การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THE PERFORMANCE EVALUATION OF RICE COMBINE HARVESTERS BASED ON THE THAI INDUSTRIAL STANDARDS

จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม The Performance Evaluation of Rice Combine Harvesters Based on the Thai Industrial Standards
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวจุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2558

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…….…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.)

…….……กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประชา บุณยวานิชกุล, Ph.D.)

…….…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร แซมสีม่วง, D.Eng.)

…….…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….……...คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 28 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 2) วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 3) สำรวจความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และ4) ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ทดสอบได้แก่ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60, DC68G, DC70, DC70G และรุ่น DC95GM ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1428-2544) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำรวจความพึงพอใจ ได้แก่ ประชากรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจประกอบด้วยแบบสอบถามความคิดเห็น วัดประเมินค่า 4 ระดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC60, DC68G, DC70, DC70G และ DC95GM มีความสามารถในการทำงาน 3, 3.95, 4.5, 4.5 และ 6.25 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.9, 2.2, 1.2, 2.7 และ 1.1 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 6.9, 2.1, 2.5, 2 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 5 รุ่น มีจุดคุ้มทุน 252, 156, 109, 147 และ 117 ชั่วโมงต่อปี ระยะเวลาในการคืนทุน 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 และ 1.28 ปี ตามลำดับ เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีความพึงพอใจด้านสมรรถนะการทำงานและค่าใช้จ่ายในการทำงานในระดับมาก ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ได้แก่ การเพิ่มกำลังเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น ปรับปรุงชุดโครงสร้างช่วงล่างให้มีความแข็งแรงมากขึ้น และการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของยางตีนตะขาบ

คำสำคัญ: เครื่องเกี่ยวนวดข้าว สมรรถนะและประสิทธิภาพ การสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือก

Thesis Title	The Performance Evaluation of Rice Combine Harvesters Based on The Thai Industrial Standards
Name-Surname	Miss Julalak Yooprasobchoke
Program	Agricultural Machinery Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Roongruang Kalsirisilp, D.Eng.
Academic Year	2015

ABSTRACT

This research aimed to 1) investigate the performance of rice combine harvesters, 2) analyze the economic costs of rice combine harvesters, 3) know the customer satisfaction of the rice combine harvester owners, and 4) provide suggestions for the improvement of rice combine harvesters.

The five models of Kubota rice combine harvesters DC60, DC68G, DC70, DC70G and DC95GM were tested based on the Thai Industrial Standards (1428-2001). The sample group for the customers' satisfaction assessment was consisted of 100 rice combine harvester owners in the northeastern part of Thailand. The research instruments used for collecting data were four-point rating scale questionnaires. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation.

According to Thai Industrial Standards (1428-2001), the performances of the five models of rice combine harvesters DC60, DC68G, DC70, DC70G and DC95GM were as follows: 1) the effective field capacities were 3, 3.95, 4.5, 4.5 and 6.2 rais per hour, 2) the fuel consumptions were 3.9, 2.2, 1.2, 2.7 and 1.1 litres per rai, and 3) the total field losses were 6.9, 2.1, 2.5, 2 and 1.8 percent, respectively. Moreover, the economic costs of the rice combine harvesters were 1) the break-even points of the machines were 252, 156, 109, 147 and 117 hours per year; and 2) the payback periods were 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 and 1.28 years, respectively. In addition, the rice combine harvester owners had a high level of the satisfaction on the machine capacity and the operating cost. Finally, the suggestions for improvement of the rice combine harvesters were as follows: 1) increase the engine power, 2) strengthen the under carriage parts, and 3) find suitable materials for the rubber tracks.

Keywords: rice combine harvester, capacity and efficiency, grain loss

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ ประธานหลักสูตร และประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียงไกร แซมสีม่วง กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา บุณยวานิชกุล ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิศวกรรมให้กับผู้วิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ ร่วมชั้นเรียนในระดับปริญญาโทและรุ่นน้องสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ที่ร่วมเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบการทำวิจัย ขอขอบพระคุณบริษัท สยามคูโบต้า คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการดำเนินการทดสอบการทำวิจัย และขอขอบพระคุณกลุ่มเกษตรกร ที่ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จนประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนตลอดจนกำลังใจที่มอบให้กับผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มโครงการจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไป ส่วนข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….. (4)

กิตติกรรมประกาศ…… (5)

สารบัญ…… (6)

สารบัญตาราง……..…….. (8)

สารบัญรูป…...……..…… (10)

บทที่ 1 บทนำ……...…… 14

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ…….…...… 14

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย…..……..……...…...… 15

1.3 สมมุติฐานการวิจัย……..... 15

1.4 ขอบเขตของการวิจัย……..… 15

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย……..…. 16

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย……... 17

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…….. 17

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……...……. 18

2.1 พันธุ์ข้าวในประเทศไทย……...… 18

2.2 การพัฒนาวิธีการนวดข้าว……. 35

2.3 ขั้นตอนการทำงานและส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว…… 42

2.4 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว…...… 48

2.5 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า……..……..…… 54

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 61

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย……..…… 81

3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง……..…… 81

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ……..…… 81

3.3 วิธีการทดสอบ……..…… 84

3.4 วิธีการวัดผล……...……...… 99

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 105

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์..... 110

4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า ในแปลงทดสอบ..... 110

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 116

4.3 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 119

4.4 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 120

4.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 121

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 124

4.7 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 135

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 141

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล..... 141

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 144

บรรณานุกรม..... 146

ภาคผนวก..... 151

ภาคผนวก ก แบบสอบถามการวิจัย..... 152

ภาคผนวก ข แบบบันทึกการทดสอบ..... 157

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)..... 163

ภาคผนวก ง แบบตรวจสอบข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวด (มอก.1428-2544)..... 166

ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวด (มอก.1428-2544)..... 173

ภาคผนวก ฉ หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงาน..... 206

ประวัติผู้เขียน..... 208

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ชนิดพันธุ์ข้าว……...…… 19

ตารางที่ 2.2 ปริมาณผลผลิตข้าวในประเทศไทย……...……...…… 34

ตารางที่ 2.3 อัตราการนวดข้าวด้วยวิธีต่างๆ……..…… 41

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60……..…… 56

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68……..…… 57

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70……..…… 58

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ……..…… 59

ตารางที่ 2.8 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM…….……... 60

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานในแปลงทดสอบ
ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า…….……. 111

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า……... 116

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
จำนวน 100 คน…… 121

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60
ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 ……... 124

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G
ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 ……... 125

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70
ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 ……... 127

ตารางที่ 4.7 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G
ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 ……... 128

ตารางที่ 4.8 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM
ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 ……... 130

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60
ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20 ……... 131

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20 132
ตารางที่ 4.11 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20 132
ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20 133
ตารางที่ 4.13 ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20 134

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิด..... 17
รูปที่ 2.1 ข้าวนาสวน..... 23
รูปที่ 2.2 ข้าวน้ำลึก..... 24
รูปที่ 2.3 ข้าวนาที่สูง..... 24
รูปที่ 2.4 การเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว..... 25
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของรวงข้าว (Panicle)..... 26
รูปที่ 2.6 การสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน..... 26
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของดอกข้าว (Spikelet)..... 26
รูปที่ 2.8 พัฒนาการของเมล็ดข้าว..... 27
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของข้าวเปลือก (Whole grain rice)..... 27
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของข้าวกล้อง (Brown rice) และข้าวสาร (Milled rice)..... 28
รูปที่ 2.11 ต้นข้าวพันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80)..... 28
รูปที่ 2.12 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80)..... 29
รูปที่ 2.13 ต้นข้าวพันธุ์ กข35 (รังสิต 80)..... 30
รูปที่ 2.14 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข35 (รังสิต 80)..... 30
รูปที่ 2.15 ต้นข้าวพันธุ์ กข41..... 32
รูปที่ 2.16 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข41..... 32
รูปที่ 2.17 วิธีการตีข้าว..... 35
รูปที่ 2.18 วิธีการใช้เท้าย่ำ..... 36
รูปที่ 2.19 วิธีนวดข้าวแบบใช้สัตว์..... 37
รูปที่ 2.20 วิธีการนวดข้าวแบบใช้รถไถเล็ก..... 37
รูปที่ 2.21 วิธีการนวดข้าวแบบใช้รถแทรกเตอร์..... 38
รูปที่ 2.22 วิธีการนวดข้าวโดยการสาดข้าว..... 39
รูปที่ 2.23 วิธีการนวดข้าวแบบใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว..... 39
รูปที่ 2.24 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว..... 42
รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว..... 43

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.26 ตัวอย่างชิ้นส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว..... 49
รูปที่ 2.27 มิติของใบมีด..... 50
รูปที่ 2.28 ตำแหน่งวัดความแข็งของใบมีด..... 51
รูปที่ 2.29 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60..... 54
รูปที่ 2.30 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68..... 54
รูปที่ 2.31 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70..... 55
รูปที่ 2.32 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G..... 55
รูปที่ 2.33 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM..... 55
รูปที่ 3.1 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 100 เซนติเมตร x 100 เซนติเมตร..... 82
รูปที่ 3.2 เคียวเกี่ยวข้าว..... 82
รูปที่ 3.3 นาฬิกาจับเวลา..... 82
รูปที่ 3.4 อุปกรณ์วัดมุมต้นข้าว..... 83
รูปที่ 3.5 อุปกรณ์วัดระดับเสียง..... 83
รูปที่ 3.6 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ..... 83
รูปที่ 3.7 การวัดความสูงใบมีดขณะใบมีดอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด..... 84
รูปที่ 3.8 การวัดความสูงใบมีดขณะใบมีดอยู่ในตำแหน่งสูงสุด..... 84
รูปที่ 3.9 การวัดความกว้างล้อตีนตะขาบ..... 85
รูปที่ 3.10 แสดงการวัดพื้นที่ล้อตีนตะขาบที่สัมผัสพื้น..... 85
รูปที่ 3.11 แสดงการเตรียมการทดสอบความทนทาน..... 86
รูปที่ 3.12 พื้นที่ทดสอบ..... 87
รูปที่ 3.13 วิธีการวัดมุมอียงต้นข้าว..... 88
รูปที่ 3.14 รูปแบบการเกี่ยวนวดเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของ
เครื่องเกี่ยวนวดข้าว..... 91
รูปที่ 3.15 แปลงนาสำหรับทำการทดสอบ..... 92
รูปที่ 3.16 การวัดความสูงต้นข้าว..... 92
รูปที่ 3.17 การวัดมุมเอียงต้นข้าว..... 92

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.18 การวัดความชื้นในอากาศ..... 93
รูปที่ 3.19 การวัดความต้านทานดินต่อแรงทะรุกรวย..... 93
รูปที่ 3.20 การตัดกรอบแปลงเพื่อเตรียมพื้นที่ทดสอบ..... 93
รูปที่ 3.21 ต้นข้าวที่ได้จากการใช้เคียวเกี่ยวก่อนทำการทดสอบ..... 94
รูปที่ 3.22 การปักเสาเพื่อกำหนดระยะการเก็บข้อมูล..... 94
รูปที่ 3.23 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 94
รูปที่ 3.24 การเก็บข้อมูลที่ช่องทางออกฟางของรถเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการทดสอบ..... 95
รูปที่ 3.25 การคัดแยกเมล็ดข้าว..... 95
รูปที่ 3.26 การวางกรอบเก็บข้อมูลต้นข้าวหลังการทดสอบ..... 95
รูปที่ 3.27 เมล็ดข้าวที่ได้จากช่องทางออก..... 96
รูปที่ 3.28 การชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าว..... 96
รูปที่ 3.29 การชั่งน้ำหนักฟาง..... 96
รูปที่ 3.30 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 1.... 97
รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 2.... 97
รูปที่ 3.32 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 1..... 98
รูปที่ 3.33 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 2..... 98
รูปที่ 3.34 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 3..... 99
รูปที่ 3.35 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 1..... 106
รูปที่ 3.36 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 2..... 106
รูปที่ 3.37 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 3..... 107
รูปที่ 3.38 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 4..... 108
รูปที่ 3.39 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 5..... 108
รูปที่ 4.1 แปลงนาทดสอบ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี..... 110
รูปที่ 4.2 ความสามารถทางทฤษฎีและความสามารถทางปฏิบัติของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว
คูโบต้า..... 114
รูปที่ 4.3 ร้อยละความสูญเสียรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า..... 114

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.4 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า……..…… 115

รูปที่ 4.5 ระดับความดังของเสียงที่หูขณะปฏิบัติงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า…..… 115

รูปที่ 4.6 จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า…….……...…..… 119

รูปที่ 4.7 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า…….....…. 120

รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการคืนทุนและพื้นที่ในการทำงาน
ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า…….……..…..…….…….……. 120

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เพราะนอกจากจะผลิตไว้สำหรับบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกไปต่างประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 70.61 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 32.62 ล้านตันข้าวเปลือก [1] สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งในอดีตนั้นแรงงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวนั้นมีมาก ต่อมาแรงงานในภาคการเกษตรเริ่มลดลงมีปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตร ค่าจ้างแรงงานสูงขึ้น จึงได้เริ่มมีการนำเอาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยวแทนแรงงานคนมากขึ้น เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานและลดต้นทุนในการเกี่ยวข้าว เนื่องจากข้าวออกผลผลิตพร้อมๆ กันนั้น ต้องการการเก็บเกี่ยวที่ทันต่อผลผลิตที่ออกมา หากเก็บเกี่ยวไม่ทันอาจจะทำให้ผลผลิตเสียหายได้ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีหลายปัจจัย ได้แก่ ทักษะความชำนาญของผู้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว สภาพของพืชและพื้นที่การเก็บเกี่ยว การปรับตั้งเครื่องเกี่ยวนวดข้าว การใช้ความเร็วที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว ตลอดจนความกว้างในการเก็บเกี่ยว [2] จากการสำรวจความเห็นของเกษตรกรและผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าวพบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับสภาพพื้นที่ร้อยละ 30 ส่วนผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าว ให้ความสำคัญกับทักษะความชำนาญของผู้ขับร้อยละ 70 ปัญหาของเกษตรกรในการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ได้แก่ ข้าวร่วงหล่น ข้าวปน ค่าเกี่ยวแพง และทำให้เกิดปัญหาดินแน่น [3]

การใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบรับจ้างและแบบรวมกลุ่มของเกษตรกร ซึ่งแบบรับจ้าง จะใช้เงินทุนจากสถาบันการเงิน หรือ ญาติพี่น้อง พื้นที่เกี่ยวข้าวโดยเฉลี่ย 1,487 ไร่ต่อคันต่อปี โดยคิดอัตราการรับจ้างสำหรับนาปี 508 บาทต่อไร่ และสำหรับข้าวนาปรัง 432 บาทต่อไร่ ต้นทุนในการเกี่ยวข้าวนาปี และนาปรังเฉลี่ย 396 และ 319 บาทต่อไร่ [3]

ในปีปัจจุบันจำนวนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้งานในประเทศมีจำนวนมากกว่า 10,000 คัน [4] ซึ่งตอบสนองความต้องการใช้เครื่องเกี่ยวนวดของเกษตรกร เพื่อให้การผลิตเครื่องเกี่ยวนวดเป็นไปตามมาตรฐานสากลและยกระดับมาตรฐานการผลิตเครื่องจักรกลเกษตร จึงได้มีแนวคิดในการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) โดยทำการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและ

ยกระดับมาตรฐานการผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวของประเทศไทย และเป็นการเตรียมความพร้อมของประเทศไทยในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM

1.2.3 สำรวจความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM

1.2.4 ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า เกษตรกรผู้ประกอบการด้านเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและบริษัทสยามคูโบต้า คอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้ข้อมูลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานและการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM

1.4.2 ศึกษาการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

1.4.3 ศึกษาการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM

1.4.4 สำรวจความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวนรุ่นละ 20 คน รวมทั้งหมด 100 คน

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

1.5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หมายถึง ข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

1.5.2 เกี่ยวข้าว (Harvesting) หมายถึง กรรมวิธีในการตัดส่วนของต้นข้าวขึ้นไปจนถึงรวงข้าวให้ขาดออกจากส่วนของตอข้าว

1.5.3 นวดข้าว (Threshing) หมายถึง กรรมวิธีในการปลิดเมล็ดข้าวเปลือกให้หลุดออกจากรวงข้าว

1.5.4 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Combine Harvester) หมายถึง เครื่องจักที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนและการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการตัด ลำเลียง นวด แยก และทำความสะอาดข้าวเปลือก โดยจะมีถังรองรับข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดแล้วหรือมีการบรรจุข้าวเปลือกลงในภาชนะบรรจุอื่น

1.5.5 ความกว้างของหัวเกี่ยว (Wd) หมายถึง ระยะระหว่างปลายของหัวแบ่ง (Divider) ซ้ายสุดถึงปลายของหัวแบ่งขวาสุด

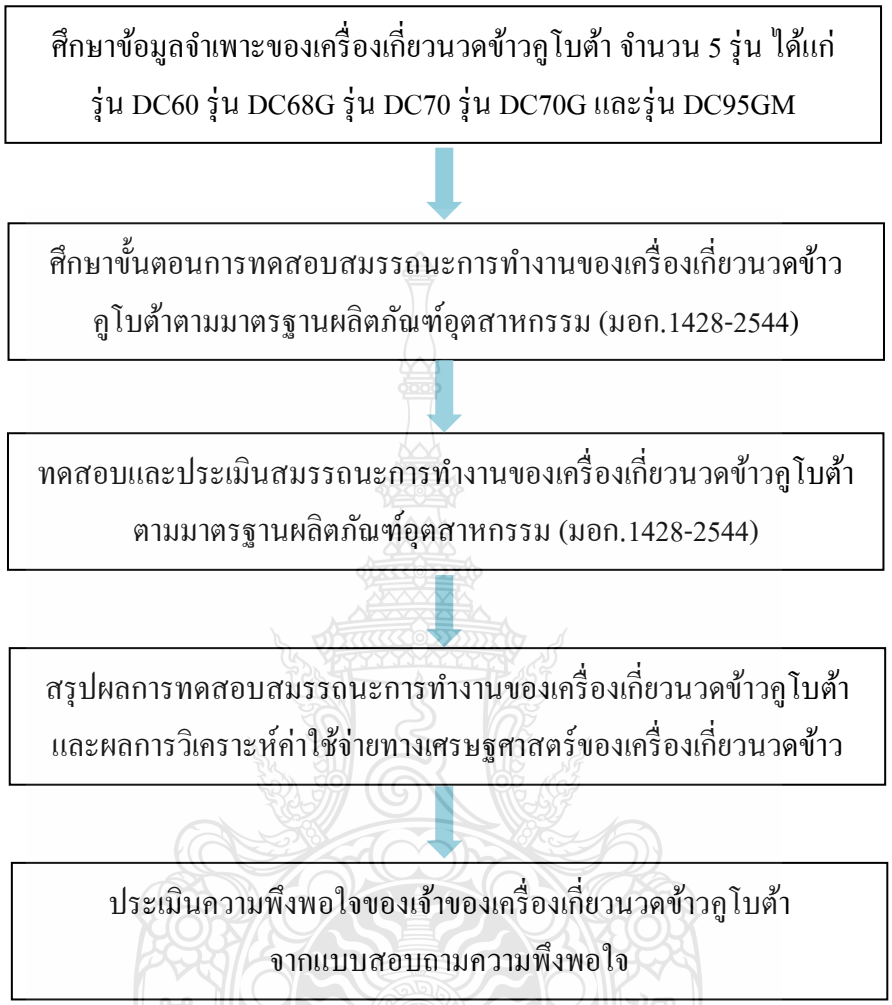
1.5.6 ความกว้างในการตัด (Wc) หมายถึง ระยะระหว่างรอยเกี่ยวนวดซ้ายสุดถึงรอยเกี่ยวนวดขวาสุด

1.5.7 จุดคุ้มทุน (Break even point) หมายถึง ระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายของธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง

1.5.8 ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน

1.5.9 ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว หมายถึง ความพึงพอใจของประชากรกลุ่มตัวอย่างจากเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแบ่งการตรวจวัดระดับความพึงพอใจเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและบริษัทผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าว คือ ความสามารถในการทำงาน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และความสูญเสียของเมล็ดข้าวเปลือกของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ตลอดจนผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้งานเชิงเศรษฐศาสตร์

1.7.2 ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและยกระดับมาตรฐานการผลิตของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานทำวิจัยการประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) จำเป็นจะต้องทราบข้อมูลหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเรื่องให้ดีก่อนที่จะลงมือออกแบบการทดลองหรือปฏิบัติ เพื่อจะได้เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด และเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน

2.1 พันธุ์ข้าวในประเทศไทย

พันธุ์ข้าว เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอันดับแรกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต ถ้าหากว่ามีพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ ทั้งข้าวคุณภาพดี ข้าวคุณภาพปานกลาง ข้าวคุณภาพต่ำ และข้าวคุณภาพพิเศษ ที่ตรงกับความต้องการของตลาดและเพื่อทำผลิตภัณฑ์มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นแล้ว จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวหรือเป็นการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้เป็นอย่างดี

จากอดีตถึงปัจจุบัน สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ได้ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนได้ข้าวพันธุ์รับรอง พันธุ์แนะนำ และพันธุ์ทั่วไป ให้เกษตรกรปลูกในระบบนิเวศน์ต่างๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ข้าวนาสวน ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก ข้าวญี่ปุ่น และธัญพืชเมืองหนาว จำนวน 118 พันธุ์

พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียว มีทั้งพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะนาปีและปลูกได้ตลอดปี และมีบางพันธุ์เป็นข้าวหอม พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ มีคุณภาพการหุงต้มตามความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตามงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวยังคงต้องดำเนินการต่อไปอย่างต่อเนื่อง เพราะพันธุ์ที่ออกแนะนำแล้วปัจจุบันบางพันธุ์เกษตรกรอาจจะยังคงนิยมปลูกอยู่ แต่บางพันธุ์เกษตรกรอาจเลิกปลูก เนื่องจากมีข้อด้อยบางประการ การนำเอาพันธุ์ข้าวเหล่านั้นไปใช้ของเกษตรกรจึงเป็นไปในลักษณะของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในระยะที่ออกพันธุ์ข้าวนั้นเท่านั้น รวมทั้งบางพันธุ์เมื่อแนะนำให้ปลูกไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจไม่มีความเหมาะสมในระยะเวลาต่อมา เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง หรือโรค แมลงศัตรูข้าวมีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งต้องหาพันธุ์ที่มีคุณภาพดีตามความต้องการของตลาดโลก และมีศักยภาพในการแข่งขันกับตลาดโลกได้ จึงต้องดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์โดยไม่มีที่สิ้นสุด ชนิดพันธุ์ข้าวที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดพันธุ์ข้าว [5]

พันธุ์ข้าว	ชื่อพันธุ์ข้าว
1. ข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสง	จำนวน 44 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข5 พันธุ์กข6 พันธุ์กข8 พันธุ์กข12 (หนองคาย 80) พันธุ์กข13 พันธุ์กข15 พันธุ์ กข16 พันธุ์กข27 พันธุ์กข35 (รังสิต 80) พันธุ์กำผาย 15 พันธุ์เก้ารวง 88 พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์ขาวตาแห้ง 17 พันธุ์ขาวปากหม้อ 148 พันธุ์ข้าวเจ้าหอมพิษณุโลก 1 พันธุ์เฉี้ยงพัทลุง พันธุ์ชุมแพ 60 พันธุ์นางพญา พันธุ์132นางมล เอส-4 พันธุ์น้ำสะกุย 19 พันธุ์เผือกน้ำ 43 พันธุ์ปทุมธานี 60 พันธุ์พวงไร่ 2 พันธุ์พัทลุง 60 พันธุ์พิษณุโลก 3 พันธุ์พิษณุโลก 60-1 พันธุ์พิษณุโลก 80 พันธุ์ลูกแดงปัตตานี พันธุ์เล็บนกปัตตานี พันธุ์หางยี 71 พันธุ์เหมยนอง 62 เอ็ม พันธุ์เหนียวสันป่าตอง พันธุ์เหนียวอุบล 1 พันธุ์เหนียวอุบล 2 พันธุ์เหลืองประทิว 123 พันธุ์เหลืองใหญ่ 148 พันธุ์เข็มทองพัทลุง พันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง พันธุ์แก่นจันทร์ พันธุ์เจ๊กเชย 1 พันธุ์ขาวกอเดียว 35 พันธุ์ช่อลุง 97 พันธุ์ไข่มดริ้น 3 และพันธุ์เหนียวดำช่อไม้ไผ่ 49
2. ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 38 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข1 พันธุ์กข2 พันธุ์กข3 พันธุ์กข4 พันธุ์กข7 พันธุ์กข9 พันธุ์กข10 พันธุ์กข14 พันธุ์กข21 พันธุ์กข23 พันธุ์กข25 พันธุ์กข29 (ชัยนาท 80) พันธุ์กข31 (ปทุมธานี 80) พันธุ์กข33 (หอมอุบล 80) พันธุ์กข37 พันธุ์กข39 พันธุ์กข41 พันธุ์กข43 พันธุ์กข47 พันธุ์ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี พันธุ์ชัยนาท 1 พันธุ์ชัยนาท 2 พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์บางแตน, พัทลุง พันธุ์พิษณุโลก 2 พันธุ์พิษณุโลก 60-2 พันธุ์แพร่ 1 พันธุ์สกลนคร พันธุ์สันป่าตอง 1 พันธุ์สุพรรณบุรี 2 พันธุ์สุพรรณบุรี 3 พันธุ์สุพรรณบุรี 60 พันธุ์สุพรรณบุรี 90 และพันธุ์สุรินทร์ 1
3. ข้าวขึ้นน้ำไวต่อช่วงแสง	จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ตะเภาแก้ว 161 พันธุ์นางฉลอง พันธุ์ปิ่นแก้ว 56 พันธุ์พลายงามปราจีนบุรี พันธุ์เล็บมือนาง 111 และพันธุ์ขาวบ้านนา 432

ตารางที่ 2.1 ชนิดพันธุ์ข้าว (ต่อ) [5]

พันธุ์ข้าว	ชื่อพันธุ์ข้าว
4. ข้าวน้ำลึกไวต่อช่วงแสง	จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข 19 พันธุ์กข 45 พันธุ์หันตรา 60 พันธุ์ปราจีนบุรี 1 พันธุ์ปราจีนบุรี 2 และพันธุ์อยุธยา 1
5. ข้าวน้ำลึกไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข 17
6. ข้าวไร่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กู้เมืองหลวง พันธุ์ขาวโป่งไคร้ พันธุ์เจ้าฮ่อ พันธุ์ชิวแม่จัน พันธุ์ดอกพะยอม พันธุ์น้ำรู พันธุ์เจ้าลีซอ สันป่าตอง พันธุ์เจ้าขาวเชียงใหม่ และพันธุ์ข้าวเหนียวลืมผัว
7. ข้าวไร่ไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อาร์ 258
8. ข้าวแดงไวต่อช่วงแสง	จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวหอมแดง และ พันธุ์สังข์หยดพัทลุง
9. ข้าวแดงไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวหอมกุหลาบแดง
10. ข้าวญี่ปุ่น	จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กวก. 1 และพันธุ์กวก. 2
11. ข้าวสาลี	จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สะเมิง 1 พันธุ์สะเมิง 2 พันธุ์แพร่ 60 และพันธุ์ฝาง 60
12. ข้าวบาร์เลย์	จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สะเมิง 1และ พันธุ์สะเมิง 2
13. ข้าวลูกผสม	จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ซีพี 304 และพันธุ์กขผ 1

2.1.1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าว

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวในประเทศไทย ชาวนาผู้ปลูกข้าวได้ดำเนินการคัดเลือกหาพันธุ์ที่เหมาะกับสภาพพื้นที่ปลูก และรสชาติตามที่ตนต้องการมาเป็นเวลานานแล้ว แต่การปรับปรุงพันธุ์ตามหลักวิชาการของทางราชการ ได้เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2450 เมื่อพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงโปรดเกล้าฯ ให้มีการประกวดพันธุ์ข้าวขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่เมืองธัญญบุรี (ปัจจุบันเขียนเป็นธัญบุรี) และพันธุ์ข้าวจากเมืองธัญญบุรี และในปี พ.ศ. 2453 ได้จัดงานการแสดงกสิกรรมและพาณิชยการครั้งที่ 1 รวมทั้งการประกวดพันธุ์ข้าวทั่วราชอาณาจักรขึ้นที่สระปทุมวัน (วังสระปทุมในปัจจุบัน) และครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2454 (รัชกาลที่ 6) ข้าวจากเมืองธัญญบุรีก็ยังเป็นพันธุ์ข้าวที่ชนะเลิศอีก พันธุ์ข้าวที่ชนะการประกวดครั้งหลังๆ มีคุณภาพดีกว่าครั้งแรกๆ แสดงว่าชาวนาได้หันมาปลูกข้าวพันธุ์ดีกันมากขึ้น

ในปี พ.ศ. 2459 ทางราชการได้จัดตั้งสถานีทดลองข้าวรังสิตหรือนาทดลองคลองรังสิตขึ้น นับเป็นสถานีทดลองข้าวแห่งแรกของประเทศไทย การจัดตั้งนาทดลองคลองรังสิต (ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีในปัจจุบัน) นั้น เป็นพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวมาช้านานแล้ว แต่มีหลายสาเหตุทำให้จัดตั้งไม่ได้ และได้จัดตั้งสำเร็จในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว งานด้านการปรับปรุงพันธุ์ในระยะแรกมีแต่การคัดพันธุ์โดยปลูกคัดเลือกแบบรวงต่อแถว (Head to row selection) จากผลการดำเนินงานของพระยาโภชากร (ตริ มิลินทสูตร) ในปี พ.ศ. 2476 ข้าวไทยชนะเลิศในการประกวดพันธุ์ข้าวทั่วโลก (World's Grain Exhibition Conference) ที่เมืองเรจินา (Regina) ประเทศแคนาดา พันธุ์ข้าวไทยที่ชนะเลิศเป็นที่หนึ่งของโลก คือ พันธุ์ปิ่นแก้ว ซึ่งเป็นข้าวเจ้านาสวนเมล็ดยาว ใส แกร่ง เลื่อมมัน ไม่เป็นท้องไข่ เปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดบาง เมล็ดไม่บิดโค้ง ไม่มีเมล็ดแดงปนและน้ำหนักเมล็ดดี และได้รางวัลอื่น ๆ อีกรวม 11 รางวัล ทำให้ข้าวไทยเป็นที่รู้จักไปทั่วโลก

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวนาสวน เริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2454 ถึง 2465 ด้วยการรวบรวมข้าวพันธุ์ดีจากทั่วประเทศจำนวน 4,764 ตัวอย่าง คัดเลือกเอาเฉพาะตัวอย่างที่มีลักษณะดีไว้เพียง 482 ตัวอย่าง สำหรับปลูกศึกษาคัดเลือกพันธุ์ หลังจากปลูกทดสอบอยู่ 3 ปี จึงได้พันธุ์ข้าวดีเยี่ยมเพียง 8 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ พวงเงิน ทองระย้าดำ ขาวทดลอง จำปาซ้อน ปิ่นแก้ว บางพระ น้ำดอกไม้ และนางตานี สำหรับขยายพันธุ์ให้เกษตรกรปลูกพันธุ์ข้าวทั้ง 8 พันธุ์นี้ เป็นพันธุ์ข้าวชุดแรกที่ขยายพันธุ์และแนะนำให้เกษตรกรปลูกอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2478 ด้วยวิธีการประเมินผลผลิตของสายพันธุ์ดีเด่นจากการคัดเลือก โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีคุณภาพของเมล็ดเป็นที่ยอมรับ วิธีการคัดเลือกเป็นวิธีการที่ใช้ในการบำรุงพันธุ์ข้าวในยุคต้น ๆ การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโดยการพัฒนาพันธุ์ข้าวท้องถิ่นซึ่งมีทั้งข้าวนาสวนและข้าวขึ้นน้ำ ยังคงดำเนินการต่อมาและมีการรับรองและแนะนำพันธุ์ข้าวมาเรื่อยๆ เช่น พันธุ์ข้าวนาสวนที่รู้จักกันดี ได้แก่ พันธุ์นางมล เอส-4 ขาวตาแห้ง 17 หรือพันธุ์ที่มีคุณภาพเป็นที่นิยมอย่างสูง เช่น ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์เหนียวสันป่าตอง เป็นต้น พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ได้แก่ มะลิทอง มะลิอ่อง จำปา และกอดพ้อม

ก่อนที่จะมีการผสมพันธุ์ข้าวในไทย มีการส่งพันธุ์ข้าวไปผสมพันธุ์ที่เมือง Cuttack ประเทศอินเดีย สำหรับในประเทศไทย การผสมพันธุ์เริ่มครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2497 ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง และปีต่อมา พ.ศ. 2498 ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับผลผลิตให้สูงขึ้น โดยใช้พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของไทย แต่ก็ไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2509 ได้นำข้าวรูปแบบต้นเตี้ยจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI, International Rice Research Institute) เช่น ข้าว IR8 ซึ่งให้ผลผลิตสูง มาเป็นพันธุ์พ่อในการผสมพันธุ์ ทำให้ได้พันธุ์ผสม (เดิมเรียกข้าวลูกผสม

แต่เมื่อมีการค้นพบข้าวลูกผสม คือ Hybrid rice จึงเรียกข้าวลูกผสมเฉพาะข้าวชั่วที่ 1 หรือ F1 Hybrid rice เท่านั้น) ที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างน่าพอใจ รวมทั้งมีความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ถึงแม้คุณภาพเมล็ดและคุณภาพในการหุงต้มยังไม่เป็นที่น่าพอใจ แต่ก็ได้พันธุ์ข้าวในรูปแบบใหม่ และใช้แก้ปัญหาการระบาดของโรค เช่น ปี พ.ศ. 2518 ได้พันธุ์ข้าว กข7 ใช้แก้ปัญหาโรคขอบใบแห้ง และพันธุ์ กข23 ใช้แก้ปัญหาการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และยังมีพันธุ์ผสมอีกมากมาย รวมทั้งพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูง มีลักษณะความต้านทานโรคและแมลงหลากหลายชนิด เป็นข้าวหอม มีคุณภาพดีพิเศษ ตามลักษณะของข้าวไทย และอายุเหมาะสำหรับการปลูกในเขตนาชลประทาน

นอกจากนี้ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวยังได้ใช้วิธีการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรรมพันธุ์ โดยใช้กัมมันตภาพรังสี โดยเริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2498 ปรากฏว่าในปี พ.ศ. 2520 มีการรับรองพันธุ์ข้าวนาน้ำฝน 2 พันธุ์ คือ กข6 และ กข15 และในปี 2524 รับรองอีก 1 พันธุ์ คือ กข10 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงสำหรับนาชลประทานและยังมีงานวิจัยข้าวลูกผสม (Hybrid rice) ได้เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2522 รวมทั้งในปี พ.ศ. 2525 มีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.1.2 การศึกษาพันธุ์ (Observation)

การศึกษาพันธุ์เป็นการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ที่สำคัญ และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่ดีก่อนนำไปเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานีหรือระหว่างสถานีต่อไป การศึกษาพันธุ์ มี 2 ขั้นตอน คือ

2.1.2.1 การศึกษาพันธุ์ขั้นต้น (Single row หรือ 2 Row observation) ปลูกข้าวสายพันธุ์ละ 1 หรือ 2 แถว โดยมีพันธุ์มาตรฐานเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ เพื่อศึกษาลักษณะต่าง ๆของสายพันธุ์ข้าว จะใช้ในข้าวพันธุ์ผสมที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ และมีจำนวนสายพันธุ์ที่อยู่ระหว่างการคัดเลือกเป็นจำนวนมาก มีรูปแบบทรงต้นดี และรูปร่างของเมล็ดภายในรวงใกล้เคียงกัน นำเมล็ดข้าวพันธุ์ผสมสายพันธุ์ละ 1 กอ มาปลูกศึกษาพันธุ์ จำนวน 1 หรือ 2 แถว โดยมีพันธุ์มาตรฐานเปรียบเทียบทุก 10 หรือ 20 สายพันธุ์ เพื่อศึกษาลักษณะต่างๆ ของพันธุ์ข้าว คือ รูปแบบทรงต้น วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ลักษณะเมล็ด การมีท้องไข่ และปฏิกิริยาต่อโรคและแมลงที่สำคัญ คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่างๆ ดี โดยเก็บเกี่ยวสายพันธุ์ละ 1 ถึง 4 กอ เพื่อนำไปศึกษาพันธุ์ 4 แถวต่อไป

2.1.2.2 การศึกษาพันธุ์ขั้นสูง (4 Row observation) เป็นการประเมินผลผลิตขั้นต้นหรือศึกษาลักษณะต่างๆ ของสายพันธุ์ข้าว ซึ่งผ่านการทดสอบจากการศึกษาพันธุ์ขั้นต้น ใช้ในข้าวพันธุ์ผสมที่มีลักษณะคงตัวทางพันธุกรรมแล้ว โดยนำมาปลูกสายพันธุ์ละ 4 แถว จำนวน 1 ถึง 2 ซ้ำ มี

พันธุ์มาตรฐานเปรียบเทียบทุกสายพันธุ์ที่ 10 หรือ 20 เลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่างๆ ตรงตามวัตถุประสงค์ และมีความสม่ำเสมอ เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง เว้นกอหัวท้าย เพื่อชั่งน้ำหนักสำหรับเปรียบเทียบผลผลิต พร้อมทั้งเลือกเก็บเกี่ยวรวงจากแถวข้าง 2 แถว ประมาณ 100 รวง เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์เพิ่มเติมในการทดลองเปรียบเทียบผลผลิตต่อไป สำหรับบางสายพันธุ์ที่ยังมีการกระจายตัวอยู่บ้าง ทำการคัดเลือก 1 กอ นำไปปลูกศึกษาซ้ำ หลังจากกะเทาะดูท้องไข่แล้วพิจารณาข้อมูลทั้งผลผลิต การมีท้องไข่ และความต้านทานต่อโรคและแมลง เลือกสายพันธุ์ที่มีความดีเด่นกว่าพันธุ์มาตรฐานอย่างน้อยในลักษณะที่สำคัญ 1 หรือ 2 ลักษณะ และมีลักษณะอื่นๆ ใกล้เคียงกัน เพื่อนำไปประเมินต่อในชั้นเปรียบเทียบผลผลิต

2.1.3 ชนิดของพันธุ์ข้าว

2.1.3.1 แบ่งตามนิเวศน์การปลูก

1) ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ข้าวนาสวนนาน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน

รูปที่ 2.1 ข้าวนาสวน [5]

2) ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีและอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด

3) ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทานประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง

4) ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1 ถึง 5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือมีความสามารถในการยืดปล้อง (Internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือผิวดิน (Upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (Kneeing ability)

5) ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร

รูปที่ 2.2 ข้าวน้ำลึก [5]

6) ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ

7) ข้าวนาที่สูง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

รูปที่ 2.3 ข้าวนาที่สูง [5]

2.1.3.2 แบ่งตามการตอบสนองต่อช่วงแสง

1) ข้าวไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ออกดอกเฉพาะเมื่อช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง โดยพบว่าข้าวไวต่อช่วงแสงในประเทศไทยมักจะออกดอกในเดือนที่มีความยาว ของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้นข้าวที่ออกดอกได้ในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน 11 ชั่วโมง 40 ถึง 50 นาที จึงได้ชื่อว่าเป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสงน้อย (Less sensitive to photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10 ถึง 20 นาที ก็ได้ชื่อว่าเป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสงมาก (Strongly sensitive to photoperiod) พันธุ์ข้าวประเภทนี้จึงปลูกและให้ผลผลิตได้ปีละหนึ่งครั้ง หรือปลูกได้เฉพาะในฤดูนาปี บางครั้งจึงเรียกว่า ข้าวนาปี พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง

2) ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ออกดอกเมื่อข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามอายุ จึงใช้ปลูกและให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี หรือปลูกได้ในฤดูนาปรัง บางครั้งจึงเรียกว่า ข้าวนาปรัง

2.1.4 สรีรวิทยาของข้าว

ต้นข้าวเจริญเติบโตทั้งทางลำต้นและทางการสืบพันธุ์ โดยมีระยะเวลาของการเจริญเติบโตทั้ง 2 ระยะแยกจากกัน การเจริญเติบโตและส่วนประกอบต่างๆ สามารถแสดงตามรูปภาพให้เข้าใจเบื้องต้น ดังนี้

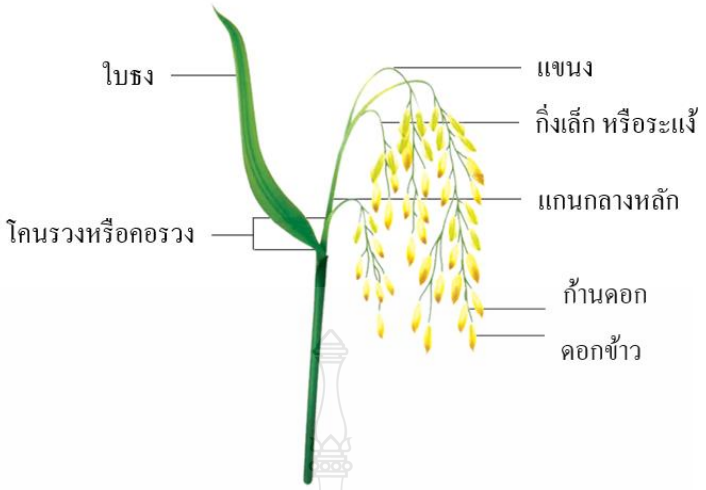
2.1.4.1 การเจริญเติบโตทางลำต้น

1) ส่วนประกอบของรวงข้าว (Panicle)

2) การสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน

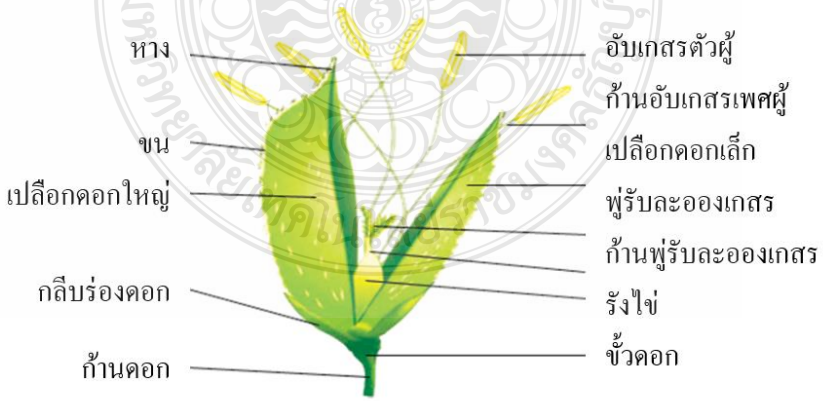
3) ส่วนประกอบของดอกข้าว (Spikelet)

รูปที่ 2.4 การเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว [5]



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของรวงข้าว (Panicle) [5]

รูปที่ 2.6 การสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน [5]



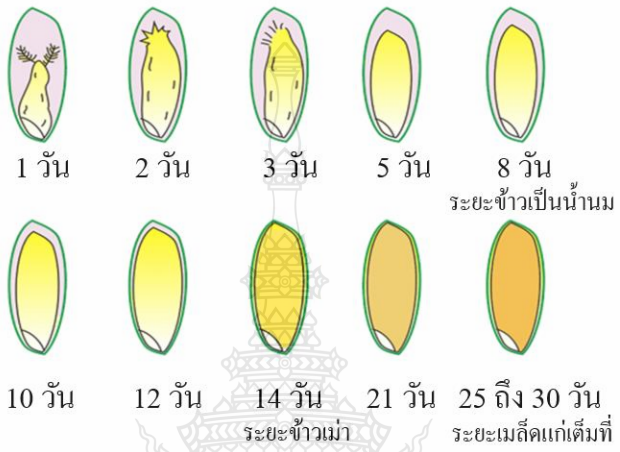
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของดอกข้าว (Spikelet) [5]

2.1.4.2 การเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์

1) พัฒนาการของเมล็ดข้าว

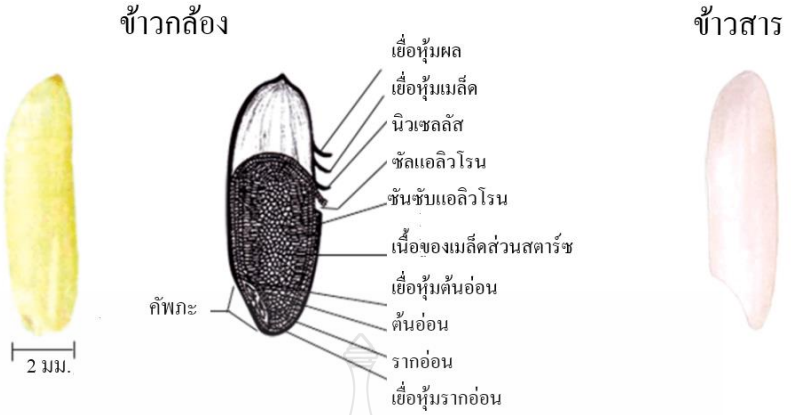
2) ส่วนประกอบของข้าวเปลือก (Whole grain rice)

3) ส่วนประกอบของข้าวกล้อง (Brown rice) และข้าวสาร (Milled rice)



รูปที่ 2.8 พัฒนาการของเมล็ดข้าว [5]

รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของข้าวเปลือก (Whole grain rice) [5]



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของข้าวกล้อง (Brown rice) และข้าวสาร (Milled rice) [5]

2.1.5 พันธุ์ข้าวที่นำมาทดสอบ

พันธุ์ข้าวที่นำมาทดสอบ ปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ทดสอบทั้งหมด 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80) พันธุ์ กข35 (รังสิต 80) และพันธุ์ กข41 ผ่านการรับรองพันธุ์จากการคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว เป็นชนิดข้าวเจ้า ไม่ไวต่อช่วงแสง มีการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ต่างๆ จึงมีความแข็งแรงและทนทานต่อโรค ลักษณะต้นข้าว กอตั้ง ต้นแข็ง ใบสีเขียว ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์นี้ มีปริมาณผลผลิตสูง เหมาะแก่การให้เกษตรกรนำไปเพาะปลูก สามารถปลูกได้ในพื้นที่นาภาคกลาง ที่ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร

2.1.5.1 ชื่อพันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80)

รูปที่ 2.11 ต้นข้าวพันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80) [5]

รูปที่ 2.12 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80) [5]

1) ชนิดข้าวเจ้า

2) คู่ผสม SPR85163-5-1-1-2/IR54017-131-1-3-2

3) ประวัติพันธุ์ จากการผสมพันธุ์ระหว่าง สายพันธุ์ SPR85163-5-1-1-2 กับสายพันธุ์ IR54017-131-1-3-2 ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี เมื่อ พ.ศ. 2536 ปลูกคัดเลือก ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2539 ได้สายพันธุ์ SPR93049-PTT-30-4-1-2 ศึกษาพันธุ์ประเมินลักษณะประจำพันธุ์และลักษณะทางการเกษตรทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมีที่ศูนย์วิจัยข้าว

4) การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ชื่อ กข31 (ปทุมธานี 80) เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูก เมื่อวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2550

5) ลักษณะประจำพันธุ์

(1) เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง

(2) อายุเก็บเกี่ยว 111 วัน เมื่อปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตม และ 118 วัน โดยวิธีปักดำ

(3) ทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงตั้ง คอรวงยาว รวงยาว 29.9 เซนติเมตร

(4) เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดไม่มีหาง ข้าวกล้องสีขาว เป็นท้องไข่น้อย รูปร่างเรียว

(5) ระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ประมาณ 5 สัปดาห์

(6) เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา 10.4 x 2.6 x 2.0 มิลลิเมตร

(7) เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา 7.4 x 2.1 x 1.8 มิลลิเมตร

(8) ปริมาณอมิโลสสูง (27.3 ถึง 29.8 เปอร์เซ็นต์)

6) ผลผลิต เฉลี่ย 745 กิโลกรัมต่อไร่ (ปักดำ) 738 กิโลกรัมต่อไร่ (นาหว่าน)

7) ลักษณะเด่น

(1) คุณภาพเมล็ดทางกายภาพสม่ำเสมอกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี 1

(2) ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว ค่อนข้างต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคเมล็ดด่าง

(3) ทรงกอตั้ง ต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย

8) ข้อควรระวัง อ่อนแอต่อโรคไหม้ โรคใบหงิก และโรคใบสีส้ม

9) พื้นที่แนะนำ นาชลประทานภาคกลาง

2.1.5.2 ชื่อพันธุ์ กข35 (รังสิต 80)

รูปที่ 2.13 ต้นข้าวพันธุ์ กข35 (รังสิต 80) [5]

รูปที่ 2.14 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข35 (รังสิต 80) [5]

1) ชนิดข้าวเจ้า

2) คู่ผสม IR5201-65-1-2 / ปิ่นแก้วเบา 27/ เจ้าเหลือง 11

3) ประวัติพันธุ์ กข35 (รังสิต 80) ได้จากการผสมพันธุ์สามทางระหว่างลูกผสมชั่วที่ 1 ของสายพันธุ์ IR5201-65-1-2 และพันธุ์ปิ่นแก้วเบา 27 กับพันธุ์เจ้าเหลือง 11 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี เมื่อ พ.ศ. 2522 ถึง 2523 ปลูกคัดเลือกพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 แบบรวม (bulk) และ ชั่วที่ 3 ถึง 6 แบบสืบตระกูล (pedigree) ในปี พ.ศ.2525 ถึง 2529 ได้สายพันธุ์ RSTLR79009-43-1-1-5 ปลูกศึกษาพันธุ์และเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ รวมทั้งวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและทางเคมี ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ใน พ.ศ. 2530 ถึง 2532 ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานีที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สุพรรณบุรี คลองหลวง ฉะเชิงเทรา และราชบุรี รวมทั้งทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและทางเคมีที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ระหว่าง พ.ศ.2533 ถึง 2544 เปรียบเทียบผลผลิตในนาราษฎร์ และทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ใน พ.ศ. 2541 ถึง 2544 ประเมินผลผลิตในสภาพดินเปรี้ยวและในนาเกษตรกร ในปี พ.ศ. 2544 ถึง 2545

4) การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ชื่อกข35 (รังสิต 80) เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูก เมื่อวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2550

5) ลักษณะประจำพันธุ์

(1) เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง

(2) ต้นค่อนข้างเตี้ย สูงเฉลี่ย 132 เซนติเมตร

(3) อายุเก็บเกี่ยว ปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม

(4) ทรงกอตั้ง ต้นแข็งมาก ใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง แตกกอ 13 ถึง 15 หน่อต่อกอ รวงแน่นปานกลาง คอรวงยาว

(5) เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ขนสั้น

(6) ระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ประมาณ 6 ถึง 9 สัปดาห์

(7) เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา 10.1 x 2.5 x 1.9 มิลลิเมตร

(8) เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา 7.4 x 2.1 x 1.7 มิลลิเมตร

(9) เป็นท้องไข่น้อย

(10) ปริมาณอมิโลสสูง (26.1 ถึง 29.3 เปอร์เซ็นต์)

(11) ข้าวสุกแข็ง จัดอยู่ในประเภทข้าวเสาไห้

6) ผลผลิต เฉลี่ย 650 กิโลกรัมต่อไร่ (ปักดำ)

7) ลักษณะเด่น

(1) เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีในดินเปรี้ยว เฉลี่ย 600 กิโลกรัมต่อไร่

(2) กอตั้ง ฟางแข็ง ค่อนข้างเตี้ย

(3) คุณภาพเมล็ดดี ทำข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ ได้คุณภาพการสีดี ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว 49.7 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นประเภทข้าวเสาไห้

(4) ค่อนข้างต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งและเพลี้ยกระโดดหลังขาว

8) ข้อควรระวัง ค่อนข้างอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

9) พื้นที่แนะนำ พื้นที่นาน้ำฝนภาคกลาง ที่มีระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร น้ำแห้งนาปลายเดือนพฤศจิกายน

2.1.5.2 ชื่อพันธุ์ กข41

รูปที่ 2.15 ต้นข้าวพันธุ์ กข41 [5]

รูปที่ 2.16 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข41 [5]

1) ชนิดข้าวเจ้า

2) คู่ผสมลูกผสมชั่วที่ 1 ของ CNT85059-27-1-3-2 และสุพรรณบุรี 60 นำไปผสมพันธุ์กับ RP217-635-8

3) ประวัติพันธุ์ ได้จากการผสม 3 ทางระหว่าง ลูกผสมชั่วที่ 1 ของ CNT85059-27-1-3-2 และสุพรรณบุรี 60 นำไปผสมพันธุ์กับ RP217-635-8 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท ในฤดูนาปี 2539 ปลูกชั่วอายุที่ 1 ในฤดูนาปี 2540 และปลูกคัดเลือกชั่วอายุที่ 2 และ 3 จนได้เมล็ดชั่วอายุที่ 4 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จากนั้นนำไปปลูกชั่วอายุที่ 5 ถึง 6 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ตั้งแต่ฤดูนาปรัง 2541 ถึง ฤดูนาปรัง 2542 จนได้สายพันธุ์ CNT96028-21-1-PSL-1-1 ปลูกศึกษาพันธุ์ฤดูนาปรัง 2543 และเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานีฤดูนาปี 2544 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

4) การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติรับรองพันธุ์ชื่อ กข41 เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูก เมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2552

5) ลักษณะประจำพันธุ์

(1) เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสงความสูงประมาณ 104 เซนติเมตร

(2) อายุเก็บเกี่ยว 105 วัน

(3) กอตั้ง ต้นแข็ง ใบและกาบใบสีเขียว ใบธงตั้งตรงคอรวงโผล่พ้นจากกาบใบธงเล็กน้อย ยอดเกสรตัวเมียสีขาว

(4) เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง เปลือกเมล็ดมีขนสั้น รูปร่างเรียว

(5) เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา 10.40 x 2.5 x 2.0 มิลลิเมตร

(6) เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา 7.7 x 2.2 x 1.8 มิลลิเมตร

(7) ปริมาณอมิโลสสูง (27.15 เปอร์เซ็นต์)

(8) คุณภาพการสีดีได้ข้าวเต็มเมล็ด

(9) ระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ประมาณ 9 ถึง 10 สัปดาห์

6) ผลผลิต เฉลี่ย 772 กิโลกรัมต่อไร่

7) ลักษณะเด่น

(1) ผลผลิตสูง มีเสถียรภาพดี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 722 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าสุพรรณบุรี 1 (645 กิโลกรัมต่อไร่) และชัยนาท 1 (640 กิโลกรัมต่อไร่) คิดเป็นร้อยละ 12 และ 13 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากพิษณุโลก 2 (719 กิโลกรัมต่อไร่)

(2) ค่อนข้างต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคไหม้

(3) คุณภาพเมล็ดทางกายภาพดีเป็นข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียว ท้องไข่น้อย คุณภาพการสีดี สามารถสีเป็นข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ได้

8) ข้อควรระวัง อ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง ไม่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงเกินไปจะทำให้เกิดโรครุนแรง อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตจังหวัดนครปฐมและปทุมธานีการปลูกในช่วงกลางเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน จะกระทบอากาศเย็นทำให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ

9) พื้นที่แนะนำ เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่นาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง สำหรับเป็นทางเลือกของเกษตรกรในการป้องกันการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ปริมาณผลผลิตข้าวในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2557 ถึง 2558 แสดงดังตารางที่ 2.2 พบว่าปริมาณผลผลิตข้าวได้ลดลงจากปี พ.ศ. 2556 ถึง 2557 ถึง 11.26 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนที่ลดลงมากเกิดจากผลผลิตข้าวนาปรัง ซึ่งเกิดการขาดแคลนน้ำและภัยธรรมชาติต่างๆ จึงเป็นผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวของเกษตรกรลดลง

ตารางที่ 2.2 ปริมาณผลผลิตข้าวในประเทศไทย [5]

รายการ	ผลผลิตข้าว (ล้านตันข้าวเปลือก)							
	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	+/-
	2552	2553	2554	2555	25526	2557	2558	เปอร์เซนต์
ผลผลิตรวม	31.75	32.40	36.00	38.10	38.00	36.76	32.62	-11.26
นาปี	23.24	23.43	25.74	25.87	27.23	27.09	27.11	0.07
นาปรัง	8.51	8.96	10.26	11.24	10.78	9.67	5.51	-43.02

พันธุ์ข้าวที่นำมาทดสอบการประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) คือ พันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80), พันธุ์ กข35 (รังสิต 80) และพันธุ์ กข41 จากข้อมูลพันธุ์ข้าวที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าชนิดพันธุ์ข้าวแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียของปริมาณผลผลิต การทนทานต่อโรคและแมลงแตกต่างกันออกไป ซึ่งถ้าเกษตรกรสามารถดูแลต้นข้าวให้ปลูกในพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสมกับชนิดพันธุ์ข้าวนั้นๆ การให้ปริมาณน้ำที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวและปลูกในเดือนเพาะปลูกที่เหมาะสม ก็จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตที่มีคุณภาพ

2.2 การพัฒนาวิธีการนวดข้าว

การนวดข้าวเป็นขั้นตอนเกือบสุดท้ายของการทำนาหลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ก็จะต้องแยกเมล็ดข้าวออกจากรวงข้าวแล้วแยกเมล็ดข้าวลีบและฟางข้าวออกไป เพื่อให้ได้เฉพาะเมล็ดข้าวเปลือกที่ต้องการกระบวนการที่เรียกว่าการนวดข้าวมีหลายวิธี คือ

2.2.1 วิธีการนวดข้าวแบบดั้งเดิม

ประกอบด้วย วิธีที่ใช้แรงงานคนอย่างเดียว และวิธีที่ใช้แรงงานสัตว์ควบคู่ไปกับการใช้แรงงานคนวิธีใช้แรงงานคนอย่างเดียวแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

2.2.1.1 วิธีการตี

เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อนนวดข้าวชาวนาจะขนฟ่อนข้าวมากองรวมไว้บนลานนวดเสียก่อน แล้วใช้เสื่อลำแพนปูลงกับลานนวดวิธีการนวดนั้น ชาวนาจะมีไม้ไผ่สองท่อนผูกติดกันด้วยเชือกหนังควายใช้สำหรับจับฟ่อนข้าวและตีใส่แผ่นกระดานที่วางเอียงได้มุมพอเหมาะตีจนกว่าเมล็ดข้าวเปลือกจะหลุดออกจากฟางได้หมด ในภาคเหนือนั้น วิธีการนวดแบบการตีนั้นแตกต่างจากภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่บ้าง คือ ชาวนาจะไม่นิยมทำลานนวด แต่จะใช้ครุทำด้วยไม้ไผ่ยกเคลื่อนที่ไปยังกองฟ่อนข้าวที่ตากแห้งไว้เป็นหย่อมๆ วิธีการนวดนั้นชาวนาใช้ไม้ตีแบบเดียวกับที่ใช้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตีกับด้านข้างของครุ เมล็ดข้าวเปลือกจะหลุดลงไปในครุหลังจากตีกองข้าวแห่งหนึ่งเสร็จแล้วก็เคลื่อนครุไปที่กองข้าวต่อไปและตีข้าวเปลือกจนหมดแปลง การทำความสะอาดทำพร้อมกับการตีเครื่องมือที่ใช้ทำความสะอาด ทำด้วยไม้ไผ่สานคล้ายพัดซึ่งทางภาคเหนือเรียกว่า "วี" ใช้พัดโบกเอาสิ่งเจือปนต่างๆเช่น ข้าวลีบและเศษฟางต่างๆออกจากข้าวเปลือก ความสามารถในการนวดข้าวโดยการตีและทำความสะอาดข้าวประมาณ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อคน

รูปที่ 2.17 วิธีการตีข้าว [6]

2.2.1.2 ใช้เท้าย่ำ

เป็นวิธีที่ใช้กันในภาคใต้ของประเทศชาวนาในภาคนี้เก็บเกี่ยวข้าว โดยการเก็บเอาเฉพาะรวงข้าวเท่านั้นรวงข้าวที่เก็บมาจะรวมกันแล้วมัดเรียกว่า "เรียง" เรียงข้าวที่เก็บมาจากนาจะนำมากองรวมไว้ในยุ้งเมื่อต้องการนำไปสีเป็นข้าวสาร ชาวนาจะนำเอาเรียงข้าวมานวด การนวดข้าวแบบนี้ชาวบ้านเรียกว่า "การยีข้าว" โดยเอาเรียงข้าวมาวางใส่กระด้งหรือเสื่อครั้งละ 4 ถึง 5 เรียง แล้วใช้เท้าขยี้ไปมาจนเมล็ดข้าวเปลือกหลุดออกมาจากซังรวง การนวดแบบนี้ถ้านวดติดต่อกันนานๆ จะทำให้เจ็บปวดเท้ามาก อัตราการนวดข้าวแบบนี้จะนวดข้าวได้ประมาณ 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อคน การทำความสะอาดส่วนมากใช้แบบการโรย ซึ่งใช้ในกรณีที่มีลมแรง โดยใช้ภาชนะตักข้าวเปลือกโรยลงมาจากที่สูงและมีภาชนะรองรับข้าวเปลือก กระแสลมจะพัดเอาสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดข้าวเปลือก

รูปที่ 2.18 วิธีการใช้เท้าย่ำ [6]

2.2.2 วิธีนวดข้าวแบบใช้สัตว์

วิธีนวดข้าวแบบใช้สัตว์ใช้ควายหรือวัวนวดในลานนวดที่เตรียมไว้ ซึ่งใช้ทั่วๆไปในพื้นที่ที่ทำนามาก เช่น ภาคกลาง โดยการนำฟ่อนข้าวมาวางในลานนวดเรียงฟ่อนข้าวให้เป็นวงกลมหรือรูปรีตามขนาดของลาน (ลานนวดหมายถึงบริเวณพื้นที่ ซึ่งเตรียมไว้สำหรับนวดข้าวโดยมีการปรับพื้นที่ให้เรียบด้วยการยาด้วยมูลควายผสมน้ำ) การเรียงฟ่อนใช้วิธีตั้งกำข้าวเอาซังลงดิน ใช้เคียวตัดกำข้าวซึ่งเรียกว่าตัด "คะเน็ด" (ฟางหรือซังที่มัด) เพื่อให้รวงข้าวหลุด คนหนึ่งเรียงอีกคนหนึ่งตัดจนกระทั่งกองข้าวโตได้ขนาดก็ใช้ควายย่ำจำนวนควาย อาจจะใช้ตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้ถ้าใช้หลายตัวก็นำมาผูกกับเรียง "พวง" โดยผูกที่คอเป็นพวงๆ ละประมาณ 3 ถึง 4 ตัว แต่จะมีควายที่ชาวนาฝึกหัดไว้จนชำนาญอยู่ด้านในเวลานวดให้ควายย่ำซ้ำอยู่พักหนึ่งก็หยุดพักควาย ระหว่างหยุดพักชาวนาจะใช้ "ขอฉาย" ซึ่งเป็นด้ามไม้ไผ่ยาวที่ปลายมีเหล็กปลายงอติดอยู่ทำการสงฟางที่ถูกนวดสะอาดแล้ว

ออกไป ถ้ายังมีเมล็ดข้าวติดอยู่ก็ใช้ขอฉายสงขึ้นมาไว้ข้างใน ทำอย่างนี้อยู่ประมาณ 3 ครั้งในข้าว 1 กอง หรือ 1 ตกในการตรวจดูฟางว่าสะอาดดีหรือไม่ ก็ดูด้วยสายตาหรือถ้าเป็นตอนกลางคืนก็ใช้ฟางเผาไฟดู ถ้ายังมีเมล็ดข้าวติดอยู่มากก็จะมีเสียงดังเกิดขึ้น เมื่อนวดเสร็จแล้วก็สงฟางออกให้มากที่สุด คงเหลือแต่เศษฟาง และให้ข้าวปะปนอยู่ในกองข้าวอัตราการนวดประมาณ 170 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อควาย 2 ตัว

รูปที่ 2.19 วิธีนวดข้าวแบบใช้สัตว์ [6]

2.2.3 วิธีการนวดข้าวที่พัฒนาขึ้น

2.2.3.1 ใช้รถไถเล็ก รถไถขนาดเล็กที่ใช้ย่ำนวดมีทั้งชนิด 2 ล้อ และ 4 ล้อการจัดฟ่อนข้าวเรียงบนลานนวดทำเช่นเดียวกับนวด อัตราการนวดข้าวด้วยรถไถ 2 ล้อและรถ 4 ล้อประมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเครื่อง และ 3,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเครื่อง ตามลำดับ ซึ่งยังไม่รวมถึงกรรมวิธีการทำความสะอาดฟางข้าวและการฝัดข้าวที่ต้องใช้เวลามาก

รูปที่ 2.20 วิธีการนวดข้าวแบบใช้รถไถเล็ก [6]

2.2.3.2 ใช้รถแทรกเตอร์ วิธีนี้เป็นวิธีการนวดข้าวที่ให้ผลิตผลสูงอีกวิธีหนึ่ง ใช้ลานนวดหลายลาน คือรถจะวิ่งจากลานหนึ่งประมาณครึ่งชั่วโมง หลังจากนั้นให้คนรุฟางโดยการไม่ให้เสียเวลารถแทรกเตอร์ จะวิ่งไปลานต่อไปหลังจากเมื่อนวดลานที่สองเสร็จแล้วและคนรุฟางข้าวจากลานแรกเสร็จแล้ว รถแทรกเตอร์จะรับจ้างนวดให้กับชาวนาในพื้นที่ใกล้เคียงหรือบางครั้งก็มีการรับจ้างข้ามจังหวัดการจัดวางฟ่อนข้าวรองรับน้ำหนักของรถ ทำให้เมล็ดแตกหักลดลงการเรียงฟ่อนข้าวจะเรียงได้หนากว่าวิธีอื่นๆ รถที่ใช้ย่ำบนฟ่อนข้าวต้องสูบลมยางให้ต่ำกว่าอัตราใช้งานปกติ เพื่อลดจำนวนเมล็ดข้าวแตกจากการกดทับและการเสียดสีของยางรถกับพื้นลานอัตราการนวดข้าวด้วย วิธีนี้ประมาณ 4,700 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเครื่อง ซึ่งยังไม่รวมถึงกรรมวิธีการทำความสะอาดฟางข้าวและการฝัดข้าวซึ่งจะต้องใช้เวลาอีกมาก เมล็ดที่ทำการนวดเรียบร้อยแล้วยังมีเศษฟางใบข้าวเศษวัชพืชและอื่นๆ ปะปนอยู่ โดยเฉพาะในที่ที่ใช้ลานดินนวดจะมีเศษดินปะปนมา จำเป็นอย่างยิ่งที่ชาวนาจะต้องทำความสะอาดเสียก่อน จึงจะนำเข้าเก็บในยุ้งฉางต่อไป การทำความสะอาดเมล็ดนั้น วิธีที่ชาวนาใช้กันมีอยู่หลายวิธี คือ

รูปที่ 2.21 วิธีการนวดข้าวแบบใช้รถแทรกเตอร์ [6]

2.2.3.3 โดยการสาดข้าว ชาวนาจะใช้พลั่วไม้สาดข้าวในกองขึ้นไปให้ลมพัดเอาเศษฟางข้าวลีบและใบข้าวปลิวออกไปจากกองข้าววิธีการนี้จะต้องอาศัยลมช่วย แต่วัตถุที่มีน้ำหนัก เช่น ก้อนดินจะไม่ปลิวออกไปแต่จะตกลงมารวมกับกองข้าวอีกในกรณีไม่มีลมช่วย อาจจะใช้พัดขนาดใหญ่โบกไปมา เพื่อให้พวกข้าวลีบหรือเศษฟาง ฯลฯ ปลิวออกไป

รูปที่ 2.22 วิธีการนวดข้าวโดยการสาดข้าว [6]

2.2.4 วิธีการนวดข้าวแบบใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ในระยะ 7 ถึง 8 ปี ที่ผ่านมาการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้างการท่องเที่ยว ซึ่งมีความต้องการใช้แรงงานเป็นอย่างมาก เกษตรกรในวัยหนุ่มสาวอันเป็นกำลังสำคัญในการผลิตผลิตผลการเกษตร จึงได้โยกย้ายเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรมเป็นอย่างมากตามไปด้วย โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวข้าวซึ่งต้องการแรงงานสูง เมื่อเกิดการขาดแคลนแรงงานทำให้เกิดการสูญเสียมากขึ้น เช่นเก็บเกี่ยวไม่ทันเวลา ค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นในอัตราสูง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำเครื่องมือเก็บเกี่ยวเข้ามาช่วยทดแทนแรงงานในส่วนนี้

รูปที่ 2.23 วิธีการนวดข้าวแบบใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว [6]

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเป็นเครื่องมือที่นำระบบเกี่ยวและนวดมารวมไว้ในเครื่องเดียวกัน ประกอบด้วย ระบบตัดลำต้นข้าว ระบบลำเลียงต้นข้าว ระบบนวด ระบบทำความสะอาด ระบบพ้น

ฟางออกทางช่องออกฟาง และระบบลำเลียงเมล็ดลงช่องทางออกเมล็ด ซึ่งจะทำงานต่อเนื่องกันคือ เครื่องตัดต้นข้าวและส่งต้นข้าวเข้าเครื่องนวด เพื่อแยกเมล็ดข้าวแล้วทำความสะอาดและแยกฟางข้าวจากเมล็ดข้าว เมล็ดข้าวจะถูกส่งเข้าบรรจุในกระสอบอันเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน ซึ่งทำงานได้รวดเร็วและประหยัดแรงงานมาก แต่ก็มีข้อเสียในเรื่องแรงกดที่กระทำกับพื้นดิน เนื่องจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีน้ำหนักมาก น้ำหนักอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 ตัน แล้วแต่ขนาด ซึ่งน้ำหนักกดที่กระทำกับพื้นดินนี้จะทำให้เกิดชั้นดินดาน เกษตรกรต้องเสียค่าจ้างในการทำลายชั้นดินดาน

เครื่องเกี่ยวนวดได้มีการพัฒนาสร้างโดยกองเกษตรวิศวกรรม กรมการข้าวในราวปี พ.ศ. 2500 ถึง 2506 จากนั้นราวปี พ.ศ. 2522 ได้มีการนำเข้าเครื่องเกี่ยวนวดจากประเทศญี่ปุ่นมาทดสอบและเผยแพร่โดยหน่วยงานของรัฐและบริษัทเอกชน เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบญี่ปุ่นเป็นแบบเกี่ยวนวดเฉพาะรวงข้าวทั้งประเภทนั่งขับและประเภทเดินตาม มีหน้ากว้างของการตัดตั้งแต่ 0.65 ถึง 1.50 เมตร มีความสามารถในการทำงานเฉพาะข้าวต้นตั้งได้ถึง 10 ถึง 15 ไร่ต่อวัน

ในปี พ.ศ. 2524 บริษัทเอกชนในประเทศไทยได้นำเข้าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวของประเทศสหรัฐอเมริกาเข้ามาทดลองใช้ เป็นแบบเกี่ยวนวดทั้งต้น มีหน้ากว้างของการตัดตั้งแต่ 3 ถึง 5 เมตร ความสามารถในการทำงาน 20 ถึง 40 ไร่ต่อวัน ส่วนเครื่องเกี่ยวนวดแบบญี่ปุ่นและแบบประเทศตะวันตกนั้นไม่สามารถใช้งานได้ดีกับพื้นที่ของประเทศไทย เนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้

2.2.4.1 สภาพพื้นที่

โดยปกติในขณะเกี่ยวข้าวหากสภาพพื้นที่ยังมีน้ำขังอยู่ ดินก็จะอยู่ในสภาพอ่อนตัว เครื่องทั้งสองชนิดจะไม่สามารถทำงานได้ โดยเฉพาะเครื่องจากประเทศตะวันตกจะจมลึกมาก เนื่องจากน้ำหนักมากเกินไป (น้ำหนักเครื่องเปล่า 8 ถึง 10 ตัน) ในกรณีสภาพของพื้นดินแห้งและแข็ง เครื่องแบบตะวันตกสามารถทำงานได้ดี แต่เครื่องแบบญี่ปุ่นจะเกิดปัญหา เนื่องจากอายุของสายพานตีนตะขาบแบบยางจะสึกหรอหรือเสื่อมคุณภาพเร็ว

2.2.4.2 สภาพของต้นข้าว

เครื่องเกี่ยวนวดจะสามารถเกี่ยวข้าวต้นตั้งได้ดี แต่ในกรณีที่ต้นข้าวล้ม ซึ่งพบมากในประเทศไทย เกิดจากลมและพายุฝน จึงทำให้เครื่องเกี่ยวนวดทั้งสองชนิดนี้ทำงานได้ช้ามากและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต่ำลงมาก

2.2.4.3 ขนาดของแปลงนา

ขนาดของแปลงนาจะต้องมีขนาดใหญ่ ไม่ควรน้อยกว่า 3 ถึง 4 ไร่ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวจึงสามารถทำงานอย่างประสิทธิภาพสูง เพราะถ้าขนาดของแปลงนาเล็กกว่านี้ จะทำให้เสียเวลาใน

การตัดขอบแปลงและเหลือพื้นที่เก็บเกี่ยวน้อย จึงทำให้เสียวเวลาในการเก็บเกี่ยวและอัตราการสิ้นเปลืองปริมาณน้ำมันเชื่อเพลิง

2.2.4.4 ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวจากต่างประเทศมีราคาสูงจนเกษตรกรไม่สามารถซื้อไปใช้งานได้ ถึงแม้ว่าจะนำไปรับจ้างเกี่ยวก็ตาม เนื่องจากระยะเวลาคืน จุดคุ้มทุนยาวเกินไป และมีค่าซ่อมแซมดูแลรักษาสูง

2.2.4.5 อะไหล่และอุปกรณ์

อะไหล่และอุปกรณ์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสึกหรอเร็วและหาซื้อได้ยาก เนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งยังมีราคาแพง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะดัดแปลงและซ่อมแซมเอง เพื่อลดค่าใช้ในการซื้ออะไหล่ใหม่

2.2.5 อัตราการนวดข้าวด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการเก็บเกี่ยวและนวดข้าวได้มีการพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ เนื่องจากปริมาณผลผลิตในแปลงนามีมาก จึงต้องคิดวิธีการเก็บเกี่ยวและนวดข้าวให้ได้รวดเร็วเพื่อทันกับผลผลิตที่ออกมา เพราะถ้าเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ทัน ข้าวมีอายุมากเกินไปจะทำให้ข้าวแห้งและร่วงหล่นได้ง่าย ดังตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าอัตราการนวดข้าวด้วยเครื่องนวดข้าวได้ปริมาณผลผลิตที่สูงมาก เมื่อเทียบกับอัตราการนวดข้าวโดยใช้ค้นตีแบบในสมัยก่อน

ในปัจจุบันเครื่องนวดข้าวนิยมใช้น้อยลง เนื่องจากมีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ามา เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว เกี่ยวและนวดข้าวไปพร้อมๆ กัน ได้ปริมาณผลผลิตสูง แต่ต้องปรับความเร็วในการทำงานของระบบต่างๆ ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม เช่น ความเร็วในการตัดและความเร็วหน้าเกี่ยวต้องมีความสัมพันธ์กัน ความเร็วลูกนวด ความเร็วของพัดลมทำความสะอาด เพื่อให้อัตราการสูญเสียในการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด

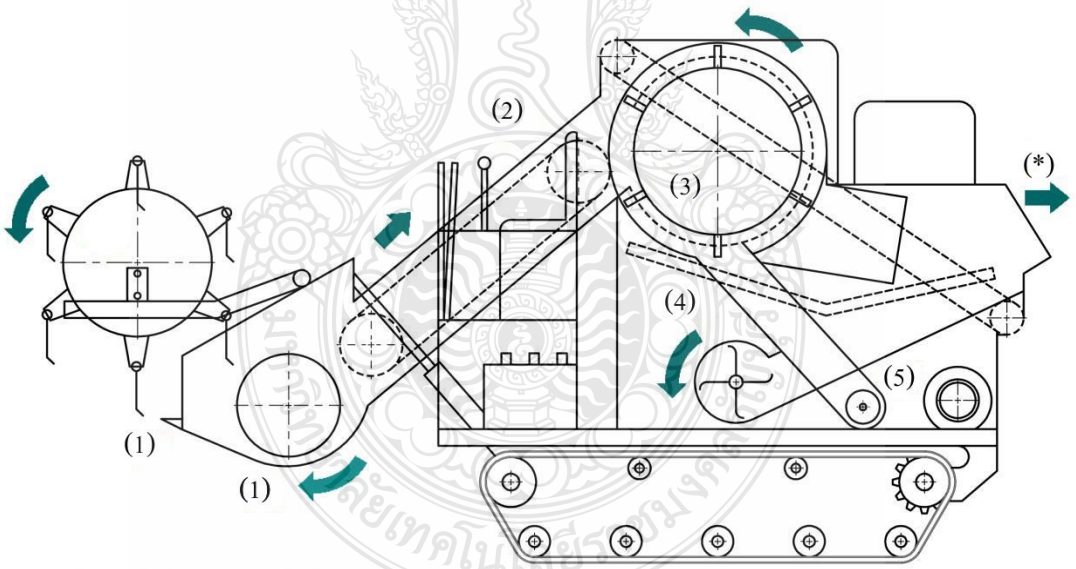
ตารางที่ 2.3 อัตราการนวดข้าวด้วยวิธีต่างๆ [6]

อัตราการนวดข้าว	ปริมาณผลผลิต	หน่วย
อัตราการนวดข้าวโดยใช้คนตี	0.06	ตันต่อชั่วโมงต่อคน
อัตราการนวดข้าวโดยใช้ใช้สัตว์ย่ำ	0.17	ตันต่อชั่วโมงควาย 2 ตัว
อัตราการนวดข้าวโดยใช้รถไถ 2 ล้อ	2	ตันต่อชั่วโมงต่อเครื่อง
อัตราการนวดข้าวโดยใช้รถแทรกเตอร์ใหญ่	5	ตันต่อชั่วโมงต่อเครื่อง
อัตราการนวดข้าวโดยใช้เครื่องนวดข้าว	1 ถึง 3	ตันต่อชั่วโมงต่อเครื่อง

2.3 ขั้นตอนการทำงานและส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

2.3.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ลักษณะการทำงานในขณะเกี่ยวข้าวนั้น เมื่อหัวเกี่ยวเริ่มทำงานแล้ว ต้นข้าวจะถูกโน้มให้เข้ามาหาใบมีดโดยล้อโน้มข้าว เมื่อต้นข้าวถูกตัดต้นข้าวจะถูกลำเลียงไปโดยเกลียวลำเลียงหน้าหัวเกี่ยวแล้วป้อนไปที่โซ่ลำเลียง เพื่อช่วยในการป้อนไปยังลูกนวด ซึ่งประกอบด้วยฟันของลูกนวดที่มีลักษณะเป็นซีเหล็กกลม ฟันของลูกนวดจะพาฟ่อนข้าวเคลื่อนที่ไปรอบๆ ลูกนวดในลักษณะคล้ายเกลียวสว่านไปตามแกนลูกนวดและฟาดถูกับตะแกรงนวด ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกหลุดออกจากรวงข้าว ในขณะเดียวกันฟางข้าวจะถูกพาเคลื่อนต่อไปจนกระทั่งถูกส่งออกไปจากเครื่องเกี่ยวนวดที่ช่องทางออกฟาง โดยใบส่งฟางของลูกนวดเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกนวดจะหลุดออกจากกรวงข้าว พร้อมทั้งเศษฟางและสิ่งเจือปนขนาดเล็กจะร่วงผ่านตะแกรงนวดลงบนตะแกรงโยก ซึ่งสั่นไปมาเศษฟางจะถูกแยกออกทิ้งไป ขณะเดียวกันพัดลมที่ทำหน้าที่เป่าลมสวนขึ้นไปบนตะแกรงโยก เพื่อแยกเมล็ดข้าวทับและสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งเมล็ดข้าวเปลือกที่สะอาดจะร่วงผ่านรูตะแกรงโยก



(1) ล้อโน้มต้นข้าว ใบมีดตัดต้นข้าว เกลียวลำเลียง

(2) โซ่ลำเลียง

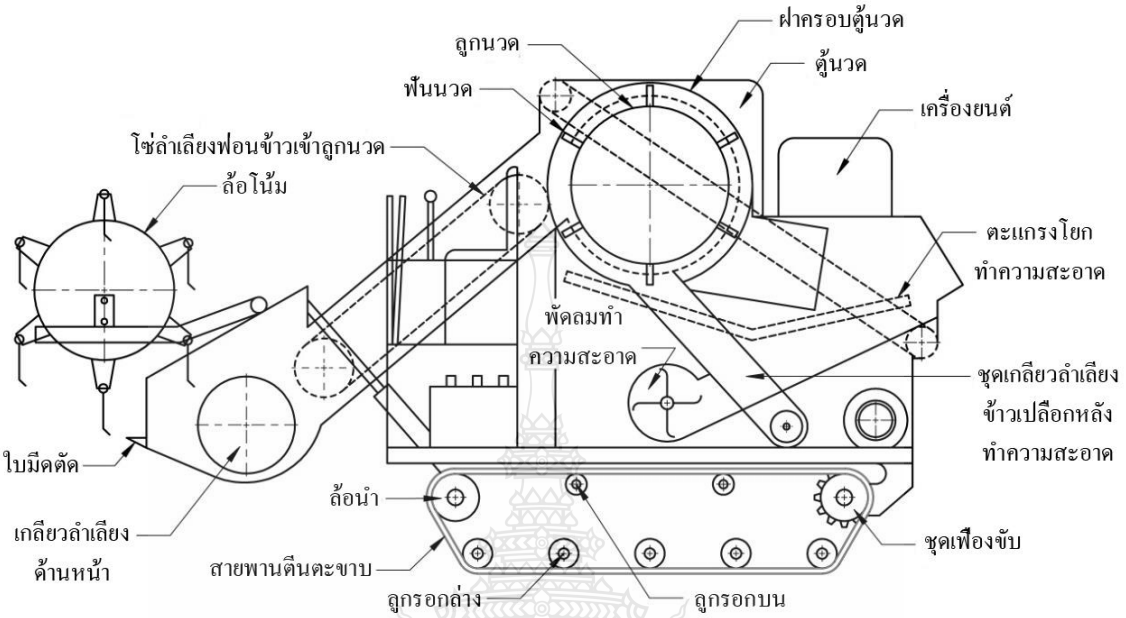
(3) ลูกนวดข้าว (*)ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน

(4) พัดลม ตะแกรงโยกทำความสะอาด (*)ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน

(5) เกลียวลำเลียงเมล็ดข้าวสะอาด

รูปที่ 2.24 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว [7]

2.3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว [7]

2.3.2.1 ชุดหัวเกี่ยว

เป็นชุดที่ทำหน้าที่ตัด รวบรวมต้นข้าวและลำเลียงต้นข้าว เพื่อส่งเข้าชุดคอลำเลียงและส่งต่อไปยังชุดนวด ประกอบด้วย ล้อโน้มทำหน้าที่โน้มต้นข้าวให้เข้ามาหาชุดใบมีด ชุดใบมีดตัดต้นข้าว และส่งต่อเข้ามายังเกลียวลำเลียงหน้า เพื่อรวบรวมต้นข้าวมายังส่วนกลางของชุดหัวเกี่ยวสำหรับส่งเข้าชุดคอลำเลียง เพื่อกวาดพาต้นข้าวที่เกลียวลำเลียงหน้าส่งเข้ามา และพาส่งต่อไปยังชุดนวด

1) ล้อโน้ม

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่โน้มต้นข้าวให้เข้ามาให้ชุดใบมีดตัด ถ้าล้อโน้มมีการปรับตั้งที่ไม่เหมาะสมจะเกิดความสูญเสียในส่วนหน้าหัวเกี่ยวสูง จึงควรปรับตั้งความเร็วล้อโน้ม และระยะห่างระหว่างปลายซี่โน้มกับราวใบมีด

2) เกลียวลำเลียงด้านหน้า

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงต้นข้าวที่ถูกตัดจากชุดใบมีดด้านข้างมายังตำแหน่งตรงกลางของเกลียวลำเลียง เพื่อส่งต่อไปยังโซ่ลำเลียง และนำต้นข้าวเข้าสู่ระบบนวดต่อไป

3) เดือยผลุบโผล่

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตีฟางที่ลำเลียงมาจากเกลียวลำเลียงทางด้านข้างเข้าสู่ชุดโซ่ลำเลียง ติดตั้งบริเวณส่วนกลางของเกลียวลำเลียงด้านหน้า

4) โซ่ลำเลียงฟ่อนข้าวเข้าตัวลูกนวด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลากหรือกวาดฟ่อนข้าวที่ถูกตัดจากชุดหัวเกี่ยวส่งเข้าไปยังชุดนวด โซ่ลำเลียงจะมีลักษณะเป็นโซ่ที่มีเหล็กเป็นขั้นๆ ตัวเหล็กนี้จะเป็นตัวที่คอยลากหรือกวาดฟ่อนข้าวขึ้นไปยังชุดนวด

5) ชุดเหวี่ยงใบมีด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ให้ชุดใบมีดเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและทางขวา โดยจะเปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นแบบเส้นตรง ส่วนล้อเหวี่ยงจะหมุนอิสระบนเพลาของเกลียวลำเลียงด้านหน้า ซึ่งได้รับการส่งกำลังมาจากเพลาโซ่ลำเลียง

6) ใบมีดตัด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตัดต้นข้าว สิ่งสำคัญคือ ความเร็วใบมีด ความคมของใบมีด ใบมีดที่มีอายุการทำงานมากขึ้นจะมีความคมของใบมีดลดลงเนื่องจากการสึกหรอ ความคมของใบมีดที่น้อยทำให้การตัดต้นข้าวไม่ดีนักหรือตัดได้ยากขึ้น บางครั้งทำให้เกิดการรูดรวงส่งผลต่อความสูญเสียจากการเกี่ยวที่สูงขึ้น ควรปรับใบมีดให้อยู่กึ่งกลางร่องของการ์ดโดยไม่ให้ใบมีดสัมผัสกับการ์ด เพื่อไม่ให้เสียดสีและสึกหรอสูงและต้องใช้แรงในการตัดที่สูงขึ้น และควรปรับตั้งการ์ดใบมีดอยู่เสมอ

2.3.2.2 ชุดนวดและทำชุดทำความสะอาด

เป็นชุดที่ทำหน้าที่ต่อจากชุดหน้าเกี่ยวซึ่งจะทำการลำเลียงต้นข้าวที่ได้จากการตัดของใบมีดผ่านมาทางเกลียวลำเลียงด้านหน้าและส่งต่อมายังโซ่ลำเลียงจึงเข้าสู่ชุดนวด ซึ่งจะมีซี่นวดที่ทำหน้าที่ในการฟาดต้นข้าวกับตัวของตะแกรงนวดข้าว ซึ่งจะมีช่วงที่ห่างกันระหว่างซี่นวดกับตะแกรงนวด 1 เซนติเมตร เพื่อให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากต้นข้าวและหล่นลงมายังตะแกรงโยก จากนั้นพัดลมจะพัดเศษฟางที่ตกลงมาพร้อมเมล็ดลีบข้าวให้ปลิวออกไป ส่วนเมล็ดข้าวดีก็จะตกลงมายังเกลียวลำเลียงเพื่อลำเลียงเมล็ดข้าวออกยังช่องเมล็ดข้าวดีรายละเอียดส่วนต่างๆ มีดังนี้

1) ตู้นวด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ใช้ยึดติดชิ้นส่วนต่างๆ โครงตู้นวดจะต้องมีความแข็งแรง เพื่อรองรับน้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ โดยในส่วนนี้จะประกอบ คือ ลูกนวด ตะแกรงโยก รางลำเลียงเมล็ดข้าวปล่องทางออกฟาง และพัดลมทำความสะอาด รวมอยู่ในชุดโครงสร้างส่วนใหญ่

2) ฝาตู้นวด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นฝาปิดตู้นวด ทำจากเหล็กแผ่น เป็นรูปครึ่งวงกลม ด้านในติดครีบเฉียง เพื่อเป็นการลำเลียงฟางข้าวให้ออกไปยังพัดลมเป่า

3) ลูกนวด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ฟาด ตี และหมุนเหวี่ยงต้นข้าวให้ฟาดตีกับตะแกรงรอบลูกนวด และแยกเมล็ดข้าวเปลือกออกจากรวงข้าว นับเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีผลทางด้านความสูญเสีย ประสิทธิภาพ และอัตราการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

4) ฟันนวด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นวดต้นข้าวให้เมล็ดข้าวเปลือกหลุดออกจากต้นข้าว โดยจะตีนวดต้นข้าวที่ถูกส่งมาจากสายพานลำเลียงเข้าตู้นวด ซึ่งทำจากเหล็กเส้นขนาดต่างๆ ติดอยู่บริเวณแกนลูกนวด ฟันของลูกนวดต้องมีขนาดความยาวที่เหมาะสม เพื่อประสิทธิภาพในการนวด

5) ครีบ

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บังคับให้ต้นข้าวที่ถูกตีหรือหมุนอยู่ในชุดนวด โดยให้ไหลไปตามความยาวของแกนเพลาลูกนวด ฉะนั้นความเร็วในการไหลของวัสดุจึงขึ้นอยู่กับมุมของครีบวงเดือน โดยมุมครีบวงเดือนจะต้องปรับให้มีองศาที่เหมาะสม เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวข้าว ยึดอยู่กับตะแกรงนวดบน ทำหน้าที่

6) พัดลมทำความสะอาด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกเศษฟางและเศษฝุ่นละออง โดยพัดลมจะเป่าเมล็ดข้าวเปลือกลีบที่มีน้ำหนักเบากว่าเมล็ดข้าวเปลือกดีให้ลอยขึ้น และพัดทิ้งไปด้านท้ายเครื่อง โดยการทำงานจะทำงานร่วมกับตะแกรงทำความสะอาดและแผ่นกั้นท้าย

7) ตะแกรงโยกทำความสะอาด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแยกสิ่งเจือปนที่มีรูปร่างที่ยาวและหรือใหญ่กว่าเมล็ดข้าว เช่น เศษฟาง เศษหิน หรือดิน ให้ออกจากเมล็ดข้าวเปลือก เป็นการคัดแยกที่ต่อเนื่องจากการคัดแยกที่ตะแกรงนวด ตะแกรงคัดแยกนี้อยู่ระหว่างชุดนวดกับพัดลมทำความสะอาด มีการทำงานแบบโยกไปมา จนมักจะเรียกว่า ตะแกรงโยก

8) แผ่นกั้นท้าย

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กั้นวัสดุที่ถูกเป่าออกท้ายตะแกรงและแผ่นกั้นท้าย โดยกั้นรวงข้าวที่ยังนวดไม่หมดให้กลับไปนวดซ้ำ หากแผ่นกั้นท้ายสูง การดักรวงข้าวที่ติดเมล็ดข้าวได้ดีกว่าแผ่นกั้นท้ายที่ต่ำ จะทำให้มีความสูญเสียจากการทำความสะอาดน้อยกว่า แต่ก็สามารถดัก

สิ่งเจือปนที่จะถูกเป่าออกได้เช่นกัน ถ้าสิ่งเจือปนถูกดักมาก จะมีผลให้เกลียวลำเลียงข้าวเปลือกหลังการทำความสะอาดเกิดการติดขัดได้

9) ชุดเกลียวลำเลียงข้าวเปลือกหลังทำความสะอาด

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการนวดและทำความสะอาดแล้ว ไปบรรจุกระสอบหรือลงถังเก็บเมล็ดข้าวเปลือก และชุดเกลียวลำเลียงกลับไปนวดซ้ำ ยังทำหน้าที่ลำเลียงรวงที่นวดไม่หมดให้กลับเข้าไปนวดซ้ำ

2.3.2.3 ชุดช่วงล่าง

เป็นชุดที่ทำหน้าที่รองรับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเกี่ยวนวดทั้งหมด และยังเป็นส่วนที่ยึดเกาะกับพื้นเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ มีลักษณะเดียวกับรถแทรกเตอร์ตีนตะขาบ ซึ่งประกอบไปด้วย โครงเครื่องล่าง โซ่ ล้อขับ ล้อนำ ลูกกลิ้งโซ่บน ลูกกลิ้งโซ่ล่าง และตีนตะขาบ

1) โครงล่าง

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ใช้รับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักของชุดอุปกรณ์ทั้งหมดได้ ซึ่งโครงด้านล่างนั้นจะเป็นส่วนที่รองรับการยึดติดของล้อเฟือง เครื่องยนต์ ปั๊มไฮดรอลิกส์ มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ลูกรอกและชุดเฟืองส่งกำลัง โดยโครงล่างส่วนใหญ่จะทำงานเหล็กตัวซี หรือเหล็กบีม เพราะเหล็กประเภทนี้มีความแข็งแรงสูง สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี

2) ชุดเฟืองขับ

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสายพานตีนตะขาบ สามารถถ่ายทอดกำลังด้วยอัตราทดต่างๆ มีลักษณะเป็นล้อมีฟันโดยรอบ โดยรับกำลังขับจากชุดเฟืองท้าย ถ่ายทอดกำลังให้กับสายพานตีนตะขาบ ซึ่งจะหมุนงัดพาให้บูทของสายพานตีนตะขาบขยับเคลื่อนที่ไป ส่งผลให้สายพานตีนตะขาบเคลื่อนที่ไปด้วย และแผ่นตีนตะขาบซึ่งกดอยู่บนพื้นก็จะทำให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปบนรางโซ่

3) เครื่องยนต์

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งกำลังให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่และยังทำหน้าที่ส่งกำลังให้ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่างๆ ทำงาน เครื่องยนต์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน เป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Engine) ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลหรือเครื่องมือกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อน อันเกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบมาเป็นพลังงานกลได้ เครื่องยนต์ที่ใช้จะมีหลายขนาด ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

4) สายพานตีนตะขาบ

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและดันให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ไป ตลอดจนทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวลอยตัวได้ไม่จม มีลักษณะเป็นวงโซ่ซึ่งประกอบ ด้วยข้อโซ่สองแถวเป็นคู่ๆ ร้อยต่อกันด้วยบูท และสลัก สามารถม้วนตัวได้เป็นคู่ๆ และบนโซ่แต่ละคู่จะมีแผ่นตีนตะขาบยึดติดกันอยู่ข้อโซ่ที่ใช้กัน โดยส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กเหนียว เชื่อมต่อกันด้วยบูทและสลัก ส่วนมากโรงงานที่ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจะทำการผลิตขึ้นเอง แผ่นตีนตะขาบ แผ่นตีนตะขาบที่ใช้โดยทั่วไปทำจากแผ่นไม้ แผ่นเหล็ก หรือแผ่นยาง ขนาดหน้ากว้างประมาณ 80 เซนติเมตร ความยาวของหน้าสัมผัสประมาณ 250 เซนติเมตร ซึ่งทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงในดินอ่อน โดยขนาดหน้ากว้างและขนาดความยาวของสายพานตีนตะขาบจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

5) ล้อนำ

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตึงสายพานตีนตะขาบ เพื่อไม่ให้สายพานตีนตะขาบหย่อยหรือหลุดขณะทำงาน และยังเป็นตัวบังคับทิศทางการตะกรุยของสายพานตีนตะขาบ มีลักษณะเป็นวงล้อกลม และทำเป็นสันตรงกลางของขอบล้อ ล้อนำติดตั้งอยู่บนเฟรมโดยมีขาไก่เป็นตัวยึด สามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามแนวของเฟรม การตึงเลื่อนล้อนำ มีการตึงแบบเกลียวเลื่อนเข้าเลื่อนออก และแบบใช้กระบอกอัดจารบีในการเลื่อนเข้าเลื่อนออก

6) ลูกรอกบน

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รองรับสายพานตีนตะขาบไม่ให้ตกท้องช้างมาก และเป็นตัวบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพานตีนตะขาบด้านบน ลูกรอกบนจะมีประมาณ 2 ถึง 3 ลูก โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของสายพานตีนตะขาบ ลักษณะของลูกรอกจะประกอบด้วย เพลาลูกปืน และลูกรอก ควรตรวจสอบอายุการใช้งานของลูกปืน เพราะหากไม่มีการดูแลจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต่ำลงอย่างมาก

7) ลูกรอกล่าง

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของตัวเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ถ่ายทอดลงบนบนสายพานตีนตะขาบ และช่วยประคองสายพานตีนตะขาบขณะบิดเลี้ยว เพื่อไม่ให้สายพานตีนตะขาบหย่อยหรือหลุดขณะทำงาน โดยวางเรียงเป็นแถวส่วนใหญ่ใช้ 7 ถึง 8 ลูก ภายในลูกรอกประกอบด้วย ลูกปืน 2 ถึง 4 ชุด ลูกปืนส่วนใหญ่จะเป็นลูกปืนเก่าทำให้อายุการใช้งานของลูกปืนสั้นลงมาก หากไม่มีการดูแลจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต่ำลงอย่างมาก

2.4 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีคำย่อ คือ (มอก.) หมายถึงข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด โดยจัดทำออกมาเป็นเอกสารและจัดพิมพ์เป็นเล่มภายในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แต่ละเล่มประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น เกณฑ์ทางเทคนิค คุณสมบัติที่สำคัญ ประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน คุณภาพของวัตถุที่นำมาผลิต และวิธีการทดสอบ เป็นต้น

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวกันอย่างแพร่หลาย และมีการทำในประเทศแล้ว เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อประโยชน์ต่อผู้ใช้ และเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องเกี่ยวข้าว ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ผู้ทำและผู้ใช้ภายในประเทศ และเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

มอก.146-2536 สายพานตัววีส่งกำลัง

มอก.768-2531 เครื่องนวดข้าวตามแกนลูกนวด

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ รับมาตรฐานระหว่างประเทศดังต่อไปนี้ มาใช้โดยการอ้างอิง

ISO 3767-1 : 1991 Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment – Symbols for operator controls and other displays – Part 1 : common symbols ในเรื่องการใช้สัญลักษณ์สำหรับสื่อความหมายในการควบคุมการปฏิบัติงานกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ

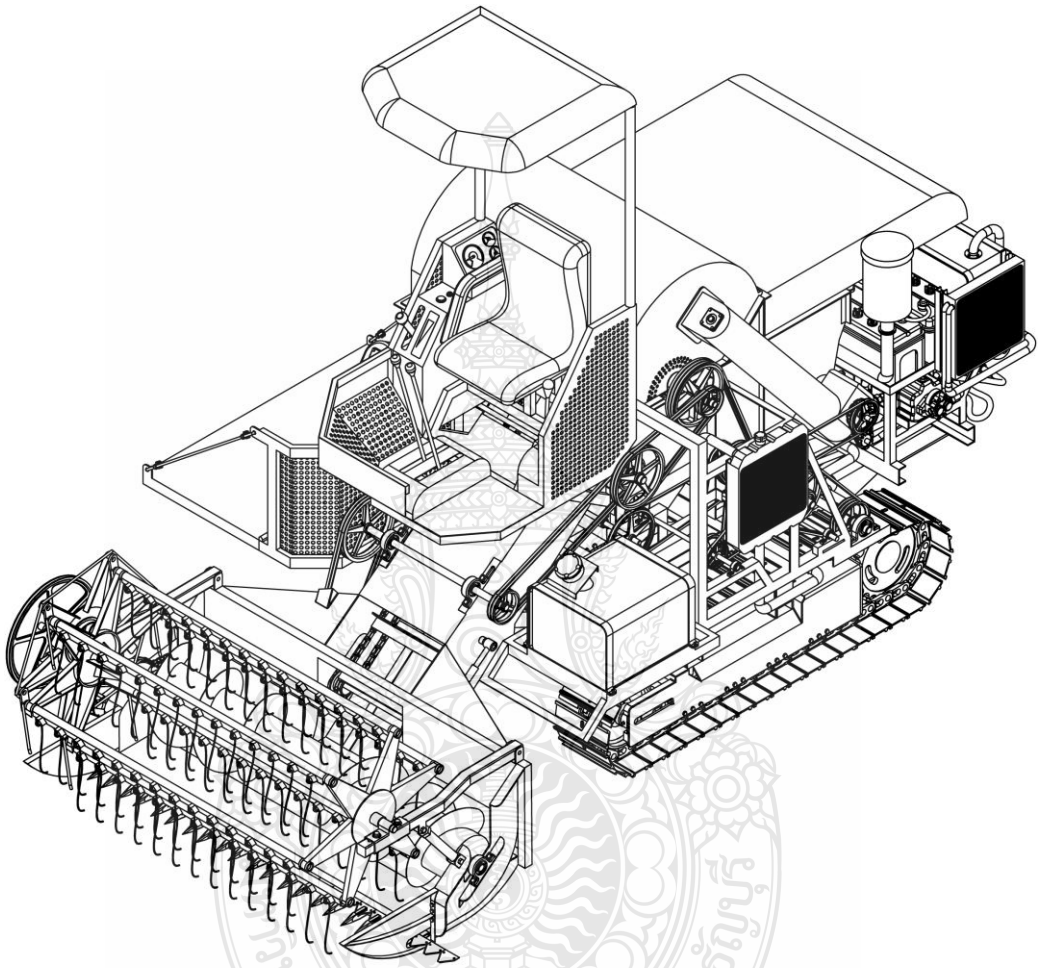
ISO 3767-2 : 1991 Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment – Symbols for operator controls and other displays – Part 2 : Symbols for agriculture tractors and machinery ในเรื่องการใช้สัญลักษณ์สำหรับสื่อความหมายในการควบคุมการปฏิบัติงานกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (มอก. 1428-2544) กำหนดคุณลักษณะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบที่เคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง (Self - propelled rice combine harvester) โดยใช้ล้อตีนตะขาบ ใช้ระบบตัดแบบใบมีดเคลื่อนที่ไปกลับ (Reciprocating cutter bar) และมีเครื่องยนต์ต้นกำลังในตัวเอง

2.4.1 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมส่วนประกอบและการทำ

2.4.1.1 ส่วนประกอบ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีส่วนประกอบหลัก แสดงดังภาพที่ 2.26



(1) โครงเครื่องส่วนล่าง
(2) ชุดขับเคลื่อน
(3) ล้อตีนตะขาบ
(4) ชุดเครื่องนวด
(5) เครื่องยนต์ต้นกำลัง
(6) สถานีบรรจุข้าวเปลือก
(7) สถานีควบคุม
(8) ชุดหัวเกี่ยว
(9) ล้อโน้มต้นข้าว
(10) หลังคา
(11) ช่องทางออกของเข้าเปลือก
(12) ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน
(13) หัวแบ่ง

รูปที่ 2.26 ตัวอย่างชิ้นส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว [8]

2.4.1.2 การทำ

1) ลูกนวดและฟันลูกนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 768

2) สายพานตัววีส่งกำลังของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 146

3) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีเกียร์เดินหน้า เกียร์ถอยหลัง อย่างน้อยเกียร์ละ 1 ระดับความเร็ว และเกียร์ว่าง

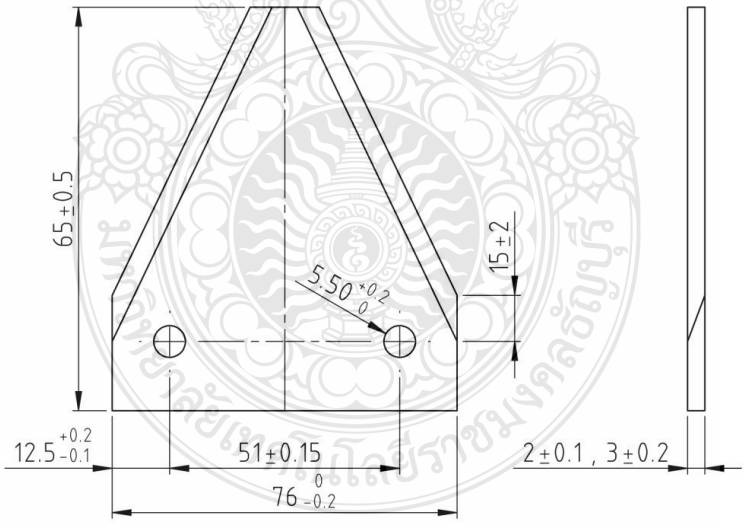
4) ระบบไฮดรอลิกและระบบขับเคลื่อน ต้องสามารถตรวจสอบระดับน้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันหล่อลื่นและถ่ายเปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันหล่อลื่นได้สะดวก

5) ระบบส่งกำลังของระบบเกี่ยวนวดต้องเป็นอิสระจากระบบขับเคลื่อน

6) สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อความหมายเกี่ยวกับการควบคุมการปฏิบัติงานหรือสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องเป็นไปตาม ISO 3767-1 และISO 3767-2

7) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีสัญญาณเตือนขณะถอยหลัง

8) ใบมีด (หน่วยมิลลิเมตร)

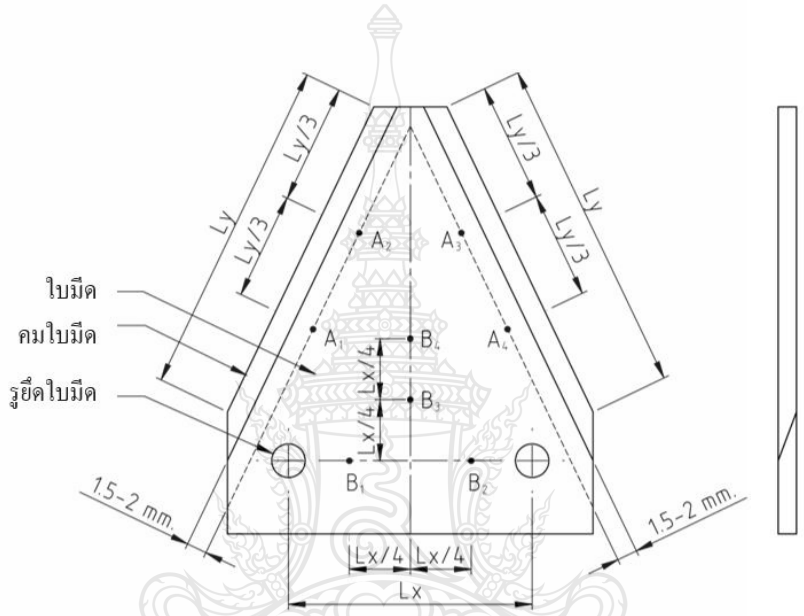


รูปที่ 2.27 มิติของใบมีด [8]

(1) มิติและเกณฑ์การวัดความคลาดเคลื่อนของใบมีด

(2) สมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของตัวใบมีดวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 244 เล่มที่ 3 ที่ตำแหน่ง แสดงดังภาพที่ 2.28 มีค่าระหว่าง 20 ถึง 35 HCR (ตำแหน่ง B1, B2, B3, B4)

(3) สมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของคมมีดวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 244 เล่มที่ 3 ที่ตำแหน่ง แสดงดังภาพที่ 2.28 มีค่าระหว่าง 48 ถึง 58 HCR (ตำแหน่ง A1, A2, A3, A4)



รูปที่ 2.28 ตำแหน่งวัดความแข็งของใบมีด [8]

2.4.2 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคุณลักษณะที่ต้องการ

2.4.2.1 ลักษณะทั่วไป

1) ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องอยู่ในตำแหน่งที่บังคับควบคุมการทำงานได้จากสถานีควบคุมเท่านั้น

2) ที่นั่งคนขับต้องปรับเลื่อนไปด้านหน้าหรือด้านหลังได้ และเมื่อปรับที่นั่งคนขับให้อยู่ที่ตำแหน่งที่ต้องการใดๆแล้ว ที่นั่งคนขับต้องตรึงแน่นที่ตำแหน่งนั้นๆ

3) ในกรณีที่พื้นที่สถานีควบคุมและสถานีบรรจุข้าวเปลือกของพนักงานบนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่สูงจากระดับพื้นที่มากกว่า 550 มิลลิเมตร ต้องมีบันไดขึ้นลงและพื้นผิวไม่ลื่น

4) พื้นของสถานีควบคุมและสถานีบรรจุข้าวเปลือกต้องอยู่ในระนาบราบ มีพื้นผิวไม่ลื่น ขอบด้านนอกของพื้นสถานีต้องมีความสูงอย่างน้อย 75 มิลลิเมตร ตามความยาวของขอบพื้นสถานีต้องมีราวลูกกรงซึ่งมีความสูงระหว่าง 1,000 มิลลิเมตร ถึง 10,000 มิลลิเมตร

5) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีอุปกรณ์รองรับหรือล็อค เพื่อรองรับหรือล็อคหัวเกี่ยวหรือชิ้นส่วนอื่นให้อยู่ในตำแหน่งที่สูงจากพื้นอย่างมั่นคง เพื่อความปลอดภัยในการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซม

6) ระบบส่งกำลังที่อยู่ในตำแหน่งที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ต้องมีฝาครอบซึ่งจะถอดออกได้โดยใช้เครื่องมือเท่านั้น และไม่เป็นอุปสรรคต่อการปรับแต่ง ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ

2.4.2.2 ความสูงของการตัด

เมื่อปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดต่ำสุด ความสูงของการตัดต้องไม่มากกว่า 100 มิลลิเมตร และเมื่อปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดสูงสุด ความสูงในการตัดต้องไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

2.4.2.3 แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน (Ground contact pressure)

แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน (ล้อตีนตะขาบ) ของเครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิน 30 กิโลพาสคัล

2.4.2.4 ความทนทาน

ระหว่างการทดสอบหรือหลังการทดสอบ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ และการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องปกติ

2.4.2.5 การทำงานภาคสนาม

เครื่องเกี่ยวนวดต้องผ่านการทดสอบการทำงานภาคสนามตามรายการต่างๆ ที่แสดงในแบบรายงานผลการทดสอบ ตามภาคผนวก ข โดย

1) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 90 เดซิเบล เอ

2) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ

3) การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องปกติ

2.4.3 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องหมายและฉลาก

2.4.3.1 ที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทุกเครื่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร

1) คำว่า "เครื่องเกี่ยวนวดข้าว"

2) แบบ (Model)

3) คำอธิบายย่อหรือสัญลักษณ์แสดงการใช้งาน วิธีการปรับแต่ง ความปลอดภัยในการใช้งาน และการบำรุงรักษา

4) ปี เดือนที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

2.4.3.2 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทุกเครื่อง ต้องมีคู่มือการแนะนำการใช้งานซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) คำว่า "เครื่องเกี่ยวนวดข้าว"

2) แบบ

3) พิกัด ความเร็วรอบที่กำหนด มวล และชนิดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง

4) ข้อกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องเกี่ยวนวด เช่น มิติ (กว้าง x ยาว x สูง) มวล ความกว้างหัวแบ่ง ช่วงความสูงจากพื้นถึงใบมีด (เมื่อใบมีดขนานกับพื้น) ความเร็วการเคลื่อนที่ในการใช้งาน

5) การใช้งาน วิธีการปรับแต่ง หรือความปลอดภัยในการใช้งาน

6) การบำรุงรักษา

7) รูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ พร้อมทั้งรายชื่อและหมายเลขชิ้นส่วน

8) รายงานผลการทดสอบ ตามภาคผนวก ข

2.4.3.3 ในกรณีใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.4.4 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินใจ

2.4.4.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบเดียวกัน มีส่วนประกอบเหมือนกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

2.4.4.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

1) การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบส่วนประกอบหรือการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมาย และฉลาก

2) ให้ชักตัวอย่างจากวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 1 ตัวอย่าง

3) ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 2.4.1 ข้อ 2.4.2 และข้อ 2.4.3 ในแต่ละรายการจึงถือว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.4.4.3 เกณฑ์ตัดสิน เครื่องเกี่ยวนวดต้องเป็นไปตามข้อ 2.4.4.2 จึงถือว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

2.5 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ข้อมูลจำเพาะที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM ประกอบด้วย แบบ ขนาด น้ำหนัก ขนาดตู้นวด ขนาดล้อตีนตะขาบ เครื่องยนต์ ส่วนขับเคลื่อน ส่วนล้อโน้ม ส่วนตัวเกี่ยว และการบรรจุเมล็ดส่วนนวด แสดงดังตารางที่ 2.4 ถึง ตารางที่ 2.8 ตามลำดับ

รูปที่ 2.29 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 [9]

รูปที่ 2.30 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G [9]

รูปที่ 2.31 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 [9]

รูปที่ 2.32 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G [9]

รูปที่ 2.33 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM [9]

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 [9]

ข้อมูลจำเพาะ	รายละเอียด
แบบ	ถังบรรจุเมล็ดข้าว
ขนาด	ความกว้าง 4,800 มิลลิเมตร ความยาว 2,175 มิลลิเมตร ความสูง 2,800 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	2,450 กิโลกรัม
ขนาดตู้นวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 620 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,615 มิลลิเมตร
ขนาดล้อตีนตะขาบ	ความกว้าง 400 มิลลิเมตร ความยาว 1,545 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 980 มิลลิเมตร
เครื่องยนต์	เครื่องยนต์ดีเซลไดเร็คอินเจ็คชั่นเทอร์โบ สูบตั้ง 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ แรงม้าสูงสุด 60 แรงม้า ความเร็วรอบ 2,700 รอบต่อนาที ความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิง 60 ลิตร (ดีเซล)
ส่วนขับเคลื่อน	แรงกดดันพื้นที่ 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระบบเกียร์ ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค (HST) F:2 / R:2 รูปแบบการเลี้ยว แบบเบรกเลี้ยว
ส่วนล้อโน้ม	ล้อโน้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,828 มิลลิเมตร
ส่วนตัวเกี่ยว	การควบคุมการขึ้นลง ระบบไฮดรอลิค ความกว้างของระยะเกี่ยว 2,000 มิลลิเมตร ความกว้างใบมีด 1,905 มิลลิเมตร
การบรรจุเมล็ดส่วนนวด	แบบถังพักข้าวและถุงบรรจุเมล็ดข้าว ความจุถังพักข้าว 200 ถึง 250 กิโลกรัม การระบายเมล็ดข้าว ช่องระบาย 2 ช่อง ลงถุงบรรจุเมล็ดข้าว

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G [9]

ข้อมูลจำเพาะ	รายละเอียด
แบบ	ถังบรรจุเมล็ดข้าว
ขนาด	ความกว้าง 4,800 มิลลิเมตร ความยาว 2,175 มิลลิเมตร ความสูง 2,800 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	2,800 กิโลกรัม
ขนาดตู้นวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 620 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,615 มิลลิเมตร
ขนาดล้อตีนตะขาบ	ความกว้าง 400 มิลลิเมตร ความยาว 1,680 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1,150 มิลลิเมตร
เครื่องยนต์	เครื่องยนต์ดีเซลไดเร็คอินเจ็คชั่นเทอร์โบ สูบตั้ง 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ แรงม้าสูงสุด 68 แรงม้า ความเร็วรอบ 2,700 รอบต่อนาที ความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิง 60 ลิตร (ดีเซล)
ส่วนขับเคลื่อน	แรงกดดันพื้นที่ 0.19 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระบบเกียร์ ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค (HST) F:3 / R:3 รูปแบบการเลี้ยว แบบเบรกเลี้ยว
ส่วนล้อโน้ม	เส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,828 มิลลิเมตร
ส่วนตัวเกี่ยว	การควบคุมการขึ้นลง ระบบไฮดรอลิค ความกว้างของระยะเกี่ยว 2,000 มิลลิเมตร ความกว้างใบมีด 1,905 มิลลิเมตร
การบรรจุเมล็ดส่วนนวด	แบบถังบรรจุข้าวและท่อส่งเมล็ดข้าว ความจุถังพักข้าว 600 กิโลกรัม การระบายเมล็ดข้าวระบบลำเลียงโดยใช้สกรู

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 [9]

ข้อมูลจำเพาะ	รายละเอียด
แบบ	ถังบรรจุเมล็ดข้าว
ขนาด	ความกว้าง 4,800 มิลลิเมตร ความยาว 2,260 มิลลิเมตร ความสูง 2,880 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	3,000 กิโลกรัม
ขนาดตู้นวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 620 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,650 มิลลิเมตร
ขนาดล้อตีนตะขาบ	ความกว้าง 500 มิลลิเมตร ความยาว 1,700 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1,250 มิลลิเมตร
เครื่องยนต์	เครื่องยนต์ดีเซลไดเร็คอินเจ็คชั่นเทอร์โบ สูบตั้ง 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ แรงม้าสูงสุด 69 แรงม้า ความเร็วรอบ 2,700 รอบต่อนาที ความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิง 85 ลิตร (ดีเซล)
ส่วนขับเคลื่อน	แรงกดดันพื้นที่ 0.18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระบบเกียร์ ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค (HST) รูปแบบการเลี้ยว แบบเบรกเลี้ยว
ส่วนล้อโน้ม	เส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,903 มิลลิเมตร
ส่วนตัวเกี่ยว	การควบคุมการขึ้นลง ระบบไฮดรอลิค ความกว้างของระยะเกี่ยว 2,075 มิลลิเมตร ความกว้างใบมีด 1,980 มิลลิเมตร
การบรรจุเมล็ดส่วนนวด	แบบถังพักข้าวและถุงบรรจุเมล็ดข้าว ความจุถังพักข้าว 500 ถึง 800 กิโลกรัม การระบายเมล็ดข้าวระบบลำเลียงโดยใช้สกรู

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G [9]

ข้อมูลจำเพาะ	รายละเอียด
แบบ	ถังบรรจุเมล็ดข้าว
ขนาด	ความกว้าง 2,900 มิลลิเมตร ความยาว 5,220 มิลลิเมตร ความสูง 3,040 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	3,550 กิโลกรัม
ขนาดตู้นวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 620 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,790 มิลลิเมตร (ไหลตามแกน)
ขนาดล้อตีนตะขาบ	ความกว้าง 500 มิลลิเมตร ความยาว 1,765 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1,300 มิลลิเมตร
เครื่องยนต์	เครื่องยนต์ดีเซล ไดเร็คอินเจ็คชั่น เทอร์โบ สูบตั้ง 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ แรงม้าสูงสุด 95 แรงม้า ความเร็วรอบ 2,600 รอบต่อนาที ความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิง 85 ลิตร (ดีเซล)
ส่วนขับเคลื่อน	แรงกดดันพื้นที่ 0.18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระบบเกียร์ ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค (HST) รูปแบบการเลี้ยว แบบเบรกเลี้ยวควบคุมด้วยไฟฟ้า
ส่วนล้อโน้ม	เส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 2,370 มิลลิเมตร
ส่วนตัวเกี่ยว	การควบคุมการขึ้นลง ระบบไฮดรอลิค ความกว้างของระยะเกี่ยว 2,535 มิลลิเมตร ความกว้างใบมีด 2,440 มิลลิเมตร
การบรรจุเมล็ดส่วนนวด	แบบถังบรรจุข้าวและท่อส่งเมล็ดข้าว ความจุถังพักข้าว 1,400 กิโลกรัม การระบายเมล็ดข้าวระบบลำเลียงโดยใช้สกรู

ตารางที่ 2.8 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM [9]

ข้อมูลจำเพาะ	รายละเอียด
แบบ	ถังบรรจุเมล็ดข้าว
ขนาด	ความกว้าง 2,900 มิลลิเมตร ความยาว 5,220 มิลลิเมตร ความสูง 3,040 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	3,550 กิโลกรัม
ขนาดตู้นวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 620 มิลลิเมตร ความกว้าง 1,790 มิลลิเมตร (ไหลตามแกน)
ขนาดล้อตีนตะขาบ	ความกว้าง 500 มิลลิเมตร ความยาว 1,765 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1,300 มิลลิเมตร
เครื่องยนต์	เครื่องยนต์ดีเซล ไดเร็คอินเจ็คชั่น เทอร์โบ สูบตั้ง 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ แรงม้าสูงสุด 95 แรงม้า ความเร็วรอบ 2,600 รอบต่อนาที ความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิง 85 ลิตร (ดีเซล)
ส่วนขับเคลื่อน	แรงกดดันพื้นที่ 0.18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระบบเกียร์ ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค (HST) รูปแบบการเลี้ยว แบบเบรกเลี้ยวควบคุมด้วยไฟฟ้า
ส่วนล้อโน้ม	เส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 2,370 มิลลิเมตร
ส่วนตัวเกี่ยว	การควบคุมการขึ้นลง ระบบไฮดรอลิค ความกว้างของระยะเกี่ยว 2,535 มิลลิเมตร ความกว้างใบมีด 2,440 มิลลิเมตร
การบรรจุเมล็ดส่วนนวด	แบบถังบรรจุข้าวและท่อส่งเมล็ดข้าว ความจุถังพักข้าว 1,400 กิโลกรัม การระบายเมล็ดข้าวระบบลำเลียงโดยใช้สกรู

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมชาย ชวนอุดม [4] ได้ศึกษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย จากการศึกษาพบว่าประเทศไทยพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดมาจากเครื่องของต่างประเทศ ชุดหัวเกี่ยวและระบบลำเลียงพัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวนวดของประเทศทางแถบตะวันตก โดยนำชิ้นส่วนทั้งของเครื่องเกี่ยวนวด รถยนต์หรือเครื่องจักรกลต่างๆ มาดัดแปลง ส่วนชุดนวดและชุดทำความสะอาดดัดแปลงมาจากเครื่องนวดแบบไหลตามแกนของไทยซึ่งเป็นการพัฒนาและปรับปรุงมาจากเครื่องนวดแบบไหลตามแกนของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ International Rice Research Institute (IRRI) ประเทศไทยได้พัฒนาและปรับปรุงเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจนเหมาะกับสภาพการทำงานในประเทศได้เป็นอย่างดี แล้วยังส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ คาดว่าในปัจจุบันมีเครื่องเกี่ยวนวดใช้งานในประเทศมากกว่า 10,000 เครื่อง โดยเกือบทั้งหมดเป็นเครื่องที่พัฒนาและผลิตขึ้นในประเทศไทย และใช้งานในลักษณะของการรับจ้างเกี่ยวนวดแบบเหมาจ่ายต่อหน่วยพื้นที่ มีขนาดหน้ากว้างของหัวเกี่ยวประมาณ 3 เมตร สามารถเกี่ยวนวดข้าวได้ประมาณ 20 ถึง 40 ไร่ต่อวัน ทั้งยังสามารถเก็บเกี่ยวข้าวได้ทั้งข้าวสภาพต้นตั้งและสภาพต้นล้ม และสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งพันธุ์ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เครื่องเกี่ยวนวดเป็นเครื่องที่ต้องใช้การทำงานของอุปกรณ์หลายส่วนไปพร้อมกันและต้องสัมพันธ์กันด้วยความลงตัว เพราะไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้เกิดการติดขัดในขณะปฏิบัติงานหรือเกิดความสูญเสียต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ค่อนข้างสูง ตัวอย่างเช่น ถ้าเครื่องเกี่ยวนวดขับเคลื่อนด้วยด้วยความเร็วมากเกินไปส่งให้มีอัตราการป้อนที่สูงชุดนวด อาจทำการนวดและแยกเมล็ดไม่ทันทำให้ชุดนวดขับเมล็ดทิ้งที่ช่องขับฟาง ส่งให้มีความสูญเสียเพิ่มขึ้น หรือชุดทำความสะอาดมีได้รับอัตราการป้อนมากเกินไปเกิดการทำงานเกินภาวะ (Overload) อาจทำให้เมล็ดข้าวลอดผ่านรูตะแกรงไม่ทันทำให้เมล็ดล้นตะแกรงและถูกนำกลับไปนวดซ้ำส่งผลให้เมล็ดแตกหักเสียหายเพิ่มขึ้น เป็นต้น

วิชา หมั่นทำการ [7] ได้ศึกษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว จากการศึกษาพบว่าชาวนามักประสบปัญหาต่างๆเช่นปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ซึ่งนับวันแรงงานทางด้านการเกษตรจะขาดแคลนเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการอพยพแรงงานเข้าสู่เมืองมีสูงและเนื่องจากแต่ละกรรมวิธีการนวดข้าวต้องใช้แรงงานมาก และผ่านหลายขั้นตอนปัญหาการเสียค่าจ้างทั้งจากการเก็บเกี่ยวและการนวดข้าวที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการขาดแคลนแรงงานทางด้านการเกษตรปัญหาการสูญเสียทั้งปริมาณและคุณภาพของข้าวเปลือกหลังจากการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ปริมาณข้าวที่ร่วงหล่นจากรวงมีมากเพราะถูกปล่อยทิ้งไว้ในนานานเกินไป การสูญเสียอันเนื่องจากนกหนูอาจมีเปอร์เซ็นต์สูงมาก ในท้องที่การสูญเสียข้าวเปลือกขณะขนย้ายไปสถานที่นวดข้าวจะมีการร่วงของข้าวมากในแง่ของคุณภาพข้าวที่ตากแดดไว้หลายวันจะกรอบและหักง่ายทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดหลังการสีต่ำ เป็น

ผลให้ราคาข้าวต่ำในฤดูเก็บเกี่ยวข้าวนาปรังถ้าข้าวที่ทิ้งไว้ในนามีความชื้นค่อนข้างต่ำแล้วถูกฝนอาจทำให้ข้าวป่นเป็นผลให้ขายได้ราคาต่ำมาก จากรายงานความสูญเสียเฉลี่ยตามขั้นตอนต่างๆ หลังจากเก็บเกี่ยวในเขตพื้นที่ภาคกลางพบว่าความสูญเสียการเก็บเกี่ยว (คนเก็บเกี่ยว) 7.8 เปอร์เซ็นต์ ความสูญเสียการนวด (ไม่ได้ใช้เครื่องนวดข้าว) 4.6 เปอร์เซ็นต์ และความสูญเสียการขนย้าย (ก่อนและหลังนวด) 4.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้แรงงานคนเกี่ยวข้าวรวมถึงการขนย้ายและนวดข้าวจะมีการสูญเสียรวมทั้งหมดมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ นับเป็นความเสียหายจำนวนมากและจากปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ทำให้มีการนำเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยว ได้แก่ เครื่องเกี่ยวนวด (Rice Combined Harvester) ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศของไทย

สันธาร นาควัฒนานุกูล, จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และคะนึงศักดิ์ เจียรนัยกุล [10] ได้ศึกษาวิเคราะห์วิจัยผลกระทบจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว จากการศึกษาพบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตในประเทศส่วนใหญ่ ผลิตโดยโรงงานขนาดเล็กระบบการผลิตยังขาดหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรมที่ถูกต้องทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตออกมามีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

วินิต ชินสุวรรณ [11] ได้รายงานผลการศึกษากลยุทธ์และเงื่อนไขการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ให้ความสำคัญมากในปัจจุบัน เพราะมีความต้องการใช้งานมาก แต่จำนวนเครื่องที่มีบริการยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ การใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในปัจจุบันแม้ว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวลดความสูญเสียและเพิ่มคุณภาพของผลผลิต แต่การใช้งานก็ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ฐานิสรณ์ นาคเกื้อ [12] ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและถั่วเหลืองพ่วงต่อรถแทรกเตอร์ โดยใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังขนาด 22 แรงม้า เครื่องเกี่ยวนวดนี้ประกอบด้วย ชุดหัวเกี่ยว ชุดลำเลียง ชุดนวดและทำความสะอาด ชุดหัวเกี่ยวประกอบด้วย ล้อราวพา ใบมีดตัด เกลียวลำเลียง ทั้งหมดนี้จะติดตั้งอยู่ที่โครงหัวเกี่ยวและจะสามารถปรับให้สูงต่ำได้ โดยใช้กระบอกไฮดรอลิกส์

ปราโมทย์ คำเมือง และสุนทร จ้อยพจน์ [13] ได้ศึกษาการวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและถั่วเหลืองขนาดเล็กโดยทำการศึกษาระบบลูกนวด 2 ระบบ คือ ระบบลูกนวดแบบ Hold - on และระบบลูกนวดแบบ Throw - in

วิธีการ Hold - on คือการนวดด้วยคนนั่นเองแทนที่จะเป็นการฟาดตีบนพื้นแข็งๆ หรือลานไม้กลับใช้ลูกนวดเป็นตัวฟาดตีแทน คนจะจับต้นพืชไว้ให้แน่นให้เมล็ดถูกฟาดตีด้วยลูกนวดคอยกลับต้นพืชไปมาเพื่อให้เมล็ดถูกนวดสมบูรณ์ขณะที่ลูกนวดหมุนไปเรื่อยๆ

วิธีการ Throw - in คือการป้อนต้นพืชเข้าไปทั้งต้นเข้าไปในเครื่องนวดซึ่งจะถูกนวดด้วยแรงฟาดตีหรือการขัดสี หรือการบีบเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งอย่างรวมกันของซี่ฟันนวดแบบต่าง ๆ กันขณะที่การนวดดำเนินไปเรื่อย ๆ แรงดังกล่าวจะมีผลให้ต้นพืชแปรสภาพเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยจึงจำเป็นที่จะต้องมีระบบทำความสะอาดเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อแยกเศษต้นพืชเมล็ดที่ลีบและแตกหักสิ่งเจือปนกับต้นพืชออกไป

วินิต ชินสุวรรณ และคณะ [14] ได้ศึกษาการใช้เครื่องเกี่ยวนวดช่วยให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายจากวิธีการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน นอกจากนี้ยังเป็นการทำงานที่เบ็ดเสร็จ ไม่ยุ่งยาก รวดเร็ว และสามารถนำข้าวไปจำหน่ายได้ทันทีอีกทั้งเกษตรกรหลายรายมีอาชีพอื่น นอกจากการเพาะปลูกข้าวจึงจำเป็นต้องเร่ง รีบเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะมีเวลาไปประกอบอาชีพนั้นๆ นอกจากนี้ผลพลอยได้อีกด้านหนึ่งจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวด คือ การมีโอกาสช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวหรือข้าวสารเต็มเมล็ดจากวิธีเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคน อีกประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะการเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนต้องมีการตากแผ่ฟ่อนข้าวยิ่งตากนานเท่าไหร่ยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวลดลง เนื่องจากความแตกต่างที่ค่อนข้างมากของสภาพอากาศในเวลากลางวันและกลาง คืนในฤดูเก็บเกี่ยวส่วนการใช้เครื่องเกี่ยวนวดเกษตรกรนิยมขายข้าวทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยว โรงสีที่รับซื้อจะต้องนำข้าวที่มีความชื้นสูงไปอบลดความชื้น ในการอบลดความชื้นจะทำให้เมล็ดข้าวไม่ถูกกระทบกระเทือนมากเท่ากับจากการตาก แผ่ในแปลงนา ส่งผลให้ได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่สูงกว่าในปัจจุบันคาดว่ามีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวใช้งานประมาณ 10,000 เครื่อง อยู่ภายในประเทศ โดยเกือบทั้งหมดผลิตในประเทศไทยและใช้งานในลักษณะของการรับจ้างเกี่ยวนวดแบบเหมาจ่ายต่อหน่วยพื้นที่

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร [15] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว จากการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวให้ความสำคัญด้านสภาพพื้นที่สภาพต้นข้าวระยะเวลาเก็บเกี่ยวและสภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว สอดคล้องกับความเห็นของเกษตรกร แต่เกษตรกรเห็นว่าความชำนาญของทีมงาน เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ [16] ได้ศึกษาเครื่องเกี่ยวนวดที่พัฒนาในประเทศไทย (Development of Thai-made rice combine harvester) จาการศึกษาพบว่าในสภาวะการขาดแคลนแรงงาน และค่าจ้างเก็บเกี่ยวที่สูงขึ้นทำให้เริ่มมีการนำรถเกี่ยวนวดมาใช้ในประเทศไทย แต่เนื่องจากรถเกี่ยวนวดที่นำมาจากต่างประเทศ มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อนำมาใช้ในสภาพพื้นที่ของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่มีน้ำขัง อีกทั้งเครื่องที่นำเข้ามีราคาแพง ทำให้ นาย วิชาญ พิมพ์เจริญ เกษตรกร อำเภอบางเลน จังหวัด นครปฐม ได้ประดิษฐ์รถเกี่ยวนวดข้าว ขึ้นโดยที่รถเกี่ยวนวดข้าวรุ่นแรกๆ มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ และเมล็ด

เสียหายมาก ต่อมาได้มีการพัฒนาปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพิ่มมากขึ้น เช่น ระบบขับเคลื่อนจากระบบเกียร์ธรรมดาเป็นระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติ เป็นต้น ปัจจุบันมีโรงงานขนาดใหญ่ที่ผลิตรถเกี่ยวนวดข้าวประมาณ 6 โรงงาน และปริมาณรถเกี่ยวนวดที่มีใช้อยู่ในประเทศ มีประมาณ 3,000 เครื่อง

อัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี และสายใจ วิบูลย์พันธ์ [17] ได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีการปลูกข้าวและผลตอบแทนของเกษตรในศูนย์ข้าวชุมชน กรณีศึกษา บ้านปาบ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง กรณีศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลโดยใช้ แบบสอบถามที่มีโครงสร้างที่แน่นอน ทำการสำรวจและการสัมภาษณ์เชิงลึกในสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชุน บ้านปาบ จำนวน 35 คน ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2555 ศูนย์ข้าวชุมชนจะได้รับการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ปลูกจากศูนย์วิจัย ข้าวพัทลุงในโครงการร่วมพัฒนาและเพิ่มศักยภาพศูนย์ข้าวชุมชนภายใต้โครงการศูนย์ข้าวชุมชน จังหวัดพัทลุง ผล การศึกษาครั้งนี้พบว่าสมาชิกส่วนใหญ่เป็นผู้ชายและมีแรงงานในการทำนาต่อครัวเรือน 2 คน อายุเฉลี่ย 51 ถึง 60 ปี มีการศึกษาระดับประถมศึกษา พื้นที่ในการทำนาระหว่าง 11 ถึง 20 ไร่ เทคโนโลยีในการทำนาของเกษตรกรประกอบด้วย 10 ขั้นตอนด้วยกัน คือ การบำรุงดิน การเตรียมดิน การเตรียมเมล็ดพันธุ์ การปลูก การจัดการระดับน้ำในแปลงนา การดูแลรักษาและการใส่ปุ๋ย การกำจัดศัตรูพืช การกำจัดวัชพืช การกำจัดข้าวปน และการเก็บเกี่ยว ผลการศึกษา ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 3,509 บาทต่อไร่ เมื่อพิจารณาผลตอบแทนรายได้ต่อไร่ 6,985.04 บาทต่อไร่ ระดับผลผลิตที่คุ้มทุนมีค่า 317.56 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนพบว่ามีค่า ร้อยละ 99.06

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร [18] ได้ศึกษาระบบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเกี่ยวข้าวโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ระบบการเกี่ยวนวดข้าวรายเดี่ยวกับระบบกลุ่ม เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวรายเดี่ยวกับรายกลุ่ม และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ผลการศึกษาพบว่าการเกี่ยวข้าวตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนถึงขาย ถ้าใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวจะใช้เวลาทำงานไร่ละ 45.29 ชั่วโมง มีค่าใช้จ่าย 1,083.10 บาท ขณะที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวจะใช้เวลาเพียง 0.27 ชั่วโมง มีค่าใช้จ่ายเพียงไร่ละ 570.31 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายถึง 512.79 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 52.65 ของการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน ระบบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ ระบบรายเดี่ยว และระบบกลุ่ม สำหรับระบบการเกี่ยวนวดข้าวรายเดี่ยว พบว่าเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีทั้งเป็นเกษตรกรและผู้รับจ้างทั่วไป ในกรณีเกษตรกรเป็นเจ้าของเครื่องจะมีลักษณะเป็นเกษตรกรที่มีที่นาของตนเองและมีที่นาของญาติพี่น้องเป็นจำนวนมาก จึงลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยว

นวดข้าวเพื่อใช้เองและหารายได้เสริม การให้บริการในพื้นที่ต่างๆ จะดำเนินการผ่านนายหน้า ส่วนระบบการเกี่ยวนวดข้าวแบบกลุ่ม หน่วยงานภาครัฐจะเข้ามาสนับสนุนให้กลุ่มเกษตรกรใช้เครื่องจักรกลการเกษตร โดยหน่วยงานภาครัฐคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร จึงคัดเลือกกลุ่มเกษตรกรและจัดหางบประมาณให้กลุ่มบริหารจัดการเอง เมื่อเปรียบเทียบระบบกลุ่มกับระบบรายเดี่ยว พบว่าระบบกลุ่มมีต้นทุนทั้งหมด 346.78 บาทต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าระบบรายเดี่ยวซึ่งมีต้นทุนทั้งหมด 357.53 บาทต่อไร่ ต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนน้ำมัน เชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมอะไหล่เช่นเดียวกัน เมื่อนำมาหักรายได้แล้ว พบว่าระบบกลุ่มมีกำไรสุทธิ 153.22 บาทต่อไร่ สูงกว่าระบบรายเดี่ยว ซึ่งมีกำไรสุทธิ 99.49 บาทต่อไร่ และด้านสัดส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน พบว่าการให้บริการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวระบบกลุ่มมีสัดส่วนผลตอบแทนต้อต้นทุน ร้อยละ 44.18 สูงกว่าระบบรายเดี่ยว ซึ่งมีสัดส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ร้อยละ 27.83 ของต้นทุนทั้งหมด ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว พบว่าผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวให้ความสำคัญด้านสภาพพื้นที่ สภาพต้นข้าว ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และสภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว สอดคล้องกับความเห็นของเกษตรกร แต่เกษตรกรเห็นว่าความชำนาญของทีมงานเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเร่งส่งเสริมสนับสนุนให้มีการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในลักษณะการรวมกลุ่มอย่างจริงจังเพื่อลดต้นทุนการผลิต ทั้งนี้ในเบื้องต้นภาครัฐต้องสนับสนุนเงินลงทุน และให้ความรู้ในการบริหารจัดการกลุ่มให้มีความเข้มแข็ง ติดตามประเมินผลการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

กรมส่งเสริมการเกษตร [19] ได้จัดทำโครงการบริการรถเกี่ยวนวดข้าวสู่เกษตรกรปีเพาะปลูก 2551 ถึง 2552 พบว่าในปีเพาะปลูก 2550 ถึง 2551 ผู้ประกอบการได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านการใช้และบำรุงรักษารถเกี่ยวนวดข้าว และความรู้เรื่องการใช้น้ำมันหล่อลื่นจากการสำรวจ โดยใช้แบบสอบถาม พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเฉลี่ย 75,721 บาทต่อคัน และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษา 118,393,585 บาท แต่ปีเพาะปลูก 2551 ถึง 2552 ผู้ประกอบการได้รับเอกสารเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการถ่ายทอดความรู้ ทำให้ผู้ประกอบการมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเฉลี่ย 78,063 บาทต่อคัน และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษา 122,168,595 บาท จึงควรมีการถ่ายทอดความรู้ด้านการใช้และบำรุงรักษารถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อให้ผู้ประกอบการได้ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวอย่างมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมตลอดจนมีอายุการใช้งานรถเกี่ยวนวดข้าวมากขึ้น โครงการนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้ประกอบการมีความจำเป็นในการได้รับการถ่ายทอดความรู้เทคนิคการใช้และบำรุงรักษารถเกี่ยวนวดข้าว

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ [20] ได้ศึกษาการทำความสะอาดและวัสดุเหลือตกค้างในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย จากการศึกษาพบว่าผลการศึกษาสถานการณ์และปัญหากี่ทำความสะอาดเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกและเศษวัสดุเหลือตกค้างในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ดำเนินการโดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว 20 ราย และสุ่มเก็บตัวอย่างปริมาณข้าวเปลือกและเศษวัสดุอื่นๆ ในแต่ละส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตจากผู้ประกอบการผลิตต่างกันจำนวน 6 เครื่อง พบว่าผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวทราบปัญหาและผลกระทบการมีข้าวเปลือกและเศษวัสดุเหลือตกค้าง มีการทำความสะอาดอย่างง่ายๆ เมื่อเสร็จสิ้นการเก็บเกี่ยวในแปลง เกษตรกรแต่ละรายจากการสุ่มตัวอย่างภายหลังการเกี่ยวนวดข้าวประมาณ 2 ไร่ พบว่ามีเมล็ดข้าวเปลือกและเศษวัสดุรวมอยู่ในช่วง 31.4 ถึง 58.0 กิโลกรัม โดยตกค้างในชุดตู้นวดสูงสุด (41 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือท่อลำเลียงข้าวดี ท่อลำเลียงข้าวดีขึ้นรถบรรทุก และท่อลำเลียงกลับไปนวดใหม่ และใต้เกลียงลำเลียงของหัวเกี่ยวในอัตราร้อยละ 35, 6, 5 และ 3 ตามลำดับ คงเหลือตกค้างในส่วนประกอบสำคัญอื่นน้อยกว่าร้อยละ 3 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่สุ่มเก็บตัวอย่างมีการออกแบบเพื่อการเอาเมล็ดข้าวเปลือกและเศษวัสดุออกจากส่วนประกอบที่สำคัญ แต่โดยส่วนใหญ่เพื่อแก้ปัญหาการอุดตันในระบบการทำงาน บางส่วนประกอบต้องใช้เครื่องมือทางช่างเพื่อการ ปิด เปิด และไม่สามารถเอาสิ่งเหลือตกค้างออกมาได้หมด มีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาการแพร่กระจายการปนพันธุ์ข้าว การแพร่กระจายของวัชพืชและข้าววัชพืชต่างๆ

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม [21] ได้ศึกษาเครื่องจักรกลการเกษตรในการผลิตข้าว จากการศึกษาดูงานเพิ่มเติมสรุปข้อมูลในเบื้องต้นได้ว่า การปลูกข้าว 1 ไร่มีต้นทุนประมาณ 3,400 บาท ประกอบด้วยค่าไถเตรียมพื้นที่ 550 บาท ค่าหว่าน 60 บาท ค่าสูบน้ำ 600 บาท ค่าปุ๋ย 1,400 บาท ค่ายาฆ่าแมลง 200 บาท ค่าเกี่ยว 550 บาท ค่ารถขนข้าวไปโรงสี 100 บาท หากมีผลผลิต 500 กิโลกรัมต่อไร่ที่ความชื้นร้อยละ 25 ราคาตันละ 10.000 บาท ชาวนาจะมีรายได้ไร่ละ 3,750 บาท หรือมีกำไรเพียงไร่ละ 350 บาท หากมีที่นา 25 ไร่ ทำนาปีละ 2 ครั้ง จะมีรายได้ปีละ 17,500 บาท หรือเพียงเดือนละ 1,458 บาทต่อครอบครัวเท่านั้น ชาวนาบางรายอาจโชคดีอยู่ในเขตชลประทาน สามารถลดรายจ่ายค่าสูบน้ำเหลือเดือนละ 200 บาท ทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้นเป็นไร่ละ 7,550 บาท (แต่ไทยมีพื้นที่เขตชลประทานเพียงประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่เกษตรกรรมทั่วประเทศประมาณ 130 ล้านไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวประมาณครึ่งหนึ่ง เฉลี่ยมีกำไรไร่ละ 430 บาท) หากจะมีการพักนาโดยปลูกเพียงปีละ 1 ครั้งอาจมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 800 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ก็จะมีกำไรลดลงเหลือไร่ละ 600 บาท หากทำนาอินทรีย์อาจลดค่าปุ๋ยและยาฆ่าแมลงลงได้ครึ่งหนึ่งแต่ได้ผลผลิตเพียงร้อยละ 70 เหลือกำไรไร่ละ 890 บาท หากลงทุนเพาะกล้าดำนาด้วยคนหรือเครื่องจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นไร่ละ 500 บาท แต่จะลดค่าปุ๋ยและยา

ได้ไร่ละ 500 บาทเท่ากัน สรุปว่าการทำนาในลักษณะนี้จะมีกำไรปีละ 24,500 บาท หรือเดือนละ 2,000 บาทต่อครอบครัว สูงกว่ากรณีแรกร้อยละ 27 แต่ก็มีต่ำมากเมื่อเทียบกับอัตราค่าจ้างขึ้นต่ำวันละ 300 บาท หรือเดือนละประมาณ 10,000 บาทต่อคน แต่การทำนาส่วนใหญ่ทำกันเป็นครอบครัว ในส่วนของการให้ธุรกิจบริการ (Service Provider) ที่เกี่ยวข้องกับการทำนานั้น พบว่ายังมีการให้บริการไม่ครบวงจร ตั้งแต่การเตรียมดิน หว่าน/ดำ ใส่ปุ๋ย/ฉีดยา เกี่ยว/นวด และขนส่งไปยังโรงสี ส่วนใหญ่จะใช้บริการรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นหลัก ปัจจุบันคิดค่าบริการประมาณไร่ละ 600 บาท ยังแพงกว่าเปรียบเทียบกับค่าแรงคนเกี่ยว 1 คนต่อ 1 ไร่ แต่แรงงานปัจจุบันค่อนข้างหายาก และข้าวมักสุกพร้อมเกี่ยวพร้อม ๆ กัน บริการเกี่ยว/นวดจึงค่อนข้างได้รับความนิยมมากกว่า และมีแนวโน้ม ที่จะมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นมากขึ้น ธุรกิจบริการรถเกี่ยวนวดข้าวกรณีตัวอย่าง ใช้วงเงินลงทุนจัดซื้อรถขนาด 70 แรงม้า 1 คัน ราคาคันละประมาณ 1 ล้านบาท เกี่ยวข้าวได้วันละประมาณ 25 ไร่ รายได้ก่อนหักค่าใช้จ่ายวันละ 15,000 บาท ค่าจ้างคนคุมรถ 2 คน ๆ ละ 600 และ 400 บาท รวม 1,000 บาท ค่าน้ำมัน 10 ลิตร 300 บาท ค่าบำรุงรักษาเฉลี่ยวันละ 1,700 บาท ค่าเสื่อมราคา 5 ปี คิดวันทำงานปีละ 100 วัน 5 ปี ตกวันละ 2,000 บาท ค่าจ้างรถบรรทุกรถเกี่ยวข้าวในรัศมี 100 กิโลเมตร วันละ 4,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายวันละ 9,000 บาท คิดเป็นกำไรวันละ 6,000 บาท หรือไม่เกิน 2 ปี ได้คืนทุนค่าจัดซื้อรถ แต่หากโชคไม่ดีเกิดความเสียหายระหว่างการทำงาน โดยเฉพาะเวลานำรถขึ้นลงจากรถบรรทุก ระยะเวลาคืนทุนอาจยืดออกไปยาวกว่านี้ แต่ก็นับว่าเป็นการลงทุนที่น่าสนใจกว่าการทำนาด้วยตนเอง

วินิต ชินสุวรรณ และคณะ [22] ได้ศึกษาสถานภาพการประกอบธุรกิจรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว จากการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสำหรับการรับจ้างจำนวน 2 คันคิดเป็นร้อยละ 42.30 ผู้ประกอบการเกือบทั้งหมดร้อยละ 96.20 ทำงานรับจ้างเกี่ยวนวดข้ามภูมิภาค เนื่องจากในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางเป็นภูมิภาคที่มีการปลูกข้าวต่อเนื่องเกือบตลอดทั้งปี จะมีผู้ประกอบการให้บริการอยู่เป็นจำนวนมากการเคลื่อนย้ายต่างภูมิภาค ทำให้ผู้ประกอบการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้งานมากขึ้น มีจำนวนวันปฏิบัติงานในแต่ละปีเพิ่มมากขึ้น ผู้ประกอบการร้อยละ 84.31 มีจำนวนวันที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวงานมากกว่า 60 วันต่อปี และพื้นที่ปฏิบัติงานมากกว่า 1,000 ไร่ต่อคันต่อปี คิดเป็นร้อยละ 66.78 และได้รับอัตราค่ารับจ้างเกี่ยวนวดสูงกว่ารับจ้างเกี่ยวนวดข้าวในภูมิภาค เนื่องจากมีการแข่งขันต่ำกว่าทั้งนี้ ผู้ประกอบการมองว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาสูง จึงต้องใช้งานให้มาก เพื่อให้คุ้มค่าต่อการลงทุนผู้ประกอบการมีรายจ่ายในการรับจ้างที่เป็นเงินสด 267.82 ถึง 274.02 บาทต่อไร่ โดยมีค่าใช้จ่ายหลักในการปฏิบัติงานคือค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 106.29 บาทต่อไร่ รองลงมาคือค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา 68.84 บาทต่อไร่ มีรายได้จากการรับจ้าง 431.53 ถึง 462.67 บาทต่อไร่ ชี้ให้เห็นว่าการประกอบธุรกิจรถเกี่ยวนวดข้าวนั้น ต้องมีการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ซึ่งมีราคาสูงมีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานสูงผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงทำงานรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวข้ามภูมิภาคเพื่อคุ้มค่าต่อการลงทุน

นันทวัต ชะนีภาพ [23] ได้ศึกษาวิเคราะห์การทดแทนแรงงานด้วยเครื่องจักรทางการเกษตร กรณีศึกษาการผลิตข้าวในพื้นที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ปีเพาะปลูก 2542 ถึง 2543 จากการศึกษาพบว่า ในการวิเคราะห์ต้นทุนและรายได้ของเกษตรกรจากการผลิตข้าวนาปีเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีต้นทุนต่ำกว่าการใช้แรงงานคน 265.04 บาทต่อไร่ โดยการเก็บเกี่ยวข้าวโดยเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีต้นทุนเฉลี่ย 510.97 บาทต่อไร่ คิดเป็นค่าจ้างเครื่องเกี่ยวนวดรวมคนขับ 463.46 บาทต่อไร่ เป็นค่าจ้างในการขนข้าว 47.51 บาทต่อไร่ ในขณะที่การใช้แรงงานคนเกี่ยวนวดข้าวมีต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 776.01 บาท ค่าจ้างในการเกี่ยวรวมหอบหาบ 631.95 บาทต่อไร่ ค่าจ้างแรงงานยกใส่เครื่องนวด 90.19 บาทต่อไร่ และค่าจ้างเครื่องนวดข้าว 53.87 บาทต่อไร่ แสดงว่าต้นทุนของเกษตรกรในการเกี่ยวข้าวที่ใช้แรงงานคนสูงกว่าใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ [24] ได้ศึกษาอิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยเนื่องจากการออกแบบ ชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอม มะลิค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 59.4 ส่วนปัจจัยเนื่องจากการ ทำงานและการปรับแต่งมีอิทธิพลต่อความสูญเสียร้อยละ 40.6 ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาเน้นศึกษาปัจจัยจากการ ออกแบบชุดนวดเพื่อลดความสูญเสียจากการใช้เครื่อง เกี่ยวนวดต่อไป สำหรับปัจจัยที่ทำการศึกษาพบว่า สามารถแบ่งปัจจัยการออกแบบชุดนวดได้สองกลุ่ม คือ กลุ่มแรก เป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจาก ชุดนวดค่อนข้างสูง โดยจำนวนซี่นวดมีอิทธิพลต่อความ สูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ และระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในดิ่งตามลำดับ กลุ่มที่สองประกอบด้วย ส่วนระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง ระยะ ช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวดและความสูงซี่นวด มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อย

สมชาย ชวนอุดม [25] ได้ศึกษาความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวด จากการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและเครื่องเกี่ยวนวดข้าว พบว่าการใช้เครื่องเกี่ยวนวดมีโอกาสที่จะลดความสูญเสียเมื่อเทียบกับการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนได้ถึงร้อยละ 2.84 และยังช่วยให้ได้

เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้นอีกเกือบร้อยละ 9 ส่วนเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมไม่แตกต่างไปจากการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน

วิชา หมั่นทำการ [26] ได้ศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจะทำการเกี่ยว และนวดไปพร้อมๆ กันการจะทำให้เครื่องนวดข้าวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีประสิทธิภาพการนวดที่ดีและมีการสูญเสียต่ำนั้น คือ ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องนวดข้าวจะต้องมีการทำงานที่สัมพันธ์กันจึงต้องทำการทดสอบ เพื่อหาความสัมพันธ์ในการทำงานของเครื่องนวดข้าวว่าเมื่อมีความเร็วรอบที่กำหนด คือ ที่ความเร็วที่ 600 และ 650 รอบต่อนาที โดยเราจะเปลี่ยนอัตราการป้อนและลักษณะสภาพของต้นข้าวโดยมีแกนมุมเอียงของฟันลูกนวดและระยะห่างระหว่างฟันลูกนวดกำหนดไว้ที่ค่าหนึ่ง ในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นและลดการสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือกลงจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1) ทดสอบเพื่อหาอัตราการสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือกระหว่างการทำงานเก็บเกี่ยวและหาปริมาณความสะอาดของเมล็ดข้าวเปลือก

2) ทดสอบเพื่อหาอัตราการทำงานการเก็บเกี่ยว

ผลการทดสอบ ปรากฏว่าเมื่อเพิ่มความเร็วของการเก็บเกี่ยวสูงขึ้นการสูญเสียเมล็ดตกหน้าหัวเกี่ยว และการสูญเสียเมล็ดรวมทั้งหมดจะลดน้อยลงนั้นแสดงว่าความเร็วสูงสุดของกการเก็บเกี่ยวจะแปรผันกลับกับความหนาแน่นของต้นข้าวและสภาพการล้มของต้นข้าว นอกจากนี้ยังพบว่าเวลาที่ใช้ในการเกี่ยวข้าว และปริมาณการใช้น้ำมันจะแปรผันโดยตรงกับความหนาแน่นของต้นข้าวและสภาพการล้มของข้าวในแปลงนั้น คือ เวลาที่ใช้ในการเกี่ยวข้าวและปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความหนาแน่นของต้นข้าวและสภาพการล้มของข้าวในแปลงมีมาก

สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ [27] ได้ศึกษาอิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งปัจจัยการออกแบบชุดนวดได้สองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างสูง โดยจำนวนซี่นวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด รองลงมาคือระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับและระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในดิ่ง ตามลำดับ กลุ่มที่สอง ประกอบด้วยส่วนระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่งระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวดและความสูงซี่นวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อย จากการศึกษาพบว่า มีความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างสูง โดยทำการเก็บข้อมูลเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

จำนวน 17 ในเขตพื้นที่ชลประทานจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม ผลการศึกษาพบว่า ระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด (RC) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด (ร้อยละ 27.54) รองลงมาคือ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (SC) ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดิ่ง (CC) ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (UC) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดเท่ากับร้อยละ 25.86, 20.29 และ 15.27 ตามลำดับ ส่วนจำนวนซี่นวด (NT) เส้นผ่านศูนย์กลางลูกนวด (RD) และความสูงซี่นวด (HT) เป็นปัจจัยการออกแบบที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อยโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 9.14, 1.90 และ 0.22 ตามลำดับ

วิชา หมั่นทำการ [28] ได้ศึกษาการวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย จาการศึกษาพบว่าหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว ขั้นตอนต่อมาที่สำคัญก็คือการนวดข้าวซึ่งเป็นกระบวนการแยกส่วนของเมล็ดข้าวเปลือกออกจากส่วนลำต้นข้าว วิธีของการนวดข้าวของเกษตรกรไทยมีอยู่หลายแบบด้วยกัน โดยวิธีดั้งเดิมจะเป็นการใช้แรงงานคน แรงงานสัตว์ ต่อมาจนถึงปัจจุบันได้มีการนำเอาเครื่องนวดข้าว ซึ่งมีต้นแบบจากสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) เข้ามาช่วยในการนวดข้าวทำให้เกิดความสะดวกในการทำงาน เนื่องจากเครื่องนวดข้าวมีข้อดีอยู่หลายประการดังนี้

1) ช่วยให้การปฏิบัติงานได้โดยสะดวกขึ้น โดยสามารถนำเครื่องนวดข้าวไปทำการนวดในแปลงได้เลย

2) ช่วยประหยัดเวลาในการนวดข้าว คือ ไม่จำเป็นต้องทำลานนวด และลานกองข้าวเตรียมไว้ก่อนทำการนวดข้าว และยังเป็นการประหยัดเวลาในเรื่องที่ไม่จำเป็นต้องมีการสีฝัดเพื่อทำความสะอาดอีกครั้งหลังจากการนวด เช่น การนวดข้าวโดยการฟาดตีให้เมล็ดข้าวเปลือกหลุดจากต้นข้าว หรือการใช้แรงงานคน แรงงานสัตว์หรือเครื่องจักรกลในการเหยียบย่ำ ซึ่งจำเป็นต้องสีฝัดทำความสะอาดอีกครั้ง

3) ลดปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง และการขาดแคลนแรงงาน ซึ่งเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการผลิต

4) สามารถเพิ่มจำนวนครั้งของการปลูกข้าวในแปลงนาเป็นหลายครั้งต่อปี

5) สามารถทำงานได้รวดเร็วทันต่อเวลา ฤดูกาล และภาวการณ์ซื้อขายในท้องตลาด

จากข้อดีต่างๆ ที่เครื่องนวดข้าวสามารถสร้างความสะดวกในการปฏิบัติงานและประหยัดแรงงานและเวลา ทำให้เครื่องนวดข้าวมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อเกษตรกร เครื่องนวดข้าวที่นิยมใช้กันแพร่หลายในประเทศขณะนี้เป็นเครื่องนวดแบบตามแกนลูกนวด (Axial Flow Thresher)

ซึ่งขนาดความยาวลูกนวดจะมีขนาดตั้งแต่ 4 ฟุต จนกระทั่งถึง 8 ฟุต และส่วนประกอบในการทำการนวดที่สำคัญมีอยู่ 2 ชุด คือ

1) ชุดนวดประกอบด้วยลูกนวดและตะแกรงนวด

2) ชุดทำความสะอาด ประกอบด้วยตะแกรงโยกและพัดลม

ประมาณปี พ.ศ. 2530 ถึง 2531 ที่ผ่านมาได้มีการประยุกต์เครื่องนวดข้าวโดยจะมีการนำเอาชุดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ติดเข้าไปโดยชุดของอุปกรณ์นี้ คือ อุปกรณ์ในการขับเคลื่อน อุปกรณ์ในการตัดต้นข้าว และชุดอุปกรณ์ลำเลียง ซึ่งต้นข้าวจะถูกตัดและลำเลียงเข้าสู่ชุดลูกนวด และชุดทำความสะอาดต่อไป โดยเราจะรู้จักกันในชื่อของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Rice Combined Harvester) ซึ่งสามารถนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวนี้เข้าปฏิบัติการในแปลงนาได้ อย่างไรก็ตาม เครื่องเกี่ยวนวดข้าวจากต่างประเทศก็ยังมีข้อบกพร่องในการใช้งานที่ไม่สะดวกในสภาพเมืองไทย เนื่องจากมีขนาดใหญ่หนัก ลงโคลนแล้วจม และมีราคาแพง ทั้งนี้เนื่องจากชิ้นส่วนอะไหล่มีราคาแพง นอกจากนี้แล้วยังไม่คงทน ระบบการขับเคลื่อนที่ใช้โซ่เหล็กวิ่งในที่เลน น้ำ และทรายซึ่งจะไปติดอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของโซ่ทำให้สึกหรอได้ง่าย ถ้าวิ่งบนพื้นถนนจะทำให้ถนนเสียหาย และพบว่ายังมีการสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือกเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้นแบบขึ้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม [29] ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก การทดสอบเพื่อพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ได้ยึดข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ต่างๆ ตามเอกสารมาตรฐาน เครื่องเกี่ยวนวดข้าวของสำนกงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้ดำเนินการทดสอบสมรรถนะการทำงานเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นใหม่ ของโรงงานเอกชนในเขตจังหวัดพิษณุโลก ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 175 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ความกว้างของหัวเกี่ยว 2.50 เมตร จำนวน 2 ครั้ง ตามแบบวิธีการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มอก.1428-2540 ของ 10 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ทดสอบกับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ พิษณุโลก 2 สภาพข้าวตั้ง ความเอียงต้นข้าวระหว่าง 75 ถึง 80 องศา ความชื้นของเมล็ดร้อยละ 17.80 ถึง 28.16 (มาตรฐานเปียก) พบว่าอัตราการทำงาน 3.55 ถึง 5.3 ไร่ต่อชั่วโมง ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.80 ถึง 3.86 ลิตรต่อไร่ และการสูญเสียรวมร้อยละ 5.58 ถึง 7.90 จากการสังเกตในระหว่างการทดสอบพบปัญหา คือ เครื่องยนต์รับภาระงานโหลดมากในระหว่างการเก็บเกี่ยว และมีสายพานส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไป ขับปั๊มไฮดรอลิกส์เกิดการลื่นไถล (Slipage) บ่อยจนไหม้ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมต่ำกว่าที่ควร หลังจากที่ได้ปรับปรุงระบบการถ่ายทอดกำลัง โดยเปลี่ยนสายพานแบบร่องบีที่มีสภาพใหม่ ปรับความตึงของสายพานให้เหมาะสมกับการใช้งาน มีการปรับแต่งปั๊มหัวฉีด

ของเครื่องยนต์ ต้นกำลังเพื่อ รักษาความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้คงที่ในขณะที่ได้รับภาระงานเพิ่มขึ้น และเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์จาก 1,500 รอบต่อนาที เป็น 1,600 รอบต่อนาที เมื่อได้ดำเนินการทดสอบกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 สภาพข้าวค่อนข้างตั้ง ความเอียงต้นข้าวเฉลี่ย 73.92 องศา ความชื้นของเมล็ดร้อยละ 28.6 (มาตรฐาน เปียก) ผลการทดสอบพบว่าอัตราการทำงาน 5.03 ไร่ต่อชั่วโมง ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.98 ลิตรต่อไร่ และการสูญเสียรวมร้อยละ 13.91 จากการสังเกตในระหว่างการทดสอบพบปัญหาคือ มีการสูญเสียสูงมากเกินไป ซึ่งสาเหตุสำคัญสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ความชื้นของเมล็ดข้าวค่อนข้างสูง คือ ร้อยละ 28.6 มาตรฐานเปียก ความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ ระหว่างร้อยละ 21 ถึง 23 มาตรฐานเปียก

2) ความเร็วเคลื่อนที่ค่อนข้างสูง ความเร็วที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่างร้อยละ 3 ถึง 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3) การที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ส่งผลให้อัตราต้นข้าวที่ป้อนสู่ระบบนวดเพิ่มมากขึ้น และเนื่องจากผลผลิตของข้าวที่ทำการทดสอบก็สูงกว่าทกครั้ง ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างเมล็ดข้าวกับฟาง (Grain Straw Ratio) เพิ่มสูงไปด้วย ทำให้การแยกตัวของข้าวเปลือกในระบบนวดไม่ทันส่งผลให้ถูกพัดเปาทิ้งไปกับฟางมาก

เสมอขวัญ ตันติกุล และสุเนตร สืบค้า [30] ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคอรวงแบบติดตั้งกับรถไถเดินตาม จากการศึกษาได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบสร้างและกำหนดปัจจัยสำคัญของชุดนวดข้าวคอรวงต้นแบบในห้องปฏิบัติการและการออกแบบสร้างเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคอรวงแบบติดตั้งกับรถไถเดินตาม ชุดนวดข้าวคอรวงต้นแบบประกอบด้วย 2 ส่วนๆ คือ ชุดนวดและชุดลำเลียงฟ่อนข้าว การศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบลูกนวดจาก 300 ถึง 600 รอบต่อนาที เป็นช่วง ๆ ละ 100 รอบต่อนาที อัตราการป้อนฟ่อนข้าวโดยโซ่ลำเลียงจาก 400 ถึง 800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นช่วง ๆ ละ 200 รอบต่อนาที และระยะห่างระหว่างลูกนวดกับตะแกรงนวด 1.5, 2 และ 3 เซนติเมตร โดยพันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบครั้งนี้ได้แก่ พันธ์ข้าวที่นิยมปลูกกันมากทางภาคเหนือตอนบน คือข้าวเหนียวพันธ์สันป่าตอง 1 แหล่งเพาะปลูกที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของลูกนวด 500 รอบต่อนาที อัตราการป้อนฟ่อนข้าวของโซ่ลำเลียง 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และระยะห่างระหว่างลูกนวดกับตะแกรงนวด 2 เซนติเมตร มีความเหมาะสมที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ข้าวสารทั้งหมด 92.48 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดข้าวสารแตกหัก 5.28 เปอร์เซ็นต์ (คิดฐานข้าวสาร) ส่วนประสิทธิภาพของการนวดข้าวมีค่า 94.60 เปอร์เซ็นต์ การออกแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคอรวงแบบติดตั้งกับรถไถเดินตามโดยไม่มีการดัดแปลงโครงสร้างของรถไถเดินตาม ได้ติดตั้งชุด

นวด ชุดคัดแยกและทำความสะอาดและชุดลำเลียงไว้ด้านหลังห้องเกียร์ทดของรถไถเดินตาม โดยติดตั้งเข้ากับแขนบังคับควบคุมของรถไถเดินตาม โดยมีล้อยางขนาดเล็กรองรับน้ำหนักของชุดนวด ชุดคัดแยกและทำความสะอาดรวมทั้งผู้ปฏิบัติงานด้วย ด้านหน้าติดตั้งชุดหัวเกี่ยว ทำให้การลำเลียงฟ่อนข้าวสามารถทำได้โดยโซ่ลำเลียงสามชุดด้านล่างของตัวรถไถเดินตาม อย่างไรก็ตามจากการทดสอบเบื้องต้น พบว่ายังมีข้อจำกัดในส่วนของการลำเลียงฟ่อนข้าว เนื่องจากมีพื้นที่จำกัดในการติดตั้งชุดลำเลียง ทำให้การทำงานขาดความต่อเนื่องและเกิดการสูญเสียขึ้นค่อนข้างมาก

จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค และคณะ [31] ได้ศึกษาการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก จากการศึกษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็กที่ออกแบบและพัฒนาโดยจะใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 72 แรงม้า เป็นต้นกำลังในการขับ โครงสร้างหลัก ประกอบด้วยชุดหัวเกี่ยว ชุดลำเลียง ระบบนวด ระบบทำความสะอาด และระบบขับเคลื่อน อัตราทดของระบบขับเคลื่อนเท่ากับ 1 ต่อ 30 ความกว้างในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก 1.85 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาลูกนวดเท่ากับ 380 มิลลิเมตร ความยาวลูกนวดเท่ากับ 900 มิลลิเมตร ผลการทดสอบในการทำงานพบว่า ความสามารถในการทำงาน 2.3 ไร่ต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.6 ลิตรต่อไร่ โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 5 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานพบว่า มีจุดคุ้มทุนในการทำงาน 53 ชั่วโมง หรือ 121 ไร่ต่อปี เมื่อพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 1,060 บาทต่อไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการทำงานเท่ากับ 211 บาทต่อไร่

ทิวาพร เวียงวิเศษ, สมชาย ชวนอุดม และ วินิต ชินสุวรรณ [32] ได้ศึกษาผลของจำนวนซี่นวดและมุมเอียงครีบวงเดือนที่มีต่อความสูญเสียจากชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จากการศึกษาพบว่าผลของจำนวนซี่นวดและมุมครีบวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกน เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่าความชื้นของเมล็ดเฉลี่ย 21.83 เปอร์เซ็นต์ และใช้ค่าความเร็วเชิงเส้นปลายซี่นวด 17.22 เมตรต่อวินาที โดยแปรค่าทดสอบจำนวนซี่นวด 4 ระดับ คือ 90, 130, 195 และ 260 ซี่ มุมเอียงครีบวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดแปรค่า 3 ระดับ คือ 64, 68 และ 72 องศา ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนซี่นวดส่งผลให้ความสูญเสียรวมจากชุดนวดลดลง ส่วนปริมาณแตกหักมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาความสูญเสียรวมจากชุดนวด และปริมาณเมล็ดแตกหักแล้วควรมีจำนวนซี่นวดไม่น้อยกว่า 230 ซี่ ที่มุมเอียงครีบวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด 72 องศา

ศักดิ์ชัย อายาวัง และวินิต ชินสุวรรณ [33] ได้ศึกษาผลของระยะห่างระหว่างซี่นวดกับตะแกรงบนที่มีต่อปริมาณเมล็ดคงค้างในชุดนวด สำหรับเครื่องนวดข้าวแบบไหลตามแกน เมื่อนวดข้าวที่มีอัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดต่ำ จากผลการศึกษาพบว่าตะแกรงนวดที่มี

ระยะห่างระหว่างซี่นวดกับตะแกรงบน 250 มิลลิเมตร มีปริมาณเมล็ดตกค้างในตะแกรงนวดที่แต่ละระยะตลอดความยาวของตะแกรงนวด GR (เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่าเมื่อเทียบกับตะแกรงนวดที่มีระยะห่างระหว่างซี่นวดกับตะแกรงบน 170 มิลลิเมตร ทั้งนี้เนื่องจากตะแกรงที่มีระยะห่างมากกว่ามีช่องว่างในการคัดแยกเมล็ดให้ออกจากฟางมากขึ้น ทำให้เมล็ดที่ถูกนวดแล้วถูกสลัดออกจากตะแกรงได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชาย และวินิต (2544) เนื่องจากต้นข้าวมีความยาวจากโคนต้นถึงคอรวงเฉลี่ย 45 เซนติเมตร วางแนวขวางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพานป้อนและรวงข้าวชี้ไปในทางด้านใบพัดขับฟาง การนวดในช่วงระยะแรกถึงระยะประมาณ 35 เซนติเมตร จึงมีเมล็ดร่วงผ่านตะแกรงน้อย ปริมาณเมล็ดตกค้างจึงค่อนข้างสูง ช่วงระยะ 45 เซนติเมตร ถึง 135 เซนติเมตร จนถึงปลายสุดตะแกรง การลดลงของปริมาณเมล็ดตกค้างค่อนข้างช้า เนื่องจากเมล็ดข้าวเหลือน้อยลง ปริมาณเมล็ดตกค้างในตะแกรงนวดที่ระยะปลายสุดของตะแกรงจะถูกขับทิ้งออกไปพร้อมกับฟาง

ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดที่แต่ละระยะความยาวตะแกรงนวด MOG (เปอร์เซ็นต์) สำหรับตะแกรงนวดทั้งสองแบบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากทางด้านเข้าจนถึงด้านขับฟางออก และมีความแตกต่างเล็กน้อย อาจเนื่องจากวัสดุถูกตีนวดเพิ่มมากขึ้นตามระยะความยาวของตะแกรงนวด จึงฉีกขาดเป็นชิ้นเล็กลงและร่วงผ่านตะแกรงได้มากขึ้น

สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ [34] ได้ศึกษาความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด จากการศึกษาได้ทำการศึกษากับข้าว 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 โดยทำการสุ่มตรวจตรวจเครื่องเกี่ยวนวดสำหรับข้าวทั้งสองพันธุ์ จำนวน 13 เครื่อง และ 15 เครื่อง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า สำหรับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความสูญเสียรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.16 เปอร์เซ็นต์ โดยร้อยละ 58.94 ของความสูญเสียเกิดจากการเกี่ยว สำหรับพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูญเสียรวมเฉลี่ยเท่ากับ 6.81 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณสองเท่าของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105โดยร้อยละ 87.59 ของความสูญเสียเกิดจากการคัดแยกเมล็ดออกจากฟางในชุดนวด ส่วนความสะอาดของผลผลิตและปริมาณเมล็ดแตกหักมีค่าใกล้เคียงกัน

สมชาย ชวนอุดม และวารี ศรีสอน [35] ได้ศึกษาการทำงานของชุดขับราวใบมีดแบบต่างๆที่มีต่อการสั่นสะเทือน ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยและความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว ได้ทำการศึกษาใบมีด 4 แบบ ประกอบด้วย แบบชัก แบบแกว่ง แบบเพลาตั้งฉากขับโดยโซ่ และแบบเพลาตั้งฉากขับโดยสายพาน โดยการวัดและเปรียบเทียบการสั่นสะเทือนและความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดของชุดขับราวใบมีดทั้ง 4 แบบ พบว่า ชุดขับราวใบมีดทั้ง 4 แบบ มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาการสั่นสะเทือนของชุดหัวเกี่ยว ชุดขับราวใบมีดแบบเพลาตั้งฉากขับโดยโซ่มีแนวโน้มในการสั่นสะเทือนน้อยที่สุด

นิธิ ดวงผึ้ง และสมชาย ชวนอุดม [36] ได้ศึกษาผลของรูปแบบมุมครีบวงเดือนที่มีต่อสมรรถนะในการนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน จากการศึกษาพบว่าความสูญเสียที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่นั้นเป็นความสูญเสียจากชุดนวด ส่วนหนึ่งเกิดจากการปรับมุมครีบวงเดือน ที่ผ่านมามีการปรับมุมครีบวงเดือนที่หลากหลาย แต่การศึกษารูปแบบมุมครีบวงเดือนที่เหมาะสมยังค่อนข้างน้อย โดยการทดสอบกับชุดทดสอบการนวดของศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีความชื้นเมล็ดและฟาง เฉลี่ยเท่ากับ 23.8 และ 51.8 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียกจามลำดับ อัตราส่วนเมล็ดต่อฟางโดยน้ำหักสดเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 ความยาวของฟางเฉลี่ยเท่ากับ 52 เซนติเมตร การศึกษาผลของรูปแบบมุมครีบวงเดือนมีต่อสมรรถนะในการนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบมุมครีบวงเดือนที่ทำการศึกษามีผลต่อปริมาณเมล็ดแตกหักไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวดและกำลังงานที่ใช้ในการนวดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ รูปแบบมุมครีบวงเดือนของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ควรใช้รูปแบบมุมครีบวงเดือนที่มีมุมครีบวงเดือนเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ คือ มุม 69, 71, 73, 75 และ 77 องศา จากแนวเพลาลูกนวด ตามลำดับ เพราะทำให้มีความสูญเสียจากชุดนวดอยู่ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ และกำลังงานที่ใช้ในการนวดอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงมากนัก เมื่อใช้ความเร็วลูกนวดเท่ากับ 18 เมตรต่อวินาที และอัตราการป้อนเท่ากับ 16 ตันต่อชั่วโมง และทดสอบกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

มงคล กวางวโรภาส [37] ได้วิจัยการออกแบบและทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก มีฟันลูกนวดเป็นเหล็กเส้นดัดโค้ง ในขณะทำงานความเร็วเชิงเส้นของฟันลูกนวดเท่ากับ 6.28 เมตรต่อวินาที การป้อนฟ่อนข้าวเข้าสู่เครื่องนวดใช้วิธีจับป้อนทีละฟ่อน โดยป้อนเฉพาะรวงข้าวสู่ส่วนนวด ระบบทำความสะอาดเมล็ดเป็นแบบ Pre cleaning ประกอบด้วยพัดลมชนิด Centrifugal และกลไกรแยกฟางทำงานผสานกัน เครื่องนวดข้าวชนิดนี้ต้องการต้นกำลังฉุดประมาณ 0.6 แรงม้า ซึ่งสามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3/4 ถึง 1 แรงม้า ชนิดไฟ 220 โวลท์ มาขับได้ จากการทดลองพบว่าเครื่องชนิดนี้ต้องการคนในการปฏิบัติงาน 2 ถึง 3 คน และนวดอย่างต่อเนื่องได้ในอัตรา 180 ถึง 240 กิโลกรัมต่อ 1 ชั่วโมง ไม่พบเมล็ดที่แตกหักเสียหาย มีสิ่งเจือปนข้าวเปลือกเต็มเมล็ดที่นวดได้ประมาณ 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำไปฝัดออกได้โดยสะดวกต่อไป โดยการเทเข้าสู่ช่องฝัดของเครื่องเดียวกัน เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวเปลือกสูญเสียที่ปนไปกับเศษฟางและสิ่งเจือปนอื่นๆ ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการทำงานจำเพาะรวมเท่ากับ 178.3 ถึง 219.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อแรงม้า

วิชา หมั่นทำการ, เชาวน์ หมายตามกลาง และเอนก สุขเจริญ [38] ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาเครื่องนวดข้าว ซึ่งการศึกษานั้นได้ออกแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีขนาดกะทัดรัด มีน้ำหนักเบา สามารถขนเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีความคงทนในการใช้งาน มีการสูญเสียเมล็ดต่ำ และนอกจากการ

ใช้งานเก็บเกี่ยวแล้วยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเก็บเกี่ยวพืชอื่นๆ ได้ ได้ทดสอบเก็บเกี่ยวพันธุ์ข้าว 4 พันธุ์ คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 60 พันธุ์IR841 พันธุ์กข21 และ พันธุ์กข7 โดยมีจำนวนต้นต่อตารางเมตรเท่ากับ 257.50, 343.33, 371 และ 411 ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบหาอัตราการทำงานการเก็บเกี่ยวพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 60 พันธุ์กข7 และ พันธุ์IR841 มีจำนวนต้นต่อตารางเมตรเฉลี่ยเท่ากับ 286, 350 และ 370 ตามลำดับมีสภาพการล้มของข้าวในแปลงเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) 0.20 และ 40 ตามลำดับ แปลงข้าวพันธุ์ IR841 จะใช้เวลาเก็บเกี่ยวมากที่สุด เพราะมีข้าวล้มติดดินเฉลี่ยประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ในขณะที่ผ่านข้าวล้ม คนขับจำเป็นต้องวางหัวเกี่ยวต่ำติดดินและใช้ความเร็วต่ำประมาณ 0.3 เมตรต่อวินาที แต่เมื่อเกี่ยวผ่านข้าวล้ม คนขับจะใช้ความเร็วประมาณ 0.55 เมตรต่อวินาที มีบางครั้งขณะเกี่ยวข้าวล้มฟางจะอุดตันที่เกลียวลำเลียงต้นข้าวหน้าหัวเกี่ยว จึงจำเป็นต้องหยุดเครื่อง ซึ่งเวลาหยุดและติดขัดมีถึง 9.86 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทั้งหมดมีอัตราการทำงานเกี่ยวข้าว 69.48 นาทีต่อไร่ และอัตราการกินน้ำมัน 6 ลิตรต่อไร่ แปลงข้าวพันธุ์ กข7 มีความหนาแน่นของต้นข้างใกล้เคียงกับแปลงพันธุ์ IR841 แต่มีสภาพการล้มของข้าวในแปลงน้อยกว่าข้าวแปลงนี้ คนขับเครื่องเกี่ยวใช้ความเร็วค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0.3 ถึง 0.4 เมตรต่อวินาที ตลอดแปลงจึงทำให้อัตราการทำงานเกี่ยวข้าวใกล้เคียงกับการเกี่ยวข้าวแปลง IR841 คือมีอัตราการทำงานเกี่ยวข้าว 67.6 นาทีต่อไร่ แต่มีอัตราการกินน้ำมันน้อยกว่า คือ มีอัตราการกินน้ำมัน 4.83 ลิตรต่อไร่ ทั้งนี้เป็นเพราะไม่จำเป็นต้องวางหัวเกี่ยวต่ำติดดินเพื่อเกี่ยวข้าวล้มบ่อยครั้งนัก ทำให้เครื่องยนต์ไม่ต้องทำงานหนัก การกินน้ำมันจึงน้อย แปลงข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 มีความหนาแน่นของต้นข้าวน้อยที่สุดและไม่มีการล้มของต้นข้าวจึงสามารถใช้ความเร็วของการเก็บเกี่ยวสูงสุดถึง 0.8 เมตรต่อวินาที ได้และเวลาหยุดและติดขัดมีเพียง 0.3 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทั้งหมด จึงทำให้อัตราการทำงานการเก็บเกี่ยวข้าวดีที่สุด คือ 1 นาทีต่อไร่ และมีอัตราการกินน้ำมันน้อยที่สุดคือ 3.53 ลิตรต่อไร่

วินิต ชินสุวรรณ, ณรงค์ ปัญญา และศรีสมร ทวีโชคชาญชัย [39] ได้ศึกษาปัจจัยสำหรับการออกแบบเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกหอมมะลิในระดับกลุ่มเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมในการออกแบบมีดังต่อไปนี้ ชนิดและขนาดของตะแกรง เป็นตะแกรงสองชั้น โดยชั้นบนเป็นตะแกรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และชั้นล่างเป็นตะแกรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 4 x 16 มิลลิเมตร ความลาดเอียงของตะแกรง 3 ถึง 5 องศาจากแนวระดับ ความเร็วของตะแกรง 62 ถึง 70 เมตรต่อนาที ความเร็วของลมที่ใช้ในการทำความสะอาด 450 ถึง 500 เมตรต่อนาที อัตราการป้อนไม่เกิน 5 ตันต่อชั่วโมงต่อหน้ากว้างของตะแกรง 1 เมตร การใช้เกณฑ์ในการออกแบบดังกล่าวสามารถใช้ได้ดีในการทำความสะอาดข้าวเปลือกแห้ง ส่วนข้าวเปลือกชื้นก็สามารถใช้งานได้ดีเช่นกัน หากลดอัตราการป้อนลงเหลือหนึ่งในสาม

วารี ศรีสอน, สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ [40] ได้ศึกษาผลของความเร็วขับเคลื่อน ดัชนีล้อโน้ม และความชื้นของเมล็ด ที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเร็วขับเคลื่อน ดัชนีล้อโน้ม และความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวด สำหรับข้าวหอมมะลิ โดยทำการศึกษาความเร็วขับเคลื่อน 4 ระดับ คือ 3, 4, 5, และ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดัชนีล้อโน้มศึกษา 3 ระดับ คือ 1.5, 3.0 และ 4.5 และความชื้นของเมล็ดที่ 23.08, 25.20 และ 27.02 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ในการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว จากผลการศึกษา พบว่าควรใช้ความเร็วในการขับเคลื่อนที่ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดัชนีล้อโน้ม 3.0 และควรเก็บเกี่ยวข้าวที่ความชื้นของเมล็ด 23.08 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก หรือ 32 วันหลังออกดอก ซึ่งเป็นค่าที่มีความเหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ

นายสาทิส เวณุจันทร์และคณะ [41] ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 120 แรงม้า (90 กิโลวัตต์) เป็นต้นกำลัง ระบบขับเคลื่อนใช้ระบบไฮโดรสแตติก ชุดขับเคลื่อน (Final Drive) เป็นชุดเฟืองทดอัตรา 1:30.2 ความกว้างของหัวเกี่ยว 2.35 เมตร ลูกนวดแบบไหลตามแกนขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางประมาณ 527 มิลลิเมตร ความยาวของลูกนวด 1,160 มิลลิเมตร ผลการทดสอบเบื้องต้น พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถใช้งานได้ แต่ไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง เนื่องจากระบบชุดหัวเกี่ยวยังออกแบบและ สร้างไม่ถูกต้อง จึงได้ดำเนินการปรับปรุง แก้ไขระบบชุดหัวเกี่ยวของเครื่องต้นแบบ คือติดแผ่นกันกลับที่ช่อง ป้อนของตู้นวด ติดแหวนกันฟางข้าวที่ปลายคอเกี่ยวด้านบน ปรับระยะช่องว่างระหว่างคอเกี่ยวด้านล่างและ โซ่ลำเลียงต้นข้าวจากเดิม 50 มิลลิเมตร เหลือเพียง 20 ลลิเมตร และปรับปรุงแผ่นปรับมุมของหนวดกุ้งบนล้อราวพาให้เหมาะสมกับสภาพของต้นข้าว ส่วนระบบนวดได้ติดแถบเหล็กริ้ว (Rasp Bar) ที่บริเวณขอบบน ของตะแกรงรอบลูกนวดตัวล่าง และติดแถบเหล็กลูกระนาดบนตะแกรงรอบลูกนวดตัวล่าง แล้วนำไปทดสอบเกี่ยวนวดข้าวญี่ปุ่น ผลการทดสอบพบว่า สามารถทำงานได้ดี แต่มีการร่วงหล่นของต้นข้าวที่ถูกเกี่ยวและมีต้นข้าวพันรอบเกลียวลำเลียงต้นข้าวบริเวณช่องทางเข้าชุดโซ่ลำเลียงคอเกี่ยว ทำให้เกิดการ หยุดชะงักระหว่างปฏิบัติงาน เนื่องจากขนาดของเกลียวลำเลียงเล็กเกินไปจึงปรับปรุงให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร เป็น 250 มิลลิเมตร มีการปรับองศาของเกลียวผลบุโผล่ดึง ต้นข้าวให้สัมพันธ์กับเกลียวลำเลียงใหม่ เพิ่มอุปกรณ์ตัวเขี่ยต้นข้าวด้านขวาของล้อราวพา และเพิ่มความเร็ว รอบของล้อราวพาด้วย และได้ใส่ฟ้อนลูกนวดแบบแบนเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนวด แล้วนำไป ทดสอบเกี่ยวนวดข้าวญี่ปุ่น ผลการทดสอบพบว่ามีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีขึ้นโดยเฉพาะในแง่ของ อัตราการทำงานสูงมากขึ้นกว่าเดิม อัตราการ

ทำงาน 2 ถึง 3 ไร่ต่อชั่วโมง และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3 ถึง 4 ลิตรต่อไร่ โดยมีการสูญเสียรวมร้อยละ 4 ถึง 10 ซึ่งการสูญเสียรวมนี้ยังอยู่ในอัตราสูงเกินไป ดังนั้นเครื่องต้นแบบนี้จำเป็นต้องมีการปรับปรุงพัฒนาเพื่อลดอัตราการสูญเสียรวมให้ต่ำลง ก่อนที่จะดำเนินการเผยแพร่ให้มีการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [42] ได้ศึกษาปัญหาในการเก็บเกี่ยวข้าว กิจกรรมการเก็บเกี่ยวข้าวที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันนี้ ชาวนามักประสบปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ซึ่งนับวันแรงงานทางด้านการเกษตรจะขาดแคลนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการอพยพแรงงานเข้าสู่เมืองมีสูง และเนื่องจากแต่ละกรรมวิธีการนวดข้าวต้องใช้แรงงานมากและผ่านหลายขั้นตอน ปัญหาการเสียค่าจ้างทั้งจากการเก็บเกี่ยวและการนวดข้าวที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการขาดแคลนแรงงานทางด้านการเกษตร ปัญหาการสูญเสีย ทั้งปริมาณและคุณภาพของข้าวเปลือกหลังจากการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ปริมาณข้าวที่ร่วงหล่นจากรวงมีมาก เพราะถูกปล่อยทิ้งไว้ในนานานเกินไป การสูญเสียอันเนื่องจาก นก หนู อาจมีเปอร์เซ็นต์สูงมาก การสูญเสียข้าวเปลือก ขณะขนย้ายไป สถานีที่นวดข้าวจะมีการร่วงของข้าวมาก ในแง่ของคุณภาพข้าวที่ตากแดดไว้หลายวันจะกรอบและหักง่าย ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดหลังการสีต่ำเป็นผลให้ราคาข้าวต่ำ ในฤดูเก็บเกี่ยวข้าวนาปรัง ถ้าข้าวที่ทิ้งไว้ในนามีความชื้นค่อนข้างต่ำแล้วถูกฝนอาจทำให้ข้าวปน เป็นผลให้ขายได้ราคาต่ำมาก จากรายงานความสูญเสียเฉลี่ยตามขั้นตอนต่างๆ หลังจากเก็บเกี่ยวในเขตพื้นที่ภาคกลาง พบว่าขั้นตอนความสูญเสียการเก็บเกี่ยว (คนเก็บเกี่ยว) 7.8 เปอร์เซ็นต์ การนวด (ไม่ได้ใช้เครื่องนวดข้าว) 4.6 เปอร์เซ็นต์ การขนย้าย (ก่อนและหลังนวด) 4.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้แรงงานคนเกี่ยวข้าวรวมถึงการขนย้ายและนวดข้าวจะมีการสูญเสียรวมทั้งหมดมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ นับเป็นความเสียหายจำนวนมาก และจากปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ทำให้มีการนำเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยว ได้แก่ เครื่องเกี่ยวนวด (Rice Combined Harvester) ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศของไทย การวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทยหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว ขั้นตอนต่อมาที่สำคัญก็คือการนวดข้าวซึ่งเป็นกระบวนการแยกส่วนของเมล็ดข้าวเปลือกออกจากส่วนลำต้นข้าว วิธีของการนวดข้าวของเกษตรกรไทยมีอยู่หลายแบบด้วยกัน โดยวิธีดั้งเดิมจะเป็นการใช้แรงงานคน แรงงานสัตว์ ต่อมาจนถึงปัจจุบันได้มีการนำเอาเครื่องนวดข้าว ซึ่งมีต้นแบบจากสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) เข้ามาช่วยในการนวดข้าว ทำให้เกิดความสะดวกในการทำงาน

M. Veerangouda et al [43] ได้ศึกษาการประเมินผลสมรรถนะการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งข้าวเป็นหนึ่งในพืชหลักของเมือง Raichur ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว มีปัญหาการขาดแคลน

แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว จึงได้มีการนำเอาเครื่องจักรมาใช้ในการเก็บเกี่ยว การประเมินผลการทดลองการใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสำหรับการเก็บเกี่ยว ได้ดำเนินการตาม RNAM และ BIS เป็นรหัสการดทดสอบในแปลงของเกษตรกร การศึกษาได้ดำเนินการวางแผนการดำเนินงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีค่าเท่ากับ 0.64 ถึง 0.81 เฮกแตร์ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 67.02 ถึง 76.83 เปอร์เซ็นต์ ความสูญเสียที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวมีค่าเท่ากับ 2.88 ถึง 3.60 เปอร์เซ็นต์ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน ร้อยละ 57.65 ถึง 65.55 ดังนั้นเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีความเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าว

R.Bawatharani et al [44] ได้ศึกษาการประเมินผลสมรรถนะการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว รุ่น BG-300 เกี่ยว จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีค่าเท่ากับ 0.83 เฮกแตร์ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 58.9 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วในการทดสอบ 1.1 เมตรต่อวินาที และความชื้นของเมล็ดประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดสอบที่ 1 ในทางตรงกันข้ามความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีค่าเท่ากับ 0.46 เฮกแตร์ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 62.8 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วในการทดสอบ 0.58 เมตรต่อวินาที และความชื้นของเมล็ดประมาณ 20.3 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดสอบที่ 1 ดัชนีล้อโน้มของแปลงทดสอบที่ 1 อยู่ที่ 1.65 ซึ่งเกิดความเสียหายน้อยกว่าแปลงทดสอบที่ 2 ดัชนีล้อโน้มของแปลงทดสอบที่ 2 อยู่ที่ 2.52 อัตราการสูญเสียส่วนหน้าหัวเกี่ยวของแปลงทดสอบที่ 2 มีค่าเท่ากับ 33.97 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้อัตราการสูญเสียเมล็ดมีค่าต่างกันอย่างผกผันของความชื้นของเมล็ด สภาพแปลงทดสอบ สภาพการดำเนินการทดสอบและสภาพพันธุ์ข้าว มีผลต่อปัจจัยการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและการเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยว

N.E. Isaac et al [45] ได้ศึกษาการพัฒนาเศรษฐมิติความเร็วที่เหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เป้าหมายในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว คือ การเพิ่มความสามารถในการเก็บเกี่ยวต่อเอเคอร์ให้ได้มากที่สุด การพิจารณาค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวนั้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด การจำลองแบบการทดลอง (DOE) ถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าตัวแปรสามระดับ พบว่า ตัวแปรที่ 27 ความเร็วมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเพราะปลูกอัตราส่วน G/MOG ต่อราคาเมล็ดพันธุ์ ปริมาณผลผลิต ความสามรถในการทำงานจริงและเปอร์เซ็นต์ความชื้น การเก็บเกี่ยวในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม มีความสำคัญต่อการออกแบบการทดลอง การพัฒนาความเร็วสูงสุดในการเก็บเกี่ยวพบว่า ค่า R^2 เท่ากับ 0.94 ทั้ง 5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตในระดับความเร็วที่เหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญ G/MOG

ราคาข้าว ปริมาณผลผลิต การประมาณวันเก็บเกี่ยว และการเก็บเกี่ยวให้ทันเวลา จากการศึกษาคาดว่าข้อมูลที่ได้จากาการพัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐมิติ จะเป็นประโยชน์สำหรับการกำหนดเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการศึกษาเงื่อนไขและปัจจัยต่างๆ ที่ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ยังไม่มีรายละเอียดข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า กลุ่มตัวอย่างสุ่ม เกษตรกรที่นิยมใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM จำนวนรุ่นละ 20 คน รวม 100 คน ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 นาฬิกาจับเวลา ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 วินาที และจับเวลาต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3.2.2 เทปวัดระยะ ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร

3.2.3 ไม้วัดระยะ ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 เซนติเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร

3.2.4 เสาหลัก ยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร

3.2.5 เคียว

3.2.6 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 100 เซนติเมตร x 100 เซนติเมตร

3.2.7 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก

3.2.8 ผ้าพลาสติกเก็บตัวอย่างฟางและสิ่งเจือปน

3.2.9 อุปกรณ์วัดมุม ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 องศา

3.2.10 กระบอกตวง ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2.11 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

3.2.12 เครื่องวัดระดับเสียง ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 เดซิเบล เอ

3.2.13 เครื่องวัดความแข็งของดิน

3.2.14 เครื่องวัดความเร็วรอบ

3.2.15 เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก ที่ผิดพลาดไม่เกิน ± ร้อยละ 2

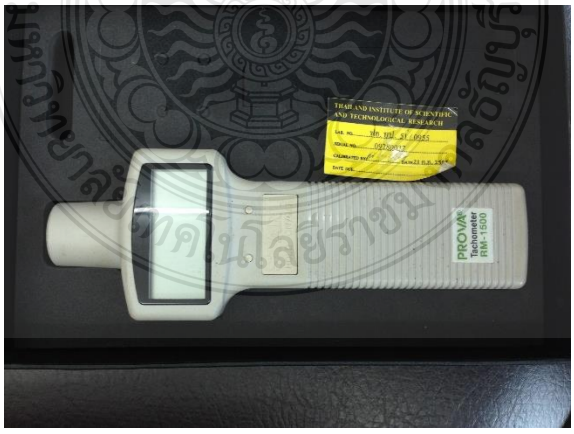
รูปที่ 3.1 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 100 เซนติเมตร x 100 เซนติเมตร

รูปที่ 3.2 เคียวเกี่ยวข้าว

รูปที่ 3.3 นาฬิกาจับเวลา

รูปที่ 3.4 อุปกรณ์วัดมุมต้นข้าว

รูปที่ 3.5 อุปกรณ์วัดระดับเสียง



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

3.3 วิธีการทดสอบ

3.3.1 การทดสอบความสูงของการตัด

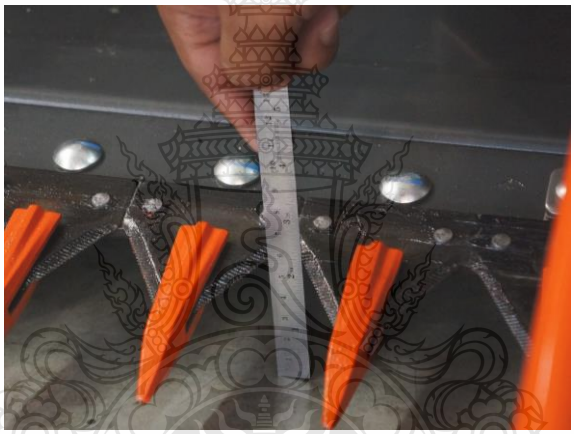
3.3.1.1 การเตรียมการทดสอบ จัดเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้อยู่ในตำแหน่ง ซึ่งทำให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้นแข็งเรียบได้ระดับ

3.3.1.2 ปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดต่ำสุด

3.3.1.3 วัดความสูงของการตัดด้วยเครื่องมือวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร โดยวัดที่ตำแหน่งใบมีดขวาสุด ตำแหน่งใบมีดตรงกลาง และตำแหน่งใบมีดซ้ายสุด แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.3.1.4 ปรับใบมีดให้อยู่ตำแหน่งการตัดสูงสุด

3.3.1.5 วัดความสูงของการตัด เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.3



รูปที่ 3.7 การวัดความสูงใบมีดขณะใบมีดอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด

รูปที่ 3.8 การวัดความสูงใบมีดขณะใบมีดอยู่ในตำแหน่งสูงสุด

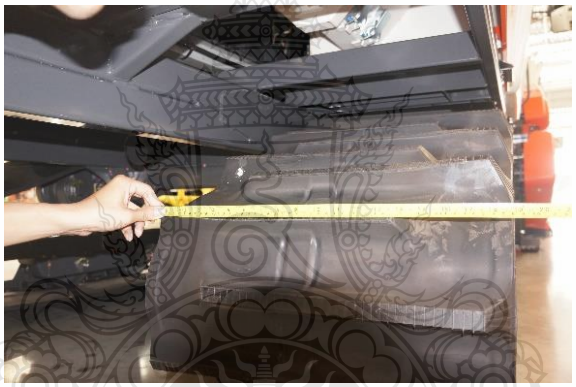
3.3.2 การทดสอบแรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน

3.3.2.1 ชั่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยบรรจุน้ำมันเชื่อเพลิงเต็มถัง เครื่องชั่งจะต้องมีความละเอียดถึง 20 กิโลกรัม

3.3.2.2 วัดมิติ (ความกว้าง x ความยาว) ของแป้นล้อตีนตะขาบ (Track) เฉลี่ย โดยวิธีสุ่มวัดแป้นล้อตีนตะขาบ ข้างละ 5 ชิ้น เป็นมิลลิเมตร x มิลลิเมตร

3.3.2.3 จัดให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่บนพื้นแข็งเรียบได้ระดับ นับจำนวนแป้นล้อตีนตะขาบที่สัมผัสเต็มหน้าสัมผัสกับพื้นทั้ง 2 ข้าง

3.3.2.4 คำนวณแรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน กรณีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไม่มีถังบรรจุข้าวเปลือกและกรณีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีถังบรรจุข้าวเปลือก สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.1 และสมการที่ 3.2



รูปที่ 3.9 การวัดความกว้างล้อตีนตะขาบ

รูปที่ 3.10 การวัดพื้นที่ล้อตีนตะขาบที่สัมผัสพื้น

3.3.3 การทดสอบความทนทาน

3.3.3.1 การเตรียมการทดสอบ

1) ติดตั้งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ากับแท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยใช้ล้อขับเคลื่อนอยู่สูงพ้นพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร

2) จัดเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้อยู่ในตำแหน่งเตรียมการทดสอบ ซึ่งทำให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้น

3) ปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งความสูงของการตัด 300 มิลลิเมตร

4) ให้ผู้ทำปรับตำแหน่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าว หรือผู้ทดสอบปรับแต่งตามคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

3.3.3.2 วิธีการทดสอบ

1) ตั้งคันบังคับให้ระบบเกี่ยวนวดและระบบทำความสะอาดทำงาน

2) ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุ

3) เลื่อนคันเกียร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไปที่เกียร์ทำงาน

4) ให้เครื่องเกี่ยวนวดทำงานอย่างต่อเนื่องวันละ 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน

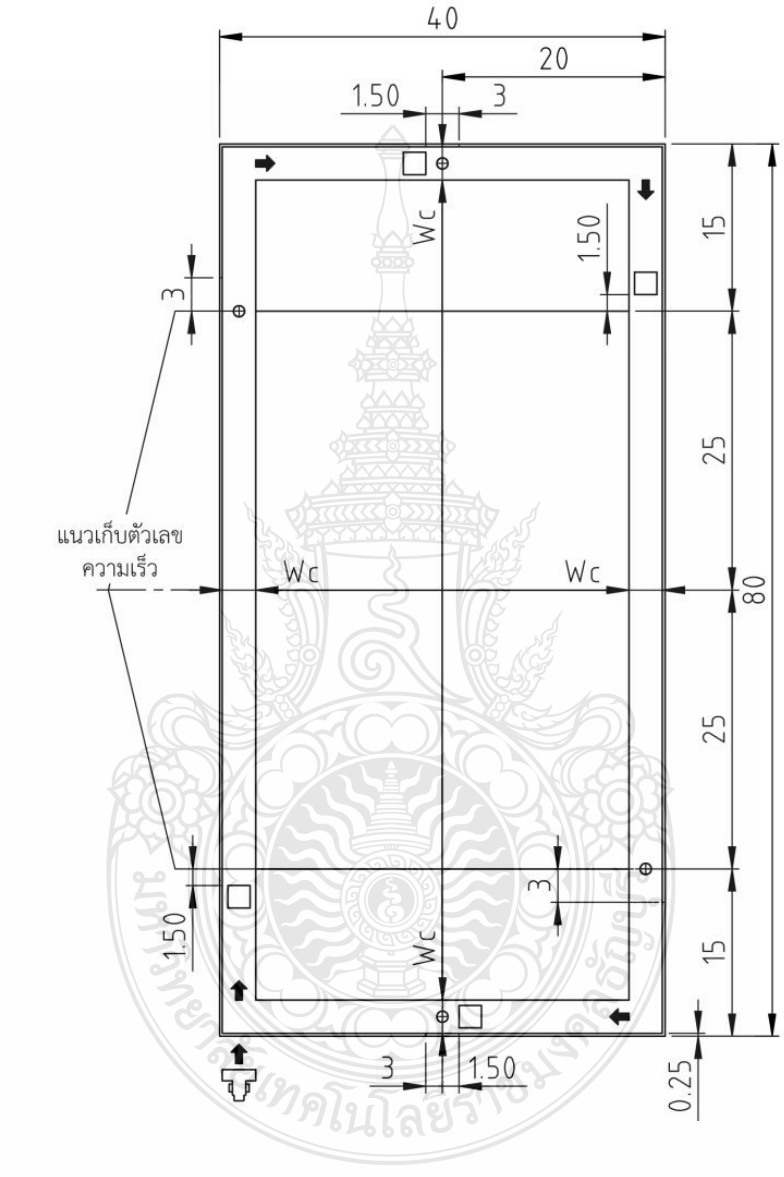
5) ตรวจพินิจเครื่องเกี่ยวนวดข้าวระหว่างทำการทดสอบและหลังการทดสอบตามคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

หมายเหตุ ทุกๆ 2 ชั่วโมง ระหว่างการทดสอบผู้ทำหรือผู้ทดสอบจะปรับแต่งหรือบำรุงรักษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เฉพาะตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน และเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อให้เพียงพอต่อการทดสอบได้

รูปที่ 3.11 การเตรียมการทดสอบความทนทาน

3.3.4 การทำงานภาคสนาม

3.3.4.1 การทำงานภาคสนาม



หน่วยเป็นเมตร

□ หมายถึง ตำแหน่งเก็บข้อมูลก่อนการเกี่ยว

○ หมายถึง จุดเริ่มต้นเก็บข้อมูลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

⇦ หมายถึง รูปแบบการเกี่ยวนวดเพื่อการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

รูปที่ 3.12 พื้นที่ทดสอบ [8]

1) ผู้ทำเป็นผู้จัดหาผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

2) ผู้ทำเป็นผู้จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบ ขนาดความกว้าง 40 เมตร x ขนาดความยาว 80 เมตร แสดงดังภาพที่ 3.12

3) ข้าวที่ใช้ทดสอบให้ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตม มีอัตราการหว่าน 15 กิโลกรัม ต่อ 1,600 ตารางเมตร (ต่อไร่) ยกเว้นข้าวพันธุ์หอมมะลิให้ปลูกโดยวิธีปักดำ

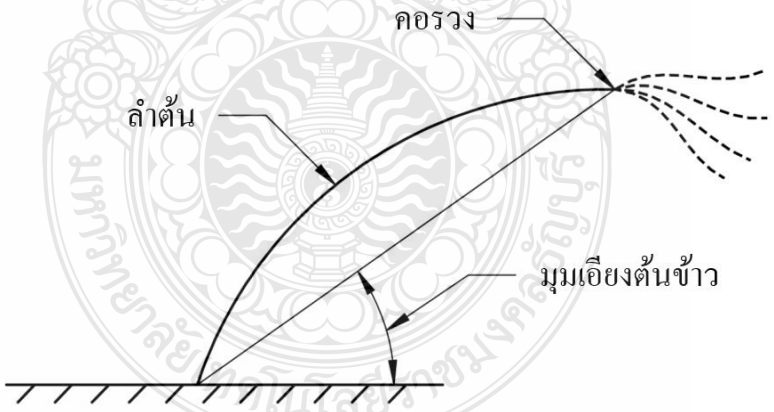
4) ให้ทดสอบระหว่างเวลา 9.00 นาฬิกา ถึง 18.00 นาฬิกา และถ้ามีฝนตกให้เริ่มทดสอบหลังฝนหยุดตกไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

3.3.5 วิธีการทดสอบ

3.3.5.1 ก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

1) วางกรอบเก็บข้อมูลบริเวณตำแหน่งเก็บข้อมูลก่อนการเกี่ยวนวดข้าว แสดงดังภาพที่ 3.12 เพื่อวัดความสูงและมุมเอียงของต้นข้าว หาปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ ร้อยละความชื้น ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง ความต้านทางของดินต่อแรงทะลุของกรวย

2) วัดความสูงของต้นข้าวเป็นมิลลิเมตร และความเอียงของต้นข้าวในกรอบเป็นองศา กระบะละ 3 จุด แสดงดังภาพที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วิธีการวัดมุมอียงต้นข้าว [8]

3) เกี่ยวข้าวด้วยเคียวในกรอบให้ชิดโคนต้นข้าวมากที่สุด โดยให้เมล็ดข้าวเปลือกร่วงน้อยที่สุด เก็บต้นข้าวไว้ในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง

4) เก็บเมล็ดข้าวเปลือกร่วงในกรอบ และเก็บในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกร่วง

5) วัดความต้านทานของดินต่อแรงทะลุกรวยของกรวยในกรอบ เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ความลึก 0 และ 10 เซนติเมตร

6) แยกต้นข้าวในข้อ 3.3.5.1, 3) ออกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกและฟาง

7) ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกในข้อ 3.3.5.1, 6) น้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกร่วงในข้อ 3.3.5.1, 4) และน้ำหนักฟางในข้อ 3.3.5.1, 6) (กรัม)

8) วัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกจากในข้อ 3.3.5.1, 6) เป็นร้อยละ กรอบละ 3 ค่า

9) คำนวณค่าต่าง ดังนี้

(1) ปริมาณผลผลิต สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.3

(2) ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.4

(3) อัตราส่วนน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกต่อน้ำหนักฟาง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.5

3.3.5.2 คุณภาพการทำงานของเครื่องนวดข้าว

1) ให้ผู้ทำหรือผู้ทดสอบปรับแต่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน

2) เกี่ยวนวดข้าวตามแนวของพื้นที่ทดสอบโดยรอบทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้เห็นแนวของพื้นที่ทดสอบชัดเจน โดยห่างจากขอบด้านนอกของพื้นที่ทดสอบอย่างน้อย 0.25 เมตร แสดงดังภาพที่ 3.12

3) เกี่ยวนวดข้าวเมื่อเครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุ เพื่อทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามรูปแบบ จับเวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร 2 ครั้ง ให้เก็บข้อมูลต่างๆ เมื่อเกี่ยวนวดข้าวมาถึงจุดเริ่มต้นเก็บข้อมูลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ดังนี้

(1) ใช้กระบอกตวงรองรับที่ช่องทางออกของเมล็ดข้าวเปลือกจนเต็มกระบอกตวง แล้วนำไปแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และสิ่งเจอปน

(2) ใช้ผ้าพลาสติกรองรับที่ช่องทางออกของฟางและสิ่งเจอปนทุกช่องในระยะทาง 3 เมตร แล้วนำไปแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก

(3) หลังการเกี่ยวนวดข้าว เก็บเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงอยู่ใต้ผ้าพลาสติกรองรับ ในข้อ 3.3.5.2, 3), (2) บนพื้นที่เท่ากับความกว้างในการตัดเฉลี่ย x 1 เมตร และกรณีที่ยังมีต้น

ข้าวที่ยังมีเมล็ดข้าวเปลือกติดอยู่บนพื้นที่ดังกล่าวให้แยกเมล็ดข้าวเปลือกจากต้นข้าวดังกล่าว แล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างอีกถุงหนึ่ง

4) แยกเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และสิ่งเจือปน ในข้อ 3.3.5.2, 3), (1)

5) แยกเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก ข้อ 3.3.5.2, 3), (2)

6) แยกเมล็ดข้าวเปลือกร่วง และเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว ในข้อ 3.3.5.2, 3), (3)

7) คำนวณค่าต่าง ดังนี้

(1) ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวดข้าว สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.6

(2) ร้อยละความสะอาดของเมล็ดข้าวเปลือก สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.7

3.3.5.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

1) ให้ผู้ทำหรือผู้ทดสอบปรับแต่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน

2) ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยให้หัววัดระดับเสียงอยู่ที่ตำแหน่งใกล้หูคนขับมากที่สุด

3) ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุ

4) เลื่อนคันเกียร์ของเครื่องเกี่ยวนวดไปที่เกียร์ทำงาน

5) เกี่ยวนวดข้าวเพื่อปรับเนื้อที่ทดสอบให้เหลือขนาดความกว้าง 30 เมตร x ขนาดความยาว 60 เมตร แสดงดังภาพที่ 3.14

6) เกี่ยวนวดข้าวเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามภาพแบบ แสดงดังภาพที่ 3.14 ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ± ร้อยละ 20 จับเวลา เป็นวินาที เมื่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร 3 ครั้ง ระหว่างการทดสอบสุ่มวัดระดับเสียงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 3 ครั้ง

7) บันทึกเวลาในการเกี่ยวนวดข้าว (วินาที)

8) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็ม บันทึกปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)

9) ตรวจพินิจการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

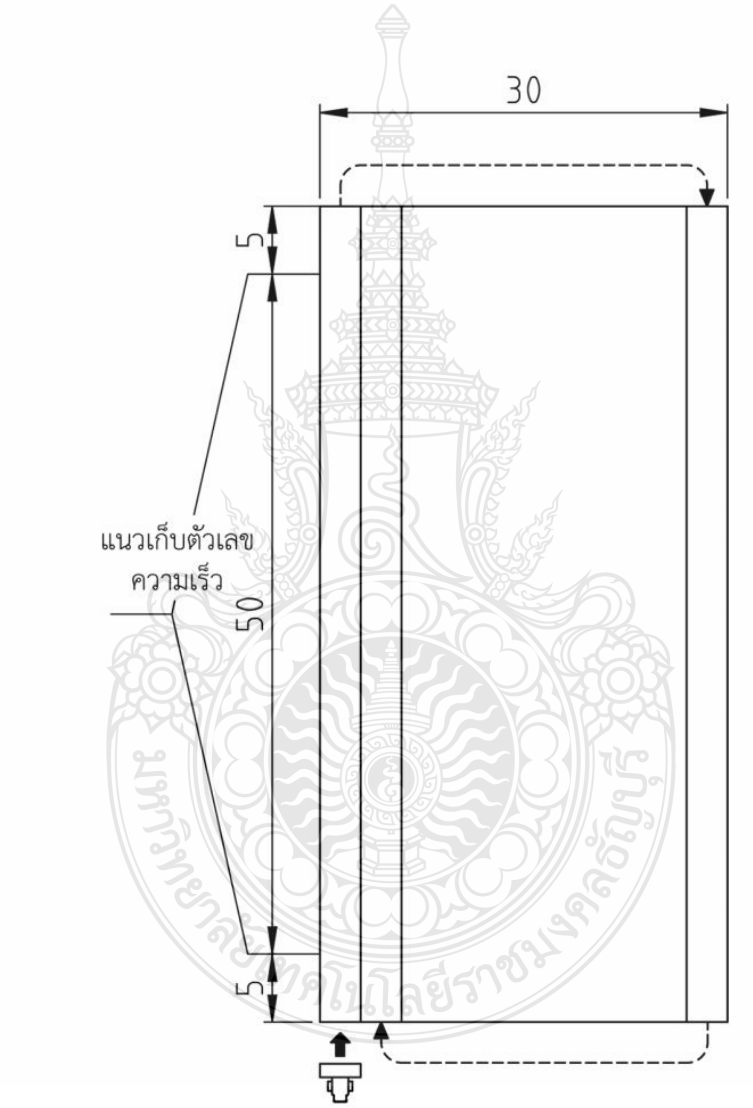
10) คำนวณค่าต่าง ดังนี้

(1) ความสามรถทางปฏิบัติ สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.8

(2) ความสามรถทางทฤษฎี สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.9

(3) ประสิทธิภาพการทำงาน สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.10

(4) อัตราการสิ้นเปลืองปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.11



รูปที่ 3.14 รูปแบบการเกี่ยวนวดเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว [8]

รูปที่ 3.15 แปลงนาสำหรับทำการทดสอบ

รูปที่ 3.16 การวัดความสูงต้นข้าว

รูปที่ 3.17 การวัดมุมเอียงต้นข้าว

รูปที่ 3.18 การวัดความชื้นในอากาศ

รูปที่ 3.19 การวัดความต้านทานดินต่อแรงทะลุกรวย

รูปที่ 3.20 การตัดกรอบแปลงเพื่อเตรียมพื้นที่ทดสอบ

รูปที่ 3.21 ต้นข้าวที่ได้จากการใช้เคียวเกี่ยวก่อนทำการทดสอบ

รูปที่ 3.22 การปักเสาเพื่อกำหนดระยะการเก็บข้อมูล

รูปที่ 3.23 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

รูปที่ 3.24 การเก็บข้อมูลที่ช่องทางออกฟางของรถเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการทดสอบ

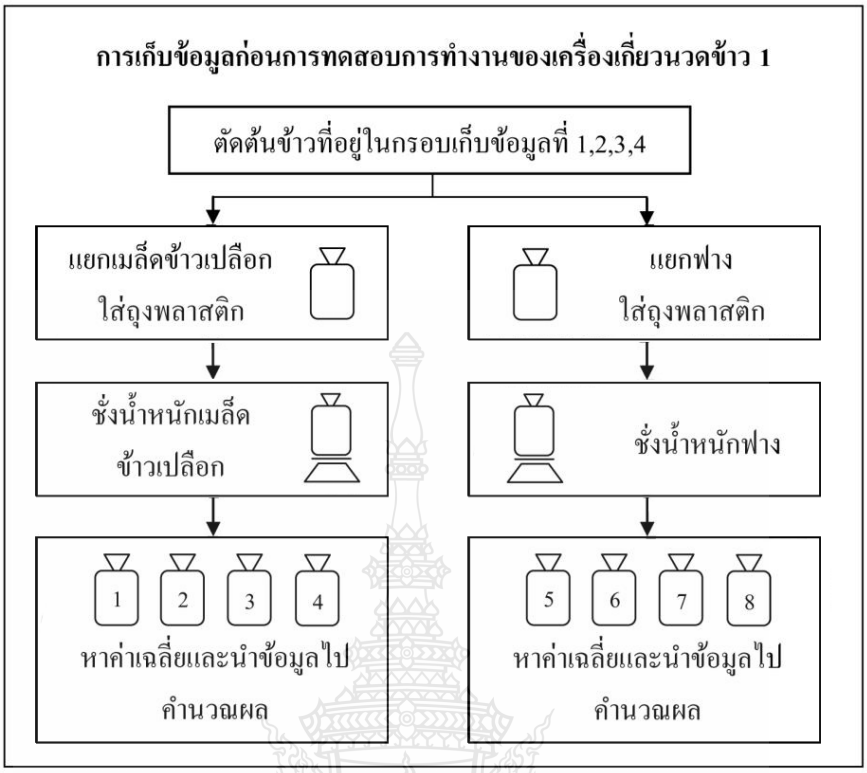
รูปที่ 3.25 การคัดแยกเมล็ดข้าว

รูปที่ 3.26 การวางกรอบเก็บข้อมูลต้นข้าวหลังการทดสอบ

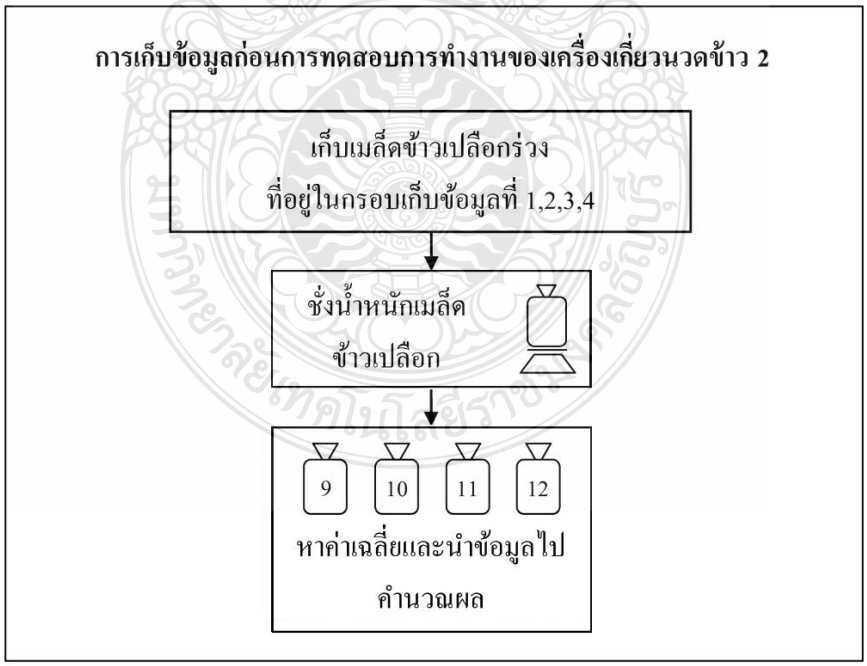
รูปที่ 3.27 เมล็ดข้าวที่ได้จากช่องทางออก

รูปที่ 3.28 การชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าว

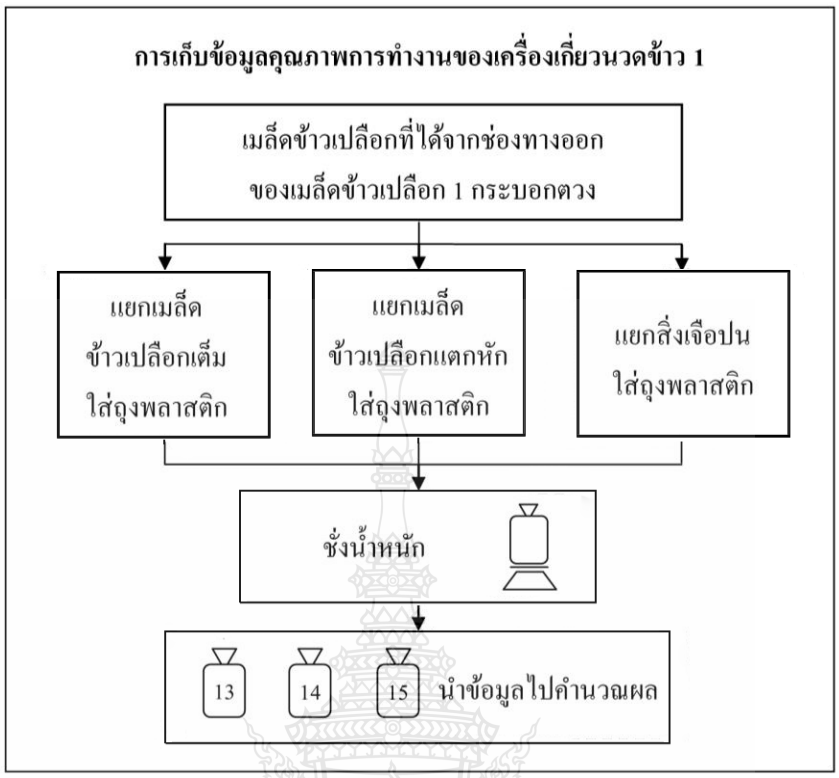
รูปที่ 3.29 การชั่งน้ำหนักฟาง



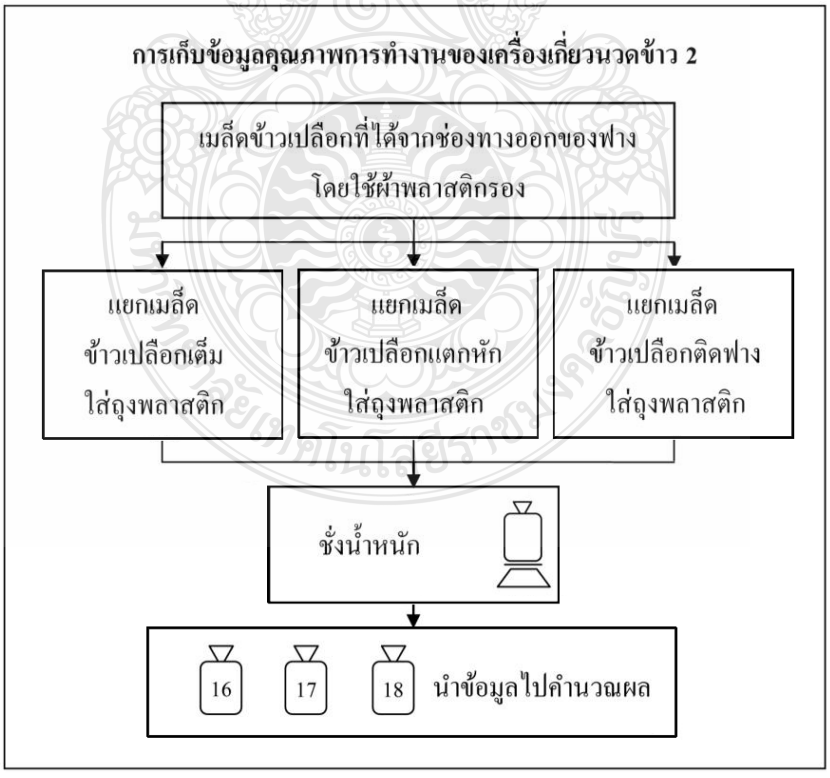
รูปที่ 3.30 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 1



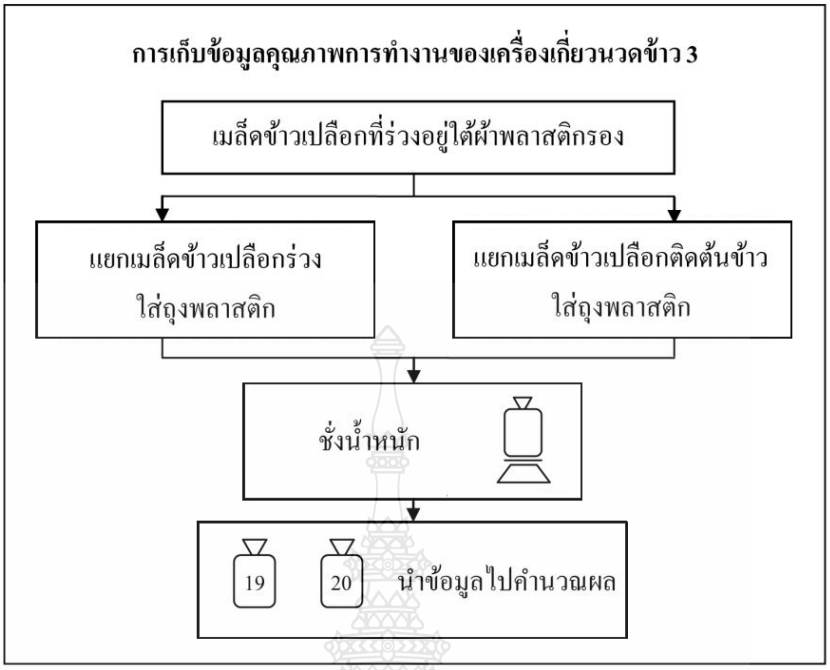
รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 2



รูปที่ 3.32 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 1



รูปที่ 3.33 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 2



รูปที่ 3.34 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 3

3.4 วิธีการวัดผล

การคำนวณคุณภาพการทำงาน การคำนวณความสามารถในการทำงานและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว สามารถคำนวณโดยใช้สมการต่างๆ ดังนี้

3.4.1 แรงกดต่อหน่วยพื้นที่

กรณีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไม่มีถังบรรจุข้าวเปลือก สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.1 [8]

$C_{(NL)}$ คือ $\dfrac{1.01 \times 9.8\, M1 \times 10^{3}}{N \times W \times L}$ (3.1)

กรณีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีถังบรรจุข้าวเปลือก สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.2 [8]

$C_{(L)}$ คือ $\dfrac{9.8 \times (M1 + M2) \times 10^{3}}{N \times W \times L}$ (3.2)

เมื่อ

$C_{(NL)}$ คือ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไม่มีถังบรรจุข้าวเปลือก (กิโลพาสคัล)

$C_{(L)}$ คือ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีถังบรรจุข้าวเปลือก (กิโลพาสคัล)

M1 คือ มวลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีน้ำมันเชื่อเพลิงเต็มถัง (กิโลกรัม)

M2 คือ มวลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเมื่อบรรจุเต็มถังบรรจุข้าวเปลือก (กิโลกรัม)

N คือ จำนวนแป้นล้อตีนตะขาบที่สัมผัสเต็มหน้าสัมผัสกับพื้นทั้งหมด

W คือ ความกว้างเฉลี่ยของแป้นล้อตีนตะขาบ (มิลลิเมตร)

L คือ ความยาวเฉลี่ยของแป้นล้อตีนตะขาบ (มิลลิเมตร)

3.4.2 ปริมาณผลผลิต สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.3 [8]

Y คือ $$0.4\sum_{i=1}^{4}\left(G+L_{NS}\right)_i \quad (3.3)$$

เมื่อ

Y คือ ปริมาณผลผลิต

G คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือก ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

L_{NS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

3.4.3 ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.4 [8]

L_S คือ $$\frac{\sum_{i=1}^{4}(L_{NS})i}{\sum_{i=1}^{4}(G+L_{NS})i} \quad (3.4)$$

เมื่อ

L_S คือ ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง

L_{NS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

G คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือก ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

3.4.4 อัตราส่วนเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.5 [8]

GSR คือ $$\frac{\sum_{i=1}^{4}(G+L_{NS})i}{\sum_{i=1}^{4}Si} \quad (3.5)$$

เมื่อ

GSR คือ อัตราส่วนเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง

G คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือก ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

L_{NS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

Si คือ มวลฟาง ข้อ 3.3.5.1, 7) (กรัม)

3.4.5 ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวดข้าว สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.6 [8]

$$TL \quad \text{คือ} \quad \left\{\frac{1}{3W_C} x \left(CG_2+UG+DG_2\right)+\left(L_{TS}-L_{NS}+L_{UC}\right)\right\} x \frac{1x100}{G} \qquad (3.6)$$

เมื่อ

TL คือ ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวด

CG_2 คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม (กรัม)

UG คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง (กรัม)

DG_2 คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (กรัม)

L_{TS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง (กรัม)

L_{UC} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว (กรัม)

L_{NS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ข้อ 2.4.1 (กรัม)

W_c คือ ความกว้างในการตัดเฉลี่ย (เมตร)

G คือ ปริมาณผลผลิตในแปลงทดสอบ (กรัมต่อตารางเมตร)

3.4.6 ร้อยละความสะอาดของเมล็ดข้าวเปลือก สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.7 [8]

$$Pu \quad \text{คือ} \quad \frac{OM_1-I_1}{OM_1} x\ 100 \qquad (3.7)$$

เมื่อ

Pu คือ ร้อยละความสะอาดของเมล็ดข้าวเปลือก

OM_1 คือ มวลรวมของเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหักและสิ่งเจือปน (กรัม)

I_1 คือ มวลสิ่งเจือปน (กรัม)

3.4.7 ความสามารถในการทำงานจริง (Effective field capacity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ในการทำงานต่อเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.8 [8]

$$F_C \quad \text{คือ} \quad \frac{A}{T_A} \qquad (3.8)$$

เมื่อ

F_C คือ ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่ต่อชั่วโมง)

A คือ พื้นที่ในการทดสอบ (ไร่)

T_A คือ เวลาในการทดสอบ (ชั่วโมง)

3.4.8 ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (Theoretical capacity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ในการทำงานต่อเวลาที่เครื่องจักรใช้ในการปฏิบัติงานที่บริษัทระบุมากับตัวรถ (ข้อมูลจำเพาะด้านประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแต่ละขนาดโดยเฉลี่ย) สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.9 [8]

F_T คือ $\frac{(SxWD)}{1.6}$ (3.9)

เมื่อ

F_T คือ ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

S คือ ความเร็วในการเกี่ยวนวด (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

WD คือ ความกว้างของหัวเกี่ยว (เมตร)

3.4.9 ร้อยละประสิทธิภาพในการทำงาน (Field efficiency) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงต่อเวลาที่เครื่องจักรใช้ในทางทฤษฎี x 100 สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.10 [8]

F_E คือ $\frac{F_C}{F_T} x100$ (3.10)

เมื่อ

F_E คือ ร้อยละประสิทธิภาพในการทำงาน

F_C คือ ความสามารถทางปฏิบัติ (ไร่ต่อชั่วโมง)

F_T คือ ความสามารถทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

3.4.10 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงต่อพื้นที่ทั้งหมดในการทำงานจริง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.11 [8]

F_U คือ $\frac{(8xV)}{9}$ (3.11)

เมื่อ

F_U คือ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)

V คือ ปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)

3.4.11 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) คือ ค่าใช้จ่ายที่ตัดจากมูลค่าของสินทรัพย์ ที่กิจการใช้ประโยชน์ประจำงวด ทั้งนี้เพราะสินทรัพย์ประเภท อุปกรณ์ เครื่องจักร เป็นสินทรัพย์ที่มีไว้ใช้งานเป็นระยะเวลายาวนานและมักจะมีมูลค่าสูง จึงมีการประมาณประโยชน์จากสินทรัพย์เหล่านี้เฉลี่ยเป็นค่าใช้จ่ายแต่ละงวด สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.12 [8]

D คือ $\frac{(P-s)}{L}$ (3.12)

เมื่อ

D คือ ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)

P คือ ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาท)

s คือ มูลค่าซาก (บาท)

L คือ อายุการใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ปี)

3.4.12 ค่าดอกเบี้ย (I) สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.13 [8]

I คือ $(\frac{(P+s)}{2})i$ (3.13)

เมื่อ

I คือ ค่าดอกเบี้ย (บาทต่อปี)

P คือ ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาท)

s คือ มูลค่าซาก (บาท)

i คือ อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์)

3.4.13 ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R+M) สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.14 [8]

(R+M) คือ $\frac{(1.3XP\%)}{100}$ (3.14)

เมื่อ

(R+M) คือ ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาทต่อชั่วโมง)

P คือ ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาท)

3.4.14 ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (TC) สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.15 [8]

$$TC \quad \text{คือ} \quad \left(\frac{FC}{x}\right)+VC \qquad (3.15)$$

เมื่อ

TC คือ ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาทต่อชั่วโมง)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อปี)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาทต่อชั่วโมง)

x คือ ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง)

3.4.15 จุดคุ้มทุน (Break even point) หมายถึง ระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายของธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.16 [8]

$$BEP \quad \text{คือ} \quad \frac{FC}{(B-VC)} \qquad (3.16)$$

เมื่อ

BEP คือ จุดคุ้มทุน (ชั่วโมง)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อปี)

B คือ อัตราการรับจ้าง (บาทต่อชั่วโมง)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาทต่อชั่วโมง)

3.4.16 ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.17 [8]

$$PBP \quad \text{คือ} \quad \frac{P}{R} \qquad (3.17)$$

เมื่อ

PBP คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

P คือ ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาท)

R คือ กำไรสุทธิเฉลี่ย (บาทต่อปี)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ตอนที่ 1 ข้อมูลจากประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา ใช้สถิติและค่าเฉลี่ย ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยแบ่งระดับคะแนนดังนี้

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ดีมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ดี

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ พอใช้

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปรับปรุง

วิเคราะห์ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถาม โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และแปรผลค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ของเบสท์และคาห์น (Bast & Kahn, 1993) ซึ่งมีค่าระดับคะแนนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	3.51 ถึง 4.00	หมายถึง	ระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	2.51 ถึง 3.50	หมายถึง	ระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	1.51 ถึง 2.50	หมายถึง	ระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.00 ถึง 1.50	หมายถึง	ระดับน้อย

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)

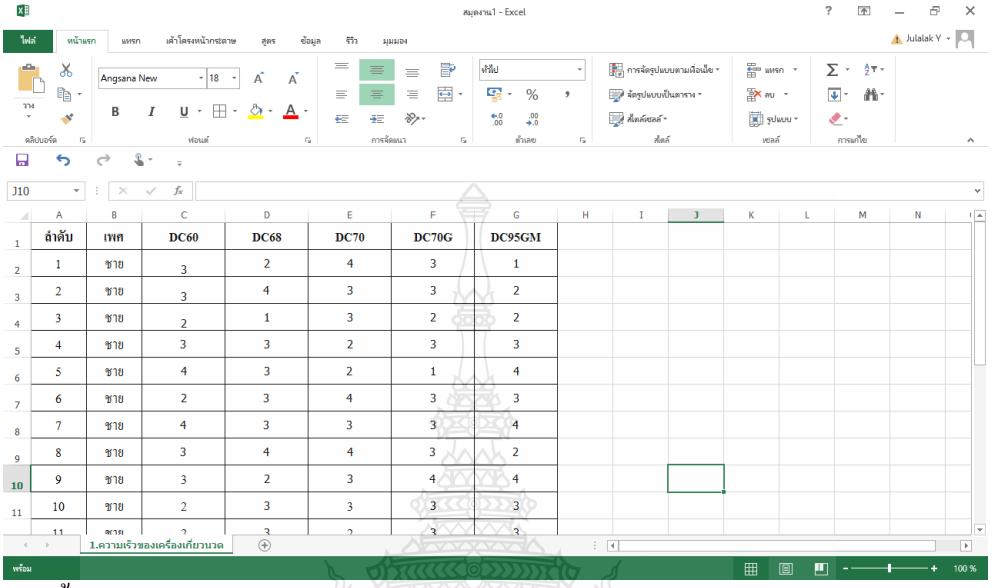
สถิติเชิงพรรณา เป็นสถิติที่ใช้สรุปลักษณะของกลุ่มข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้มาจากการเก็บตัวอย่างจากประชากรทั้งหมด หรือเก็บจากตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มในประชากร ตัวอย่างของสถิติเชิงพรรณา เช่น จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือแม้แต่การสรุปในรูปแบบของรูปภาพเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ

การวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) จะวิเคราะห์จากหัวข้อในแบบสอบถามการวิจัย

3.5.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.5.3.1 เปิดหน้าโปรแกรม Excel กรอกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ ลำดับที่ เพศ รุ่นเครื่องเกี่ยวนวดข้าว จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68 รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM

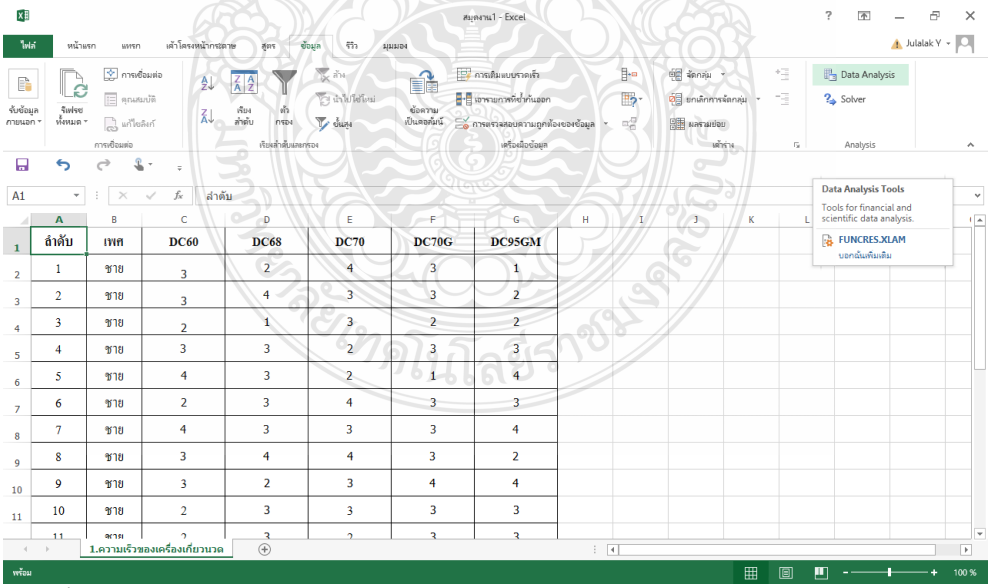
โดยในแต่ละ Row เป็นคะแนนที่เกษตรกรได้ประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า ตามลำดับตามแบบสอบถามการวิจัย แสดงดังภาพที่ 3.35



ลำดับ	เพศ	DC60	DC68	DC70	DC70G	DC95GM
1	ชาย	3	2	4	3	1
2	ชาย	3	4	3	3	2
3	ชาย	2	1	3	2	2
4	ชาย	3	3	2	3	3
5	ชาย	4	3	2	1	4
6	ชาย	2	3	4	3	3
7	ชาย	4	3	3	3	4
8	ชาย	3	4	4	3	2
9	ชาย	3	2	3	4	4
10	ชาย	2	3	3	3	3

รูปที่ 3.35 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 1

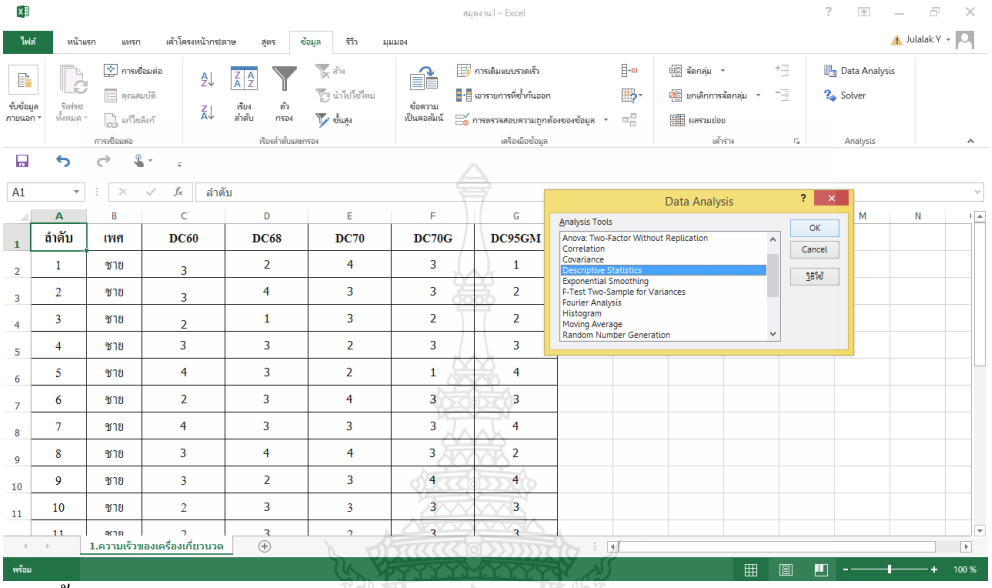
3.5.3.2 นำลูกศรไปคลิกที่แถบเครื่องมือ เลือก Data Analysis แสดงดังภาพที่ 3.36



ลำดับ	เพศ	DC60	DC68	DC70	DC70G	DC95GM
1	ชาย	3	2	4	3	1
2	ชาย	3	4	3	3	2
3	ชาย	2	1	3	2	2
4	ชาย	3	3	2	3	3
5	ชาย	4	3	2	1	4
6	ชาย	2	3	4	3	3
7	ชาย	4	3	3	3	4
8	ชาย	3	4	4	3	2
9	ชาย	3	2	3	4	4
10	ชาย	2	3	3	3	3

รูปที่ 3.36 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 2

3.5.3.3 เมื่อปรากฏหน้าต่าง Data analysis เลือก Descriptive statistics คลิก OK แสดงดังภาพที่ 3.37



รูปที่ 3.37 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 3

3.5.3.4 เมื่อปรากฏหน้าต่าง Descriptive statistics ปฏิบัติดังต่อไปนี้ แสดงดังภาพที่ 3.38

1) Input

(1) Input range กรอกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์

(2) Grouped by ลักษณะการจัดกลุ่มของข้อมูล โดยคลิก Columns

(3) Labels in first row คลิกเครื่องหมายถูก ถ้า Column แรกของเราเป็นคำอธิบายรายละเอียดของข้อมูลใน column นั้น

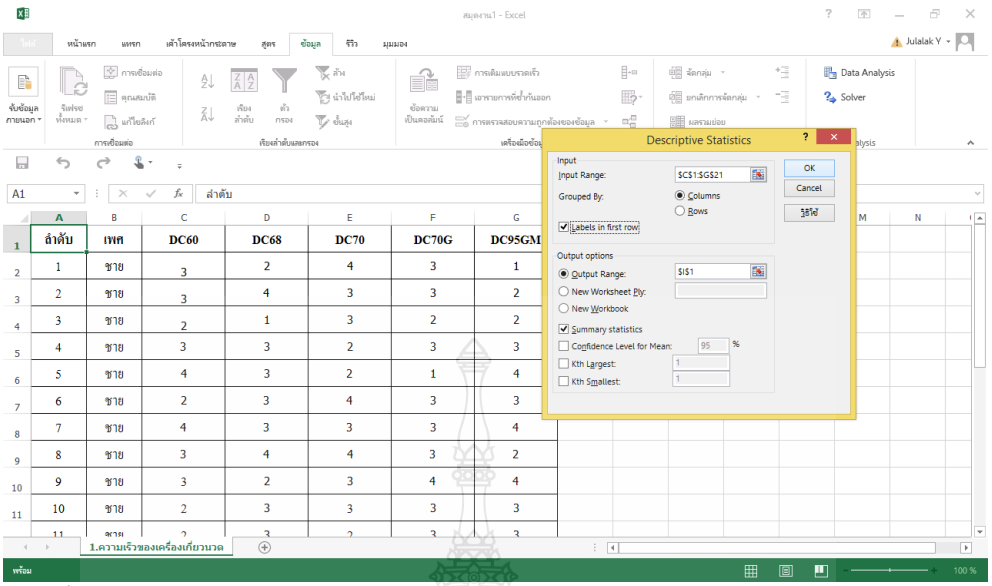
2) Output range

(1) Output range คลิกและกรอกบริเวณที่ต้องการให้ข้อมูลแสดงผล

(2) New worksheet ply คลิกและกรอกชื่อ Worksheet ที่ต้องการให้แสดงผลข้อมูล

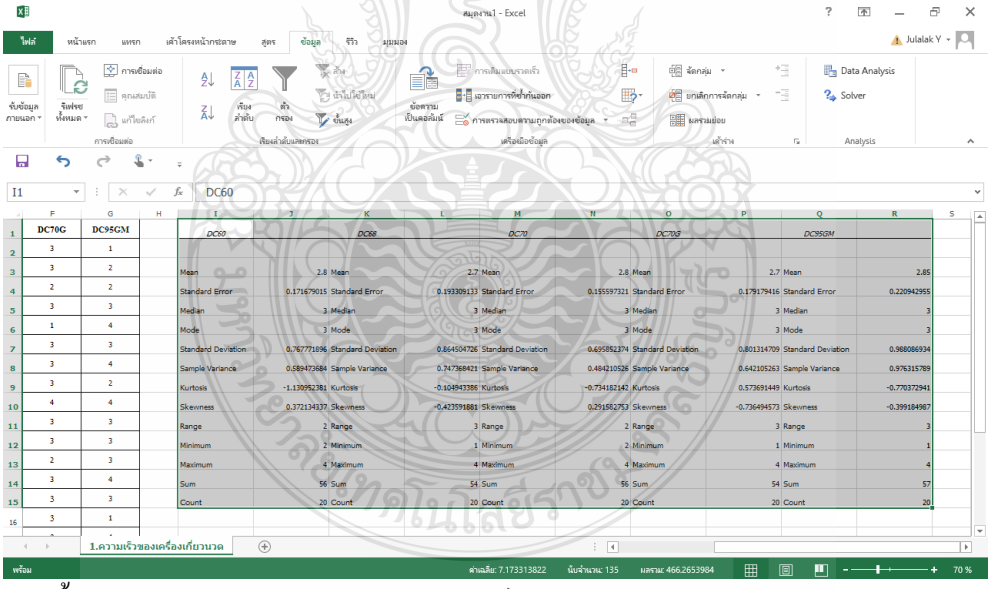
(3) New workbook คลิกเมื่อต้องการให้แสดงผลในชื่อไฟล์ใหม่

(4) ทำเครื่องหมายถูกในช่อง Summary statistics



รูปที่ 3.38 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 4

3.5.3.5 คลิก OK จะปรากฏตารางสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังภาพที่ 3.39



รูปที่ 3.39 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์ข้อมูล 5

3.5.3.5 ความหมายของตารางสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) Mean ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic mean) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

2) Standard error หมายถึง ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล คือยิ่งใกล้ค่า O แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีการกระจายตัวใกล้กับค่าเฉลี่ยของประชากร

3) Median ค่ามัธยฐาน หมายถึง ค่าของข้อมูลที่จุดกึ่งกลางของการกระจายของข้อมูลโดย 50 เปอร์เซ็นต์ ของข้อมูลมีค่าสูงกว่าค่า มัธยฐาน และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าค่ามัธยฐาน และมักใช้ในกรณีที่ การกระจายของข้อมูลมีลักษณะไม่เท่ากันทั้งสองข้าง (Asymmetry) หรือมีลักษณะเบ้ไปทางซ้ายหรือทางขวา

4) Mode ค่าฐานนิยม หมายถึง ค่าของข้อมูลที่มีความถี่มากที่สุดในข้อมูลของชุดนั้นๆ ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งค่าหรือไม่มีเลยก็ได้

5) Standard deviation หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลว่าจะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเท่าใด

6) Sample variance หมายถึง ค่าความแปรปรวน เพื่อสะดวกในการคำนวณและหมดปัญหาในเกี่ยวกับเครื่องหมายจึงยกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย

7) Kurtosis หมายถึง การวัดลักษณะความโด่งของข้อมูล

8) Skewness หมายถึง การวัดการกระจายของข้อมูลในลักษณะทิศทางของข้อมูลว่ามีความเบ้ไปในทิศทางใด

9) Minimum หมายถึง ค่าต่ำสุดของข้อมูลชุดนั้น

10) Maximum หมายถึง ค่าสูงสุดของข้อมูลชุดนั้น

11) Sum หมายถึง ผลรวมของค่าทั้งหมดของข้อมูลชุดนั้น

12) Count หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ผลการศึกษาสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM หลังจากดำเนินการตามแผนที่วางไว้ โดยการดำเนินงานเก็บข้อมูลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและการวิเคราะห์ผลการทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าแสดงดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าในแปลงทดสอบ

รูปที่ 4.1 แปลงนาทดสอบ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

การดำเนินการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM โดยทำการทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงาน การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ด พันธุ์ข้าวที่ทดสอบ คือ พันธุ์กข31 พันธุ์กข35 และพันธุ์กข41 มีผลการทดสอบแสงดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานในแปลงทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

รายละเอียด	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
1. พันธุ์ข้าว	กข31	กข31	กข41	กข35	กข41
2. อายุของข้าว (วัน)	100	100	100	100	100
3. ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)	110	105	68.2	91.9	68.3
4. มุมเอียงของต้นข้าว (เซนติเมตร)	83	82	81.2	77	84.5
5. ความต้านทานของดินต่อแรงแทงทะลุของกรวยลึก 10 เซนติเมตร (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	13.5	13.4	5.77	1.34	2.72
6. ร้อยละความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก	18	20	20	20	21
7. ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	655	656	790	974	730
8. ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือก	32.7	32.7	42.3	36.8	54
9. อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง	0.48	0.48	0.73	0.57	1.4
10. น้ำหนักรถ (กิโลกรัม)	2,450	2,800	3,030	3,030	3,550
11. ความกว้างในการตัด (เมตร)	1.9	1.9	1.83	1.9	1.9
12. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (เมตรต่อวินาที)	1.85	1.92	1.87	1.63	1.9
13. ระดับเสียง (เดซิเบล เอ)	105	97	96	96	95

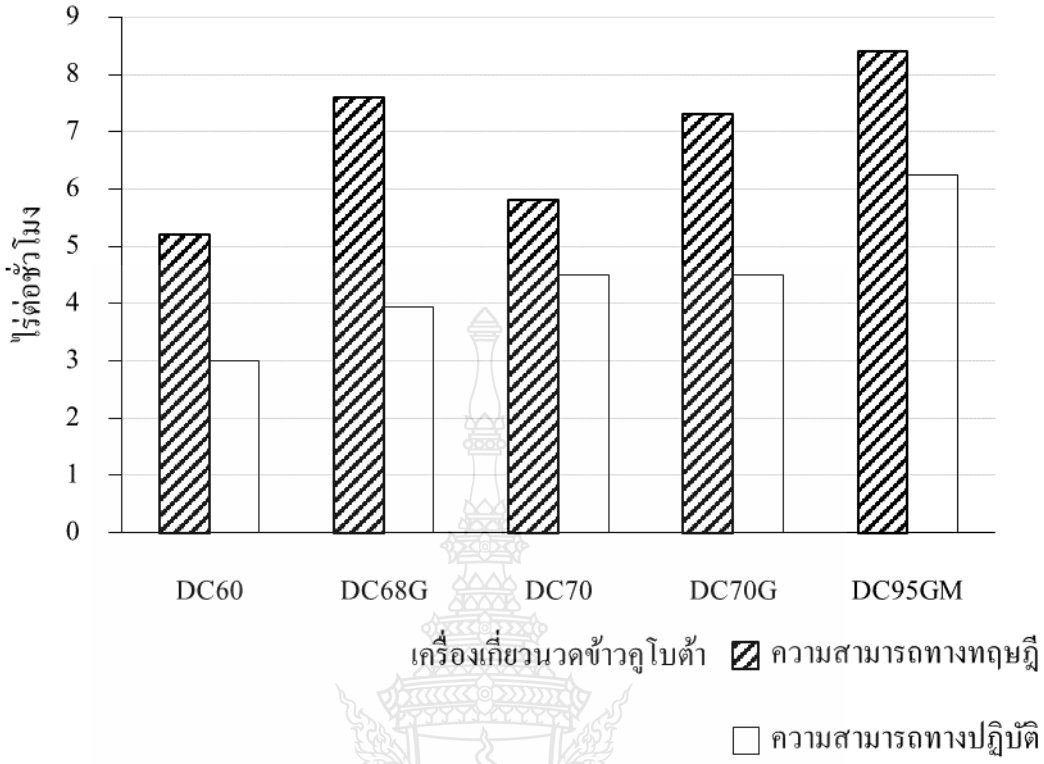
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานในแปลงทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (ต่อ)

รายละเอียด	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
14. ขนาดพื้นที่ทดสอบ (ตารางเมตร)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
15. ความสามารถทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)	5.2	7.6	5.8	7.3	8.4
16. ความสามารถทางปฏิบัติ (ไร่ต่อชั่วโมง)	3	3.95	4.5	4.5	6.25
17. ร้อยละประสิทธิภาพการทำงาน	58	52	78	62	74
18. ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)	3.9	2.2	1.2	2.7	1.1
19. ร้อยละความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	5.2	1.8	0.8	1.6	1.3
20. ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	1.7	0.3	1.7	0.4	0.5
21. ร้อยละความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	6.9	2.1	2.5	2.0	1.8
22. ร้อยละความสะอาดข้าวเปลือก	98	99	97	97	98
23. แรงกดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (กิโลพาสคาล)	23	18	18	19	20
24. ความแข็งเฉลี่ยของเพลาลูกนวด (HRB)	90	90	90	90	90
25. ความแข็งเฉลี่ยของฟันลูกนวด (HRC)	58	58	58	58	58
26. อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบคุณภาพการทำงาน (องศาเซลเซียส)	31	31	31	34	36
27. ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์	59	62	46	42	44

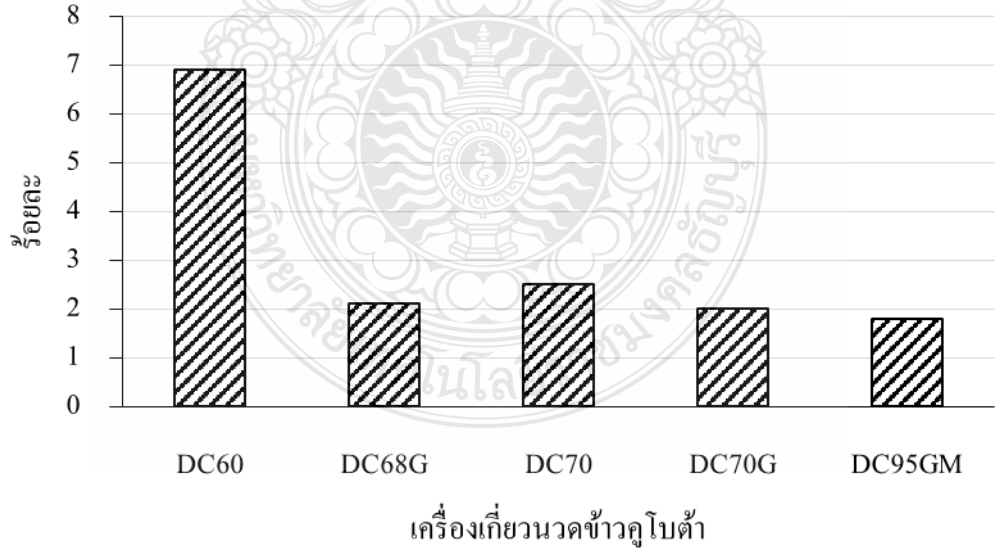
ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 มีความสามารถในการทำงาน 3 ไร่ต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.9 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 6.9 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G มีความสามารถในการทำงาน 3.95 ไร่ต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.2 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.1 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 มีความสามารถในการทำงาน 4.5 ไร่ต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.2 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.5 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G มีความสามารถในการทำงาน 4.5 ไร่ต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.7 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM มีความสามารถในการทำงาน 6.25 ไร่ต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.1 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 1.8 เปอร์เซ็นต์

จากการประเมินสมรรถนะการทำงานในแปลงทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น พบว่ามีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว คือ ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพต้นข้าว ได้แก่ พันธุ์ข้าว ความชื้นของข้าว สภาพของข้าว และปัจจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่หล่ม ดินโคลนเหลว การเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวก็จะใช้เวลามากขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงก็มากขึ้นตามไปด้วย

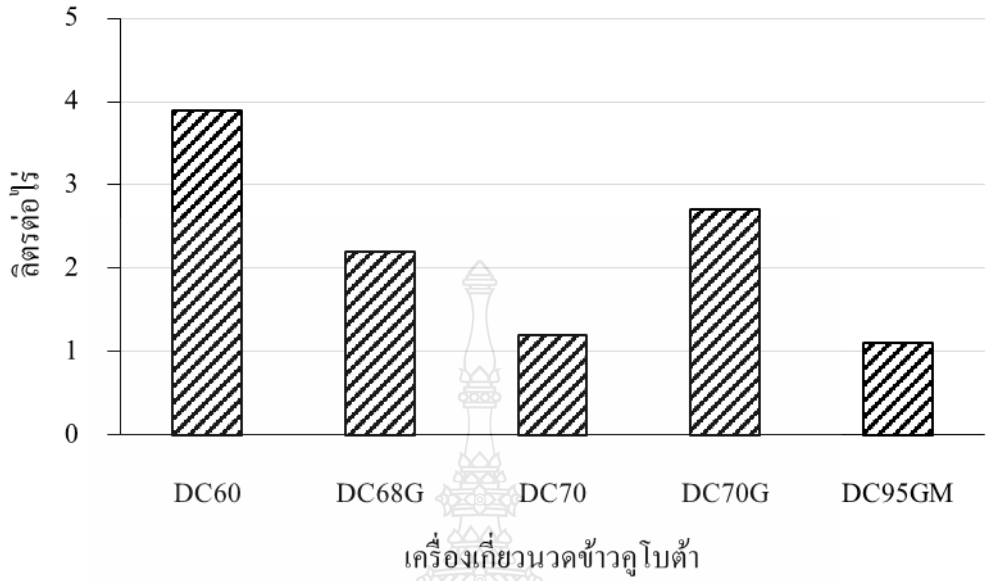
ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น อยู่ระหว่าง 3 ถึง 6.25 ไร่ต่อชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 4.2 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 1.1 ถึง 3.9 ลิตรต่อไร่ ร้อยละความสูญเสียส่วนหน้าหัวเกี่ยวอยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 5.2 ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและระบบทำความสะอาดอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 1.7 ร้อยละความสูญเสียรวมของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 6.9 แสดงดังภาพที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสูญเสียมีค่าสูงที่บริเวณหน้าหัวเกี่ยวโดยเฉพาะ รุ่น DC60 ทั้งนี้เป็นเพราะการเก็บเกี่ยวในขณะที่ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าต่ำ ทำให้เมล็ดร่วงหล่นได้ง่าย ซึ่งอัตราการสูญเสียโดยรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าทุกรุ่นที่ทำการทดสอบในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับ "ผลการศึกษาความสูญเสียการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และมีค่าความสูญเสียโดยเฉลี่ยต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 [27]" ผลการทดสอบคุณภาพของข้าวเปลือก พบว่า ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 97 ถึง 99 ผลการศึกษาค่าระดับความดังของเสียง พบว่า ระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง 95 ถึง 105 เดซิเบล เอ แสดงดังภาพที่ 4.5 ซึ่งเกินมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1428-2544) ค่าแรงกดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่อยู่ระหว่าง 18 ถึง 23 กิโลพาสคาล



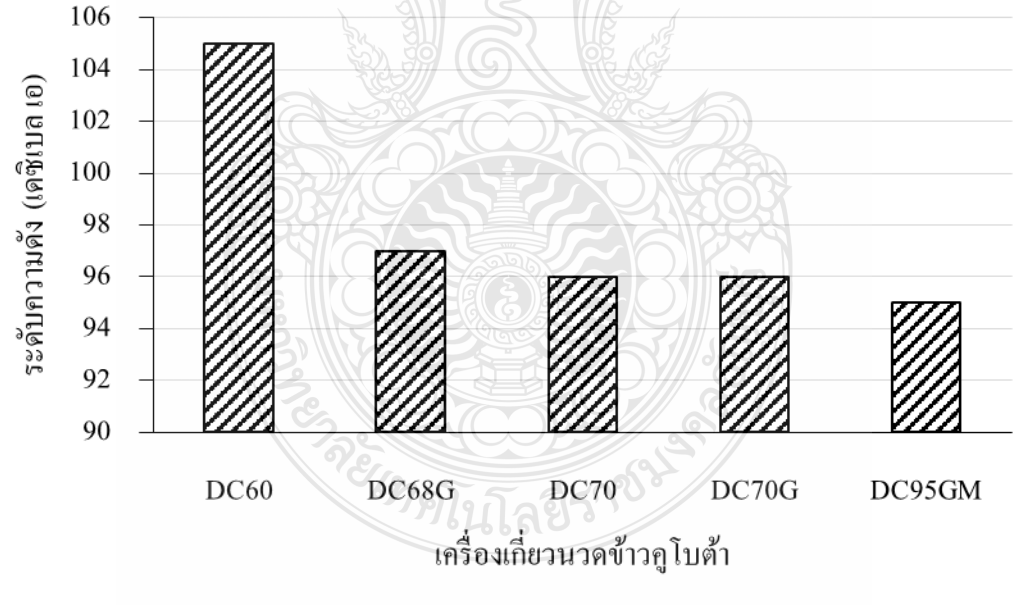
รูปที่ 4.2 ความสามารถทางทฤษฎีและความสามารถทางปฏิบัติของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า



รูปที่ 4.3 ร้อยละความสูญเสียรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า



รูปที่ 4.4 อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า



รูปที่ 4.5 ระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

4.2 ผลการการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคา ค่าดอกเบี้ย และค่าใช้จ่ายแปรผัน ประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าแรงงาน และค่าซ่อมแซมการบำรุงรักษา โดยคำนวณในหน่วยของบาทต่อไร่ และพิจารณาชั่วโมงการทำงานที่ 1,200 ชั่วโมงต่อปี อัตราดอกเบี้ยพิจารณาที่ 12 เปอร์เซ็นต์ต่อปี มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

รายละเอียด	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
1. ราคาของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (บาท)	900,000	1,050,000	950,000	1,100,000	1,490,000
2. ชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมง)	500	500	500	500	500
3. อายุการใช้งาน (ปี)	6	6	6	6	6
4. มูลค่าซาก (10 เปอร์เซ็นต์ของราคารถ) (บาท)	90,000	105,000	95,000	110,000	149,000
5. ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี					
a. ค่าเสื่อมราคา (6yr, useful life) (บาทต่อปี)	135,000	157,500	142,500	165,000	223,500
b. ค่าดอกเบี้ย (8 เปอร์เซ็นต์) (บาทต่อปี)	39,600	46,200	41,800	48,400	65,560
รวมค่าใช้จ่ายคงที่ (a+b) (บาทต่อปี)	174,600	203,700	184,300	213,400	289,060
(บาทต่อชั่วโมง)	349	407	369	427	578

ตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (ต่อ)

รายละเอียด	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
6. ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อชั่วโมง					
a. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง					
(30 บาทต่อลิตร)					
(บาทต่อชั่วโมง)	351	263	157	359	212
b. ค่าน้ำมันหล่อลื่น					
(30 เปอร์เซ็นต์ ของราคาน้ำมัน					
เชื้อเพลิง)					
(บาทต่อชั่วโมง)	105	79	47	108	64
c. ค่าแรงงาน					
(i) คนขับ 1 คน					
(บาทต่อชั่วโมง)	190	190	190	190	190
(ii) คนรองข้าว 1 คน					
(บาทต่อชั่วโมง)	40	0	40	0	0
d. ค่าซ่อมแซม					
และการบำรุงรักษา					
(บาทต่อชั่วโมง)	120	140	126	146	198
รวมค่าใช้จ่ายผันแปร					
(บาทต่อชั่วโมง)	806	672	560	803	664
7. รวมค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร					
(5+6)					
(บาทต่อชั่วโมง)	1,097	1,011	867	1,159	1,145
8. ความสามารถในการทำงาน					
ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยเฉลี่ย					
(เฮกแตร์ต่อชั่วโมง)	0.48	0.63	0.72	0.72	1.00
(ไร่ต่อชั่วโมง)	0.07	0.10	0.12	0.12	0.16

ตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (ต่อ)

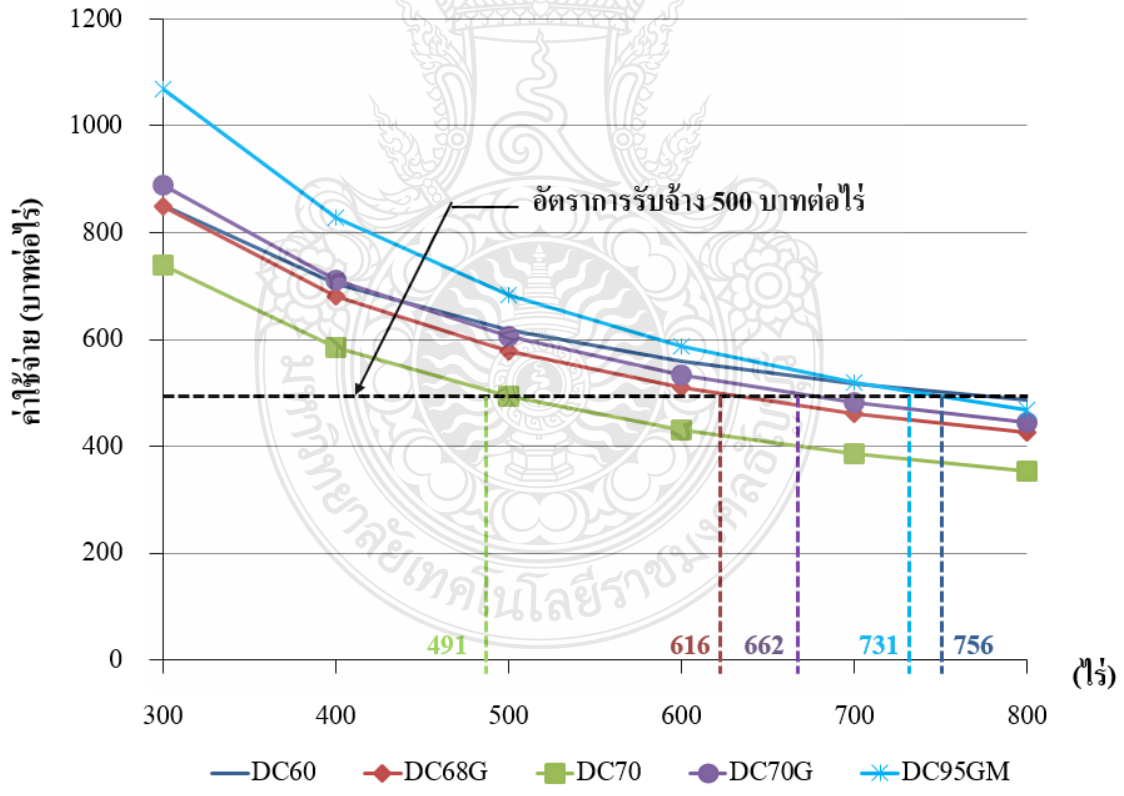
รายละเอียด	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
9. ค่าใช้จ่ายผันแปร (6/8)					
(บาทต่อเฮกแตร์)	1,679	1,066	778	1,115	644
(บาทต่อไร่)	267	171	124	178	103
10. ค่าใช้จ่ายรวม (7/8)					
(บาทต่อเฮกแตร์)	2,285	1,605	1,204	1,609	1,145
(บาทต่อไร่)	366	257	193	258	183
11. อัตรารับจ้าง					
(บาทต่อไร่)	500	500	500	500	500
12. จุดคุ้มทุน					
(ชั่วโมง)	252	156	109	147	117
13. ระยะเวลาในการคืนทุน					
(ปี)	2.92	1.74	1.18	1.63	1.28

จากตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายคงที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 349, 407, 369, 427 และ 578 บาทต่อชั่วโมง ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายผันแปรของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 806, 672, 560, 803 และ 664 บาทต่อชั่วโมง ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 366, 257, 193, 258 และ 183 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 252, 156, 109, 147 และ 117 ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ

4.3 ผลการการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (Break even point) พิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed cost) และผลต่างระหว่างอัตราการรับจ้าง (Contract rate) และค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable cost) โดยพิจารณาอัตรารับจ้างที่ 500 บาทต่อไร่ และพื้นที่ในการทำงานต่อปีเท่ากับ 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 ไร่ต่อปี ตามลำดับ

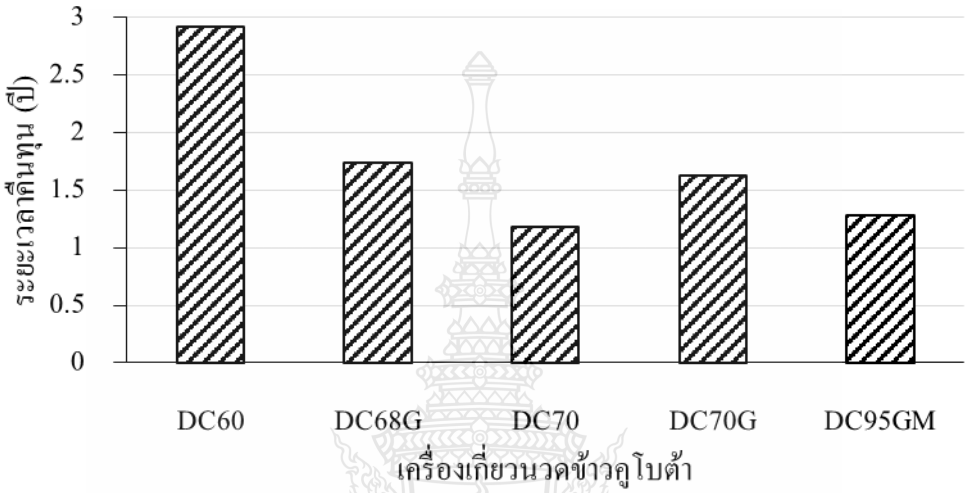
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (บาทต่อไร่) และพื้นที่ในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (ไร่ต่อปี) แสดงดังภาพที่ 4.6 ซึ่งผลการวิเคราะห์เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM จะต้องทำการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นจำนวนพื้นที่เท่ากับ 756, 616, 491, 662 และ 731 ไร่ต่อปี จึงจะมีความเหมาะสมในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหนึ่งคันสามารถเกี่ยวข้าวได้เฉลี่ย 1,500 ไร่ต่อปี



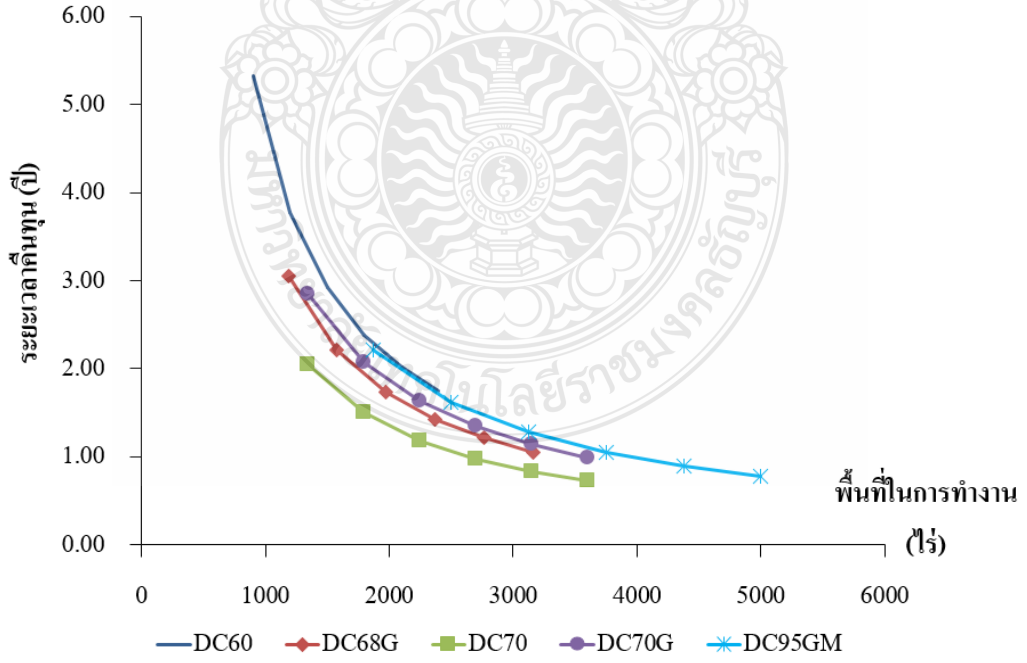
รูปที่ 4.6 จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น

4.4 ผลการการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (Pay back period) พิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างราคาของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและกำไรสุทธิต่อปี เมื่อพิจารณาชั่วโมงการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าที่ 1,200 ชั่วโมงต่อปี แสดงดังภาพที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนและพื้นที่การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ผลการศึกษาระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 และ 1.28 ปี ตามลำดับ ภาพที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ปี) และพื้นที่ในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (ไร่ต่อปี) โดยพิจารณาพื้นที่การทำงาน 1,000 ถึง 6,000 ไร่ต่อปี ซึ่งจากกราฟจะพบว่าระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจักรจะน้อยกว่าหนึ่งปี ถ้าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถทำงานได้มากกว่า 4,000 ไร่ต่อปี

4.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

4.5.1 ข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 คน ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา และรุ่นของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 คน

	ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	100	100
	หญิง	-	-
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	7	7
	20 ถึง 30 ปี	23	23
	31 ถึง 40 ปี	48	48
	41 ถึง 50 ปี	13	13
	51 ถึง 60 ปี	9	9
	60 ปี ขึ้นไป	-	-

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 คน (ต่อ)

	ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	5	5
	มัธยมศึกษาตอนต้น	16	16
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	20	20
	ประกาศนียบัตรวิชาชีพตอนต้น	31	31
	ประกาศนียบัตรวิชาชีพตอนปลาย	13	13
	ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า	12	12
	ปริญญาโท	3	3
	ปริญญาเอก	-	-
	อื่นๆ	-	-
เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า	รุ่น DC60	20	20
	รุ่น DC68G	20	20
	รุ่น DC70	20	20
	รุ่น DC70G	20	20
	รุ่น DC95GM	20	20

จากตารางที่ 4.3 ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน ที่อยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายทั้งหมด ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31 ถึง 40 ปี ร้อยละ 48 รองลงเป็นผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุ 20 ถึง 30 หรือคิดเป็นร้อยละ 23 กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 51 ถึง 61 และอายุต่ำกว่า 20 ปี มีจำนวนน้อยที่สุดหรือคิดเป็นร้อยละ 9 และ 7 ในส่วนของระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าร้อยละ 31 มีการศึกษาระดับการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพตอนต้นมากที่สุด รองลงมาร้อยละ 20 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รองลงมาร้อยละ 16 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนการศึกษาระดับปริญญาโท มีเพียงร้อยละ 3

4.5.2 ข้อมูลความพึงพอใจในด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

1) ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว
2) ประสิทธิภาพการทำงาน
3) ความสะอาดของข้าวเปลือก
4) ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว
5) ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด
6) ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว
7) สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว
8) การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก
9) ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง
10) ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว
11) ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว
12) การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว
13) ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม
15) ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง
16) ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว
17) ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก
18) ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)

4.5.3 ข้อมูลความพึงพอใจในด้านค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

1) การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว
2) การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว
3) ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว
4) อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง
5) การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว
6) การให้บริการของผู้รับจ้าง

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ผลวิเคราะห์ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าผู้ตอบแบบสอบถาม โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และแปรผลค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ของเบสท์และคาห์น (Bast & Kahn, 1993) ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว	2.95	0.69	มาก
2. ประสิทธิภาพการทำงาน	3.00	0.73	มาก
3. ความสะอาดของข้าวเปลือก	2.85	0.75	มาก
4. ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	3.00	0.73	มาก
5. ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	3.00	0.73	มาก
6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	2.20	0.83	ปานกลาง
7. สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว	3.40	0.50	มาก
8. การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก	3.15	0.75	มาก
9. ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยว และการเลี้ยวที่หัวแปลง	2.65	1.04	มาก
10. ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว กับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว	2.75	0.91	มาก
11. ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว	3.00	0.65	มาก
12. การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือก ในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	1.95	0.69	ปานกลาง
13. ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่ม หรือมีน้ำท่วมขัง	2.10	0.91	ปานกลาง
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม	2.40	0.82	ปานกลาง
15. ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง	2.85	0.93	มาก

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 (ต่อ)

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
16. ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว	2.90	0.79	มาก
17. ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก	2.45	0.94	ปานกลาง
18. ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)	2.65	0.99	มาก

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน พบว่าความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพการทำงาน ความสะอาดของข้าวเปลือก ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว และความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว) มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.65 ถึง 3.40 และความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้มและขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 1.95 ถึง 2.45

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว	2.85	0.81	มาก
2. ประสิทธิภาพการทำงาน	2.70	0.92	มาก
3. ความสะอาดของข้าวเปลือก	2.90	0.79	มาก
4. ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	2.90	0.72	มาก
5. ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	2.70	0.66	มาก
6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	2.55	0.83	มาก

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 (ต่อ)

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
7. สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว	2.90	0.79	มาก
8. การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก	2.90	0.72	มาก
9. ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง	2.40	1.19	มาก
10. ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว	2.90	0.64	มาก
11. ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว	1.85	0.88	ปานกลาง
12. การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	2.10	1.07	ปานกลาง
13. ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง	2.00	0.65	ปานกลาง
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม	2.15	0.88	ปานกลาง
15. ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง	2.60	0.94	มาก
16. ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว	2.35	0.93	ปานกลาง
17. ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก	2.20	0.77	ปานกลาง
18. ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)	2.75	0.79	มาก

จากตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน พบว่าความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพการทำงาน ความสะอาดของข้าวเปลือก ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยวและความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว) มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.55 ถึง 2.90 และความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว การอุด

ตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้มและขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 1.85 ถึง 2.35

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว	2.95	0.76	มาก
2. ประสิทธิภาพการทำงาน	3.20	0.77	มาก
3. ความสะอาดของข้าวเปลือก	2.75	0.55	มาก
4. ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	2.60	0.88	มาก
5. ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	2.60	0.88	มาก
6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	2.65	0.88	มาก
7. สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว	3.20	0.83	มาก
8. การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก	3.00	0.79	มาก
9. ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยว และการเลี้ยวที่หัวแปลง	2.70	0.73	มาก
10. ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว กับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว	2.65	0.93	มาก
11. ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.70	0.73	มาก
12. การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือก ในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	2.55	0.94	มาก
13. ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่ม หรือมีน้ำท่วมขัง	2.40	1.10	ปานกลาง
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม	2.70	1.03	มาก
15. ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง	2.60	0.88	มาก
16. ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว	2.45	0.94	ปานกลาง

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 (ต่อ)

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
17. ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก	2.50	1.00	ปานกลาง
18. ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)	2.60	0.82	มาก

จากตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน พบว่าความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพการทำงาน ความสะอาดของข้าวเปลือก ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง และความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว) มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.55 ถึง 3.20 ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยวและขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.45 ถึง 2.50

ตารางที่ 4.7 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว	2.85	0.75	มาก
2. ประสิทธิภาพการทำงาน	2.85	0.81	มาก
3. ความสะอาดของข้าวเปลือก	3.10	0.79	มาก
4. ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	2.95	0.83	มาก
5. ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	2.80	0.95	มาก
6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	2.75	1.02	มาก
7. สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว	3.05	0.83	มาก

ตารางที่ 4.7 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20 (ต่อ)

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
8. การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก	3.20	0.83	มาก
9. ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยว และการเลี้ยวที่หัวแปลง	2.35	0.88	ปานกลาง
10. ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว กับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว	2.70	0.86	มาก
11. ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.50	1.00	ปานกลาง
12. การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือก ในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	2.65	0.81	มาก
13. ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่ม หรือมีน้ำท่วมขัง	2.25	0.85	ปานกลาง
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม	2.50	1.00	ปานกลาง
15. ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง	2.20	0.83	ปานกลาง
16. ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว	2.05	0.83	ปานกลาง
17. ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก	2.45	0.89	ปานกลาง
18. ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)	2.70	0.98	มาก

จากตารางที่ 4.7 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน พบว่าความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพการทำงาน ความสะอาดของข้าวเปลือก ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว) มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.65 ถึง 3.20 และระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม

ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยวและขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.05 ถึง 2.50

ตารางที่ 4.8 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว	2.80	0.95	มาก
2. ประสิทธิภาพการทำงาน	3.00	0.65	มาก
3. ความสะอาดของข้าวเปลือก	2.90	0.72	มาก
4. ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	3.20	0.62	มาก
5. ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	3.05	0.69	มาก
6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	2.85	0.59	มาก
7. สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว	3.10	0.64	มาก
8. การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก	3.20	0.77	มาก
9. ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยว และการเลี้ยวที่หัวแปลง	2.75	1.07	มาก
10. ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว กับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว	2.85	0.75	มาก
11. ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.65	0.88	มาก
12. การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือก ในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	2.75	0.85	มาก
13. ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่ม หรือมีน้ำท่วมขัง	2.45	1.00	ปานกลาง
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม	2.20	0.95	ปานกลาง
15. ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง	3.05	0.69	มาก
16. ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว	2.75	0.97	มาก
17. ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก	2.85	0.88	มาก
18. ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)	3.10	0.72	มาก

จากตารางที่ 4.8 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM ในด้านประสิทธิภาพการทำงาน พบว่าความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพการทำงาน ความสะอาดของข้าวเปลือก ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือกและความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว) มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.65 ถึง 3.20 ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขังและความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.20 ถึง 2.45

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว	3.30	0.57	มาก
2. การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขณะทำการเก็บเกี่ยว	3.05	0.83	มาก
3. ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	3.20	0.70	มาก
4. อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง	3.15	0.75	มาก
5 การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว	2.30	1.03	ปานกลาง
6. การให้บริการของผู้รับจ้าง	3.20	0.70	มาก

จากตารางที่ 4.9 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 ในด้านค่าใช้จ่าย พบว่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง และการให้บริการของผู้รับจ้าง มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 3.05 ถึง 3.30 และการสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.30

ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว	2.70	0.80	มาก
2. การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.60	1.05	มาก
3. ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	3.00	0.65	มาก
4. อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง	3.00	0.79	มาก
5 การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว	2.05	0.89	ปานกลาง
6. การให้บริการของผู้รับจ้าง	2.85	0.67	มาก

จากตารางที่ 4.10 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G ในด้านค่าใช้จ่าย พบว่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง และการให้บริการของผู้รับจ้าง มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.60 ถึง 3.00 และการสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.05

ตารางที่ 4.11 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 ในด้านค่าใช้จ่าย N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว	2.30	0.86	ปานกลาง
2. การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.60	0.94	มาก
3. ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	3.20	0.62	มาก
4. อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง	2.20	0.89	ปานกลาง
5 การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว	2.20	1.01	ปานกลาง
6. การให้บริการของผู้รับจ้าง	3.25	0.64	มาก

จากตารางที่ 4.11 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 ในด้านค่าใช้จ่าย พบว่าการใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และการให้บริการของผู้รับจ้าง มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.60 ถึง 3.25 และการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง และการสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.20 ถึง 2.30

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ในด้านค่าใช้จ่าย

N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว	2.70	1.08	มาก
2. การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.40	0.88	ปานกลาง
3. ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	3.30	0.57	มาก
4. อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง	2.70	0.57	มาก
5 การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว	1.95	0.83	ปานกลาง
6. การให้บริการของผู้รับจ้าง	3.05	0.69	มาก

จากตารางที่ 4.12 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G ในด้านค่าใช้จ่าย พบว่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว อัตราค่าจ้างในการรับจ้า และการให้บริการของผู้รับจ้าง มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.70 ถึง 3.30 และการใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยว การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 1.95 ถึง 2.40

ตารางที่ 4.13 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM ในด้านค่าใช้จ่าย

N: 20

รายละเอียด	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว	2.9	0.45	มาก
2. การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขณะทำการเก็บเกี่ยว	2.75	0.64	มาก
3. ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	3.25	0.79	มาก
4. อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง	2.75	0.55	มาก
5 การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว	2.15	0.99	ปานกลาง
6. การให้บริการของผู้รับจ้าง	2.75	0.85	มาก

จากตารางที่ 4.13 ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM ในด้านค่าใช้จ่าย พบว่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง และการให้บริการของผู้รับจ้าง มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.75 ถึง 3.25 และการสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 2.15

ผลจากการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น D70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านค่าใช้จ่าย มีระดับความพึงพอใจระดับมาก (High level, $\bar{x}$ อยู่ระหว่าง 2.55 ถึง 3.40) ซึ่งได้สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อที่ 1.3 ซึ่งรายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.4 ถึง ตารางที่ 4.13

ผลจากการประเมินความพึงพอใจในด้านประสิทธิภาพการทำงาน เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีความพึงพอใจเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM มากที่สุด เนื่องจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นนี้มีโครงสร้างแข็งแรง ขนาดตู้นวดใหญ่ ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลังสูงกว่ารุ่นอื่นๆ มีถังพักบรรจุข้าวขนาดใหญ่ ประสิทธิภาพการทำงานสูงและความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าวน้อย จึงมีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นอื่นๆ และผลจากการประเมินความพึงพอใจในด้านค่าใช้จ่าย เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีความพึงพอใจเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 มากที่สุด

เนื่องจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวข้ารุ่นนี้มีขนาดเล็ก จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นอื่นๆ

4.7 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

4.7.1 ข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

4.7.1.1 ข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60

1) เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน

2) เพิ่มความแข็งแรงอุปกรณ์ช่วงล่างของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีความแข็งแรงทนทาน เช่น โรลเลอร์ ล้อนำ เฟืองขับ และตลับลูกปืน เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้สึกกร่อนเร็ว เกษตรกรต้องเปลี่ยนบ่อย ทำให้ค่าบำรุงรักษาสูง

3) เพิ่มระยะความสูงฟันของล้อยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อยและขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

4) เพิ่มศูนย์จำหน่ายอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

5) ราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

4.7.1.2 ข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G

1) เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน

2) เพิ่มความแข็งแรงอุปกรณ์ช่วงล่างของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีความแข็งแรงทนทาน เช่น โรลเลอร์ ล้อนำ เฟืองขับ และตลับลูกปืน เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้สึกกร่อนเร็ว เกษตรกรต้องเปลี่ยนบ่อย ทำให้ค่าบำรุงรักษาสูง

3) เพิ่มระยะความสูงฟันของล้อยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อยและขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

4) เพิ่มความแข็งแรง ชุดตู้นวด คอลำเลียงข้าว และโครงสร้างเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้โครงสร้างด้านนอกและด้านใน

5) โซ่ลำเลียง และเกลียวลำเลียงด้านหน้า มีต้นข้าวติดที่โซ่ลำเลียงและเกลียวลำเลียงด้านหน้าบ่อย จึงทำให้เกิดความสูญเสียในขณะเก็บเกี่ยวมากขึ้น

6) ราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

4.7.1.3 ข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70

1) เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน

2) เพิ่มความแข็งแรงอุปกรณ์ช่วงล่างของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีความแข็งแรงทนทาน เช่น โรลเลอร์ ล้อนำ เฟืองขับ และตลับลูกปืน เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้สึกกร่อนเร็ว เกษตรกรต้องเปลี่ยนบ่อย ทำให้ค่าบำรุงรักษาสูง

3) เพิ่มระยะความสูงฟันของล้อยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อย และเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

4) เพิ่มศูนย์จำหน่ายอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

5) ราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

4.7.1.4 ข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G

1) เพิ่มความแข็งแรงชุดตู้นวด คอลำเลียงข้าว และโครงสร้างเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้โครงสร้างด้านนอกและด้านใน

2) เพิ่มระยะความสูงฟันของล้อยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อย และขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

3) เพิ่มระบบบิดเลี้ยวอิสระ และเพิ่มกำลังในการบิดเลี้ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น

4) เพิ่มความแข็งแรงระบบเกียร์ และสามารถเข้าเกียร์ได้ง่ายขึ้น

5) เพิ่มระยะหน้าเกี่ยว เนื่องจากระยะหน้าเกี่ยวแคบเกินไป จึงไม่สามารถเกี่ยวข้าวล้มได้

6) เพิ่มศูนย์จำหน่ายอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

7) ราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

4.7.1.5 ข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM

1) เพิ่มระยะหน้าเกี่ยว เนื่องจากระยะหน้าเกี่ยวแคบเกินไป จึงไม่สามารถเกี่ยวข้าวล้มได้

2) เพิ่มระบบบิดเลี้ยวอิสระ และเพิ่มกำลังในการบิดเลี้ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น

3) เพิ่มความแข็งแรงระบบเกียร์ และสามารถเข้าเกียร์ได้ง่ายขึ้น

4) เพิ่มระยะความสูงฟันของล้อยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อย และขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

5) ตำแหน่งการติดตั้งถังบรรจุข้าวเปลือก ควรติดตั้งบริเวณตรงกลางเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เนื่องจากถังบรรจุข้าวเปลือกออกแบบไว้อยู่ด้านข้าง เพื่อไม่ให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวหนักและเอียงข้างเดียว

6) ราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

จากข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการปรังปรุงและพัฒนาในภาพรวมต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น D70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM พบว่าข้อเสนอแนะส่วนใหญ่ให้เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน เพิ่มความแข็งแรงช่วงล่าง โครงสร้าง และคอลำเลียงข้าว ให้มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น เพิ่มความสูงระยะฟันยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดปัญหาการหลุดบ่อย และยางตีนตะขาบขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ เพิ่มความแข็งแรงระบบบิดเลี้ยวอิสระ กำลังในการบิดเลี้ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น และราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

4.7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

4.7.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60

1) ความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีความเหมาะสมปานกลาง

2) สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากมีกำลังการขับเคลื่อนต่ำจึงเกิดปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยว

3) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีค่าใช้จ่ายมาก เนื่องจากเป็นผลต่อเนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ล่าช้า เพราะปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยว

4.7.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G

1) ความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีความเหมาะสมปานกลาง

2) สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากมีกำลังการขับเคลื่อนต่ำจึงเกิดปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยว

3) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีค่าใช้จ่ายมาก เนื่องจากเป็นผลต่อเนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ล่าช้า เพราะปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยว

4.7.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70

1) ความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีความเหมาะสมดีมาก

2) สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ในระดับดี เนื่องจากมีกำลังการขับเคลื่อนสูงขึ้นทำให้ปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยวน้อยลง

3) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีค่าใช้จ่ายน้อย เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว เพราะปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยวน้อยลง

4.7.2.4 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G

1) ความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีความเหมาะสมปานกลาง

2) สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ในระดับปานกลาง

3) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีค่าใช้จ่ายปานกลาง เนื่องจากมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างสูง

4.7.2.5 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM

1) ความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีความเหมาะสมดี

2) สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากมีกำลังการขับเคลื่อนสูงทำให้ปัญหาการติดหล่มเลนขณะเก็บเกี่ยวน้อยลง

3) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีค่าใช้จ่ายปานกลาง เนื่องจากเป็นผลต่อเนื่องจากกำลังการขับเคลื่อนสูงทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูง

ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า พบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 มีความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมากที่สุด เนื่องจากราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นนี้มีราคาที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน พบว่ามีจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นอื่นๆ ความสามารถทางปฏิบัติและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และจากการวิเคราะห์

ค่าใช้จ่ายพบว่ามีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นอื่นๆ

4.7.3 ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

4.7.3.1 ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60

1) เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน

2) ลดระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานให้อยู่ในมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

3) เพิ่มระยะความสูงฟันของยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อย และขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

4.7.3.2 ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G

1) เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน

2) ลดระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานให้อยู่ในมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

3) เพิ่มระยะความสูงฟันของยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อย และขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

4.7.3.3 ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70

1) เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน

2) ออกแบบอุปกรณ์ช่วงล่างของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีความแข็งแรงทนทาน เช่น โรลเลอร์ ล้อนำ เฟืองขับ

3) ลดระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานให้อยู่ในมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

4.7.1.4 ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G

1) เพิ่มระยะความสูงฟันของยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดการหลุดบ่อย และขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ

2) ลดระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานให้อยู่ในมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

4.7.1.5 ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM

1) เพิ่มระยะหน้าเกี่ยว เนื่องจากระยะหน้าเกี่ยวแคบเกินไป จึงไม่สามารถเกี่ยวข้าวล้มได้

2) ตำแหน่งการติดตั้งถังบรรจุข้าวเปลือก ควรติดตั้งบริเวณตรงกลางเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เนื่องจากถังบรรจุข้าวเปลือกออกแบบไว้อยู่ด้านข้าง เพื่อไม่ให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวหนักและเอียงข้างเดียว

3) ลดระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานให้อยู่ในมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

จากผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า พบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานเกินมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาโครงการวิจัยเรื่อง การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะการทำงานและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) ซึ่งประเมินความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 คน โดยได้ให้ข้อเสนอแนะการปรับปรุงสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า เพื่อผู้ประกอบการด้านเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและบริษัทสยามคูโบต้า คอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้ข้อมูลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานและการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1.1 ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าในแปลงทดสอบ

ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 มีความสามารถในการทำงาน 3 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.9 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 6.9 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC68G มีความสามารถในการทำงาน 3.95 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.2 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.1 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 มีความสามารถในการทำงาน 4.5 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.2 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.5 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70G มีความสามารถในการทำงาน 4.5 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.7 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC95GM มีความสามารถในการทำงาน 6.25 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.1 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 1.8 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น อยู่ระหว่าง 3 ถึง 6.25 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 1.1 ถึง 3.9 ลิตรต่อไร่ ร้อยละความสูญเสียส่วนหน้าหัวเกี่ยวอยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 5.2 ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและระบบทำความสะอาดอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 1.7 ร้อยละความสูญเสียรวมของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 6.9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสูญเสียมีค่าสูงที่บริเวณหน้าหัวเกี่ยว โดยเฉพาะ รุ่น DC60 ทั้งนี้เป็นเพราะการเก็บเกี่ยวในขณะที่ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าต่ำ ทำให้เมล็ดร่วงหล่นได้ง่าย ผลการทดสอบคุณภาพของข้าวเปลือกพบว่า ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 97 ถึง 99 ผลการศึกษาค่าระดับความดังของเสียงพบว่า ระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง 95 ถึง 105 เดซิเบล(เอ) ซึ่งเกินมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) ค่าแรงกดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่อยู่ระหว่าง 18 ถึง 23 กิโลพาสคาล

5.1.2 ผลการการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยค่าใช้จ่ายคงที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 349, 407, 369, 427 และ 578 บาทต่อชั่วโมง ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายผันแปรของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 806, 672, 560, 803 และ 664 บาทต่อชั่วโมง ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 366, 257, 193, 258 และ 183 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM มีเท่ากับ 252, 156, 109, 147 และ 117 ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ และพิจารณาชั่วโมงการทำงานที่ 1,200 ชั่วโมงต่อปี อัตราดอกเบี้ยพิจารณาที่ 12 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

5.1.3 ผลการการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ผลการการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยพิจารณาอัตรารับจ้างที่ 500 บาทต่อไร่ และพื้นที่ในการทำงานต่อปีเท่ากับ 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 ไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM จะต้องทำการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นจำนวนพื้นที่เท่ากับ 756, 616, 491, 662 และ 731 ไร่ต่อปี จึงจะมีความเหมาะสมในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหนึ่งคันสามารถเกี่ยวข้าวได้เฉลี่ย 1,500 ไร่ต่อปี

5.1.4 ผลการการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ผลการการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM มีค่าเท่ากับ 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 และ 1.28 ปี ตามลำดับ โดยพิจารณาพื้นที่การทำงาน 1,000 ถึง 6,000 ไร่ต่อปี ซึ่งพบว่าระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องจักรจะน้อยกว่าหนึ่งปี ถ้าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถทำงานได้มากกว่า 4,000 ไร่ต่อปี เมื่อพิจารณาชั่วโมงการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าที่ 1,200 ชั่วโมงต่อปี

5.1.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ผลการศึกษาความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น DC70 รุ่น DC70G และ รุ่น DC95GM โดยประเมินความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน ที่อยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายทั้งหมด ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31 ถึง 40 ปี ร้อยละ 48 รองลงเป็นผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุ 20 ถึง 30 หรือคิดเป็นร้อยละ 23 กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 51 ถึง 61 และอายุต่ำกว่า 20 ปี มีจำนวนน้อยที่สุดหรือคิดเป็นร้อยละ 9 และ 7 ในส่วนของระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าร้อยละ 31 มีการศึกษาระดับการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพตอนต้นมากที่สุด รองลงมาร้อยละ 20 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รองลงมาร้อยละ 16 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนการศึกษาระดับปริญญาโท มีเพียงร้อยละ 3

ผลจากการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น D70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านค่าใช้จ่าย มีระดับความพึงพอใจระดับมาก (High level, $\bar{x}$ อยู่ระหว่าง 2.55 ถึง 3.40) ซึ่งได้สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อที่ 1.3 ซึ่งรายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.4 ถึง ตารางที่ 4.13

5.1.6 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

จากข้อเสนอแนะของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการปรับปรุงและพัฒนาในภาพรวมต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จำนวน 5 รุ่น ได้แก่ รุ่น DC60 รุ่น DC68G รุ่น D70 รุ่น DC70G และรุ่น DC95GM พบว่าข้อเสนอแนะส่วนใหญ่ให้เพิ่มความเร็วรอบในการเกี่ยวและกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น เพื่อให้มีแรงขับในขณะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวติดหล่มเลน เพิ่มความแข็งแรงช่วงล่าง โครงสร้าง และคอลำเลียงข้าว ให้มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น เพิ่มความสูงระยะฟันยางตีนตะขาบ เนื่องจากเกิดปัญหาการหลุดบ่อย และยางตีนตะขาบขาดง่าย ควรเพิ่มความทนทานของล้อยางตีนตะขาบ เพิ่มความแข็งแรงระบบบิดเลี้ยวอิสระ กำลังในการบิดเลี้ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สูงขึ้น และราคาอะไหล่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีราคาแพง

ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า พบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น DC70 มีความเหมาะสมสำหรับในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมากที่สุด เนื่องจากราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นนี้มีราคาที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน พบว่ามีจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นอื่นๆ ความสามารถทางปฏิบัติและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และจากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพบว่ามีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่นอื่นๆ

ข้อเสนอแนะต่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า จากผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า พบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานเกินมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ศึกษาและทดสอบระบบขับเคลื่อน

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเกิดปัญหาในการทำงานในพื้นที่ดินเลน ไม่มีแรงตะกุยดินเมื่อขณะติดหล่มเลน ควรทดสอบระบบกำลังและเพิ่มกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

5.2.2 ศึกษาระบบเลี้ยว

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเกิดปัญหาในการเรื่องระบบเลี้ยวค้างบ่อยและกำลังในการเลี้ยวไม่พอ อาจเกิดจากน้ำมันไฮดรอลิกส์ร้อนเกินไปหรือจากสาเหตุอื่น ควรออกแบบระบบเลี้ยวแบบแยกอิสระ และระบบระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิกส์

5.2.3 ศึกษาระยะห่างและความสูงฟันของกระดูกงูล้อยางตีนตะขาบ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเกิดปัญหาล้อยางตีนตะขาบหลุดบ่อย ควรเพิ่มความสูงฟันของกระดูกงูให้สูงขึ้น เพราะฟันของกระดูกงูที่สูงขึ้นจะช่วยล็อคกับ โรลเลอร์ในขณะบิดเลี้ยว เพื่อลดปัญหาการหลุดของล้อยางตีนตะขาบ และเพิ่มค่าความแข็งของกระดูกงูและค่าแรงดัด ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม

5.2.4 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการทำโรลเลอร์และล้อนำ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเกิดปัญหาโรลเลอร์และล้อนำสึกเร็ว ควรเพิ่มความแข็งของวัสดุในการทำโรลเลอร์และล้อนำ ต้องมีค่าความแข็งมากกว่ากระดูกงูล้อยางตีนตะขาบ เนื่องจากโรลเลอร์และล้อนำในปัจจุบัน มีอัตราการสึกใกล้เคียงกับกระดูกงูล้อยางตีนตะขาบ

5.3.5 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการทำโครงสร้าง

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเกิดปัญหาโครงสร้างไม่แข็งแรง ควรเพิ่มความแข็งแรงและความหนาของเหล็กในชิ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนไหวบ่อย เช่น ชุดคอลำเลียงข้าว ชุดโซ่ลำเลียง ชุดเกลียวลำเลียงข้าว และชุดโครงสร้างด้านนอก

บรรณานุกรม

[1] สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, *ผลผลิตข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.thairiceexporters.or.th/production.htm, (25 ธันวาคม 2558).

[2] รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, การจัดการเครื่องจักรกลเกษตร, สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2545.

[3] โอภาส พรรณเสมา, *การศึกษาการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/ewt_news.php?nid=2102&filename=index, (14 มิถุนายน 2558).

[4] สมชาย ชวนอุดม, *เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.most.go.th/main/index.php/product/practical-rd/4478-2015-04-16-07-46-09.html, (22 มีนาคม 2558).

[5] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, *พันธุ์ข้าวในประเทศไทย (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.moac.go.th/ewt_news.php?nid=8830, (30 มีนาคม 2558).

[6] สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 22, *เครื่องมือทุ่นแรงและเครื่องจักรกลเกษตร (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=22&chap=5& page =t22-5-infodetail06.html, (30 มีนาคม 2558).

[7] วิชา หมั่นทำการ, *เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.baanjomyut.com/library_3/extension-5/agricultural_knowledge/agricultural_science/43.html, (22 มกราคม 2558).

[8] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เครื่องเกี่ยวนวดข้าว มอก. 1428-2544, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2544.

[9] บริษัท สยามคูโบต้า คอร์ปอเรชั่น จำกัด, *เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.siamkubota.co.th/product/combine, (16 กันยายน 2557).

[10] สันธาร นาควัฒนานุกูล, จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และคนึงศักดิ์ เจียรนัยกุล, "การวิเคราะห์ผลกระทบจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว," ใน*รายงานผลการวิจัยประกอบการประชุมวิชาการเกษตรวิศวกรรม*, 2536.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] วินิต ชินสุวรรณ, “การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางที่จะส่งเสริมการผลิตข้าวหอมมะลิในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้,” ใน*รายงานผลโครงการการพัฒนาคุณภาพและลดต้นทุนการผลิตข้าวหอมมะลิ*, 2542.

[12] ฐานิสรณ์ นาคเกื้อ, “การออกแบบและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและถั่วเหลืองพ่วงต่อรถแทรกเตอร์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

[13] ปราโมทย์ คำเมือง และสุนทร จ้อยพจน์, “การวิจัยและพัฒนาเครื่องนวดข้าวและถั่วเหลืองขนาดเล็ก,” ใน*รายงานการวิจัยกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร*, 2537.

[14] วินิต ชินสุวรรณ และคณะ, “ความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวด,” *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 4 ฉบับที่ 2, นน. 4-7, 2547.

[15] สำนักงานวิจัยกิจการเกษตร, *ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=4197, (26 กันยายน 2558).

[16] รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, เครื่องจักรกลเกษตร 2, สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2545.

[17] อัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี และสายใจ วิบูลย์พันธ์, “การใช้เทคโนโลยีการปลูกข้าวและผลตอบแทนของเกษตรกรในศูนย์ข้าวชุมชน กรณีศึกษาบ้านปาบ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง,” *วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*, ปีที่ 5 ฉบับพิเศษ, นน. 11-18, 2556.

[18] สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, *ระบบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/ewt_news.php?nid=2102&filename=index, (8 มีนาคม 2558).

[19] กรมส่งเสริมการเกษตร, *โครงการบริการรถเกี่ยวนวดข้าวสู่เกษตรกร ปีเพาะปลูก 2551/2552 (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/download/article/article_20141009144510.pdf, (10 สิงหาคม 2558).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[20] อนุชิต ช่ำสิงฆ์, ฉรงค์ ปัญญา และวินิต ชินสุวรรณ, "การทำความสะอาดวัสดุเหลือตกค้างในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย," *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 17 ฉบับที่ 2, นน. 278-286, 2555.

[21] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, *เครื่องจักรกลการเกษตรในการผลิตข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.ryt9.com/s/dip/1563253, (14 เมษายน 2558).

[22] วินิต ชินสุวรรณ และคณะ, "สถานภาพการประกอบธุรกิจรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว," *วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1, นน. 7-16, 2551.

[23] นันทวัต ชะนีภาพ, *การวิเคราะห์การทดแทนแรงงานด้วยเครื่องจักรทางการเกษตร กรณีศึกษาการผลิตข้าวในพื้นที่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมาปีการผลิต 2542/2543 (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.lib.ku.ac.th/KUthesis/NuntawatCha/index.html. (14 ตุลาคม 2558).

[24] สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ, "ศึกษาอิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อการสูญเสียการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ," *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 16 ฉบับที่ 3, นน. 252-261, 2554.

[25] สมชาย ชวนอุดม, "การศึกษาความสูญเสียจากระบบการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยแรงงานคนและการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.

[26] วิชา หมั่นทำการ, *การทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.baanjomyut.com/library_3/extension-5/agricultural_knowledge/agricultural_science/43_5.html, (14 เมษายน 2558).

[27] สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ, "อิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1," *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 17, นน. 3-8, 2554.

[28] วิชา หมั่นทำการ, *การวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.baanjomyut.com/library_3/extension-5/agricultural_knowledge/agricultural_science/43_1.html, (14 เมษายน 2558).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[29] สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, *วิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.doa.go.th/th/index.php?option=com_weblinks&view=category&id=64:aeri&Itemid=28. (14 เมษายน 2558).

[30] เสมอขวัญ ตันติกุล และสุเนตร สืบค้า, "การพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคอรวงแบบติดตั้งกับรถไถเดินตาม," นำเสนอที่การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 13, 2555.

[31] จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค และคณะ, "การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2552.

[32] ทิวาพร เวียงวิเศษ, สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ, "ผลของจำนวนซี่นวดและมุมเอียงครีบวงเดือนที่มีต่อความสูญเสียจากชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกน เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1," นำเสนอที่การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 12, 2554.

[33] ศักดิ์ชัย อายาวัง และวินิต ชินสุวรรณ, "ผลของระยะห่างระหว่างซี่นวดกับตะแกรงบนที่มีต่อปริมาณเมล็ดคงค้างในชุดนวด สำหรับเครื่องนวดข้าวแบบไหลตามแกน เมื่อนวดข้าวที่มีอัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดต่ำ," *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, ปีที่ 43 ฉบับที่ 3, นน. 244-247, 2541.

[34] สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ, "ความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด," *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 16, นน. 3-8, 2553.

[35] สมชาย ชวนอุดม และวารี ศรีสอน, "ผลของการทำงานของชุดขับราวใบมีดแบบต่างๆ ที่มีต่อการสั่นสะเทือนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยและความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว," *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 17, นน. 9-14, 2554.

[36] นิธิ ดวงผึ้ง และสมชาย ชวนอุดม, "ผลของรูปแบบมุมครีบวงเดือนที่มีต่อสมรรถนะในการนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกน," การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6, 2556.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[37] มงคล กวางวโรภาส, *การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.lib.ku.ac.th/KUCONF/ KC2811010.pdf, (17 เมษายน 2558).

[38] วิชา หมั่นทำการ, เชาวน์ หมายตามกลาง และเอนก สุขเจริญ, *การวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.kasetinfo.arda.or.th/arda /rice/?p=1596, (20 มีนาคม 2558).

[39] วินิต ชินสุวรรณ, ณรงค์ ปัญญา และศรีสมร ทวีโชคชาญชัย, "การศึกษาปัจจัยสำหรับออกแบบเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกหอมมะลิในระดับกลุ่มเกษตรกร," *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 3 ฉบับที่ 2, นน. 19-30, 2541.

[40] วารี ศรีสอน, สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ, "ผลของความเร็วขับเคลื่อน ดัชนีล้อโน้ม และความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว," *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 16 ฉบับที่ 6, 2554.

[41] นายจารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ, และคณะ, *วิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก. (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.doa.go.th/aeri/files/.../48_smallriceharvester.pdf, (20 พฤษภาคม 2558).

[42] สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, *ปัญหาในการเก็บเกี่ยวข้าว (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/rice/rice_pro.pdf, (20 พฤษภาคม 2558).

[43] M. Veerangouda, Sushilendra, K. V. Prakash and M. Anantachar, "Performance Evaluation of Tractor Operated Combine Harvester," *The Journal of Agricultural Sciences*, vol 23(2), pp.282-285, 2010.

[44] N.E. Isaac, G.R. Quick, S.J. Birrell, W.M. Edwards, B.A. Coers, "Combine Harvester Econometric Model with Forward Speed Optimization," *The Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, vol 22(1), pp.25-31, 2006.

[45] R.Bawatharani, D.N.Jayatissa ,D.A.N.Dharmasena and M.H.M.A.Bandara, "Field Performance of a Conventional Combine Harvester in Harvesting Bg-300," *The Journal of Engineering Research*, vol 4, pp.33-35, 2015.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามการวิจัย

ภาคผนวก ข

แบบรายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

ภาคผนวก ง

แบบตรวจสอบข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (มอก.1428-2544)

ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

(มอก.1428-2544)

ภาคผนวก ฉ

หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงาน

แบบสอบถามโครงการวิจัย

เรื่องการประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

แบบสอบถามฉบับนี้ใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามเรื่องการประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดย นางสาวจุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค ซึ่งจะทำการสอบถามความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า อันจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ข้อมูลทั้งหมดจะเก็บเป็นความลับ ใช้เฉพาะงานวิจัยเท่านั้น

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือ

นางสาวจุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสอบถามความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ／ หน้าข้อที่ท่านเลือกหรือตรงกับความเห็นของท่าน

เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง

อายุ [ ] ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 [ ] 21 – 30 ปี [ ] 31 – 40 ปี
[ ] 41 – 50 ปี [ ] 51 – 60 ปี [ ] 60 ปีขึ้นไป

การศึกษา [ ] ประถมศึกษา
[ ] มัธยมศึกษาตอนต้น
[ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย
[ ] ประกาศนียบัตรวิชาชีพตอนต้น (ปวช.)
[ ] ประกาศนียบัตรวิชาชีพตอนปลาย (ปวส.)
[ ] ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า
[ ] ปริญญาโท
[ ] ปริญญาเอก
[ ] อื่นๆ

เขตพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้ารุ่น [ ] DC60 [ ] DC68G
[ ] DC70 [ ] DC70G [ ] DC95GM

ชนิดพันธุ์ข้าว.....

อายุข้าว..... วัน

ขนาดพื้นที่..... ไร่

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ／ หน้าข้อที่ท่านเลือกหรือตรงกับความเห็นของท่าน

ระดับความพึงพอใจ: 4 = ดีมาก 3 = ดี

2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ			
ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	4	3	2	1
1. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว				
2. ประสิทธิภาพการทำงาน				
3. ความสะอาดของข้าวเปลือก				
4. ความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว				
5. ความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด				
6. ความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว				
7. สภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว				
8. การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก				
9. ความคล่องตัวในการเก็บเกี่ยวและการเลี้ยวที่หัวแปลง				
10. ความเหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับสภาพพื้นที่ในการเก็บเกี่ยว				
11. ระดับความดังของเสียงขณะทำการเก็บเกี่ยว				
12. การอุดตันของฟางข้าวหรือข้าวเปลือกในเครื่องเกี่ยวนวดข้าว				
13. ความสามารถในการทำงานในสภาพพื้นที่นาหล่มหรือมีน้ำท่วมขัง				
14. ความสามารถในการเกี่ยวข้าวล้ม				
15. ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง				
16. ขนาดหน้ากว้างในการเก็บเกี่ยว				
17. ขนาดความจุของที่เก็บข้าวเปลือก				
18. ความสูงในการเกี่ยวข้าว (ระดับการตัดต้นข้าว)				

รายละเอียด	ระดับ

	ความพึงพอใจ			
ด้านการค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	4	3	2	1
1. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเก็บเกี่ยว				
2. การใช้เวลาซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว				
3. ความชำนาญของผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว				
4. อัตราค่าจ้างในการรับจ้าง				
5. การสึกหรอของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว				
6. การให้บริการของผู้รับจ้าง				

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้

แบบบันทึกผลการทดสอบ

การทำงานภาคสนามของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ก.1 ทั่วไป

ชื่อผู้ทำ.....

แบบ (Model).....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

พื้นที่ทดสอบ

ชื่อสถานที่.....

สภาพทางภูมิประเทศ (topography) โดยสังเขป

.....

.....

พันธุ์ข้าว.....

อายุของข้าว.....วัน

ตำแหน่งเก็บข้อมูล	กรอบที่ 1			กรอบที่ 2			กรอบที่ 3			กรอบที่ 4			ค่าเฉลี่ย
เก็บข้อมูลครั้งที่													
ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)													
มุมเอียงของต้นข้าว (องศา)													

ก.2 ผลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.2.1 ข้อมูลก่อนทดสอบทั่วไป

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล	มวล (กรัม)			ความต้นทานของดินต่อแรงแทงทะลุของกรวย (กก./ตร.ม)		ร้อยละความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก			
	เมล็ดข้าวเปลือก	เมล็ดข้าวเปลือกร่วง	ฟาง	ความลึก (เซนติเมตร.)		ครั้งที่เก็บข้อมูล			
				0	10	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1									
2									
3									
4									
ค่าเฉลี่ย									

ก.2.2 ผลการคำนวณ

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล	ปริมาณผลผลิตกิโลกรัมต่อ 1,600 ตารางเมตร (ต่อไร่) (Y)	เมล็ดข้าวเปลือกร้อยละ (Y)	อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง (GSR)
1			
2			
3			
4			
ค่าเฉลี่ย			

ก.3 ผลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.3.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบคุณภาพการทำงาน.....องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ.....

เวลาเริ่มต้นทดสอบ.....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆหรือความเสียหายระหว่างการทดสอบ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 1 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 2 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร เฉลี่ย .....วินาที

ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่เฉลี่ย..... เมตรต่อวินาที

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล			1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
ช่องทางออกของฟางและสิ่งเจือปน	มวลเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม	กรัม					
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก						
บนพื้นใต้ผ้าพลาสติก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว						
ช่องทางออกของเมล็ดข้าวเปลือก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกสะอาด						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก						
	มวลสิ่งเจือปน						
ความกว้างในการตัด		เมตร					

ก.3.2 ผลการคำนวณ

ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวด.....

ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก.....

ก.4 ผลการทดลองความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.4.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบความสามารถในการทำงาน.....องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ.....

เวลาเริ่มต้นทดสอบ.....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆหรือความเสียหายระหว่างการทดสอบ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 1 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 2 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง เฉลี่ย .....วินาที

ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวด เฉลี่ย.....เมตรต่อวินาที

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 1 .....เดซิเบล เอ

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 2 .....เดซิเบล เอ

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 3 .....เดซิเบล เอ

เวลาเสร็จสิ้นการทดลอง.....

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้.....ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลิตร)

ก.4.2 ข้อมูลการคำนวณ

ความสามารถทางปฏิบัติ = ...ไร่ (1,600ตารางเมตร) ต่อชั่วโมง

ความสามารถทางทฤษฎี = ...ไร่ (1,600ตารางเมตร) ต่อชั่วโมง

ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ = ...

ความสามารถสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง = ... ลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร) ต่อ 1,600ตารางเมตร (ต่อไร่)

ก.4.3 หลังการทดลอง

ความเสียหายของเครื่องเกี่ยวข้าว

☐ ไม่เสียหาย

☐ เสียหาย มีรายละเอียดดังนี้

.....

.....

.....

.....

การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

☐ ปกติ

☐ ไม่ปกติ มีรายละเอียดดังนี้

.....

.....

.....

.....

ผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)

ตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ข้อมูล	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
Mean	2.736	2.539	2.711	2.661	2.861
Standard error	0.091	0.083	0.055	0.076	0.061
Median	2.850	2.650	2.650	2.700	2.850
Mode	3.000	2.900	2.600	2.850	2.850
Standard deviation	0.384	0.354	0.232	0.322	0.258
Sample variance	0.148	0.125	0.054	0.104	0.066
Kurtosis	-0.172	-1.033	0.510	-0.665	1.299
Skewness	-0.590	-0.585	1.085	-0.203	-0.972
Range	1.450	1.050	0.800	1.150	1.000
Minimum	1.950	1.850	2.400	2.050	2.200
Maximum	3.400	2.900	3.200	3.200	3.200
Sum	49.250	45.700	48.800	47.900	51.500
Count	18	18	18	18	18

ตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า โดยใช้โปรแกรม Excel สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ด้านการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

ข้อมูล	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบโต้ รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
Mean	3.033	2.700	2.625	2.683	2.758
Standard error	0.150	0.145	0.199	0.194	0.145
Median	3.175	2.775	2.450	2.700	2.750
Mode	3.200	3.000	2.200	2.700	2.750
Standard deviation	0.368	0.356	0.488	0.476	0.356
Sample variance	0.136	0.127	0.238	0.227	0.126
Kurtosis	5.007	2.227	-2.060	-0.005	2.326
Skewness	-2.189	-1.447	0.638	-0.371	-0.690
Range	1.000	0.950	1.050	1.350	1.100
Minimum	2.300	2.050	2.200	1.950	2.150
Maximum	3.300	3.000	3.250	3.300	3.250
Sum	18.200	16.200	15.750	16.100	16.550
Count	6	6	6	6	6

แบบตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า ( ) รุ่น DC60 ( ) รุ่น DC68G ( ) รุ่น DC70
( ) รุ่น DC70G ( ) รุ่น DC95GM

ตอนที่ 1 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมส่วนประกอบและการทำ

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีส่วนประกอบหลักตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2544) (1) โครงเครื่องส่วนล่าง			
(2) ชุดขับเคลื่อน			
(3) ล้อตีนตะขาบ			
(4) ชุดเครื่องนวด			
(5) เครื่องยนต์ต้นกำลัง			
(6) สถานีบรรจุข้าวเปลือก			
(7) สถานีควบคุม			
(8) ชุดหัวเกี่ยว			
(9) ล้อโน้มต้นข้าว			
(10) หลังคา			
(11) ช่องทางออกของเข้าเปลือก			
(12) ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน			
(13) หัวแบ่ง			

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
2. การทำ (1) ลูกนวดและฟันลูกนวดของเครื่องเกี่ยวนวดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม 768 - ฟันลูกนวดต้องทำจากเหล็กกล้ามีความแข็งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 32 กับ 40 HRC - เพลาลูกนวดต้องทำจากเหล็กกล้ามีความแข็งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 69 กับ 100 HRB และมีความต้านทานแรงดึงระหว่าง 451 กับ 755 เมกะพาสคัล			
(2) สายพานตัววีส่งกำลังของเครื่องเกี่ยวนวดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม 146			
(3) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีเกียร์เดินหน้า เกียร์ถอยหลังอย่างน้อยเกียร์ละ 1 ระดับความเร็ว และเกียร์ว่าง			
(4) ระบบไฮดรอลิกและระบบขับเคลื่อน ต้องสามารถตรวจสอบระดับน้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันหล่อลื่นและถ่ายเปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันหล่อลื่นได้สะดวก			
(5) ระบบส่งกำลังของระบบเกี่ยวนวดต้องเป็นอิสระจากระบบขับเคลื่อน			
(6) สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อความหมายเกี่ยวกับการควบคุมการปฏิบัติงานหรือสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ ของเครื่องเกี่ยวนวด ต้องเป็นไปตาม ISO 3767-1 และISO 3767-2			
(7) เครื่องเกี่ยวนวดต้องมีสัญญาณเตือนขณะถอยหลัง			
(8) ใบมีด สมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของตัวใบมีดวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 244 เล่มที่ 3 มีค่าระหว่าง 20 ถึง 35 HCR			

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
(9) ใบมีด สมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของคมมีดวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 244 เล่มที่ 3 มีค่าระหว่าง 48 ถึง 58 HCR			

ตอนที่ 2 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคุณลักษณะที่ต้องการ

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1. ลักษณะทั่วไป (1) ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องอยู่ในตำแหน่งที่บังคับควบคุมการทำงานได้จากสถานีควบคุมเท่านั้น			
(2) ที่นั่งคนขับต้องปรับเลื่อนไปด้านหน้าหรือด้านหลังได้ และเมื่อปรับที่นั่งคนขับให้อยู่ที่ตำแหน่งที่ต้องการใดๆแล้ว ที่นั่งคนขับต้องตรึงแน่นที่ตำแหน่งนั้นๆ			
(3) ในกรณีที่พื้นที่สถานีควบคุมและสถานีบรรจุข้าวเปลือกของพนักงานบนเครื่องเกี่ยวนวดอยู่สูงจากระดับพื้นที่มากกว่า 550 มิลลิเมตร ต้องมีบันไดขึ้นลงซึ่งมีพื้นผิวไม่ลื่น			
(4) พื้นของสถานีควบคุมและสถานีบรรจุข้าวเปลือกต้องอยู่ในระนาบราบ มีพื้นผิวไม่ลื่น ขอบด้านนอกของพื้นสถานีต้องมีความสูงอย่างน้อย 75 มิลลิเมตร ตามความยาวของขอบพื้นสถานีต้องมีราวลูกกรงซึ่งมีความสูงระหว่าง 1,000 มิลลิเมตร ถึง 10,000 มิลลิเมตร			
(5) เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีอุปกรณ์รองรับหรือล็อค หัวเกี่ยวหรือชิ้นส่วนอื่นให้อยู่ในตำแหน่งที่สูงจากพื้นอย่างมั่นคง เพื่อความปลอดภัยในการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซม			

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
(6) ระบบส่งกำลังที่อยู่ในตำแหน่งที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ต้องมีฝาครอบซึ่งจะถอดออกได้โดยใช้เครื่องมือเท่านั้น และไม่เป็นอุปสรรคต่อการปรับแต่ง ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ			
2. ความสูงของการตัด (1) เมื่อปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดต่ำสุด ความสูงของการตัดต้องไม่มากกว่า 100 มิลลิเมตร และเมื่อปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดสูงสุด ความสูงในการตัดต้องไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร			
3. แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน (1) แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิน 30 กิโลพาสคัล			
4. ความทนทาน (1) ระหว่างการทดสอบหรือหลังการทดสอบ เครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ และการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดต้องปกติ			
5. การทำงานภาคสนาม (1) เครื่องเกี่ยวนวดต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 90 เดซิเบล เอ			
(2) เครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ			
(3) การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดต้องปกติ			

ตอนที่ 3 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องหมายและฉลาก

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1. ที่เครื่องเกี่ยวนวดทุกเครื่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร			
2. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทุกเครื่อง ต้องมีคู่มือการแนะนำการใช้งานซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังข้อกำหนด			
3. ในกรณีใช้ภาษต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น			

ตอนที่ 4 ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินใจ

รายการตรวจสอบข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1. รุ่นในที่นี้ หมายถึง เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบเดียวกัน มีส่วนประกอบเหมือนกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน			
2. การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามการชักตัวอย่างที่กำหนด หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้			
3. เกณฑ์ตัดสิน เครื่องเกี่ยวนวดต้องเป็นไปตาม ข้อ 1 และ ข้อ 2 จึงถือว่าเครื่องเกี่ยวนวดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้			

ตอนที่ 5 รายการทดสอบชิ้นส่วนเครื่องจักรตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

รายการทดสอบชิ้นส่วนเครื่องจักร ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	หน่วย	ค่าจากการทดสอบ
1. ค่าจากการทดสอบฟันลูกนวดมีความแข็งเฉลี่ย	HRC	
2. ค่าจากการทดสอบเพลาลูกนวดมีความแข็งเฉลี่ย	HRB	
3. ค่าจากการทดสอบความต้านทานแรงดึง เพลาลูกนวด	เมกะพาสคัล	
4. ค่าจากการทดสอบสมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของตัวใบมีด	HCR	
5. ค่าจากการทดสอบสมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของคมมีด	HCR	
6. ค่าจากการทดสอบแรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	กิโลพาสคัล	
7. ค่าจากการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดต้องมีระดับเสียง	เดซิเบล เอ	

ตอนที่ 6 ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

……

……

……

……

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1428-2540

เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

RICE COMBINE HARVESTERS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม **ICS 65.060.50** **ISBN 974-606-725-2**

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

มอก. 1428-2540

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 2023300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 114 ตอนที่ 91ง

วันที่ 13 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2540

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 822

มาตรฐานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

1. ผู้แทนกรมวิชาการเกษตร
2. ผู้แทนกรมส่งเสริมการเกษตร
3. ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ผู้แทนศูนย์เครื่องจักรกลเกษตรแห่งชาติ
5. ผู้แทนธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร
6. ผู้แทนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
7. ผู้แทนบริษัท เจริญโภคภัณฑ์วิศวกรรม จำกัด
8. ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นกรรมการและเลขานุการ
9. ผู้แทนบริษัท สยามเอ็นจิเนียริ่งแอนด์เทคโนโลยี คอร์ปเปอเรชั่น จำกัด เป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวกันแพร่หลาย และมีการทำในประเทศแล้ว เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อประโยชน์ต่อผู้ใช้ และเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ผู้ทำและผู้ใช้ภายในประเทศ และเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

มอก.146-2536 สายพานตัววีส่งกำลัง

มอก.768-2531 เครื่องนวดข้าวตามแกนลูกนวด

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ รับมาตรฐานระหว่างประเทศดังต่อไปนี้ มาใช้โดยการอ้างอิง

ISO 3767-1 : 1991 Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment – Symbols for operator controls and other displays – Part 1 : common symbols ในเรื่องการใช้สัญลักษณ์สำหรับสื่อความหมายในการควบคุมการปฏิบัติงานกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ

ISO 3767-2 : 1991 Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment – Symbols for operator controls and other displays – Part 2 : Symbols for agriculture tractors and machinery ในเรื่องการใช้สัญลักษณ์สำหรับสื่อความหมายในการควบคุมการปฏิบัติงานกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2292 (พ.ศ. 2540)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

.....

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องเกี่ยวนวดข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก. 1428-2540 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2540

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดคุณลักษณะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบที่เคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง (selt-propelled rice combine harvester) โดยใช้ล้อตีนตะขาบ ใช้ระบบตัดแบบใบมีดเคลื่อนที่ไปกลับ (reciprocation cutter bar) และมีเครื่องยนต์ต้นกำลังในตัวเอง

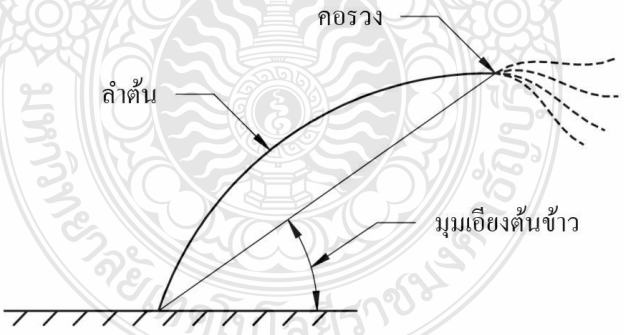
2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "เครื่องเกี่ยวนวด" หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนและการทำงาน อันได้แก่กระบวนการตัด การลำเลียง การแยกและการทำความสะอาดข้าวเปลือก โดยจะมีถังรองรับข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดแล้วหรือบรรจุข้าวเปลือกลงภาชนะอื่น

2.4 ความสูงของต้นข้าว หมายถึง ระยะในแนวดิ่งที่วัดจากพื้นถึงส่วนสูงที่สุดที่ปรากฏของต้นข้าว

2.5 มุมเอียงของต้นข้าว หมายถึง มุมของแนวเส้นที่ลากจากโคนต้นข้าวถึงคอรวงกระทำกับแนวระดับพื้นดินดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 มุมเอียงของต้นข้าว

(ข้อ 2.3)

2.4 ความกว้างของหัวเกี่ยว (Wd) หมายถึง ระยะระหว่างปลายของหัวแบ่ง (Divider) ซ้ายสุดถึงปลายของหัวแบ่งขวาสุด (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

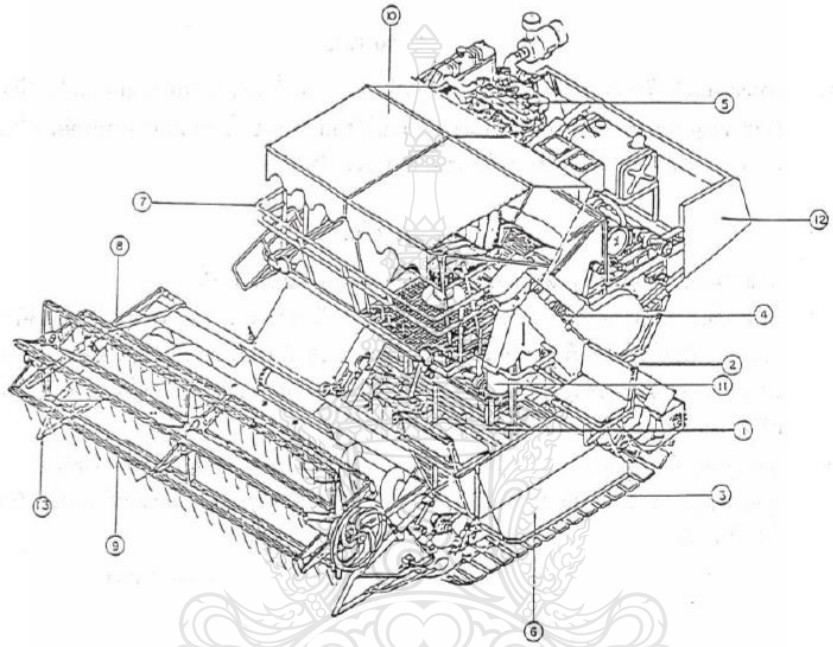
2.5 ความกว้างในการตัด (Wc) หมายถึง ระยะระหว่างรอยเกี่ยวนวดซ้ายสุดถึงรอยเกี่ยวนวดขวาสุด ซึ่งวัดจากตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 4

3. ส่วนประกอบและการทำ

3.1 ส่วนประกอบ

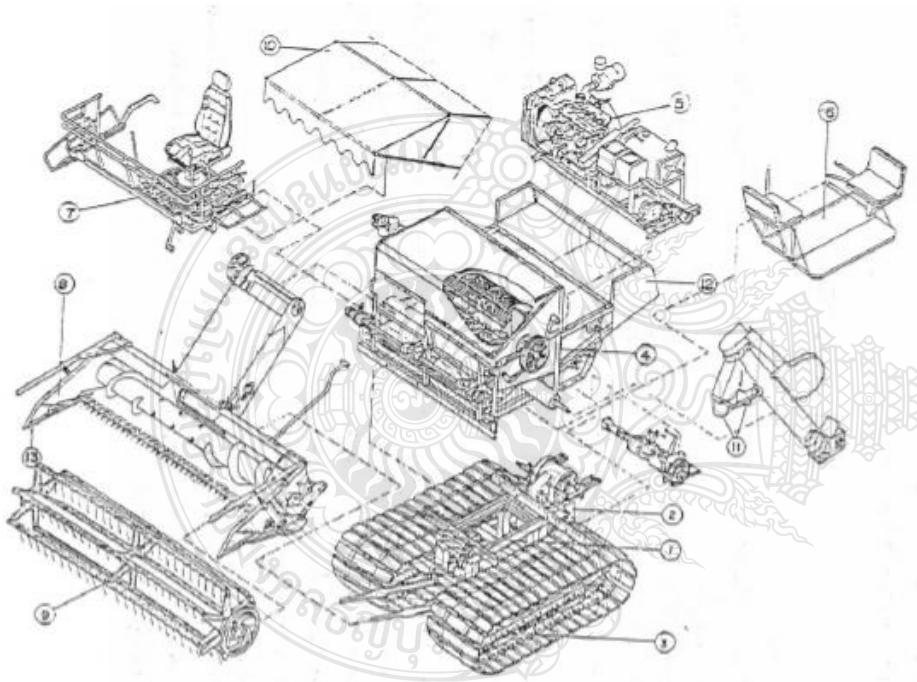
เครื่องเกี่ยวนวดอย่างน้อยต้องมีส่วนประกอบหลัก ดังตัวอย่างรูปที่ 2

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ



รูปที่ 2 ตัวอย่างส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวด

(ข้อ 3.1)



(1) โครงเครื่องส่วนล่าง
(2) ชุดขับเคลื่อน
(3) ล้อตีนตะขาบ
(4) ชุดเครื่องนวด
(5) เครื่องยนต์ต้นกำลัง
(6) สถานีบรรจุข้าวเปลือก (filling paddy station)
(7) สถานีควบคุม (control station)
(8) ชุดหัวเกี่ยว
(9) ล้อโน้มต้นข้าว
(10) หลังคา
(11) ช่องทางออกของเข้าเปลือก
(12) ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน
(13) หัวแบ่ง

หมายเหตุ อาจมีถังรองรับเป็นภาชนะบรรจุข้าวเปลือกแทนสถานีบรรจุข้าวเปลือกได้

รูปที่ 2 ตัวอย่างส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวด (ต่อ)

3.2 การทำ

3.2.1 ลูกนวดและฟันลูกนวดของเครื่องเกี่ยวนวดต้องเป็นไปตาม มอก. 768

3.2.2 สายพานตัววีส่งกำลัง (ถ้ามี) ต้องเป็นไปตาม มอก.146

3.2.3 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้องมีเกียร์เดินหน้า เกียร์ถอยหลัง อย่างน้อยเกียร์ละ 1 ระดับความเร็ว และเกียร์ว่าง

3.2.4 ระบบไฮดรอลิกและระบบขับเคลื่อน ต้องสามารถตรวจสอบระดับน้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันหล่อลื่นและถ่ายเปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันหล่อลื่นได้สะดวก

3.2.5 ระบบส่งกำลังของระบบเกี่ยวนวดต้องเป็นอิสระจากระบบขับเคลื่อน

3.2.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อความหมายเกี่ยวกับการควบคุมการปฏิบัติงานหรือสำหรับสื่อความหมายอื่นๆ ของเครื่องเกี่ยวนวด ต้องเป็นไปตาม ISO 3767-1 และISO 3767-2

การทดสอบให้ทำการโดยตรวจพินิจ

3.2.7 ใบมีด แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยวนวดต้องอยู่ในตำแหน่งที่บังคับควบคุมการทางานได้จากสถานีควบคุมเท่านั้น

4.1.2 ที่นั่งคนขับต้องปรับเลื่อนไปด้านหน้าหรือด้านหลังได้ และเมื่อปรับที่นั่งคนขับให้อยู่ที่ตำแหน่งที่ต้องการใดๆแล้ว ที่นั่งคนขับต้องตรึงแน่นที่ตำแหน่งนั้นๆ

4.1.3 ในกรณีที่พื้นที่สถานีควบคุมและสถานีบรรจุข้าวเปลือกของพนักงานบนเครื่องเกี่ยวนวดอยู่สูงจากระดับพื้นที่มากกว่า 550 มิลลิเมตร ต้องมีบันไดซึ่งมีพื้นผิวไม่ลื่นเพื่อขึ้นลง

4.1.4 พื้นของสถานีควบคุมและสถานีบรรจุข้าวเปลือกต้องอยู่ในระนาบราบ มีพื้นผิวไม่ลื่น ขอบด้านนอกของพื้นสถานีต้องมีความสูงอย่างน้อย 75 มิลลิเมตร ตามความยาวของขอบพื้นสถานีต้องมีราวลูกกรงซึ่งมีความสูงระหว่าง 1,000 มิลลิเมตร ถึง 10,000 มิลลิเมตร

4.1.5 เครื่องเกี่ยวนวดต้องมีอุปกรณ์รองรับหรือล็อค เพื่อรองรับหรือล็อคหัวเกี่ยวหรือชิ้นส่วนอื่นให้อยู่ในตำแหน่งที่สูงจากพื้นอย่างมั่นคง เพื่อความปลอดภัยในการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซม

4.1.6 ระบบส่งกาลังที่อยู่ในตำแหน่งที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ต้องมีฝาครอบซึ่งจะถอดออกได้โดยใช้เครื่องมือเท่านั้น และไม่เป็นอุปสรรคต่อการปรับแต่ง ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ

4.2 ความสูงของการตัด

เมื่อปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดค่าสุด ความสูงของการตัดต้องไม่มากกว่า 100 มิลลิเมตร และเมื่อปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดสูงสุด ความสูงในการตัดต้องไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.1

4.3 แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน (Ground contact pressure)

ทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.3 แล้ว แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิน 2.94 เมกะพาสคัล

4.4 ความทนทาน

ระหว่างการทดสอบหรือหลังการทดสอบ เครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ และการทางานของเครื่องเกี่ยวนวดต้องปกติ

4.5 การทางานภาคสนาม

เครื่องเกี่ยวนวดต้องผ่านการทดสอบการทางานภาคสนามตามรายการต่างๆ ที่แสดงในแบบรายงานผลการทดสอบตามภาคผนวก ข โดย

(1) เครื่องเกี่ยวนวดต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 30 เดซิเบล เอ

(2) เครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ

(3) การทางานของเครื่องเกี่ยวนวดต้องปกติ การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.5

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่เครื่องเกี่ยวนวดทุกเครื่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร

(1) คำว่า "เครื่องเกี่ยวนวดข้าว"

(2) แบบ (Model)

(3) คำอธิบายย่อหรือสัญลักษณ์แสดงการใช้งาน วิธีการปรับแต่ง ความปลอดภัยในการใช้งาน และการบำรุงรักษา

(4) ปี เดือนที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.2 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทุกเครื่อง ต้องมีคู่มือการแนะนาการใช้งานซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) คำว่า "เครื่องเกี่ยวนวดข้าว"

(2) แบบ

(3) พิกัด ความเร็วรอบที่กำหนด มวล และชนิดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง

(4) ข้อกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องเกี่ยวนวด เช่น มิติ (กว้าง x ยาว x สูง) มวล ความกว้างหัวแบ่ง ช่วงความสูงจากพื้นถึงใบมีด (เมื่อใบมีดขนานกับพื้น) ความเร็วการเคลื่อนที่ในการใช้งาน

(5) การใช้งาน วิธีการปรับแต่ง หรือความปลอดภัยในการใช้งาน

(6) การบำรุงรักษา

(7) รูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ พร้อมทั้งรายชื่อและหมายเลขชิ้นส่วน

(8) รายงานผลการทดสอบ ตามภาคผนวก ก.

5.3 ในกรณีใช้ภาษต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

6.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบเดียวกัน มีส่วนประกอบเหมือนกัน ที่ทาหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสาหรับการทดสอบส่วนประกอบหรือการทา คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมาย และฉลาก

6.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างจากวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 1 ตัวอย่าง

6.2.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4. และข้อ 5. ในแต่ละรายการ จึงถือว่าเครื่องเกี่ยวนวดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเครื่องเกี่ยวนวดต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1.2 จึงถือว่าเครื่องเกี่ยวนวดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

7.1 ความสูงของการตัด

7.1.1 การเตรียมการทดสอบ

จัดเครื่องเกี่ยวนวดให้อยู่ในตำแหน่ง ซึ่งทาให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้นแข็งเรียบได้ระดับ

7.1.2 ปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งการตัดต่ำสุด

7.1.3 วัดความสูงของการตัดด้วยเครื่องมือวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร โดยวัดที่ตำแหน่งใบมีดขวาสุด, ตำแหน่งใบมีดตรงกลางและตำแหน่งใบมีดซ้ายสุด แล้วหาค่าเฉลี่ย

7.1.4 ปรับใบมีดให้อยู่ตำแหน่งการตัดสูงสุด

7.1.5 วัดความสูงของการตัด เช่นเดียวกับข้อ 7.1.3

7.2 แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน

7.2.1 ชั่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยมีน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถังให้ละเอียดถึง 20 กิโลกรัม

7.2.2 วัดมิติ (ความกว้าง x ความยาว) ของแป้นล้อตีนตะขาบ (Track) เฉลี่ย โดยวิธีสุ่มวัดแป้นล้อตีนตะขาบ ข้างละ 5 ชิ้น เป็นมิลลิเมตร x มิลลิเมตร

7.2.3 จัดให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวอยู่บนพื้นแข็งเรียบได้ระดับ นับจานวนแป้นล้อตีนตะขาบที่สัมผัสเต็มหน้าสัมผัสกับพื้นทั้ง 2 ข้าง

7.2.4 คำนวณแรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน จากสูตร

แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน $= \frac{1.01 \times 9.8\ M}{N \times W \times L}$ เป็นเมกะพาสคัล

เมื่อ M คือ มวลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถัง (กิโลกรัม)

N คือ จำนวนแป้นล้อตีนตะขาบที่สัมผัสเต็มหน้าสัมผัสกับพื้นทั้งหมด

W คือ ความกว้างเฉลี่ยของแป้นล้อตีนตะขาบ (มิลลิเมตร)

L คือ ความยาวเฉลี่ยของแป้นล้อตีนตะขาบ (มิลลิเมตร)

7.3 ความทนทาน

7.3.1 การเตรียมการทดสอบ

7.3.1.1 ติดตั้งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ากับแท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยใช้ล้อขับเคลื่อนอยู่สูงพ้นพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร

7.3.1.2 จัดเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้อยู่ในตำแหน่ง ซึ่งทำให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้น

7.3.1.3 ปรับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งความสูงของการตัด 300 มิลลิเมตร

7.3.1.4 ให้ผู้ทำปรับตำแหน่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าว หรือผู้ทดสอบปรับแต่งตามคู่มือแนะนำการใช้งาน

7.3.2 วิธีการทดสอบ

7.3.2.1 ตั้งคันบังคับให้ระบบเกี่ยวนวดและระบบทำความสะอาดทำงาน

7.3.2.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุ

7.3.2.3 เลื่อนคันเกียร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไปที่เกียร์ทำงาน

7.3.2.4 ให้เครื่องเกี่ยวนวดทำงานอย่างต่อเนื่องวันละ 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน

7.3.2.5 ตรวจพินิจเครื่องเกี่ยวนวดข้าวระหว่างทำการทดสอบและหลังการทดสอบ

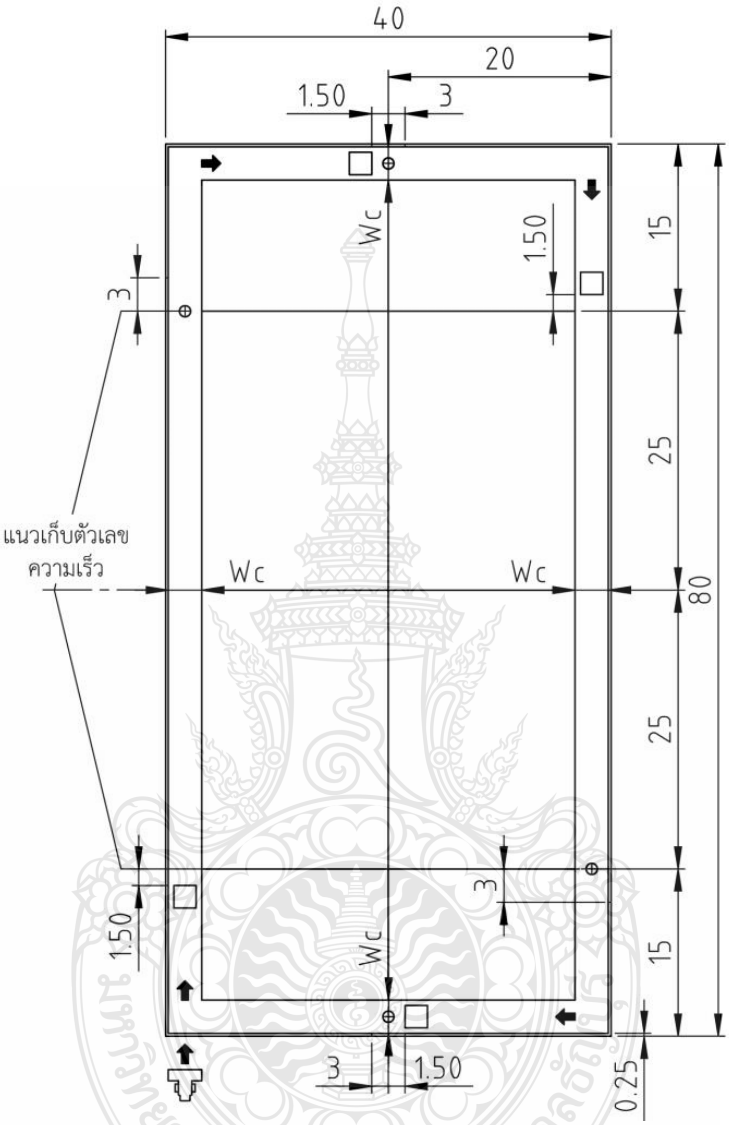
หมายเหตุ *ทุกๆ 2 ชั่วโมง ระหว่างการทดสอบผู้ทำหรือผู้ทดสอบจะปรับแต่งหรือบำรุงรักษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เฉพาะตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน และเติมน้ำมันเชื่อเพลิงเพื่อให้เพียงพอต่อการทดสอบได้*

7.4 การทำงานภาคสนาม

7.4.1 กำหนดข้อมูลทั่วไป

7.4.1.1 ผู้ทำเป็นผู้จัดหาผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

7.4.1.2 ผู้ทำเป็นผู้จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบ ขนาด 40 เมตร x 80 เมตร ดังรูปที่ 3



หน่วยเป็นเมตร

□ หมายถึง ตำแหน่งเก็บข้อมูลก่อนการเกี่ยว

○ หมายถึง จุดเริ่มต้นเก็บข้อมูลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

⇦ หมายถึง รูปแบบการเกี่ยวนวดเพื่อการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

รูปที่ 3 พื้นที่ทดสอบ

(ข้อ 2.5 ข้อ 7.4.1.2 ข้อ 7.4.2.1(1) ข้อ 7.4.2.2(4) และข้อ 7.4.2.2(5))

7.4.1.3 ข้าวที่ใช้ทดสอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พันธุ์ข้าวและอายุของข้าวที่ใช้ในการทดสอบ

(ข้อ 7.4.1.3)

พันธุ์ข้าว	อายุข้าว วัน
กข 23	120 ถึง 130
สุพรรณ 60	115 ถึง 125
ชัยนาท	114 ถึง 124
หอมมะลิ 105	-

**** หมายเหตุ*** *ข้าวหอมมะลิ 105 ที่สุกพร้อมเกี่ยวนวดระหว่าง วันที่ 20 พฤศจิกายน ถึง 5 ธันวาคม*

7.4.1.4 ข้าวที่ใช้ทดสอบให้ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตม มีอัตราการหว่าน 15 กิโลกรัม ต่อ 1,600 ตารางเมตร (ต่อไร่) ยกเว้นข้าวพันธุ์หอมมะลิให้ปลูกโดยวิธีปักดำ

7.4.1.5 ให้ทดสอบระหว่างเวลา 9.00 นาฬิกา ถึง 18.00 นาฬิกา และถ้ามีฝนตกให้เริ่มทดสอบหลังฝนหยุดตกไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

7.4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

7.4.2.1 นาฬิกาจับเวลา ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 วินาที และจับเวลาต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

7.4.2.2 เทปวัดระยะ ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร

7.4.2.3 ไม้วัดระยะ ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 เซนติเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร

7.4.2.4 เสาหลัก ยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร

7.4.2.5 เคียว

7.4.2.6 กรอบเก็บข้อมูลขนาด 100 เซนติเมตร x 100 เซนติเมตร

7.4.2.7 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก

7.4.2.8 อุปกรณ์วัดมุม ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 องศา

7.4.2.9 กระบอกตวง ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

7.4.2.10 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

7.4.2.11 เครื่องวัดระดับเสียง ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 เดซิเบล เอ

7.4.2.12 เครื่องวัดความแข็งของดิน

7.4.2.13 เครื่องวัดความเร็วรอบ

7.4.2.14 เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก ที่ผิดพลาดไม่เกิน ± ร้อยละ 2

7.4.3 วิธีทดสอบ

7.4.3.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

(1) วางกรอบเก็บข้อมูลบริเวณตำแหน่งเก็บข้อมูลก่อนการเกี่ยวนวด ดังภาพที่ 3.12 เพื่อวัดความสูงและมุมเอียงของต้นข้าว หาปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ ร้อยละความชื้น ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง ความต้านทางของดินต่อแรงทะลุของกรวย

(2) วัดความสูงเป็นมิลลิเมตร และความเอียงของต้นข้าวในกรอบเป็นองศา กระบะละ 3 จุด

(3) เกี่ยวข้าวด้วยเคียวในกรอบให้ชิดโคนต้นข้าวมากที่สุด โดยให้เมล็ดข้าวเปลือกร่วงน้อยที่สุด เก็บต้นข้าวไว้ในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง

(4) เก็บเมล็ดข้าวเปลือกร่วงในกรอบ และเก็บในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกร่วง

(5) วัดความต้านทานของดินต่อแรงทะลุกรวยของกรวยในกรอบ เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ความลึก 0 และ 10 เซนติเมตร

(6) แยกต้นข้าวในข้อ (3) ออกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกและฟาง

(7) ชั่งเมล็ดข้าวเปลือกในข้อ (6) เมล็ดข้าวเปลือกร่วงในข้อ (4) และฟางในข้อ (6) (กรัม)

(8) วัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกจากในข้อ (6) เป็นร้อยละกรอบละ 3 ค่า

(9) คำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

(9.1) ปริมาณผลผลิต (Y) = $0.4 \sum_{i=1}^{4} (G+L_{NS})i$ เป็นกิโลกรัมต่อ 1 600 ตารางเมตร (ต่อไร่)

เมื่อ G คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือก ข้อ (7) (กรัม)

L_{NS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ข้อ (7) (กรัม)

(9.2) ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง $L_S = \frac{\sum_{i=1}^{4} (L_{NS})i}{Y}$

(9.3) อัตราส่วนเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง GSR = $\frac{\sum_{i=1}^{4} (G+L_{NS})i}{\sum_{i=1}^{4} Si}$

เมื่อ Si คือ มวลฟาง ข้อ (7) (กรัม)

7.4.3.2 คุณภาพการทำงานของเครื่องนวดข้าว

(1) ให้ผู้ทำหรือผู้ทดสอบปรับแต่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน

(2) เกี่ยวนวดข้าวตามแนวของพื้นที่ทดสอบโดยรอบ เพื่อให้เห็นแนวของพื้นที่ทดสอบชัดเจน โดยห่างจากขอบด้านนอกของพื้นที่ทดสอบอย่างน้อย 0.25 เมตร ดังรูปที่ 3

(3) เกี่ยวนวดข้าวเมื่อเครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุ เพื่อทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดตามรูปแบบ จับเวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร 2 ครั้ง ให้เก็บข้อมูลต่างๆ เมื่อเกี่ยวนวดข้าวมาถึงจุดเริ่มต้นเก็บข้อมูลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ดังนี้

(3.1) ใช้กระบอกตวงรองรับที่ช่องทางออกของเมล็ดข้าวเปลือกจนเต็มกระบอกตวง แล้วนำไปแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และสิ่งเจอปน

(3.2) ใช้ผ้าพลาสติกรองรับที่ช่องทางออกของฟางและสิ่งเจือปนทุกช่องในระยะทาง 3 เมตร แล้วนำไปแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก

(3.3) หลังการเกี่ยวนวด เก็บเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงอยู่ใต้ผ้าพลาสติกรองรับ ในข้อ (3.2) บนพื้นที่เท่ากับความกว้างในการตัดเฉลี่ย x 1 เมตร และกรณีที่ยังมีต้นข้าวที่ยังมีเมล็ดข้าวเปลือกติดอยู่บนพื้นที่ดังกล่าวให้แยกเมล็ดข้าวเปลือกจากต้นข้าวดังกล่าว แล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างอีกถุงหนึ่ง

(4) แยกเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และสิ่งเจือปน ในข้อ (3.1)

(5) แยกเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก ข้อ (3.2)

(6) แยกเมล็ดข้าวเปลือกร่วง และเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว ในข้อ (3.3)

(7) คำนวณค่าต่าง ดังนี้

(7.1) ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวด

$$= \left\{\frac{1}{3W_c} \times [(CG_2+UG+DG_2)]+[(L_{TS}-L_{NS}+L_{UC})]\right\} \times \frac{1}{G} \times 100$$

เมื่อ CG_2 คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม ข้อ 5 (กรัม)

UG คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง ข้อ 5 (กรัม)

DG_2 คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก ข้อ 5 (กรัม)

L_{TS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง ข้อ 5 (กรัม)

L_{UC} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว ข้อ 6 (กรัม)

W_c คือ ความกว้างในการตัดเฉลี่ย ข้อ 6 (เมตร)

(7.2) ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก $= \frac{(OM_1-I_1)}{OM_1} \times 100$

เมื่อ OM_1 คือ มวลรวมของเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหักและสิ่งเจือปน ข้อ 4 (กรัม)

I_1 คือ มวลสิ่งเจือปน ข้อ 4 (กรัม)

7.4.2.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

(1) ให้ผู้ทำหรือผู้ทดสอบปรับแต่งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งาน

(2) ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยให้หัววัดระดับเสียงอยู่ที่ตำแหน่งใกล้หูคนขับมากที่สุด

(3) ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุ

(4) เลื่อนคันเกียร์ของเครื่องเกี่ยวนวดไปที่เกียร์ทำงาน

(5) เกี่ยวนวดข้าวเพื่อปรับเนื้อที่ทดสอบให้เหลือขนาด 30 เมตร x 60 เมตร ดังรูปที่ 4

(6) เกี่ยวนวดข้าวเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามภาพแบบ ดังภาพที่ 3.15 ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ± ร้อยละ 20 จับเวลา เป็นวินาที เมื่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร 3 ครั้ง ระหว่างการทดสอบสุ่มวัดระดับเสียงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 3 ครั้ง

(7) บันทึกเวลาในการเกี่ยวนวด (วินาที)

(8) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็ม บันทึกปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)

(9) ตรวจพินิจการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

(10) คำนวณค่าต่าง ดังนี้

(10.1) ความสามรถทางปฏิบัติ (F_C) = 4050 / T_A เป็นไร่ (1 600 ตารางเมตร) ต่อชั่วโมง

เมื่อ T_A คือ เวลาที่ใช้ในการเกี่ยวนวด เป็นวินาที

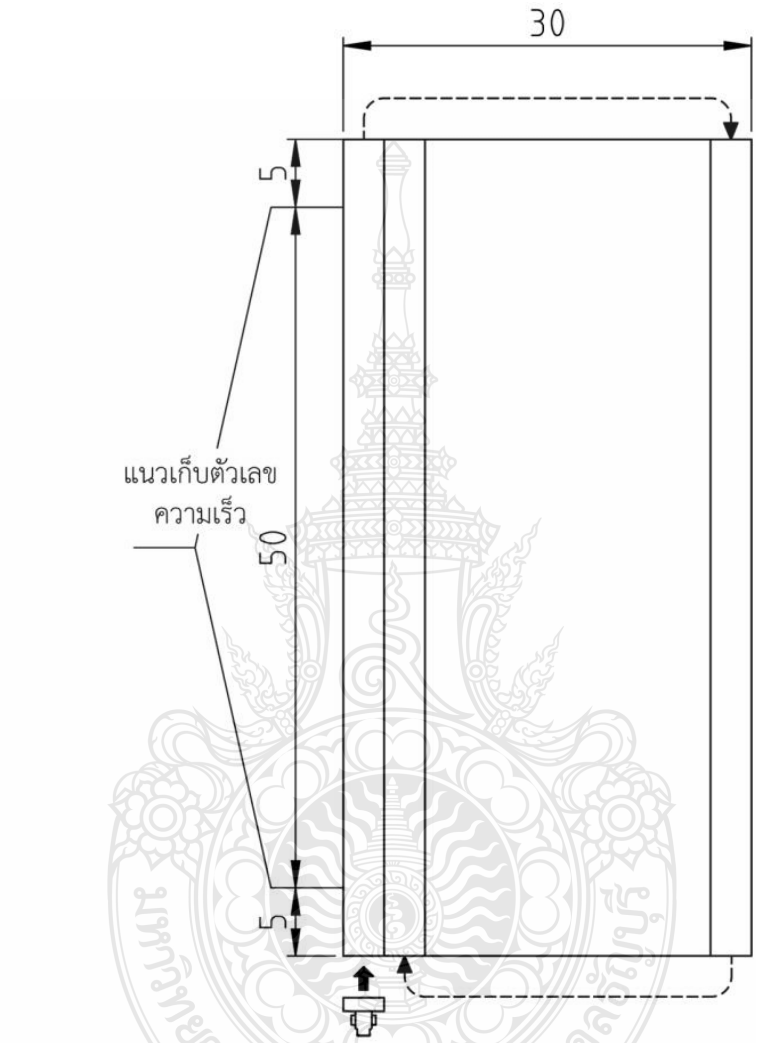
(10.2) ความสามรถทางทฤษฎี (F_T) = (S x Wd) / 1.6 เป็นไร่ (1 600 ตารางเมตร) ต่อชั่วโมง

เมื่อ S คือ ความเร็วในการเกี่ยวนวด มีค่าเท่ากับ 180 / T_{50} เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

Wd คือ ความกว้างหัวเกี่ยว เป็นเมตร

(10.3) ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ = (F_C / F_T) x 100

(10.4) ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง = 8 x V เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร) ต่อ1 600 ตารางเมตร (ต่อไร่)



หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ 4 รูปแบบการเกี่ยวนวดเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

(ข้อ 7.4.3.3(5) ข้อ 7.4.3.3(6))

ภาคผนวก ก.

แบบรายงานผลการทดสอบการทำงานภาคสนามของเครื่องเกี่ยวนวด

(ข้อ 4.5 ข้อ 5.3(8) และข้อ 7.4.3)

ก.1 ทั่วไป

ชื่อผู้ทำ.....

แบบ (Model).....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

พื้นที่ทดสอบ

ชื่อสถานที่.....

สภาพทางภูมิประเทศ (topography) โดยสังเขป

.....

.....

พันธุ์ข้าว.....

อายุของข้าว..... วัน

ตำแหน่งเก็บข้อมูล	กรอบที่ 1			กรอบที่ 2			กรอบที่ 3			กรอบที่ 4			ค่าเฉลี่ย
เก็บข้อมูลครั้งที่													
ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)													
มุมเอียงของต้นข้าว(องศา)													

ก.2 ผลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.2.1 ข้อมูลก่อนทดสอบทั่วไป

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล	มวล (กรัม)			ความต้านทานของดินต่อแรงแทงทะลุของกรวย (กก./ตร.ม)		ร้อยละความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก			
	เมล็ดข้าวเปลือก	เมล็ดข้าวเปลือกร่วง	ฟาง	ความลึก (เซนติเมตร.)		ครั้งที่เก็บข้อมูล			
				0	10	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1									
2									
3									
4									
ค่าเฉลี่ย									

ก.2.2 ผลการคำนวณ

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล	ปริมาณผลผลิต กิโลกรัมต่อ 1,600 ตารางเมตร (ต่อไร่) (Y)	เมล็ดข้าวเปลือกร้อยละ (Y)	อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง (GSR)
1			
2			
3			
4			
ค่าเฉลี่ย			

ก.3 ผลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.3.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบคุณภาพการทำงาน.....องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ.....

เวลาเริ่มต้นทดสอบ.....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆหรือความเสียหายระหว่างการทดสอบ (ถ้ามี)

.....

.....

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 1 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 2 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร เฉลี่ย .....วินาที

ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่เฉลี่ย..... เมตรต่อวินาที

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล			1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
ช่องทางออกของฟางและสิ่งเจือปน	มวลเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม	กรัม					
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก						
บนพื้นใต้ผ้าพลาสติก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว						
ช่องทางออกของเมล็ดข้าวเปลือก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกสะอาด						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก						
	มวลสิ่งเจือปน						
ความกว้างในการตัด		เมตร					

ก.3.2 ผลการคำนวณ

ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวด.....

ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก.....

ก.4 ผลการทดลองความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

ก.4.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบความสามารถในการทำงาน.....องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ.....

เวลาเริ่มต้นทดสอบ.....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆหรือความเสียหายระหว่างการทดสอบ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 1 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 2 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง เฉลี่ย .....วินาที

ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวด เฉลี่ย.....เมตรต่อวินาที

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 1 .....เดซิเบล เอ

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 2 .....เดซิเบล เอ

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 3 .....เดซิเบล เอ

เวลาเสร็จสิ้นการทดลอง.....

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้.....ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลิตร)

ก.4.2 ข้อมูลการคำนวณ

ความสามารถทางปฏิบัติ = ...ไร่(1,600ตารางเมตร)ต่อชั่วโมง

ความสามารถทางทฤษฎี = ...ไร่(1,600ตารางเมตร)ต่อชั่วโมง

ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ = ...

ความสามารถสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง = ... ลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร) ต่อ1,600ตารางเมตร(ต่อไร่)

ก.4.3 หลังการทดลอง

ความเสียหายของเครื่องเกี่ยว

☐ ไม่เสียหาย

☐ เสียหาย มีรายละเอียดดังนี้

.....

.....

.....

.....

การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด

☐ ปกติ

☐ ไม่ปกติ มีรายละเอียดดังนี้

.....

.....

.....

.....

ผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

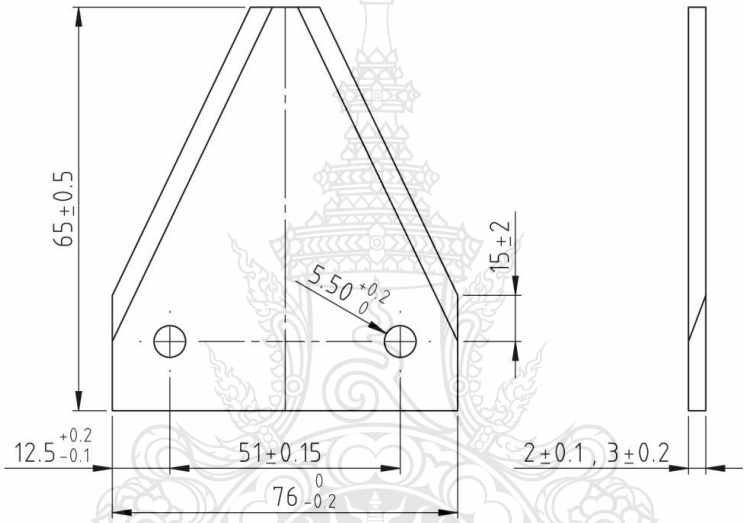
ภาคผนวก ข.

ใบมีด

(ข้อ 3.2.7)

ข. 1 มิติและเกณฑ์การวัดความคลาดเคลื่อน

มิติและเกณฑ์การวัดความคลาดเคลื่อนของใบมีดแนะนำให้เป็นไปตามรูปที่ ข.1



หน่อยเป็นมิลลิเมตร

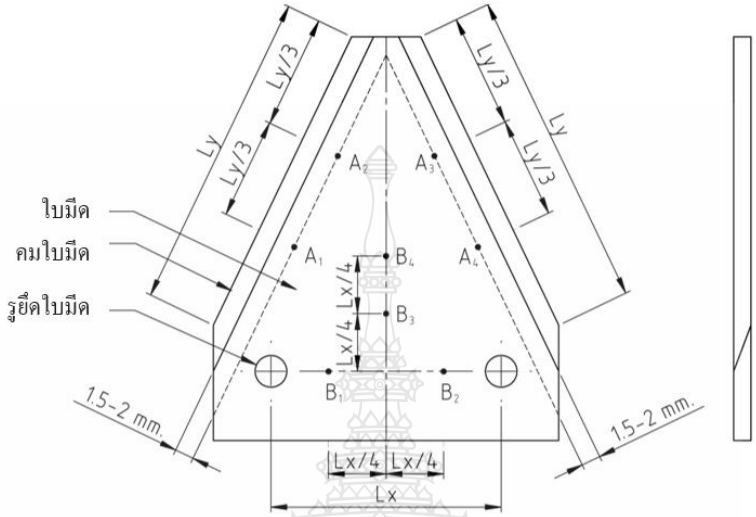
รูปที่ ข.1 มิติของใบมีด

(ข้อ ข.1)

ข. 2 สมบัติทางกล

ข.2.1 สมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของตัวใบมีดวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 244 เล่มที่ 3 ที่ตำแหน่งตามรูปที่ ข.2 มีค่าระหว่าง 20 ถึง 35 HCR

ข.2.2 สมบัติทางกลของใบมีด ความแข็งของคมมีดวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 244 เล่มที่ 3 3 ที่ตำแหน่งตามรูปที่ ข.2 มีค่าระหว่าง 48 ถึง 58 HCR



A1 A2 A3 A4 : ตำแหน่งวัดความแข็งของคมใบมีด

B1 B2 B3 B4 : ตำแหน่งวัดความแข็งของตัวใบมีด

รูปที่ ข.2 ตำแหน่งวัดความแข็งของใบมีด

(ข้อ ข.2)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2815 (พ.ศ. 2544)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (แก้ไขครั้งที่ 1)

.....

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องเกี่ยวนวดข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก. 1428-2540

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องเกี่ยวนวดข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก. 1428-2540 ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2292 (พ.ศ. 2540) ลงวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2540 ดังต่อไปนี้

1. ให้แก้หมายเลขมาตรฐานเลขที่ “ มอก. 1428-2540 ” เป็น “ มอก. 1428-2544 ”
2. ให้ยกเลิกข้อความในข้อ 2 และใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

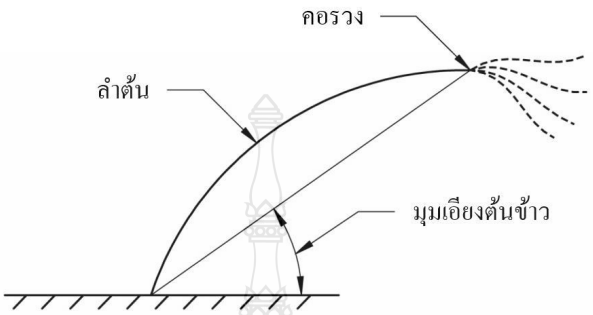
2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "เครื่องเกี่ยวนวด" หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนและการทำงาน อันได้แก่กระบวนการตัด การลำเลียง การแยกและการทำความสะอาดข้าวเปลือก โดยจะมีถังรองรับข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดแล้วหรือบรรจุข้าวเปลือกลงภาชนะอื่น

2.2 ความสูงของต้นข้าว หมายถึง ระยะในแนวดิ่งที่วัดจากพื้นถึงส่วนสูงที่สุดที่ปรากฏของต้นข้าว

2.3 มุมเอียงของต้นข้าว หมายถึง มุมของแนวเส้นที่ลากจากโคนต้นข้าวถึงคอรวงกระทำกับแนวระดับพื้นดินดังแสดงในรูปที่ 1



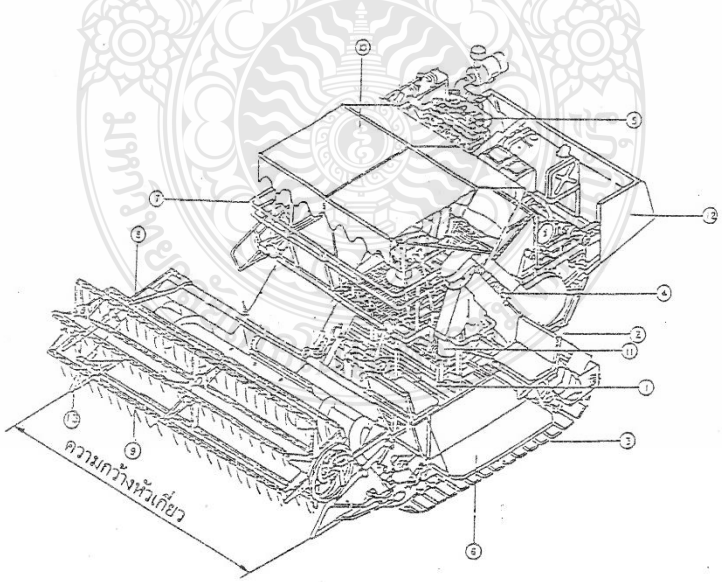
รูปที่ 1 มุมเอียงของต้นข้าว

(ข้อ 2.3)

2.4 ความกว้างของหัวเกี่ยว (Wd) หมายถึง ระยะระหว่างปลายของหัวแบ่ง (Divider) ซ้ายสุดถึงปลายของหัวแบ่งขวาสุด (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

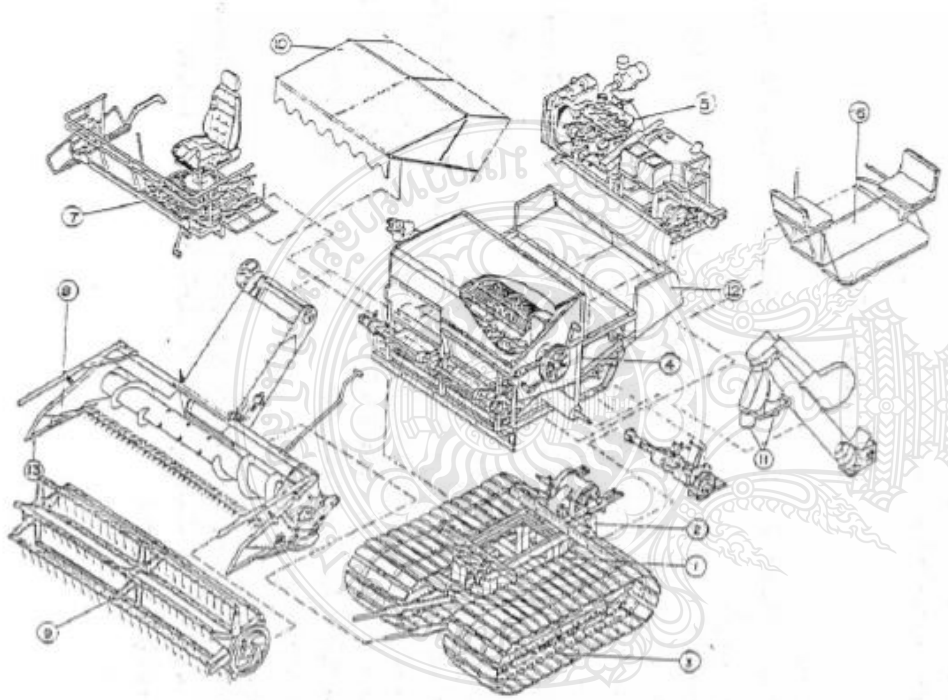
2.5 ความกว้างในการตัด (Wc) หมายถึง ระยะระหว่างรอยเกี่ยวนวดซ้ายสุดถึงรอยเกี่ยวนวดขวาสุด ซึ่งวัดจากตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 3

3. ให้ยกเลิกรูปที่ 2. และใช้รูปต่อไปนี้แทน



รูปที่ 2 ตัวอย่างส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวด

(ข้อ 3.1)



(1) โครงเครื่องส่วนล่าง

(2) ชุดขับเคลื่อน

(3) ล้อตีนตะขาบ

(4) ชุดเครื่องนวด

(5) เครื่องยนต์ต้นกำลัง

(6) สถานีบรรจุข้าวเปลือก (filling paddy station)

(7) สถานีควบคุม (control station)

(8) ชุดหัวเกี่ยว

(9) ล้อโน้มต้นข้าว

(10) หลังคา

(11) ช่องทางออกของเข้าเปลือก

(12) ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน

(13) หัวแบ่ง

หมายเหตุ อาจมีถังรองรับเป็นภาชนะบรรจุข้าวเปลือกแทนสถานีบรรจุข้าวเปลือกได้

รูปที่ 2 ตัวอย่างส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวด (ต่อ)

4. ยกเลิกข้อความในข้อ 3.2.7 และให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"3.2.7 เครื่องเกี่ยวนวดต้องมีสัญลักษณ์เตือนขณะถอยหลัง"

5. เพิ่มเติมความต่อไปนี้ข้อ 3.2.8

"3.2.8 ใบมีด แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ข."

6. ยกเลิกข้อความในข้อ 4.3 ข้อ 4.4 และข้อ 4.5 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"4.3 แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน (Ground contact pressure)

เมื่อทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.2 แล้ว แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิน 30 กิโลพาสคัล"

4.4 ความทนทาน

ระหว่างการทดสอบหรือหลังการทดสอบตามข้อ 7.3 เครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ และการทางานของเครื่องเกี่ยวนวดต้องปกติ

4.5 การทำงานภาคสนาม

เครื่องเกี่ยวนวดต้องผ่านการทดสอบการทางานภาคสนามตามรายการต่างๆ ที่แสดงในแบบรายงานผลการทดสอบตามภาคผนวก ก. โดย

(1) เครื่องเกี่ยวนวดต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 90 เดซิเบล เอ

(2) เครื่องเกี่ยวนวดต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ

(3) การทางานของเครื่องเกี่ยวนวดต้องปกติ

7. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.1.1 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"7.1.1 การเตรียมการทดสอบ

จัดเครื่องเกี่ยวนวดให้อยู่ในตำแหน่ง ซึ่งทำให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้นแข็งเรียบได้ระดับ"

8. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.2.4 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"7.2.4 คำนวณแรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน จากสูตร

(1) กรณีเครื่องเกี่ยวนวดไม่มีถังบรรจุข้าวเปลือก

แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน $= \frac{1.01 \times 9.8\ M1 \times 10^3}{N \times W \times L}$ เป็นกิโลพาสคัล

(2) กรณีเครื่องเกี่ยวนวดมีถังบรรจุข้าวเปลือก

แรงกดต่อหน่วยพื้นที่บนล้อขับเคลื่อน $= \frac{9.8\ (M1+M2) \times 10^3}{N \times W \times L}$ เป็นกิโลพาสคัล

เมื่อ M1 คือ มวลของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถัง (กิโลกรัม)

M2 คือ มวลของข้าวเปลือกเมื่อบรรจุเต็มถังบรรจุข้าวเปลือก (กิโลกรัม)

N คือ จำนวนแป้นล้อตีนตะขาบที่สัมผัสเต็มหน้าสัมผัสกับพื้นทั้งหมด

W คือ ความกว้างเฉลี่ยของแป้นล้อตีนตะขาบ (มิลลิเมตร)

L คือ ความยาวเฉลี่ยของแป้นล้อตีนตะขาบ (มิลลิเมตร)

9. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.3.1.1 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"7.3.1.1 ติดตั้งเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ากับแท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยใช้ล้อขับเคลื่อนอยู่สูงพ้นพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร"

10. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.3.1.2 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"7.3.1.2 จัดเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้อยู่ในตำแหน่ง ซึ่งทำให้แนวแกนของใบมีดขนานกับพื้น"

11. ยกเลิกความในตารางที่ 1 และใช้ความต่อไปนี้แทน

ตารางที่ 1 พันธุ์ข้าวและอายุของข้าวที่ใช้ในการทดสอบ

(ข้อ 7.4.1.3)

พันธุ์ข้าว	อายุข้าว วัน
กข 23	120 ถึง 130
สุพรรณ 60	115 ถึง 125
ชัยนาท	114 ถึง 124
หอมมะลิ 105	-

** **หมายเหตุ** ข้าวขาวหอมมะลิ 105 ที่สุกพร้อมเกี่ยวนวดระหว่าง วันที่ 20 พฤศจิกายน ถึง 5 ธันวาคม*

12. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.4.1.4 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"7.4.1.4 ข้าวที่ใช้ทดสอบให้ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตม มีอัตราการหว่าน 15 กิโลกรัม ต่อ 1,600 ตารางเมตร (ต่อไร่) ยกเว้นข้าวพันธุ์หอมมะลิให้ปลูกโดยวิธีปักดำ"

13. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.4.3.1(9.2) ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"(9.2) ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือกร่วง $L_S = \frac{\sum_{i=1}^{4} (L_{NS})i}{\sum_{i=1}^{4} (G+L_{NS})i}$"

14. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.4.3.2(7.1) ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"(7.1) ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวด = $\left\{\frac{1}{3W_c} \times \left(CG_2+UG+DG_2\right)+\left(L_{TS}-L_{NS}+L_{UC}\right)\right\} \times \frac{1\times100}{G}$

เมื่อ CG_2 คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม (กรัม)

UG คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง (กรัม)

DG_2 คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (กรัม)

L_{TS} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง (กรัม)

L_{UC} คือ มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว (กรัม)

15. ให้แก้หมายเลขข้อ 7.4.2.3 เป็นหมายเลข ข้อ 7.4.3.3"

16. ยกเลิกข้อความในข้อ 7.4.3.2(10.4) ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"(10.4) ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง = $\frac{(8xV)}{9}$ เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร) ต่อ1 600 ตารางเมตร (ต่อไร่)

เมื่อ V คือ ปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร)

17. ยกเลิกความในตารางที่ ก.3.1 และใช้ตารางต่อไปนี้แทน

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล/ข้อมูล			1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
ช่องทางออกของฟางและสิ่งเจือปน	มวลเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม	กรัม					
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก						
บนพื้นใต้ผ้าพลาสติก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกร่วง						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว						
ช่องทางออกของเมล็ดข้าวเปลือก	มวลเมล็ดข้าวเปลือกสะอาด						
	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก						
	มวลสิ่งเจือปน						
ความกว้างในการตัด		เมตร					

18. ยกเลิกข้อความในข้อ ก.4.1 ให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

ก.4.1 ทั่วไป

อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบความสามารถในการทำงาน.....องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ.....

เวลาเริ่มต้นทดสอบ.....

การปรับแต่งชิ้นส่วนต่างๆหรือความเสียหายระหว่างการทดสอบ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 1 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 เมตร ครั้งที่ 2 .....วินาที

เวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง เฉลี่ย .....วินาที

ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวด เฉลี่ย.....เมตรต่อวินาที

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 1 .....เดซิเบล เอ

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 2 .....เดซิเบล เอ

ระดับเสียง วัดครั้งที่ 3 .....เดซิเบล เอ

เวลาเสร็จสิ้นการทดลอง.....

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้.....ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลิตร)

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2544

สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับบประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนที่ 60 ง

วันที่ 26 กรกฎาคม พุทธศักราช 2544

วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
Thai Society of Agricultural Engineering Journal

กองบรรณาธิการวารสาร สวกท.
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
1 หมู่ 6 ถ.มาลัยแมน ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
โทรศัพท์/โทรสาร 0-3435-1896

15 ธันวาคม 2558

เรื่อง แจ้งตอบรับตีพิมพ์ต้นฉบับบทความ
เรียน คุณจุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค

ตามที่ท่านได้ส่งต้นฉบับบทความเรื่อง “การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม” เพื่อเสนอตีพิมพ์ในวารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย โดยผ่านการประเมินความเหมาะสมในทางวิชาการ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนั้น

บัดนี้ กองบรรณาธิการพิจารณาแล้ว เห็นสมควรให้ต้นฉบับบทความดังกล่าวได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 21 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2558

กองบรรณาธิการจะแจ้งชำระค่าธรรมเนียมตีพิมพ์ตามระเบียบสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยต่อไป ท่านสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสาร สวกท. ผศ. ดร. วัชรพล ชยประเสริฐ ทาง e-mail: fengwpc@ku.ac.th หรือ ทางโทรศัพท์: 086-996-1653

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล)
บรรณาธิการวารสาร สวกท.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวจุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค
วัน เดือน ปีเกิด	30 เมษายน 2530
ที่อยู่	100/27 หมู่ 2 ตำบลประจันตคาม อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี 25130
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคลธัญบุรี
ประวัติการทำงาน	วิศวกรออกแบบ บริษัทโมลด์เมท จำกัด ตั้งแต่ พ.ศ.2552 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	09-1738-3441
อีเมล	bo_julalak@hotmail.com