีความลึกมากอย่างนี้เป็นเวลา 2-3 เดือน ก่อนที่ต้นข้าวจะออกรวง จนแก่เก็บเกี่ยวได้ ในต้นหรือกลางเดือนมกราคม ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ระดับน้ำในนา ได้ลดลงเกือบแห้งฉะนั้น ความสามารถของต้นข้าว ที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำลึก จนกระทั่งเก็บเกี่ยวนี้ จึงเรียกว่า การทนน้ำลึก ดังนั้น การขึ้นน้ำ และการทนน้ำลึก จึงเป็นลักษณะที่จำเป็นยิ่งของพันธุ์ข้าวนาเมืองหรือข้าวขึ้นน้ำ

2.1.6 คุณภาพของเมล็ด คุณภาพของเมล็ดแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือคุณภาพเมล็ดทางกายภาพ ซึ่งหมายถึง ลักษณะรูปร่าง และขนาดของเมล็ดที่มองเห็นได้ และคุณภาพเมล็ดทางเคมี ซึ่งหมายถึง องค์ประกอบทางเคมีที่รวมกันเป็นเม็ดแป้งของข้าวที่หุงต้มเพื่อบริโภค

2.1.6.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับ ความยาว ความกว้างและความหนา ของเมล็ดข้าวกล้อง ตลอดจนถึงการมีท้องไข่ของข้าวเจ้า นอกจากนี้คุณภาพในการสีเป็นข้าวสาร ก็ถือว่าเป็นคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดด้วย เมล็ดข้าวที่ตลาดต้องการและถือว่ามีเมล็ดได้มาตรฐานนั้น เมล็ดข้าวกล้องจะต้องมีความยาว ประมาณ 7-7.5 มิลลิเมตร ความกว้างและความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และมีหน้าตัดของเมล็ดค่อนข้างกลม ถ้าเป็นข้าวเจ้า เมล็ดจะต้องใสไม่มีท้องไข่ การมีท้องไข่ของเมล็ดข้าวกล้องนั้น ทำให้เมล็ดหักง่าย เมื่อเอาไปสีเป็นข้าวสารซึ่งทำให้ได้เมล็ดข้าวสารที่หักมาก ดังนั้นพันธุ์ข้าวที่รัฐบาลไทยส่งเสริมให้ชาวนาปลูก จะต้องมีคุณภาพเมล็ดได้มาตรฐาน ซึ่งเรียกว่า ข้าวพันธุ์ดี

2.1.6.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี เป็นลักษณะขององค์ประกอบของแป้งในเมล็ดข้าวกล้อง ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า แตกต่างกันในชนิดของแป้งที่รวมกันเป็นเอ็นโดสเปิร์ม เมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วย แป้งชนิดอะมิโลเพกทินเป็นส่วนใหญ่และมีแป้งอะมิโลสน้อยมาก คือ ประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนเมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วย แป้งชนิดอะมิโลส ประมาณ 15-30 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ของอะมิโลสในเมล็ดข้าวเจ้าของพวกอินดิคา และจาปอนิคา ก็แตกต่างกันด้วย ข้าวอินดิคามีแป้งอะมิโลสประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวพวกจาปอนิคามีเพียง 15-20 เปอร์เซ็นต์ ข้าวไทยที่มีเปอร์เซ็นต์ของแป้งอะมิโลสต่ำ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 (22 เปอร์เซ็นต์) ส่วนข้าวไทยที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งอะมิโลสสูง ได้แก่ กข.1 (30 เปอร์เซ็นต์)เปอร์เซ็นต์แป้งอะมิโลสในเมล็ดของข้าว มี

ความสัมพันธ์กับคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภค ข้าวเหนียวมีแป้งอะมิโลสน้อยกว่าข้าวเจ้า ข้าวเหนียวจึงหุงสุกเร็วกว่าข้าวเจ้า และข้าวเหนียวที่หุงสุกแล้วจะเหนียวกว่าข้าวเจ้าด้วย ในจำพวกข้าวเจ้าด้วยกัน เมล็ดของพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งอะมิโลสสูง เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดข้าวสุกจะแข็งกว่าข้าวที่มีปริมาณแป้งอะมิโลสต่ำ ดังนั้น ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานข้าวที่อ่อนนิ่ม จะต้องเลือกพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งอะมิโลส ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์

2.1.7 ลักษณะรูปต้น รูปต้นของข้าวมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการให้ผลิตผล และการให้ผลิตผลของข้าว ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง คือ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ด การที่จะได้องค์ประกอบที่ดีทั้งสามอย่างนี้ อยู่ในต้นเดียวกันนั้น เป็นการยากมาก เพราะองค์ประกอบเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาภายในต้นข้าว และสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารให้เป็นแป้ง แล้วส่งไปสร้างส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวที่กำลังเจริญเติบโต อาหารจำนวนหนึ่งจะต้องเปลี่ยนเป็นจำนวนรวง จำนวนเมล็ดและน้ำหนักของเมล็ด ถ้าอาหารส่งไปเลี้ยงและสร้างจำนวนรวงเป็นส่วนใหญ่ อาหารก็เหลือน้อยสำหรับสร้างจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด ฉะนั้นต้นข้าวต้นนี้จึงมีจำนวนรวงมาก จำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยและน้ำหนักข้าวเปลือกของเมล็ดเบา จึงเป็นสิ่งที่ทำไม่ได้ที่จะให้มีต้นข้าวที่มีเมล็ดในรวงมาก และเมล็ดข้าวเปลือกมีน้ำหนักมาก ทำได้เพียงให้ได้องค์ประกอบทั้งสามอย่างในจำนวนที่พอดี ๆ เท่านั้น ต่อมานักวิชาการเรื่องข้าวได้ศึกษาพบว่า ต้นข้าวจะให้ผลิตผลสูงหรือต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปต้นของข้าว เพราะรูปต้นของข้าว มีความสัมพันธ์กับการใช้ปุ๋ย หรือที่เรียกว่าการตอบสนองต่อปุ๋ย และการเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารจากปุ๋ยให้เป็นแป้ง ซึ่งใช้ในการสร้างส่วนต่าง ๆ ของต้นและเมล็ดข้าว

2.1.8 ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว พันธุ์ข้าวที่มีลักษณะรูปต้นดี ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยสูง ก็ไม่สามารถที่จะให้ผลิตผลสูงได้ ถ้าพันธุ์นั้นไม่มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูที่ระบาดในขณะนั้น ด้วยเหตุนี้ ลักษณะต้านทานต่อโรคและแมลงจึงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูของต้นข้าวนั้น เป็นผลที่เกิดจากปฏิกิริยาทางพันธุศาสตร์ ระหว่างพันธุกรรมของต้นข้าวและเชื้อโรคหรือแมลง ซึ่งเป็นวิชาการอีกแขนงหนึ่ง ที่แตกต่างไปจากเรื่องอื่น

2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

2.2.1 ราก เป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน มีรากพิเศษที่ขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่เหนือพื้นดิน ต้นข้าวไม่มีรากแก้ว มีรากฝอยแตกแขนงกระจายอยู่ใต้ผิวดิน ลำต้นกลวงมีข้อและปล้องชัดเจน จำนวนปล้องประมาณ 20-25 ปล้อง ต้นสูงประมาณ 1-1.5 เมตร

2.2.2 ใบ มีกาบใบ (sheath petiole) หุ้มลำต้นและแผ่นใบ (laminar) บางแคบและยาวประมาณ 0.6-2.5 ซม. เส้นกลางใบ (mid rib) เห็นชัดเจน ปลายใบแหลมโคนใบเป็นกาบหุ้มรอบต้นยาวประมาณ 0.8-2.5 ซม. ผิวใบทั้งสองด้านและขอบใบมีขนสั้น ๆ

2.2.3 ช่อดอก (inflorescence) เรียก รวง รวงข้าว (panicle) ซึ่งเกิดที่ข้ออันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง เรียกว่า คอรวง ดอกย่อยของข้าวประกอบด้วยกลีบรองดอก (bract) สองแผ่นประสานกัน เพื่อห่อหุ้มส่วนของดอก กลีบแผ่นนอกเรียกว่า เลมมา (lemma) ส่วนกลีบแผ่นในเรียกว่า พาเลีย (palea) อาจมีขนหรือไม่มีขน

2.2.4 ผล เป็น caryopsis รูปไข่ปลายแหลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มม. ยาว 0.6-1.5 ซม. ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สุกเต็มที่สีเหลืองทอง มีเมล็ดขาวเป็นส่วนของเอนโดสเปิร์มเป็นแป้งที่บริโภค คัพภะเป็นส่วนที่มีชีวิต ส่วนของข้าวกล้องเป็นส่วนที่ผ่านการกะเทาะเปลือก (กลีบรองดอก : bract) ออก หรือผ่านการขัดสีครั้งเดียว มีสีขาวขุ่นหรือสีน้ำตาล มีส่วนของเปลือกผลซึ่งมีลักษณะเป็นเยื่อหุ้ม (รำข้าว) และจมูกข้าวรวมถึงเมล็ดอยู่ครบหรือเรียกว่าส่วนของผลข้าว ส่วนเมล็ดข้าวคือข้าวขาวที่ขัดสีเอาเปลือกผล (รำข้าว) ออกไปแล้ว

2.3 สรรพคุณการใช้ประโยชน์

2.3.1 ข้าว รสเย็นจืด ช่วยปรับรสชาติของอาหาร เป็นอาหารหลักของชาวเอเชีย และเป็นส่วนประกอบในยา

2.3.2 ข้าว มีทั้งข้าวสารเจ้า และข้าวสารเหนียว คำว่าข้าวสารมาจากภาษาอังกฤษว่า rice คำว่าสาร เป็นภาษาไทย แปลว่า ข้าวที่เอากลีบรองดอกและเปลือกผลออกแล้ว ส่วนข้าวกล้องเป็นผลข้าวที่เอาเฉพาะกลีบรองดอกออก คำว่า rice หมายถึงทั้งข้าวสารจ้าวและข้าวสารเหนียว คำว่าข้าวสารเหนียวให้ชัดลงไปเรียกว่า gluteneous rice ถ้าข้าวเปลือก ภาษามลายู เรียกว่า ปาดี ภาษาอังกฤษ เรียก แพดดี้ (Paddy)

2.3.3 ข้าวกล้องมีคุณค่าของโภชนาการสูง คาร์โบไฮเดรท โปรตีน วิตามิน ใยอาหาร แร่ธาตุ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง ป้องกันอาการท้องผูก มะเร็งลำไส้ใหญ่ เหน็บชา ปากนกกระจอก การหุงต้มใช้เวลานานกว่าข้าวขาว

2.3.4 รำข้าว เปลือกผลข้าว แก้โรคเหน็บชา รักษาเบาหวาน ข้าวเป็นอาหารหลักของชาวเอเชีย ส่วนของผลข้าวที่มีวิตามินบีมากเป็นส่วนของผลข้าวที่มีวิตามินบีมากเป็นส่วนของผลข้าวที่ติด

กับเปลือก เวลานำข้าวมาสีส่วนของวิตามินบีจะอยู่ที่รำข้าวเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งวิตามินบีมีคุณสมบัติในการบำบัดโรคเหน็บชา โรค edema จะช่วยให้มีดการเจริญเติบโตดี

2.3.5 น้ำข้าว มีประโยชน์ทำให้เนื้อเยื่อภายในอ่อนนุ่ม แก้อาการอักเสบ แก้อาการขัดเบา เพื่อให้รสชาติดีขึ้นอาจเติมเกลือ มะนาว หรือน้ำตาล นอกจากนี้ยังใช้น้ำข้าวสวนทวารหนักสำหรับผู้ที่เป็นโรคท้องผูก เพื่อหล่อลื่นลำไส้

2.4 ผลผลิตข้าว

ปัจจุบันผลผลิตของข้าวเปลือกที่ผลิตได้ทั่วโลกปีละมากกว่า 550 ล้านตัน และประเทศไทยก็เป็นประเทศที่มีการส่งออกข้าวเป็นลำดับต้น ๆ ของโลก

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าวของประเทศไทย ปี 2558-2563

ข้าวนาปี	2558	2559	2560	2561	2562	2563	+ / - (%)
เนื้อที่ปลูก (ล้านไร่)	58.063	58.645	59.220	59.980	61.197	61.281	0.14
เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่)	55.095	56.545	54.962	55.627	54.108	57.416	6.11
ผลผลิต (ล้านตัน)	24.311	25.236	24.934	25.178	24.064	25.522	6.06
ผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก (ก.ก.ต่อไร่)	419	430	421	420	393	416	5.85
ผลผลิตต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (ก.ก.ต่อไร่)	441	446	454	453	445	445	0.00

ที่มา : (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ กรุงเทพมหานคร, 2561)

2.5 ความสำคัญของพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอันดับแรกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต ถ้าหากว่ามีพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ ทั้งข้าวคุณภาพดี ข้าวคุณภาพปานกลาง ข้าวคุณภาพต่ำ และข้าวคุณภาพพิเศษ ที่ตรงกับความต้องการของตลาดและเพื่อทำผลิตภัณฑ์มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นแล้วจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวหรือเป็นการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้เป็นอย่างดี

จากอดีตถึงปัจจุบัน สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ได้ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนได้ข้าวพันธุ์รับรองพันธุ์แนะนำ และพันธุ์ทั่วไป ให้เกษตรกรปลูกในระบบนิเวศน์

ต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ข้าวนาสวน ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก ข้าวญี่ปุ่น และธัญพืชเมืองหนาว จำนวน 116 พันธุ์ ดังนี้

ตารางที่ 2 พันธุ์ข้าวทั่วไป

ชนิดพันธุ์ข้าว	จำนวนพันธุ์
พันธุ์ข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสง	43
พันธุ์ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง	38
พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำไวต่อช่วงแสง	5
พันธุ์ข้าวน้ำลึกไวต่อช่วงแสง	6
พันธุ์ข้าวน้ำลึกไม่ไวต่อช่วงแสง	1
พันธุ์ข้าวไร่ไวต่อช่วงแสง	9
พันธุ์ข้าวไร่ไม่ไวต่อช่วงแสง	1
ชนิดพันธุ์ข้าว	จำนวนพันธุ์
พันธุ์ข้าวแดงไวต่อช่วงแสง	2
พันธุ์ข้าวแดงไม่ไวต่อช่วงแสง	1
พันธุ์ข้าวญี่ปุ่น	2
พันธุ์ข้าวสาลี	4
พันธุ์ข้าวบาร์เลย์	2
พันธุ์ข้าวลูกผสม	2

ที่มา : (กรมการข้าว, 2563)

พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียว มีทั้งพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะนาปีและปลูกได้ตลอดปี และมีบางพันธุ์เป็นข้าวหอม พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ มีคุณภาพการหุงต้มตามความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตามงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวยังคงต้องดำเนินการต่อไปอย่างต่อเนื่อง เพราะพันธุ์ที่ออกแนะนำแล้วปัจจุบันบางพันธุ์เกษตรกรอาจจะยังคงนิยมปลูกอยู่ แต่บางพันธุ์เกษตรกรอาจเลิกปลูก เนื่องจากมีข้อด้อยบางประการ การนำเอาพันธุ์ข้าวเหล่านั้นไปใช้ของเกษตรกรจึงเป็นไปในลักษณะของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในระยะที่ออกพันธุ์ข้าวนั้นเท่านั้น รวมทั้งบางพันธุ์เมื่อแนะนำให้ปลูกไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจไม่มีความเหมาะสมในระยะเวลาต่อมา เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง หรือโรค แมลงศัตรูข้าวมีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งต้องหาพันธุ์ที่มีคุณภาพดีตามความ

ต้องการของตลาดโลก และมีศักยภาพในการแข่งขันกับตลาดโลกได้ จึงต้องดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์โดยไม่มีที่สิ้นสุด

2.6 ชนิดของพันธุ์ข้าว

2.6.1 ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ข้าวนาสวนนาน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน

2.6.2 ข้าวนาสวนนาน้ำฝน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีและอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนประมาณ 70% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด

2.6.3 ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง

2.6.4 ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามารถในการยืดปล้อง (internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือผิวดิน (upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (kneeing ability)

2.6.5 ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร

2.6.6 ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ

2.6.7 ข้าวนาที่สูง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

2.7 การเจริญเติบโต

2.7.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ แบ่งออกเป็น

1) ระยะกล้า เริ่มตั้งแต่เมล็ดข้าวเริ่มงอกจนถึงมีใบ 5-6 ใบ หรือประมาณ 20 วัน หลังหว่าน

2) ระยะแตกกอ เริ่มตั้งแต่มีการปักดำข้าวจนถึงข้าวสร้างรวงอ่อน หรือประมาณ 30-50 วันหลังปักดำ

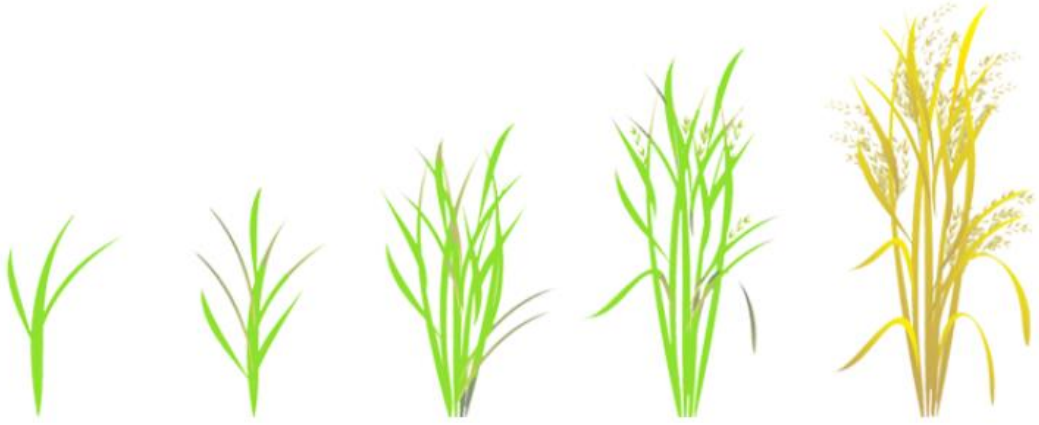
2.7.2 การเจริญเติบโตทางระบบสืบพันธุ์ จะใช้เวลาประมาณ 30-50 วัน หลังข้าวแตกกอสูงสุด หรือแตกกอเต็มที่ แบ่งออกเป็น

1) ระยะสร้างรวงอ่อน เป็นช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ ลำต้นจะเปลี่ยนจากลักษณะแบนเป็นต้นกลม

2) ระยะตั้งท้อง ระยะนี้จะเห็นต้นข้าวมีลักษณะกลมพองขึ้นอย่างชัดเจน และมีใบธงปรากฏให้เห็น

3) ระยะออกดอกและผสมพันธุ์ เป็นช่วงที่ข้าวจะส่งรวงพ้นจากกาบใบ ดอกข้าวจะบานและละอองเกษรตัวผู้จะร่วงลงบนเกสรตัวเมีย

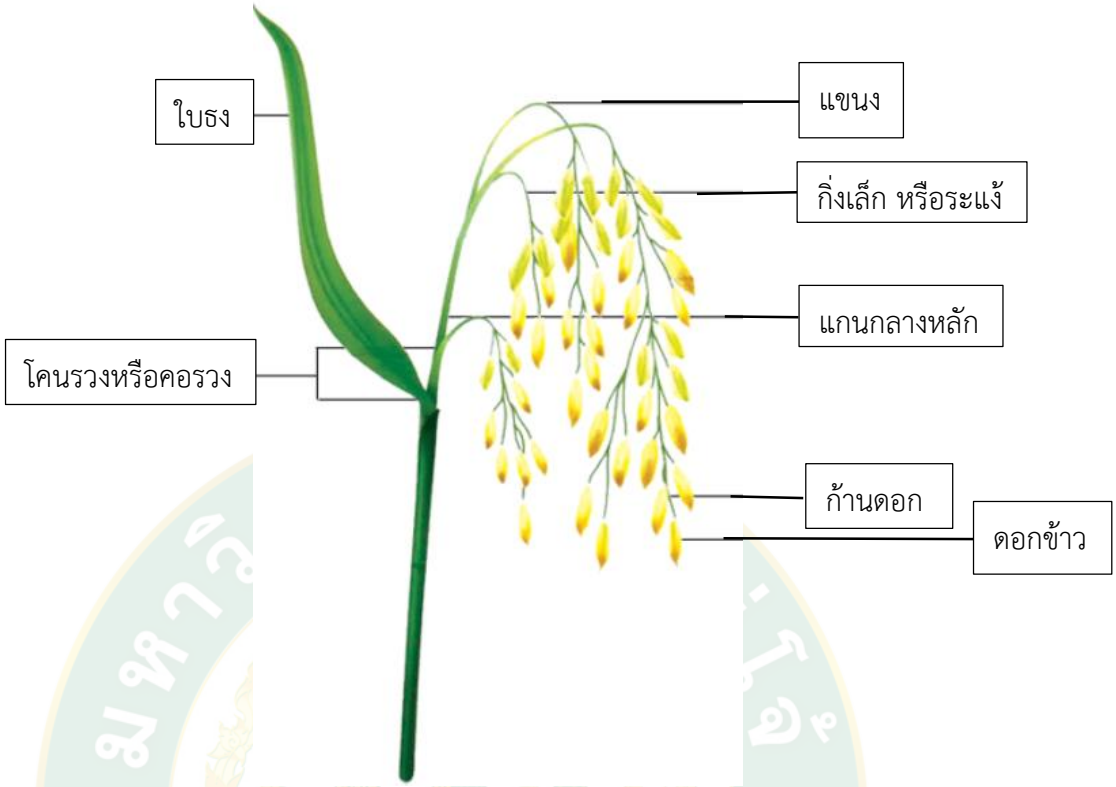
2.7.3 การเจริญเติบโตทางเมล็ด เริ่มจากการผสมเกสรของดอกข้าว ภายในเมล็ดข้าวมีลักษณะคล้ายน้ำนมแล้วจะเปลี่ยนเป็นแป้งแข็งจนกระทั่งสุกแก่ ในระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 30-35 วัน



การแตกกอครั้งแรก 30 วัน 50 วัน ระยะออกรวง

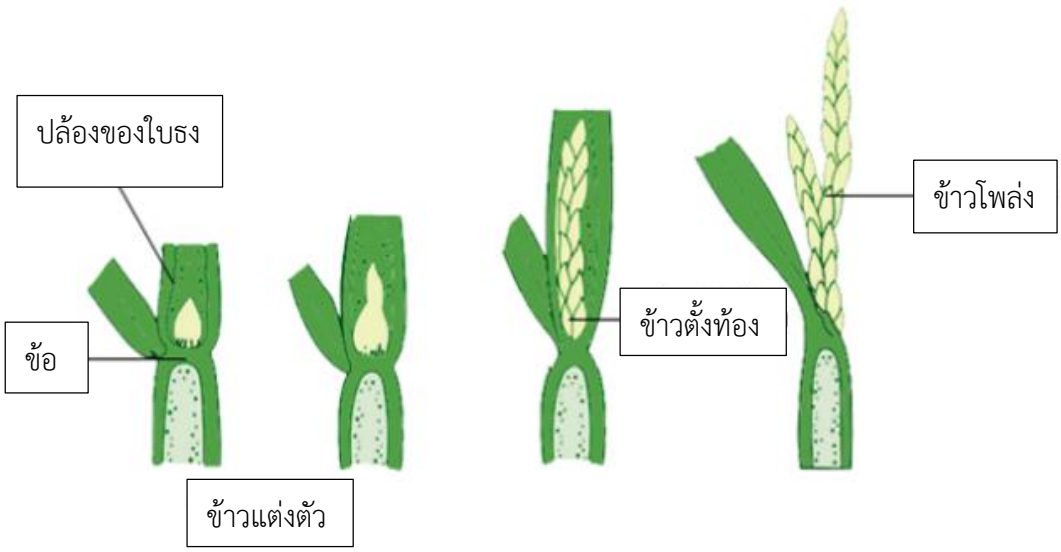
ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/index.htm



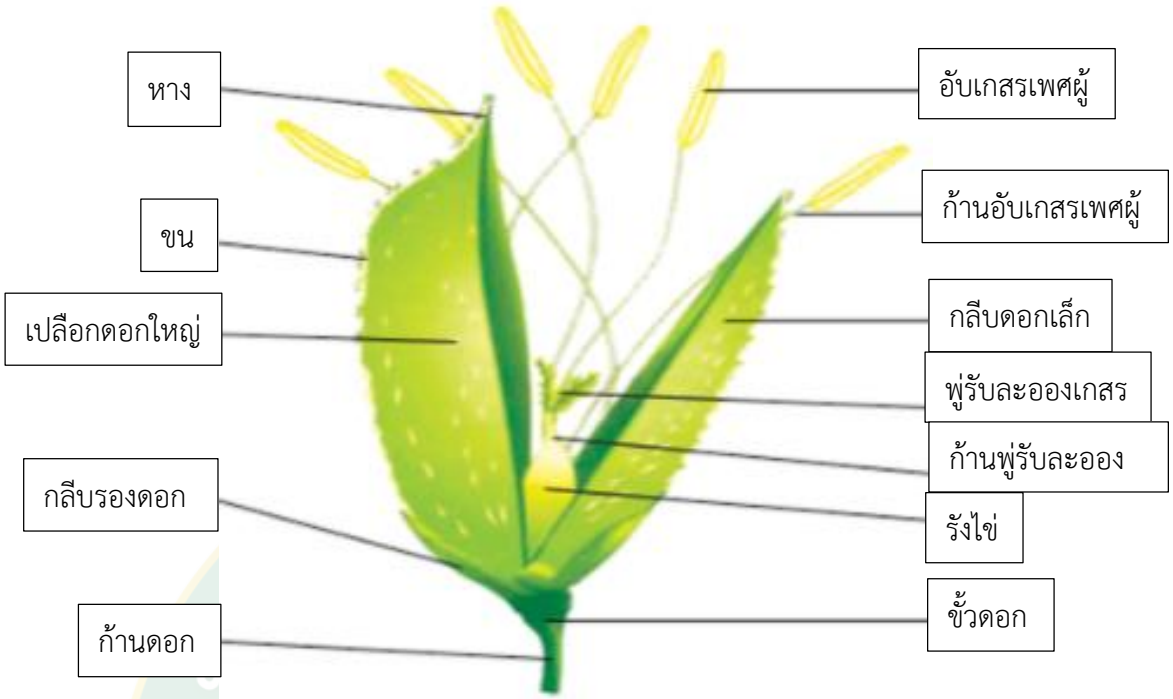
ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของรวงข้าว (panicle)

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=112.htm



ภาพที่ 5 การสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=112.htm



ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของดอกข้าว (spikelet)

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/index.htm

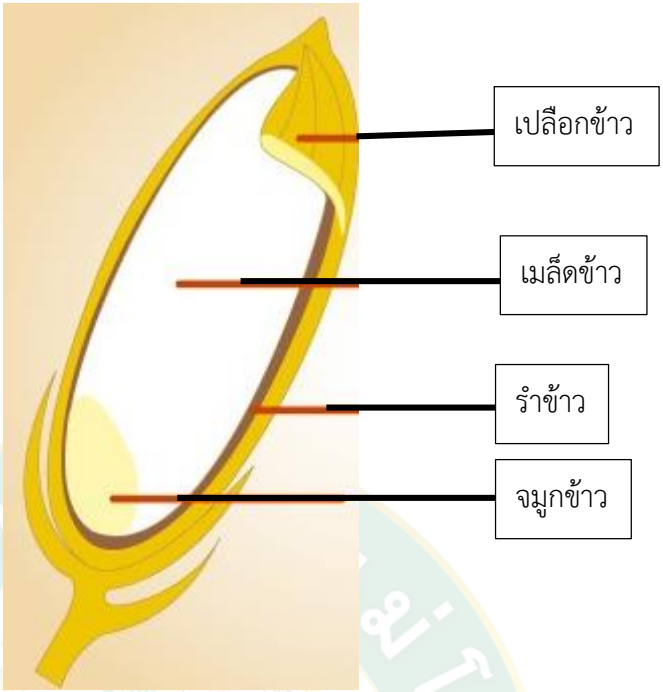
1 วัน 2 วัน 3 วัน 5 วัน 8 วันระยะข้าวเป็นน้ำนม

10 วัน 12 วัน 14 วัน 21 วัน 25-30 วัน

ระยะข้าวเม่า ระยะเมล็ดแก่เต็มที่

ภาพที่ 7 พัฒนาการของเมล็ดข้าว

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/index.htm



ภาพที่ 8 ส่วนประกอบของข้าวเปลือก (whole grain rice)
ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/index.htm

2.8 วิธีการปลูกข้าวของประเทศไทย

การปลูกข้าวถูกเรียกว่าการทำนาซึ่งกระทำได้ 3 วิธี คือ

2.8.1 การปลูกข้าวนาดำ เหมาะแก่พื้นที่ที่มีฝนตกดีหรือมีน้ำสมบูรณ์พื้นที่กักเก็บน้ำได้ดีการปลูกข้าวนาสวนในสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำขัง โดยใช้ต้นกล้าข้าวทำการปักดำลงไปในดินแปลงนา ซึ่งมีการปลูกข้าวแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะต้นกล้า และระยะปักดำ

2.8.2 การปลูกข้าวนาหว่าน ส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้าวขึ้นน้ำโดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว หว่านในพื้นที่แปลงนา ในการปลูกข้าวนาหว่านจะมีอยู่ 2 แบบ คือ การหว่านข้าวนาน้ำตมและการหว่านข้าวนาแห้ง ซึ่งทั้ง 2 แบบขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่

1) การหว่านน้ำตม เป็นการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวในพื้นที่ที่มีน้ำหรือในเขตชลประทาน ซึ่งจะต้องมีการเตรียมพื้นที่ทำนาให้เป็นตมเสียก่อนที่จะทำการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เพาะให้งอกเล็กน้อยลงไป

2) การหว่านข้าวแห้ง หรือเรียกว่า หว่านสำรวย เป็นการหว่านข้าวในพื้นที่ที่ไม่มีน้ำหรือหว่านเพื่อรอฝนตก ซึ่งจะต้องมีการเตรียมพื้นที่ในลักษณะการไถพลิกหน้าดินก่อนรอบแรกเพื่อทำ

การตากหน้าดิน จากนั้นจึงใช้พรวนจานอีกครั้งเพื่อทำการย่อยดินให้ละเอียดมากขึ้น แล้วจึงค่อยทำการหว่านข้าวหรือทำพร้อมกับการพรวนดินรอบสองก็ได้

2.8.3 การทำนาหยอด ส่วนใหญ่เป็นวิธีการปลูกข้าวไร่แต่การปลูกข้าววิธีนี้อาจใช้ปลูกในพื้นที่ที่ทำนาดำไม่ได้เนื่องจากน้ำไม่เพียงพอจึงปลูกข้าวโดยวิธีหยอดเป็นหลุม เมื่อต้นข้าวขึ้นและน้ำขังนาข้าวที่หยอดเป็นหลุมจะมีลักษณะเหมือนต้นข้าวที่ปักดำทุกประการและการทำนาหยอดทำได้ 2 วิธี คือ

1) หยอดเป็นหลุม โดยการทำหลุมโดยใช้ไม้ห่างกันหลุมละประมาณ 30 เซนติเมตร หยอดเมล็ด 5-6 เมล็ด แล้วกลบหลุม

2) หยอดเป็นแถว เมื่อเตรียมดินเสร็จแล้วอาจจะต้องไถทำร่องแล้วใช้คนโรยเมล็ดตามร่องไถแล้วกลบเมล็ด

2.9 ข้าวเหนี่ยวพันธุ์สันป่าตอง 1

ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ได้มาจากการผสมพันธุ์ ระหว่าง BKNLR75001-B3-CNT-B4 R5ST-36-2 กับ กข 2 ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง เมื่อปี พ.ศ. 2527 ปลูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPTLR84051-32-2-2-4 และการรับรองพันธุ์ จากคณะกรรมการบริหารกรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อปี 2543 มีลักษณะประจำพันธุ์ เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว สูงประมาณ 119 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 130-135 วัน ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง รวงยาว ระแง้ถี่ รวงแน่น คอรวงสั้น ฟางแข็ง ใบแก่ช้า เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.4 x 2.9 x 2.1 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา เท่ากับ 7.1 x 2.2 x 1.8 มิลลิเมตรคุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม มีผลผลิตประมาณ 630 กิโลกรัมต่อไร่ และลักษณะเด่นสามารถต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง เป็นข้าวเหนียวที่สามารถปลูกได้ตลอดปี ข้อควรระวังในการปลูกไม่ต้านทานโรคใบสีส้มไม่ต้านทานแมลงบั่ว พื้นที่ที่เหมาะแก่การปลูก พื้นที่นาชลประทานภาคเหนือตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.10 การเก็บเกี่ยวข้าว

การนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ามาใช้ทำให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวและประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว เรียกว่า ระยะพลับพลึง คือสังเกตที่ปลายรวงจะมีสีเหลือง กลางรวงเป็นสีตองอ่อน การเก็บเกี่ยวในระยะนี้จะได้

เมล็ดข้าวที่มีความแข็งแกร่ง มีน้ำหนัก และคุณภาพในการสี สามารถแบ่งการเกี่ยวข้าวที่ใช้แรงงานเป็น 2 ประเภทได้คือ การใช้เคียวและการใช้แกระ

2.10.1 การเกี่ยวข้าวด้วยเคียว วิธีเกี่ยวข้าวโดยใช้เคียว ชาวไร่ชาวนาจะถือเคียวด้วยมือข้างที่ถนัด แล้วใช้เคียวเกี่ยวกระหวัดกอข้าวทีละกอ ในขณะเดียวกันก็ใช้มืออีกข้างหนึ่งจับกอข้าวนั้น และออกแรงดึงเคียวให้คมเคียวตัดลำต้นข้าวให้ขาดออกมา โดยทั่วไปจะเกี่ยวให้มีความยาวของต้นข้าวห่างจากรวงข้าว ให้พอเหมาะที่จะนำไปฟาดข้าวได้สะดวก หรือให้มีความยาวของต้นข้าวพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไปได้ เช่น ใช้คลุมแปลงปลูกหอม กระเทียม ฯลฯ เมื่อเกี่ยวข้าวได้เต็มกำมือแล้ว บางคนจะมัดข้าวเป็นมัดๆ ก่อนวางตากแดด แต่บางคนก็วางตากเลยโดยไม่มัด

2.10.2 การเกี่ยวข้าวด้วยแกระ ชาวไร่จะถือแกระด้วยมือข้างที่ถนัด ให้แผ่นใบมีดอยู่ระหว่างนิ้วชี้และนิ้วกลางของมือข้างที่ถือแกระ การเกี่ยวข้าวด้วยแกระจะใช้นิ้วมือข้างที่ถือแกระ จับต้นข้าวทีละต้น ให้ส่วนของลำต้นข้าวโดนคมมีด แล้วปิดข้อมือเล็กน้อย คมมีดก็จะตัดต้นข้าวขาดออกมา การเกี่ยวข้าวด้วยแกระมักจะเกี่ยวห่างจากรวงข้าวประมาณ 1 คืบ เมื่อเกี่ยวข้าวได้เต็มกำมือก็จะนำไปรวมกันในมืออีกข้างหนึ่ง บางคนจะวางในลักษณะสลับหัวสลับท้ายกัน แล้วใช้ตอกมัดตรงกลาง

2.11 วิธีการนวดข้าว

2.11.1 วิธีใช้แรงงานคนอย่างเดียว การนวดแบบวิธีดั้งเดิมประกอบด้วย วิธีที่ใช้แรงงานคนอย่างเดียว และวิธีที่ใช้แรงงานสัตว์ ควบคู่ไปกับการใช้แรงงานคน

1) การนวดโดยการตี เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ก่อนนวดข้าวชาวนาจะขนฟ่อนข้าวมากองรวมไว้บนลานนวดเสียก่อน แล้วใช้เสื่อลำแพนปูลงกับลานนวด วิธีการนวดนั้น ชาวนาจะมีไม้ไผ่สองท่อนผูกติดกันด้วยเชือกหนังควาย ใช้สำหรับจับฟ่อนข้าว และตีใส่แผ่นกระดานที่วางเอียงได้มุมพอเหมาะ ตีจนกว่าเมล็ดข้าวเปลือกจะหลุดออกจากฟางได้หมด ในภาคเหนือนั้น วิธีการนวดแบบการตีนั้น แตกต่างจากภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่บ้าง คือ ชาวนาจะไม่นิยมทำลานนวด แต่จะใช้ครุทำด้วยไม้ไผ่ ยกเคลื่อนที่ไปยังกองฟ่อนข้าวที่ตากแห้งไว้เป็นหย่อม ๆ วิธีการนวดนั้น ชาวนาใช้ไม้ตีแบบเดียวกับที่ใช้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตีกับด้านข้างของครุ เมล็ดข้าวเปลือกจะหลุดลงไปในครุ หลังจากตีกองข้าวแห่งหนึ่งเสร็จแล้ว ก็เคลื่อนครุไปที่กองข้าวต่อไปและตีข้าวเปลือกจนหมดแปลง การทำความสะอาดทำพร้อมกับการตี เครื่องมือที่ใช้ทำความสะอาด ทำด้วยไม้ไผ่สานคล้ายพัด ซึ่งทางภาคเหนือเรียกว่า "วี" ใช้พัดโบกเอาสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น ข้าวลีบ และเศษฟางต่าง ๆ

ออกจากข้าวเปลือก ความสามารถในการนวดข้าว โดยการตีและทำความสะอาดข้าว ประมาณ 60 กก./ชม./คน

2) การนวดข้าวโดยวิธีใช้เท้าย่ำ เป็นวิธีที่ใช้กันในภาคใต้ของประเทศ ชาวนาในภาคนี้เก็บเกี่ยวข้าว โดยการเก็บเอาเฉพาะรวงข้าวเท่านั้น รวงข้าวที่เก็บมาจะรวมกันแล้วมัด เรียกว่า "เรียง" เรียงข้าวที่เก็บมาจากนาจะนำมากองรวมไว้ในยุ้ง เมื่อต้องการนำไปสีเป็นข้าวสาร ชาวนาจะนำเอาเรียงข้าวมานวด การนวดข้าวแบบนี้ชาวบ้าน เรียกว่า "การยีข้าว" โดยเอาเรียงข้าวมาวางใส่กระด้งหรือเสื่อ ครั้งละ 4-5 เรียง แล้วใช้เท้าขยี้ไปมา จนเมล็ดข้าวเปลือกหลุดออกมาจากซังรวง การนวดแบบนี้ถ้านวดติดต่อกันนาน ๆ จะทำให้เจ็บปวดเท้ามาก อัตราการนวดข้าวแบบนี้จะนวดข้าวได้ประมาณ 40 กก./ชม./คน การทำความสะอาดส่วนมากใช้แบบการโรย ซึ่งใช้ในกรณีที่มีลมแรง โดยใช้ภาชนะตักข้าวเปลือกโรยลงมาจากที่สูง และมีภาชนะรองรับข้าวเปลือก กระแสลมจะพัดเอาสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดข้าวเปลือก

3) วิธีนวดข้าวแบบใช้สัตว์ ใช้ควายหรือวัวนวดในลานนวดที่เตรียมไว้ ซึ่งใช้ทั่ว ๆ ไปในพื้นที่ที่ทำนามาก เช่น ภาคกลาง โดยการนำฟ่อนข้าวมาวางในลานนวด เรียงฟ่อนข้าวให้เป็นวงกลมหรือรูปรี ตามขนาดของลาน (ลานนวด หมายถึง บริเวณพื้นที่ซึ่งเตรียมไว้สำหรับนวดข้าว โดยมีการปรับพื้นที่ให้เรียบ ด้วยการยาด้วยมูลควายผสมน้ำ) การเรียงฟ่อนใช้วิธีตั้งกำข้าวเอาซังลงดิน ใช้เคียวตัดกำข้าว ซึ่งเรียกว่า ตัด "คะเน็ด" (ฟางหรือซังที่มัด) เพื่อให้รวงข้าวหลุด คนหนึ่งเรียงอีกคนหนึ่งตัด จนกระทั่งกองข้าวโตได้ขนาด ก็ใช้ควายย่ำ จำนวนควายอาจจะใช้ตัวเดียว หรือหลายตัวก็ได้ ถ้าใช้หลายตัวก็นำมาผูกกับเรียง "พวง" โดยผูกที่คอเป็นพวง ๆ ละประมาณ 3-4 ตัว แต่จะมีควายที่ชาวนาฝึกหัดไว้จนชำนาญอยู่ด้านใน เวลานวดให้ควายย่ำซ้ำอยู่พักหนึ่งก็หยุดพักควาย ระหว่างหยุดพักชาวนาจะใช้ "ขอฉาย" ซึ่งเป็นด้ามไม้ไผ่ยาว ที่ปลายมีเหล็กปลายงอติดอยู่ ทำการส่งฟางที่ถูกนวดสะอาดแล้วออกไป ถ้ายังมีเมล็ดข้าวติดอยู่ก็ใช้ขอฉายสงขึ้นมาไว้ข้างใน ทำอย่างนี้อยู่ประมาณ 3 ครั้ง ในข้าว 1 กอง หรือ 1 ตก ในการตรวจดูฟางว่าสะอาดดีหรือไม่ ก็ดูด้วยสายตา หรือถ้าเป็นตอนกลางคืน ก็ใช้ฟางเผาไฟดู ถ้ายังมีเมล็ดข้าวติดอยู่มากก็จะมีเสียงดังเกิดขึ้น เมื่อนวดเสร็จแล้ว ก็ส่งฟางออกให้มากที่สุด คงเหลือแต่เศษฟาง และให้ข้าวปะปนอยู่ในกองข้าว อัตราการนวดประมาณ 170 กก./ชม./ควาย 2 ตัว

4) หวีนวด เป็นวิธีที่ใช้กันมากในญี่ปุ่นในอดีตแม้ประสิทธิภาพจะต่ำแต่การสูญเสียของเมล็ดต่ำปัจจุบันยังใช้กันอบ้างในกรณีของการนวดข้าวพันธุ์

2.11.2 การนวดโดยเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่พัฒนาในประเทศไทย เป็นแบบเกี่ยวนวดข้าวทั้งต้นมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1) ต้นกำลัง ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้เป็นเครื่องยนต์ใช้แล้วหรือเครื่องยนต์มือสองจากต่างประเทศ ขนาดประมาณ 75-110 แรงม้า โดยมีการเพิ่มอุปกรณ์ปรับความเร็วเพื่อควบคุมอัตราการเร่งของเครื่องยนต์และปัจจุบันนี้มีโรงงานได้สั่งเครื่องใหม่มาจากต่างประเทศ

2) ระบบเกี่ยว ซึ่งประกอบด้วยใบมีดตัดล้อโน้มข้าว และเกลียวลำเลียง ล้อโน้มข้าวมีลักษณะเป็นโครงรูปหกเหลี่ยม และมีซี่เหล็กติดอยู่ทำหน้าที่โน้มต้นข้าวเข้าหาหัวเกี่ยว

3) ระบบนวดและทำความสะอาด มีลักษณะเดียวกับเครื่องนวดข้าวตามแนวแกนที่มีใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในประเทศไทย

2.12 เครื่องจักรกลการเกษตรกับการพัฒนาการเกษตรในประเทศไทย

2.12.1 พัฒนาการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทย เป็นลักษณะค่อยเป็นค่อยไป เนื่องจากสถิติ ปีเพาะปลูก 2554/55 รายงานว่า อัตราถือครองพื้นที่ทางการเกษตรต่อครอบครัว โดยเฉลี่ยของประเทศ เท่ากับ 24.96 ไร่ต่อครัวเรือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ กรุงเทพมหานคร, 2561) ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่ถือครองที่น้อยมาก จึงมีผลต่อ การพัฒนาการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร เพราะการลงทุนซื้อเครื่องจักรเป็นการลงทุนที่สูงเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้ หากการขาดแคลนแรงงานไม่ถึงขั้นวิกฤติ เกษตรกรก็ยังไม่เห็นความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร อย่างไรก็ตามมีการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรกับการพัฒนาการเกษตรของไทยโดยตลอด สรุปโดยสังเขป ดังนี้

1) พ.ศ. 2453 หน่วยงานราชการนำรถแทรกเตอร์ เครื่องเกี่ยวนวดเมล็ดพืช และเครื่องจักรกลเกษตรอื่น ๆ เข้ามาเผยแพร่ในงานแสดงนิทรรศการเกษตรระดับชาติ แต่ไม่มีการนำไปใช้งานใด ๆ พ.ศ. 2495 บริษัทแองโกลไทยมอเตอร์ จำกัด ได้มีการนำเข้ารถแทรกเตอร์ Fordson Power Major และไถ Polly ของบริษัท Ransomes Sims & Jefferies จำกัด ในราคา 49,500 บาท เป็นครั้งแรก ต่อจากนั้นได้มีการนำเข้ารถไถเดินตาม (Power Tiller) จากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งต่อมาเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายพอสมควร เพราะราคาไม่สูงมาก และมีขนาดพอเหมาะกับพื้นที่ปลูกข้าว ตลอดจนสามารถทำงานแทนคนและสัตว์ได้รวดเร็ว

2) พ.ศ. 2500 กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้ส่งเสริมให้มีการใช้ปั๊มน้ำพญานาค (Axial Flow Pump)

3) พ.ศ. 2501 กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้ออกแบบรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ที่เรียกว่า “ควายเหล็ก (Iron Buffalo)” ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง

4) พ.ศ. 2503 รถแทรกเตอร์ที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น ได้แก่ รถแทรกเตอร์ฟอร์ด และแมสซี่เฟอร์กูสัน

5) พ.ศ. 2507-2508 โรงงานเครื่องจักรกลการเกษตรต่างก็ได้พัฒนาดัดแปลงและประกอบรถไถเดินตามที่นำเข้าจากต่างประเทศ ให้สามารถทำงานได้ในแต่ละพื้นที่ของประเทศ ซึ่งมีโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตร 5 โรงงานที่ประสบผลสำเร็จในปี พ.ศ. 2510

6) พ.ศ. 2512 บริษัทอยุธยาแทรกเตอร์ได้เริ่มผลิตรถแทรกเตอร์ 4 ล้อเล็กเป็นโรงงานแรก

7) พ.ศ. 2518 โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร 3 แห่ง สามารถดัดแปลงและผลิตเครื่องนวดข้าว (Axial Flow Thresher) ซึ่งเป็นแบบของ IRRI

8) พ.ศ. 2521 มีการนำเข้าเครื่องปักดำข้าว (Rice Transplanter) โดยบริษัทเอกชน

9) พ.ศ. 2523 มีการนำเข้าเครื่องเกี่ยวข้าววางราย (Reaper Harvester) จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนหลังจากนั้นได้มีการนำเครื่องจักรกลการเกษตรต่าง ๆ เข้ามาเพื่อทดแทนแรงงานคนและสัตว์ อีกหลายชนิด ซึ่งประสบผลสำเร็จบ้างไม่สำเร็จบ้างตามแต่ละกรณี

2.12.2 เครื่องเกี่ยวข้าวในประเทศไทย

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 รัฐบาลเริ่มเห็นความสำคัญและมุ่งพัฒนางานวิจัยด้านการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพไปส่งเสริมแนะนำให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติ เพื่อลดการสูญเสียของข้าวและปรับปรุงคุณภาพข้าวให้ดีขึ้น (กรมการข้าว, 2563) เครื่องเกี่ยวข้าวจึงมีบทบาทสำคัญตั้งแต่นั้นมา ระยะแรกมีการนำเข้าเครื่องนวดข้าวมาจากประเทศญี่ปุ่น แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ ในเชิงพาณิชย์ ต่อมากองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ปรับปรุงจนสามารถจำหน่ายได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) หลังจากนั้นมีการนำเข้าเครื่องเกี่ยวข้าวหลายแบบเข้ามาส่งเสริมให้เกษตรกรใช้แต่ยัง ไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร เนื่องจากแต่ละเครื่องมีปัญหาที่แตกต่างกันออกไป เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท คือ

2.12.2.1 เครื่องเกี่ยวข้าววางราย ในปี พ.ศ. 2521-2524 กองเกษตรวิศวกรรมได้ทดสอบพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าววางรายแบบของประเทศญี่ปุ่นและอินเดีย โดยเครื่องเกี่ยววางรายของญี่ปุ่นเป็นเครื่องเกี่ยวแบบมัดฟ่อน ยี่ห้อมามิโตร่า มีแนวโน้มว่าจะใช้งานได้ดีมีโรงงานนำต้นแบบมาทดลองผลิต กองเกษตรวิศวกรรมกำลังจะส่งเสริมให้ผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายในประเทศ แต่โครงการต้องชะงักลง เนื่องจากมีการนำเข้าเครื่องเกี่ยวข้าววางรายจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเข้ามา ที่เรียกกันทั่วไปว่า “เครื่องเกี่ยวข้าวจีนแดง” ในปี พ.ศ. 2524-2525 เกษตรกรหลายรายลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวข้าววางรายที่นำมาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน (เครื่องเกี่ยวข้าวจีนแดง) มีข้อดี คือ ทำงานได้รวดเร็ว ราคาไม่แพง ซ่อมบำรุงง่ายและง่ายต่อการผลิต กองเกษตรวิศวกรรมได้นำต้นแบบที่ปรับปรุงดัดแปลงโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (อีรี่) ที่ฟิลิปปินส์มาทดสอบปรับปรุงเผยแพร่ และโรงงานหลายแห่งในประเทศนำไปดัดแปลงผลิตออกจำหน่าย 2-3 แบบ ข้อมูลกองเกษตรวิศวกรรมกล่าวว่า เครื่องเกี่ยวแบบนี้มีเกษตรกรซื้อไปใช้งานประมาณ 3,000 เครื่อง แต่หลังจากที่เกษตรกรซื้อไปใช้งานได้ระยะหนึ่งก็ประสบปัญหา คือ การเก็บมัดรวมเป็นฟ่อนทำได้ยาก และเมื่อนำไปใช้ในดินอ่อนจะจม ประมาณปี พ.ศ. 2526 ความนิยมในเครื่องเกี่ยวข้าววางรายแบบจีนแดงจึงหมดไป ทั้งนี้ในปี พ.ศ. 2525 มีการนำเข้าเครื่องเกี่ยววางรายที่มีน้ำหนักเบา มีความคล่องตัวสูงเข้ามาจำหน่าย แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จึงเลิกการนำเข้ามาจำหน่าย อาจถือได้ว่าเป็นการสิ้นสุดยุคเครื่องเกี่ยววางรายด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ สามารถสรุปปัญหาและอุปสรรคในการใช้เครื่องเกี่ยววางรายที่นำมาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน (เครื่องเกี่ยวข้าวจีนแดง) ได้ดังนี้

1) เครื่องเกี่ยววางรายใช้งานได้ดีในสภาพข้าวต้นตั้งตรงหรือเอียงเล็กน้อย ถ้าเอียงมากหรือข้าวล้ม เครื่องจะเกี่ยวไม่ดีหรือเกี่ยวไม่ได้เลย

2) เครื่องเกี่ยววางรายทำงานได้ดีกับข้าวพันธุ์ต้นตั้ง มีความสูงประมาณ 1 เมตร เช่น พันธุ์ กข 7 ถ้าใช้กับข้าวพันธุ์ต้นสูงที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูก จะตัดได้ฟางยาวเกินไป ทำให้เกิดเป็นปัญหาในการมัดฟ่อนและขนย้าย

3) เกษตรกรผู้ใช้เครื่องยังขาดความรู้ความชำนาญในการใช้และปรับแต่งเครื่อง ทำให้ใช้งานไม่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้

4) เครื่องเกี่ยววางรายมีขีดจำกัดในการใช้งานมาก จึงทำให้ใช้งานได้ดีเฉพาะกับข้าวนาปรังเป็นผลให้ชั่วโมงการใช้งานต่อปีน้อย ประกอบกับผู้ซื้อเครื่องเก็บเกี่ยวในตอนแรกต้องเสียเงินไปกับอุปกรณ์ เตรียมดิน โดยเครื่องเกี่ยวมีลักษณะเป็นรถไถเดินตามและนำชุดตัดมา

ประกอบด้านหน้า ดังนั้น จึงสามารถใช้ได้ 2 วัตถุประสงค์ในเครื่องเดียวกัน ใช้ไถเตรียมดินได้ ใช้เกี่ยวข้าวได้ และดัดแปลงเป็นแบบนั่งได้ ทำให้ราคาเครื่องสูงเกินกว่าที่ควร เพราะเจ้าของเครื่องส่วนใหญ่มีเครื่องมือเตรียมดินที่ผลิตในประเทศใช้งานอยู่แล้ว ทำให้ค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวต่อหน่วยผลผลิตสูง ไม่คุ้มค่าในแง่การลดค่าใช้จ่าย

2.12.2.2 เครื่องเกี่ยวข้าวแบบมัดฟ่อน เป็นเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่นตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2508 ต่างจากเครื่องเกี่ยวแบบเดินตามหรือเครื่องเกี่ยววางราย โดยเพิ่มอุปกรณ์ในการผูกมัดให้เป็นฟ่อนขึ้นมา เริ่มแรกใช้ลวดในการมัด ก่อนปรับปรุงมาใช้เชือกมัด เครื่องที่เคยมีการนำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น คือ ยี่ห้อ คูโบต้า รุ่น HA-50 จากการสำรวจพบว่าไม่มีเกษตรกรซื้อมาใช้งานเลย อาจจะเป็นสาเหตุที่ว่ามีราคาแพง และ ทำงานได้ช้า นอกจากนี้ฟ่อนข้าวมีขนาดเล็กเกินไป เชือกที่ใช้มัดต้องสั่งจากต่างประเทศ ทั้งนี้ สามารถสรุปปัญหาและอุปสรรคในการใช้เครื่องเกี่ยวแบบมัดฟ่อน ได้ดังนี้

1) ราคาสูง เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในการทำงาน เครื่องมือชนิดนี้มีความสามารถในการทำงานได้วันละประมาณ 2 ไร่

2) ยังไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นาในประเทศไทย เครื่องมือชนิดนี้ทำงานได้ดีในสภาพพื้นดินค่อนข้างแห้ง

3) ส่วนใหญ่ใช้ได้ผลกับนาดำที่ปักดำกล้าเป็นแถวเป็นแนว ไม่เหมาะกับนาหว่านหรือนาดำ ที่ปักดำอย่างไม่เป็นระเบียบ

4) ความสูงของการตัดเมื่อวัดจากโคนต้นมีระยะต่ำเกินไป เครื่องมือชนิดนี้สามารถปรับให้ตัดต้นข้าวได้เพียง 8-15 เซนติเมตร จากโคนต้น ทำให้ได้ฟ่อนข้าวยาวเกินไป ซึ่งมีปัญหาในการนวด โดยเฉพาะเครื่องนวดแบบไหลตามแกน (Axial Flow) นวดทั้งต้น จะทำให้เครื่องนวดมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ มีการสูญเสียสูง

5) อุปกรณ์เกี่ยวกับการมัดฟ่อนมีราคาสูง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะเชือกสำหรับมัดฟ่อน ต้องสั่งจากบริษัทผู้ผลิต

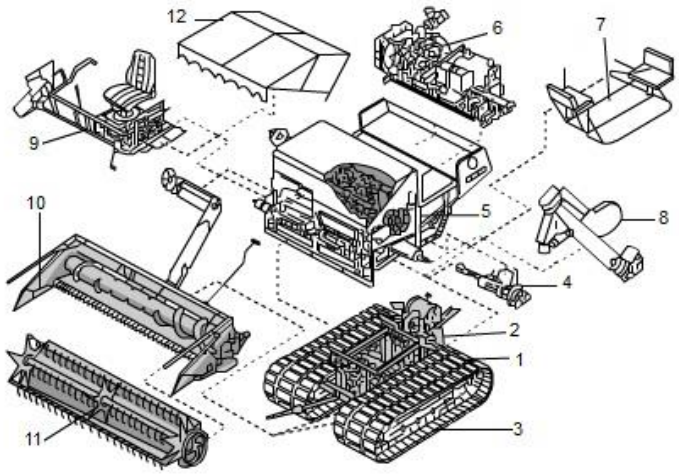
6) เกษตรกรขาดการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้การบำรุงรักษาที่ดีพอต่อมา บริษัท พี.ซี.เอส.แมชีน (ไทยแลนด์) จำกัด จังหวัดนครสวรรค์ นำเข้าเครื่องเกี่ยวข้าวมัดฟ่อน ยี่ห้อนากาโน่ (Nagano) รุ่น BM2 โดยสั่งชิ้นส่วนหลักจากประเทศญี่ปุ่นมาประกอบในประเทศไทย ซึ่ง

สามารถเกี่ยวข้าวได้สูงจากพื้น 30 เซนติเมตร เกี่ยวได้สูงกว่าเครื่องรุ่นแรกๆ แต่ก็ยังไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกร จนกระทั่งวิศวกรโรงงานปรับปรุงขึ้นมาใหม่ สามารถเกี่ยวข้าวได้สูงจากพื้น 50 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะกับนาแห้ง สามารถลดแรงงานใช้คนเกี่ยวได้ 15 คนต่อวัน ใช้เชือกป่านมัด ราคาของเครื่องประมาณ 110,000 บาท โดยในปี 2552 หลังจากเปิดกิจการได้เกือบครึ่งปี มีการจำหน่ายเครื่องเกี่ยวข้าวมัดฟ่อน ยี่ห้อนากาโน่ ไปแล้ว 32 เครื่อง

2.12.2.3 เครื่องเกี่ยวนวดแบบญี่ปุ่นที่ใช้งานในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2520 มีการนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจากประเทศญี่ปุ่นมาสาธิตเผยแพร่ แต่ไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากมีปัญหาในเรื่องของสภาพพื้นที่ที่เป็นหล่ม ต้นข้าวล้ม เครื่องจักรมีน้ำหนักมาก และราคาแพง ทำให้ชาวนาไม่สามารถซื้อใช้ได้ ทำให้เครื่องเกี่ยวข้าวไม่เป็นที่นิยม โรงงานในประเทศไทยจึงได้เริ่มทำการดัดแปลงปรับปรุงเครื่องเกี่ยวข้าวให้มีความเหมาะสมในการใช้กับสภาพพื้นที่ของประเทศไทย แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานของเครื่อง คือ ไม่สามารถที่จะเกี่ยวข้าวล้มได้ อีกทั้งยังต้องใช้แรงงานจำนวนมากในการเก็บรวบรวมต้นข้าวที่ถูกตัดแล้วไปทำการนวด ในปี พ.ศ. 2523 บริษัทเอกชนสั่งซื้อเครื่องเกี่ยวนวดแบบญี่ปุ่นเข้ามาจำหน่าย ผู้ที่ซื้อไปล้วนซื้อไปรับจ้างเก็บเกี่ยวข้าว บางบริษัทมีโครงการร่วมลงทุนกับผู้ซื้อ รวมทั้งการขายในลักษณะการเช่าซื้อ จากการสำรวจของศูนย์ส่งเสริมเครื่องจักรกลการเกษตรจังหวัดชัยนาท พบว่า จนถึงปี พ.ศ. 2528 มีเครื่องเกี่ยวนวดแบบญี่ปุ่นใช้งานอยู่ในพื้นที่ภาคกลางภาคเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก รวมทั้งสิ้น 42 เครื่อง

2.12.2.4 เครื่องเกี่ยวนวดแบบตะวันตกที่ใช้งานในประเทศไทย จากการสำรวจพบว่ามีเพียงเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพียงแบบเดียวที่มีผู้นำเข้ามาจำหน่ายและมีผู้นำไปรับจ้างในพื้นที่หลายจังหวัด คือ John Deere รุ่น 995R แต่ข้อมูลจากบริษัทผู้นำเข้า ระบุว่า มีการนำเข้ามาจำหน่ายทั้งสิ้นประมาณ 10 เครื่องเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เครื่องเกี่ยวนวดรุ่นนี้ถือได้ว่าเป็นแม่แบบของการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยอย่างแท้จริง สาเหตุที่มีการใช้เครื่องเกี่ยวนวดแบบตะวันตกน้อย เนื่องจากเครื่องมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ติดหล่มง่าย เพราะใช้ล้อยางและต้องซ่อมบ่อย อะไหล่มีราคาแพง ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำเมื่อใช้กับสภาพน้ำขัง ลักษณะการทำงานไม่สอดคล้องกับพื้นที่ ในลักษณะที่เป็นแปลงนาหรือเป็นแปลงเล็กแปลงน้อย อีกทั้งเครื่องดังกล่าวยังมีราคาแพง ทำให้เกษตรกร ไม่สามารถจัดซื้อหามาใช้ได้

2.12.3 ลักษณะสำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตในประเทศไทย



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวดที่ผลิตในประเทศไทย

ที่มา: บริษัทเกษตรพัฒนา จำกัด อ้างถึงใน (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ, 2015)

1. ระบบเครื่องล่าง (Undercarriage Frame)

2. การส่งกำลังเฟืองโซ่และโซ่ (Sprocket and Chain Transmission)

3. โซ่แทรค (Track Chain)

4. การส่งกำลังระบบเกียร์ (Transmission Gear Box)

5. ชุดนวด (Threshing Unit)

6.ต้นเครื่องกำลัง (Prime Mover)

7. Packing Seat

8. เกลียวลำเลียงเมล็ดแนวระดับ (Grain Auger Elevator)

9. ที่ควบคุมคันโยก (Lever Control)

10. หัวเกี่ยว (Header)

11. ล้อโน้ม (Reel)

12. หลังคา (Roof)

2.13 ความหมายของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ในงานวิศวกรรมคงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการเงินและการลงทุนเพื่อดำเนินโครงการนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปตามที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้หลักการเศรษฐศาสตร์จึงถูกนำมาประยุกต์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการคัดเลือกโครงการหรือแนวทางปฏิบัติเพื่อให้ได้ทางเลือกที่ก่อให้เกิดผลตอบแทนด้านการเงินสูงสุดโดยทั่วไปเศรษฐศาสตร์คือหลักการที่ว่าด้วยการนำทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อและมีประสิทธิภาพสูงสุดและเมื่อนำหลักเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์กับงานวิศวกรรมจึงเกิดหลักการเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมขึ้นโดยมีความหมายคือการนำหลักการทางเศรษฐศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เป็นไปได้สำหรับงานวิศวกรรม

ในการวิเคราะห์ด้านการเงินตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อค่าของเงินคือเวลาและอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทนหลักการสำคัญประการหนึ่งของการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมคือเรื่องมูลค่าเงินตามเวลาซึ่งหมายถึงมูลค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาที่กำหนดนั้นหมายความว่าในช่วงเวลาที่ต่างกันเงินค่าเดียวกันจะมีมูลค่าที่แตกต่างกันแต่จะมีมูลค่าแตกต่างจากมูลค่าเดิมเท่าไหร่นั้นขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทนการวิเคราะห์มูลค่าของเงินที่แปรผันไปตามช่วงเวลาและอัตราดอกเบี้ยมักจะนำเสนอในรูปของแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียน

2.13.1 การเปรียบเทียบทางการเงินเพื่อคัดเลือกโครงการ เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา วิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมของโครงการ โดยทั่วไปมีอยู่ 4 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present worh analysis) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Arnual worh analysis) การวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (Benefit/cost analysis) และการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate of return analysis)

1) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present worth analysis) มูลค่าปังจุบัน (Present worth (PIV), Present value (PV) or Net present value (NPI) ของเงินลงทุน (Cos) หรือผลตอบแทน (Revenue) ของแต่ละทางเลือกในการดำเนินโครงการใด ๆ สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดความคุ้มคำในการลงทุนได้ ทั้งนี้มูลค่าปังจุบันขององค์ประกอบในการดำเนินโครงการ อาจแปลงมาจากมูลค่าในอนากต หรือมูลค่าสม่ำเสมอรายปี ก็ได้ การเปรียบเทียบโครงการคั่วยการวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน สามารถพิจารณาเป็นกรณีต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ 1. การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของทางเลือกที่มีอายุเท่ากัน การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของทางเลือก

ที่มีอายุเท่ากัน (Present worth analysis of equal-life alternatives) คือการนำมูลค่าปัจจุบันของแต่ละทางเลือกในการดำเนินการมาเปรียบเทียบกัน โดยแต่ละทางเลือกที่นำมาเปรียบเทียบกันนี้มีระยะเวลาในการดำเนินการที่เท่ากัน 2. การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของทางเลือกที่มีอายุแตกต่างกันการเปรียบเทียบทางเลือกที่มีอายุต่างกันด้วยวิธีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน สามารถทำได้ โดยการปรับอายุของแต่ละทางเลือกให้เท่ากัน

2) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Annual worth analysis) การเปรียบเทียบทางเลือกด้วยวิธีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันในกรณี ที่อายุของแต่ละทางเลือกไม่เท่ากัน อาจจำเป็นต้องขยายขอบเขตของระยะเวลาในการวิเคราะห์ออกไปเพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบแต่ละทางเลือกได้ในช่วงเวลาเดียวกัน การปฏิบัติดังกล่าวในหลักการสามารถดำเนินการได้ แต่ในทางปฏิบัตินั้นยิ่งทอดระยะเวลานานออกไปก็ยิ่งมีโอกาสที่จะเกิดความผันแปรของสถานการณ์ขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอัตราดอกเบี้ยสถานการณ์ทางการเมือง เศรษฐกิจโลก ฯลฯ ล้วนส่งผลกระทบต่อความผันแปรของมูลค่าการลงทุนทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้การกระจายเงินลงทุนออกเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปีแทนการรวมเงินลงทุนให้อยู่ในรูปของมูลค่าเทียบเท่าปังจุบัน จะเป็นการลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ ที่เกิดจากสาเหตุข้างต้นได้

2.13.2 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit/cost analysis) การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefitcost analysis or Benefit/cost ratio or B/C ratio) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนของโครงการรัฐ เนื่องจากโครงการของรัฐบาลนั้นส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการเพื่อแสดงหาผลประโยชน์แต่เป็นไปเพื่อสาธารณะประโยชน์ ดังนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอาจไม่อยู่ในรูปของตัวเงินที่รัฐได้ตอบแทนกลับมาแต่จะอยู่ในรูปของประโยชน์ที่ชุมชนได้รับอาทิคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง การเพิ่มรายได้หรือผลผลิต ความปลอดภัย หรือสุขภาพจิตของคนในชุมชนที่ดีขึ้นเป็นต้น ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนผลประโยชน์ที่ได้รับเหล่านี้จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของมูลค่าเงินเพื่อเปรียบเทียบกับเงินที่ลงทุน ไปในโครงการเหล่านั้น จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนนั้น มีตัวแปรสำคัญอยู่ 2 ตัวแปรได้แก่ ผลประโยชน์ และเงินลงทุนผลประโยชน์ (Benefit) ของโครงการคือสิ่งที่เป็นประโยชน์ซึ่งได้รับเพิ่มขึ้นทั้งในด้านทรัพย์สินและสวัสดิการจากโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพการณ์ที่ยังไม่มีการดำเนินงานตามโครงการผลประโยชน์ในรูปของสาธารณ ประโยชน์อันเนื่องมาจากโครงการรัฐสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ ผลประโยชน์ที่ได้รับในรูปของการเพิ่มรายได้หรือเพิ่มผลผลิตอาทิรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการเก็บเงินค่าผ่านทางเป็นต้น และผลประโยชน์ที่

ได้รับในรูปของการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดความเสียหายอาทิ การตัดถนนเส้นใหม่อาจช่วยให้เดินทางถึงที่หมายได้เร็วขึ้นเป็นการประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นต้น เงินลงทุน (Cost) ของโครงการคือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องชำระตลอดการดำเนินงานตามโครงการ จึงเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายลงทุนเริ่มแรกของโครงการและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อันเนื่องมาจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนที่อยู่ในบริเวณโครงการ อาทิค่าใช้จ่ายเพื่อชดเชยการเวนคืนที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพแวดล้อมของชุมชนหลังการก่อสร้างเป็นต้น รายละเอียดปลีกย่อยของรายละเอียดเงินลงทุน และผลตอบแทนนั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการ ซึ่งจะได้นำเสนอต่อไปในตัวอย่างการคำนวณ จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{B/C ratio} = \text{Benefit} / \text{Cost}$$

โครงการที่มีค่า B/C ratio มากกว่า 1 เป็นโครงการที่น่าลงทุนถ้า B/C ratio น้อยกว่า 1 จัดว่าเป็นโครงการที่ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน และถ้าB/C ratio เท่ากับ 1 หมายความว่าโครงการนั้นคุ้มทุนพอดี ไม่ได้กำไรหรือขาดทุนเนื่องจากผลประ โยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ และค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุนที่ต้องชำระนั้นอาจไม่ได้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้หลักการแปลงค่าเงินซึ่งเป็นมูลค่าของผลประโยชน์และเงินลงทุนให้มาอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันตามหลักการแปลงค่าเงินที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้น

2.13.3 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate of return analysis) ในการลงทุนในโครงการทางวิศวกรรมนั้น มักเป็นการลงทุนขนาดใหญ่และใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นที่ผู้ลงทุนจะต้องคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจ (Minimum attractive rate of retum, MARR) ซึ่งส่วนมากค่า MARR จะกำหนดจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ในกรณีที่ผู้ลงทุนใช้วิธีกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินกู้ อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ถูกเลือกจะต้องมีค่าสูงกว่าอัตราเงินกู้เพื่อที่จะมีเงินจากผลตอบแทนที่เพียงพอสำหรับนำมาชำระให้แหล่งเงินกู้ และในกรณีที่เป็นการลงทุนโดยใช้เงินส่วนตัวของหน่วยงานเอง อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ถูกเลือก จะต้องมีค่าสูงกว่าอัตราเงินฝาก เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสำหรับการถอนเงินคงคลังออกจากธนาคาร เพื่อนำมาลงทุนในโครงการดังกล่าว ถ้าอัตราผลตอบแทนที่คำนวณได้ของ โครงการมีค่ามากกว่า MARR สามารถสรุปได้ว่าโครงการดังกล่าวมีความเหมาะสมในการลงทุน หรือในกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบ

กันหลายโครงการโครงการที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงสุดจะเป็น โครงการที่ได้รับการพิจารณา ทั้งนี้ อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการคำนวณนี้ คือ อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุน PW_D มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของผลประโยชน์ที่ได้รับ PW_B ในกรณีที่คำนวณ โดยใช้มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present worh, PW) สามารถเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$PW_{D,I\%} = PW_{B,i\%}$$

ในกรณีที่คำนวณโดยใช้มูลค่าเทียบเท่ารายปี(Equivalent uniform annual worth, EUAW) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$EUAW_{D,I\%} = EUAW_{B,i\%}$$

โดยกำหนดให้ PW_D คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท) PW_B คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของผลตอบแทน (บาท) $EUAW_D$ คือ มูลเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุน (บาท) $EUAW_B$ คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปีของผลตอบแทน (บาท) และ i% คืออัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุนมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของผลประโยชน์ที่ได้รับ

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(A.Addo S.K. Amponsah, K.A. Dzisi, J. Moreira, S.A. Ndindeng, 2017) ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นในประเทศจีนได้รับการประเมินภายใต้สภาพพื้นที่เกษตรกรในเบนิน ผลจากการประเมินภาคสนามแสดงให้เห็นว่า การรวมกันได้ผลเป็นที่น่าพอใจในนาข้าวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าและวัชพืชที่น้อยที่สุดที่ความชื้นข้าวระหว่าง 19.1% ถึง 20.1% w.b. บนดินที่มีความชื้นตั้งแต่ 23% ถึง 33% d.b. ในขณะที่ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของดินอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยความเร็วในการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 0.8 ถึง 4.5 กม./ชม. เครื่องเก็บเกี่ยวมีความสามารถในการทำงาน 0.10 ถึง 0.39 เฮกตาร์ต่อชั่วโมง และใช้เชื้อเพลิงมากถึง 11 ลิตร/เฮกแตร์ขณะที่มีสลิปแทร็ก 6% ถึง 9% การเก็บเกี่ยวโดยใช้เกียร์ 2 และ 1-L ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดสำหรับพันธุ์ IR841 และ Nerica L20 ตามลำดับ เมื่อความเร็วในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวลดลงและปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยไม่คำนึงถึงพันธุ์ข้าว การรวมกันทำให้เกิดความเสียหายเชิงกลระดับต่ำโดยมีการสูญเสียเมล็ดรวมตั้งแต่ 1.43% ถึง 4.43% และ 1.85% ถึง 5.6% สำหรับพันธุ์ IR841 และ Nerica L20 ตามลำดับ ด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุน 5,000 ดอลลาร์

สหรัฐ และการจ้างงาน 10 ดอลลาร์สหรัฐต่อชั่วโมง การเป็นเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดขนาดเล็กจะทำกำไรได้หลังจากการใช้เครื่องจักร 342 ชั่วโมง เทียบเท่ากับพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาประมาณ 133 เฮคแตร์ ที่เก็บเกี่ยวได้ที่ 0.39 เฮกตาร์ต่อชั่วโมง ควรทำการทดสอบการรวมกันภายใต้สภาพการปลูกพืชและดินที่หลากหลายในเขตเกษตรนิเวศน์ต่าง ๆ และแนะนำให้ทำการเปรียบเทียบทางเศรษฐกิจกับการเก็บเกี่ยวด้วย

(Anuwat Pachanawan, Khunnithi Doungpuen, Somchai Chuan-Udom, 2020) ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย โดยการสุ่มเก็บข้อมูลจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ทำการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในเขตจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์และร้อยเอ็ด จำนวน 27 เครื่องผลการศึกษาพบว่า ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ประสบการณ์ผู้ขับ และความหนาแน่นของวัชพืช เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เท่ากับ 41.18 28.94 12.47และ 11.06 % ตามลำดับ โดยขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ควรมีขนาดตั้งแต่ 6.25 ไร่ขึ้นไป และความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวควรมีค่าระหว่าง 3.00 –6.50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพราะส่งผลทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถทำการเลี้ยวหัวแปลงได้ ง่ายและลดเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยว เพิ่มความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่

(Jiri Masek, Petr Novak, Tomas Pavlicek, 2015) เปรียบเทียบค่าการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดในฟาร์มที่เลือก พารามิเตอร์การทำงานถูกวัดและประเมินผลจากเครื่องเกี่ยวนวดของแบรนด์ CLAAS และ CASE IH ตามอายุที่แตกต่างกันและแนวคิดที่แตกต่างกันของการนวด การวัดเกิดขึ้นในปี 2013 และ 2014 (Lexion 770 ในปี 2012) พารามิเตอร์การทำงานในกรณีนี้หมายถึงประสิทธิภาพและตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ของการดำเนินการเช่นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ประสิทธิภาพของเครื่องจักรถูกวัดต่อเฮกตาร์จำนวนเฮกตาร์ที่เก็บเกี่ยวต่อวันตามลำดับต่อชั่วโมงหรือปี ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงวัดเป็นลิตรและแปลงต่อเฮกตาร์ ค่าใช้จ่ายจะคำนวณเป็นค่าคงที่และผันแปรจากนั้นสรุปเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับเครื่องที่กำหนด

(Kriengkrai Rayanasuk, 2018) ศึกษาค่าความเค้นเฉือนและค่าความหนืดเฉือนของดินในแปลงเกษตร โดยใช้วิธีการทะลุทะลวงของกรวยซึ่งเป็นวิธีที่กำหนดให้ใช้ในมาตรฐานอังกฤษ (BS 1377-2, 1990) และนำมาประยุกต์ในการทดลองหาค่าความเค้นเฉือนและค่าความหนืดเฉือนของดิน ตัวอย่างดินในแปลงเกษตรที่ใช้เป็นดินร่วนปนทรายมีขีดจำกัดเหลว (liquid limit) เท่ากับ 24.10%

และพิกัดพลาสติก (Plastic limit) เท่ากับ 9.50% ทำการวัดระยะจมของกรวยที่หยุดนิ่งคำนวณหาความเค้นเฉือน และความหนืดเฉือนผลการศึกษาพบว่าค่าความเค้นเฉือนของดินมีแนวโน้มลดลงตามระยะจมของกรวยที่เพิ่มขึ้นและแปรผันตามน้ำหนักของกรวยส่วนค่าความหนืดเฉือนของดินจะลดลงในลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีค่าลดลงแบบ (Exponential) เมื่อเทียบกับค่าดัชนีสภาพความเหลวมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นวิธีการทะลุทะลวงของกรวยสามารถนำไปใช้หาค่าความเค้นเฉือนและค่าความหนืดเฉือนที่ความชื้นของดินในแปลงเกษตรตามสภาพจริงได้

(Surat Triwanapong, Rapee Kanchana, Kittipong Kimapong, 2020) ศึกษาปัจจัยเสี่ยงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการ แบ่งแยกลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุของการเกิดในการเกี่ยวและนวดข้าว หลังจากนั้นแต่ละประเภทข้อบกพร่อง ถูกนำมาทำการประเมินและหาค่าลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) เพื่อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ชิ้นส่วนเครื่องจักรที่อยู่ในกลุ่มที่มีค่าระดับความเสี่ยงสูงถูกนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อบกพร่อง และกำหนด แนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผลการวิเคราะห์พบว่ามีอยู่ 5 ประเภทความเสี่ยงจัดอยู่ในกลุ่มความเสี่ยงสูง ได้แก่ F21 การสึกหรอบนพื้นผิวของข้อโซ่ F19 การสึกหรอของลูกยางโอริง F14 การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ F10 เฟืองสเตอร์สป๊อกเก็ตชำรุด และ F12 ล้อนำชำรุด ซึ่งกลุ่มความเสี่ยงสูงนี้หากเกิดความเสียหายขึ้นจะทำให้เครื่องหยุดทำงาน และส่งผลการปฏิบัติงานในการเกี่ยวนวดข้าวต้องหยุดชะงักเช่นกัน ดังนั้นการจัดทำแนวทางการซ่อมบำรุง เชิงป้องกันจึงจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยแนวทางการบำรุงรักษานั้น เกษตรกรผู้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง ผลของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยตนเองจะให้ เป็นการยืดอายุการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วนและช่วยให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวดีขึ้น

(จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค, 2558) ได้ทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดของคูโบต้าจำนวน 5 รุ่น คือ DC60, DC68G, DC70, DC70G และ รุ่น DC95GM ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC60 มีความสามารถในการทำงาน 3 ไร่/ชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.9 ลิตร/ไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 6.9% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC68G มีความสามารถในการ ทำงาน 3.95 ไร่/ชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.2 ลิตร/ไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.1% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC70 มี ความสามารถในการทำงาน 4.5 ไร่/ชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.2 ลิตร/ไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.5% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC70G มีความสามารถใน

การทำงาน 4.5 ไร่/ชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.7 ลิตร/ไร่ เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียเมล็ดรวม 2% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC95GM มีความสามารถในการทำงาน 6.25 ไร่/ชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.1 ลิตร/ไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 1.8% และพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 500 บาท/ไร่

(ชมพูนุช นันทจิต, 2559) ความคุ้มค่าในการลงทุน ตลอดจนผลกระทบของผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวข้าวจากภัยแล้ง เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีจำนวน 6 ราย การสัมภาษณ์ครอบคลุมลักษณะการดำเนินงาน ต้นทุน ผลตอบแทน และความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจ งานวิจัยวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนด้วยต้นทุนและผลตอบแทนหลายช่วงเวลา โดยกำหนดระยะเวลาโครงการ 10 ปี แบ่งกรณีศึกษาจากรูปแบบภัยแล้ง เป็น 4 กรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่าถ้าพบภัยแล้งรุนแรงที่สุด ผู้ประกอบการจะมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด 8 ปี 7 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 993,915.04 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.13 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับ 12% ซึ่งหมายความว่าการลงทุนในธุรกิจรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวคุ้มค่ากับการลงทุน แม้ว่ามีภัยแล้งทุกปีซึ่งส่งผลกระทบกับกิจการเกี่ยวนวดข้าวเป็นอย่างมาก การวิเคราะห์พบว่าการลงทุนในธุรกิจรถเกี่ยวนวดข้าวของผู้ประกอบการสุพรรณบุรียังคงคุ้มค่ากับการลงทุน

(ชัยยะ แก้วบุญมา และคณะ, 2543) ได้ทำการทดสอบรถเกี่ยวนวดข้าวจำนวน 3 ยี่ห้อ คือ ยี่ห้อเกษตรพัฒนา ยี่ห้อศักดิ์พัฒนา และยี่ห้อรุ่งเจริญการช่าง ได้ทำการทดสอบยี่ห้อเกษตรพัฒนา รุ่นซุปเปอร์ไวไฟขนาด 3.89 * 6.04 * 2.84 เมตร น้ำหนัก 6.6 ตัน เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 120 แรงม้า แบบตีนตะขาบ ความเร็วที่ใช้ในการเกี่ยวนวด 3-5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เกี่ยวนวดข้าวได้ 3-5 ไร่ต่อชั่วโมง ความสูญเสียน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 3-4 ลิตรต่อไร่ ส่วนยี่ห้อศักดิ์พัฒนารุ่น FG 2001 ขนาด 3.3 * 6.5 * 2.7 เมตร น้ำหนัก 7.6 ตัน เครื่องยนต์ดีเซล 6 สูบขนาด 180 แรงม้าแบบตีนตะขาบ ความเร็วที่ใช้ในการเกี่ยวนวด ประมาณ 3 ถึง 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เกี่ยวนวดข้าวได้ 3-5 ไร่ต่อชั่วโมง ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.5 ลิตรต่อไร่ ส่วนยี่ห้อรุ่งเจริญการช่าง รุ่นใหม่ขนาด 3.5 * 6.6 * 2 เมตร เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 195 แรงม้า น้ำหนัก 8 ตัน แบบตีนตะขาบ เกี่ยวข้าวได้ 5 ไร่ต่อชั่วโมง ความสูญเสีย ไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4 ถึง 5 ลิตรต่อไร่

(ทศพล นภาสวัสดิ์, 2556) ศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ ขนาด 220 แรงม้า ยี่ห้อมิตซูบิชิ จำนวน 5 คัน ที่มีอายุการใช้งานระหว่าง ปี 2550 ถึง ปี 2554 โดยนำรถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ มาทดสอบการใช้งานจริงเพื่อเก็บข้อมูล เส้นทางที่ใช้ทำการทดสอบใช้เส้นทางระหว่าง บ้านกระทม ตำบลนาบัว อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ถึง บ้านโคก ตำบลห้วยทับทัน อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ ระยะทางประมาณ 190 กิโลเมตร ทำการเก็บข้อมูล 7 เที่ยวต่อคัน โดยกำหนดให้น้ำหนักบรรทุกเป็นตัวแปรควบคุม ผลการทดสอบพบว่าที่น้ำหนักบรรทุกของรถเพิ่มขึ้นทุก ๆ 1,000 กิโลกรัม จะมีผลทำให้รถบรรทุกปี 2554 มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 1.01 เปอร์เซ็นต์ และรถบรรทุก ปี 2553 2552 2551 2550 ที่น้ำหนักบรรทุกของรถเพิ่มขึ้นทุก ๆ 1,000 กิโลกรัมมีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 2.02 % การบำรุงรักษาสภาพเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ควรทำการตรวจสอบและซ่อมบำรุงทุก ๆ 50,000 กิโลเมตรและทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต้นกำลังในระยะทาง 400,000 กิโลเมตร

(นิพนธ์ ป้องจันทร์, 2547) ทำการศึกษาผลของความเร็วลูกนวดและอัตราการป้อนที่มีต่อความสูญเสียของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกนโดยใช้ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 การศึกษาโดยสรุปดังนี้ 1) ความเร็วลูกนวดที่เพิ่มขึ้น 1 เมตรต่อวินาที ทำให้ความสูญเสียจากการนวด ลดลง 0.11% และความสูญเสียจากการคัดแยกเมล็ดออกจากฟางลดลง 0.22 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ปริมาณเมล็ด แตกหักมีค่าน้อยมากเมื่อใช้ความเร็วลูกนวดไม่เกิน 21.66 เมตรต่อวินาที การใช้ความเร็วลูกนวดเกินกว่านี้ทำให้ปริมาณเมล็ดแตกหักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว 2) อัตราการป้อนไม่มีผลต่อความสูญเสียจากการนวดอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติแต่ทำให้ความสูญเสียจากการคัดแยกเมล็ดออกจากฟางเพิ่มขึ้น 7% และปริมาณเมล็ดแตกหักลดลง 0.025% เมื่ออัตราการป้อนเพิ่มขึ้น 1 ตันต่อชั่วโมง

(นิธิ ด้วงผึ้ง และสมชาย ชวนอุดม, 2013) ผลของรูปแบบมุมครีบวงเดือนที่มีต่อสมรรถนะในการนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน โดยการทดสอบกับชุดทดสอบการนวดของศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยมีความชื้นเมล็ดและฟังเฉลี่ยเท่ากับ 28.3 และ 51.8 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ตามลำดับ อัตราส่วนเมล็ดต่อฟางโดยน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 ความยาวฟางเฉลี่ยเท่ากับ 52 เซนติเมตร การศึกษาผลของรูปแบบมุมครีบวงเดือนที่มีผลต่อสมรรถนะในการนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบมุมครีบวงเดือนที่ทำการศึกษามีผลต่อปริมาณเมล็ดแตกหักไม่แตกต่างกันในทางสถิติแต่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวดและกำลังงานที่ใช้ในการนวดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติรูปแบบมุมครีบวงเดือนของชุดนวดข้าวแบบไหลตาม แกนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวควรใช้รูปแบบมุมคลิปวงเดือนที่มีมุมครีบวงเดือนเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอคือมุม

69 71 73 75 และ 77 องศาจากแนวเพลาลูกนวดตามลำดับเพราะทำให้มีความสูญเสียจากชุดนวดอยู่ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ และกำลังงานที่ใช้ในการนวดอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงมากนักเมื่อใช้ความเร็วลูกนวดเท่ากับ 18 เมตรต่อวินาที และอัตราการป้อนเท่ากับ 16 ตันต่อชั่วโมงและทดสอบกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

(รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ, 2015) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการทำงานของเครื่องนวดข้าวขนาดเล็กแบบแถบนวดที่นิยมใช้กันทั่วไปโดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเครื่องนวดข้าวขนาดเล็กประกอบด้วย เครื่องยนต์ต้นกำลัง ชุดลูกนวดแบบแถบนวด ช่องป้อนฟ่อนข้าว ชุดถ่ายทอดกำลัง ฝาครอบลูกนวดและพัดลมทำความสะอาด ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วยจำนวนแถบนวด 5 และ 6 แถบนวด ความเร็วรอบของลูกนวด 200, 300 และ 400 รอบต่อนาทีตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่าจำนวนแถบนวดที่มีความเหมาะสมเท่ากับ 5 แถบนวด ความเร็วรอบของลูกนวดที่เหมาะสมเท่ากับ 300 รอบต่อนาที มีอัตราการทำงานของเครื่องนวดข้าวขนาดเล็ก เท่ากับ 396 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดเท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์

(ศักดิ์ชัย อาษาวัง และวินิต ชินสุวรรณ, 2013) ศึกษาผลของระยะห่างระหว่างสี่นวดกับตะแกรงบน ที่มีต่อปริมาณเมล็ดคงค้างในชุดนวดสำหรับเครื่องนวดข้าวแบบไหลตามแกนเมื่อนวดข้าวที่มีอัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดต่ำโดยเปรียบเทียบระยะห่าง 4 ระดับคือ 170 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นระยะห่างที่ใช้ทั่วไปกับระยะห่าง 200 มิลลิเมตร 250 มิลลิเมตรและ 300 มิลลิเมตร ข้าวที่ใช้ทดสอบเป็นข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความชื้นเมล็ด 21 เปอร์เซ็นต์ ฐานเปียกและมีอัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ด 0.19 ต่อ 1 ใช้อัตราการป้อน 16 ตันต่อชั่วโมง และความเร็วเชิงเส้นปลายซี่นวด 20 เมตรต่อวินาที ผลการศึกษาพบว่าระยะห่าง 200 มิลลิเมตร 250 มิลลิเมตร 300 มิลลิเมตรและ 170 มิลลิเมตร มีปริมาณเมล็ดคงค้างในชุดนวดที่ช่วงระยะสุดท้ายของความยาวของชุดนวดน้อยที่สุดตามลำดับ

(อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และคณะ, 2555) ผลการศึกษาสถานการณ์และปัญหาการทำความสะอาดเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก และเศษวัสดุเหลือตกค้างในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ดำเนินการโดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว 20 ราย และสุ่มเก็บตัวอย่างปริมาณข้าวเปลือกและเศษสิ่งวัสดุอื่น ๆ ในแต่ละส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตจากผู้ประกอบการผลิตต่างกันจำนวน 6 เครื่อง พบว่าผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวทราบปัญหาและผลกระทบการมีข้าวเปลือกและเศษวัสดุเหลือตกค้าง มีการทำความสะอาดอย่างง่าย ๆ เมื่อเสร็จสิ้น

การเก็บเกี่ยวในแปลง เกษตรกรแต่ละราย จากการสุ่มตัวอย่างภายหลังการเกี่ยวนวดข้าวประมาณ 2 ไร่ พบว่ามีปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกและเศษวัสดุรวมอยู่ในช่วง 31.4-58.0 กิโลกรัม โดยตกค้างในชุดตู้นวดสูงสุด (41%) รองลงมาคือในท่อลำเลียงข้าวดี ท่อลำเลียงข้าวดีขึ้นรถบรรทุก และท่อลำเลียงกลับไปนวดใหม่ และใต้เกลียวลำเลียงของหัวเกี่ยวในอัตราร้อยละ 35, 6, 5 และ 3 ตามลำดับ คงเหลือตกค้างในส่วนประกอบสำคัญอื่นน้อยกว่าร้อยละ 3 เครื่องเกี่ยวนวดที่สุ่มเก็บตัวอย่างมีการออกแบบเพื่อการเอาเมล็ดข้าวเปลือกและเศษวัสดุออกจากส่วนประกอบที่สำคัญ แต่โดยส่วนใหญ่เพื่อแก้ปัญหาการอุดตันในระบบการทำงาน บางส่วนประกอบต้องใช้เครื่องมือช่างเพื่อการปิด-เปิด และไม่สามารถเอาสิ่งเหลือตกค้างออกได้หมด มีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหา การแพร่กระจายการปนพันธุ์ข้าว การแพร่กระจายของวัชพืช และข้าววัชพืชต่าง ๆ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาและประเมินสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็กและเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็กด้วยการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นหาค่าความสูญเสียรวมจากการเกี่ยวนวด ประสิทธิภาพการทำงาน ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและในทางเศรษฐศาสตร์จะเน้นหาค่าจุดคุ้มทุนและระยะเวลาในการคืนทุน ดังนั้นเพื่อให้เป็นแนวทางนำข้อมูลในการใช้รถเกี่ยวนวดข้าวและเป็นข้อมูลในการพัฒนาและปรับปรุงต่อไปในอนาคต

3.1 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น ENG-MJU-003 ต้องมีการเตรียมเครื่องเกี่ยวนวดซึ่งมีลักษณะเครื่องเกี่ยวนวดที่ใช้ในการทดสอบมีส่วนที่สำคัญดังนี้

3.1.1 เครื่องยนต์ต้นกำลัง เป็นเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวและมีกำลังเท่ากับ 30 แรงม้า ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 เครื่องยนต์ต้นกำลังดีเซลสูบเดียว

3.1.2 ชุดช่วงล่าง ทำหน้าที่รองรับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเกี่ยวนวดทั้งหมด ดังภาพที่ 11 และยังเป็นส่วนที่ยึดเกาะกับพื้นเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ ช่วงล่างที่ออกแบบเป็นแบบคานแข็งมีลักษณะเป็นล้อคล้ายกับรถไถเดินตามหรือแทรกเตอร์ขนาดเล็กและออกแบบให้มีล้อหน้าเป็นล้อคู่การขับเคลื่อนเป็นระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

ภาพที่ 11 ชุดช่วงล่าง

3.1.3 ชุดถ่ายทอดกำลังและขับเคลื่อน เป็นตัวที่ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังระบบขับกลไกต่าง ๆ การขับอุปกรณ์ส่วนใหญ่ใช้มูเล่ย์กับสายพาน ส่วนการขับเคลื่อนของรถต้นแบบใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยน้ำมันหรือระบบที่ถ่ายทอดกำลังไปยังชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยใช้น้ำมันไฮดรอลิคเป็นตัวกลาง หรือระบบไฮโดรสแตติกส์ในการถ่ายทอดกำลังผ่านมอเตอร์ไฮดรอลิค ดังภาพที่ 12-13 ไปยังชุดเกียร์กลางเพื่อเลือกความเร็วและระบบการขับเคลื่อน (2H, 4H และ 4L) ซึ่งจะส่งกำลังไปหมุนล้อขับเพื่อให้เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ ส่งผลให้การควบคุมความเร็วของส่วนต่าง ๆ เป็นอีสระต่อกัน ทำให้มีความคล่องตัวในการทำงานสูง มีระยะห่างฐานล้อเท่ากับ เมตร 1.88

ภาพที่ 12 ปั้มไฮดรอลิค

ภาพที่ 13 มอเตอร์ไฮดรอลิคขับเคลื่อน

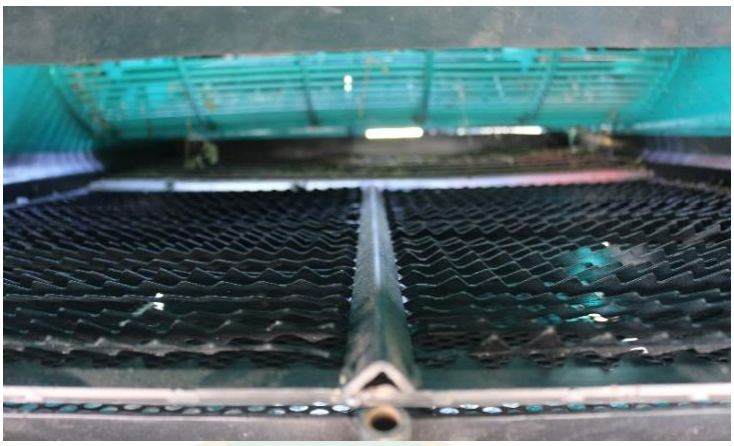
3.1.4 ชุดหัวเกี่ยว เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตัดรวบรวมและ ลำเลียงต้นพืชส่งเข้าชุดป้อนลำเลียงเพื่อส่งต่อไปยังชุดนวด ดังภาพที่ 14 ประกอบด้วยล้อโน้มทำหน้าที่ยกต้นพืชที่ล้มและหรือโน้มต้นพืชที่ตั้งให้เข้ามาหาชุดใบมีด ชุดใบมีดตัดต้นพืชและถูกล้อโน้มผลักส่งต่อเข้ามายังเกลียวลำเลียงที่ด้านหน้าหัวเกี่ยวเพื่อรวบรวมต้นพืชมายังส่วนกลางของชุดหัวเกี่ยว สำหรับส่งเข้าชุดป้อนลำเลียงเพื่อกวาดพาต้นพืชที่เกลียวลำเลียงหน้าส่งต่อไปยังชุดนวด โดยหัวเกี่ยวมีขนาดความกว้าง 1.90 เมตร

ภาพที่ 14 หัวเกี่ยวรถเกี่ยวนวดข้าวต้นแบบ

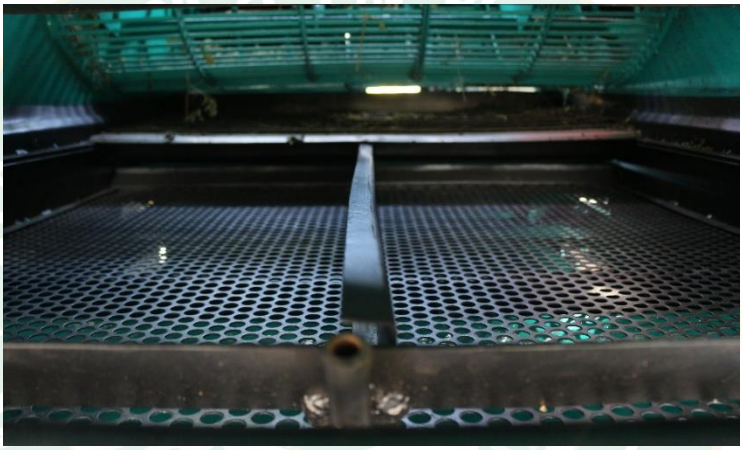
ภาพที่ 15 ชุดนวด

3.1.5 ชุดทำความสะอาดประกอบด้วย ตะแกรงทำความสะอาด ทำหน้าที่แยกเศษหรือท่อนฟางหลังการนวดให้ออกจากเมล็ด ทำงานรวมกับชุดพัดลมที่อยู่ใต้ตะแกรงทำความสะอาด โดยชุดพัดลมทำหน้าที่เป่าเศษฝุ่น ข้าวลีบ เศษฟาง และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ดังภาพที่ 16 ให้แยกจากเมล็ดออกไปท้ายเครื่อง ส่วนรวงที่ถูกนวดไม่หมดหรือท่อนฟางถูกเขย่าจนหลุดออกไปจากตะแกรงทำความสะอาดลงสู่เกลียวลำเลียงเพื่อลำเลียงกลับไปนวดซ้ำ ส่วนเมล็ดที่ผ่านตะแกรงและพัดลมทำความสะอาดร่วงลงไปยังเกลียวลำเลียงผลผลิตเพื่อนำผลผลิตไปบรรจุกระสอบหรือถังเก็บเมล็ดต่อไป ขนาดพัดลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ตะแกรงร่อนทั้งชั้นบนและชั้นล่างมีขนาด 0.94x1.3เมตร ตะแกรงล่อนชั้นบนมีลักษณะเป็นฟันปลาตะแกรงร่อนชั้นล่างมีลักษณะเป็นรูกลมมีขนาด 12.7 มิลลิเมตร (4 หุน) ดังภาพที่ 17-18

ภาพที่ 16 พัดลมเป่าละอองฝุ่นผง และเมล็ดลีบ



ภาพที่ 17 ตะแกรงร่อนชั้นบน



ภาพที่ 18 ตะแกรงร่อนชั้นล่าง

3.1.6 ชุดลำเลียง มีอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ ชุดป้อนลำเลียง มีโซ่ลำเลียง และครีบสำหรับลากหรือกวาดต้อนต้นข้าวที่ถูกตัดจากชุดหัวเกี่ยวส่งเข้าไปยังชุดนวด ส่วนชุดเกลียวลำเลียงผลผลิต ใช้ลำเลียงข้าวเปลือกที่ผ่านการนวดและทำความสะอาดแล้วไปบรรจุกระสอบหรือลงถังเก็บเมล็ด และชุดเกลียวลำเลียงกลับไปนวดซ้ำทำหน้าที่ลำเลียงรวงที่นวดไม่หมดให้วนกลับเข้าไปยังชุดนวดเพื่อทำการนวดซ้ำต่อไป โดยเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีชุดลำเลียงประกอบด้วย ชุดป้อนลำเลียงเข้าสู่ระบบนวดโดยใช้โซ่ลำเลียง โดยมีความกว้าง 0.45 เมตร ดังภาพที่ 19 ใบเกลียวลำเลียงข้าวเต็มเมล็ดภายในระบบทำความสะอาดมีขนาด 5 นิ้ว และส่งต่อไปยังชุดลำเลียงขึ้นไปยังถังบรรจุข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้ระบบโซ่ลำเลียง

ภาพที่ 19 ชุดป้อนลำเลียงเข้าสู่ระบบนวด

ภาพที่ 20 ใบเกลียวลำเลียงข้าวเต็มเมล็ดภายในระบบทำความสะอาด

ภาพที่ 21 ท่อลำเลียงเข้าสู่ถังเก็บบรรจุข้าวเต็มเมล็ด

ภาพที่ 22 โซ่ลำเลียงข้าวเข้าสู่ถังบรรจุข้าวเต็มเมล็ด

ภาพที่ 23 เกลียวในถังเก็บบรรจุข้าวเต็มเมล็ด

ภาพที่ 24 ท่อลำเลียงข้าวออกจากถังเก็บบรรจุเมล็ด

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 นาฬิกาจับเวลาที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 วินาที และจับเวลาต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3.2.2 เทปวัดระยะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตรและยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร

3.2.3 ไม้วัดระยะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 เซนติเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

3.2.4 เสาหลักกำหนดระยะ ยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร

3.2.5 เคียว

3.2.6 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 x 1 เมตร

3.2.7 ถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษเก็บตัวอย่างผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก เมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนการเกี่ยว เมล็ดข้าวเปลือกร่วงหลังการเกี่ยว เมล็ดข้าวเปลือกร่วงและเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงที่คัดแยกมาจากวัสดุที่ถูกขับออกจากช่องทางออกฟาง และสิ่งเจือปน เพื่อการคัดแยกหาร้อยละการทำความสะอาด

3.2.8 อุปกรณ์วัดมุมที่วัดได้ความละเอียดถึง 1 องศา

3.2.9 กระบอกตวงที่วัดได้ละเอียดถึง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2.10 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

3.2.11 เครื่องวัดระดับเสียงที่วัดได้ละเอียดถึง 1 เดซิเบล

3.2.12 เครื่องวัดความเร็วรอบ

3.2.13 เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกที่ผิดพลาดไม่เกิน ± ร้อยละ

3.2.14 ตาข่ายเก็บตัวอย่างวัสดุที่ออกจากช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน

ภาพที่ 25 เคียว

ภาพที่ 26 เครื่องชั่งและถุงเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 27 เครื่องวัดความดังของเสียง

ภาพที่ 28 วัดความกว้างของพื้นที่ทดสอบ

3.3 วิธีการทดสอบ

การทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก จะทำการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการทำงานของแต่ละระบบของเครื่องเกี่ยวนวด เช่น ระบบการเก็บเกี่ยว ระบบนวด ระบบคัดแยกทำความสะอาด ระบบการส่งเมล็ดข้าวไปยังภาชนะรองรับ และระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ โดยใช้ระบบไฮโดรสแตติกส์ ความสามารถในการเก็บเกี่ยว และลักษณะของข้าว

3.3.1 การทดสอบความสูงของการตัด

3.3.1.1 การเตรียมการทดสอบ จัดเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้อยู่ในตำแหน่งให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้นแข็งเรียบได้ระดับ

3.3.1.2 ปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดต่ำสุด

3.3.1.3 วัดความสูงของการตัดด้วยเครื่องมือวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร โดยวัดตำแหน่งใบมีดขวาสุด ตำแหน่งใบมีดตรงกลาง และตำแหน่งใบมีดซ้ายสุด แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.3.1.4 ปรับใบมีดให้อยู่ตำแหน่งการตัดสูงสุด

3.3.1.5 วัดความสูงของการตัดเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.3

ภาพที่ 29 วัดความสูงใบมีดขณะใบมีดอยู่ในตำแหน่งสูงสุด

3.3.2 ก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

3.3.2.1 ให้ผู้ทำหรือผู้ทดสอบปรับแต่งเครื่องเกี่ยวนวดตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน

3.3.2.2 เกี่ยวนวดข้าวตามแนวขอบแปลงข้าวทดสอบอย่างน้อย 2 รอบเพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบ ดังภาพที่ 30

1) สุ่มวัดความสูงตอซังในพื้นที่ขอบแปลงข้าวทดสอบหลังการเก็บเกี่ยวนวดแต่งแปลงจำนวน 100 ค่า (ด้านละ 25 ค่า) นำไปคำนวณหาความสูงตอซังเฉลี่ย

2) ทำความสะอาดภายในเครื่องเกี่ยวนวดเพื่อเอาเมล็ดข้าวเปลือกและสิ่งตกค้าง ภายในออกโดยการเกี่ยวนวดฟางข้าวที่พ่นออกมาจาก การเกี่ยวนวดแต่งแปลง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที แล้วให้เครื่องเกี่ยวนวดทำงานที่สภาวะไม่มีโหลดไม่น้อยกว่า 5 นาที

3.3.2.3 วางกรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 1 เมตร ในแปลงค่าทดสอบ เพื่อเก็บข้อมูลเมล็ดข้าวเปลือก วัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ความชื้นของวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก จำนวนตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 38

3.3.2.4 เกี่ยวต้นข้าวด้วยเคียวในกรอบเก็บข้อมูล ให้มีความสูงตอซังประมาณเท่ากับความสูงตอซังเฉลี่ย โดยให้มีเมล็ดข้าวเปลือกร่วงน้อยที่สุด นำไปเก็บไว้ในถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษเก็บตัวอย่าง

3.3.2.5 แยกเมล็ดข้าวเปลือกและวัสดุที่ไม่ใช่ข้าวเปลือกออกจากต้นข้าวนำไปชั่งมวลเมล็ดข้าวเปลือก (W_{GR}) และมวลวัสดุที่ไม่ใช่ข้าวเปลือก (W_{MOG}) หน่วยเป็นกรัม

3.3.2.6 สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกและวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือกจำนวน 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละไม่น้อยกว่า 100 กรัมนำไปหาความชื้นตาม ASAE S352.2

3.3.2.7 เก็บตัวอย่างดินในบริเวณใกล้เคียงกับการวางกรอบเก็บข้อมูลและนำไปหาความชื้นของดิน

3.3.2.8 สุ่มวัดความสูงตรงของต้นข้าวและความสูงเอียงของต้นข้าวในบริเวณใกล้เคียงกับการวางกรอบเก็บข้อมูลหน่วยเป็นมิลลิเมตรอย่างน้อย 100 ตัวอย่างนำไปคำนวณหามุมเอียงของต้นข้าวเพื่อบอกถึงสภาพของแปลงข้าวทดสอบ

3.3.2.9 วางกรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 3.5 เมตร โดยห่างจากแนวขอบแปลงที่ผ่านการเกี่ยวนวดแล้วตำแหน่ง ก ข หรือ ค ซึ่งขึ้นอยู่กับการทดสอบซ้ำไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 38

3.3.2.10 เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ก่อนการเกี่ยวนวดในกรอบเก็บข้อมูลในพื้นที่ 1 เมตร คูณด้วยความกว้างของการเกี่ยวนวด ลบ 0.25 เมตร จากแนวขอบแปลงข้าวทดสอบที่ผ่านการเกี่ยวนวดแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 38 นำไปชั่งเป็นมวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนการเกี่ยวนวด (W_{SH})

3.3.2.11 ปักหลักกำหนด ระยะการเก็บตัวอย่างจำนวน 3 หลัก ดังแสดงในภาพที่ 38(หน่วยเป็นเมตร)

3.3.3 การทดสอบความสูญเสียรวม

3.3.3.1 เกี่ยวนวดข้าวแบบวนซ้ายหรือวนขวา ตามลักษณะการออกแบบเครื่องเกี่ยวนวด ด้วยความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่กำหนดตามที่ผู้ทำระบุ

3.3.3.2 เมื่อเครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ถึง หลักที่ 1 เริ่มจับเวลาเพื่อหาความเร็วในการเคลื่อนที่ และใช้ตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับออกมาจากช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด จนเครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ถึงหลักที่ 2 หยุดใช้ตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับออกจากช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด

3.3.3.3 เมื่อเครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ถึงหลักที่ 3 หยุดจับเวลาเพื่อหาความเร็วในการเคลื่อนที่ และให้เกี่ยวนวดต่อเนื่องไปจนกระทั่งชุดใบมีดตัดผ่านกรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 3.5 เมตร ที่วางไว้เพื่อเก็บข้อมูลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง หยุดการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยวนวดและหยุดการทำงานของชุดใบมีดตัดยกหัวเกี่ยวขึ้นโดยต้องไม่ให้มีวัสดุร่วงหล่นจากหัวเกี่ยวแล้วใช้ผ้าพลาสติกปูคลุมกรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 3.5 เมตร เพื่อป้องกันการร่วงหล่นของเมล็ดข้าวเปลือกจากหัวเกี่ยวแล้วถอยหลังเครื่องเกี่ยวนวดให้พ้นกรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 3.5 เมตร

3.3.3.4 เอาผ้าพลาสติกออก และเก็บเมล็ดข้าวเปลือกร่วง และเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงหลังการเก็บเกี่ยวนวด ในกรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 3.5 เมตร แต่เก็บเฉพาะในพื้นที่ห่างจากแนวขอบแปลงข้าวทดสอบ ที่ผ่านการเกี่ยวนวดแล้วเท่านั้นนำไปเก็บไว้ในถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษเก็บตัวอย่างแล้วนำไปชั่งมวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงและเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงหลังการเกี่ยวนวด (W_H) เพื่อนำ ไปใช้ในการคำนวณความสูญเสียเนื่องจากการเก็บนวดดังแสดงในภาพที่ 39

3.3.3.5 สุ่มวัดความกว้างการเกี่ยวนวดในพื้นที่ที่ทดสอบระหว่างหลักที่ 1 ถึงหลักที่ 3 จำนวน 10 ค่า

3.3.3.6 นำวัสดุที่ถูกขับออกมาจากช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวดตามข้อ 2.2 ไปคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกร่วง เมล็ดข้าวเปลือกติดรวงแล้วนำไปชั่งเป็นมวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงที่ช่องขับฟาง และตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (W_{TS}) และมวลเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (W_{US}) เพื่อนำไปใช้คำนวณหาความสูญเสียเนื่องจากการคัดแยกและทำความสะอาด และความสูญเสียเนื่องจากการนวด

3.3.3.7 ทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.3.3.3 ถึงข้อ 3.3.3.6 อีก 2 ครั้ง

3.3.4 การทดสอบระดับเสียงและความสามารถในการทำงาน

3.3.4.1 ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยให้หัววัดระดับเสียงอยู่ที่ตำแหน่งใกล้หูคนขับมากที่สุด

3.3.4.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบที่ผู้ทำระบุ

3.3.4.3 เกี่ยวนวดเพื่อปรับแปลงข้าวทดสอบให้เหลือขนาด 30 X 60 เมตร

3.3.4.4 ทำความสะอาดภายในเครื่องเกี่ยวนวดเพื่อเอาเมล็ดข้าวเปลือกและสิ่งตกค้างภายในออก โดยการเกี่ยวนวดฟางข้าวที่พ่นออกมาจากการเกี่ยวแต่งแปลง เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 5 เมตร โดยการเกี่ยวนวดไม่มีโหลด

3.3.4.5 เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถัง

3.3.4.6 ให้เครื่องเกี่ยวนวดทำงานที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตามที่ผู้ทดสอบระบุ ± 20%

3.3.4.7 เกี่ยวนวดในแปลงข้าวทดสอบขนาด 30 X 60 เมตร ระหว่างการเกี่ยวนวดซุ่มวัดระดับเสียงของเครื่องเกี่ยวนวด 3 ครั้ง

3.3.4.8 บันทึกเวลาที่ใช้ในการเกี่ยวนวดจนแล้วเสร็จเป็นวินาที และหยุดการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

3.3.4.9 เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มอีกครั้ง บันทึกปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นลิตร

3.3.4.10 ระหว่างการทดสอบตรวจพินิจการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด และหลังการทดสอบตรวจพินิจความเสียหายของเครื่องเกี่ยวนวด

3.3.4.11 นำเมล็ดข้าวเปลือกออกจากถังเก็บหรือกระสอบรองรับ ไปชั่งมวลข้าวเปลือกสุทธิจากถังเก็บ หรือกระสอบรองรับ W_t

3.3.4.12 สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกจากข้อ 3.3.3.6 จำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม นำไปหามวลรวมของ เมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก W_A

3.3.4.13 นำไปเป่าเอาเศษวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือกออก แล้วนำเมล็ดข้าวเปลือกมาคัดแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก นำไปชั่งเป็นมวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด W_{ts} มวลเมล็ดขาวเปลือกแตกหัก W_{ds} เพื่อนำไปใช้คำนวณหาร้อยละ ความสะอาดของข้าวเปลือก และร้อยละความเสียหายเนื่องจากเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก

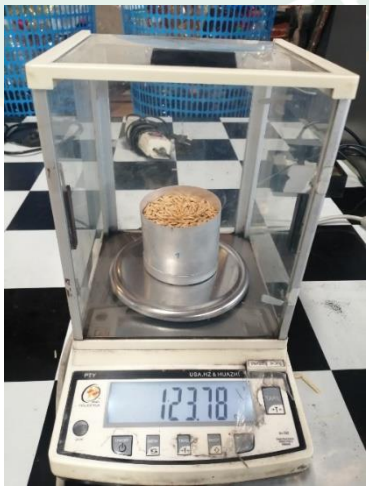
ภาพที่ 30 เก็บขอบแปลงนาเพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบ

ภาพที่ 31 ทำความสะอาดภายในเครื่องเกี่ยวนวดเพื่อเอาเมล็ดข้าวเปลือกและสิ่งตกค้าง

ภาพที่ 32 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 1 X 1 เมตร

ภาพที่ 33 เกี่ยวต้นข้าวด้วยเคียวในกรอบเก็บข้อมูล 1 X 1 เมตร

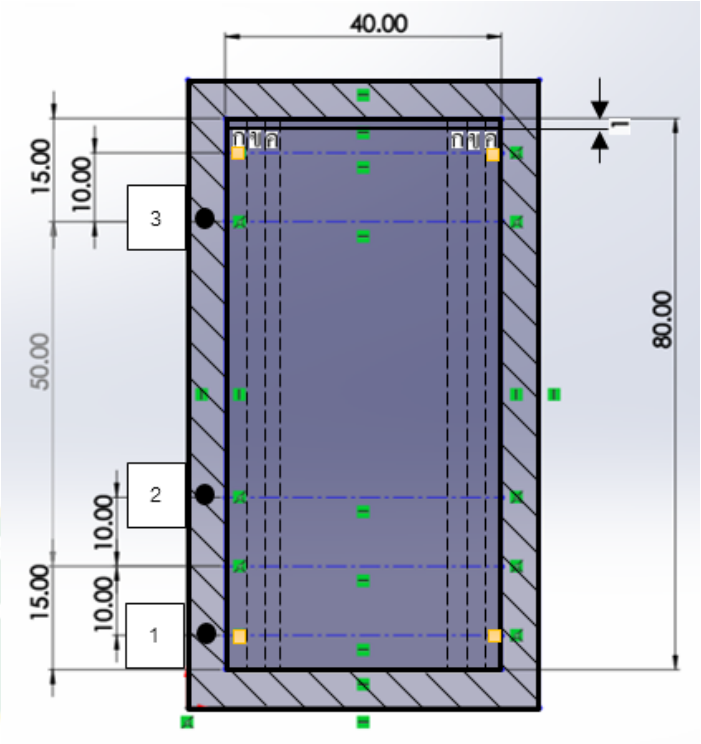
ภาพที่ 34 แยกเมล็ดข้าวเปลือกและวัสดุที่ไม่ใช่ข้าวเปลือกออกจากต้นข้าว



ภาพที่ 35 สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก

ภาพที่ 36 ตัวอย่างดินที่ผ่านการอบเพื่อหาความชื้น

ภาพที่ 37 สุ่มวัดความสูงตรงของต้นข้าว



ภาพที่ 38 แบบแปลงข้าวทดสอบ

(ข้อ 3.3.2.2 ข้อ 3.3.2.3 ข้อ 3.3.2.9 และข้อ 3.3.2.11)

หมายถึง พื้นที่ขอบแปลงหลังการเกี่ยวนวดแต่งแปลงได้มีขนาดตามที่กำหนด โดยการเกี่ยวนวดประมาณ 2 รอบ

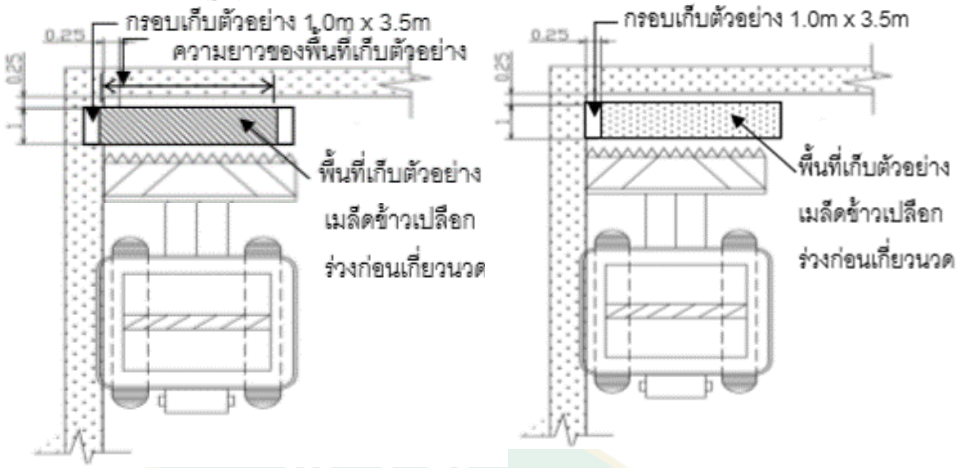
หมายถึง ตำแหน่งการเก็บข้อมูลเมล็ดข้าวเปลือก วัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ความชื้นของวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก และความต้านทานการแทงทะลุของดิน

1 หมายถึง หลักเริ่มต้นการจับเวลาหาความเร็วในการเคลื่อนที่ การใช้ตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับออกมาจากช่องขับฟางและสิ่งเจือปน

2 หมายถึง หลักสิ้นสุดการใช้ตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับออกมาจากช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่อง

3 หมายถึง หลักสิ้นสุดการจัดเวลาความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยวนวดระยะทาง 50 เมตร

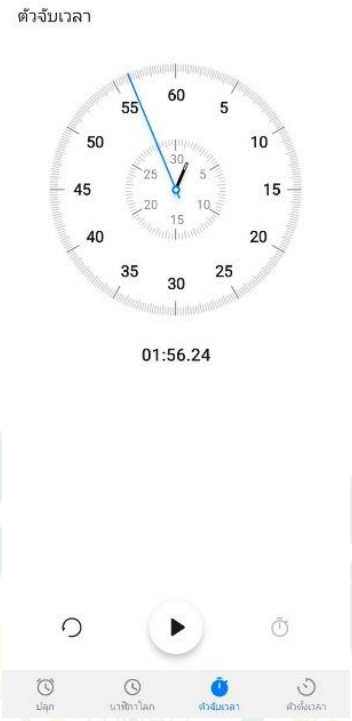
ก ข ค หมายถึง ตำแหน่งการวางกรอบเก็บข้อมูลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนเกี่ยวนวดและเมล็ดข้าวเปลือกร่วงเนื่องจากการเกี่ยวนวดของการทดสอบซ้ำที่ 1 2 และ 3



ภาพที่ 39 พื้นที่เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนเกี่ยวนวด และหลังการเกี่ยวนวด (ข้อ 3.3.2.9 ข้อ 3.3.2.10 และข้อ 3.3.3.4)

(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มอก. 1428–2560)

ภาพที่ 40 ใช้ตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับออกมาจากช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด



ภาพที่ 41 จับเวลาเพื่อหาความเร็วในการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 42 คัดแยกสิ่งเจือปนโดยการใช้เครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือก

ภาพที่ 43 สุ่มวัดระดับเสียงในช่วงเวลาที่ทำการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 44 ความจุถังน้ำมัน

ภาพที่ 45 เติมน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

3.3.5 การคำนวณค่าต่าง ๆ

3.3.5.1 ผลผลิตรวม (W_T)

$W_T = W_t + W_{TL}$

เมื่อ W_t คือ มวลข้าวเปลือกสุทธิจากถังเก็บหรือกระสอบรองรับ (กรัม) ต่อหน่วยพื้นที่ (จากข้อ 3.3.4.11)

W_{TL} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกที่สูญเสีย (กรัม) ต่อหน่วยพื้นที่ (มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงและมวลเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงหลังการเกี่ยวนวด (W_H จากข้อ 3.3.3.4)) มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (L_{TS} จากข้อ 3.3.3.6)และมวลเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (L_{US} จากข้อ 3.3.3.6)

3.3.5.2 อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อมวลวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก (G/MOG Ratio)

G/MOG Ratio = W_{GR} / W_{MOG}

เมื่อ W_{GR} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือก (กรัม) จากข้อ 3.3.2.5

W_{MOG} คือ มวลวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก (กรัม) จากข้อ 3.3.2.5

3.3.5.3 ความสูญเสียจากการร่วงก่อนเกี่ยว (L_{SH})

$L_{SH} = (W_{SH} / W_T) \times 100$

เมื่อ W_{SH} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนการเกี่ยว (กรัม) ต่อหน่อยพื้นที่ จากข้อ 3.3.2.10

3.3.5.4 ความสูญเสียจากการเกี่ยว (L_H)

$L_H = (W_H / W_T) \times 100$

เมื่อ W_H คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงและเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงหลังการเกี่ยวนวด (กรัม) ต่อหน่วยพื้นที่ จากข้อ 3.3.3.4

3.3.5.5 ความสูญเสียจากการนวด (L_{US})

$L_{US} = (W_{US} / W_T) \times 100$

เมื่อ W_{US} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (กรัม) ต่อหน่วยพื้นที่ จากข้อ 3.3.3.6

3.3.5.6 ความสูญเสียจากการคัดแยกและทำความสะอาด (L_S)

$L_S = (W_S / W_T) \times 100$

เมื่อ W_S คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (W_{TS}) และมวลเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (W_{US}) (กรัม) ต่อหน่อยพื้นที่ จากข้อ 3.3.3.6

3.3.5.7 ร้อยละความเสียหายเนื่องจากเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (D_d)

$D_d = (W_{ds} / W_{ts}) \times 100$

เมื่อ W_{ds} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก จากข้อ 3.3.4.9

W_{ts} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด จากข้อ 3.3.4.9

3.3.5.8 ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก $W_{CG} = (W_{ts} + W_{ds}) / W_A \times 100$

เมื่อ W_A คือ มวลรวมของเมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก จากข้อ 3.3.4.12

3.3.5.9 ความสูญเสียรวมจากการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด (TL)

$TL = L_H + L_{TH} + L_S$

3.3.5.10 ความสามารถทางปฏิบัติ $F_C = 4050/T_A$ เป็นไร่ (1600 m^2) / ชั่วโมง

เมื่อ T_A คือ เวลาที่ใช้ในการเกี่ยวนวด เป็นวินาที

3.3.5.11 ความสามารถทางทฤษฎี $F_t = (S \times W_d)/1.6$ เป็นไร่ (1600 m^2) / ชั่วโมง

เมื่อ S คือ ความเร็วในการเกี่ยวนวด เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

W_d คือ ความกว้างหัวเกี่ยวเฉลี่ย เป็นเมตร

3.3.5.12 ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ = $(F_C / F_t) \times 100$

3.3.5.13 ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง = $(8 \times V) / 9$ เป็นลิตรต่อไร่

เมื่อ V คือ ปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นลิตร

3.3.5.14 ค่าเสื่อมราคา คือ ค่าใช้จ่ายที่ตัดจากมูลค่าของสินทรัพย์ ที่กิจการใช้ประโยชน์ประจำงวด ทั้งนี้เพราะสินทรัพย์ประเภท อุปกรณ์ เครื่องจักร เป็นสินทรัพย์ที่มีไว้ใช้งานเป็นระยะเวลายาวนานและมักจะมีมูลค่าสูง จึงมีการประมาณประโยชน์จากสินทรัพย์เหล่านี้เฉลี่ยเป็นค่าใช้จ่ายแต่ละงวด สามารถคำนวณโดยใช้สมการ (D)

$D = (P-s) / L$

เมื่อ D คือ ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)

P คือ ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาท)

S คือ มูลค่าซาก (คิดเป็น 10% ของ P)

L คือ อายุการใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ปี)

3.3.5.15 ค่าดอกเบี้ย (I) = $((P+s) / 2) i$

เมื่อ I คือ ค่าดอกเบี้ย (บาทต่อปี)

i คือ อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์)

3.3.5.16 ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R+M) สามารถคำนวณโดยใช้สมการ

(R+M) = (1.3XP%) / 100

3.3.5.17 ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (TC) สามารถคำนวณโดยใช้สมการ

TC = (FC/x)+VC

เมื่อ FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อปี)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาทต่อชั่วโมง)

x คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง)

3.3.5.18 จุดคุ้มทุน หมายถึงระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายของธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง สามารถคำนวณโดยใช้สมการ

BEP = FC / (B-VC)

เมื่อ BEP คือ จุดคุ้มทุน (ชั่วโมง)

B คือ อัตราการรับจ้าง (บาทต่อชั่วโมง)

3.3.5.19 ระยะเวลาคืนทุน หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน สามารถคำนวณโดยใช้สมการ

PBP = P / R

เมื่อ PBP คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

R คือ กำไรสุทธิเฉลี่ย (บาทต่อปี)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยการทดสอบสมรรถนะในการทำงานและวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กเพื่อนำข้อสรุปที่ได้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นต่อไป ซึ่งผลการทดสอบและการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบความสูงของการตัด

การเก็บเกี่ยวนั้นระยะการตัดต่ำสุดและสูงสุดจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องวัดซึ่งผลการวัดระยะในการตัดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 มีระยะการตัดต่ำสุดติดพื้นผิวของพื้นที่ทดสอบซึ่งมีระยะเป็น 0 เซนติเมตร และระยะการตัดสูงสุดมีค่าเท่ากับ 76 เซนติเมตร

4.2 ผลการประเมินสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบในแปลงทดสอบ

ภาพที่ 46 แปลงนาทดสอบ ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

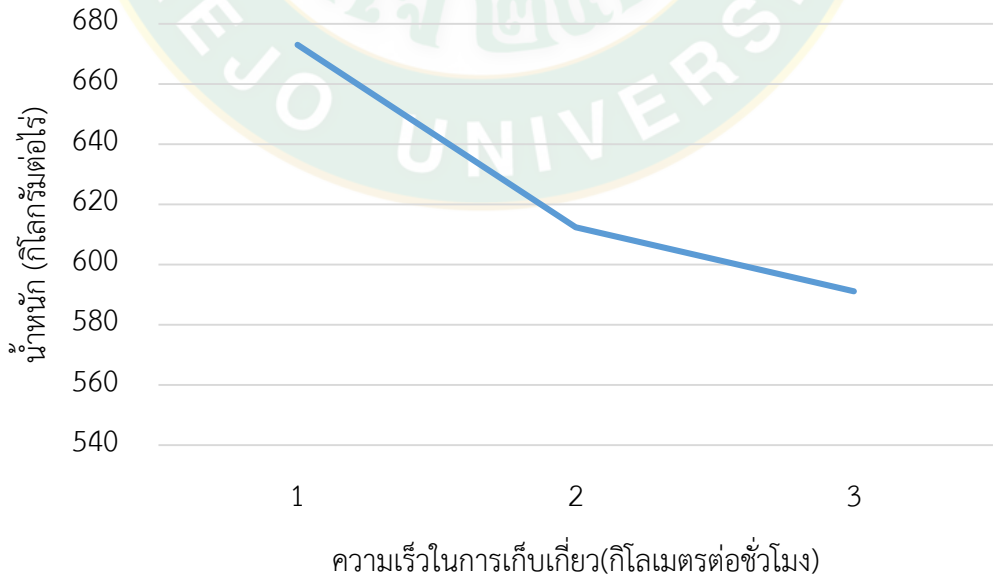
การดำเนินการทดสอบประเมินสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบรุ่น ENG-MJU-003 โดยทำการทดสอบที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ อัตราการสูญเสียเมล็ดข้าว ความสามารถในการทำงาน อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการขับส่งฟาง ปริมาณข้าวที่นวดได้ และผลตอบแทนและอัตราการคืนทุนของรถเกี่ยวนวดข้าว มีผลการทดสอบแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบรถเกี่ยวข้าว

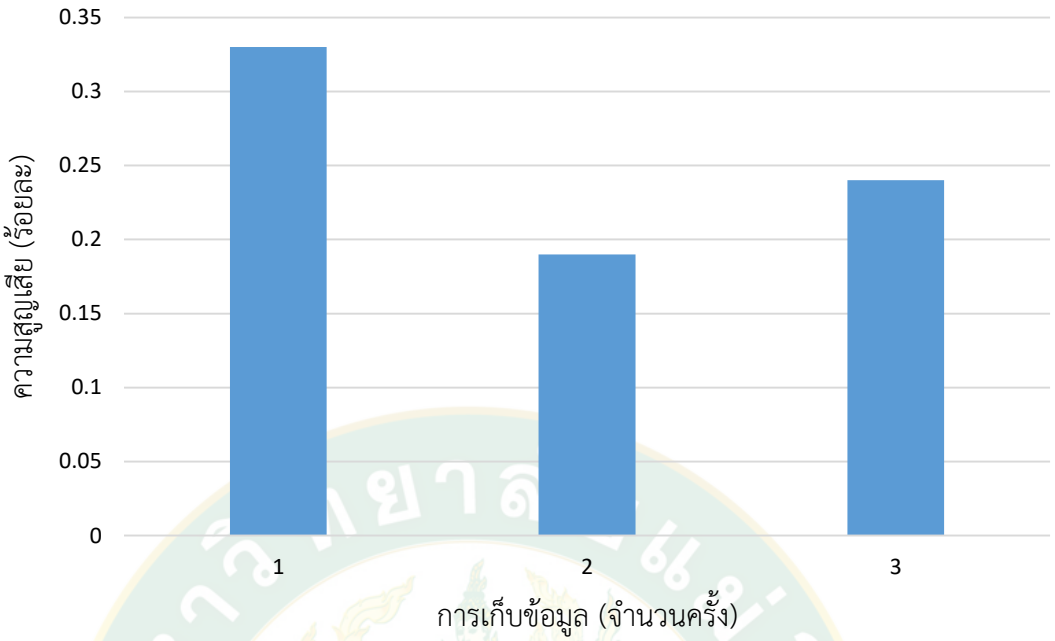
ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	ความเร็ว		
			ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1	พันธุ์ข้าว		สันป่าตอง 1	สันป่าตอง 1	สันป่าตอง 1
2	อายุของข้าว	วัน	133	133	133
3	ความสูงของต้นข้าว	เซนติเมตร	1.14	1.2	1.18
4	มุมเอียงของต้นข้าว	เซนติเมตร	92.27	91.35	92.14
5	ความชื้นของดิน		23.92	24.84	18.76
6	ร้อยละความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก		22	22.6	23.08
7	ปริมาณผลผลิต	กิโลกรัมต่อไร่	673.01	612.44	591.17
8	ร้อยละความสูญเสียจากการร่วงก่อนเกี่ยว		0.33	0.19	0.24
9	อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง		1.37	1.43	1.22
10	น้ำหนักรถ	กิโลกรัม	2,600	2,600	2,600
11	ความกว้างในการตัด	เมตร	1.4	1.58	1.61
12	ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวด	กิโลเมตรต่อชั่วโมง	0.93	1.85	3.1
13	ระดับเสียง	dB(A)	95.3	95.4	94.8
14	ขนาดพื้นที่ทดสอบ	ตรารางเมตร	6,000	6,000	6,000
15	ความสามารถทางปฏิบัติ	ไร่ต่อชั่วโมง	1.07	1.46	2.55
16	ความสามารถทางทฤษฎี	ไร่ต่อชั่วโมง	0.80	1.81	3.22
16	ร้อยละประสิทธิภาพการทำงาน		91.4	80.81	79.06
17	ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	ลิตรต่อไร่	3.7	3.57	3
18	ร้อยละความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว		2.59	5.67	7.85
19	ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและระบบทำความสะอาด		0.77	1.06	1.26
20	ร้อยละความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว		3.36	6.74	9.1
21	ร้อยละความสะอาดของเมล็ดข้าวเปลือก		86.65	91.89	85.34
22	อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบ	องศาเซลเซียส	30	30	30
23	อัตราการขับส่งฟาง	กิโลกรัมต่อไร่	345	376.47	392.16

การประเมินการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวล้อยางขนาดเล็ก มีผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 นี้อยู่ระหว่าง 1-2.5 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 3-4 ลิตรต่อไร่ ร้อยละความสูญเสียจากหัวเกี่ยวอยู่ระหว่าง 2.5-7.8 ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและระบบทำความสะอาดอยู่ระหว่าง 0.4-0.7 ร้อยละความสูญเสียรวมของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 3-9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำงานที่หน้าหัวเกี่ยวมีความสูญเสียที่สูง เป็นเพราะความเร็วในการเก็บเกี่ยว ความเร็วล้อโน้มและความเร็วใบมีด ทำให้เมล็ดร่วงหล่นได้ง่าย ซึ่งการทดสอบได้ทดสอบการเกี่ยวนวดข้าวพันธุ์สันป่าตองเป็นพันธุ์ข้าวที่ภาคเหนือและภาคอิสานตอนบนนิยมปลูกเป็นส่วนมาก จากผลการทดสอบร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 85-91 จากการศึกษาระดับความดังของเสียงเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่หูของคนขับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ระหว่าง 94.8-95.4 dB(A)

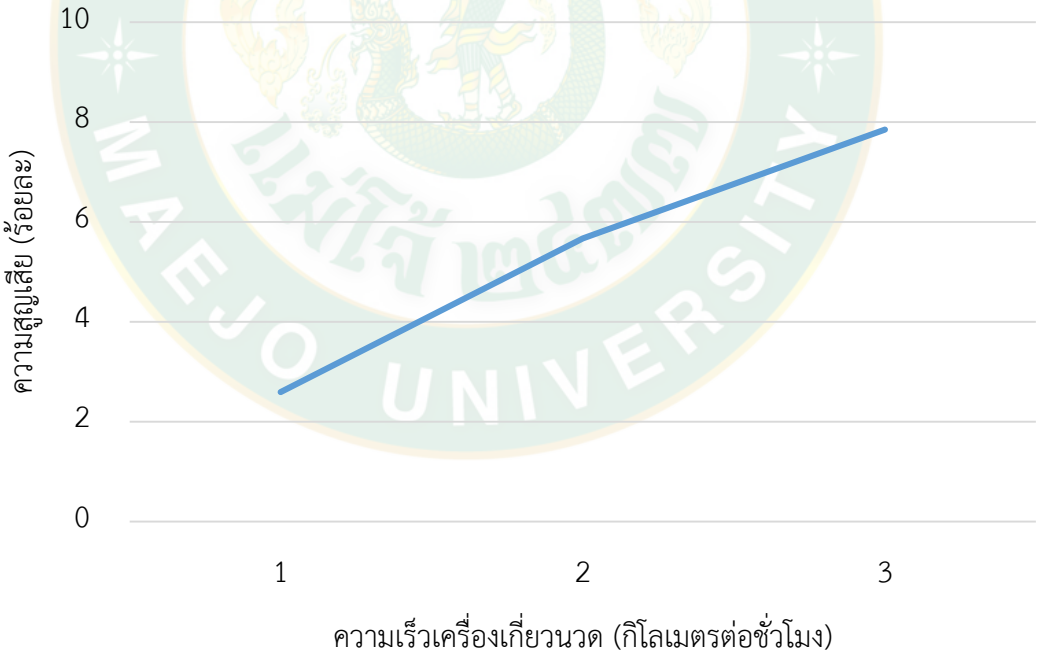
จากการทดสอบความสูญเสียและความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน คือ ความชื้นของข้าว อายุของข้าว ความชื้นของดินถ้าความชื้นของดินในพื้นที่มีมากจะทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเกิดการติดหล่มได้เพราะระบบขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 นี้ขับเคลื่อนด้วยระบบล้อยางจึงไม่เหมาะกับสะภาพพื้นที่ที่มีความชื้นในดินเป็นจำนวนมาก และจะทำให้เกิดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นตามไปด้วย



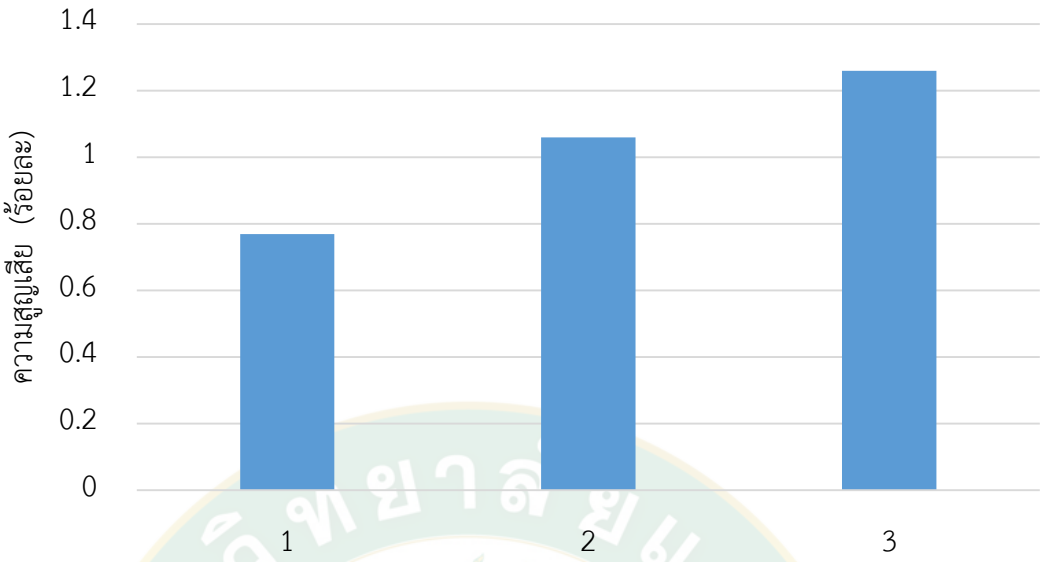
ภาพที่ 47 ผลผลิตรวม



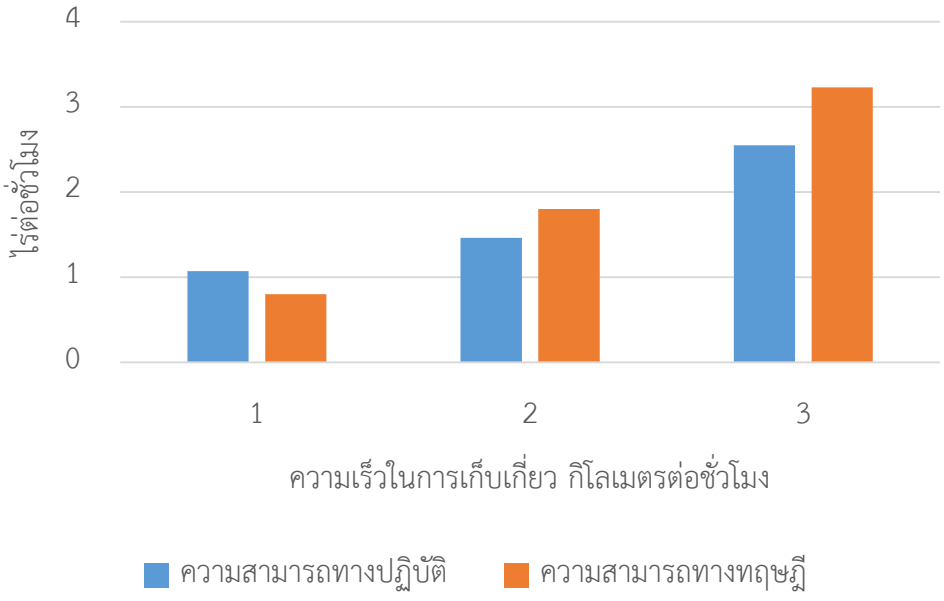
ภาพที่ 48 ร้อยละความสูญเสียจากการร่วงก่อนเกี่ยว



ภาพที่ 49 ร้อยละความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว

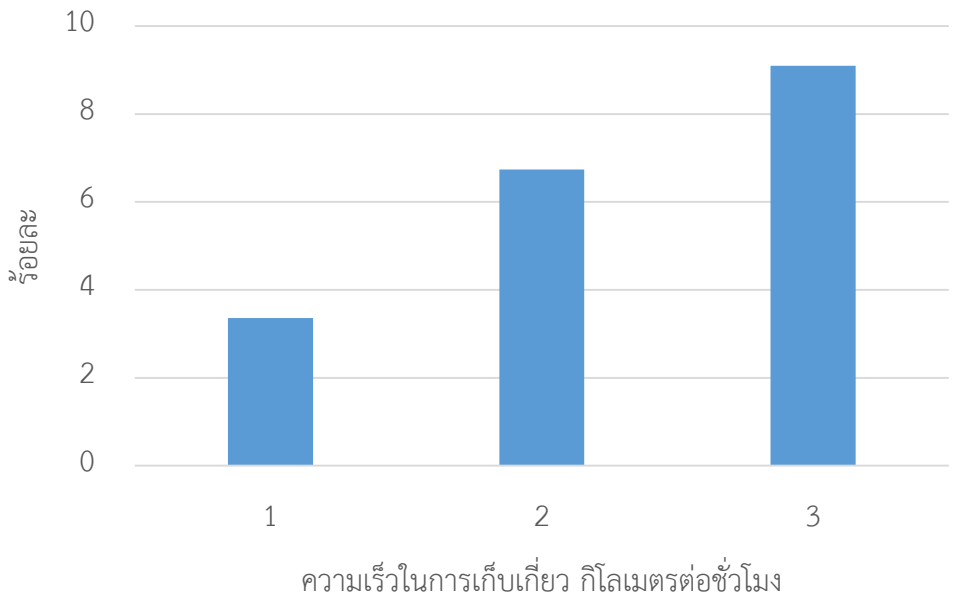


ภาพที่ 50 ผลรวมร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด

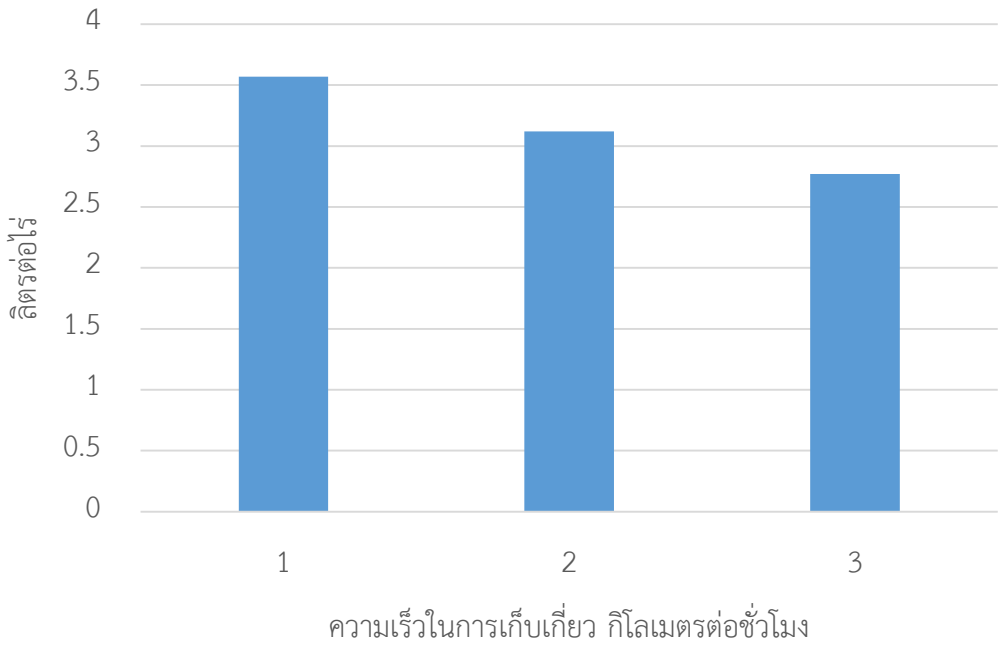


ภาพที่ 51 ความสมารถทางทฤษฎีและความสามารถทางปฏิบัติเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003

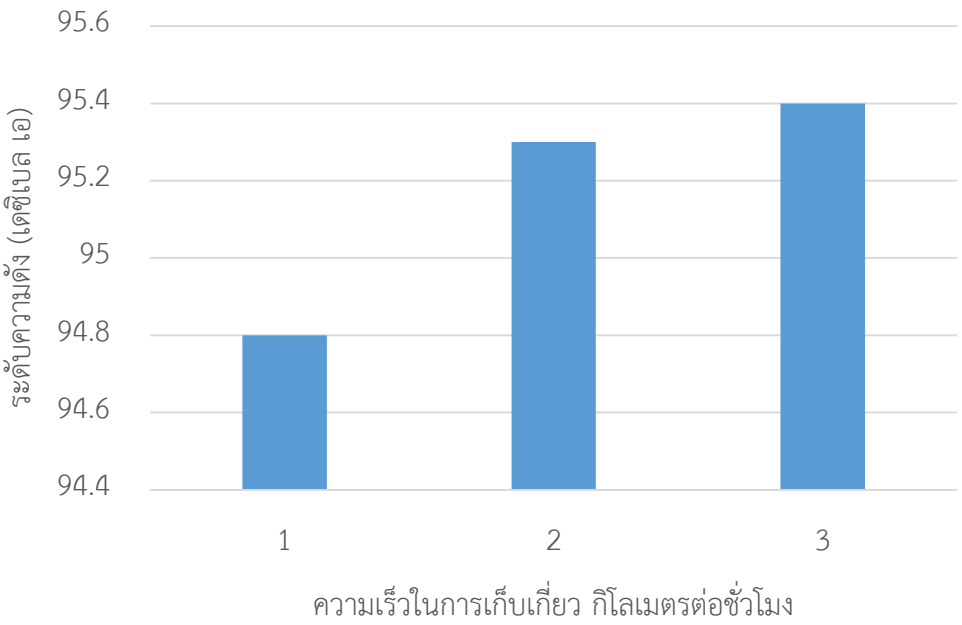
จากกราฟที่ความเร็ว 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความคลาดเคลื่อนของการจับเวลา T_A ซึ่งทำให้ความสามารถทางปฏิบัติมีค่าสูงเกินกว่าความสามารถทางทฤษฎี



ภาพที่ 52 ความสูญเสียรวมจากการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด



ภาพที่ 53 อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง



ภาพที่ 54 ระดับความดังของเสียงรถเกี่ยวนวดข้าว

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคา ค่าดอกเบี้ย และค่าใช้จ่ายแปรผัน ประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าแรง และค่าซ่อมแซมการบำรุงรักษา โดยคำนวณในหน่วยของบาทต่อไร่ และพิจารณาชั่วโมงการทำงานที่ 800 ชั่วโมงต่อปี อัตราดอกเบี้ยพิจารณาที่ 7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003
1	ราคาของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	บาท	800,000
2	อายุการใช้งาน	ปี	6
3	มูลค่าซาก (10%ของราคารถ)	บาท	80,000
4	ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี		
a.	ค่าเสื่อมราคา (6 ปี)	บาทต่อปี	120,000
b.	ค่าดอกเบี้ย (7%)	บาทต่อปี	30,800
	รวมค่าใช้จ่ายคงที่	บาทต่อปี	150,800
	(ทำงาน800ชั่วโมงต่อปี)	บาทต่อชั่วโมง	251

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003
5	ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อชั่วโมง		
a.	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (30บาทต่อลิตร)	บาทต่อชั่วโมง	120
b.	ค่านำมันหล่อลื่น (30% ของราคาน้ำมัน)	บาทต่อชั่วโมง	36
c.	ค่าแรงงาน	บาทต่อชั่วโมง	125
	รวมค่าใช้จ่ายผันแปร	บาทต่อชั่วโมง	281
6	รวมค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร (4+5)	บาทต่อชั่วโมง	532
7	อัตรารับจ้าง	บาทต่อไร่	700
8	จุดคุ้มทุน	ชั่วโมง	897.62
9	ระยะเวลาในการคืนทุน	ปี	7

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 มีค่าเท่ากับ 7 ปี จุดคุ้มทุนเท่ากับ 897.62 ชั่วโมง ที่มีอัตราการรับจ้างเก็บเกี่ยวเท่ากับ 700 บาทต่อไร่ และจะต้องเก็บเกี่ยวให้ได้อย่างน้อย 1,000 ไร่ต่อปี จึงจะเหมาะสมในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ในปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่เก็บเกี่ยวในบริเวณภาคเหนือสามารถเก็บเกี่ยวได้อย่างน้อย 1,000 ไร่ต่อปี

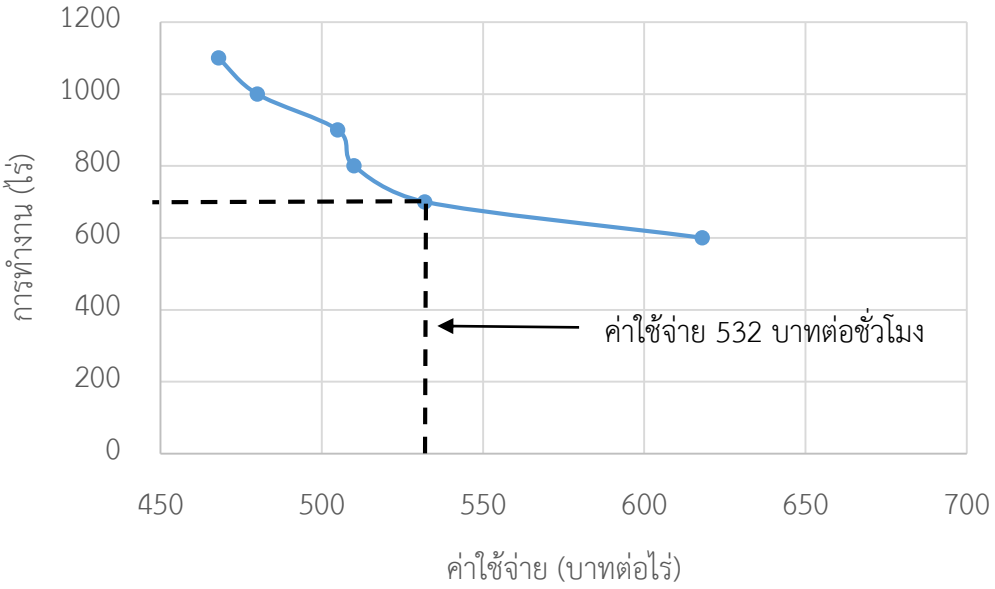
จากการทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้ารุ่น DC60 จากงานวิจัยของ (จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค, 2558) มีความสามารถในการทำงาน 3 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.9 ลิตรต่อไร่ ซึ่งเป็นผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน

4.4 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003

จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 พิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายคงที่ และผลต่างระหว่างอัตราการรับจ้าง และค่าใช้จ่ายผันแปรโดยพิจารณาอัตรารับจ้างที่ 700 บาทต่อไร่ และพื้นที่ในการทำงานต่อปีเท่ากับ 600, 700, 800, 900, 1,000 และ 1,100 ไร่ต่อปี ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และพื้นที่ในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งผลการวิเคราะห์เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 นั้นจะต้องทำการ

เก็บเกี่ยวข้าวเป็นจำนวนพื้นที่เท่ากับ 1,000 ไร่ต่อปี จึงจะมีความเหมาะสมในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในปัจจุบันในพื้นที่ภาคเหนือรถเกี่ยวนวดข้าวสามารถเก็บเกี่ยวข้าวได้เฉลี่ย 1,000 ไร่ต่อปี



ภาพที่ 55 จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003

4.5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003

4.5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรที่เลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ

1) การนวดบดฟางละเอียดเกินไปเพราะในพื้นที่ชาวนาต้องการฟางไปใช้ในการเกษตรต่อไป

ภาพที่ 56 เศษฟางที่ถูกนวดละเอียด

จากการนำไปทดสอบได้พบสาเหตุที่ทำให้เกิดการนวดบดฟางละเอียดเกินไปเพราะลูกนวดมีจำนวนซี่นวดมากเกินไป ดังภาพที่ 57 ทำให้การนวดฟางละเอียดเกินไป สำหรับแนวทางการแก้ไขถอดลูกนวดออกตัวเว้นตัวเพื่อให้ความถี่ในการถูกฟาดของต้นข้าวเกิดได้น้อยลง ดังภาพที่ 58 การแก้ไขฟางที่ถูกนวดออกมามีความหยาบมากขึ้น สามารถนำไปใช้งานต่อได้

ภาพที่ 57 ก่อนการถอดซี่นวด

ภาพที่ 58 หลังการถอดซี่นวดออกให้มีจำนวนน้อยลง

2) เกลียวลำเลียงข้าวเต็มเมล็ดออกจากถังติดขัด

จากการทดสอบพบว่าการทำงานของเกลียวลำเลียงข้าวเต็มเมล็ดออกจากถังมีการติดขัดที่เกลียวท่อส่งข้าว สาเหตุที่ทำให้เกลียวท่อส่งข้าวเต็มเมล็ดลำเลียงออกจากถังติดขัดเพราะเมล็ดข้าวไปอุดตันระหว่างตัวประคองข้อต่อเกลียวภายในท่อส่งข้าวออกสำหรับแนวทางการแก้ไขทำการนำตัวประคองเกลียวออก จึงไม่มีตัวประคองขวางการลำเลียงของเมล็ดข้าว ดังภาพที่ 59

การแก้ไขดังกล่าวเมื่อนำตัวประคองเกลียวออก การลำเลียงข้าวเต็มเมล็ดออกจากถังบรรจุพบปัญหาการติดขัดของใบเกลียวน้อยลง

ภาพที่ 59 ข้อต่อเกลียวภายในท่อส่งข้าวออก

4.5.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ

3) ตะแกรงร่อนและ เกลียวลำเลียงเมล็ดลีบอุดตัน

จากการทดสอบพบว่าพัดลมในระบบทำความสะอาดมีความแรงของลมไม่เพียงพอต่อการเป่าฝุ่นละอองและเมล็ดลีบ เมื่อทำการเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลานานภาระของฝุ่นละอองและเมล็ดลีบมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะสมบนตะแกรงร่อนและฝุ่นผงจะร่วงหล่นไปในกระพ้อเมล็ดลีบ จึงทำให้กระพ้อเมล็ดลีบรับภาระการทำงานมากเกินไปและอุดตันในที่สุด ดังภาพที่ 60 สำหรับแนวทางการแก้ไขคือ การเปลี่ยนมูเล่ย์ตัวตามให้เล็กลงทำให้ความเร็วพัดลมเพิ่มขึ้น จากขนาด 5นิ้ว เป็น 4 นิ้ว ดังภาพที่ 62

ผลจากการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำให้รอบการหมุนของพัดลมเพิ่มขึ้นได้แรงลมที่มากขึ้น ส่งผลให้การเป่าฝุ่นละอองและเมล็ดลีบดีขึ้น ปัญหาตะแกรงร่อนและเกลียวลำเลียงเมล็ดลีบอุดตัน โอกาสอุดตันเกิดขึ้นได้น้อยลงและ ความสะอาดของเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้น

ภาพที่ 60 ตะแกรงร่อนอุดตัน

ภาพที่ 61 เข้าไปดึงเศษฟางที่อุดตันออกมาจากตะแกรงร่อน

ภาพที่ 62 เปลี่ยนมูเล่ย์พัดลม

4) ล้อโน้มและใบมีดตัดมีความเร็วในการทำงานมากเกินไป

จากการทดสอบพบว่าเมล็ดข้าวร่วงหล่นที่หน้าหัวเกี่ยวเป็นจำนวนมาก สาเหตุเกิดจากความเร็วล้อโน้มและความเร็วใบมีดตัดที่ทำงานด้วยความเร็วที่มากเกินไป และอีกสาเหตุที่ทำให้เมล็ดร่วงหล่นที่หน้าหัวเกี่ยวเกิดจากอายุของข้าวที่ใช้ในการทดสอบสำหรับแนวทางการแก้ไขทำการเพิ่มขนาดมูเล่ย์ที่ใช้ควบคุมความเร็วของล้อโน้มและใบมีดตัดเพื่อให้ทำงานช้าลง

ผลจากการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำให้รอบการหมุนของล้อโน้มและใบมีดตัดลดลงทำให้เมล็ดข้าวร่วงหล่นน้อยลง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดรุ่น ENG-MJU-003 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินสมรรถนะในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1428-2560) ได้ข้อมูลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ENG-MJU-003 ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานและการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1428-2560) ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการทดสอบ

5.1.1 ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานอยู่ระหว่าง 1-2.5 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 3-4 ลิตรต่อไร่ ร้อยละความสูญเสียจากหัวเกี่ยวอยู่ระหว่าง 2.5-7.8 ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและระบบทำความสะอาดอยู่ระหว่าง 0.77-1.26 ร้อยละความสูญเสียรวมของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 3-9 ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 85-91 จากการศึกระดับความดังของเสียงเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่หูของคนขับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ระหว่าง 94.8-95.4 dB(A)

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 มีค่าเท่ากับ 7 ปี จุดคุ้มทุนเท่ากับ 897.62 ชั่วโมงต่อปี ที่มีอัตราการรับจ้างเก็บเกี่ยวเท่ากับ 700 บาทต่อไร่ และจะต้องเก็บเกี่ยวให้ได้อย่างน้อย 1,000 ไร่ต่อปี จึงจะเหมาะสมในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ในปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่เก็บเกี่ยวในบริเวณภาคเหนือสมารถเก็บเกี่ยวได้อย่างน้อย 1,000 ไร่ต่อปี

5.1.3 จากข้อมูลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1428-2560) พบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น ENG-MJU-003 นี้มีข้อจำกัดในเรื่องความสูญเสียจากหัวเกี่ยวที่มีค่าสูง เนื่องจากดัชนีล้อโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปที่มีความสูญเสียมากเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น ผู้ควบคุมการเก็บเกี่ยวควรเก็บเกี่ยวที่ความเร็วไม่มากเกินกว่า 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสียของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น และควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาแนวทางแก้ไขการสูญเสียจากหัวเกี่ยว

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรที่เลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบรุ่น ENG-MJU-003

5.2.1.1 ข้อจำกัดเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ เนื่องจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเป็นเครื่องที่ขับเคลื่อน 4 ล้อและขนาดเครื่องยนต์เล็กขนาด 30 แรงม้ามีน้ำหนักของเครื่องเกี่ยวนวดทั้งคัน 2.6 ตันจึงไม่เหมาะกับสภาพพื้นที่ที่มีน้ำขังภายในแปลงหรือสภาพดินที่อ่อน

5.2.1.2 ปัญหาที่พบในการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ พบปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้ 1. เครื่องยนต์ไม่มีกำลัง 2. ตะแกรงร่อนและเกลียวลำเลียงเมล็ดลีบอุดตัน 3. แรงบิดที่ชุดขับเคลื่อนไม่เพียงพอ 4. เกลียวท่อส่งข้าวเต็มเมล็ดลำเลียงออกจากถังติดขัด 5. เครื่องเกี่ยวนวดติดหล่มสามาตรเก็บเกี่ยวได้ 6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยวมีอัตราการล่วงหล่นที่สูง

5.2.1.3 ความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบ มีความเหมาะสมปานกลาง

5.2.1.4 สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากมีกำลังการขับเคลื่อนต่ำ

5.2.1.5 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากเป็นผลการเก็บเกี่ยวได้ล่าช้าและจากปัญหาที่เกิดขึ้นขณะเก็บเกี่ยว

5.2.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กต้นแบบรุ่น ENG-MJU-003

5.2.2.1 การประเมินการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดนี้ ขับเคลื่อนด้วยระบบล้อยางจึงไม่เหมาะกับสะภาพพื้นที่ที่มีความชื้นในดินเป็นจำนวนมาก และจะทำให้เกิดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นตามไปด้วย

5.2.2.2 การทำงานที่หน้าหัวเกี่ยวมีความสูญเสียที่สูง เป็นเพราะความเร็วในการเก็บเกี่ยว ความเร็วล้อโน้มและความเร็วใบมีด ทำให้เมล็ดร่วงหล่นได้ง่าย ซึ่งการทดสอบได้ทดสอบการเกี่ยวนวดข้าวพันธุ์สันป่าตองเป็นพันธุ์ข้าวที่ภาคเหนือและภาคอิสานตอนบนนิยมปลูกเป็นส่วนมาก

ภาคผนวก ก

สมบัติทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1

ตารางที่ 5 สมบัติทางกายภาพของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1

ลักษณะทางกายภาพ	
1. ความสูงของต้น (เซนติเมตร)	114
2. ขนาดความยาวรวง (เซนติเมตร)	25-30
3. ข้าวกล้อง	
3.1 ความยาวของเมล็ด (มิลลิเมตร)	7.3
3.2 ความกว้างของเมล็ด (มิลลิเมตร)	2.3
3.3 ความหนาของเมล็ด (มิลลิเมตร)	1.8
4. ข้าวเปลือก	
4.1 ความยาวของเมล็ด (มิลลิเมตร)	10.06
4.2 ความกว้างของเมล็ด (มิลลิเมตร)	2.81
4.3 ความหนาของเมล็ด (มิลลิเมตร)	2.08
5. มุมเอียงของต้นข้าว	92.273
6. ความหนาแน่นต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 x 1 m	197.75

หมายเหตุ : แหล่งเพาะปลูกอยู่ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ภาคผนวก ข

แบบรายงานผลการทดสอบ

ก.1 ทั่วไป

ชื่อผู้ทำ นาย กีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์

แบบ (model) ENG-MJU 003

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่าง ๆ (ถ้ามี)

ปรับความเร็วพัดลมในตู้นวด เพิ่มล้อหน้าคู่ ปรับมุมเอียงตะแกรงร่อน

พื้นที่ทดสอบ

ชื่อสถานที่ หมู่บ้าน แม่เตาไห ตำบล หนองหาร อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่

สถาพทางภูมิประเทศ (topography) โดยสังเขป พื้นที่ราบลุ่มน้ำระหว่างหุบเขา เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมต่อการเกษตร ใกล้ๆพื้นที่ทดสอบและช่วงทดสอบ เป็นช่วงต้นฤดูหนาวมีไร่มะม่วงและไร่มะพร้าวอยู่บริเวณรอบ ๆ พื้นที่ทดสอบ

พันธุ์ข้าว สันป่าตอง 1

อายุข้าว 130 วัน

การเก็บข้อมูล	ความสูงต้นข้าว	มุมเอียงของต้นข้าว	ความสูงตอซัง (cm)	ความหนาแน่นต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 x 1 m
1	1.05	89.8	43.6	204
2	1.17	87.5	42.8	194
3	1.17	81.4	46.0	186
4	1.05	86.3	44.9	207
5	1.11	90.3	44.3	X
6	1.15	85	43.6	X
7	1.17	99.2	44.2	X
8	1.11	98.3	45.4	X
9	1.15	98.7	41.2	X
10	1.14	86.3	42.0	X
11	1.11	101.6	47.1	X
12	1.1	101	45.8	X

การเก็บข้อมูล	ความสูงต้นข้าว	มุมเอียงของต้นข้าว	ความสูงตอซัง (cm)	ความหนาแน่นต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 x 1 m
13	1.15	97.8	44.1	X
14	1.13	98.2	44.9	X
15	1.19	100.3	43.2	X
16	1.08	89.4	43.0	X
17	1.16	98.2	43.9	X
18	1.24	99.6	42.7	X
19	1.2	91.7	40.3	X
20	1.15	82.7	42.5	X
21	1.09	89	37.5	X
22	1.13	90.8	39.2	X
23	1.14	89.8	41.1	X
24	1.07	73.7	38.7	X
25	1.09	96.6	42.1	X
26	1.16	98.3	26.7	X
27	1.15	94	25.1	X
28	1.11	90.4	25.3	X
29	1.08	90.4	24.7	X
30	1.19	102.3	29.3	X
31	1.12	93.6	28.6	X
32	1.12	89.2	28.4	X
33	1.1	95.2	26.7	X
34	1.2	99.6	24.2	X
35	1.14	92.2	21.6	X
36	1.14	102.4	23.5	X
37	1.17	104.9	25.4	X
38	1.09	93.6	29.8	X
39	1.21	89.6	28.7	X
40	1.14	98.2	32.4	X

การเก็บข้อมูล	ความสูงต้นข้าว	มุมเอียงของต้นข้าว	ความสูงตอซัง (cm)	ความหนาแน่นต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 x 1 m
41	1.16	91.7	24.0	X
42	1.07	89.8	20.2	X
43	1.08	90.3	22.1	X
44	1.2	98.7	26.3	X
45	1.19	97.8	23.0	X
46	1.09	98.2	22.4	X
47	1.18	91.7	24.8	X
48	1.19	87.6	25.1	X
49	1.21	73.7	20.3	X
50	1.24	94	23.0	X
51	1.18	93.6	37.2	X
52	1.08	99.6	39.1	X
53	1.14	101	40.0	X
54	1.05	99.2	38.7	X
55	1.18	81.4	36.5	X
56	1.14	86.3	35.9	X
57	1.06	98.3	39.4	X
58	1.25	82.7	42.3	X
59	1.21	73.7	43.0	X
60	1.15	94	37.1	X
61	1.08	93.6	38.5	X
62	1.05	89.6	35.4	X
63	1.21	90.4	34.3	X
64	1.15	89.2	33.9	X
65	1.2	98.3	36.8	X
66	1.05	86.3	37.2	X
67	1.1	81.4	31.4	X
68	1.23	87.5	32.1	X

การเก็บข้อมูล	ความสูงต้นข้าว	มุมเอียงของต้นข้าว	ความสูงตอซัง (cm)	ความหนาแน่นต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 x 1 m
69	1.18	85	33.0	X
70	1.1	86.3	30.6	X
71	1.06	98.2	31.1	X
72	1.14	91.7	28.9	X
73	1.09	87.6	29.5	X
74	1.2	102.3	31.2	X
75	1.24	100.2	36.4	X
76	1.19	104.9	42.6	X
77	1.08	93.6	43.1	X
78	1.05	87.6	44.8	X
79	1.17	89.6	46.0	X
80	1.21	98.2	44.2	X
81	1.15	86.3	42.1	X
82	1.15	85	43.5	X
83	1.2	87.5	45.9	X
84	1.18	90.8	39.7	X
85	1.18	98.3	41.0	X
86	1.09	90.4	42.8	X
87	1.13	95.2	48.1	X
88	1.05	93.6	44.9	X
89	1.24	99.6	44.4	X
90	1.2	98.6	43.2	X
91	1.2	82.7	42.9	X
92	1.18	76.8	42.1	X
93	1.12	101.6	40.8	X
94	1.15	99.2	46.2	X
95	1.08	85.6	42.0	X
96	1.23	87.5	49.5	X

การเก็บข้อมูล	ความสูงต้นข้าว	มุมเอียงของต้นข้าว	ความสูงตอซัง (cm)	ความหนาแน่นต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 x 1 m
97	1.2	86.3	45.2	X
98	1.17	91.7	42.8	X
99	1.17	98.3	44.6	X
100	1.14	90.4	46.0	X
เฉลี่ย	1.1446	92.273	36.936	197.75

ก.2 ผลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ข้อมูลก่อนการทดสอบทั่วไป

ครั้งที่เก็บข้อมูล	เมล็ดข้าวเปลือก g	วัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก g	อัตราส่วนเมล็ดต่อฟาง
1	632.56	459.92	1.3753
2	554.27	387.46	1.4305
3	520.23	426.1	1.2209
4	639.45	436.25	1.4657
เฉลี่ย	586.6275	427.4325	1.3731

ความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก %				ความชื้นวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก %			
ครั้งที่เก็บข้อมูล				ครั้งที่เก็บข้อมูล			
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
22.8469	21.6904	21.4686	22.0020	121.523	157.396	120.985	133.301
22.7238	23.4924	21.6596	22.6253	130.577	126.696	112.082	123.118
23.5477	23.5858	20.9323	22.6886	152.201	139.323	164.901	152.142
24.0694	22.9731	22.2043	23.0823	114.1113	117.5411	89.4782	107.0435
23.2970	22.9354	21.5662	22.5995	79.8866	89.4782	86.6298	85.3315

ข้อมูลการวัดความชื้นของดิน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

ความชื้นของดิน %			
ครั้งที่เก็บข้อมูล			
1	2	3	เฉลี่ย
23.92373	24.84101	18.75975	22.50816

ก.3 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.3.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบคุณภาพการทำงาน 31 $°C$

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 46

ข้อมูลเกี่ยวกับความสูญเสียต่าง ๆ การทำงาน และผลผลิต

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล / ข้อมูล		1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน	มวลเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม (g/40 m^2)	24.01	26.12	18.47	X	22.8667
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง (g/40 m^2)	45.51	61.15	58.93	X	55.1967
ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง (g/2 m^2)	2.56	1.7	2.31	X	2.19
ร่วงเนื่องจากการเก็บเกี่ยว	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง (g/2 m^2)	19.93	56.16	80.95	X	52.3467
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว (g/2 m^2)	53.4	21.09	14.87	X	29.7867
ผลผลิตสุทธิ (kg / 1600 m^2)						673.0152
ความสะอาดและปริมาณเมล็ดแตกหัก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกสะอาด (g)	1873	1748	1832	X	1817.667
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (g)	179.4	183.17	216.95	X	193.2
	มวลสิ่งเจือปน (g)	209.8	360.01	363.59	X	311.1433
ความกว้างในการตัด (m)		1.9	1.4	0.9	X	1.4

ก.3.3 ข้อมูลผลการคำนวณ

ร้อยละความสูญเสียเนื่องจากการร่วงก่อนเกี่ยว	0.33
ร้อยละความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	2.59
ร้อยละความสูญเสียเนื่องจากการนวดและทำความสะอาด	0.77
ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก	86.65
ร้อยละความสูญเสียรวมเนื่องจากการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด	3.36

ก.4 ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.4.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบความสามารถในการทำงาน 31 $°C$

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 46

เวลาเริ่มการทดสอบ 13.30 น.

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือความเสียหายระหว่างการทดสอบ (ถ้ามี)

เปลี่ยนเพลาล้อหน้า เปลี่ยนสายพานท่อส่งข้าวออก

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 1	56.29	sec
เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 2	54.70	sec
เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 3	56.07	sec
เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร เฉลี่ย	55.69	sec
ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวด เฉลี่ย	0.8978	m/sec
ระดับเสียง วัดครั้งที่ 1	95.3	dB A
ระดับเสียง วัดครั้งที่ 2	95.4	dB A
ระดับเสียง วัดครั้งที่ 3	94.8	dB A

เวลาเสร็จสิ้นการทดสอบ 13.43 น.

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ 1.35 L

ก.4.2 หลังการทดสอบ

ความเสียหายของเครื่องเกี่ยวนวด

☐ ไม่เสียหาย

☐ เสียหาย มีรายละเอียดดังนี้ เพลาล้อหน้าหัก ท่อส่งข้าวออกจากถังเก็บเกิดการติดขัด

การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

☐ ปกติ

☐ ไม่ปกติ มีรายละเอียดดังนี้ รถติดหล่ม ท่อขับส่งฟางติดขัด ตะแกรงร่อนอุดตัน

ก.4.3 ข้อมูลผลการคำนวณ

ความสามารถทางปฏิบัติ = 1.0719 ไร่ (1600 m^2) ต่อชั่วโมง

ความสามารถทางทฤษฎี = 0.8015 ไร่ (1600 m^2) ต่อชั่วโมง

ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ = 113.7411

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง = 3.5686 ลิตร ต่อ 1600 m^2(ต่อไร่)

วันที่ทดสอบ 14 / 11 / 2563

ภาคผนวก ค

ผลการทดลอง

ลำดับ	รายละเอียด	ความเร็วในการเก็บเกี่ยว	ซ้ำการเก็บเกี่ยว	ผลจากการทดสอบ
1	มวลเมล็ดข้าวเปลือกที่สูญเสีย (W_{TL})	ต่ำสุด	T1	18724.8
			T2	22942.8
			T3	21729
		ปานกลาง	T1	49816
			T2	43179.3
			T3	42501
		สูงสุด	T1	70522.4
			T2	58118.9
			T3	60706
2	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงก่อนการเกี่ยว (W_{SH})	ต่ำสุด	T1	2048
			T2	2599
			T3	2318
		ปานกลาง	T1	1407
			T2	1360
			T3	1249
		สูงสุด	T1	1935
			T2	1622
			T3	1848
3	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วงและเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงหลังการเกี่ยวนวด (W_H)	ต่ำสุด	T1	15944
			T2	19452
			T3	18633
		ปานกลาง	T1	44928
			T2	38744
			T3	38539
		สูงสุด	T1	64760
			T2	53217
			T3	55380

ลำดับ	รายละเอียด	ความเร็วในการเก็บเกี่ยว	ซ้ำการเก็บเกี่ยว	ผลจากการทดสอบ
4	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดรวงที่ช่องขับฟางและตะแกรงด้านท้ายเครื่องเกี่ยวนวด (W_{US})	ต่ำสุด	T1	1820.4
			T2	2446
			T3	2357.2
		ปานกลาง	T1	3548
			T2	3140.3
			T3	3024
		สูงสุด	T1	4130
			T2	3753.4
			T3	3966.1
5	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (W_{ds})	ต่ำสุด	T1	179.48
			T2	183.17
			T3	216.95
		ปานกลาง	T1	164.35
			T2	179.91
			T3	144.86
		สูงสุด	T1	184.14
			T2	153.43
			T3	231
6	มวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด (W_{ts})	ต่ำสุด	T1	1873
			T2	1748
			T3	1832
		ปานกลาง	T1	1766
			T2	1937
			T3	1780
		สูงสุด	T1	1721
			T2	1817
			T3	1795

ลำดับ	รายละเอียด	ความเร็วในการเก็บเกี่ยว	ซ้ำการเก็บเกี่ยว	ผลจากการทดสอบ
7	มวลรวมของเมล็ดข้าวเปลือกเต็มเมล็ด เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวเปลือก (W_A)	ต่ำสุด	T1	2262.31
			T2	2291.18
			T3	2412.54
		ปานกลาง	T1	2183.45
			T2	2267.93
			T3	2049.58
		สูงสุด	T1	2318.44
			T2	2193.87
			T3	2410.58
8	ผลผลิตรวม (W_T)	ต่ำสุด	T1	691.74
			T2	695.958
			T3	694.7442
		ปานกลาง	T1	722.8312
			T2	716.1945
			T3	715.5162
		สูงสุด	T1	743.5376
			T2	731.1341
			T3	733.7212
9	ความสูญเสียจากการร่วงก่อนเกี่ยว (L_{SH})	ต่ำสุด	T1	0.296065
			T2	0.373442
			T3	0.333648
		ปานกลาง	T1	0.194651
			T2	0.189893
			T3	0.174559
		สูงสุด	T1	0.260242
			T2	0.221847
			T3	0.251867

ลำดับ	รายละเอียด	ความเร็วในการเก็บเกี่ยว	ซ้ำการเก็บเกี่ยว	ผลจากการทดสอบ
10	ความสูญเสียจากการเกี่ยว (L_H)	ต่ำสุด	T1	2.304912
			T2	2.794996
			T3	2.681994
		ปานกลาง	T1	6.215559
			T2	5.409704
			T3	5.386181
		สูงสุด	T1	8.709714
			T2	7.278692
			T3	7.547826
11	ความสูญเสียจากการนวด (L_{US})	ต่ำสุด	T1	0.263162
			T2	0.351458
			T3	0.33929
		ปานกลาง	T1	0.490848
			T2	0.43847
			T3	0.422632
		สูงสุด	T1	0.555453
			T2	0.513367
			T3	0.540546
12	ความสูญเสียจากการคัดแยกและทำความสะอาด (L_S)	ต่ำสุด	T1	0.402001
			T2	0.501582
			T3	0.445632
		ปานกลาง	T1	0.67623
			T2	0.619287
			T3	0.553726
		สูงสุด	T1	0.774998
			T2	0.670452
			T3	0.725889

ลำดับ	รายละเอียด	ความเร็วในการเก็บเกี่ยว	ซ้ำการเก็บเกี่ยว	ผลจากการทดสอบ
13	ร้อยละความเสียหายเนื่องจากเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (D_d)	ต่ำสุด	T1	9.582488
			T2	10.47883
			T3	11.84225
		ปานกลาง	T1	9.306342
			T2	9.288074
			T3	8.138202
		สูงสุด	T1	10.69959
			T2	8.444139
			T3	12.86908
14	ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก (W_{CG})	ต่ำสุด	T1	90.72497
			T2	84.28714
			T3	84.92916
		ปานกลาง	T1	88.40825
			T2	93.34106
			T3	93.91485
		สูงสุด	T1	82.17336
			T2	89.81526
			T3	84.04616
15	ความสูญเสียรวมจากการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด (TL)	ต่ำสุด	T1	2.970075
			T2	3.648036
			T3	3.466916
		ปานกลาง	T1	7.382636
			T2	6.467461
			T3	6.362539
		สูงสุด	T1	10.04016
			T2	8.462511
			T3	8.814261

ลำดับ	รายละเอียด	ความเร็วในการเก็บเกี่ยว	ซ้ำการเก็บเกี่ยว	ผลจากการทดสอบ
16	ความสามารถทางปฏิบัติ (F_C)	ต่ำสุด	T1	1.072815
			T2	1.102215
			T3	1.040775
		ปานกลาง	T1	1.429529
			T2	1.406348
			T3	1.549824
		สูงสุด	T1	2.608847
			T2	2.384639
			T3	2.659609
17	ความสามารถทางทฤษฎี (F_t)	ต่ำสุด	T1	0.814625
			T2	0.791
			T3	0.798875
		ปานกลาง	T1	1.696146
			T2	1.833698
			T3	1.897031
		สูงสุด	T1	3.140375
			T2	3.126229
			T3	3.413188
18	ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ	ต่ำสุด	T1	131.6943
			T2	139.3445
			T3	130.2801
		ปานกลาง	T1	84.28105
			T2	76.69462
			T3	81.69733
		สูงสุด	T1	83.07437
			T2	76.27846
			T3	77.92157

ภาคผนวก ง

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๓๙๐ (พ.ศ. ๒๕๖๒)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุดสาหกรรม เครื่องเกี่ยวนวดข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก. ๑๕๒๘ - ๒๕๔๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๖๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน ๒ ฉบับ ดังต่อไปนี้

๑. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๒๙๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ลงวันที่ ๖ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๔๐

๒. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๘๑๕ (พ.ศ.๒๕๔๔) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (แก้ไขครั้งที่ ๑) ลงวันที่ ๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๔และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก. ๑๔๒๘ – ๒๕๖๐ ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด ๓๐ วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

สมชาย หาญหิรัญ

รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม รักษาราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

บรรณานุกรม

Jiri Masek, Petr Novak, Tomas Pavlicek,. 2015. Evaluation of combine harvester fuel consumption and operation costs.

Khunnithi Doungpuen, Anuwat Pachanawan, Somchai Chuan-Udom,. 2020. ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย:กรณีศึกษาข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2. **KKU Research Journal (Graduate Studies)**,20(4), 120-132.

Kriengkrai Rayanasuk. 2018. การศึกษาความเค้นเฉือนและความหนืดเฉือนของดินในแปลงเกษตรโดยใช้วิธีการทะลุทะลวงของกรวย. **Thai Society of Agricultural Engineering Journal**,24(2).

Rapee Kanchana, Surat Triwanapong, Kittipong Kimapong,. 2020. การระบุแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ. **Journal of Engineering, RMUTT**,18(2), 35-45.

S. K. Amponsah, A. Addo, K. A. Dzisi, J. Moreira, S. A. Ndindeng,. 2017. Performance evaluation and field characterization of the sifang mini rice combine harvester.

กรมการข้าว. 2563. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย. [ระบบออนไลน์].

กรมวิชาการเกษตร. 2552. บทบาทเครื่องเกี่ยวนวดข้าว. [ระบบออนไลน์].

จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค. 2558. การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี ราช มงคล ธัญบุรี. คณะ วิศวกรรมศาสตร์. สาขา วิชา วิศวกรรมเกษตร

ชมพูนุช นันทจิต. 2559. การลงทุนในธุรกิจรถเกี่ยวนวดข้าวรับจ้าง กรณีศึกษา : ผู้ประกอบการจังหวัดสุพรรณบุรี. ประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,54

ชัยยะ แก้วบุญมา, นพพล ชมบุญ และสุขุม เด็ดแก้ว. 2543. การทดสอบสมรรถนะของรถเกี่ยวนวดข้าว.

ทศพล นภาสวัสดิ์. 2556. การศึกษาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุก. สาขา วิชา วิศวกรรม โยธา สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี สุร นารี.

นิธิ ด้วงผึ้ง และสมชาย ชวนอุดม. 2013. ผลของรูปแบบมุมครีบวงเดือนที่มีต่อสมรรถนะในการนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน.

ป้องจันทร์, นิพนธ์. 2547. ความเร็วลูกนวดและอัตราการป้อนที่มีผลต่อความสูญเสียของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 1428–2560. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องเกี่ยวนวดข้าว. [ระบบออนไลน์].

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, กฤตธัช โมราสุทธิ์ และวันชัย เชาวรักษ์. 2015. การประเมินสมรรถนะเครื่องนวดข้าวขนาดเล็กแบบแถบนวดสำหรับเกษตรกรรายย่อย. **Journal of Engineering, RMUTT**,2(1-10.

ศักดิ์ชัย อาษาวัง และวินิต ชินสุวรรณ. 2013. การเปรียบเทียบปริมาณเมล็ดคงค้างในชุดนวดของเครื่องนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีระยะห่างระหว่างซี่นวดกับตะแกรงบน 4 แบบเมื่อนวดข้าวที่มีอัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดต่ำ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ กรุงเทพมหานคร. 2561. สถิติการเกษตรของประเทศไทย.

อนุชิต ฉ่ำสิงห์, ณรงค์ ปัญญา และวินิต ชินสุวรรณ. 2555. การศึกษาการทำความสะอาดและวัสดุเหลือตกค้างในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายกีรศักดิ์ หลวงฤทธิ์
เกิดเมื่อ	11 ตุลาคม 2539
ประวัติการศึกษา	มัธยม : โรงเรียนน่านนคร
	ปริญญาตรี : วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร) วิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ประวัติการทำงาน	-