รายงานผลโครงการวิจัย

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

การลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก
กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

Loss Reduction in Paddy Rice Harvesting Process:
A Case Study of the Rice Harvest in the Promoted Area of Large Scale Farm.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กันยายน 2561

การลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก
กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

โดย

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษาการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ดำเนินการบรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายของโครงการด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความกรุณาและช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆ ซึ่งคณะนักวิจัยจะขอกล่าวดังนี้

คณะนักวิจัยขอขอบคุณ นางสาวจริยา สุทธิไชยา รองปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นายคมสัน จำรูญพงษ์ ผู้ตรวจราชการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งได้กรุณาให้การริเริ่ม ผลักดัน และให้คำแนะนำอันเป็นแนวทางในการวิจัย ขอขอบคุณนายอนันต์ สุวรรณรัตน์ อธิบดีกรมการข้าว นายกฤษณพงศ์ กีรติกร อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อนุญาตให้ทีมนักวิจัยจากกรมการข้าว และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เข้าร่วมบูรณาการในงานวิจัยในครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นายวิณะโรจน์ ทรัพย์ส่งสุข เลขาธิการสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และผู้อำนวยการสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6, 7 และ 12 ที่สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้โดยการส่งเสริม สนับสนุนให้เจ้าหน้าที่เข้าร่วมดำเนินงานวิจัยกับคณะนักวิจัยตลอดมา พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านอาคาร สถานที่ในการจัดการประชุม และปฏิบัติงานกับทีมนักวิจัยเป็นอย่างดี

สุดท้ายที่จะขาดมิได้คือเกษตรกรที่เพาะปลูกข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ผู้ประกอบการรถเกี่ยวข้าว ตลอดจนผู้ปฏิบัติหน้าที่ขับรถเกี่ยวข้าวทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในด้านสถานที่แปลงทดสอบเก็บเกี่ยวที่ใช้ดำเนินงานวิจัย การสนับสนุนรถเกี่ยวนวดข้าวเข้าร่วมดำเนินการวิจัย และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือทุกท่านได้กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์และทรงคุณค่าต่องานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งได้ให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางอัญชนา ตราโช
รองเลขาธิการสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
หัวหน้าโครงการ
และคณะนักวิจัยทุกท่าน
กันยายน 2561

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย “การลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงทดลองที่มีการกำกับ ดูแล ทุกขั้นตอน กับการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ และเพื่อศึกษาให้ทราบถึงแนวปฏิบัติที่ช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว จึงได้ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคกลางและภาคตะวันออก ในฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปรัง พันธุ์ กข ปี 2560/61 ร่วมกับการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงไร่ของรถเกี่ยวนวดข้าว รวมทั้งการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวได้สำหรับติดตั้งไว้กับรถเกี่ยวนวดข้าว และระบบรายงานข้อมูลปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวได้ด้วย

จากการทดสอบอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่ได้ออกแบบและพัฒนา ทำให้ทราบถึงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดที่นำมาใช้เป็นตัวปรับเทียบค่าให้กับโปรแกรมคำนวณหาปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวได้ จากนั้นได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อรับข้อมูลจากชุดอุปกรณ์วัดดังกล่าวและส่งข้อมูลไปจัดเก็บบนระบบคลาวด์ และสรุปข้อมูลปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้อย่างถูกต้อง โดยจำแนกตามแปลงและตามที่รถเกี่ยวนวดข้าวแต่ละคันปฏิบัติงานได้ จากผลการทดสอบภาคสนาม พบว่า ประสิทธิภาพเชิงไร่ของรถเกี่ยวนวดข้าวมีค่าอยู่ในช่วง 55 ถึง 66 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณการสูญเสียรวมเมื่อทำการเก็บเกี่ยวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว มีค่าเท่ากับร้อยละ 4.56 ของปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นที่หัวเกี่ยว และที่ห้องลูกนวด มีค่าเท่ากับร้อยละ ๒.๖๖ และร้อยละ 1.52 ตามลำดับ โดยช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยวและความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อปริมาณการสูญเสียดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราความสูญเสียผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติก่อนเก็บเกี่ยวของแปลงใหญ่มีอัตราความสูญเสียมากที่สุดร้อยละ 0.44 รองลงมาของแปลงทดสอบร้อยละ 0.31 และของแปลงทดลอง เท่ากับร้อยละ 0.25 ส่วนอัตราความสูญเสียผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือของแปลงใหญ่มีอัตราความสูญเสียมากที่สุดร้อยละ 1.06 รองลงมาเป็นของแปลงทดสอบร้อยละ 0.62 และของแปลงทดลองร้อยละ 0.39 ส่วนอัตราความสูญเสียผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวของแปลงทดลองมีอัตราความสูญเสียมากที่สุดร้อยละ 4.32 รองลงมาเป็นของแปลงใหญ่ร้อยละ 3.43 และของแปลงทดสอบร้อยละ 2.87 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ จำนวนบิ้งนาต่อไร่ ความยาวคอรวงต้นข้าว ความเอนต้นข้าว และความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว ส่วนปัจจัยด้านความสูงต้นข้าวมีอิทธิพลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งสอดคล้องกับทัศนคติของเกษตรกรและพนักงานขับรถเกี่ยวนวดข้าวว่าสภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยวมีผลต่อการความสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวในระดับมาก ดังนั้น ในการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก ภาครัฐควรผลักดันให้มีการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าว รวมทั้งควรส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักรกล และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ และควรควบคุมให้ผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดข้าวเข้าสู่ระบบมาตรฐาน เกษตรกรควรให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มการผลิตแบบแปลงใหญ่ที่มีการบริหารจัดการผลิตในรูปกลุ่ม เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองและสามารถนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่ดีต่อไป

คำสำคัญ : ความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยว, การลดความสูญเสีย, ข้าวเปลือก, พื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

Abstract

In this study, the project entitled “Loss reduction in paddy rice harvesting process: a case study of the rice harvest in the promoted area of large scale farm” was performed to check the losses in the paddy rice harvesting process. Also, the approach in an attempt to reduce the losses in the harvesting process for paddy rice cultivation in the promoted area of large scale farm was studied. To achieve this goal, the field survey was conducted in area of the Central and Eastern region in 2018. The harvesting loss of the rice cultivated in the experimental farms and the rice produced on the large scale farm was checked. The field test of the paddy rice combine harvester was done to check field efficiency, and the loss occurred during its working. In addition, on-the-go yield sensor to check the amount of the harvests, and the information system was developed to gather such data.

The developed yield sensor was tested to check the error of measurement, which was used as the calibration factor for improving the calculation of amount of harvests. The Android mobile app was developed to transfer the data between the yield sensor and the cloud system, and to summarize and make the harvesting report by plot and by harvester. According to the field test, the field efficiency of the combine harvester was in range of 55% to 66%. Total loss occurred during the combine working was 4.56% of the yield. While the cutting loss and threshing loss were 2.66% and 1.52%, respectively. The period for harvesting and working speed of combine harvester affected the amount of harvesting loss. On the large scale farm, the natural loss occurred prior to harvest and the loss occurred by means of hand cutting were found the most, 0.44% and 1.06%, respectively. While the loss occurred by operation of combine harvester on the experimental farm was the highest, 4.32%. The factors affecting the loss in the same direction were number of plots, length and incline angle of ear of paddy, and working speed of combine harvester. Meanwhile, the factor affecting the loss in opposite direction was height of rice plant. This was consistent with famers' and harvester drivers' attitude that the field had much of fallen rice stalk, the harvesting loss would be higher. Consequently, In order to reduce the loss of paddy rice harvesting process, the government should introduce rice combine harvester, and promote knowledge and practical understanding of rice mechanization and new technology according to academic principle properly. Driving skill of operator in the harvesting process have to be controlled up to standard as well. The famer has to pay attention to work together and manage their productions as large scale farming. This is to increase their bargaining power and mechanize their farms in an attempt to enhance their productivities in further.

Key word : harvesting loss, loss reduction, paddy rice, the promoted area of large scale farm

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ (ข)
บทคัดย่อ (ค)
Abstract (ง)
สารบัญ (จ)
สารบัญตาราง (ช)
สารบัญตารางผนวก (ฌ)
สารบัญภาพ (ญ)
สารบัญภาพผนวก (ฏ)
บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 5
1.5 วิธีการวิจัย 6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร แนวคิดและทฤษฎี **10**
2.1 การตรวจเอกสาร 10
2.2 แนวคิดและทฤษฎี 15
บทที่ 3 ข้อเท็จจริง **28**
3.1 ระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ 28
3.2 การเปรียบเทียบการทำนาในแปลงทดลองกับแปลงเกษตรกร 29
3.3 สภาพทั่วไปของเกษตรกรและแปลงนาของเกษตรกร 41
3.4 สภาพทั่วไปของรถเกี่ยวนวดข้าว 47
บทที่ 4 ผลการศึกษา **51**
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ (On-the-go Yield Sensor) 51
4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือก ในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว 63
4.3 การเปรียบเทียบผลการศึกษาในแปลงทดลองและแปลงใหญ่ 76

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ 84
4.5 ทัศนคติที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว 87
4.6 แนวทางปฏิบัติที่ช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว 100
4.7 ข้อวิจารณ์ผลการศึกษา 104
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ 106
5.1 สรุป 106
5.2 ข้อเสนอแนะ 113
บรรณานุกรม 116
ภาคผนวก 119
ภาคผนวกที่ 1 การปลูกข้าวและการดูแปลงทดลองในศูนย์วิจัยข้าว 120
ภาคผนวกที่ 2 ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูล 125
ภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิควิเคราะห์สมการถดถอยพหุเชิงเส้น 131
ภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (External Factors) 134

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	การประมาณการปริมาณและมูลค่าความสูญเสียจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวข้าว ปี 2559	2
ตารางที่ 1.2	แผนการศึกษาระยะ 3 ปี (2560-2562)	3
ตารางที่ 2.1	ตารางสุ่มแปลงตัวอย่าง	16
ตารางที่ 2.2	ตารางสุ่มบิ้งนาตัวอย่าง	17
ตารางที่ 3.1	ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มปลูกข้าวนาปี และนาปรัง ที่อาศัยการชลประทาน	33
ตารางที่ 3.2	การเปรียบเทียบการทำนาในแปลงทดลองกับแปลงเกษตรกร	41
ตารางที่ 3.3	ลักษณะส่วนบุคคลของเกษตรกรผู้ผลิตข้าว กรณีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว	42
ตารางที่ 3.4	การดูแลรักษาแปลงนาของเกษตรกร	43
ตารางที่ 3.5	สภาพการเก็บเกี่ยว	45
ตารางที่ 3.6	การจัดการหลังเก็บเกี่ยว	46
ตารางที่ 3.7	สภาพทั่วไปของรถเกี่ยวนวดข้าว	50
ตารางที่ 4.1	ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของชุดอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก	62
ตารางที่ 4.2	ค่าตัวแปรทางด้านเวลา ความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวยี่ห้อหนึ่ง ณ แปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา	65
ตารางที่ 4.3	ค่าตัวแปรทางด้านเวลา ความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ณ แปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา	66
ตารางที่ 4.4	ค่าตัวแปรทางด้านเวลา ความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ณ แปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี	67
ตารางที่ 4.5	ค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวยี่ห้อหนึ่ง ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา	72
ตารางที่ 4.6	ค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา	73
ตารางที่ 4.7	ค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ในแปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว ของรถเกี่ยวนวดข้าว	75
ตารางที่ 4.9	ข้อมูลทั่วไปของแปลงตัวอย่าง	78
ตารางที่ 4.10	ข้อมูลทั่วไปของต้นข้าวในแปลงตัวอย่าง	79
ตารางที่ 4.11	ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่	80
ตารางที่ 4.12	ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่ของแปลงทดลองและแปลงทดสอบ	83
ตารางที่ 4.13	เปรียบเทียบผลผลิตตกหล่นจากแปลงใหญ่ แปลงทดลอง และแปลงทดสอบ	84
ตารางที่ 4.14	ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าวต่อปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว	89
ตารางที่ 4.15	ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา	91
ตารางที่ 4.16	ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว	94
ตารางที่ 4.17	ทัศนคติของเกษตรกรต่อปัจจัยด้านบุคคล	97
ตารางที่ 4.18	ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าวต่อปัจจัยการจัดการหลังเก็บเกี่ยว	98

สารบัญตารางผนวก

หน้า

ตารางผนวกที่ 1	ค่า Cook's Distance ของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	126
ตารางผนวกที่ 2	Test of Normality ของตัวแปรตามและค่าความคาดเคลื่อน	127
ตารางผนวกที่ 3	Model Summary[b] ของกลุ่มตัวอย่าง	129
ตารางผนวกที่ 4	ค่าสถิติ Tolerance และค่า Variance Inflation Factor (VIF) ของตัวแปรอิสระ	129
ตารางผนวกที่ 5	Regression	132
ตารางผนวกที่ 6	Model Summary	132
ตารางผนวกที่ 7	ANOVA	132
ตารางผนวกที่ 8	Coefficients	133

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	ขั้นตอนการหาค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยว	23
ภาพที่ 2.2	การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว	25
ภาพที่ 2.3	การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากชุดลูกนวดและชุดทำความสะอาด	26
ภาพที่ 2.4	การทดสอบหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นอยู่บริเวณด้านล่างของแผ่นผ้าใบ	27
ภาพที่ 3.1	ระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่	29
ภาพที่ 3.2	รถเกี่ยวนวดข้าวแบบที่มีการเก็บบรรจุลงกระสอบ	48
ภาพที่ 3.3	รถเกี่ยวนวดข้าวแบบมีถังเก็บ	48
ภาพที่ 4.1	หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้	51
ภาพที่ 4.2	ภาพโครงสร้างของอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้	52
ภาพที่ 4.3	ชุดเซนเซอร์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้	52
ภาพที่ 4.4	ตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้	53
ภาพที่ 4.5	การติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกเข้ากับรถเกี่ยวนวดข้าว	53
ภาพที่ 4.6	การส่งข้อมูลปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้ผ่านทางสัญญาณบลูทูธ	54
ภาพที่ 4.7	หลักการทำงานระบบรายงานปริมาณผลผลิต	55
ภาพที่ 4.8	โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบรายงานปริมาณผลผลิต	56
ภาพที่ 4.9	หน้าจอภาพแสดงการใช้งานแอพในฐานะเกษตรกรเจ้าของแปลง	57
ภาพที่ 4.10	หน้าจอภาพแสดงการใช้งานแอพในฐานะผู้ดูแลระบบ	59
ภาพที่ 4.11	การชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกก่อนนำมาเทใส่ลงในห้องลูกนวด	60
ภาพที่ 4.12	การนำข้าวเปลือกที่ชั่งน้ำหนักแล้ว มาเทใส่ลงในห้องลูกนวด	61
ภาพที่ 4.13	เมล็ดข้าวเปลือกที่ไหลผ่านชุดอุปกรณ์เซนเซอร์วัดปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก	61
ภาพที่ 4.14	การทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว	64
ภาพที่ 4.15	รถเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในการทดสอบที่จังหวัดฉะเชิงเทรา	64
ภาพที่ 4.16	รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่ใช้ในการทดสอบที่จังหวัดฉะเชิงเทรา	65
ภาพที่ 4.17	รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่ใช้ในการทดสอบที่จังหวัดสุพรรณบุรี	67
ภาพที่ 4.18	ผลการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวด	69
ภาพที่ 4.19	การสุ่มหาปริมาณผลผลิตและปริมาณเมล็ดที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยว	70
ภาพที่ 4.20	การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากบริเวณห้องลูกนวดและชุดตะแกรงทำความสะอาด	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.21	การเก็บตัวอย่างการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากบริเวณห้องลูกนวดและชุดตะแกรงทำความสะอาด	71
ภาพที่ 4.22	การรวบรวมตัวอย่างการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากบริเวณห้องลูกนวดและชุดตะแกรงทำความสะอาด	71
ภาพที่ 4.23	การเก็บตัวอย่างภายหลังจากที่รถเกี่ยวนวดทำการเก็บเกี่ยวไปแล้ว	72
ภาพที่ 4.24	กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค TOWS Matrix	102

สารบัญภาพผนวก

หน้า

ภาพผนวกที่ 1	การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการปลูก	121
ภาพผนวกที่ 2	ขั้นตอนการเตรียมกล้าสำหรับการปักดำด้วยเครื่องจักร	121
ภาพผนวกที่ 3	ขั้นตอนการเตรียมดินโดยใช้เครื่องจักรชนิดต่างๆ	122
ภาพผนวกที่ 4	วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ	123
ภาพผนวกที่ 5	การตรวจตัดพันธุ์ปน	124
ภาพผนวกที่ 6	แผนภาพการกระจาย Scatter Plot ของตัวแปรตาม	128

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญของโลก โดยปี 2559 มีเนื้อที่เพาะปลูก 63.2 ล้านไร่ ผลผลิต 27.4 ล้านตันข้าวเปลือกซึ่งที่ผ่านมารัฐบาลโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวอย่างต่อเนื่องโดยใช้แนวทางการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ ที่มุ่งเน้นให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพ การลดต้นทุน การเพิ่มช่องทางการตลาด และการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดผลตอบแทนสูงสุด ซึ่งนาแปลงใหญ่ก็เป็นสินค้าเกษตรหนึ่งที่ต้องดำเนินการส่งเสริมตามรูปแบบดังกล่าว

การเก็บเกี่ยวเป็นกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการผลิตของห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) ของการผลิตข้าว แต่ที่ผ่านมาเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้รับความสนใจมากนักในเรื่องมูลค่าหรือความสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนดังกล่าว ซึ่งในปัจจุบันการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวมีพัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงจากอดีตที่ใช้แรงงานงานคนเป็นหลักในการเก็บเกี่ยวมาใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวแทนการใช้แรงงานคน โดยนิยมใช้รถเกี่ยวนวดข้าวเนื่องจากทำงานได้รวดเร็วสามารถลดขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวทำให้ความต้องการใช้รถเกี่ยวนวดข้าวของเกษตรกรมีมากขึ้น แต่ทั้งนี้ก็เกิดปัญหาการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวทำให้ผลผลิตร่วงหล่นเสียหายเช่นกันซึ่งสาเหตุมีหลายปัจจัยทั้งด้านสมรรถนะของรถเกี่ยวนวดข้าว ด้านกายภาพของต้นข้าว ด้านสภาพพื้นที่นา ด้านการจัดการในแปลงนาข้าว และด้านความชำนาญของผู้ขับรถเกี่ยวนวดข้าว เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยที่ไม่อาจควบคุมได้จากสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน เช่น ช่วงเวลาเกี่ยวข้าวที่เหมาะสมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสม เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งจากการศึกษาของนักวิจัยด้านข้าวในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2526 พบว่าในขั้นตอนเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว มีการสูญเสียเกิดขึ้นร้อยละ 16.83 (สถาบันวิจัยข้าว, 2547) และต่อมากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในฐานะผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดทำข้อมูลสารสนเทศการเกษตรและพยากรณ์ข้อมูลสินค้าเกษตรได้ใช้อัตราความสูญเสียข้าวจากการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยโดยคิดจากสัดส่วนการเก็บเกี่ยวทั้งจากแรงงานคนและเครื่องจักรกลอยู่ที่ร้อยละ 12 ของผลผลิตทั้งประเทศมาอย่างต่อเนื่องซึ่งหากทำการประมาณการปริมาณ และมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่อนำมาคำนวณกับปริมาณข้าวเปลือก ปีเพาะปลูก 2559 ที่มีปริมาณข้าวเปลือก 27.42ล้านตัน ที่อัตราความสูญเสียจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวร้อยละ 12 คาดว่าจะมีปริมาณความสูญเสียที่สูญเสียไปในกระบวนการเก็บเกี่ยวประมาณ 3.29 ล้านตัน และหากคิด ณ ราคาเฉลี่ยข้าวเปลือกเจ้า ณ ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ราคาตันละ 7,545 บาท คิดเป็นมูลค่าข้าวที่สูญเสียจากการเก็บเกี่ยวมากถึง 24,823 ล้านบาทต่อปีเพาะปลูก (ตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 การประมาณการปริมาณและมูลค่าความสูญเสียจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวข้าวปี 2559

ชนิดข้าว	ผลผลิตข้าว ณ ความชื้น 15 % (ล้านตัน ข้าวเปลือก)	อัตราความสูญเสียจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (ร้อยละ)	ประมาณการปริมาณความสูญเสียที่จะเกิดขึ้น (ล้านตัน ข้าวเปลือก)	ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15 % ที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย ณ ไร่นา (บาท)	มูลค่าความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (ล้านบาท)
	(1)	(2)	[(1) x (2)]/100 =(3)	(4)	(5)
ข้าวนาปี	24.312	12	2.917	7,545	22,009
ข้าวนาปรัง	3.109	12	0.373	7,545	2,814
รวม	**27.421**	**12**	**3.290**	**7,545**	**24,823**

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

จากอัตราและมูลค่าความสูญเสียดังกล่าว เป็นข้อมูลที่เคยมีการศึกษาไว้มีช่วงระยะเวลานานและสถานการณ์การเก็บเกี่ยวข้าวในปัจจุบันเปลี่ยนไปจากอดีตมาก โดยเฉพาะวิวัฒนาการของนวัตกรรมเครื่องจักรกลอาจส่งผลให้การคาดการณ์ปริมาณผลผลิตข้าวของประเทศไทยคลาดเคลื่อนได้ และส่งผลต่อการขับเคลื่อนมาตรการตามนโยบายของรัฐบาล โดยเฉพาะการส่งเสริมการเกษตรในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวที่มีจำนวน 131 แปลงใหญ่ทั่วประเทศ

ดังนั้น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและคณะนักวิจัย จึงได้ทำการศึกษาการลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว และศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ และศึกษาเปรียบเทียบความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงทดลองที่มีการกำกับ ดูแล ทุกขั้นตอน กับการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ รวมทั้งพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบอัตโนมัติ เพื่อลดความสูญเสียข้าวจากการเก็บเกี่ยวเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการดำเนินงานตามนโยบายการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก ในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรในรูปแบบแปลงใหญ่ และเป็นข้อมูลในการเสนอแนะการแก้ปัญหาจากความสูญเสียเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตข้าวต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาให้ทราบถึงแนวปฏิบัติที่ช่วยลดความสูญเสีย อันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ทั่วประเทศ

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสูญเสีย อันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงทดลองที่มีการกำกับ ดูแล ทุกขั้นตอน กับการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเสนอแนะนโยบายในการแก้ไขปัญหาจากการสูญเสียดังกล่าว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยวางแผนการทำงานไว้ 3 รอบ เพื่อมุ่งหวังดำเนินการวิจัยในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ทุกภาคทั่วประเทศไทย เพื่อได้ข้อมูลที่ครบและสะท้อนความจริงแหล่งการผลิตที่สำคัญในแต่ละภูมิภาคพร้อมกัน โดยใช้กรอบจำนวนแปลงใหญ่ที่มีการรายงานการดำเนินการในรอบปี 2558 เฉพาะในพื้นที่แปลงใหญ่ที่เป็นนาข้าวในการดำเนินการในครั้งแรกจำนวนทั้งหมด 131 แปลงโดยจะทำการสุ่มวิจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Research) ควบคู่ไปกับการวิจัยเชิงเหตุผลหรือการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research or Causal Research) มีขอบเขตด้านพื้นที่ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง และขอบเขตด้านเนื้อหา ดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ การวิจัยเชิงสำรวจความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงเพาะปลูกของเกษตรกรที่ปลูกจริงในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในแปลงใหญ่ที่ถูกสุ่มเป็นตัวอย่าง และควบคู่กับการวิจัยเชิงสำรวจความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงทดลองเพาะปลูกข้าวที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าวในแต่ละภูมิภาค

คณะผู้วิจัยได้ทำการแบ่งเป็น 3 รอบ โดยรอบที่ 1 ศึกษาในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รอบที่ 2 ศึกษาในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคกลางและภาคตะวันออก และรอบที่ 3 ศึกษาในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคเหนือและใต้ ดังนี้

ตารางที่ 1.2 แผนการศึกษาระยะ 3 ปี (2560-2562)

ขอบเขตการวิจัย	ปี	ฤดูกาล	พื้นที่ศึกษา
รอบที่ 1	2560	นาปี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
รอบที่ 2	2561	นาปรัง	ภาคกลางและภาคตะวันออก
รอบที่ 3	2562	นาปี	ภาคเหนือและภาคใต้

1.3.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างโดยใช้หลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง และสุ่มแปลงตัวอย่างดังนี้

ประชากร คือ จำนวนโครงการแปลงใหญ่นาข้าว จำนวน 131แปลง ที่ดำเนินการเพาะปลูกปีเพาะปลูก2560/61 ทั้งประเทศ

การกำหนดขนาดตัวอย่าง กรณีที่ประชากรมีจำนวนแน่นอน (Finite Population) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.10

$$n = \frac{\mathrm{N}}{1 + \mathrm{N}e^2}$$

เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

$$n = \frac{131}{1 + 131(.10)^2}$$

$$= \frac{131}{1 + 1.31}$$

$$= \frac{131}{2.31}$$

$$= 57$$

จากนั้นทำการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Area sampling) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งกำหนดการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มโดยใช้สัดส่วนที่เท่ากัน ได้จำนวนแปลงใหญ่ตัวอย่าง ดังนี้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 24 แปลงใหญ่ตัวอย่างภาคกลางและภาคตะวันออกจำนวน 24 แปลงใหญ่ตัวอย่าง ภาคเหนือ จำนวน 6 แปลงใหญ่ตัวอย่าง และภาคใต้ จำนวน 3 แปลงใหญ่ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเชิงสำรวจข้อมูลในแปลงใหญ่โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสังเกตในการจัดเก็บข้อมูลในเรื่องกระบวนการเก็บเกี่ยวจากเกษตรกร โดยจัดเก็บจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่ๆ ละ3 ราย

ส่วนการวิจัยเชิงทดลองความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงเพาะปลูกในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวในแต่ละภูมิภาค จำนวน 4 ภาคๆ ละ 2 แห่ง ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของศูนย์วิจัยข้าวในแต่ละภาค ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเชิงทดลองเป็นการจัดเก็บข้อมูลจากแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวในรอบแรกจำนวน 2 แห่งๆ ละ 1 แปลงทดลองๆ ละ 12 ไร่ รวมพื้นที่แปลงทดลอง 24 ไร่ ซึ่งแต่ละแปลงทดลองมีผู้ดูแลควบคุมการทดลองแปลงละ 1 ราย และมีการวิจัยเชิงทดลองความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงเพาะปลูกจริงของเกษตรกรสมาชิกโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่จำนวน 2แปลงทดสอบๆ ละ 12 ไร่ รวมพื้นที่แปลงทดสอบ 24 ไร่ เช่นเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบ

1.3.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เป็นการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรที่เพาะปลูกข้าว ตามนโยบายการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ โดยจะทำการจัดเก็บข้อมูลในขณะที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวข้าวและเป็นการศึกษาข้อมูลจากการเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว จำนวน 2 ฤดูกาลผลิต ได้แก่ ฤดูกาลเพาะปลูกข้าวนาปี เพาะปลูก 2560/61 และข้าวนาปรัง ปี 2561เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของกระบวนการเก็บเกี่ยวโดยการสำรวจข้อมูลผลผลิตต่อไร่ โดยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต (Crop Cutting Survey) การสำรวจข้อมูลผลผลิตตกหล่น (Gleaning Survey) ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ร่วมกับวิธีการตรวจวัดปริมาณข้าวในรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวติดตั้งอยู่ของคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณจึงต้องทำการศึกษาที่ละรอบ และให้สอดรับกับช่วงเวลาการได้รับการจัดสรรทุนวิจัยสนับสนุนและฤดูการผลิต ทำให้**การศึกษาในครั้งนี้สามารถดำเนินการตามขอบเขตวิจัยรอบที่ 2 ศึกษาในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคกลางและภาคตะวันออก ฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปรัง ปี 2561** ซึ่งพื้นที่ภาคกลางเป็นแหล่งผลิตข้าวนาปรังที่สำคัญและมีความถี่ในรอบการผลิตข้าวมากกว่าภาคอื่นๆ จึงน่าจะเป็นตัวแทนที่ดีในการสะท้อนความสูญเสียข้าวของฤดูนาปรัง ใช้ตัวอย่างจำนวน 24 แปลงใหญ่ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเชิงสำรวจข้อมูลในแปลงใหญ่โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสังเกตในการจัดเก็บข้อมูลในเรื่องกระบวนการเก็บเกี่ยวจากเกษตรกร โดยจัดเก็บจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่ๆ ละ3 รายรวม 72 ราย และใช้แปลงเพาะปลูกในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวเป็นตัวแทนได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทราและศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี รวมจำนวน 2 แห่งๆ ละ 1 แปลงทดลองๆ ละ 12 ไร่ รวมพื้นที่แปลงทดลอง 24 ไร่ ซึ่งแต่ละแปลงทดลองมีผู้ดูแลควบคุมการทดลองแปลงละ 1 ราย และมีการวิจัยเชิงทดลองความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงเพาะปลูกจริงของเกษตรกรสมาชิกโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ จำนวน 2แปลงทดสอบๆ ละ 12 ไร่ รวมพื้นที่แปลงทดสอบ 24 ไร่ เช่นเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบ ส่วนการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวของแปลงที่ร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่สำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 200 ตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าวจำนวน 132 ตัวอย่าง และหากมีเวลาที่เหมาะสมและงบประมาณเพิ่มเติมจะดำเนินการรอบที่ 1 และ 3 ต่อไป

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้าวนาปี หมายถึงข้าวที่เพาะปลูกระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม ถึง 31 ตุลาคม ยกเว้นภาคใต้เป็นการเพาะปลูกระหว่างวันที่ 16 มิถุนายน ถึง 28 กุมภาพันธ์ ของปีถัดไป

ข้าวนาปรัง หมายถึงข้าวที่เพาะปลูกระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน ถึง 30 เมษายนของปีถัดไป ยกเว้นภาคใต้เป็นการเพาะปลูกในระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง 15 มิถุนายน ของปีเดียวกัน

พื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ เป็นการรวมแปลงผลิตสินค้าชนิดเดียวกัน แปลงไม่จำเป็นที่จะต้องอยู่ติดกันเป็นผืนเดียวกันแต่ควรอยู่ภายในชุมชนที่ใกล้เคียงกัน สินค้าควรเป็นสินค้าหลักของเกษตรกรพื้นที่มีความเหมาะสมและมีศักยภาพที่จะพัฒนาในเชิงเศรษฐกิจ เกษตรกรมีความต้องการและพร้อมที่จะ

พัฒนาการผลิตและการตลาดร่วมกันโดนการมีส่วนร่วมตลอดกระบวนการพัฒนา ส่วนขนาดพื้นที่ควรรวมกันตั้งแต่ 1,000 ไร่ ขึ้นไป หรือเกษตรกรสมัครใจเข้าร่วมโครงการไม่น้อยกว่า 50 รายขึ้นไป

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 การเตรียมงานวิชาการ

คณะผู้จัดการโครงการเตรียมงานวิชาการโดยกำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎี แบบจำลองที่ใช้ในการดำเนินงาน ขอบเขตการดำเนินงาน องค์ประกอบคณะนักวิจัยที่ร่วมดำเนินงาน วิธีการ ขั้นตอน ระยะเวลาและงบประมาณการดำเนินงาน วางแผนและกำหนดแผนการดำเนินงาน

1.5.2 การประชุมชี้แจง

คณะผู้จัดการโครงการประชุมชี้แจงทำความเข้าใจให้กับคณะนักวิจัยที่ร่วมดำเนินงาน ทั้งบุคลากรของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) ซึ่งประกอบด้วยนักวิจัยจากส่วนกลางและส่วนภูมิภาค (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1-12: สศท.1-12) ที่ร่วมดำเนินการและบุคลากรของศูนย์วิจัยข้าว (ศวข.) กรมการข้าวที่ร่วมดำเนินการ ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละภาคและเป็นพื้นที่ทำนาข้าวเป็นหลัก และคณาจารย์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5.3 การรายงานความก้าวหน้า

คณะนักวิจัยดำเนินการวิจัย โดยการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลตามกรอบระเบียบวิธีการวิจัยที่กำหนดทั้งในส่วนของการวิจัยเชิงทดลอง และการวิจัยเชิงสำรวจจนถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผลเบื้องต้นในแต่ละจุดการวิจัยและรายงานความก้าวหน้าทุก 3 เดือนมาที่คณะผู้จัดการโครงการ

1.5.4 กิจกรรมการดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ จึงได้กำหนดให้มีการศึกษาและดำเนินการศึกษาวิจัย จำนวน 4กิจกรรม คือ 1) การพัฒนาอุปกรณ์และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ 2) การทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว 3) การจัดเก็บข้อมูลความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกของในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ และ 4) การจัดทำแนวทางการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1) กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาอุปกรณ์และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ (On-the-go Yield Sensor)

วัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้คือ เพื่อออกแบบและพัฒนาให้ได้อุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกและระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยจะติดตั้งอุปกรณ์พร้อมระบบดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว (On-the-go Yield Sensor) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แบบเรียลไทม์ (Real time) และเกิดการบันทึกค่าปริมาณผลผลิตดังกล่าวลงในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้แบบออนไลน์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่ถูกเก็บเกี่ยวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว

(2) นำอุปกรณ์ที่ได้พัฒนามาทำการทดสอบเพื่อให้ทราบถึงค่าความเที่ยงตรง (Precision) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการวัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก

(3) ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยส่งข้อมูลปริมาณผลผลิตที่วัดได้ขึ้นสู่ระบบคลาวด์ (Cloud System)

(4) ออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยให้เป็นระบบฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์

(5) ออกแบบระบบรายงานข้อมูลที่จัดเก็บ (Report) และระบบส่งออกข้อมูล (Export) เพื่อที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้

(6) ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมระบบต่างๆที่ผ่านการทดสอบแล้วไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว

2) กิจกรรมที่ 2 การทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

วัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมที่ 2 นี้ คือ เพื่อทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ภายใต้สมมติฐานดังนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity) ในขณะปฏิบัติงานจะมีผลต่อปริมาณความชื้น (Moisture Content) ของข้าวเปลือกขณะเก็บเกี่ยวและจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

- ความเร็วขณะปฏิบัติงาน (Travelling Speed) ของรถเกี่ยวนวดข้าว มีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของลูกนวดในห้องนวดของรถเกี่ยวนวดข้าว และจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

รายละเอียดของการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ภายใต้สมมติฐานดังกล่าวข้างต้นมีดังนี้

(1) ทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ตามหลักการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Field Capacity) ของรถเกี่ยวนวดข้าว

(2) นำอุปกรณ์และระบบฯที่ได้ออกแบบและพัฒนาไว้ในกิจกรรมที่ 1 มาติดตั้งไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าวที่จะนำมาทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ และหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

(3) ทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ และหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว ภายใต้การทดลองแบบแฟคตอเรียล (Factorial Experiment) ดังนี้

- ปัจจัยที่ 1 ช่วงเวลาที่รถเกี่ยวนวดปฏิบัติงาน จำนวน 2ช่วงเวลา คือเช้าและบ่าย

- ปัจจัยที่ 2 ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด จำนวน ระดับคือ ความเร็วระดับช้า ระดับปานกลาง และระดับเร็ว

โดยทำการทดลองซ้ำตามจำนวนชุดของทรีทเมนต์ (Treatment Combination) ดังกล่าวจำนวน 4 ซ้ำ

(4) ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าวตามข้อ (3) กับพันธุ์ข้าวที่เป็นพันธุ์นิยมปลูกหลักของพื้นที่ศึกษาภาคละ 1 พันธุ์

(5) พื้นที่ดำเนินการทดสอบดำเนินการแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) ในแปลงนาข้าวทดลองของศูนย์วิจัยข้าว กรมการข้าวจำนวน 4 แปลงและ (2) ในแปลงนาข้าวทดสอบของเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่จำนวน 4 แปลง โดยในแปลงนาข้าวทดลองของศูนย์วิจัยข้าว กรมการข้าวให้นักวิจัย ศวข.ทำการเพาะปลูกข้าวในแปลงทดลองของศวข.ตามฤดูการผลิตโดยมีการบันทึกตามหลักวิชาการที่ดีและเหมาะสมตลอดอายุข้าว ส่วนในแปลงนาทดสอบของเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ให้เกษตรกรดำเนินการเพาะปลูกตามวิถีปกติ จากนั้น เมื่อถึงอายุข้าวที่สุกเหมาะสม (ระยะพลับพลึง) ซึ่งทั้งแปลงทดลองของศวข.และแปลงของสมาชิกแปลงใหญ่ให้ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติในกระบวนการเก็บเกี่ยว ดังนี้

- ครั้งที่ 1 สำรวจผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติด้วยคน โดยวิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่นของ สศก.

- ครั้งที่ 2 เก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยคน โดยใช้วิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิตของ สศก.

- ครั้งที่ 3 สำรวจผลผลิตตกหล่นจากการเก็บเกี่ยวด้วยคน โดยวิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่นของ สศก.

- ครั้งที่ 4 เก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวติดตั้งอยู่

- ครั้งที่ 5 สำรวจผลผลิตตกหล่นด้วยคน โดยวิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่นของ สศก.

จากนั้นทำการประมวลผล วิเคราะห์ผล และสรุปรายงานผล

3) กิจกรรมที่ 3 การจัดเก็บข้อมูลความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกของพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่

วัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมที่ 3คือ เพื่อหาค่าความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว และหาปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในนาข้าวของเกษตรกรสมาชิกโครงการส่งเสริมการผลิตแบบแปลงใหญ่ตามสภาพความเป็นจริงที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน โดยแบ่งการจัดเก็บข้อมูลเป็นข้าวนาปีของพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 24 แปลงใหญ่ และข้าวนาปรังของพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ ภาคกลาง จำนวน 24 แปลงใหญ่ โดย

จัดเก็บข้อมูลจากแปลงนาเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ที่สมัครใจร่วมการศึกษาครั้งนี้ แปลงใหญ่ละ 3 ราย รวม 144 ราย มีรายละเอียดการดำเนินกิจกรรมที่ 3 ดังนี้

(1) การหาค่าความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว ให้นักวิจัย สศก.ประสานชี้แจงหลักการกับเกษตรกรเจ้าของแปลงและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อหาสมาชิกที่สมัครใจร่วมดำเนินการศึกษาครั้งนี้ และเมื่อถึงช่วงอายุข้าวสุกที่เหมาะสม (ระยะพลับพลึง) ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติในกระบวนการเก็บเกี่ยว ดังนี้

- ครั้งที่ 1 สำรวจผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติด้วยคน โดยวิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่นของ สศก.
- ครั้งที่ 2 เก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยคน โดยใช้วิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต ของ สศก.
- ครั้งที่ 3 สำรวจผลผลิตตกหล่นจากการเก็บเกี่ยวด้วยคน โดยวิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่นของ สศก.
- ครั้งที่ 4 เก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว
- ครั้งที่ 5 สำรวจผลผลิตตกหล่นด้วยคน โดยวิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่น ของ สศก.

จากนั้นทำการประมวลผล วิเคราะห์ผล และสรุปรายงานผล

(2) นักวิจัย สศก. ที่ร่วมดำเนินการจัดเก็บ และรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียในแปลงเกษตรกรและในแปลงทดลองจากเกษตรกรเจ้าของแปลง ผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว และเจ้าหน้าที่ดูแลแปลงทดลองของ ศวข. โดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นทำการประมวลผล วิเคราะห์ผล และสรุปรายงานผล

4) กิจกรรมที่ 4 การจัดทำแนวทางการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก

วัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมที่ 4 เพื่อนำเสนอผลการศึกษาจากข้อมูลทั้งในส่วนของการวิจัยเชิงสำรวจและการวิจัยเชิงทดลอง และการวิพากษ์หาแนวทางการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกที่เหมาะสม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 การพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้

1.6.2 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร มีข้อมูลสำหรับการคำนวณหาความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว

1.6.3 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการเสนอแนะนโยบายมาตรการลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการปรับปรุงกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ส่งเสริมการผลิตรูปแบบแปลงใหญ่

บทที่ 2
การตรวจเอกสารและแนวคิดทฤษฎี

2.1 การตรวจเอกสาร

สำหรับผลงานที่เกี่ยวข้องกับ**อัตราความสูญเสียข้าวจากการเก็บเกี่ยว** มีกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในฐานะผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดทำข้อมูลสารสนเทศการเกษตรและพยากรณ์ข้อมูลสินค้าเกษตร ได้ใช้อัตราความสูญเสียข้าวจากการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยโดยคิดจากสัดส่วนการเก็บเกี่ยวทั้งจากแรงงานคนและเครื่องจักรกลอยู่ที่ร้อยละ 12 ของผลผลิตทั้งประเทศมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้จากการตรวจเอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในระดับประเทศ เพื่อหาแนวทางลดความสูญเสียข้าวที่มีมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท พบผลการศึกษาของวินิต ชินสุวรรณ และคณะ (2542) ทำการศึกษาความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวดพบว่า การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนแล้วนวดโดยใช้เครื่องนวด มีความสูญเสียโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.65 โดยข้าวเปลือกที่ได้รับเมื่อนำไปสีเป็นข้าวสารได้ต้นข้าวโดยเฉลี่ยร้อยละ 48.94 ในขณะที่การใช้เครื่องเกี่ยวนวดมีความสูญเสียอยู่ในช่วงร้อยละ 2.81 ถึง 8.83 และได้ต้นข้าวโดยเฉลี่ยร้อยละ 57.80 เมื่อเปรียบเทียบความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ โดยใช้แรงงานคนและเครื่องเกี่ยวนวดข้าวพบว่า การใช้เครื่องเกี่ยวนวดมีโอกาสที่จะลดความสูญเสียเมื่อเทียบกับการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนได้ถึงร้อยละ 2.84 และยังช่วยให้ได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้นอีกเกือบร้อยละ 9 ส่วนเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมไม่แตกต่างไปจากการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน จากนั้นในปี 2545 วินิต ชินสุวรรณ และคณะได้ศึกษาการประเมินความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสูญเสียเชิงปริมาณในการเก็บเกี่ยวข้าวนาปรังปี 2544 โดยใช้แรงงานคนแล้วนวดโดยใช้เครื่องนวดและการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดผลการศึกษาพบว่าความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนและนวดด้วยเครื่องนวดมีค่าคิดเป็นร้อยละ 3.06 ของผลผลิตรวมทั้งหมดซึ่งกว่าครึ่งหนึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนการเกี่ยวส่วนความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดมีค่าคิดเป็นร้อยละ 6.25 ของผลผลิตรวมทั้งหมดโดยร้อยละ 85 เกิดจากความสูญเสียในการคัดแยกและทำความสะอาดในการนี้ได้มีข้อแนะนำหากพิจารณาในด้านความสูญเสียเชิงปริมาณ หรือความสูญเสียเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดควรดำเนินการเมื่อข้าวมีอายุอยู่ในช่วง 25 ถึง 35 วันหลังออกดอก

จะเห็นได้ว่าผลการศึกษาการประเมินความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวล่าสุดของประเทศไทย อยู่ที่ร้อยละ 6.25 ซึ่งเป็นการศึกษาเฉพาะข้าวนาปรังในพื้นที่การศึกษา 9 จังหวัด เกษตรกรจำนวน 24 ราย ทั้งนี้อาจเป็นข้อจำกัดทางการศึกษา จึงยังไม่อาจนำประยุกต์ใช้ในค่าตัวแทนของประเทศไทยได้และมีอัตราที่ต่างจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรใช้ในปัจจุบัน ดังนั้นจึงควรทดสอบเพื่อให้ได้อัตราที่น่าเชื่อถือและสะท้อนข้อเท็จจากข้อมูลทั่วประเทศต่อไป

สำหรับผลงานที่เกี่ยวข้องกับ**การหาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ที่มีต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว** พบว่า สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) ได้ทำการศึกษาระบบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในทัศนคติของผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว ให้ความสำคัญในด้านสภาพพื้นที่สภาพต้นข้าว ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และสภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว สอดคล้องกับความเห็นของเกษตรกร แต่เกษตรกรยังมีความเห็นเพิ่มเติมว่าความชำนาญของทีมงานเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวด้วย นอกจากนี้วินิตชินสุวรรณ และคณะ (2551)ได้ศึกษาสถานภาพการประกอบธุรกิจรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว พบว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสำหรับการรับจ้างเฉลี่ย 2 คัน คิดเป็นร้อยละ 42.30 ผู้ประกอบการทั้งหมด โดยผู้ประกอบการร้อยละ 96.20 รับจ้างเกี่ยวนวดข้ามภูมิภาค เนื่องจากในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางเป็นภูมิภาคที่มีการปลูกข้าวต่อเนื่องเกือบตลอดทั้งปี ทำให้มีผู้ประกอบการให้บริการอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นการเคลื่อนย้ายไปต่างภูมิภาคทำให้ผู้ประกอบการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้งานมากขึ้น มีจำนวนวันปฏิบัติงานในแต่ละปีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการประกอบธุรกิจรถเกี่ยวนวดข้าวนั้น ต้องมีการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวซึ่งมีราคาสูงมีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานสูง ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงทำงานรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวข้ามภูมิภาคเพื่อคุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งสอดรับกับผลการศึกษาของวินิต ชินสุวรรณ และคณะ (2542) ว่าการใช้เครื่องเกี่ยวนวดมีโอกาสช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวหรือข้าวสารเต็มเมล็ดจากวิธีเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนอีกประมาณร้อยละ 9 เนื่องจากการเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนต้องมีการตากแผ่ฟ่อนข้าว ระยะเวลาการตากที่นานขึ้น จะทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวลดลงซึ่งเป็นผลมากจากความแตกต่างของสภาพอากาศในเวลากลางวันและกลางคืน แต่เกษตรกรที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวและขายข้าวทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยว โรงสีที่รับซื้อจะต้องนำข้าวที่มีความชื้นสูงไปอบลดความชื้น ซึ่งการอบลดความชื้นจะทำให้เมล็ดข้าวถูกกระทบกระเทือนน้อยกว่าการตากแผ่ในแปลงนา ส่งผลให้ได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่สูงกว่านอกจากนี้ ผลการศึกษาของสุภชัย ปิติวุฒิ (2555) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการร่วงหล่นของเมล็ดข้าว ซึ่งมีสาเหตุของการร่วงหล่นข้าวแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คุณลักษณะของพันธุ์ข้าว เนื่องจากข้าวแต่ละพันธุ์เกิดจากความเหนียวของขั้วเมล็ด อายุการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมจะร่วงหล่นน้อย โดยการเก็บเกี่ยวระยะพลับพลึงเป็นระยะที่ทำให้ผลผลิตข้าวมีคุณภาพและน้ำหนักดีลดการร่วงหล่นได้ ส่วนที่ 2 การดูแลรักษาดีเกินไปและขาดความเข้าใจที่ถูกต้องทำให้ต้นทุนการผลิตสูง โดยการทำนาหว่านระบบรากลอย รากตื้น จำนวนต้นข้าวในแปลงนามากก็ทำให้มีฟางข้าวมากด้วย ส่วนการให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินความจำเป็นทำให้ลำต้นอ่อนผนังเซลล์บอบบางข้าวจะเกิดโรคง่ายและรากข้าวไม่มีการพัฒนาหยั่งรากลึกลงไปหากินในดิน การปล่อยน้ำท่วมขังในแปลงนาอย่างต่อเนื่องในฤดูกาลเพาะปลูกทำให้ดินเป็นเลนและเกิดภาวะนาหล่ม ส่งผลให้ต้นข้าวล้มก่อนการเก็บเกี่ยว บางส่วนรวงจมน้ำ เป็นรา มีความชื้นสูงตามมา ส่วนที่ 3 ความด้อยประสิทธิภาพของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เนื่องจากหากต้นข้าวล้มแล้วระบบนิ้วดึงจะไปคว้าไปดึงรวงที่ล้มเข้าชุดปากใบมีดทำให้ข้าวร่วงหล่นจำนวนมากและร่วงหล่นก่อนเข้าสู่ตู้นวด ส่วนต้นข้าวที่ออกรวงและยังตั้งตรงอยู่จนถึงการเก็บเกี่ยวจะลดการสูญเสียส่วนนี้ลงไปได้มาก หากไม่มีการปรับมุมองศาชุดนิ้วดึงรวงข้าวเข้าปากใบมีดอย่างเหมาะสม จะทำให้นิ้วไปฟาดรวงข้าวทำให้ต้นข้าวที่ตั้งร่วงหล่นได้เช่นกัน จำนวนต้นข้าวในแปลงนามากโดยเฉพาะนาหว่าน ทำให้ตู้นวดข้าวต้องใช้พลังงานมากกว่าจะเหวี่ยงให้เมล็ดหลุดจากร่วงหลุดจากฟางมาลง

ตะแกรงร่อน ระบบตู้นวดและตะแกรงร่อนด้อยประสิทธิภาพก็ทำให้การนวดไม่สะอาดมีเมล็ดข้าวเต็มเมล็ดติดไปกับฟางข้าวเป็นข้าวร่วงทิ้งไว้หลังรถเกี่ยวนวดข้าวได้ และส่วนที่ 4 รูปแบบการทำงานของเจ้าของรถเกี่ยวนวดข้าวและความเป็นเจ้าของผลผลิตข้าว เนื่องจากรถเกี่ยวนวดข้าวขนาดใหญ่มีมูลค่าลงทุนค่อนข้างสูง 1.5 – 3.0 ล้านบาทต่อคัน ทำให้เกิดเป็นธุรกิจรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว มีนายหน้าวิ่งรับงานมีลูกจ้างเป็นคนขับรถเมื่อเจ้าของรถเกี่ยวนวดข้าวคนขับรถเกี่ยวนวดข้าวกับเจ้าของนาเป็นคนละคนกัน ปัญหาข้าวร่วงหล่นจึงเป็นปัญหาของเจ้าของนาไม่ใช่เจ้าของรถ เพราะรถต้องรีบทำงานเอาจำนวนไร่ให้ได้มากที่สุด เพื่อให้คุ้มค่าต่อการลงทุนและเพื่อรีบรับงานแปลงอื่นต่อไปตามที่นายหน้าวิ่งรับงานไว้ถ้าหากช้าอาจจะเสียคิว และรถเกี่ยวนวดข้าวส่วนใหญ่จะไม่ใช่คนในหมู่บ้านเดียวกันจึงไม่คำนึงถึงความรับผิดชอบในการเก็บเกี่ยวมากนัก ซึ่งเป็นการสร้างความเสี่ยงให้กับเจ้าของนา นอกจากนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากรถเกี่ยวนวดข้ามหมู่บ้านข้ามภาคไปหากินต่างถิ่นคือพันธุ์ข้าวปนข้ามถิ่น เนื่องจากการไม่ล้างทำความสะอาดตู้นวดข้าวและมีโรคข้าว แมลง หอยเชอรี่ติดไปกับคนติด/ล้อแทรกเตอร์เหล็ก รวมทั้งคุณภาพงานการเก็บเกี่ยวคุณภาพข้าวไม่สามารถควบคุมได้เพราะไม่ใช่คนบ้านเดียวกัน จากปัจจัยทั้งสี่ส่วนพบว่า ถ้ามีปัจจัยที่ทำให้ข้าวร่วงหล่นร่วมกันตั้งแต่ปัจจัยที่สองถึงสี่เจ้าของนาคงเหลือแต่ฟางข้าว และหนี้สินจากการเพาะปลูกข้าวที่ไม่มีกำไร

สุดท้ายมีผลการศึกษาในส่วนธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวของเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี โดยปรารถนา ม่วงงาม และนงนุช อังยุรี (2555) พบว่าการเลือกใช้บริการรถเกี่ยวข้าวในส่วนของเกษตรกรให้ความสำคัญอันดับแรกคือการให้บริการที่เป็นกันเองมากที่สุด และด้านประเภทรถต้องการใช้ธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวประเภทรถเกี่ยวอุ้มมากที่สุด ด้านราคาค่ารถเกี่ยวข้าวที่ต้องการเป็นราคามาตรฐานทั่วไป ด้านการติดต่อกับผู้ประกอบการง่ายไม่ต้องรอคิวนาน และผู้ประกอบการบริการรถเกี่ยวข้าวมีการส่งเสริมการตลาดและพนักงานเกี่ยวข้าวมีความชำนาญ

รวมทั้งผลงานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการทำงานที่มีผลต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว โดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าวประกอบด้วย ความลาดเอียดของตะแกรง ความเร็วตะแกรง ขนาดรูตะแกรง ความเร็วลมทำความสะอาด ความชื้นของเมล็ด อัตราการป้อน ความสูงของแผ่นกั้นท้ายตะแกรง รวมทั้งความชื้นของข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยว (สมชาย, 2552) โดยขณะเก็บเกี่ยว หากปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวมีค่าที่สูงก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้มีความเสียดทานระหว่างเมล็ดและฟางที่สูง และแรงยึดระหว่างเมล็ดกับรวงข้าวที่สูง ซึ่งมีผลทำให้การนวดและการคัดแยกเมล็ดข้าวออกจากฟางข้าวในชุดนวดทำได้ยากมากกว่าเมล็ดข้าวที่มีความชื้นของเมล็ดต่ำ ความเร็วลูกนวดในการเกี่ยวนวดข้าวลูกนวดที่มีความเร็วสูงจะทำให้มีกำลังในการนวดข้าวที่สูง จึงทำให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากรวงได้ดีกว่าลูกนวดที่มีความเร็วต่ำ การมีกำลังในการนวดสูงทำให้เกิดความเร็ว และการเหวี่ยงภายในชุดนวดที่สูงขึ้น จึงส่งผลให้เมล็ดข้าวได้รับการนวดและการเหวี่ยงหลุดผ่านตะแกรงนวดได้ดีกว่าลูกนวดที่มีความเร็วต่ำ ความสูงของแผ่นกั้นท้ายตะแกรงทำความสะอาด เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กั้นวัสดุที่ได้รับการเป่าออกมาจากด้านท้ายตะแกรง แผ่นกั้นทั้งท้ายที่สูงจะสามารถกั้นเมล็ดได้มากกว่าแผ่นกั้นท้ายที่ต่ำกว่า แต่สิ่งเจือปนจะถูกกั้นไว้เช่นเดียวกัน ส่งผลให้สิ่งเจือปนตกลงสู่เกลียวลำเลียงไปนวดซ้ำ ดังนั้นการกั้นสิ่งเจือปนไว้มากจะทำให้มีผลต่อการติดขัดของเกลียวลำเลียงและประสิทธิภาพการนวดได้ สอดคล้องกับวารี และคณะ (2554) ได้ศึกษาถึงผลของความเร็วที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถเกี่ยวนวดข้าว และความชื้นของเมล็ดต่อการสูญเสีย

จากชุดหัวเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว ผลการศึกษาพบว่า การใช้ความเร็วในการขับเคลื่อนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเก็บเกี่ยวข้าวที่เมล็ดข้าวมีความชื้น 23 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าวและสมชาย และวินิต (2554) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ พบว่าจำนวนซี่ลวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ และระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง ระยะช่องว่าซี่ตะแกรงนวด เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด และความสูงซี่นวด มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อย

จากผลการตรวจเอกสารดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว คือ ปัจจัยจากลักษณะกายภาพของเครื่องจักรกล และพฤติกรรมของผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความหลากหลาย และปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งจะมีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพของข้าว

สำหรับผลงานที่เกี่ยวข้องกับ**เซนเซอร์และอุปกรณ์วัดปริมาณการเก็บเกี่ยวเมล็ดพืช** พบว่า Maertens และคณะ (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำความสามารถของสเปกโตรมิเตอร์ของคลื่นแสงในช่วงใกล้อินฟราเร (NIR) มาใช้ในเชิงพาณิชย์ เพื่อทำการวัดความชื้นของเมล็ดข้าวสาลีขณะที่อยู่ในอุปกรณ์ลำเลียงขึ้นในระหว่างการลำเลียงเมล็ดหลังจากที่ถูกทำความสะอาดแล้วขึ้นมาด้านบน ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า การใช้วิธีการกรองแบบให้เมล็ดข้าวสาลีผ่านในอัตราที่ต่ำ (Low-Pass) และเทคนิคการปรับเปลี่ยนเวลาให้เหมาะสม จะสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการตรวจสอบความชื้นลงได้ประมาณ 0.31 เปอร์เซ็นต์ Tadashi et al. (2006) ได้ศึกษาระบบตรวจสอบหาปริมาณผลผลิตที่ได้เก็บเกี่ยว ตรงบริเวณหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวด โดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบผสมผสานที่ใช้เซนเซอร์รับภาพ (optical sensor) และเซนเซอร์ตรวจวัดน้ำหนัก (load cell) ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้สามารถช่วยลดความผิดพลาดในการวัดได้และมีประโยชน์ในทางปฏิบัติในการลงพื้นที่เพื่อประเมินผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อยู่ในแปลง สามารถหาปริมาณเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวได้ตามตำแหน่งพื้นที่ที่เก็บเกี่ยว โดยมีการปรับค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละตำแหน่งให้สัมพันธ์กับค่าที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการแจกแจงสัดส่วนถ่วงน้ำหนักระบบตรวจสอบหาปริมาณผลผลิตที่ได้เก็บเกี่ยวนี้มีค่าความผิดพลาด 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลของการพัฒนาระบบดังกล่าวนี้สามารถนำมาปรับใช้ในการประเมินวิธีการจัดการในแปลงได้ด้วย จากนั้น Ryan และคณะ (2011) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาปริมาณการไหลของเมล็ดธัญพืชที่ผ่านระบบการทำความสะอาดเมล็ดข้าว ในกระบวนการลำเลียงขึ้นโดยความถูกต้องในการประมาณค่าอัตราการไหลของเมล็ดพืช จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของมวลกับแรงกระแทกลักษณะการทำงานของเครื่องจักร โดยจะมีปฏิกิริยาทางกลระหว่างเครื่องจักรกลกับเมล็ดธัญพืช รวมทั้งลักษณะทางกายภาพของเครื่องจักรและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดธัญพืช ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ออกแบบมาเพื่อให้สามารถหาค่าปริมาณการไหลตามสภาพของเมล็ดธัญพืชที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้นของเมล็ดธัญพืชที่แตกต่างกันและใช้วิธีการ วิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear Regression) ในการหาค่าปริมาณการไหลของเมล็ดธัญพืชและด้านการประเมินความสูญเสียเมล็ดข้าว โดย Mohammad และ

Alizadeh (2013) ได้ศึกษาวิธีการประเมินความสูญเสียเมล็ดข้าวจากการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดโดยการเปรียบเทียบการปฏิบัติงานในแปลงด้วยเครื่องเกี่ยวนวด เครื่องเกี่ยวนวดที่เห็นได้ทั่วไปนั้นมีการใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ช้าที่สุดคือ 1.63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในระบบนี้เก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวตามแนวความยาวของแปลง การตัดต้นข้าวจะใช้วิธีการออกคำสั่งให้ใบมีดเคลื่อนที่ตัดเอง ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าความเร็วสูงสุดของเครื่องเกี่ยวนวดที่ออกคำสั่งอัตโนมัตินั้นจะขึ้นอยู่กับตัวเครื่องที่มีน้ำหนักเบา และมีความคล่องตัวสูง ส่วนความจุของตัวถังขึ้นอยู่กับความเร็วรอบในการทำงานของตัวเครื่องและความเร็วในการเคลื่อนที่ของเมล็ดไปยังถังเก็บเมล็ด และ Koichi และ Munenori (2014) ได้ศึกษาเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการประเมินน้ำหนักเมล็ดข้าวโดยใช้วิธีการวัดแรงกระทบจากแต่ละเมล็ดที่มากระทบเซนเซอร์แบบตกกระทบ (Impact Sensor) โดยพบว่าการติดตั้งเซนเซอร์มิเตอร์ขนาดเล็กในถังเก็บเมล็ดข้าวในรถเกี่ยวนวดข้าวแบบญี่ปุ่น จะสามารถประเมินน้ำหนักเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งในขณะที่มีเมล็ดข้าวไหลผ่านและในขณะที่ไม่มีเมล็ดข้าวให้ไหลผ่านเซนเซอร์ และได้เสนอวิธีการในการคำนวณแรงกระแทกจากผลลัพธ์จำนวน 2 วิธี คือ วิธีแรก การคำนวณขณะเมล็ดข้าวอย่างต่อเนื่อง และวิธีที่สอง การแปลงแรงกระแทกให้เป็นน้ำหนักของเมล็ดข้าว ซึ่งในการแปลงแรงกระแทกให้เป็นน้ำหนักของเมล็ดข้าวเป็นแบบจำลองแบบไม่เป็นเส้นตรง(Non-linear) โดยได้ถูกนำเสนอในรูปแบบจำลองฟังก์ชั่นคี่ (Odd Function Model) และแบบจำลองฟังก์ชั่นจำนวนบวก (Positive Function Model) รวมทั้ง Son-Ok และคณะ (2016) ได้ศึกษาถึงปริมาณการไหลของเมล็ดข้าวในรถเกี่ยวนวด จึงได้ทำการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดการไหลของเมล็ดข้าวไว้ตามเส้นทางที่เมล็ดข้าวไหลผ่านภายในเครื่องเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ใช้หัวเกี่ยวในการตัดและมีระบบนวดข้าว ซึ่งข้าวที่ถูกเกี่ยวนวดแล้วจะถูกลำเลียงตามแนวนอน เมล็ดข้าวที่ผ่านการนวดและทำความสะอาดจะถูกลำเลียงไปยังถังเก็บเมล็ดข้าว เมื่อเมล็ดข้าวเต็มถังจะถูกระบายออกโดยการใช้เกลียวลำเลียงเมล็ดข้าวไปยังรถบรรทุก ซึ่งสามารถตรวจสอบวิธีการไหลของเมล็ดข้าวได้ 2 ประเภท ทั้งการไหลของมวลและการไหลเชิงปริมาตร

นอกจากนี้ Son-Ok และคณะ (2016) ยังได้ศึกษาวิธีการวัดความชื้นของเมล็ดข้าวเพื่อหาวิธีการปรับปริมาณการไหลของเมล็ดข้าวให้เหมาะสมและเป็นไปตามค่าความชื้นของเมล็ดข้าว จึงได้ทำการหาค่าปริมาณความชื้นโดยใช้เซนเซอร์แบบเก็บประจุในการวัดผ่านคลื่นไมโครเวฟ และใช้วิธีการสะท้อนแสงใกล้รังสีอินฟราเรด ซึ่งได้ทำการศึกษาการวัดความชื้นของเมล็ดขณะที่เมล็ดไหลผ่านเกลียวลำเลียงและตำแหน่งตรงกลางของกระพ้อลำเลียงขึ้น (Bucket Elevator) รวมทั้ง Choi (2016) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการหาปริมาณของเมล็ดข้าวขณะไหลออกจากลูกนวดมายังกระบวนการลำเลียงตามแนวนอน โดยใช้เซนเซอร์แบบไม่สัมผัส จึงได้ใช้วิธีการวัดด้วยแสงแบบปกติวิธีการวัดด้วยการใช้รังสีไมโครเวฟ และวิธีการวัดด้วยการใช้รังสีอัลตราโซนิค ซึ่งผลการทดสอบพบว่าการใช้เซนเซอร์รับภาพด้วยแสงแบบปกติสามารถทำการวัดได้แม่นยำที่สุด และ Greet และคณะ (2016) ได้ศึกษากระบวนการทำความสะอาดของเครื่องเกี่ยวนวด โดยใช้แบบจำลอง แบบไม่เป็นเส้นตรงและอาศัยเทคนิคตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ในการคาดการณ์ความสูญเสียของข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นที่ตะแกรงคัดแยก โดยเน้นศึกษาที่ระบบอัตโนมัติของชุดทำความสะอาด ทำการวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นที่ตะแกรงคัดแยกโดยการใช้เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Sensor) ในการทดสอบจากการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ความสูญเสียของข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นที่ตะแกรงคัดแยก ทำให้

สามารถคาดการณ์โดยใช้ความแตกต่างระหว่างส่วนของตัวตะแกรง และแรงกระแทกจากเมล็ดข้าวที่ตะแกรงได้รับซึ่งเป็นการรับน้ำหนักของตัวเมล็ดข้าว ผลการทดสอบพบว่า ตำแหน่งที่ดีที่สุดในการติดตั้งเซ็นเซอร์รับแรงดันควรอยู่ที่ส่วนด้านท้ายของตะแกรงชั้นบน หากอัตราการไหลของเมล็ดข้าวที่เข้าสู่ตะแกรงชั้นบนเป็นอัตราที่สูง ก็จะส่งผลให้ตะแกรงคัดแยกบรรทุกน้ำหนักมากขึ้นและเกิดความสูญเสียของข้าวเปลือกเกิดขึ้นที่ตะแกรงคัดแยกมากขึ้นด้วย และต่อมา Wang และคณะ (2017) ได้เสนอวิธีการวัดปริมาณการไหลของข้าวเปลือกแบบการกระจายตามสัดส่วน (Proportional Distribution) เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวที่เกิดขึ้นจริงภายใต้การเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวนวด เพื่อลดผลกระทบจากการกระแทกกันระหว่างเมล็ดกับตัวเครื่องจักร สามารถหลีกเลี่ยงผลของแรงกระแทกเนื่องจากอัตราการป้อนทางหัวเกี่ยวที่เคลื่อนที่ได้ วิธีการนี้เป็นวิธีใหม่ในการคำนวณหาปริมาณการไหลของเมล็ดข้าว ภายใต้สมมติฐานว่าอัตราการไหลของเมล็ดข้าวที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง จะขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนเมล็ดข้าว วิธีการนี้จะเพิ่มความแม่นยำในการวัดมากขึ้น สามารถนำมาใช้เพื่อจัดทำแผนที่ผลผลิตได้อย่างถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น และสามารถใช้ในการวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ต่อไปด้วย สุดท้าย Zhenwei และคณะ (2017) ได้ศึกษาและออกแบบชุดเซนเซอร์สำหรับใช้วัดการสูญเสียของเมล็ดข้าว เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวข้าวของเครื่องเกี่ยวนวด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าจำเป็นต้องมีเซนเซอร์สำหรับวัดความสูญเสียของเมล็ดข้าวที่มีความละเอียดสูงกว่า 120 เมล็ดต่อวินาที ภายใต้ความเร็วในการรับแรงกระทบของเมล็ดข้าวที่ความเร็วประมาณ 2เมตรต่อวินาที เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการตรวจสอบ นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดและรูปแบบของเซ็นเซอร์มีผลต่อความแม่นยำในการตรวจสอบของการรับรู้สัญญาณด้วยเช่นกัน โดยควรเลือกใช้แผ่นเครื่องมือที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร ความกว้าง 40 มิลลิเมตร และความหนา 1 มิลลิเมตร ซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่าเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจเป็นข้อพิจารณา รวมทั้งผลจากการทดสอบภาคสนามยังพบด้วยว่าเซนเซอร์สำหรับวัดการสูญเสียข้าวที่ได้รับการพัฒนาแล้วนั้น สามารถทำงานได้ดีโดยมีความผิดพลาดน้อยกว่า 3.83 เปอร์เซ็นต์

2.2 แนวคิดและทฤษฎี

2.2.1 แนวคิดการสำรวจผลผลิตต่อไร่โดยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต (Crop Cutting Survey)

การสำรวจผลผลิตต่อไร่ โดยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิตของตัวอย่างในแปลงใหญ่ครั้งนี้ กำหนดจำนวนเกษตรกรตัวอย่าง 3 ครัวเรือน โดยแต่ละครัวเรือนกำหนดให้ทำการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต 2 จุด จากบิ้งนาตัวอย่างรวม 6 จุดต่อแปลงใหญ่ 1 แปลง ซึ่งจะใช้วิธีการสำรวจผลผลิตต่อไร่โดยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิตของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่นจาก JICA ที่ได้กำหนดวิธีการสำรวจผลผลิตต่อไร่โดยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นวิธีการสำรวจเพื่อหาคำตอบจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยตรงในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรที่ตกเป็นตัวอย่าง และนำผลผลิตที่ได้ไปชั่งน้ำหนักและวัดความชื้น เพื่อคำนวณหาผลผลิตต่อไร่ตามหลักวิชาการต่อไป โดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การนับจดรายชื่อเกษตรกร

เมื่อได้หมู่บ้านตัวอย่างแล้ว สิ่งแรกที่ต้องดำเนินการ คือ จดบันทึกรายชื่อครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในหมู่บ้านตัวอย่างโดยการสอบถามจากผู้รู้ เช่น ผู้ใหญ่บ้าน ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน เกษตรอาสา ที่สามารถบอกรายชื่อครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวได้

2) การสุ่มเลือกครัวเรือนตัวอย่าง

หลังจากได้จดบันทึกรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเรียบร้อยแล้ว จากนั้นใช้ตารางเลขสุ่ม ทำการสุ่มครัวเรือนตัวอย่างจากแต่ละหมู่บ้านๆ ละ 3 ครัวเรือน โดยแต่ละครัวเรือนจะมีโอกาสในการถูกสุ่มเท่ากัน ครัวเรือนที่ถูกเลือกแล้วจะไม่ถูกเลือกซ้ำอีกในการเก็บข้อมูลปีเดียวกัน

3) การสุ่มเลือกแปลงตัวอย่าง

การสุ่มเลือกแปลงตัวอย่าง ให้สอบถามเกษตรกรตัวอย่างถึงจำนวนแปลงข้าวที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงที่เข้าไปสำรวจ พร้อมทั้งวาดแผนที่ตั้งของแปลงต่างๆ ด้วย หากไม่มีแปลงใดที่จะเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เข้าไปปฏิบัติงานได้ ให้สอบถามเกษตรกรว่าแปลงนั้นจะเก็บเกี่ยวได้เมื่อใด เพื่อให้เจ้าหน้าที่เข้ามาพบเกษตรกรอีกครั้ง ถ้าเกษตรกรตัวอย่างเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นแล้วทุกแปลงให้เลือกเกษตรกรตัวอย่างสำรองแทนต่อไป โดยการสุ่มเลือกแปลงตัวอย่าง 1 แปลง โดยใช้ตารางสุ่มแปลงตัวอย่างที่กำหนดให้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางสุ่มแปลงตัวอย่าง

จำนวนแปลงทั้งหมด	เลือกแปลงตัวอย่างที่	**จำนวนแปลงทั้งหมด**	เลือกแปลงตัวอย่างที่	**จำนวนแปลงทั้งหมด**	เลือกแปลงตัวอย่างที่	**จำนวนแปลงทั้งหมด**	เลือกแปลงตัวอย่างที่
1	1	**6**	4	**11**	7	**16**	9
2	2	**7**	4	**12**	11	**17**	7
3	2	**8**	6	**13**	5	**18**	10
4	3	**9**	5	**14**	12	**19**	13
5	1	**10**	3	**15**	10	**20**	8

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

4) การสุ่มเลือกบิ้งนาตัวอย่าง

การสุ่มบิ้งนาตัวอย่างก็ทำนองเดียวกับการสุ่มแปลงตัวอย่าง มีวิธีดำเนินการดังนี้

(1) วาดแผนที่แสดงตำแหน่งและจำนวนบิ้งนาทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง

(2) ให้หมายเลขกำกับแต่ละบิ้งนาด้วย(จาก ซ้าย - ขวา หรือ บน - ล่าง)

(3) เมื่อวาดบิ้งนาทั้งหมดแล้ว ให้ใช้ตารางที่ 2.2 (ตารางสุ่มบิ้งนาตัวอย่าง) สุ่มบิ้งนาตัวอย่างมา 2 บิ้งนา หรือถ้าแปลงนานี้ มีบิ้งนาเดียวก็ไม่ต้องสุ่ม

ตารางที่ 2.2 ตารางสุ่มบิ้งนาตัวอย่าง

จำนวนบิ้งนาทั้งหมด	บิ้งนาตัวอย่าง		จำนวนบิ้งนาทั้งหมด	บิ้งนาตัวอย่าง		จำนวนบิ้งนาทั้งหมด	บิ้งนาตัวอย่าง	
	ที่ 1	ที่ 2		ที่ 1	ที่ 2		ที่ 1	ที่ 2
1	1	1	**11**	5	10	**21**	7	17
2	1	2	**12**	2	7	**22**	9	20
3	1	3	**13**	3	10	**23**	4	15
4	1	3	**14**	4	11	**24**	8	20
5	2	5	**15**	6	14	**25**	10	22
6	2	5	**16**	3	9	**26**	5	18
7	2	6	**17**	4	13	**27**	2	16
8	4	8	**18**	5	10	**28**	9	23
9	2	7	**19**	3	12	**29**	11	26
10	5	10	**20**	6	15	**30**	8	16

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

5) การสุ่มจุดสำรวจและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ในกรณีที่สุ่มบิ้งนาตัวอย่างมา 2 บิ้ง

(1) บิ้งนาตัวอย่างที่ 1 สุ่มหาจุดสำรวจโดยใช้เทคนิคการเดิน 30 ก้าว คือ ให้เริ่มจากมุมล่างซ้ายมือของบิ้งนาตัวอย่างแล้วเดินตามคันนาไปทางด้านบน 30 ก้าว เลี้ยวขวาตรงเข้าไปในบิ้งนาอีก 30 ก้าว คือ จุดสำรวจที่ 1 และบิ้งนาตัวอย่างที่ 2 ให้เริ่มจากมุมบนขวามือของบิ้งนา เดินตามคันนาไปทางด้านล่าง 30 ก้าว เลี้ยวขวาตรงเข้าไปในบิ้งนาอีก 30 ก้าว คือ จุดสำรวจที่ 2

(2) ตรงปลายเท้าก้าวที่ 30 ให้วางกรอบตัวอย่าง (Frame) ขนาด 1 ตารางเมตร(1ม.x 1ม.) โดยวางและประกอบกรอบตัวอย่างทีละด้านไปทางด้านซ้ายมือให้ขนานกับคันนา

(3) เก็บเกี่ยวรวงข้าวที่โคนต้นข้าวอยู่ภายในกรอบตัวอย่าง หากมีต้นข้าวที่โคนอยู่ตรงใต้กรอบตัวอย่างให้ถือว่าอยู่นอกกรอบตัวอย่าง ในการเก็บเกี่ยวให้ทำการเก็บตรงคอรวงเท่านั้นเพื่อสะดวกและง่ายต่อการบรรจุลงถุง การตาก และการนวด ต่อไป

(4) รวบรวมข้าวที่เก็บเกี่ยวได้จากจุดสำรวจ 2 จุด ใส่ลงในถุงตาข่าย ถุงละ 1 จุดสำรวจเท่านั้น พร้อมจดบันทึกรายละเอียดในป้ายสลากให้ครบถ้วน

(5) ให้ตากผลผลิตข้าวที่อยู่ในถุงตาข่ายทั้ง 2 ถุง เพื่อให้ความชื้นของผลผลิตข้าวนั้นลดลง (ประมาณ 2 วัน) โดยแต่ละจุดสำรวจไม่ต้องนำผลผลิตข้าวออกจากถุงตาข่าย หลังจากนั้นรวบรวมผลผลิตที่ได้จากจุดสำรวจมาชั่ง นับ วัด และคำนวณผลผลิตต่อไร่เป็นรายแปลง รายคน และประมวลขึ้นเป็นภาพรวมระดับอำเภอ และจังหวัด

ในกรณีที่แปลงนาตัวอย่างมีหนึ่งแปลงนา หรือบิ้งนาเดียว

ถ้าแปลงตัวอย่างเป็นแปลงที่เป็นแปลงเดียวหรือบิ้งนาเดียว โดยไม่มีการแยกเป็นบิ้งนาย่อย การตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต ก็ยังคงตั้ง 2 จุด โดยที่จุดสำรวจที่ 1 เริ่มจากมุมล่างซ้ายมือของแปลงนาให้เดินตามคันนาไปทางด้านบน 30 ก้าว แล้วเลี้ยวขวาตรงเข้าไปในบิ้งนาอีก 30 ก้าว คือ จุดสำรวจที่ 1 และเริ่มจากมุมตรงข้ามจากจุดแรกคือ มุมตรงข้ามด้านบนขวามือของแปลงตัวอย่าง ให้เดินตามคันนาไปทางด้านล่าง 30 ก้าว แล้วเลี้ยวขวาตรงเข้าไปในบิ้งนาอีก 30 ก้าว คือ จุดสำรวจที่ 2 หลังจากเสร็จกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ให้ทำการตากข้าวเพื่อลดความชื้นประมาณ 2 วัน หลังจากนั้นรวบรวมผลผลิตที่ได้จากจุดสำรวจมาชั่ง นับ วัด และคำนวณผลผลิตต่อไร่เป็นรายแปลง รายคน และประมวลขึ้นเป็นภาพรวมระดับอำเภอและจังหวัด

นอกจากนี้สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร มีการกำหนดหลักเกณฑ์การสำรวจเนื้อที่ที่ไม่ได้ปลูก เช่น จอมปลวก กระท่อม และสำรวจผลผลิตตกหล่น เนื่องจากในระหว่างการเก็บเกี่ยวจะมีเมล็ดข้าวเปลือกตกหล่นอยู่ในนาข้าวของเกษตรกรซึ่งไม่ได้นำผลผลิตไปขายหรือบริโภค เพื่อนำมาหักตามสภาพความเป็นจริงโดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

(1) สูตรที่ใช้สำหรับการประมาณผลผลิตต่อไร่ในระดับแปลงใหญ่

การประมาณการผลผลิตต่อไร่ในระดับแปลงใหญ่ คำนวณได้จากสูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum_{k=1}^{n} A_k \overline{Y}_k}{\sum_{k=1}^{n} A_k}$$

โดยที่ $\overline{X}$ = ค่าประมาณผลผลิตต่อไร่ของจังหวัดที่สำรวจ

A_k = เนื้อที่ปลูกข้าวนาปีของอำเภอตัวอย่างที่ k

Y_k = ผลผลิตต่อไร่ของอำเภอตัวอย่างที่ k

k = 1,2,3 ..., n

(2) สูตรที่ใช้สำหรับการประมาณความคลาดเคลื่อน

$$\hat{V}_{(\overline{X})} = \frac{s_b^{\,2}}{m}$$

$$s_b^{\,2} = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(\overline{X}_i - \frac{\sum_{i=1}^{m}\overline{X}_i}{m})^2$$

โดยที่ $\hat{V}_{(\overline{X})}$ = ความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง

$s_b^{\,2}$ = ความแปรปรวนของตัวอย่าง

m = จำนวนตัวอย่าง

(3) สูตรที่ใช้สำหรับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของความคลาดเคลื่อน

$$(C.V.)\ \hat{\sigma}_{(\bar{X})} = \sqrt{\frac{s_b^{\ 2}}{m}}$$

โดยที่ $\hat{\sigma}_{(\bar{X})}$ = สัมประสิทธิ์ความคลาดเคลื่อน

$s_b^{\ 2}$ = ความแปรปรวนของตัวอย่าง

m = จำนวนตัวอย่าง

2.2.2 แนวคิดการสำรวจผลผลิตตกหล่น (Gleaning Survey)

วิธีการสำรวจผลผลิตตกหล่น กำหนดให้สำรวจผลผลิตตกหล่นจากบิ้งนาเดียวกันกับที่มีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือบิ้งนาข้างเคียงก็ได้ ในการดำเนินการก็ทำเช่นเดียวกันกับการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้วิธีการเดินกำหนดจุดสำรวจ 30 ก้าว แต่ในกรณีที่เป็นบิ้งนาเดียวกันกับที่มีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต ให้ใช้จุดเริ่มต้นเป็นมุมคนละมุมกับที่ตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต เพราะถ้าใช้จุดเริ่มต้นเป็นมุมเดียวกันกับการเก็บเกี่ยวผลผลิต บริเวณที่ตกเป็นจุดสำรวจอาจเป็นจุดเดียวกันหรือใกล้เคียงกับจุดเดิมที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว ซึ่งไม่ใช่ผลผลิตตกหล่นที่แท้จริงที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร

2.2.3 แนวคิดการคิดร้อยละของอิทธิพลแต่ละปัจจัยที่มีต่อความสูญเสีย

1) ร้อยละของอิทธิพลแต่ละปัจจัยที่มีต่อความสูญเสีย โดยนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) แล้วนำสมการมาวิเคราะห์หาร้อยละของอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีต่อความสูญเสียจากชุดนวด โดยใช้ผลต่างของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) หรือวิธี Best subset regression (Draper and Smith, 1998)

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \ldots + B_nX_n \ldots\ldots\ldots\ldots$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ = ตัวแปรอิสระใดๆ เช่น สภาพพื้นที่ลักษณะดิน สภาพต้นข้าว คุณลักษณะของพันธุ์ข้าว วิธีการปลูก ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และสภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ขนาดเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ความด้อยประสิทธิภาพของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว รูปแบบการทำงานของเจ้าของรถเกี่ยวนวดข้าว ประสบการณ์พนักงานเกี่ยวข้าว และความเป็นเจ้าของผลผลิตข้าวเป็นต้น

$B_0, B_1, \ldots, B_n$=ค่าคงที่ใดๆ

2) ความสามารถในการทำงานจริง (Effective Capacity Field)

$$C_a = \frac{A}{T_t}$$

โดยที่ C_a = ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่ต่อชั่วโมง)

A = พื้นที่ในการทำงาน (ไร่)

T_t = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (ไร่)

2.2.4 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ (On-the-go Yield Sensor)

ในการออกแบบและพัฒนาให้ได้อุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยจะติดตั้งอุปกรณ์พร้อมระบบดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว (On-the-go Yield Sensor) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แบบเรียลไทม์ (Real time) และเกิดการบันทึกค่าปริมาณผลผลิตดังกล่าวลงในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้แบบออนไลน์ ประกอบด้วยชุดเซนเซอร์วัดแรงกระทบ (Impact Sensor) ที่ถูกควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และมีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Mobile App) เพื่อรับข้อมูลจากชุดเซนเซอร์ผ่านทางการติดต่อแบบบลูทูธ (Bluetooth) และโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือที่พัฒนาจะส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ (Cloud System) เพื่อจัดเก็บข้อมูลลงยังระบบฐานข้อมูล รวมทั้งโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือที่พัฒนา ยังใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลและการรายงานผลการเก็บเกี่ยวแบบรายแปลงอีกด้วย

ดังนั้น เนื้อหาในส่วนนี้จึงขอนำเสนอถึงระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง และโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือที่ทำงานบนระบบแอนดรอยด์ ซึ่งมีรายละเอียดโดยสังเขปดังหัวข้อต่อไปนี้

1) ระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing System)

ระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง หมายถึง ระบบการประมวลผลคอมพิวเตอร์บนกลุ่มเมฆที่เชื่อมต่อกันด้วยอินเทอร์เน็ตโดยใช้ทรัพยากรเสมือนร่วมกัน เป็นการบริการตามความต้องการของผู้ใช้งานที่มีความยืดหยุ่นและรวดเร็ว ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ที่แตกต่างกันได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีผู้ให้บริการบำรุงรักษาระบบตลอดเวลา ทำให้ผู้ใช้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการดูแลโครงสร้างพื้นฐานและลงทุนตามปริมาณการใช้งาน

ระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง เป็นลักษณะของระบบคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรูปแบบของการกระจายตามพื้นที่ต่างๆ มีการเชื่อมต่อกันเป็นระบบคลัสเตอร์ (Cluster Network) ผ่านการจัดสรรทรัพยากรด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชั่น (Virtualization) เพื่อให้ตอบสนองงานบริการต่างๆ ให้รองรับกับจำนวนผู้ใช้งานจำนวนมากที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมถึงมีระบบการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้ใช้บริการประเภทต่างๆ ได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการให้บริการซอฟท์แวร์ (Software as a service: SaaS) ที่ให้บริการซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่ไม่ต้องติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และไม่จำกัดสถานที่ในการใช้งานและอุปกรณ์ แค่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตก็สามารถใช้งานคลาวด์คอมพิวติ้งได้

2) โปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Mobile App)

โปรแกรมประยุกต์แอพพลิเคชั่น (Application) หรือเรียกสั้นๆว่า App (แอพ) คือโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ที่ออกแบบมาให้ใช้งานสำหรับอุปกรณ์แบบเคลื่อนที่ (Mobile Device) เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ และแทบเล็ต (Tablet) เป็นต้น ซึ่งในแต่ละระบบปฏิบัติการจะมีผู้พัฒนาแอพพลิเคชั่นขึ้นมามากมายเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานมีทั้งให้ดาวน์โหลดฟรีและจ่ายเงิน

โปรแกรมประยุกต์แอพพลิเคชั่น (Application) สามารถแบ่งได้เป็น 2ประเภท คือ เนทีฟแอพ (Native App) และไฮบริดแอพพลิเคชั่น (Hybrid Application) มีรายละเอียดดังนี้

2.1) เนทีฟแอพ (Native App) คือ โปรแกรมประยุกต์ที่ถูกพัฒนามาด้วยไลบรารี่ (Library) หรือเอสดีเค (Standard Development Kit: SDK) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอพพิเคชั่นของโอเอสโมบาย (OS Mobile) นั้นๆ โดยเฉพาะ เช่น แอพบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ใช้ Android SDK แอพบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (IOS) ใช้ออปเจคทีฟซี (Objective c) แอพบนระบบปฏิบัติการวินโดว์โฟน (Windows Phone) ใช้ภาษ C# ในการพัฒนา เป็นต้น

2.2) ไฮบริดแอพพลิเคชั่น (Hybrid Application) คือ โปรแกรมประยุกต์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลายระบบปฏิบัติการ โดยการใช้เฟรมเวิร์ก (Framework) เข้ามาช่วยเพื่อให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ

2.2.5 การทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

การทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลาขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ได้ดำเนินการภายใต้สมมติฐาน ดังนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity) ในขณะปฏิบัติงานจะมีผลต่อปริมาณความชื้น (Moisture Content) ของข้าวเปลือกขณะเก็บเกี่ยวและจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

- ความเร็วขณะปฏิบัติงาน (Travelling Speed) ของรถเกี่ยวนวดข้าว มีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของลูกนวดในห้องนวดของรถเกี่ยวนวดข้าว และจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

รายละเอียดของการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ภายใต้สมมติฐานดังกล่าวข้างต้นมีดังนี้

1) ทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ตามหลักการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Field Capacity) ของรถเกี่ยวนวดข้าว

2) ทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ และหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว ภายใต้การทดลองแบบแฟคตอเรียล (Factorial Experiment) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ช่วงเวลาที่รถเกี่ยวนวดปฏิบัติงาน จำนวน 2 ช่วงเวลา คือเช้าและบ่าย

ปัจจัยที่ 2 ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด จำนวน ระดับคือ ความเร็วระดับช้า ระดับปานกลาง และระดับเร็ว

โดยทำการทดลองซ้ำตามจำนวนชุดของทรีทเมนต์ (Treatment Combination) ดังกล่าว จำนวน 4 ซ้ำ ในแปลงนาข้าวทดลองของศูนย์วิจัยข้าว กรมการข้าว และในแปลงนาข้าวทดสอบของเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่

ดังนั้น เนื้อหาในส่วนนี้จึงขอนำเสนอถึงวิธีการหาความเร็วขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน วิธีการหาค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยว (Cutting Width) ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Field Capacity) ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (Theoretical Field Capacity) ประสิทธิภาพการทำงานเชิงไร่ (Field Efficiency) และวิธีการหาค่าปริมาณความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวโดยรถเกี่ยวนวด (Mechanical Loss) ที่ประกอบด้วยการสูญเสียที่เกิดจากหัวเกี่ยว (Cutting Loss) และความสูญเสียที่เกิดจากห้องนวด (Threshing Loss) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนการทดสอบเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวดังกล่าว ตามคู่มือมาตรฐานของ RNAM Test Codes (Regional Network for Agricultural Machinery, 1995) ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบและรายละเอียดของการทดสอบ ได้แก่ รถเกี่ยวนวดข้าว นาฬิกาจับเวลา กล้องวิดีโอสำหรับบันทึก การทดสอบอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนาม เช่น เทปวัดระยะ ตลับเมตร ถุงพลาสติก แผ่นผ้าใบพลาสติก เป็นต้น เครื่องชั่งน้ำหนัก และตู้อบลมร้อน

1) วิธีการหาความเร็วขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน การหาความเร็วขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน มีขั้นตอนดังนี้

1.1) ทำการวัดระยะทางตรงขนาด 40 เมตร และปักหลักแสดงระยะดังกล่าวที่รถเกี่ยวนวดจะวิ่งปฏิบัติงานบนแปลงนาที่จะทำการทดสอบ โดยระยะทางตรงขนาด 40 เมตร ดังกล่าว จะต้องมีระยะห่างจากหัวแปลงและท้ายแปลงอย่างน้อยประมาณข้างละ 20 เมตร

1.2) ทำการจับเวลาเมื่อรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานผ่านตามระยะทางตรงขนาด 40 เมตร ที่ปักระยะไว้ตามข้อ 1.1) แล้วบันทึกเวลาดังกล่าวในหน่วยวินาที

1.3) ทำการจับเวลาซ้ำตามข้อ 1.2) จำนวน 4 ถึง 6 ซ้ำ

1.4) นับเวลาที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

1.5) จากนั้นให้ทำการคำนวณหาค่าความเร็วขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน โดยใช้สูตรการคำนวณ ได้แก่ ความเร็วขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน = 40 ÷ ค่าเฉลี่ยของเวลา

จากสูตรดังกล่าวข้างต้น จะได้ค่าความเร็วขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ในหน่วยเมตรต่อวินาที

2) วิธีการหาค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยว (Cutting Width) ค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

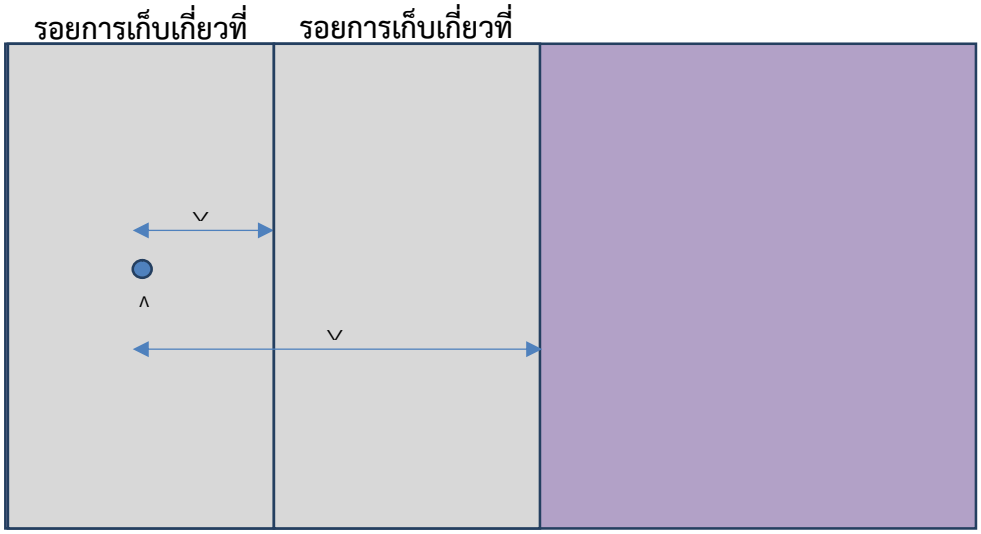
2.1) เมื่อรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานบนแปลงนาทดสอบ จะเกิดแถบความกว้างของการปฏิบัติงานเป็นรอยการเก็บเกี่ยวที่ 1 ให้ทำการปักหลักดังแสดงเป็นจุด A ที่ในภาพที่ 2.1 เพื่อใช้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นของการวัดหาความกว้างของการเก็บเกี่ยว

2.2) ทำการวัดระยะห่างจากจุด A ที่ปักระยะไว้ตามข้อ 2.1) ไปยังขอบของรอยการเก็บเกี่ยวที่ 1 ดังระยะ X ตามที่ปรากฏในภาพที่ 2.1

2.3) เมื่อรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานบนแปลงนาทดสอบต่อไป และเกิดแถบความกว้างของการปฏิบัติงานเป็นรอยการเก็บเกี่ยวที่ 2 ให้ทำการวัดระยะห่างจากจุด A ที่ปักระยะไว้ตามข้อ 2.1) ไปยังขอบของรอยการเก็บเกี่ยวที่ 2 ดังระยะ Y ตามที่ปรากฏในภาพที่ 2.1

2.4) จากนั้นให้ทำการคำนวณโดยการนำค่า X มาลบออกจากค่า Y ผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเป็นค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยว

2.5) เมื่อรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานต่อไปบนแปลงนาทดสอบ ก็ให้ทำการทดสอบดังกล่าวซ้ำตั้งแต่ข้อ 2.1) จนถึงข้อ 2.4) จำนวน 4 ถึง 6 ซ้ำ และนำค่าที่คำนวณได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยก็จะทำให้ได้ค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการหาค่าความกว้างของการเก็บเกี่ยว

3) ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Effective Field Capacity: EFC) ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ หมายถึง ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องจักรกลเกษตรที่ทำงานจนแล้วเสร็จ โดยจะแสดงค่าอยู่ในรูปของจำนวนพื้นที่ที่ปฏิบัติงานได้ต่อเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการปฏิบัติงาน โดยรวมเวลาที่ใช้สำหรับกลับเลี้ยวที่หัวแปลงและท้ายแปลง เวลาที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการกระทำใดๆ ที่จำเป็นขณะการปฏิบัติงานด้วย เช่น เวลาที่ใช้เพื่อเติมน้ำมันเชื้อเพลิง เวลาที่ใช้เพื่อปรับแต่งรอบเครื่องยนต์หรือปรับแต่งอุปกรณ์ต่อพ่วง เป็นต้น

4) ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (Theoretical Field Capacity: TFC)

ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี หมายถึง ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องจักรกลเกษตรที่ทำงานจนแล้วเสร็จ โดยไม่นับรวมเวลาที่ใช้สำหรับกลับเลี้ยวที่หัวแปลงและท้ายแปลงและเวลาที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการกระทำใดๆ ที่จำเป็นขณะการปฏิบัติงานด้วย เช่น เวลาที่ใช้เพื่อเติมน้ำมันเชื้อเพลิง เวลาที่ใช้เพื่อปรับแต่งรอบเครื่องยนต์หรือปรับแต่งอุปกรณ์ต่อพ่วง เป็นต้น โดยจะแสดงค่าความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎีในรูปของจำนวนพื้นที่ที่ปฏิบัติงานได้ต่อหน่วยเวลา

5) ประสิทธิภาพการทำงานเชิงไร่ (Field Efficiency: FE)

ประสิทธิภาพการทำงานเชิงไร่ของเครื่องจักรกลเกษตร คือ อัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (EFC) กับความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (TFC) และแสดงค่าอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ ดังสมการด้านล่างนี้

$$FE = (EFC / TFC) \times 100$$

2.2.6 ปริมาณความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่อใช้รถเกี่ยวนวด (Mechanical Loss)

1) ความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่อใช้รถเกี่ยวนวด (Mechanical Loss)

การสูญเสียเชิงปริมาณในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว เมื่อใช้รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน (Mechanical Loss) เกิดขึ้นที่ ณ ตำแหน่งชุดอุปกรณ์ต่างๆ ของรถเกี่ยวนวดข้าว ใน 3 ส่วน คือ (1) การสูญเสียที่เกิดจากหัวเกี่ยว (Cutting Loss) (2) การสูญเสียที่เกิดจากลูกนวด (Threshing Loss) และ (3) การสูญเสียที่เกิดขึ้นที่ชุดทำความสะอาด (Cleaning Loss) ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสามส่วนดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้

- ชุดหัวเกี่ยว ประกอบด้วยล้อโน้มทำหน้าที่เกาะต้นพืชที่ล้มและหรือโน้มต้นพืชที่ตั้งให้เข้ามาหาชุดใบมีดเพื่อให้ชุดใบมีดตัดต้นข้าว และต้นข้าวที่ถูกตัดจะถูกส่งต่อเข้ามายังเกลียวลำเลียงหน้าเพื่อลำเลียงต้นข้าวมายังส่วนกลางของชุดหัวเกี่ยว และส่งเข้าชุดคอลำเลียงเพื่อส่งต้นข้าวไปยังชุดลูกนวด

- ชุดลูกนวด ทำหน้าที่ในการแยกเมล็ดให้หลุดจากฟาง โดยการทำการฟาดตีของลูกนวด ซึ่งจะหมุนเหวี่ยงข้าวให้ฟาดตีกับตะแกรงนวดเพื่อแยกเมล็ดออกจากรวงเมล็ดที่ถูกนวด แล้วจะถูกแยกออกจากชุดนวดโดยผ่านตะแกรงนวด เมล็ดที่ผ่านตะแกรงนวดจะตกลงไปยังชุดทำความสะอาด ส่วนฟางจะถูกลำเลียงออกไปด้านท้ายเครื่องโดยอาศัยชุดครีบวงเดือนในการลำเลียงออกไป

- ชุดทำความสะอาด ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ตะแกรงทำความสะอาด กับพัดลม โดยตะแกรงจะทำหน้าที่แยกเศษฟางที่เหลือติดมาจากชุดลูกนวดให้ออกจากเมล็ด ซึ่งจะทำงานร่วมกับชุดพัดลมที่อยู่ใต้ตะแกรงทำความสะอาด ที่จะเป่าลมสวนขึ้นเพื่อเป่าเศษฝุ่นข้าวลีบเศษฟางและสิ่งเจือปนอื่นๆ ให้แยกจากเมล็ดออกไปด้านท้ายของรถเกี่ยวนวด

2) วิธีการทดสอบหาค่าปริมาณความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว เมื่อใช้รถเกี่ยวนวด

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบหาค่าการสูญเสียเชิงปริมาณในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่อใช้รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน โดยทำการทดสอบหา (1) การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว (Pre-harvest Loss) (2) การสูญเสียที่เกิดจากชุดลูกนวดและจากชุดทำความสะอาด (Threshing and Cleaning Loss) และ (3) การสูญเสียที่เกิดจากหัวเกี่ยว (Cutting Loss)

ในหัวข้อนี้ จึงขอนำเสนอถึงวิธีการหาค่าปริมาณความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวดังกล่าว ดังนี้

1) ปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว (Pre-harvest Lossor Natural Loss) ในการศึกษาเพื่อหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดสอบ ดังนี้

1.1) ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวข้าว ให้ทำการสุ่มหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวก่อน โดยการสุ่มจากตำแหน่งต่างๆ ของแปลง จำนวน 5 ตำแหน่ง พื้นที่เท่ากับแต่ละตำแหน่งมีขนาด 1x1 ตารางเมตร ดังภาพ 2.2

1.2) นำเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวที่สุ่มเก็บมาจากตำแหน่งต่างๆ ตามข้อ 1.1) มาชั่งน้ำหนัก

1.3) นำค่าน้ำหนักที่ได้จากข้อ 1.2) มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้จะเป็นค่าน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวที่อยู่ในพื้นที่ 1 x1 ตารางเมตร

1.4) นำค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาคูณด้วย 1,600 ก็จะได้ค่าน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 1 ไร่ ซึ่งในที่นี้ขอกำหนดค่าดังกล่าวเป็นตัวแปร PL

ภาพที่ 2.2 การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว

2) การสูญเสียที่เกิดจากชุดลูกนวดและชุดทำความสะอาด (Threshing and Cleaning Loss) ในการศึกษาเพื่อหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นจากชุดลูกนวดและชุดทำความสะอาด คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดสอบ ดังนี้

2.1) ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ให้ทำการสุ่มหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกพ่นออกมาจากด้านท้ายเครื่อง โดยการนำแผ่นผ้าใบขนาด 3 x 10 ตารางเมตร มาให้ผู้ทดสอบจำนวน 4 คน ถือคนละมุมและวิ่งตามท้ายรถเกี่ยวนวด เพื่อคอยรองรับปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก ฟาง เศษฟาง เมล็ดข้าวลีบ และสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ถูกพ่นออกมาทางด้านท้ายของรถเกี่ยวนวด ดังภาพที่ 2.3

2.2) ให้ทำซ้ำตามข้อ 2.1) อีก 3 ครั้ง ทั้งนี้ เพื่อเป็นการสุ่มหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกพ่นออกมาจากด้านท้ายเครื่องในขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานบนตำแหน่งต่างๆ ของแปลงให้ครบจำนวน 4 ตำแหน่ง

2.3) นำเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกพ่นออกมาจากด้านท้ายเครื่องที่อยู่ในแผ่นผ้าใบที่นำไปรองรับจากที่เก็บมาจากตำแหน่งต่างๆ ตามข้อ 2.1) และข้อ 2.2) มาชั่งน้ำหนัก

2.4) นำค่าน้ำหนักที่ได้จากข้อ 2.3) มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้จะเป็นค่าน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกพ่นออกมาจากด้านท้ายเครื่องที่อยู่ในพื้นที่ 3 x10 ตารางเมตร

2.5) นำค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาเทียบบัญญัติไตรยางศ์ เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกพ่นออกมาจากด้านท้ายเครื่องในพื้นที่ 1 ไร่ ค่าที่คำนวณได้ก็จะเป็นปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นจากชุดลูกนวดและชุดทำความสะอาดในพื้นที่ 1 ไร่

ภาพที่ 2.3 การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากชุดลูกนวดและชุดทำความสะอาด

อนึ่ง ทุกๆ ครั้งภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 1) และ ข้อ 2) ข้างต้นจนเสร็จสิ้นแล้ว ให้ทำการสุ่มหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นอยู่บริเวณด้านล่างของแผ่นผ้าใบ โดยใช้ตะแกรงสุ่มขนาด 1x1ตารางเมตร โดยในแต่ละครั้งให้ทำการสุ่มหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นดังกล่าวจำนวน 2 ซ้ำ

เมื่อทำการสุ่มเก็บเพื่อหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นอยู่บริเวณด้านล่างของแผ่นผ้าใบจนครบทุกตำแหน่งของแปลงแล้ว ให้นำปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกดังกล่าวมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ย จากนั้นให้นำค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาเทียบบัญญัติไตรยางศ์เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นอยู่บริเวณด้านล่างของแผ่นผ้าใบ ในพื้นที่ 1 ไร่ ซึ่งในที่นี้ขอกำหนดค่าดังกล่าวเป็นตัวแปร AHL

ภาพที่ 2.4 การทดสอบหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นอยู่บริเวณด้านล่างของแผ่นผ้าใบ

3) การหาค่าปริมาณการสูญเสียที่เกิดจากหัวเกี่ยว (Cutting Loss) จากการดำเนินการทดสอบหาค่าปริมาณการสูญเสียของเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 1 ไร่ (PL) และค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นจากชุดลูกนวดและชุดทำความสะอาด ในพื้นที่ 1 ไร่ ตามหัวข้อข้างต้น ก็จะทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นจากหัวเกี่ยว (CL) ในพื้นที่ 1 ไร่ ได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$CL = AHL - PL$$

บทที่ 3
ข้อเท็จจริง

การศึกษาการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในแปลงใหญ่ ควบคู่กับการวิจัยเชิงสำรวจจากแปลงทดลองเพาะปลูกข้าวที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าวผู้ผลิตข้าว ซึ่งนักวิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงประกอบผลวิเคราะห์เพื่อสะท้อนสภาพบริบททั่วไปที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

3.1 ระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาของกระทรวง (Road Map) ซึ่งมีโครงการที่สำคัญคือ การปรับโครงสร้างการผลิตสินค้าเกษตรด้านสินค้าพืชปศุสัตว์และประมง ประกอบกับรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (พลเอกฉัตรชัย สาริกัลยะ) ได้มอบนโยบายเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2558 เน้นให้ความสำคัญในเรื่องการลดต้นทุนการผลิต โดยการรวมแปลงการผลิตของเกษตรกรเป็นแปลงใหญ่ซึ่งจะก่อให้เกิดกิจกรรมลดต้นทุนการผลิตตามที่กำหนด และสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างเป็นรูปธรรม เป็นการเพิ่มโอกาสในการแข่งขันให้กับสินค้าเกษตร ทั้งนี้การปรับโครงสร้างสินค้าที่สำคัญดังกล่าวจะต้องทำการผลิตในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมตามที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประกาศเขตพื้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสินค้า 20 ชนิดไว้แล้ว โดยมีหลักการคือ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต อาทิ ลดต้นทุนการผลิตเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ รวมทั้งผลผลิตมีคุณภาพได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด มีการผลิตร่วมกันเป็นกลุ่มและมีการเชื่อมโยงกับตลาดเพื่อบริหารจัดการให้เกิดสมดุลระหว่างอุปทานและอุปสงค์ของสินค้า เพื่อแก้ปัญหาเรื่องสินค้าล้นตลาดและราคาสินค้าเกษตรตกต่ำ อย่างไรก็ตามโครงสร้างภาคการเกษตรของไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยมีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรขนาดเล็ก และเป็นการผลิตที่มีลักษณะต่างคนต่างทำการดำเนินการ ลักษณะดังกล่าวทำให้ภาคเกษตรต้องเผชิญกับปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อรายได้และความเป็นอยู่ของเกษตรกร เช่น ปัญหาด้านต้นทุนการผลิต ได้แก่ ค่าพันธุ์ ค่าปัจจัยการผลิตต่างๆ ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลการเกษตร และค่าจ้างแรงงานด้านการเกษตร รวมทั้งปัญหาการขาดอำนาจการต่อรองของเกษตรกรตลอดกระบวนการผลิต (Production Process) การจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) และปัญหาด้านการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ยังไม่เข้าถึงตัวเกษตรกรได้เท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อเป็นการลดข้อจำกัดดังกล่าว จะต้องส่งเสริมให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่มการผลิตและการบริหารจัดการร่วมกัน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีภารกิจต้องดูแลคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ต้องให้การสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรของเกษตรกรให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสินค้าเกษตร และเพิ่มรายได้ของเกษตรกร จึงได้กำหนดระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ที่มีการบริหารจัดการร่วมกันให้เกษตรกรเป็นศูนย์กลางในการดำเนินงาน ผลักดันให้เกษตรกรรวมกลุ่มในการผลิตเพื่อร่วมกันจัดหาปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพราคาเป็นธรรมเพื่อลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตตลอดจนการจัดการด้านการตลาดโดยหน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559)

ภาพที่ 3.1 ระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

ที่มา: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559

โครงการส่งเสริมการทำนาเชิงอุตสาหกรรม (นาแปลงใหญ่) คือการส่งเสริมเกษตรกรให้รวมกลุ่มกันเพื่อผลิต ทำให้มีอำนาจในการต่อรองและสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้โดยไม่ได้รวมทุกแปลงเข้าด้วยกัน เพียงแต่เป็นการรวมกลุ่มกันเท่านั้น โดยภาครัฐจะเข้ามาส่งเสริมการลดต้นทุนเพิ่มผลผลิตเพิ่มคุณภาพข้าวและกิจกรรมการเกษตรอื่นๆ พัฒนาให้เป็นจุดเรียนรู้การบริหารจัดการเชิงอุตสาหกรรมครบวงจรด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวที่ประณีตและเหมาะสมกับพื้นที่สู่เกษตรกรในชุมชน โดยวางเป้าหมายในระยะแรก 50 กลุ่มใน 20 จังหวัด โดยกลุ่มต้นแบบจะได้รับการสนับสนุนงบประมาณต่างๆ ในพื้นที่ 5,200 ไร่ แบ่งเป็นการผลิตข้าวคุณภาพดี 5,000 ไร่และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว 200 ไร่ (สยามคูโบต้า, 2561)

3.2 การเปรียบเทียบการทำนาในแปลงทดลองกับแปลงเกษตรกร

ข้าว เป็นพืชในตระกูลหญ้าที่มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ รากและลำต้น โดยมีส่วนสำคัญคือ ใบข้าวที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารให้ลำต้นและส่วนประกอบต่างๆ เจริญเติบโต ใบข้าวเป็นส่วนสำคัญที่จะบอกได้ว่าผลผลิตที่ได้จะมากน้อยเพียงใด การปลูกข้าวแต่ละครั้งตั้งแต่เริ่มต้นเพาะเมล็ดจนถึงช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ใช้เวลาประมาณ 100-110 วัน แล้วแต่ชนิดพันธุ์ของข้าว ซึ่งในการปลูกข้าวสามารถแบ่งระยะเวลาในการเจริญเติบโตของต้นข้าวออกเป็นระยะต่างๆ ได้ดังนี้

ก) ระยะพักตัว เมล็ดข้าวสามารถงอกได้ง่ายมากหากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้นภายหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วต้องมีการดูแลรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดข้าวงอกก่อนเวลา โดยเฉพาะในช่วงรอการเก็บเกี่ยวหรือระหว่างการตากข้าว ดังนั้นจึงต้องมีการทำลายระยะฟักตัวด้วยการนำเมล็ดข้าวไปอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 4-5 วัน แต่ถ้าไม่มีเครื่องอบก็สามารถใช้วิธีตากบนพื้นที่แห้งสนิทโดยใช้เวลาประมาณหนึ่งถึงสองสัปดาห์

ข) ระยะต้นกล้า เมื่อเริ่มการปลูกข้าวนาปรัง เกษตรกรต้องนำเมล็ดข้าวมาเพาะเป็นต้นกล้าเพื่อใช้ในการปลูก เมล็ดข้าวจะใช้เวลาในการงอกจนกระทั่งแตกเป็นกอประมาณ 10-20 วัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์

ของข้าวภายหลังจากการงอกช่วงแรก ต้นข้าวจะใช้สารอาหารจากเมล็ดมาหล่อเลี้ยงต้นข้าว จากนั้นจะเริ่มมีรากอ่อนที่ทำหน้าที่ในการดูดซึมสารอาหารเข้าไปเลี้ยงลำต้น รากของต้นข้าวในระยะต้นกล้าจะมีสองชุด โดยชุดสองจะขึ้นมาแทนที่ภายหลังจากรากชุดแรกตายไปแล้ว

ค) ระยะแตกกอ เป็นช่วงภายหลังจากการหว่านเมล็ดพันธุ์หรือปักดำกล้าของต้นข้าว ใช้เวลาประมาณ 30–50 วัน แตกกอเพิ่มจำนวนต้นรอบข้าง

ง) ระยะการเกิดช่อดอกหรือการสร้างช่อรวงอ่อน ต้นข้าวจะเริ่มสร้างช่อดอกช่วงอายุ 60 วัน หลังจากนั้นจะมีการยืดปล้องขึ้นอย่างรวดเร็ว มีจุดกำเนิดช่อดอกขึ้นภายในลำต้นและจะมีการเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ จนถึงช่วงต่อไป

จ) ระยะตั้งท้อง เมื่อช่อดอกเริ่มเติบโตและพัฒนาขึ้นจนสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 30 วัน จากนั้นจะเข้าสู่ช่วงที่ข้าวออกรวง และดอกข้าวจะบานภายหลังจากการออกรวงแล้วประมาณ 1 วัน

ฉ) ระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ เกิดขึ้นภายหลังจากการผสมเกสรและมีการเจริญเติบโตขึ้นของรังไข่ที่ได้รับการผสม ใช้เวลาประมาณ 7–10 วัน ข้าวจะเริ่มมีการเก็บอาหารที่สังเคราะห์แสงเอาไว้ในรูปของแป้งเหลวที่เรียกว่าน้ำนมข้าว ใช้เวลาหลังจากนี้อีกสิบวันแป้งก็จะเริ่มแข็งตัวและมีความใสมากขึ้นจนกลายเป็นเมล็ดสุกที่พร้อมสำหรับการเก็บเกี่ยวใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 25–30 วัน

3.2.1 การปลูกข้าวและการดูแปลงทดลองในศูนย์วิจัยข้าว

ศูนย์วิจัยข้าว กรมการข้าว ดำเนินงานภารกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิจัยและพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อการสร้างความเข้มแข็งให้กับการดำเนินภารกิจด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการวิจัย ศูนย์วิจัยข้าวได้ทำแปลงทดลองและแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์สองฤดู คือ ฤดูนาปี และฤดูนาปรัง โดยปกติฤดูนาปี จะปลูกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม และฤดูนาปรังจะปลูกในช่วงพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม สำหรับแปลงทดสอบในการวิจัยครั้งนี้จะปลูกในฤดูนาปรัง ปี 2561 โดยมีการปลูกข้าวและการดูแลแปลงทดสอบในศูนย์วิจัยข้าว ดังนี้

1) พันธุ์ข้าวและปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวที่ปลูกในแปลงทดลองจะเป็นพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับพื้นที่ เช่น ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา และสถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ (ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี) จะปลูกพันธุ์กข43 โดยศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทราใช้วิธีการปักดำ อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัม ส่วนสถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติใช้วิธีการหว่านน้ำตมใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่

2) ขั้นตอนการทำแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว

2.1) การเตรียมดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ศูนย์วิจัยข้าวจะปล่อยให้เมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นในแปลงนามีเวลางอกเป็นต้นข้าว เพื่อลดปัญหาข้าวเรื้อ แล้วจึงไถดะ แล้วปล่อยน้ำเข้าพอให้ดินชุ่มอยู่เสมอประมาณ 5 - 10 วัน เพื่อให้เมล็ดวัชพืช งอกขึ้นมาเป็นต้นอ่อนเสียก่อนจึงปล่อยน้ำเข้านา แล้วทำการไถแปรและคราด หรือใช้ลูกทุบ หรือเครื่องไถพรวนจอบหมุน 1 - 2 ครั้ง โดยทิ้งระยะห่างกันประมาณ 4 - 5 วัน หลังจากไถดะไถแปร และคราดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขังน้ำไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ เมื่อคราดแล้วจึงระบายน้ำออกและปรับเทือกให้สม่ำเสมอ สำหรับผู้ที่ใช้ลูกทุบหรืออีขลุก ย่ำฟางข้าวให้จมลงไปในดินแทนการไถ หลังจากย่ำ

แล้วควรเอาน้ำแช่ไว้ ให้ฟางเน่าเปื่อยจนหมดความร้อนเสียก่อน อย่างน้อย 3 อาทิตย์ แล้วจึงย่ำใหม่หลังจากนั้นจะทำการปรับพื้นที่นาหรือการปรับเทือกให้สม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถควบคุมน้ำได้สะดวก ส่งผลให้การงอกของข้าวดีเติบโตสม่ำเสมอ เพราะเมล็ดข้าวมักจะตายถ้าตกลงไปในแอ่งหรือหลุมที่มีน้ำขัง นอกจากนั้นการปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ ยังช่วยควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืช ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการทำนาหว่านน้ำตมอีกด้วย การปรับพื้นที่ทำเทือก ควรทำก่อนหว่านข้าวหนึ่งวัน เพื่อให้ตะกอนตกดีเสียก่อน แล้วทำการแบ่งอาจใช้วิธีแหวกร่องหรือใช้ไหกระเทียมผูกเชือกลากให้เป็นร่อง เพื่อให้น้ำตกลงจากแปลงให้หมด และร่องนี้ยังใช้เป็นทางเดินระหว่างหว่านข้าว หว่านปุ๋ย และพ่นสารเคมีได้ตลอดแปลง

2.2) การเตรียมเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยข้าวใช้ทดสอบเป็นพันธุ์ชั้นพันธุ์หลักที่มีความบริสุทธิ์สูง ปราศจากสิ่งเจือปน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง (ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) ปราศจากการทำลายของโรคและแมลง ซึ่งมีวิธีการเตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับนาหว่านน้ำตมและเตรียมต้นกล้าพันธุ์สำหรับนาดำตามลักษณะวิธีการปลูกดังนี้

2.2.1) การเตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับนาหว่านน้ำตม การแช่และหุ้มเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดข้าวที่ได้เตรียมไว้บรรจุในภาชนะเช่น ตะกร้าไม้ไผ่สาน กระสอบป่านหรือ ถุงผ้า ไปแช่ในน้ำสะอาด นานประมาณ 12-24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ขึ้นมาวางบนพื้นที่น้ำไม่ขัง และมีการถ่ายเทอากาศดี นำกระสอบป่านชุบน้ำจนชุ่มมาหุ้มเมล็ดพันธุ์โดยรอบ รดน้ำทุกเช้าและเย็น เพื่อรักษาความชุ่มชื้นในการหุ้มเมล็ดพันธุ์นั้น วางเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่ร่ม ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง และขนาดของกองเมล็ดพันธุ์ต้องไม่โตมากเกินไป หรือบรรจุถุงขนาดใหญ่เกินไป เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนสูงในกองหรือถุงข้าว เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปเมล็ดพันธุ์ข้าวจะตาย ถ้าอุณหภูมิพอเหมาะข้าวจะงอกเร็วและสม่ำเสมอกันตลอดทั้งกอง หุ้มเมล็ดพันธุ์ไว้นานประมาณ 30-48 ชั่วโมง เมล็ดข้าวจะงอกขนาด “ตุ่มตา” (มียอดและรากเล็กน้อยโดยรากจะยาวกว่ายอด) พร้อมที่จะนำไปหว่านได้

2.2.2) การเตรียมต้นกล้าพันธุ์สำหรับนาดำ จะมีหลายขั้นตอนกว่าการเตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับนาหว่าน้ำตม

(1) ขั้นตอนการเพาะกล้าในถาดรถดำนา โดยใส่วัสดุเพาะ เช่น ขี้เถ้าแกลบ หรือดินละเอียด ลงในถาดเพาะกล้าให้วัสดุเพาะมีความสูงประมาณ 20 - 23 มิลลิเมตร (จากก้นถาด) โดยทำการปาดให้วัสดุเพาะมีความสม่ำเสมอ แล้วรดน้ำให้ชุ่ม (ประมาณ 1 - 1.5 ลิตรต่อถาด) โรยเมล็ดพันธุ์ที่ได้เตรียมไว้ลงไปประมาณถาดละ 180 - 220 กรัมต่อถาด จากนั้นโรยวัสดุเพาะปิดหน้าประมาณ 3 - 5 มิลลิเมตร ซ้อนถาดบ่มไว้ในที่ร่มประมาณ 2 คืน (36 - 48 ชม.) กล้าจะเริ่มงอกเป็นสีขาวๆ ย้ายถาดที่บ่มไว้แล้ว ไปแผ่ถาดในแปลงอนุบาลกล้า ที่มีความชื้นแต่ยังไม่ต้องใส่น้ำในแปลงจนเย็นวันที่ 3 ค่อยใส่น้ำลงแปลงระดับความสูงของน้ำครึ่งขอบถาดเพาะกล้าการเตรียมเมล็ดพันธุ์

(2) ขั้นตอนการดูแลแปลงเพาะกล้า หมั่นคอยดูแลรักษาระดับน้ำในแปลงเพาะให้มีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการขาดน้ำของกล้าข้าว ซึ่งอาจจะทำให้กล้าข้าวชะงักการเจริญเติบโตและตายได้ หมั่นตรวจโรคและแมลง ในช่วงเช้าทุกวันเพื่อจะได้ป้องกันรักษาได้ทันท่วงที ข้าวเจ้าจะใช้ระยะเวลาในการเพาะกล้าที่เหมาะสมที่สุดคือประมาณ 18 - 19 วัน

(3) การเตรียมกล้าให้พร้อมสำหรับการปักดำ เมื่อกล้าเจริญเติบโตจนพร้อมปักดำ ก่อนจะนำกล้าออกจากแปลงเพาะเพื่อนำไปปักดำ ต้องมีการระบาดน้ำออกปล่อยให้แปลงเพาะกล้าแห้ง ประมาณ 2 - 3 วัน เพื่อบังคับให้กล้ามีความแกร่ง ต้นและรากมีความเหนียวไม่หักเสียหายได้ง่าย ในขณะเคลื่อนย้ายและปักดำ

3) การดูแลรักษา หลังจากหว่านเมล็ดพันธุ์หรือปักดำได้ 7 - 8 วัน จะป้องกันวัชพืชในนาข้าวโดยการฉีดยาคุมวัชพืช เมื่อข้าวอายุได้ 30 วัน เริ่มใส่ปุ๋ยครั้งแรกสูตร 16-20-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่สองเมื่อข้าวอายุได้ 60 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ผสมกับปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 อัตราส่วน 2 : 1 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ตามคำแนะนำของกรมการข้าว ระหว่างนั้นหากมีแมลงศัตรูพืชรบกวน ก็อาจมีการใช้ยาควบคุมแมลงศัตรูพืช ชนิดของยาและอัตราส่วนที่ใช้ ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงและปริมาณที่ระบาด

4) การตรวจตัดพันธุ์ปนการกำจัดพันธุ์อื่นปนแปลงข้าว ศูนย์วิจัยข้าวจะมีการตรวจและกำจัดพันธุ์ปนที่ละเอียดตามหลักวิชาการ เมื่อเมล็ดข้าวงอกและเจริญเติบโตต้องสำรวจข้าวในแปลงนา เพื่อตรวจสอบข้าวพันธุ์อื่นปน และกำจัดข้าวปนใน 5 ระยะดังนี้

4.1) ระยะกล้า ตรวจดูลักษณะของสีของลำต้นและใบ ขนาดของใบและความสูงของต้น หากพบต้นผิดปกติให้ถอนทิ้งทันที

4.2) ระยะแตกกอ ตรวจดูลักษณะการแตกกอ การชูใบ สีของลำต้นและใบ ขนาดของใบ และความสูงของต้น หากพบต้นผิดปกติให้ถอนทิ้งทันที

4.3) ระยะออกดอก ตรวจดูระยะเวลาการออกดอก (ก่อนหรือหลัง) ลักษณะของดอก สีของดอกและเกสรตัวผู้ และความสูงของต้น ถ้าพบต้นผิดปกติให้ตัดทิ้ง

4.4) ระยะโน้มรวง ตรวจดูลักษณะและสีของเมล็ดข้าวและลักษณะการโน้มรวง ถ้าพบผิดปกติให้ตัดทิ้ง

4.5) ระยะสุกแก่หรือก่อนเก็บเกี่ยว ตรวจดูลักษณะต่างๆ เช่นขนาดและสีของเมล็ดข้าวและลักษณะการสุกแก่ ถ้าพบผิดปกติให้ตัดทิ้ง

5) การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการเพื่อให้ได้ข้าวเปลือกที่มีคุณภาพของศูนย์วิจัยข้าวนั้น ให้หมั่นเดินสำรวจแปลงนาเมื่อข้าวเริ่มออกดอก เพื่อพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว และให้เก็บเกี่ยวได้เมื่อรวงข้าวอายุ 25 วัน ถึง 35 วัน หลังต้นข้าวในแปลงนาออกดอก 80% ของต้นข้าว หรือเมล็ดข้าวในรวงสุกเหลืองไม่น้อยกว่าสามในสี่ส่วนของรวง หรือเมื่อเมล็ดมีความชื้น 20-25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว

การเก็บเกี่ยวและการนวดข้าวควรดำเนินการดังนี้

5.1) วางแผนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม โดยกำหนดวันเก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูลการเก็บเกี่ยว โดยนัดรถเก็บเกี่ยว หรือนัดแรงงานคนที่จะเก็บเกี่ยวให้พร้อมเพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวได้ทันตามกำหนด

5.2) ระบายน้ำออกจากแปลงก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 7 - 10 วัน เพื่อให้ข้าวสุกแก่อย่างสม่ำเสมอ

5.3) การเก็บเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด ต้องทำความสะอาดเครื่องเกี่ยวนวดก่อนใช้งานทุกครั้ง เพื่อกำจัดข้าวพันธุ์อื่นที่ตกค้างในเครื่องและ/หรือ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีข้าวพันธุ์อื่นตกค้างอยู่ในเครื่อง

5.4) กรณีที่ใช้รถแทรกเตอร์/ แรงงานคนในการขนย้ายข้าว ต้องทำความสะอาดก่อนทำการขนย้าย รวมถึงลานตากข้าวให้สะอาดปราศจากเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นตกค้างอยู่บนลานตาก

3.2.2 การปลูกข้าวและการดูแลแปลงนาข้าวของเกษตรกร ในโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

ประเทศไทยมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำสายหลักไหลผ่านทั่วทั้งประเทศ ประกอบกับมีร่องลมมรสุมพัดผ่านที่เหมาะสมเกษตรกรรม ทำให้ไทยปลูกข้าวได้ทั่วทุกภาคของประเทศ มีปริมาณผลผลิตตลอดทั้งปี ส่งผลให้ไทยสามารถส่งออกข้าวได้เป็นอันดับต้นๆของโลก ทำรายได้ทางเศรษฐกิจเข้าประเทศเป็นจำนวนมาก

การทำนามีสองฤดู คือ ฤดูนาปี และฤดูนาปรัง โดยการปลูกข้าวควรปลูกในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับพันธุ์ข้าวแต่ละชนิด ควรหลีกเลี่ยงช่วงเวลาปลูกที่ข้าวออกดอกในสภาพอุณหภูมิที่หนาวจัดหรือร้อนจัด และควรหลีกเลี่ยงการปลูกที่ต้องเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฝนชุก (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มปลูกข้าวนาปี และนาปรัง ที่อาศัยการชลประทาน

ภาค	ช่วงฤดูนาปี	ช่วงฤดูนาปรัง
เหนือ	พฤษภาคม - กรกฎาคม	ธันวาคม - มกราคม
ตะวันออกเฉียงเหนือ	พฤษภาคม - กรกฎาคม	ธันวาคม - กุมภาพันธ์
กลาง	มิถุนายน - สิงหาคม	พฤศจิกายน - เมษายน
ใต้ฝั่งตะวันออก	สิงหาคม - กันยายน	มีนาคม- พฤษภาคม
ใต้ฝั่งตะวันตก	มิถุนายน - สิงหาคม	มกราคม - เมษายน

ที่มา: กรมการข้าว

สำหรับการปลูกและการดูแลแปลงนาข้าวของเกษตรกร ในโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ มีดังนี้

1) พันธุ์ข้าวและปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ที่ใช้ปลูกข้าวนาปรัง เป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างแน่นอน เมื่อต้นข้าวอายุครบถึงระยะเวลาออกดอกข้าวพันธุ์นี้จะออกดอกได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยช่วงแสงเป็นตัวกำหนด ทำให้ข้าวชนิดนี้สามารถปลูกได้ตลอดปี แต่เกษตรกรมักจะเรียกว่าข้าวนาปรัง ปลูกได้ทั้งในฤดูนาปี ที่อาศัยน้ำฝน และในช่วงฤดูแล้งที่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน ปัจจุบันมีการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงต้านทานโรคและแมลงมากขึ้น ที่เกษตรกรนิยมปลูก ได้แก่ ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 พิษณุโลก 60 กข31 กข41 กข49 และ กข57 เป็นต้น ส่วนปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์จะจำแนกตามวิธีการปลูกโดยวิธีการปักดำ วิธีการหว่านน้ำตม และวิธีการหว่านข้าวแห้ง ควรใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์ดังนี้

1.1) ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สำหรับวิธีการปักดำ

1.1.1) อัตรา 5 - 7 กิโลกรัมต่อไร่ ในการตกกล้าสำหรับวิธีปักดำด้วยแรงงานคน

1.1.2) อัตรา 10 - 15 กิโลกรัมต่อไร่ ในการตกกล้ากระบะถาดรถดำ สำหรับวิธีการปักดำด้วยเครื่องจักร

1.1.3) อัตรา 10 - 20 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับวิธีหว่านน้ำตมและวิธีหว่านข้าวแห้ง

1.2) ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สำหรับวิธีหว่านน้ำตมและวิธีหว่านข้าวแห้ง สามารถปรับให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และศัตรูพืชที่มีผลต่อข้าว ถ้าพื้นที่นามีสภาพราบเรียบสม่ำเสมอดี ไม่มีนก หนู และไม่มีปัญหาเรื่องวัชพืช สามารถใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์อัตราต่ำ คือ 10 กิโลกรัมต่อไร่

2) ขั้นตอนการทำนาของเกษตรกร โดยจำแนกตามวิธีการทำนาของเกษตรกร ดังนี้

2.1) การทำนาดำ เป็นวิธีการทำนาที่มีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะในแปลงที่เตรียมไว้ (แปลงกล้า) ให้งอกเป็นต้นกล้า แล้วถอนต้นกล้าไปปักดำในกระทงนาที่เตรียมไว้ และมีการดูแลรักษาจนให้ผลผลิต การทำนาดำนิยมในพื้นที่ที่มีแรงงานเพียงพอการทำนาดำ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.1) การเตรียมดินสำหรับการทำนา ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เช่น น้ำ ภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่ ตลอดจนแบบวิธีการทำนา และเครื่องมือการเตรียมดินที่แตกต่างกัน ซึ่งการเตรียมดินแยกได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ

(1) การย่ำหรือการปั่นโดยการย่ำ คือ การตีฟางหรือการพลิกหน้าดินเพื่อกำจัดวัชพืชให้ย่อยสลายโดยใช้รถไถเดินตาม ส่วนการปั่น คือ การตีฟางหรือการพลิกหน้าดินเพื่อกำจัดวัชพืชให้ย่อยสลายโดยใช้รถแทรกเตอร์ติด Rotary

(2) การคราดหรือการลูบเทือก คือ การทำให้พื้นที่ราบเรียบพร้อมที่จะปักดำได้ รวมทั้งชักร่องน้ำเพื่อขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำต่อจากขั้นตอนที่ 1 และขังน้ำไว้ระยะหนึ่ง เพื่อให้มีสภาพดินที่เหมาะสมในการคราด โดยใช้ลูกทุบหรือเครื่องไถพรวนจอบหมุน (Rotary)

ข้อควรระวังในการเตรียมดิน

(1) ควรปล่อยให้ดินนามีโอกาสแห้งสนิท เป็นระยะเวลานานพอสมควร และถ้าสามารถไถพลิกดินล่างขึ้นมาตากให้แห้งได้ก็จะดียิ่งขึ้น ถ้าดินเปียกน้ำติดต่อกันโดยไม่มีโอกาสแห้ง จะเกิดการสะสมของสารพิษ เช่นแก๊สไข่เน่า (ไฮโดรเจนซัลไฟด์) และกรดอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งถ้าสารเหล่านี้มีปริมาณมากก็จะเป็นอันตรายต่อรากข้าวได้

(2) ควรมีการหมักฟาง หญ้ารวมทั้งอินทรียวัตถุเพื่อให้สลายตัวสมบูรณ์ ประมาณ 2 สัปดาห์ หลังการไถเตรียมดิน เพื่อให้ ดินปรับตัวอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว และสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นออกมาให้แก่ต้นข้าว

(3) ดินกรดจัดหรือดินเปรี้ยวจัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ (pH ต่ำกว่า 4.0) ควรขังน้ำไว้อย่างน้อย 1 เดือน ก่อนปักดำข้าว เพื่อให้ปฏิกิริยาต่างๆ ตลอดจนความเป็นกรดของดินลดลงสู่สภาวะปกติ และค่อนข้างเป็นกลางเสียก่อน ดินกลุ่มนี้ถ้ามีการขังน้ำตลอดปี หรือมีการทำนาปีละ 2 ครั้ง ก็จะเป็นการลดสภาวะความเป็นกรดของดิน และการเกิดสารพิษลงได้ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตของข้าวสูงขึ้น

2.2.2) การเตรียมต้นกล้า เมื่อนำไปปักดำก็จะได้ข้าวที่เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และมีโอกาสให้ผลผลิตสูง ต้นกล้าที่แข็งแรงดีต้องมีการเจริญเติบโตและความสูงสม่ำเสมอทั้งแปลง มีกาบใบสั้น มีรากมากและรากขนาดใหญ่ ไม่มีโรคและแมลงทำลาย

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ ต้องเป็นเมล็ดพันธุ์ที่บริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งเจือปน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง (ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) ปราศจากการทำลายของโรคและแมลง การแช่และหุ้มเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดข้าวที่ได้เตรียมไว้บรรจุในภาชนะเช่นตะกร้าไม้ไผ่สาน กระสอบป่านหรือ ถุงผ้า ไปแช่ในน้ำสะอาด นานประมาณ 12 - 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ขึ้นมาวางบนพื้นที่น้ำไม่ขัง และมีการถ่ายเทอากาศดี นำกระสอบป่านชุบน้ำจนชุ่มมาหุ้มเมล็ดพันธุ์โดยรอบ รดน้ำทุกเช้าและเย็น เพื่อรักษาความชุ่มชื้นในการหุ้มเมล็ดพันธุ์ไว้นานประมาณ 30 - 48 ชั่วโมง เมล็ดข้าวจะงอกขนาด “ตุ่มตา” (มียอดและรากเล็กน้อยโดยรากจะยาวกว่ายอด) พร้อมที่จะนำไปหว่านได้ ทั้งนี้ควรวางเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่ร่ม ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง และขนาดของกองเมล็ดพันธุ์ต้องไม่โตมากเกินไป หรือบรรจุถุงขนาดใหญ่เกินไป เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนสูงในกองหรือถุงข้าว เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปเมล็ดพันธุ์ข้าวจะตาย ถ้าอุณหภูมิพอเหมาะข้าวจะงอกเร็ว และสม่ำเสมอกันตลอดทั้งกอง

การตกกล้า การตกกล้ามีหลายวิธีการ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัตถุประสงค์ เช่น การตกกล้าบนดินเปียก (ทำเทือก) การตกกล้าบนดินแห้ง และการตกกล้าใช้กับเครื่องปักดำข้าว โดยการตกกล้าในสภาพเปียกหรือการตกกล้าเทือก เป็นวิธีที่ชาวนาคุ้นเคยกันดี การตกกล้าแบบนี้จะต้องมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่เสมอ การดูแลรักษาไม่ยุ่งยากและความสูญเสียจากการทำลายของศัตรูข้าวมีน้อย มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

(1) การเตรียมดิน ปฏิบัติเช่นเดียวกับแปลงปักดำ แต่เพิ่มความพิถีพิถันมากขึ้นในการเก็บกำจัดวัชพืช และปรับระดับเทือกให้ราบเรียบสม่ำเสมอ

(2) การเพาะเมล็ดพันธุ์ ปฏิบัติตามขั้นตอนของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ การแช่และหุ้มเมล็ดพันธุ์ โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 50-60 กรัมต่อตารางเมตร หรือประมาณ 80-90 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้กล้าสำหรับปักดำได้ประมาณ 15-20 ไร่

(3) การหว่านเมล็ดพันธุ์ ปล่อยน้ำแปลงกล้าให้แห้ง ทำเทือกให้ราบเรียบสม่ำเสมอ นำเมล็ดพันธุ์ที่เพาะงอกดีแล้วมาหว่านให้กระจายสม่ำเสมอตลอดแปลง ควรหว่านเมล็ดพันธุ์ตอนบ่ายหรือตอนเย็น เพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดตอนเที่ยงซึ่งมีความร้อนแรงมาก อาจทำให้เมล็ดข้าวตายได้

(4) การให้น้ำ ถ้าตกกล้าไม่มากนัก หลังจากหว่านเมล็ดพันธุ์แล้วหนึ่งวัน สาดน้ำรดให้กระจายทั่วแปลง ประมาณ 3-5 วัน กล้าจะสูงพอที่ไขน้ำเข้าท่วมแปลงได้ แต่ถ้าตกกล้ามาก ไม่สามารถที่จะสาดน้ำรดได้ ให้ปล่อยน้ำหล่อเลี้ยงระหว่างแปลงย่อย ประมาณ 3-5 วัน เมื่อต้นกล้าสูงจึงไขน้ำเข้าท่วมแปลงและค่อยเพิ่มระดับขึ้นเรื่อยๆ ตามความสูงของต้นกล้าจนน้ำท่วมผิวดินตลอด ให้หล่อเลี้ยงไว้ในระดับลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร จนกว่าจะถอนกล้าไปปักดำ

(5) การใส่ปุ๋ยเคมี ถ้าดินแปลงกล้ามีความอุดมสมบูรณ์สูง กล้างามดีก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย เพราะจะงามเกินไป ใบจะยาว ต้นอ่อน ทำให้ถอนแล้วต้นขาดง่ายและตั้งตัวได้ช้าเมื่อนำไปปักดำ แต่ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ให้ใส่ปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมฟอสเฟต (16-20-0) อัตราประมาณ 25 - 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่หลังหว่านเมล็ดพันธุ์แล้วประมาณ 7 วัน หรือเมื่อสามารถไขน้ำเข้าท่วมแปลงได้แล้ว

(6) การดูแลรักษา ใช้สารป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูข้าวตามความจำเป็น

(7) การปักดำจับละ 3-5 ต้น ปักดำลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร จะทำให้ข้าวแตกกอใหม่ได้เต็มที่ การปักดำลึกจะทำให้ข้าวตั้งตัวได้ช้าและแตกกอได้น้อย ไม่ควรตัดใบกล้าเพราะการตัดใบกล้าจะทำให้เกิดแผลที่ใบ จะทำให้โรคเข้าทำลายได้ง่าย ควรตัดใบกรณีที่จำเป็นจริงๆ เช่น ใช้กล้าอายุมาก มีใบยาว ต้นสูง หรือมีลมแรง เมื่อปักดำแล้วจะทำให้ต้นข้าวล้ม

สำหรับระยะปักดำนั้นขึ้นกับชนิดและพันธุ์ข้าว ดังนี้

- พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงหรือข้าวนาปี เช่น เหลืองประทิว 123 ขาวดอกมะลิ 105 กข15 กข6 ปทุมธานี 60 ควรใช้ระยะปักดำ 25x25 เซนติเมตร

- พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงหรือข้าวนาปรัง เช่นพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 และสันป่าตอง 1 ควรใช้ระยะปักดำระหว่างแถวและระหว่างกอ 20x20 เซนติเมตร หรือ 20x25 เซนติเมตร

(8) อายุกล้า การใช้กล้าอายุที่เหมาะสม จะทำให้ข้าวตั้งตัวเร็ว แตกกอได้มาก และให้ผลผลิตสูง อายุกล้าที่เหมาะสมสำหรับปักดำ ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าว ดังนี้

- พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงหรือข้าวนาปี เช่น เหลืองประทิว 123 ขาวดอกมะลิ105 กข15 กข6 ปทุมธานี 60 ควรใช้กล้าที่มีอายุประมาณ 25-30 วัน

- พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงหรือข้าวนาปรัง เช่นพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 ควรใช้กล้าที่มีอายุประมาณ 20-25 วัน

(9) ระดับน้ำในการปักดำ ควรมีระดับน้ำในนาน้อยที่สุด เพียงแค่คลุมผิวดิน เพื่อป้องกันวัชพืชและประคองต้นข้าวไว้ไม่ให้ล้ม การควบคุมระดับน้ำหลังปักดำก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะระดับน้ำลึกจะทำให้ต้นข้าวแตกกอน้อย ซึ่งจะทำให้ผลผลิตต่ำ ควรควบคุมให้อยู่ในระดับลึกประมาณ 1 ฝ่ามือ (10 เซนติเมตร)

2.2) การทำนาหว่าน เป็นการปลูกข้าวโดยการหว่านเมล็ดลงไปในนาที่เตรียมพื้นที่ไว้แล้วโดยตรง เป็นวิธีการที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากประหยัดแรงงานและเวลาการทำนาหว่าน แบ่งเป็น 2 วิธี ดังนี้

2.2.1) นาหว่านข้าวแห้ง เป็นการหว่านเมล็ดข้าวเพื่อคอยฝน และมีชื่อเรียกปลีกย่อยไปตามวิธีปฏิบัติ คือ

(1) การหว่านสำรวย เป็นการหว่านเมล็ดข้าวแห้งในสภาพดินแห้ง เนื่องจากฝนยังไม่ตก โดยหลังจากการไถแปรครั้งสุดท้ายแล้วหว่านเมล็ดข้าวลงไปโดยไม่ต้องคราดกลบ เมล็ดจะตกลงไปอยู่ใน

ระหว่างก้อนดิน เมื่อฝนตกลงมาเมล็ดข้าวจะงอกขึ้นมา ในบางพื้นที่หลังจากการหว่านข้าวแห้งแล้วมีการคราดกลบหรือไถกลบ

(2) การหว่านหลังขี้ไถ เป็นการหว่านในสภาพที่มีฝนตกลงมา และน้ำเริ่มจะขังในกระทงนา เมื่อไถแปรแล้วก็หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวตามหลัง แล้วคราดกลบทันที

2.2.2) นาหว่านข้าวงอกหว่านน้ำตม โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ถูกเพาะให้งอก มีขนาดตุ่มตา (มีรากงอกประมาณ 1-2 มิลลิเมตร) ไปหว่านลงในกระทงนา ซึ่งมีการเตรียมดินจนเป็นเทือก แยกเป็นการหว่านหนีน้ำ ทำในนาน้ำฝน เนื่องจากการหว่านข้าวแห้งหรือทำการตกกล้าไม่ทันเมื่อฝนมามาก หลังจากเตรียมดินเป็นเทือกดีแล้ว ก็หว่านข้าวที่เพาะจนงอก ลงไปในกระทงนาที่มีน้ำขังอยู่มากจึงเรียกว่า นาหว่านน้ำตม ทั้งนี้ถ้าเป็นนาในเขตชลประทาน หรือนาในเขตที่มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ การทำนาในสภาพนี้มักจะให้ผลผลิตสูง หลังจากเตรียมดินเป็นเทือกดีแล้วระบายน้ำออกหรือให้เหลือน้ำขังบนผืนนาน้อยที่สุด นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่งอกขนาด “ตุ่มตา” หวานลงไป แล้วคอยดูแลควบคุมการให้น้ำ มักจะเรียกการทำนาแบบนี้ว่า “การทำนาน้ำตมแผนใหม่”

การหว่านน้ำตม จะให้ได้ผลดีนั้นจะต้องปรับพื้นที่นาให้สม่ำเสมอ มีคันนาล้อมรอบและสามารถควบคุมน้ำได้ การเตรียมดินก็ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเตรียมดินในนาดำ หลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้วควรปล่อยให้เมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นในนามีเวลางอกเป็นต้นข้าว เพื่อลดปัญหาข้าวเรื้อ หรือข้าววัชพืชในนาแล้วจึงไถดะ แล้วปล่อยน้ำเข้าพอให้ดินชุ่มอยู่เสมอ ประมาณ 5-10 วัน เพื่อให้เมล็ดวัชพืช งอกขึ้นมาเป็นต้นอ่อนเสียก่อนจึงปล่อยน้ำเข้านา แล้วทำการไถแปรและคราด หรือใช้ลูกทุบ จะช่วยทำลายวัชพืชได้ หากทำเช่นนี้ 1-2 ครั้ง หรือมากกว่านั้น โดยทิ้งระยะห่างกันประมาณ 4-5 วัน หลังจากไถดะไถแปร และคราดเสร็จเรียบร้อยแล้วขังน้ำไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ เพื่อให้ลูกหญ้าที่เป็นวัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา ขาเขียด แห้วทรงกระเทียม ผักปอดและกกเล็ก เป็นต้น งอกเสียก่อน จึงคราดให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ลูกหญ้าจะหลุดลอยไปติดคันนาใต้ทางลม ก็จะสามารถช้อนออกได้หมด เป็นการทำลายวัชพืชวิธีหนึ่ง เมื่อคราดแล้วจึงระบายน้ำออกและปรับเทือกให้สม่ำเสมอ สำหรับผู้ที่ใช้ลูกทุบหรืออีขลุก ย่ำฟางข้าวให้จมลงไปในดินแทนการไถ หลังจากย่ำแล้วควรเอาน้ำแช่ไว้ให้ฟางเน่าเปื่อยจนหมดความร้อนเสียก่อน อย่างน้อย 3 อาทิตย์ แล้วจึงย่ำใหม่ เพราะแก๊สที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของฟางจะเป็นอันตรายต่อต้นข้าว จะทำให้รากข้าวดำไม่สามารถหาอาหารได้ หลังจากนั้นจึงระบายน้ำออกเพื่อปรับเทือก

การปรับพื้นที่นาหรือการปรับเทือกให้สม่ำเสมอ จะทำให้ควบคุมน้ำได้สะดวก การงอกของข้าวดีเติบโตสม่ำเสมอ เพราะเมล็ดข้าวมักจะตายถ้าตกลงไปในแอ่งหรือหลุมที่มีน้ำขัง เว้นแต่กรณีดินเป็นกรดจัดละอองดินตกตะกอนเร็วเท่านั้นที่ต้นข้าวสามารถขึ้นได้ แต่ถ้าแปลงใหญ่เกินไปจะทำให้น้ำเกิดคลื่นทำให้ข้าวหลุดลอยง่าย และข้าวรวมกันเป็นกระจุก ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นการปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ ยังช่วยควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืช ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการทำนาหว่านน้ำตมอีกด้วย การปรับพื้นที่ทำเทือกควรทำก่อนหว่านข้าวหนึ่งวันเพื่อให้ตะกอนตกดีเสียก่อน แล้วแบ่งกระทงนาออกเป็นแปลงย่อยๆ ขนาดกว้าง 3-5 เมตร ยาวตามความยาวของกระทงนา ทั้งนี้แล้วแต่ความสามารถของคนหว่าน ถ้าคนหว่านมีความชำนาญอาจแบ่งให้กว้าง การแบ่งอาจใช้วิธีแหวกร่อง หรือใช้ไหกระเทียมผูกเชือกลากให้เป็นร่องก็ได้ เพื่อให้น้ำตกลง

จากแปลงให้หมด และร่องนี้ยังใช้เป็นทางเดินระหว่างหว่านข้าว หว่านปุ๋ย และพ่นสารเคมีได้ตลอดแปลง โดยไม่ต้องเข้าไปในแปลงย่อยได้อีกด้วย

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) ตรวจความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ พิจารณาว่ามีเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นหรือเมล็ดวัชพืชปนหรือไม่ ไม่มีโรคหรือแมลงทำลาย รูปร่างเมล็ดมีความสม่ำเสมอ ถ้าพบว่ามีเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นหรือเมล็ดวัชพืชปน หรือมีโรค แมลงทำลายก็ไม่ควรนำมาใช้ทำพันธุ์

(2) การทดสอบความงอก โดยการนำเมล็ดข้าว จำนวน100 เมล็ด มาเพาะเพื่อดูเปอร์เซ็นต์ ความงอก อาจทำ 3-4 ซ้ำ เพื่อความแน่นอน เมื่อรู้ว่าเมล็ดงอกกี่เปอร์เซ็นต์จะได้ประมาณการปริมาณพันธุ์ข้าวที่ใช้ได้ถูกต้อง

(3) คัดเมล็ดพันธุ์ให้ได้เมล็ดที่แข็งแรง มีน้ำหนักเมล็ดดีที่เรียกว่าข้าวเต็มเมล็ด จะได้ต้นข้าวที่เจริญเติบโตแข็งแรง

อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการทำนาหว่านน้ำตม ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ กล่าวคือ ถ้ามีการเตรียมดินไว้ดี มีเทือกอ่อนนุ่ม พื้นดินปรับได้ระดับ เมล็ดที่ใช้เพียง 7- 8 กิโลกรัมหรือ 1 ถังต่อไร่ ก็เพียงพอที่จะทำให้ได้ผลผลิตสูง แต่ถ้าพื้นที่ปรับได้ไม่ดี การระบายน้ำทำได้ยาก รวมถึงอาจมีการทำลายของนกหนู หลังจากหว่าน เมล็ดที่ใช้หว่านควรมากขึ้น เพื่อชดเชยการสูญเสีย ดังนั้นเมล็ดที่ใช้ควรเป็นไร่ละ 15-20 กิโลกรัมปัจจุบันการปลูกข้าวในเขตภาคกลางส่วนมากจะปลูกโดยการหว่านน้ำตม โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 25 ถึง 30 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทั้งค่าเมล็ดพันธุ์ และการบริหารจัดการทั้งปุ๋ยเคมี สารเคมี อีกทั้งยังเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาโดยเฉพาะเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคแมลงระบาดและข้าวพันธุ์ปน (ข้าวดีดและข้าวเมล็ดแดง) ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจากการจ้างตัดพันธุ์ปน

การหว่านควรหว่านให้สม่ำเสมอทั่วแปลง ข้าวจะได้รับธาตุอาหาร แสงแดด และเจริญเติบโตสม่ำเสมอกัน ทำให้ได้ผลผลิตสูง โดยเดินหว่านในร่องแคบๆ ที่ทำไว้ เมล็ดพันธุ์ที่ใช้หว่านแต่ละแปลงย่อย ควรแบ่งออกเป็นส่วนๆ ตามขนาดและจำนวนแปลงย่อย เพื่อเมล็ดข้าวที่หว่านลงไปจะได้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง ในนาที่เป็นดินทรายมีตะกอนน้อยหลังจากทำเทือกแล้วควรหว่านทันที กักน้ำไว้หนึ่งคืนแล้วจึงระบายออก จะทำให้ข้าวงอกและจับดินดียิ่งขึ้น

การดูแลรักษาการทำนาหว่านน้ำตม จะต้องมีการดูแลให้ต้นข้าวงอกดีโดยพิจารณาถึง

(1) พันธุ์ข้าว การใช้พันธุ์ข้าวนาปีซึ่งมีลำต้นสูง ควรจะทำการหว่านข้าวให้ล่า ให้อายุข้าวจากหว่านถึงออกดอกประมาณ 70 - 80 วัน เนื่องจากความยาวแสงจะลดลง จะทำให้ต้นข้าวเตี้ยลง เนื่องจากถูกจำกัดเวลาในการเจริญเติบโตทางต้นและทางใบ ทำให้ต้นข้าวแข็งขึ้นและไม่ล้มง่าย สำหรับข้าวที่ไม่ไวแสงหรือข้าวนาปรังไม่มีปัญหา เพียงแต่กะระยะให้เก็บเกี่ยวในระยะฝนทิ้งช่วง หรือหมดฝน หรือหลีกเลี่ยงไม่ให้ข้าวบางพันธุ์ เช่น ปทุมธานี 1 ออกดอกในฤดูหนาว

(2) ระดับน้ำ การจะผลผลิตข้าวให้ได้ผลผลิตสูงการควบคุมระดับน้ำเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะตั้งแต่เริ่มหว่านจนข้าวแตกกอ ระดับน้ำไม่ควรเกิน 5 เซนติเมตร เมื่อข้าวแตกกอเต็มที่ ระดับน้ำอาจเพิ่มสูงขึ้นได้ เพื่อจะได้ไม่ต้องสูบน้ำบ่อยๆ แต่ไม่ควรเกิน 10 เซนติเมตร เพราะถ้าระดับน้ำสูงจะทำให้ต้นข้าวที่

แตกกอเต็มที่แล้ว เพิ่มความสูงของต้น และความยาวของใบ โดยไม่ได้ประโยชน์อะไร เป็นเหตุให้ต้นข้าวล้ม เกิดการทำลายของโรคและแมลงได้ง่าย

(3) การใส่ปุ๋ย ต้องใส่ปุ๋ยให้ถูกต้องตามระยะเวลาที่ข้าวต้องการ จำนวนที่พอเหมาะจึงจะให้ผลคุ้มค่า

(4) การควบคุมวัชพืช วัชพืชเป็นปัญหาใหญ่ในการทำนาหว่านน้ำตม การปรับระดับพื้นที่ให้ราบเรียบสม่ำเสมอและการควบคุมระดับน้ำจะช่วยลดประชากรวัชพืชได้ส่วนหนึ่ง ถ้ายังมีวัชพืชในปริมาณสูงจำเป็นต้องใช้สารเคมี

(5) การป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าว ปฏิบัติเหมือนการทำนาดำ

2.3) ขั้นตอนการทำนาดำโดยใช้เครื่องจักรกล เป็นวิธีการทำนาที่มีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะในในกระบะเพาะกล้า (ถาดเพาะกล้าสำหรับรถดำนา) ให้งอกเป็นต้นกล้า เมื่ออายุกล้าไม่เกิน 18 วัน นำกล้าที่เพาะไปปักดำโดยใช้เครื่องจักร และมีการดูแลรักษาจนให้ผลผลิต การทำนาดำโดยใช้เครื่องจักรกลนิยมในพื้นที่ที่มีการขาดแคลนแรงงาน และต้องการปลูกขยายพันธุ์เพื่อเป็นเมล็ดพันธุ์ หรือปรับเปลี่ยนพันธุ์ข้าวปลูก สะดวกต่อการตรวจตัดพันธุ์ปน และการระบาดของโรคและแมลงได้ระดับหนึ่งเนื่องจากต้นที่ปักดำเป็นแถวเป็นแนว

2.4) ขั้นตอนการทำนาหยอดโดยใช้เครื่องโรยเมล็ด เนื่องจากปัญหาของการปักดำเครื่องจักรปักดำมีต้นทุนสูง (1,200-1,400 บาท/ไร่) และล่าช้าในการจองคิวปักดำ เกษตรกรจึงหันมาปลูกข้าวโดยการหว่านด้วยเครื่องพ่นหว่านเพื่อลดต้นทุนและอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ แต่การปลูกข้าวด้วยเครื่องพ่นหว่าน การดูแลรักษาค่อนข้างลำบาก เพราะต้นข้าวขึ้นไม่เป็นแถวเป็นแนว กรมการข้าวได้ขอใช้ลิขสิทธิ์เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวรุ่นดัดแปลงสำหรับนาน้ำตมจากบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร นำมาส่งเสริมให้เกษตรกรปรับใช้กับโครงการส่งเสริมการทำนาเชิงอุตสาหกรรมครบวงจรในพื้นที่แปลงใหญ่ ในเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 8 ถึง 10 กิโลกรัมไร่ สำหรับการดูแลเหมือนกับการทำนาหว่านข้าวงอก (หว่านน้ำตม)

3) การตรวจตัดพันธุ์ปนการกำจัดพันธุ์อื่นปนแปลงข้าว ถ้าเป็นแปลงของเกษตรกรจะมีการตรวจและกำจัดพันธุ์ปนขึ้นอยู่กับสภาพแปลงนาและต้นทุนของเกษตรกร เพราะถ้าตามหลักวิชาการต้องตรวจพันธุ์ปน 5 ระยะ แต่เกษตรกรโดยส่วนใหญ่จะไม่ได้ตรวจพันธุ์ปนในระยะกล้าเพราะใช้แรงงานมาก และจะตรวจพันธุ์ปนไม่เกินจำนวน 3 ระยะ ตั้งแต่ระยะออกดอกถึงระยะสุกแก่เพราะสามารถมองเห็นพันธุ์ปนได้ชัดเจน โดยตรวจพันธุ์ปน 3 ระยะดังนี้

3.1) ระยะออกดอก ตรวจดูระยะเวลาการออกดอก (ก่อนหรือหลัง) ลักษณะของดอก สีของดอกและเกสรตัวผู้ และความสูงของต้น ถ้าพบต้นผิดปกติให้ตัดทิ้ง

3.2) ระยะโน้มรวง ตรวจดูลักษณะและสีของเมล็ดข้าวและลักษณะการโน้มรวง ถ้าพบผิดปกติให้ตัดทิ้ง

3.3) ระยะสุกแก่หรือก่อนเก็บเกี่ยว ตรวจดูลักษณะต่างๆ เช่นขนาดและสีของเมล็ดข้าวและลักษณะการสุกแก่ ถ้าพบผิดปกติให้ตัดทิ้ง

4) การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการเพื่อให้ได้ข้าวเปลือกที่มีคุณภาพเมื่อข้าวเริ่มออกดอก ให้หมั่นเดินสำรวจแปลงนา เพื่อพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว และให้เก็บเกี่ยวได้เมื่อรวงข้าวอายุ 25 วัน ถึง 35 วัน หลังต้นข้าวในแปลงนาออกดอก 80% ของต้นข้าว หรือเมล็ดข้าวในรวงสุกเหลืองไม่น้อยกว่าสามในสี่ส่วนของรวง หรือเมื่อเมล็ดมีความชื้น 20 - 25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว การเก็บเกี่ยวและการนวดข้าวดำเนินการคล้ายคลึงกันตามหลักวิชาการ แต่จะปรับตามสภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลานั้น

4.1) วางแผนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม โดยกำหนดวันเก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูลการเก็บเกี่ยว โดยนัดรถเก็บเกี่ยว หรือนัดแรงงานคนที่จะเก็บเกี่ยวให้พร้อมเพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวได้ทันตามกำหนด

4.2) ระบายน้ำออกจากแปลงก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 7 - 10 วัน เพื่อให้ข้าวสุกแก่อย่างสม่ำเสมอ

4.3) การเก็บเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด ต้องสอบถามประวัติการใช้งานของเครื่องนวด หากพบว่าเคยใช้เกี่ยวข้าวพันธุ์อื่นมาก่อน ต้องทำความสะอาดเครื่องเกี่ยวนวดก่อนใช้งานเพื่อกำจัดข้าวพันธุ์อื่นที่ตกค้างในเครื่อง และ/หรือ เดินเครื่องเกี่ยวข้าวรอบแปลงก่อนประมาณ 100 กิโลกรัมแยกไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีข้าวพันธุ์อื่นตกค้างอยู่ในเครื่อง

4.4) การใช้เครื่องนวดข้าว ต้องสอบถามประวัติการใช้งานของเครื่อง หากพบว่าเคยนวดข้าวพันธุ์อื่นมาก่อนต้องทำความสะอาดเครื่องนวดหรือนวดฟ่อนข้าวก่อน เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีข้าวพันธุ์อื่นตกค้างอยู่ จึงนำมาใช้นวดใช้แปลง

4.5) กรณีที่ใช้รถแทรกเตอร์ แรงงานคน หรือสัตว์ ในการนวดข้าว ต้องทำความสะอาดลานนวดข้าวให้สะอาดปราศจากเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นตกค้างอยู่บนลาน

ปัจจุบันเกษตรกรจะใช้รถเกี่ยวนวดข้าวเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากรวดเร็วได้ปริมาณงานและลดขั้นตอนได้มากกว่าใช้แรงงานคน ผลผลิตของข้าวนาปรังที่ได้จะจำหน่ายหมด มีทั้งการจำหน่ายข้าวเปลือกสด ส่วนฟางข้าวและตอซังที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวเกษตรกรจะปล่อยหมักให้เน่าย่อยสลายบำรุงดิน หรือนำมาทำเป็นฟางก้อนอัดขาย

3.2.3 ข้อแตกต่างระหว่างแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว และแปลงนาของเกษตรกรในโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

จากข้อมูลข้อเท็จจริงในการปฏิบัติในแปลงนาทดลองของศูนย์วิจัยข้าว และแปลงนาของเกษตรกรในโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่พบว่า มีข้อแตกต่างกันใน 4 ประเด็น (ตารางที่ 3.2) ได้แก่

1) การเตรียมดิน ของแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวมีการเตรียมดินตามหลักวิชาการ คือ ไถดะ ไถแปร ย่ำ และลูบเทือก แต่แปลงนาของเกษตรกรแปลงใหญ่ใช้รถไถเดินตาม รถตีนตะขาบ หรือรถแทรกเตอร์ติด Rotary ย่ำหรือปั่น และลูบเทือกเท่านั้น

2) ปริมาณเมล็ดพันธุ์ของแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แปลงนาของเกษตรกรแปลงใหญ่ ใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์ 20 - 35 กิโลกรัมต่อไร่

3) การใส่ปุ๋ยของแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวตามคำแนะนำของกรมการข้าว แต่แปลงนาของเกษตรกรแปลงใหญ่ ใส่มากกว่าคำแนะนำของกรมการข้าว

4) การตรวจตัดพันธุ์ปน ของแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว 5 ระยะ แต่แปลงนาของเกษตรกรแปลงใหญ่ 0-3 ระยะ

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบการทำนาในแปลงทดลองกับแปลงเกษตรกร

ข้อแตกต่าง	แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว	แปลงนาของเกษตรกรแปลงใหญ่
1. การเตรียมดิน	มีการเตรียมดินตามหลักวิชาการ คือ ไถดะ ไถแปร ย่ำ และลูบเทือก	ใช้รถไถเดินตาม รถตีนตะขาบ หรือรถแทรกเตอร์ติด Rotary ย่ำ (ปั่น) และลูบเทือก
2. ปริมาณเมล็ดพันธุ์	20 กิโลกรัมต่อไร่	20-35 กิโลกรัมต่อไร่
3. การใส่ปุ๋ย	ตามคำแนะนำของกรมการข้าว	ใส่มากกว่าคำแนะนำของกรมการข้าว
4. การตรวจตัดพันธุ์ปน	5 ระยะ	0-3 ระยะ

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

3.3 สภาพทั่วไปของเกษตรกรและแปลงนาของเกษตรกร

การศึกษาการลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในแปลงใหญ่ ควบคู่กับการวิจัยเชิงสำรวจจากแปลงทดลองเพาะปลูกข้าวที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าว กรมการข้าว และเกษตรกรผู้ผลิตข้าว ซึ่งนักวิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงประกอบผลวิเคราะห์ เพื่อสะท้อนสภาพบริบททั่วไปที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

3.3.1 ข้อมูลทั่วไปกลุ่มเกษตรกรตัวอย่าง

จากการสอบถามข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรัง ในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในแปลงใหญ่ ภาคกลางและภาคตะวันออก ผลการศึกษา (ตารางที่ 3.3) พบว่า

1) เพศ เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ เป็นเพศชายร้อยละ 54.50 เพศหญิงร้อยละ 45.50

2) จำนวนปีการศึกษา เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง มีระยะเวลาในการศึกษาในระบบโรงเรียนเฉลี่ย 7.62 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 63.00 มีจำนวนปีการศึกษา 1 – 6 ปี (ประถมศึกษา) รองลงมาคือ มีจำนวนปีการศึกษา 7 – 9 ปี (มัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช.) และ 10 – 12 ปี (มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวส.) คิดเป็นร้อยละ 14.00 จำนวนปีการศึกษา 16 ปี (ปริญญาตรี) ร้อยละ 4.50 จำนวนปีการศึกษา 13 - 14 ปี (อนุปริญญา) ร้อยละ 3.50 จำนวนปีการศึกษา 0 ปี (ไม่ได้ศึกษา) และจำนวนปีการศึกษา 17 ปี (สูงกว่าปริญญาตรี) คิดเป็นร้อยละ 0.5 ในสัดส่วนที่เท่ากัน

3) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานเกษตร สมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานเกษตร (สมาชิกในครัวเรือนที่มีอายุ 15 - 64 ปี) เฉลี่ย 2.09 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 55.50 มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานเกษตร 2 คน รองลงมาคือมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานเกษตร 1 คน และ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 19.50 และ 15.50 ตามลำดับ ที่เหลือร้อยละ 7.50, 1.50 และ 0.50 มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานเกษตร 4 คน 5 คน และ 6 คน ตามลำดับ

4) ประสบการณ์ในการปลูกข้าว เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกข้าวเฉลี่ย 29.25 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 61.50 มีประสบการณ์ในการปลูกข้าว 15 – 45 ปี รองลงมาคือ มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวมากกว่า 45 ปี และน้อยกว่า 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 24.00 และ 14.50 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 ลักษณะส่วนบุคคลของเกษตรกรผู้ผลิตข้าว กรณีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=200)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	109	54.50
หญิง	91	45.50
จำนวนปีการศึกษา		
0 ปี (ไม่ได้ศึกษา)	1	0.50
1 – 6 ปี (ประถมศึกษา)	126	63.00
7 – 9 ปี (มัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช.)	28	14.00
10 – 12 ปี (มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวส.)	28	14.00
13 – 14 ปี (อนุปริญญา)	7	3.50
16 ปี (ปริญญาตรี)	9	4.50
17 ปีขึ้นไป (สูงกว่าปริญญาตรี)	1	0.50
เฉลี่ย	**7.62 ปี**	
จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นแรงงานเกษตร		
1 คน	39	19.50
2 คน	111	55.50
3 คน	31	15.50
4 คน	15	7.50
5 คน	3	1.50
6 คน	1	0.50

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

ตารางที่ 3.3 ลักษณะส่วนบุคคลของเกษตรกรผู้ผลิตข้าว กรณีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว (ต่อ)

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=200)	ร้อยละ
ประสบการณ์ในการปลูกข้าว		
น้อยกว่า 15 ปี	29	**14.50**
15 – 45 ปี	123	**61.50**
มากกว่า 45 ปี	48	**24.00**
เฉลี่ย	**29.25 ปี**	

ที่มา: จากการสำรวจ

3.3.2 การดูแลรักษาแปลงนาของเกษตรกร ผลการศึกษา (ตารางที่ 3.4) พบว่า

1) การใช้ปุ๋ย เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 67.50 ใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในการปลูกข้าว รองลงมาร้อยละ 28.50 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์/ชีวภาพ ที่เหลือร้อยละ 4.00 ใช้ปุ๋ยอินทรีย์/ชีวภาพเพียงอย่างเดียว

2) ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ (ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0) เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 64.00 ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนน้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาร้อยละ 28.00 ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 25 - 50 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เหลือร้อยละ 4.00 มีทั้งเกษตรกรที่ใช้ไนโตรเจนมากกว่า 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเกษตรกรที่ไม่ได้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเลย

3) วัชพืชในแปลงนา (รวมข้าวดีด ข้าวเด้ง) แปลงตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 75.50 มีวัชพืชในแปลงนาระดับน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่) รองลงมาร้อยละ 18.50 มีวัชพืชในแปลงนาระดับปานกลาง (ร้อยละ 10 – 20 ของพื้นที่) ที่เหลือร้อยละ 6.00 มีวัชพืชในแปลงนาระดับมาก (มากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่)

ตารางที่ 3.4 การดูแลรักษาแปลงนาของเกษตรกร

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=200)	ร้อยละ
การใช้ปุ๋ย		
ใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว	135	67.50
ใช้ปุ๋ยอินทรีย์/ชีวภาพเพียงอย่างเดียว	57	28.50
ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์/ชีวภาพ	8	4.00
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ (ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0)		
ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน < 25 กิโลกรัมต่อไร่	128	64.00
ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 25-50 กิโลกรัมต่อไร่	56	28.00
ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน > 50 กิโลกรัมต่อไร่	8	4.00
ไม่ได้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน	8	4.00

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

ตารางที่ 3.4 การดูแลรักษาแปลงนาของเกษตรกร (ต่อ)

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=200)	ร้อยละ
วัชพืชในแปลงนา (รวมข้าวดีด ข้าวเด้ง)		
มีวัชพืชในแปลงนาระดับน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่)	151	75.50
มีวัชพืชในแปลงนาระดับปานกลาง (ร้อยละ 10 – 20 ของพื้นที่)	37	18.50
มีวัชพืชในแปลงนาระดับมาก (มากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่)	12	6.00

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

3.3.3 สภาพการเก็บเกี่ยว ผลการศึกษา (ตารางที่ 3.5) พบว่า

1) ระยะการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 58.00 เก็บเกี่ยวข้าวหลังระยะพลับพลึง รองลงมาร้อยละ 41.50 เก็บเกี่ยวข้าวระยะพลับพลึง และที่เหลือร้อยละ 0.50 เก็บเกี่ยวข้าวก่อนระยะพลับพลึง

2) การระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 52.00 เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 11 - 15 วัน รองลงมาร้อยละ 25.50 เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 6 - 10 วัน ที่เหลือร้อยละ 17.50 และ 5.00 เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 16 - 20 วัน และเก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 1 - 5 วัน ตามลำดับ

3) สภาพฝนก่อนการเก็บเกี่ยว ก่อนการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกรไม่มีฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยว ร้อยละ 53.50 ที่เหลือร้อยละ 46.50 มีฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยว โดยมีฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 4.59 วัน

4) สภาพพื้นที่ขณะเกษตรกรเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่ร้อยละ 51.50 พื้นนาที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวแห้ง รองลงมาร้อยละ 45.00 พื้นนาชื้นแต่ไม่มีน้ำขัง ที่เหลือร้อยละ 3.50 พื้นนามีน้ำขังมากกว่า 10 เซนติเมตร

5) ลักษณะของต้นข้าวก่อนเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่ร้อยละ 74.00 ลักษณะของต้นข้าวตั้งตรง รองลงมาร้อยละ 13.50 ลักษณะของต้นข้าวล้มคนละทิศละทาง และที่เหลือร้อยละ 12.50 ลักษณะของต้นข้าวล้มทางเดียว

ตารางที่ 3.5 สภาพการเก็บเกี่ยว

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=200)	ร้อยละ
ระยะการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร		
เก็บเกี่ยวข้าวก่อนระยะพลับพลึง	1	0.50
เก็บเกี่ยวข้าวระยะพลับพลึง	83	41.50
เก็บเกี่ยวข้าวหลังระยะพลับพลึง	116	58.00
การระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว		
เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 1-5 วัน	10	5.00
เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 6-10 วัน	51	25.50
เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 11-15 วัน	104	52.00
เก็บเกี่ยวข้าวหลังระบายน้ำ 16-20 วัน	35	17.50
สภาพฝนก่อนการเก็บเกี่ยว		
ไม่มีฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยว	107	53.50
ฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยว	93	46.50
เฉลี่ยฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยว	4.59 วัน	
สภาพพื้นที่ขณะเกษตรกรเก็บเกี่ยว		
พื้นนาแห้ง	103	51.50
พื้นนาชื้นแต่ไม่มีน้ำขัง	90	45.00
พื้นนามีน้ำขังมากกว่า 10 เซนติเมตร	7	3.50
ลักษณะของต้นข้าวก่อนเก็บเกี่ยว		
ต้นข้าวตั้งตรง	148	74.00
ต้นข้าวล้มทางเดียว	25	12.50
ต้นข้าวล้มคนละทิศละทาง	27	13.50

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

3.3.4 การจัดการหลังเก็บเกี่ยว ผลการศึกษา (ตารางที่ 3.6) พบว่า

1) พาหนะขนย้ายข้าวจากแปลงนาไปโรงสี เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 69.50 ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ขนย้ายข้าว รองลงมาใช้รถบรรทุก 10 ล้อ ร้อยละ 19.50 ใช้รถอีแต๋น ร้อยละ 6.50 รถกระบะ ร้อยละ 2.50 ที่เหลือร้อยละ 1.00 ใช้รถรถอีแต็ก และรถดั๊มใช้รถแทรกเตอร์ลาก

2) การป้องกันการร่วงหล่น ส่วนใหญ่ร้อยละ 93.00 มีการป้องกันการร่วงหล่นขณะขนย้ายข้าว ที่เหลือร้อยละ 7.00 ไม่มีการป้องกันการร่วงหล่นขณะขนย้ายข้าว

3) การตากข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 91.00 ไม่ตากข้าว ที่เหลือร้อยละ 9.00 มีการตากข้าว ซึ่งเกษตรกรที่ตากข้าวร้อยละ 88.89 ตากข้าวที่ลานตาก ที่เหลือร้อยละ 11.11 ตากข้าวบนถนน ทั้งนี้ร้อยละ

61.11 มีวัสดุในการรองตาก ที่เหลือร้อยละ 38.89 ไม่มีวัสดุในการรองตาก วัตถุประสงค์ในการตากข้าวโดยส่วนใหญ่จะตากไว้เพื่อไว้ทำพันธุ์ คิดเป็นร้อยละ 77.78 และไว้สำหรับบริโภค, ขายข้าวเปลือก, เป็นอาหารสัตว์และแปรรูป/สี (ข้าวสาร) เพื่อขาย คิดเป็นร้อยละ 61.11 เท่ากัน

ตารางที่ 3.6 การจัดการหลังเก็บเกี่ยว

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=200)	ร้อยละ
พาหนะขนย้ายข้าวจากแปลงนาไปโรงสี		
รถบรรทุก 6 ล้อ	139	69.50
รถบรรทุก 10 ล้อ	39	19.50
รถอีแต๋น	13	6.50
รถกระบะ	5	2.50
รถอีแต็ก	2	1.00
รถดั๊มใช้รถแทรกเตอร์ลาก	2	1.00
การป้องกันการร่วงหล่น		
มีการป้องกันการร่วงหล่นขณะขนย้าย	186	93.00
ไม่มีป้องกันการร่วงหล่นขณะขนย้าย	14	7.00
การตากข้าว		
ไม่ตากข้าว	182	91.00
ตากข้าว	18	9.00
วิธีการตากข้าว		
ตากข้าวที่ลานตาก	16	88.89
ตากข้าวบนถนน	2	11.11
วัสดุในการรองตาก		
มีวัสดุในการรองตาก	11	61.11
ไม่มีวัสดุในการรองตาก	7	38.89
วัตถุประสงค์ในการตากข้าว		
(เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ทำพันธุ์	14	77.78
บริโภค	11	61.11
ขาย(ข้าวเปลือก)	11	61.11
อาหารสัตว์	11	61.11
แปรรูป/สี (ข้าวสาร) เพื่อขาย	11	61.11

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

3.4 สภาพทั่วไปของรถเกี่ยวนวดข้าว

3.4.1 รถเกี่ยวนวดข้าว (Rice Combine Harvester) ในประเทศไทย

รถเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย จัดเป็นเครื่องที่มีระบบการทำงานทั้งเกี่ยว นวด และทำความสะอาดข้าวอยู่ในเครื่องเดียว โดยรถเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทยพัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวนวดของต่างประเทศ โดยการนำชิ้นส่วนทั้งของเครื่องเกี่ยวนวด รถยนต์ ชิ้นส่วนจักรกลต่างๆ จากต่างประเทศมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการใช้งานของประเทศไทย เช่น ชุดหัวเกี่ยว และระบบลำเลียงพัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวนวดของประเทศทางแถบตะวันตก เป็นต้น

รถเกี่ยวนวดข้าวที่ถูกผลิตขึ้นในประเทศไทยมีลักษณะล้อแบบตีนตะขาบ ระบบเกี่ยวข้าวแบบ Cutting bar และล้อโน้ม ระบบนวดข้าวแบบไหลตามแกน คัดแยกและทำความสะอาดข้าวด้วยตะแกรง 1 ชั้น และใช้แรงลมเป่า เครื่องยนต์ดีเซล มีขนาดตั้งแต่ 175-250 แรงม้า หน้ากว้างการเกี่ยวประมาณ 2.90 เมตร โดยรถเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเก็บและบรรจุข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการนวด คือ แบบกระสอบ และแบบถังบรรจุ (สมพงษ์ และคณะ, 2554)

1) รถเกี่ยวนวดข้าวที่มีการเก็บและบรรจุแบบกระสอบ

เป็นแบบเก่าที่ถูกพัฒนามาในระยะเริ่มต้น ข้าวเปลือกที่ถูกเก็บเกี่ยวแล้วจะบรรจุลงในกระสอบ มัดปาก และวางลงในแปลง ค่าเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดประเภทนี้อยู่ที่ 400-450 บาทต่อไร่ เกษตรกรเจ้าของข้าว ต้องจ้างแรงงาน และรถแทรกไถเดินตามต่อพ่วงด้วยเทรลเลอร์เพื่อขนข้าวออกจากแปลงนา และนำไปเทใส่ถังเพื่อขนส่งขึ้นสู่รถบรรทุก ค่าเกี่ยวนวดรวมกับค่าขนส่งจากแปลงอยู่ที่ 500-530 บาทต่อไร่ ซึ่งมีราคาใกล้เคียงกับการเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวแบบถังบรรจุ แต่ต้องทำการจ้างแรงงานเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการขนย้ายกระสอบออกจากแปลง ซึ่งต้องใช้แรงงานเกษตรกรประมาณ 10-30 ราย รถเกี่ยวนวดข้าวประเภทนี้ใช้กับพื้นที่นาที่มีถนนแคบและลาดชัน รถบรรทุกไม่สามารถเข้าไปรับข้าวเปลือกจากรถเกี่ยวนวดข้าวได้โดยตรง รถเกี่ยวนวดข้าวประเภทนี้ปัจจุบันมีจำนวนลดลง บางคันถูกดัดแปลงให้เป็นแบบถังบรรจุ ดังภาพที่ 3.2

2) รถเกี่ยวนวดข้าวแบบถังบรรจุ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวประเภทนี้มีถังสำหรับบรรจุข้าวเปลือกตั้งอยู่ที่ด้านบนของลูกนวด ถังบรรจุข้าวสามารถพับเก็บเพื่อการเคลื่อนย้าย สามารถปรับเปลี่ยนไปเป็นแบบกระสอบได้ ถังมีความจุประมาณ 2 ตัน มีเกลียวสำหรับขนถ่ายข้าวเปลือกขึ้นสู่รถบรรทุก ใช้กับพื้นที่ที่รถบรรทุกข้าวสามารถเข้าสู่ด้านใดด้านหนึ่งของแปลงได้ การคิดค่าบริการสูงกว่าแบบแรกประมาณ 50 - 100 บาท

ผู้ให้บริการรถเกี่ยวนวดข้าวต้องมีรถเทรลเลอร์สำหรับเคลื่อนย้ายไปที่แปลงเกษตรกร โดยปกติจะใช้รถเทรลเลอร์ 1 คันต่อรถเกี่ยวนวด 1 คัน ในกรณีที่ต้องการลดจำนวนรถเทรลเลอร์เพื่อจะลดต้นทุนสามารถ ทำได้โดยการวิ่งรับส่งรถเกี่ยวนวดแบบหลายเที่ยว เช่น ในกรณีที่ผู้ให้บริการรถเกี่ยวนวดข้าว มีรถเกี่ยวนวด 2 คัน และมีรถเทรลเลอร์เพียง 1 คัน หากรถเกี่ยวนวดข้าวต้องทำงานพร้อมกันทั้ง 2 คัน ก็ต้องจัดให้รถเทรลเลอร์วิ่งรับส่งจำนวน 2 เที่ยว ดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.2 รถเกี่ยวนวดข้าวแบบที่มีการเก็บบรรจุลงกระสอบ

ภาพที่ 3.3 รถเกี่ยวนวดข้าวแบบมีถังเก็บ

3.4.2 สภาพทั่วไปของรถเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

จากการสำรวจข้อมูลรถเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ จำนวน 130 ตัวอย่าง ผลการศึกษา (ตารางที่ 3.7) พบว่า

1) ประเภทรถเกี่ยว ส่วนใหญ่ร้อยละ 98.46 เป็นรถเกี่ยวแบบใช้รถอุ้มบรรจุเมล็ดข้าว และร้อยละ 1.54 เป็นแบบใช้ถุงบรรจุเมล็ดข้าว

2) ข้อมูลรถเกี่ยวนวดข้าว ส่วนใหญ่รถเกี่ยวนวดข้าวที่นำมาใช้ เป็นรถเกี่ยวนวดข้าวบริษัทเกษตรพัฒนา รุ่นช้างไวไฟ คิดเป็นร้อยละ 36.92 รองลงมาเป็นไทยประดิษฐ์ ร้อยละ 25.38 บริษัทศักดิ์พัฒนา ร้อยละ 10.00 ไทยเส็งยนต์ รุ่นเดี่ยวทรนง ร้อยละ 7.69 บริษัททรัพย์สมบัติ ร้อยละ 3.08 บริษัทวิชาญการช่าง รุ่น 2100 ร้อยละ 3.08 คูโบต้า รุ่น EC95 plus ร้อยละ 2.31 บริษัทบางไทรการช่าง ร้อยละ 2.31 ที่เหลือเป็นตราอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 11.54

แรงม้าเครื่องยนต์ที่ใช้อยู่ในช่วง 95 – 265 แรงม้า หรือ เฉลี่ย 223.86 แรงม้า

ความจุถังเก็บข้าวที่ใช้อยู่ในช่วง 2,000 – 3,000 กิโลกรัม หรือเฉลี่ย 2,471 กิโลกรัม

ความสามารถในการเก็บเกี่ยวของเครื่องยนต์อยู่ในช่วง 15 – 56 ไร่/วัน หรือ เฉลี่ย 31.69 ไร่/วัน

อายุรถเกี่ยวนวดข้าวที่นำมาใช้อยู่ในช่วง 1 – 20 ปี หรือ เฉลี่ย 8.55 ปี

3) ความสามารถของคนขับ

คนขับสามารถเกี่ยวข้าวได้วันละ 10 – 56 ไร่ หรือ เฉลี่ย 30.67 ไร่/วัน

เวลาที่ใช้ในการเกี่ยวต่อไร่ 9 – 48 นาที หรือ เฉลี่ย 17.92 นาที/ไร่

4) การดูแลรักษารถเกี่ยวนวดข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 54.62 ดูแลรักษารถเกี่ยวนวดข้าวตามรอบการดูแลตามคู่มือกำหนด รองลงมาร้อยละ 31.54 ดูแลตามสภาพการใช้งาน ร้อยละ 11.54 ดูแลรักษารถเกี่ยวนวดข้าวเกินรอบการดูแลตามคู่มือกำหนด ที่เหลือร้อยละ 2.31 ดูแล และตรวจสอบตลอด

5) ปริมาณข้าวเปลือกที่ตกค้างอยู่ในเครื่องระหว่างการเคลื่อนย้าย/เก็บเกี่ยวข้าว ปริมาณข้าวเปลือกที่ตกค้างอยู่ในเครื่องระหว่างการเคลื่อนย้าย/เก็บเกี่ยวข้าว อยู่ในช่วง 1 - 60 กิโลกรัม หรือเฉลี่ย 10.23 กิโลกรัม

ตารางที่ 3.7 สภาพทั่วไปของรถเกี่ยวนวดข้าว

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (N=130)	ร้อยละ
ประเภทรถเกี่ยว		
แบบใช้รถอุ้มบรรจุเมล็ดข้าว	128	98.46
แบบใช้ถุงบรรจุเมล็ดข้าว	2	1.54
ข้อมูลรถเกี่ยวนวดข้าว		
บริษัท ยี่ห้อ/รุ่น		
บริษัทเกษตรพัฒนา รุ่นช้างไวไฟ	48	36.92
ไทยประดิษฐ์	33	25.38
บริษัทศักดิ์พัฒนา	13	10.00
ไทยเส็งยนต์ รุ่นเดี่ยวทรนง	10	7.69
บริษัททรัพย์สมบัติ	4	3.08
บริษัทวิชาญการช่าง รุ่น 2100	4	3.08
คูโบต้า รุ่น EC95 plus	3	2.31
บริษัทบางไทรการช่าง	3	2.31
อื่นๆ	12	11.54
แรงม้าเครื่องยนต์ (แรงม้า)	95 – 265	เฉลี่ย 223.86
ความจุถังเก็บข้าว (กิโลกรัม)	2,000 – 3,000	เฉลี่ย 2,471
ความสามารถในการเก็บเกี่ยวของเครื่องยนต์ (ไร่/วัน)	15 – 56	เฉลี่ย 31.69
อายุรถเกี่ยวนวดข้าวที่นำมาใช้ (ปี)	1 – 20	เฉลี่ย 8.55
ความสามารถของคนขับ		
คนขับสามารถเกี่ยวข้าวได้ (ไร่/วัน)	10 – 56	เฉลี่ย 30.67
เวลาที่ใช้ในการเกี่ยวต่อไร่ (นาที/ไร่)	9 – 48	เฉลี่ย 17.92
การดูแลรักษารถเกี่ยวนวดข้าว		
ตามกำหนด	71	54.62
ตามสภาพการใช้งาน	41	31.54
เกินกำหนด	15	11.54
ดูแล และตรวจสอบตลอด	3	2.31
ปริมาณข้าวเปลือกที่ตกค้างอยู่ในเครื่องระหว่างการเคลื่อนย้าย/เก็บเกี่ยวข้าว		
ปริมาณข้าวเปลือกที่ตกค้างอยู่ในเครื่องระหว่างการเคลื่อนย้าย/เก็บเกี่ยวข้าว (กิโลกรัม)	1 – 60	เฉลี่ย 10.23

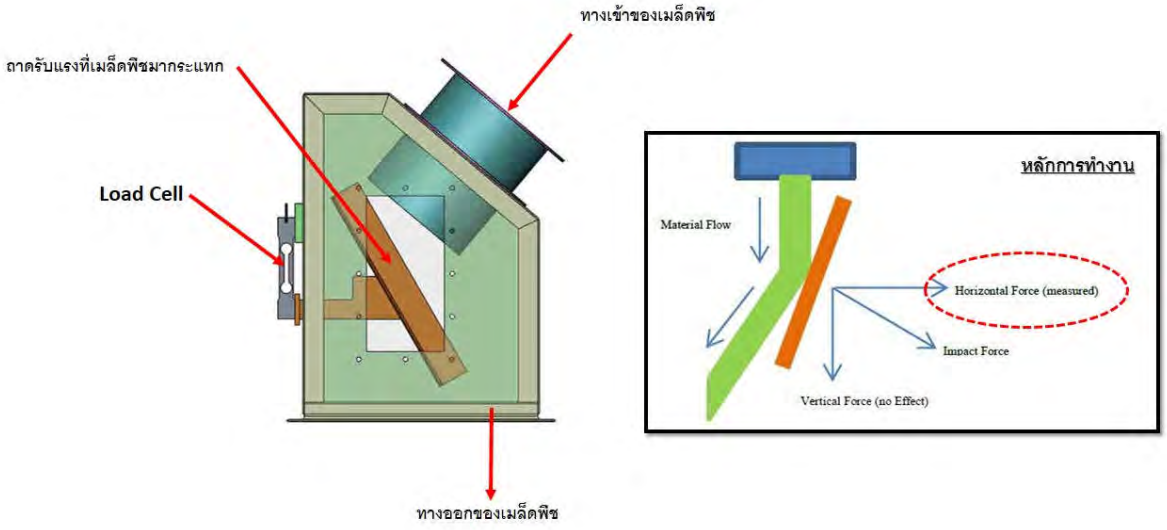
ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

บทที่ 4
ผลการศึกษา

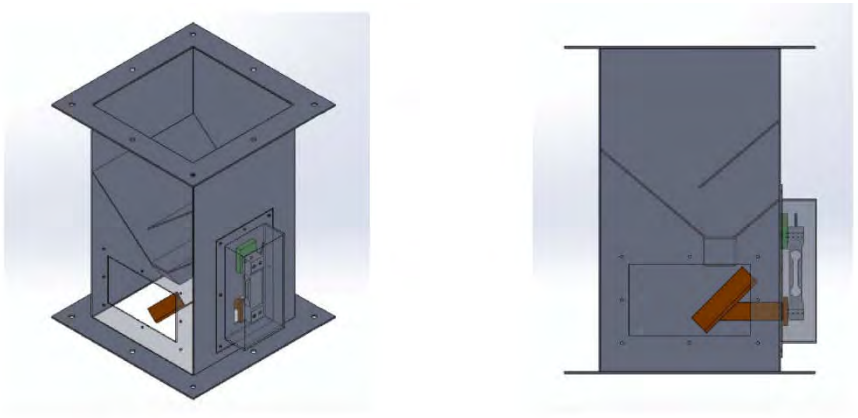
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ (On-the-go Yield Sensor)

4.1.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้

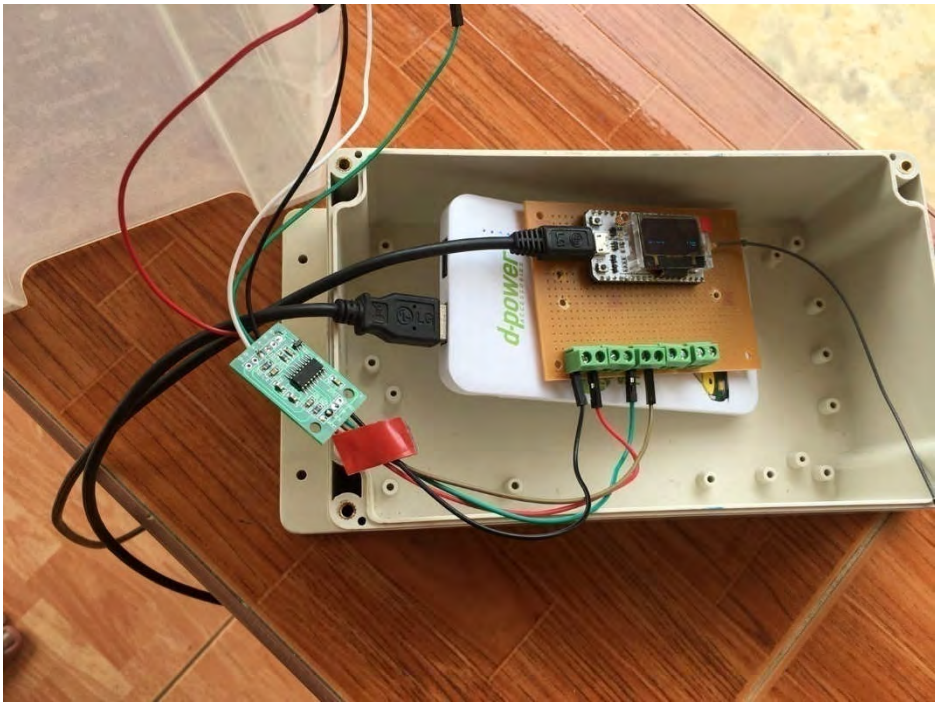
คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก (On-the-go Yield Sensor) และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยได้ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว ประกอบด้วยชุดเซนเซอร์วัดแรงกระทบ (Impact Sensor) ที่ถูกควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และมีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Mobile App) เพื่อรับข้อมูลจากชุดเซนเซอร์ผ่านทางการติดต่อแบบบลูทูธ (Bluetooth) และโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือฯ ที่พัฒนาจะส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ (Cloud System) เพื่อจัดเก็บข้อมูลลงยังระบบฐานข้อมูล เกิดการบันทึกค่าปริมาณผลผลิตดังกล่าวลงในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้แบบออนไลน์ รวมทั้งโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือฯ ที่พัฒนายังใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลและการรายงานผลการเก็บเกี่ยวแบบรายแปลง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แบบเรียลไทม์ (Real time)



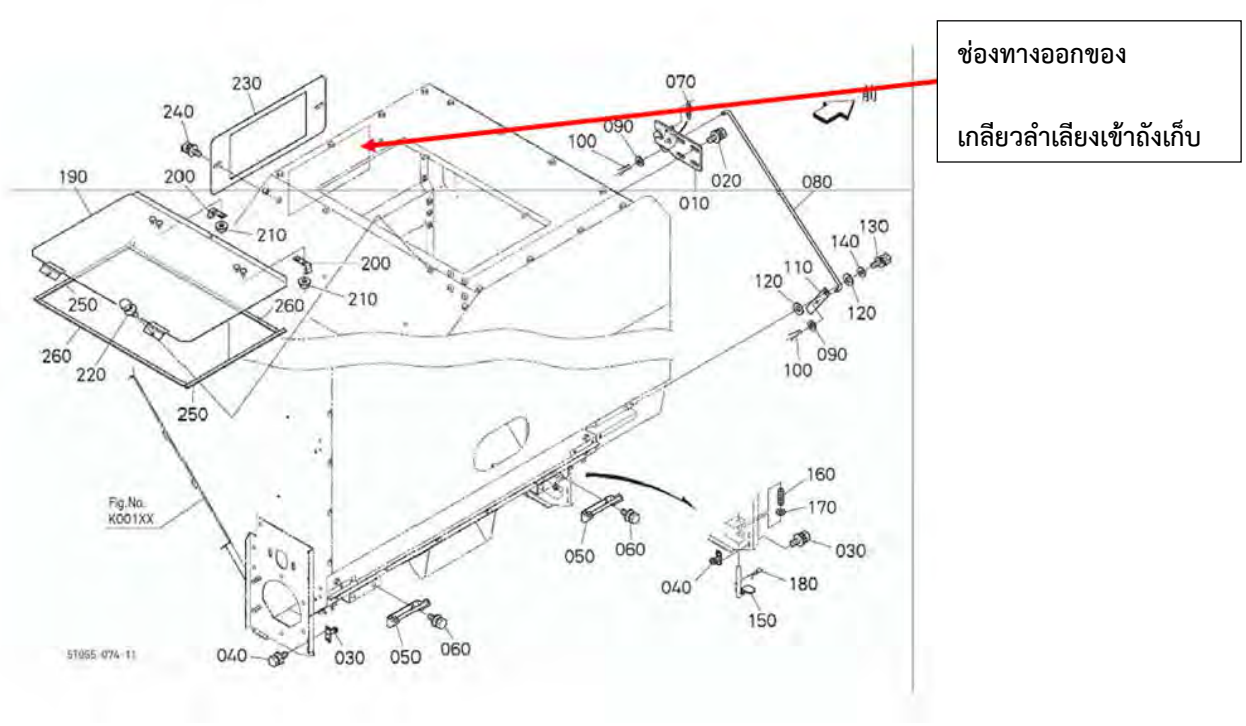
ภาพที่ 4.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้



ภาพที่ 4.2 ภาพโครงสร้างของอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้



ภาพที่ 4.3 ชุดเซนเซอร์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้



ภาพที่ 4.4 ตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้

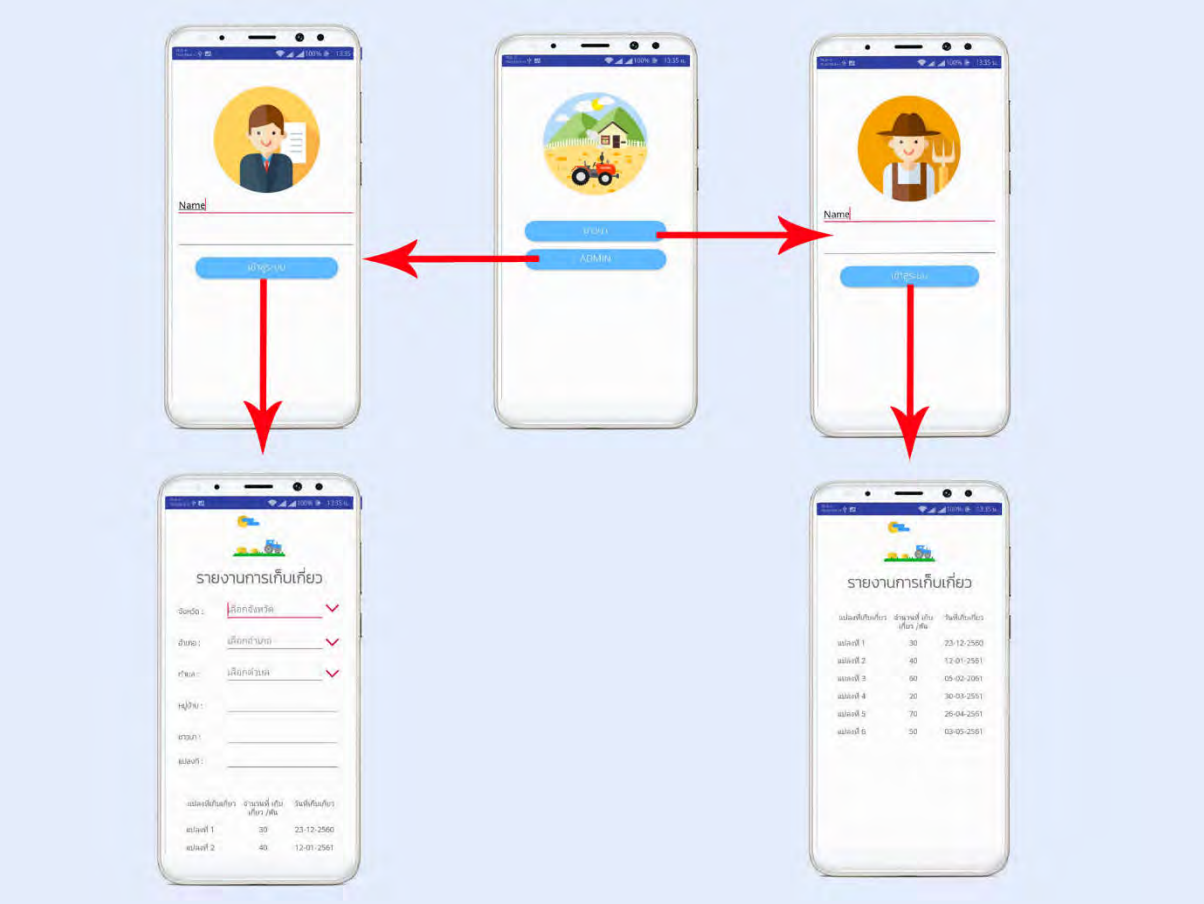
ก)	ข)

ภาพที่ 4.5 การติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกเข้ากับรถเกี่ยวนวดข้าว

ภาพที่ 4.6 การส่งข้อมูลปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่เกี่ยวนวดได้ผ่านทางสัญญาณบลูทูธ

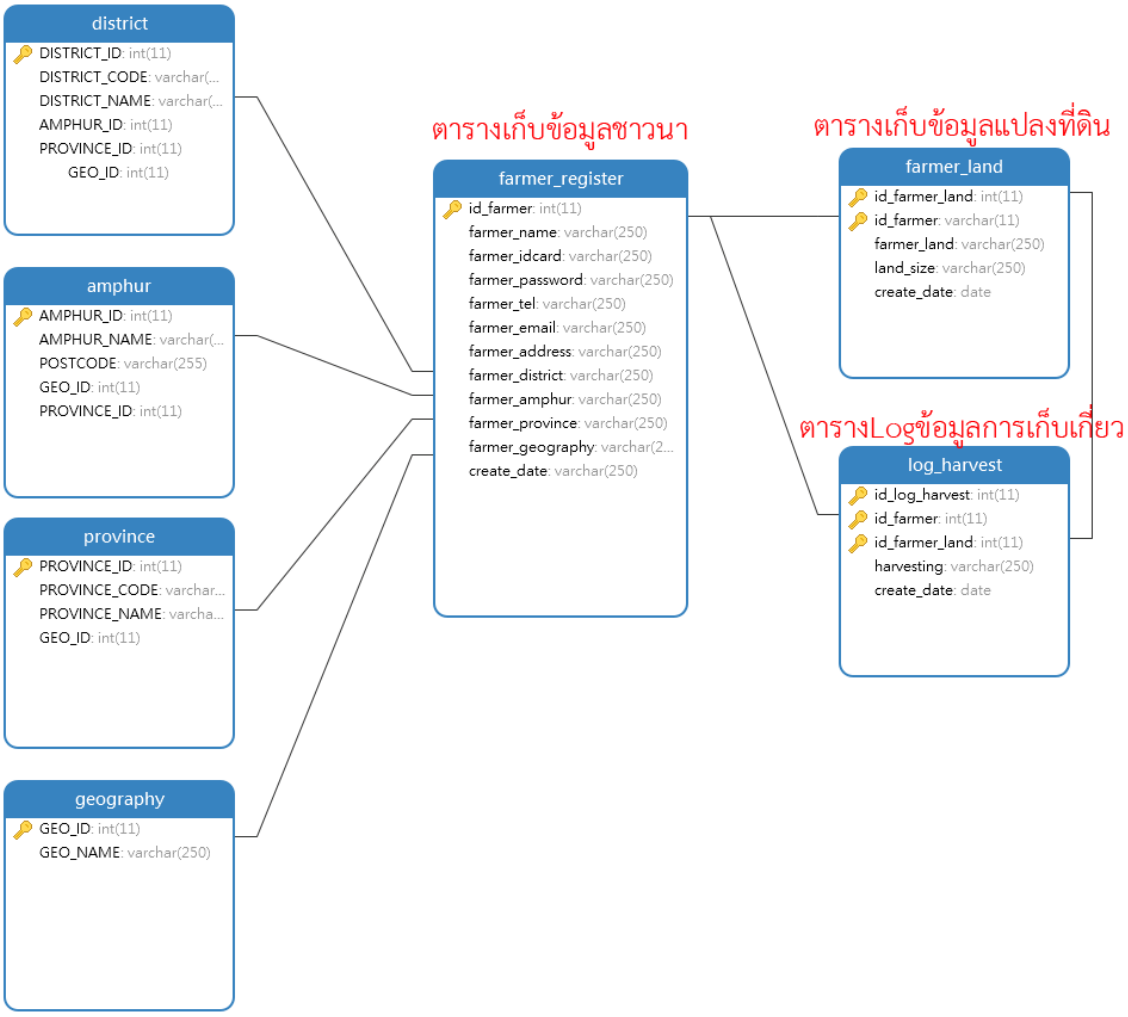
4.1.2 ระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้

1) หลักการทำงานของระบบรายงานปริมาณผลผลิต



ภาพที่ 4.7 หลักการทำงานระบบรายงานปริมาณผลผลิต

2) โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล



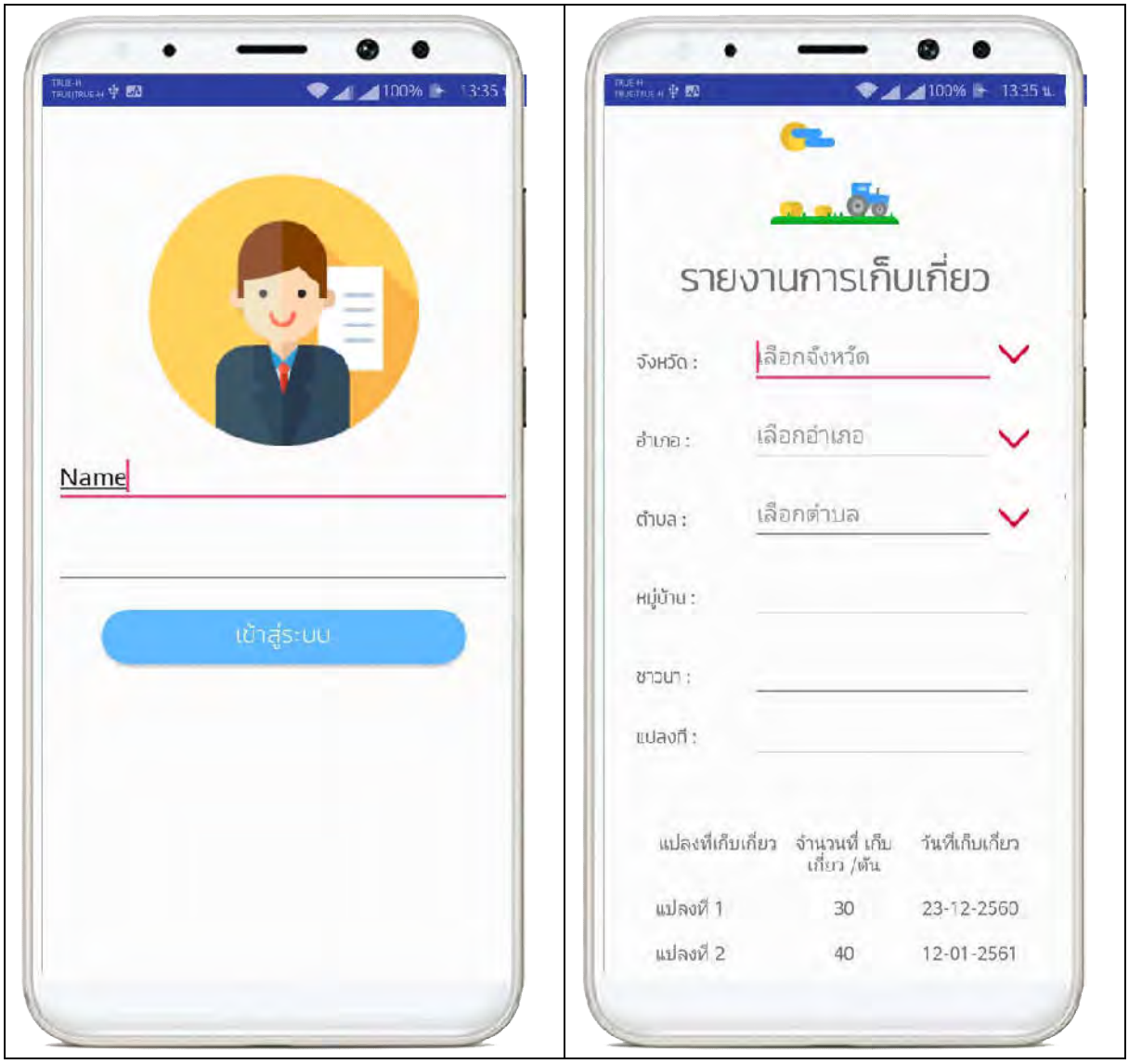
ภาพที่ 4.8 โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบรายงานปริมาณผลผลิต

3) ขั้นตอนการใช้งานแอพในฐานะเกษตรกรเจ้าของแปลง

ภาพที่ 4.9 หน้าจอภาพแสดงการใช้งานแอพในฐานะเกษตรกรเจ้าของแปลง

ภาพที่ 4.9 หน้าจอภาพแสดงการใช้งานแอพในฐานะเกษตรกรเจ้าของแปลง (ต่อ)

4) ขั้นตอนการใช้งานแอพในฐานะผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 4.10 หน้าจอภาพแสดงการใช้งานแอพในฐานะผู้ดูแลระบบ

4.1.3 การทดสอบชุดอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้

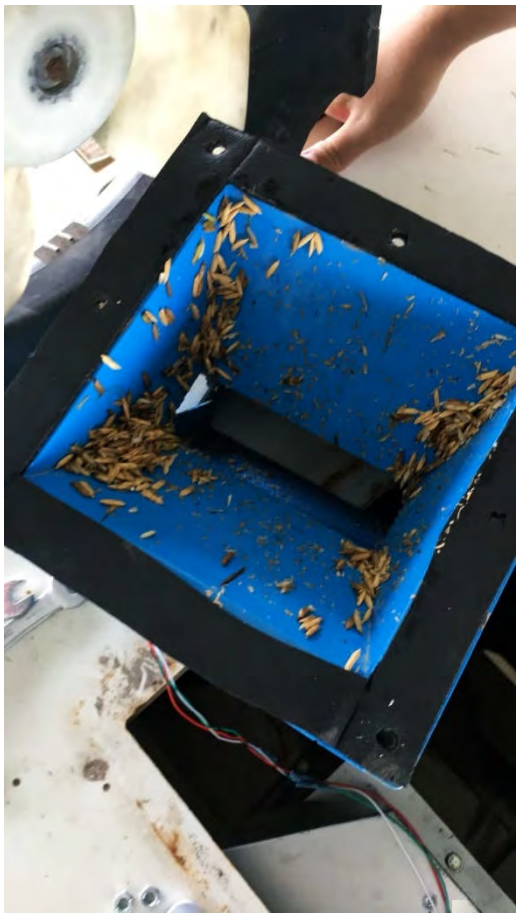
คณะผู้วิจัยได้นำชุดอุปกรณ์และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้มาทำการทดสอบเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของการอุปกรณ์และนำไปปรับเทียบค่า (Calibration) ให้กับโปรแกรมคำนวณต่อไป

โดยในการดำเนินการทดสอบครั้งนี้ ได้นำปริมาณข้าวเปลือกพันธุ์พิษณุโลกจำนวนหนึ่งที่มีค่าความชื้น ๑๖.๑ เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) มาชั่งน้ำหนักพร้อมทั้งบันทึกค่าน้ำหนักดังกล่าว (ภาพที่ 4.11) แล้วทำการป้อนใส่ห้องลูกนวดของรถเกี่ยวนวดยี่ห้อหนึ่ง (ภาพที่ 4.12) จากนั้นได้ตั้งรอบการทำงานของเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าวดังกล่าวไว้ที่ 2500 รอบต่อนาที ซึ่งทำให้รถเกี่ยวนวดข้าวมีความเร็วขณะ

ปฏิบัติงานอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นระดับความเร็วที่ผู้ประกอบการเกี่ยวนวดข้าวใช้และดำเนินการอยู่เป็นประจำทุกวัน จากนั้นเกลียวลำเลียงจะลำเลียงข้าวเปลือกและส่งข้าวเปลือกผ่านชุดอุปกรณ์วัดปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่พัฒนาที่ได้ติดตั้งไว้ ผ่านลงสู่ถังเก็บข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดข้าว (ภาพที่ 4.13) จากนั้นทำการบันทึกค่าปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์สามารถอ่านค่าได้ และนำมาคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนโดยเปรียบเทียบกับค่าปริมาณข้าวเปลือกที่ได้ทำการชั่งน้ำหนักและได้บันทึกไว้ก่อนเทเมล็ดข้าวเปลือกลงในห้องลูกนวด ซึ่งได้ดำเนินการทดสอบดังกล่าวจำนวน 20 ซ้ำ และได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1

ภาพที่ 4.11 การชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกก่อนนำมาเทใส่ลงในห้องลูกนวด

ภาพที่ 4.12 การนำข้าวเปลือกที่ชั่งน้ำหนักแล้ว มาเทใส่ลงในห้องลูกนวด



ภาพที่ 4.13 เมล็ดข้าวเปลือกที่ไหลผ่านชุดอุปกรณ์เซนเซอร์วัดปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของชุดอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก

วันที่ทดสอบ	30 ส .ค.2561	**สถานที่**	ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา
พันธุ์ข้าว	พิษณุโลก	**ความชื้นเมล็ดข้าว (%)**	16.1
รรเกี่ยวข้าว	คูโบต้า DC-68G	**ความเร็วรอบ (rpm)**	2500

ชุดทดสอบ	ลำดับ	น้ำหนักจาก Sensor (kg)	น้ำหนักจากเครื่องชั่ง (kg)	ผลต่างของน้ำหนัก (kg)
1	1	2.98	10.50	7.52
	2	3.65	10.60	6.95
	3	3.43	9.70	6.27
	4	5.30	10.40	5.10
	5	4.29	11.30	7.01
2	1	3.57	9.80	6.23
	2	3.66	9.90	6.24
	3	3.39	9.10	5.71
	4	3.74	9.90	6.16
	5	3.99	10.90	6.91
3	1	3.25	9.00	5.75
	2	2.83	9.10	6.27
	3	3.41	8.90	5.49
	4	3.54	9.10	5.56
	5	3.90	10.10	6.20
4	1	3.49	8.90	5.41
	2	2.98	9.00	6.02
	3	3.01	8.60	5.59
	4	3.40	8.90	5.50
	5	3.74	10.00	6.26
	ค่าเฉลี่ยของผลต่างสัมบูรณ์ (Mean Absolute Difference)			6.11
	รากที่สองของผลต่างกำลังสอง (Root Mean Square Error)			6.14

ที่มา: จากการทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่า ชุดอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่พัฒนามีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดอยู่ที่ 6.11 ถึง 6.14 กิโลกรัม ดังค่าเฉลี่ยของผลต่างสัมบูรณ์ (Mean Absolute Difference) และค่ารากที่สองของผลต่างกำลังสอง (Root Mean Square Error) ที่มีค่าเท่ากับ 6.11 และ 6.14 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) คณะผู้วิจัยจึงได้นำค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปใช้เป็นตัวปรับเทียบค่า (Calibration Factor) ให้กับโปรแกรมคำนวณหาปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ต่อไป

4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือก ในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

การทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลาขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ได้ดำเนินการภายใต้สมมติฐานดังนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity) ในขณะปฏิบัติงานจะมีผลต่อปริมาณความชื้น (Moisture Content) ของข้าวเปลือกขณะเก็บเกี่ยว และจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว
- ความเร็วขณะปฏิบัติงาน (Travelling Speed) ของรถเกี่ยวนวดข้าว มีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของลูกนวดในห้องนวดของรถเกี่ยวนวดข้าว และจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

รายละเอียดของการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลาขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ภายใต้สมมติฐานดังกล่าวข้างต้น มีดังนี้

1) ทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลาขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ตามหลักการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Field Capacity) ของรถเกี่ยวนวดข้าว

2) ทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ และหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว ภายใต้การทดลองแบบแฟคตอเรียล (Factorial Experiment) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ช่วงเวลาที่รถเกี่ยวนวดปฏิบัติงาน จำนวน 2 ช่วงเวลา คือเช้าและบ่าย

ปัจจัยที่ 2 ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด จำนวน ระดับคือ ความเร็วระดับช้า ระดับปานกลาง และระดับเร็ว

โดยมีรายละเอียดของผลการทดสอบดังกล่าว ดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา และผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Field Capacity) ของรถเกี่ยวนวดข้าว

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบภาคสนาม เพื่อศึกษาตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวและการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวในพื้นที่ศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 2 ครั้ง และในพื้นที่ศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ครั้ง (ดังภาพที่ 4.14) ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ภาพที่ 4.14 การทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว

1) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดยี่ห้อหนึ่งในแปลงทดสอบจังหวัดฉะเชิงเทรา

ผลการทดสอบเพื่อหาค่าตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว (ภาพที่ 4.15) และผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ภาพที่ 4.15 รถเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในการทดสอบที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 4.2 ค่าตัวแปรทางด้านเวลา ความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวยี่ห้อหนึ่ง ณ แปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

รายการ	ความเร็วขณะปฏิบัติงาน			หน่วย
	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	
รอบการทำงานของเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวด	2450	2500	2600	รอบต่อนาที
ค่าเฉลี่ยความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าว	1.19	1.26	1.80	เมตรต่อนาที
ความกว้างของการเก็บเกี่ยว	1.81	1.80	1.78	เมตร
ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (EFC)	3.22	3.33	4.04	ไร่ต่อชั่วโมง
ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (TFC)	4.82	5.10	7.29	ไร่ต่อชั่วโมง
ประสิทธิภาพการทำงาน (FE)	66.72	65.29	55.42	เปอร์เซ็นต์

ที่มา: จากการทดสอบ

จากค่าประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดที่ทำการทดสอบ สรุปได้ว่า หากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานโดยใช้ความเร็วระดับปานกลาง (ตามที่ผู้ปฏิบัติงานใช้อยู่) และ/หรือความเร็วระดับช้า จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่สูง และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ทางสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำ คืออยู่ในช่วง 65% ถึง 80% สำหรับรถเกี่ยวนวดที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Hanna, n.d.) แต่หากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานโดยใช้ความเร็วระดับเร็ว จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

2) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบจังหวัดฉะเชิงเทรา

ผลการทดสอบเพื่อหาค่าตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา (ภาพที่ 4.16) และผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ภาพที่ 4.16 รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่ใช้ในการทดสอบที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา

โดยลักษณะของรถเกี่ยวนวดที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นรถดัดแปลง โดยการปรับแต่งจากช่างและอู่ซ่อมรถที่มีความชำนาญและมีความเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทางการเกษตร รถเกี่ยวนวดดังกล่าวนี้มีอายุการใช้งาน 10 - 20 ปี รถเกี่ยวนวดมีราคาประมาณ 1,600,000 บาท น้ำหนักรวมของตัวรถรถเกี่ยวข้าว 10 ตัน ขนาดกำลังของรถเกี่ยวนวดประมาณ 200 แรงม้า ใช้เครื่องยนต์ที่มีกระบอกสูบจำนวน 6 สูบ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์มือสองนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นโดยสามารถหาอุปกรณ์ได้จากร้านเชียงกง รังสิต จังหวัดปทุมธานี เช่น ใบมีดที่ใช้จะต้องเปลี่ยนทุก 1,600 - 2,000 ไร่ เป็นต้น สามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 15 - 20 ไร่/วัน โดยใช้ผู้ขับรถเกี่ยวนวดจำนวนอย่างน้อย 1 คน/คัน ผู้ขับรถเกี่ยวนวดส่วนใหญ่เป็นเพศชายมีอายุระหว่าง 20 - 50 ปี มีรายได้ในการทำงานเก็บเกี่ยวประมาณ 40 - 50 บาท/ไร่ ส่วนราคารับจ้างเก็บเกี่ยวข้าวจะประมาณ 350 บาท/ไร่

ตารางที่ 4.3 ค่าตัวแปรทางด้านเวลา ความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ณ แปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

รายการ	ความเร็วขณะปฏิบัติงาน			หน่วย
	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	
รอบการทำงานของเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวด	1190	1290	1390	รอบต่อนาที
ค่าเฉลี่ยความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าว	0.81	1.00	1.97	เมตรต่อนาที
ความกว้างของการเก็บเกี่ยว	2.95	2.86	2.85	เมตร
ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (EFC)	2.51	2.90	4.22	ไร่ต่อชั่วโมง
ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (TFC)	3.27	4.08	7.98	ไร่ต่อชั่วโมง
ประสิทธิภาพการทำงาน (FE)	76.58	71.12	52.87	เปอร์เซ็นต์

ที่มา: จากการทดสอบ

จากค่าประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ที่ทดสอบได้ บนแปลงทดสอบ จ.ฉะเชิงเทรา สรุปได้ว่า หากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานโดยใช้ความเร็วระดับปานกลาง (ตามที่ผู้ปฏิบัติงานใช้อยู่) และ/หรือความเร็วระดับช้า จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่สูง และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ทางสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำ คืออยู่ในช่วง 65% ถึง 80% สำหรับรถเกี่ยวนวดที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Hanna, n.d.) แต่หากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานโดยใช้ความเร็วระดับเร็ว จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

3) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบจังหวัดสุพรรณบุรี

ผลการทดสอบเพื่อหาค่าตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวและเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าว มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ภาพที่ 4.17 รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่ใช้ในการทดสอบที่ จังหวัดสุพรรณบุรี

โดยลักษณะของรถเกี่ยวนวดที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นรถดัดแปลง โดยการปรับแต่งจากช่างและอู่ซ่อมรถที่มีความชำนาญและมีความเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทางการเกษตร รถเกี่ยวนวดดังกล่าวนี้มีอายุการใช้งาน 10 - 15 ปี รถเกี่ยวนวดมีราคาประมาณ 1,600,000 บาท น้ำหนักรวมของตัวรถรถเกี่ยวข้าวอยู่ที่ 8 ตัน ขนาดกำลังของรถเกี่ยวนวดมีค่าประมาณ 235 แรงม้า ใช้เครื่องยนต์ที่มีกระบอกสูบจำนวน 6 สูบ สามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 15 ไร่/วัน ใช้น้ำมันดีเซลปริมาณ 80 ลิตรต่อ 15 ไร่ โดยใช้ผู้ขับรถเกี่ยวนวดจำนวนอย่างน้อย 1 คน/คัน ผู้ขับรถเกี่ยวนวดส่วนใหญ่เป็นเพศชายมีอายุระหว่าง 20 - 40 ปี มีรายได้ในการทำงานเก็บเกี่ยวประมาณ 40 บาท/ไร่ ส่วนราคารับจ้างเก็บเกี่ยวข้าวจะประมาณ 350 บาท/ไร่

ตารางที่ 4.4 ค่าตัวแปรทางด้านเวลา ความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ณ แปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี

รายการ	ความเร็วขณะปฏิบัติงาน			หน่วย
	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	
รอบการทำงานของเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวด	1200	1300	1400	รอบต่อนาที
ค่าเฉลี่ยความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าว	1.19	1.26	1.80	เมตรต่อนาที
ความกว้างของการเก็บเกี่ยว	2.88	2.81	2.79	เมตร
ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (EFC)	2.87	3.20	3.64	ไร่ต่อชั่วโมง
ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี (TFC)	4.01	4.77	5.98	ไร่ต่อชั่วโมง
ประสิทธิภาพการทำงาน (FE)	71.53	67.05	60.89	เปอร์เซ็นต์

ที่มา: จากการทดสอบ

จากค่าประสิทธิภาพการทำงานของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ที่ทดสอบได้ บนแปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี สรุปได้ว่า หากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานโดยใช้ความเร็วระดับปานกลาง (ตามที่ผู้ปฏิบัติงานใช้อยู่) และ/หรือความเร็วระดับช้า จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่สูง และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ทางสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำ คืออยู่ในช่วง 65% ถึง 80% สำหรับรถเกี่ยวนวดที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Hanna, n.d.) แต่หากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานโดยใช้ความเร็วระดับเร็ว จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.2 การพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวด

จากผลการศึกษาตัวแปรด้านเวลาของรถเกี่ยวนวดข้าว และจากการนำแบบจำลองการเก็บเกี่ยวอ้อยของ Kaewtrakulpong et al., (2008) มาเป็นแบบจำลองพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าเวลาที่ต้องใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวให้เต็มรถบรรทุก 1 คัน ซึ่งสามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$TLT = \left(\frac{COT}{AOP}\right)\left(\frac{FS \times 1600}{RL \times HW}\right)\left(\frac{RL}{CSP} + TTH\right)$$

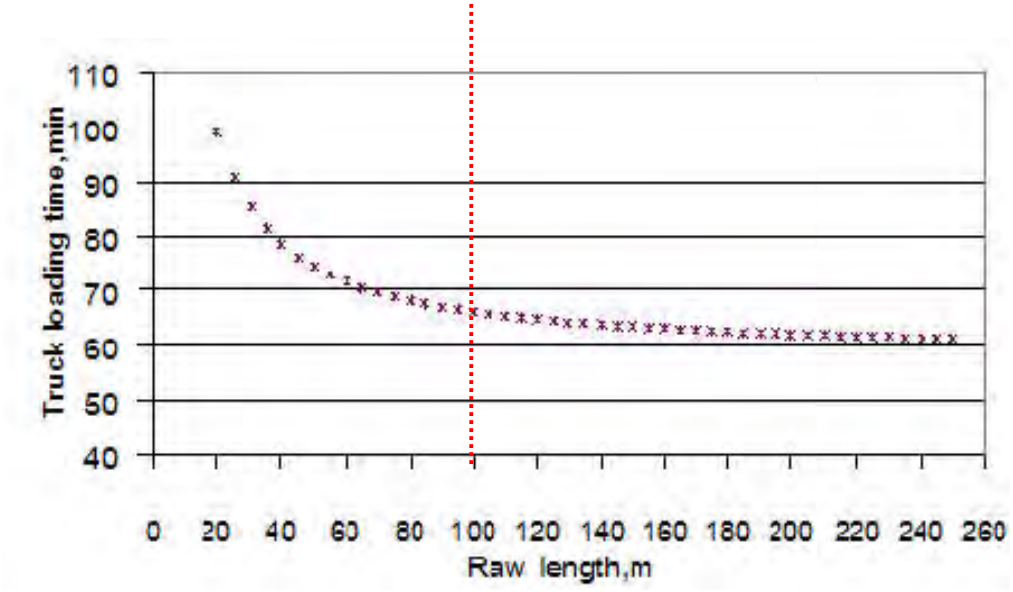
โดยกำหนดให้

TLT = เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวจนได้ปริมาณที่เต็มตามน้ำหนักบรรจุของรถบรรทุก (นาที)
COT = น้ำหนักบรรจุของรถบรรทุก (ตัน)
AOP = ปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่ (ตัน)
FS = ขนาดของแปลง (ไร่)
RL = ความยาวแปลง (เมตร)
HW = ความกว้างของการเก็บเกี่ยว (เมตร)
CSP = ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด (เมตรต่อนาที)
TTH = เวลาที่รถเกี่ยวนวดใช้ในการกลับเลี้ยวที่หัวแปลง/ท้ายแปลง (นาที)
ULT = เวลาที่ใช้ในการนำข้าวเปลือกออกจากถังเก็บเข้ารถบรรทุก (นาที)

4.2.3 ผลการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวด

ความสามารถในการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลง และความยาวแปลง เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มของความยาวแปลงและเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวให้เต็มความจุรถบรรทุก 1 คัน โดยการปรับเปลี่ยนค่าของขนาดแปลงตั้งแต่ 5, 10, 20, 30, และ 40 ไร่ และความยาวแปลงตั้งแต่ 20 - 250 เมตร ทำให้ได้ผลการจำลองสถานการณ์ดังภาพที่ 4.18 ซึ่งจากภาพแสดงให้เห็นว่า ณ ความยาวแปลงตั้งแต่ 20 - 80 เมตร เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวให้เต็มรถบรรทุกลดลงอย่างรวดเร็ว ณ ความยาวแปลงตั้งแต่ 100 - 250 เมตร เวลาที่ใช้ค่อยๆ ลดลงเล็กน้อย เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวที่ความยาวแปลง 100 และ 250 เมตร เท่ากับ 66 และ 61 นาที ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความยาวของแปลงนาที่เหมาะสมกับการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวคือ ตั้งแต่

100 เมตรขึ้นไป เนื่องจากทำให้เวลาในการเกี่ยวข้าวให้เต็มรถบรรทุก 1 คัน มีค่าประมาณ 66 นาที ในขณะที่แปลงที่มีความยาวน้อยกว่านี้ จะสูญเสียเวลาในการเลี้ยวกลับรถ ทำให้เวลารวมเพิ่มขึ้นมาก



ภาพที่ 4.18 ผลการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวด

ที่มา: จากการทดสอบ

4.2.4 ผลการหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

ผลการหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว ภายใต้การทดลองแบบแฟคตอเรียล (Factorial Experiment) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ช่วงเวลาที่รถเกี่ยวนวดปฏิบัติงาน จำนวน 2 ช่วงเวลา คือ เช้าและบ่าย

ปัจจัยที่ 2 ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด จำนวน 3 ระดับ คือ ความเร็วระดับช้า ระดับปานกลาง และระดับเร็ว

จากการทดสอบตามขั้นตอนที่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 เพื่อทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดยี่ห้อหนึ่ง และรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่ทำงานในจังหวัดฉะเชิงเทรา และรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่ทำงานในจังหวัดสุพรรณบุรี (ภาพที่ 4.19 - 4.23) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ภาพที่ 4.19 การสุ่มหาปริมาณผลผลิตและปริมาณเมล็ดที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 4.20 การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากบริเวณห้องลูกนวดและชุดตะแกรงทำความสะอาด

ภาพที่ 4.21 การเก็บตัวอย่างการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากบริเวณห้องลูกนวดและชุดตะแกรงทำความสะอาด

ภาพที่ 4.22 การรวบรวมตัวอย่างการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากบริเวณห้องลูกนวดและชุดตะแกรงทำความสะอาด

ภาพที่ 4.23 การเก็บตัวอย่างภายหลังจากที่รถเกี่ยวนวดทำการเก็บเกี่ยวไปแล้ว

1) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดยี่ห้อหนึ่งในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเก็บเกี่ยวจากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวยี่ห้อหนึ่งในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวยี่ห้อหนึ่ง ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระดับความเร็วของรถเกี่ยวนวด	% การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว (Pre-harvest Loss)	% การสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกที่หัวเกี่ยว (Cutting Loss)	% การสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกที่ลูกนวด (Threshing Loss)	การสูญเสียรวม (Total Loss)
ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว: ช่วงเช้า โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 79%				
ช้า	0.11	2.35	2.18	4.63
กลาง	0.11	2.08	2.04	4.22
เร็ว	0.11	2.80	2.07	4.98
ค่าเฉลี่ย	0.11	2.41	2.10	4.61
ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว: ช่วงบ่าย โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 70%				
ช้า	0.11	0.87	1.35	2.33
กลาง	0.11	1.32	2.15	3.57
เร็ว	0.11	1.16	2.62	3.89
ค่าเฉลี่ย	0.11	1.12	2.04	3.26

ที่มา: จากการทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 4.61 และร้อยละ 3.26 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ตามลำดับ โดยปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวจากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวในช่วงเช้า จะมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณการสูญเสียจากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวในช่วงบ่ายร้อยละ 1.35 โดยในช่วงเช้าจะพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งหัวเกี่ยวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.41 ในขณะที่ในช่วงบ่ายจะพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งลูกนวดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.04 ขณะที่การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยวจะมีค่าน้อยที่สุดทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่าย

สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดปานกลาง ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่าเท่ากับความเร็วระดับปกติที่ปฏิบัติและใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน เป็นระดับความเร็วที่เหมาะสมแล้ว โดยที่ระดับความเร็วระดับปกติดังกล่าวจะทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 4.22) เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วระดับอื่น ส่วนการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อการสูญเสีย โดยปริมาณการสูญเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น

2) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเก็บเกี่ยว จากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบ จ.ฉะเชิงเทรา มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระดับความเร็วของรถเกี่ยวนวด	% การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว (Pre-harvest Loss)	% การสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกที่หัวเกี่ยว (Cutting Loss)	% การสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกที่ลูกนวด (Threshing Loss)	การสูญเสียรวม (Total Loss)
ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว: ช่วงเช้า โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 80%				
ช้า	0.55	2.76	0.03	3.35
กลาง	0.55	3.44	0.04	4.03
เร็ว	0.55	2.59	0.09	3.24
ค่าเฉลี่ย	0.55	2.93	0.05	3.54
ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว: ช่วงบ่าย โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 69%				
ช้า	0.55	2.25	0.02	2.83
กลาง	0.55	2.60	0.03	3.18
เร็ว	0.55	3.37	0.09	4.01
ค่าเฉลี่ย	0.55	2.74	0.05	3.34

ที่มา: จากการทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.54 และร้อยละ 3.34 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ตามลำดับ โดยโดยในช่วงเช้าจะมีปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว จากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์มากกว่าในช่วงบ่าย ร้อยละ 0.20 โดยพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งหัวเกี่ยวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.93 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า และร้อยละ 2.74 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย ขณะที่การสูญเสียที่เกิดขึ้นที่ลูกนวดจะมีค่าน้อยที่สุด

สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดเร็วเป็นระดับความเร็วที่ทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 3.42) เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วระดับอื่น ส่วนการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อการสูญเสีย โดยปริมาณการสูญเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น

๓) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ ในแปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี

ผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเก็บเกี่ยว จากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ใช้รถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ในแปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี

ระดับความเร็วของรถเกี่ยวนวด	% การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว (Pre-harvest Loss)	% การสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกที่หัวเกี่ยว (Cutting Loss)	% การสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกที่ลูกนวด (Threshing Loss)	การสูญเสียรวม (Total Loss)
ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว: ช่วงเช้า โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 79%				
ช้า	0.50	4.49	1.75	6.74
กลาง	0.50	2.92	2.05	5.48
เร็ว	0.50	2.94	3.13	6.57
ค่าเฉลี่ย	0.50	3.45	2.31	6.26
ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว: ช่วงบ่าย โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 70%				
ช้า	0.50	3.16	2.05	5.71
กลาง	0.50	2.86	2.42	5.78
เร็ว	0.50	3.83	3.23	7.56
ค่าเฉลี่ย	0.50	3.28	2.57	6.35

ที่มา: จากการทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 6.26 และร้อยละ 6.35 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ตามลำดับ โดยในช่วงบ่ายจะมีปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวจากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ มากกว่าในช่วงเช้าร้อยละ 0.09 โดยพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งหัวเกี่ยวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.45 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า และร้อยละ 3.28 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย ขณะที่การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยวมีค่าน้อยที่สุด

สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดปานกลาง ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่าเท่ากับความเร็วระดับปกติที่ปฏิบัติและใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน เป็นระดับความเร็วที่เหมาะสมแล้ว โดยที่ระดับความเร็วระดับปกติดังกล่าวจะทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 5.48) เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วระดับอื่น ส่วนการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อการสูญเสีย โดยปริมาณการสูญเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

จากการตรวจสอบค่าความแปรปรวนของชุดข้อมูลปริมาณการสูญเสียรวม การสูญเสียที่หัวเกี่ยว การสูญเสียที่ลูกนวด พบว่าชุดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมีค่าความแปรปรวนที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงได้ทำการแปลงข้อมูล (Data Transformation) ก่อน โดยใช้วิธีแปลงโดยใช้การกลับเศษส่วน (Reciprocal Transformation) ในการแปลงข้อมูลแล้วจึงนำชุดข้อมูลที่ได้ทำการแปลงข้อมูลแล้วมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ต่อไป ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

รายการ	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน		
	ปัจจัยหลัก ความเร็วรถ (Speed)	ปัจจัยหลัก ช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยว (Period)	ปัจจัยร่วม (Speed x Period)
การสูญเสียรวม (Total Loss)	ns	ns	ns
การสูญเสียที่หัวเกี่ยว (Cutting Loss)	ns	*	ns
การสูญเสียที่ห้องลูกนวด (Threshing Loss)	*	ns	ns

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

* หมายถึงพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๘๕%

ที่มา: จากการทดสอบ

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดข้อมูลปริมาณการสูญเสียรวม (Total Loss) ของการทดสอบในการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด และช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยว และปัจจัยร่วม (Interaction Effect) ของทั้งสองปัจจัยหลักดังกล่าว ไม่ได้ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อปริมาณการสูญเสียรวมของการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าวพบว่า การเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย และใช้รถเกี่ยวนวดด้วยความเร็วขณะปฏิบัติงานที่ต่ำ จะให้ค่าร้อยละการสูญเสียรวมที่น้อยที่สุด (ร้อยละ3.62) และร้อยละการสูญเสียรวมจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานที่เพิ่มขึ้น สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า โดยให้รถเกี่ยวนวดปฏิบัติงานด้วยความเร็วระดับปานกลาง (ซึ่งเป็นระดับความเร็วปกติที่ผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าวใช้อยู่) จะทำให้การสูญเสียรวมเกิดขึ้นน้อยที่สุด (ร้อยละ 4.58) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้ขับรถเกี่ยวนวดข้าวใช้ระดับความเร็วที่เหมาะสมอยู่แล้วในการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่ายนั้นจำเป็นต้องใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานที่ช้าลงกว่าปกติที่ใช้งานอยู่ จึงจะสามารถช่วยลดปริมาณการสูญเสียของการเก็บเกี่ยวข้าวลงได้

อย่างไรก็ตาม พบว่า ช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยวจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อปริมาณการสูญเสียที่หัวเกี่ยว (Cutting Loss) ของการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว โดยค่าเฉลี่ยของร้อยละการสูญเสียที่หัวเกี่ยวของการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.38 จะมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของร้อยละการสูญเสียที่หัวเกี่ยวของการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.93 โดยการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่ายและใช้รถเกี่ยวนวดด้วยความเร็วขณะปฏิบัติงานที่ต่ำ จะมีค่าร้อยละการสูญเสียที่หัวเกี่ยวที่น้อยที่สุด

นอกจากนี้ ยังพบด้วยว่าความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อปริมาณการสูญเสียที่ห้องลูกนวด (Threshing Loss) ของการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว โดยหากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานด้วยความเร็วที่ต่ำ ก็จะทำให้ร้อยละการสูญเสียที่ห้องลูกนวดต่ำลงไปด้วย ซึ่งร้อยละการสูญเสียที่ห้องลูกนวดจะแปรผันตรงกับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดที่เพิ่มขึ้น โดยการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่ายและใช้รถเกี่ยวนวดด้วยความเร็วขณะปฏิบัติงานที่ต่ำจะมีค่าร้อยละการสูญเสียที่ห้องลูกนวดที่น้อยที่สุด

4.3 การเปรียบเทียบผลการศึกษาในแปลงทดลองและแปลงใหญ่

การศึกษาการลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว เป็นการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแปลงตัวอย่างของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ จำนวน 24 แปลงตัวอย่าง ในฤดูเพาะปลูกข้าวนาปรังปี 2560 ควบคู่กับการวิจัยเชิงทดลองจากแปลงทดลองเพาะปลูกข้าวที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าว และแปลงทดสอบของเกษตรกรที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าว ซึ่งแปลงใหญ่ตัวอย่างที่อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดที่สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศท.) ดังนี้

- สศท.2 ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย อุตรดิตถ์
- สศท.6 ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา นครนายก ระยอง ตราด
- สศท.7 ได้แก่ จังหวัดปทุมธานี ลพบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อยุธยา อ่างทอง
- สศท.12 ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร พิจิตร

โดยแบ่งการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลสภาพทั่วไปเป็น 2 ส่วน คือ 1) แปลงตัวอย่างของเกษตรกรแปลงใหญ่ และ 2) แปลงทดลองและแปลงทดสอบ

4.3.1 ผลการศึกษาในแปลงตัวอย่างของเกษตรกรแปลงใหญ่

1) สภาพทั่วไปของแปลงตัวอย่าง การศึกษาครั้งนี้จัดเก็บข้อมูลข้าวนาปรังจากแปลงตัวอย่างของเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ที่สมัครใจร่วมการศึกษาในจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย อุตรดิตถ์ ฉะเชิงเทรา นครนายก ระยอง ตราด ปทุมธานี ลพบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อยุธยา อ่างทอง นครสวรรค์ กำแพงเพชร และพิจิตร จำนวน 24 แปลงใหญ่ รวมจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 72 แปลงตัวอย่าง โดยแบ่งการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลสภาพทั่วไปเป็น 3 ส่วน คือ (1) สภาพทั่วไปของแปลงตัวอย่าง (2) สภาพทั่วไปของต้นข้าว และ (3) ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่ ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.9 พบว่า เนื้อที่แปลงตัวอย่างของเกษตรกรเฉลี่ย 14.92 ไร่ จำนวนบิ้งแปลงตัวอย่างเฉลี่ยเท่ากับ 2 บิ้งต่อแปลงตัวอย่าง มีเนื้อที่บิ้งตัวอย่างเฉลี่ย 11.47 ไร่ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกของแปลงตัวอย่างประกอบด้วย พื้นที่นาลุ่มคิดเป็นร้อยละ 62.50 และพื้นที่นาดอนคิดเป็นร้อยละ 37.50 เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์ กข41 คิดเป็นร้อยละ 23.61 รองลงมาเป็น กข57 ร้อยละ 18.06 กข49 และ กข71 มีสัดส่วนที่เท่ากันร้อยละ 13.89 กข31 ร้อยละ 11.11 กข29 ร้อยละ 9.72 กข61 ร้อยละ 8.33 และ กข81 ร้อยละ 1.39 ตามลำดับ ส่วนวิธีการเพาะปลูก เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวโดยวิธีการปลูกแบบหว่านน้ำตมคิดเป็นร้อยละ 80.56 แบบนาดำ ร้อยละ 16.67 และแบบนาหยอด ร้อยละ 2.77 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวโดยการใช้เครื่องจักร เช่น เครื่องพ่นเมล็ดพันธุ์ เครื่องดำนา เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 86.11 และปลูกโดยใช้แรงงานคนคิดเป็นร้อยละ 13.89 ส่วนการได้รับน้ำ แปลงตัวอย่างของเกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับน้ำจากคลองชลประทานคิดเป็นร้อยละ 76.39 จากแหล่งอื่น ๆ เช่น คลองธรรมชาติ บ่อหรือสระ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 20.83 และได้รับน้ำจากน้ำฝนคิดเป็นร้อยละ 2.78

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของแปลงตัวอย่าง

รายการ	จำนวน (N=72)	ร้อยละ
เนื้อที่แปลงตัวอย่าง		
เฉลี่ย	14.92 ไร่	
จำนวนบิ้งแปลงตัวอย่าง		
เฉลี่ย	2 บิ้ง	
เนื้อที่แปลงตัวอย่าง		
เฉลี่ย	11.47 ไร่	
ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก		
พื้นที่นาดอน	45	62.50
พื้นที่นาลุ่ม	27	37.50
พันธุ์ข้าว		
กข41	17	23.61
กข57	13	18.06
กข49	10	13.89
กข71	10	13.89
กข31	8	11.11
กข29	7	9.72
กข61	6	8.33
กข81	1	1.39
วิธีการเพาะปลูก		
หว่านน้ำตม	58	80.56
นาดำ	12	16.67
นาหยอด	2	2.77
การใช้แรงงานปลูก		
ใช้เครื่องจักร	62	86.11
ใช้คน	10	13.89
การได้รับน้ำ		
ชลประทาน	55	76.39
น้ำฝน	2	2.78
อื่นๆ	15	20.83

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

2) สภาพทั่วไปของต้นข้าวแปลงตัวอย่าง

จากการจัดเก็บข้อมูลสภาพทั่วไปของต้นข้าวในแปลงตัวอย่างของเกษตรกร พบว่า อายุต้นข้าวพันธุ์ กข ที่มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 106 วัน ความสูงต้นข้าวเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวพันธุ์ กข ในแปลงตัวอย่างของเกษตรกรเท่ากับ 81.09 เซนติเมตร มีความยาวเฉลี่ยของคอรวงข้าวในแปลงตัวอย่างของเกษตรกรเท่ากับ 21.84 เซนติเมตร มีความหนาแน่นของต้นข้าว จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร เท่ากับ 412 ต้น และค่าเฉลี่ยของความเอนต้นข้าวจากมุม 90 องศากับพื้นนาของแปลงตัวอย่างเท่ากับ 8 องศา (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปของต้นข้าวในแปลงตัวอย่าง

รายการ	เฉลี่ย
อายุต้นข้าว	106 วัน
ความสูงต้นข้าว	81.09 เซนติเมตร
ความยาวคอรวงข้าว	21.84 เซนติเมตร
ความหนาแน่นของต้นข้าว	412 ต้น
ความเอนของต้นข้าว	8 องศา

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

3) ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่

ผลผลิตต่อไร่ คือ ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้จากแปลงตัวอย่างของเกษตรกร ด้วยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต (Crop Cutting) โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขนาด 1x1 เมตร จำนวน 2 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงตัวอย่าง ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ดำเนินการชั่ง ตวง วัด และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย คือ 724.51 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.11)

ผลผลิตตกหล่นต่อไร่ คือ ผลผลิตที่ตกหล่นในแปลงตัวอย่างของเกษตรกร โดยมีวิธีดำเนินการจัดเก็บข้อมูลผลผลิตตกหล่นต่อไร่ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การเก็บผลผลิตตกหล่น (Gleaning) ตามธรรมชาติ เป็นการเก็บผลผลิตตกที่หล่นก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต 2) การเก็บผลผลิตตกหล่น (Gleaning) หลังจากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Crop Cutting) 3) การเก็บผลผลิตตกหล่น (Gleaning) หลังทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Post-Harvest) ด้วยรถเกี่ยวข้าว ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอน ได้ทำการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นอยู่ภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตรทั้งหมด โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 2 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงตัวอย่าง แล้วบรรจุลงถุงเพื่อทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนัก และหักความชื้นให้เท่ากับ 15 % มีผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่เฉลี่ย 3.16 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 0.44 ของผลผลิตต่อไร่ ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือต่อไร่เฉลี่ย 7.69 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 1.06 ของผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวต่อไร่เฉลี่ย 24.86 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 3.43 ของผลผลิตต่อไร่ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่

รายการ	จำนวน (N=72)	ร้อยละ
ผลผลิตต่อไร่ ณ ความชื้น 15%		
สศท.2	698.58 กิโลกรัม	
สศท.6	652.90 กิโลกรัม	
สศท.7	695.83 กิโลกรัม	
สศท.12	850.73 กิโลกรัม	
เฉลี่ย	**724.51 กิโลกรัม**	
ผลผลิตตกหล่นต่อไร่ ณ ความชื้น 15%		
ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติ		
สศท.2	1.85 กิโลกรัม	0.26
สศท.6	3.17 กิโลกรัม	0.49
สศท.7	5.20 กิโลกรัม	0.75
สศท.12	2.40 กิโลกรัม	0.28
เฉลี่ย	**3.16 กิโลกรัม**	**0.44**
ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือ		
สศท.2	3.40 กิโลกรัม	0.49
สศท.6	4.84 กิโลกรัม	0.74
สศท.7	14.52 กิโลกรัม	2.09
สศท.12	8.00 กิโลกรัม	0.94
เฉลี่ย	**7.69 กิโลกรัม**	**1.06**
ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว		
สศท.2	12.94 กิโลกรัม	1.85
สศท.6	13.20 กิโลกรัม	2.02
สศท.7	38.26 กิโลกรัม	5.50
สศท.12	35.03 กิโลกรัม	4.12
เฉลี่ย	**24.86 กิโลกรัม**	**3.43**

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

4.3.2 ผลการศึกษาในแปลงทดลองและแปลงทดสอบ ที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าว

การวิจัยเชิงสำรวจดำเนินการใน**แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว** (ศวข.ฉะเชิงเทรา และ ศวข.สุพรรณบุรี) จำนวน 2 แปลง โดยเพาะปลูกข้าวนาปรัง พันธุ์ กข เนื้อที่เพาะปลูก 12 ไร่ และดำเนินการใน**แปลงทดสอบของเกษตรกรที่มีการควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าว และเป็นแปลงนาที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่** จำนวน 2 แปลงทดลอง โดยเพาะปลูกข้าวนาปรัง พันธุ์ กข เนื้อที่เพาะปลูก 12 ไร่ เช่นกัน ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตตกหล่นต่อไร่ ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ โดยได้กำหนดปัจจัยที่จะมีผลต่อการตกหล่นของข้าว จำนวน 2 ปัจจัย คือ ช่วงระยะเวลาในการเกี่ยวข้าว และความเร็วในเกี่ยวข้าว ดังนี้

1) ผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตตกหล่นต่อไร่

ในแปลงทดลอง ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลผลผลิตต่อไร่ ด้วยรถเกี่ยวนวดยี่ห้อคูโบต้า แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ขนาด 76 ตารางเมตร จำนวน 2 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงทดลองจากนั้นดำเนินการชั่ง ตวง วัด และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% ผลการศึกษา มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยของแปลงทดลองเท่ากับ 555.94 กิโลกรัม สำหรับแปลงทดสอบ เก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ขนาด 114 ตารางเมตร จำนวน 2 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงทดสอบแล้วดำเนินการชั่ง ตวง วัด และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยของแปลงทดสอบเท่ากับ 839.75 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.12)

สำหรับผลผลิตตกหล่นต่อไร่ในแปลงทดลองและแปลงทดสอบ ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลผลผลิตตกหล่นต่อไร่ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การเก็บผลผลิตตกหล่น (Gleaning) ตามธรรมชาติเป็นการเก็บผลผลิตตกที่หล่นก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต 2) การเก็บผลผลิตตกหล่น (Gleaning) หลังจากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Crop Cutting) 3) การเก็บผลผลิตตกหล่น (Gleaning) หลังทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Post-Harvest) ด้วยรถเกี่ยวข้าว ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.12

1.1) แปลงทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติ ดำเนินการโดยการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นตามธรรมชาติภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตร ทั้งหมดก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 4 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงทดลอง แล้วบรรจุลงถุงเพื่อทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนักและหักความชื้นให้เท่ากับ 15 % พบว่า แปลงทดลองมีผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 1.39 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.25 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่

ขั้นตอนที่ 2 ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือ ดำเนินการโดยการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นจากจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตรทั้งหมด โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 4 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงทดลอง แล้วบรรจุลงถุงเพื่อทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนักและหักความชื้นให้เท่ากับ 15 % พบว่า แปลงทดลองมีผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือเฉลี่ยเท่ากับ 2.17 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.39 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่

ขั้นตอนที่ 3 ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว ดำเนินการโดยการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตร ทั้งหมด โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 3 ระดับความเร็ว (ช้า กลาง เร็ว) และมีการทำซ้ำ 2 ครั้งต่อ 1 แปลงทดลอง (เช้า/บ่าย) บรรจุลงถุงทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนัก และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% พบว่า แปลงทดลองมีผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 24.02 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 4.32 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ซึ่งหากพิจารณาจากความเร็วแต่ละระดับพบว่า ความเร็วระดับช้ามีผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 21.85 คิดเป็นร้อยละ 3.93 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณตกหล่นน้อยที่สุด ส่วนความเร็วระดับเร็ว มีปริมาณผลผลิตตกหล่นต่อไร่มากที่สุด

1.2) แปลงทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1 ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติ ดำเนินการโดยการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นตามธรรมชาติภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตร ทั้งหมดก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 4 จุดสำรวจต่อ 1 แปลงทดสอบ แล้วบรรจุลงถุงเพื่อทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนัก และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% แปลงทดสอบมีผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 2.60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.31 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่

ขั้นตอนที่ 2 ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้ว ยมือดำเนินการโดยการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นอยู่ภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตรทั้งหมด โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 4 จุดสำรวจต่อ 1 แปลง แล้วบรรจุลงถุงเพื่อทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนัก และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% พบว่า แปลงทดสอบมีผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือเฉลี่ยเท่ากับ 5.21 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่

ขั้นตอนที่ 3 ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว ดำเนินการโดยการเก็บเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวภายในกรอบตัวอย่างขนาด 1x1 เมตร ทั้งหมด โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มจุดสำรวจขั้นตอนละ 3 ระดับความเร็ว (ช้า กลาง เร็ว) และมีการทำซ้ำ 2 ครั้งต่อ 1 แปลงทดลอง (เช้า/บ่าย) บรรจุลงถุงทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนัก และหักความชื้นให้เท่ากับ 15% พบว่า แปลงทดสอบมีผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเท่ากับ 24.09 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 2.87 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ซึ่งหากพิจารณาจากความเร็วแต่ละระดับพบว่า ความเร็วระดับช้ามีผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 23.11 คิดเป็นร้อยละ 2.75 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณตกหล่นน้อยที่สุด ส่วนความเร็วระดับเร็ว มีปริมาณผลผลิตตกหล่นต่อไร่มากที่สุด

ตารางที่ 4.12 ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่ของแปลงทดลองและแปลงทดสอบ

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ผลผลิตต่อไร่ ณ ความชื้น 15%		
แปลงทดลอง	555.94 กิโลกรัม	
แปลงทดสอบ	839.75 กิโลกรัม	
ผลผลิตตกหล่นต่อไร่ ณ ความชื้น 15%		
ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติ		
แปลงทดลอง	1.39 กิโลกรัม	0.25
แปลงทดสอบ	2.60 กิโลกรัม	0.31
ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือ		
แปลงทดลอง	2.17 กิโลกรัม	0.39
แปลงทดสอบ	5.21 กิโลกรัม	0.62
ผลผลิตตกหล่นจากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว		
แปลงทดลอง		
ช้า	21.85 กิโลกรัม	3.93
กลาง	24.02 กิโลกรัม	4.32
เร็ว	26.18 กิโลกรัม	4.71
เฉลี่ย	**24.02 กิโลกรัม**	**4.32**
แปลงทดสอบ		
ช้า	23.11 กิโลกรัม	2.75
กลาง	24.44 กิโลกรัม	2.91
เร็ว	24.72 กิโลกรัม	2.94
เฉลี่ย	**24.09 กิโลกรัม**	**2.87**

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

4.3.3 การเปรียบเทียบผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากแปลงใหญ่ แปลงทดลอง และแปลงทดสอบ

การศึกษาครั้งนี้ ได้จัดเก็บข้อมูลผลผลิตตกหล่นต่อไร่ของข้าวนาปรัง พันธุ์ กข จากแปลงตัวอย่างของเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ ที่มีการดูแลรักษาโดยเกษตรกรตามปกติทั่วไปในแต่ละสภาพพื้นที่ เปรียบเทียบกับแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว และแปลงทดสอบของเกษตรกรในแปลงใหญ่ที่มีการดูแลรักษาและควบคุมตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าว เพื่อปริมาณผลผลิตตกหล่นต่อไร่ ซึ่งสามารถได้เปรียบเทียบผลผลิตตกหล่นต่อไร่ โดยสัดส่วนร้อยละคือ ปริมาณผลผลิตตกหล่นต่อไร่ต่อปริมาณผลผลิตต่อไร่ แบ่งออกเป็น 3 วิธีการเก็บเกี่ยว คือ ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติ ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือ และผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว ผลการศึกษา พบว่า

1) ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่ พบว่า ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่ของแปลงใหญ่มีการตกหล่นมากที่สุดเท่ากับ 3.16 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.44 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ รองลงมาผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่ของแปลงทดสอบเท่ากับ 2.60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.31 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่ของแปลงทดลองเท่ากับ 1.39 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.25 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ตามลำดับ

2) ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือ พบว่า ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือของแปลงใหญ่มีการตกหล่นมากที่สุดเท่ากับ 7.69 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 1.06 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ รองลงมา ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือของแปลงทดสอบเท่ากับ 5.21 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยมือของแปลงทดลองเท่ากับ 2.17 กิโลกรัมคิดเป็นร้อยละ 0.39 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ตามลำดับ

3) ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว พบว่า ผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวของแปลงทดลองมีการตกหล่นมากที่สุดเท่ากับ 24.02 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 4.32 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ รองลงมาเป็นผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวของแปลงใหญ่เท่ากับ 24.86 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 3.43 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และผลผลิตตกหล่นต่อไร่จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวของแปลงทดสอบเท่ากับ 24.09 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 2.87 ของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบผลผลิตตกหล่นจากแปลงใหญ่ แปลงทดลอง และแปลงทดสอบ

ชนิดแปลง	ผลผลิตตกหล่นต่อไร่ (กิโลกรัม/ไร่)					
	ตามธรรมชาติ		เก็บเกี่ยวมือ		รถเกี่ยวข้าว	
	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ	ร้อยละ
แปลงใหญ่	3.16	0.44	7.69	1.06	24.86	3.43
แปลงทดลอง	1.39	0.25	2.17	0.39	24.02	4.32
แปลงทดสอบ	2.60	0.31	5.21	0.62	24.09	2.87

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

4.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว จำนวนบิ้งนา ความสูงต้นข้าว ความยาวคอรวงข้าว ความเอนต้นข้าว และความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว โดยจัดเก็บข้อมูลข้าวนาปรังจากแปลงนาเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ที่สมัครใจร่วมการศึกษาครั้งนี้ในภาคกลางและภาคตะวันออก จำนวน 24 แปลงใหญ่ แปลงใหญ่ละ 3 ราย รวมจำนวนตัวอย่าง 72 ราย และใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ โดยประมาณด้วยวิธีกำลังสอง

น้อยสุด (Ordinary Least Squares: OLS) ในรูปแบบสมการ Double-Log Form เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียในการกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก

ปัจจัยที่ได้นำมาศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียในการกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก สามารถนำมาวิเคราะห์เป็นสมการถดถอยเชิงพหุ กำหนดรูปแบบฟังก์ชั่นแบบ Double log form ซึ่งสามารถพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เป็นค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อปัจจัยนั้น ๆ โดยผลการวิเคราะห์จะพิจารณาค่า R^2 ค่า $\bar{R}^2$ ค่า t-statistic และค่า F-statistic ดังนี้

ค่า R^2 (Coefficient of Determination) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ หมายถึง สัดส่วนที่ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้ ดังนั้น ถ้า R^2 มีค่ามาก แสดงว่า ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันมากหรือตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรตามได้มาก (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2541)

ค่า $\bar{R}^2$ (Adjust Coefficient of Determination) เป็นค่าที่ใช้ในการอธิบายว่าสมการที่สร้างขึ้นมามีความเหมาะสมกับข้อมูลเพียงใด การใช้ Adjust R^2 นี้ จะเป็นการลดปัญหาการที่ค่า R^2 จะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในสมการ เนื่องจากบางครั้งเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจะทำให้ R^2 มีค่าสูงทั้ง ๆ ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเลย

ค่า t-statistic เป็นค่าที่ใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ หรือความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกันของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระแต่ละตัวในสมการ

ค่า F-statistic เป็นค่าที่ใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ หรือความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกันของตัวแปรตามกับชุดของตัวแปรอิสระทั้งหมด

สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลอง ได้ดังนี้

$$\ln Machine_i = a_0 + a_1 \ln Bing_i + a_2 \ln High_i + a_3 \ln Long_i + a_4 \ln Angle_i + a_5 \ln Speed_i + \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

โดย

Machine = ปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว (กิโลกรัม)

Bing = จำนวนบิ้งนา (บิ้ง)

High = ความสูงต้นข้าว (เซนติเมตร)

Long = ความยาวคอรวงข้าว (เซนติเมตร)

Angle = ความเอนต้นข้าว (องศา)

Speed = ความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว (รอบ/วินาที)

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = ค่าความคลาดเคลื่อน

i = ตัวอย่างที่ 1, 2, 3,..., n

a_0= ค่าคงที่

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ผลการวิเคราะห์ที่แสดงถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ หรือปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถเขียนในรูปแบบสมการถดถอยเชิงพหุได้ดังนี้

$$\ln \widehat{Machine}_i = -0.684 + 0.269\ln Bing_i - 1.663\ln High_i + 3.161\ln Long_i + 0.153\ln Angle_i + 0.271\ln Speed_i$$

(-0.261) (2.365)** (-4.009)*** (5.476)*** (3.254)*** (2.246)*

ค่า R^2 = 0.401 ค่า $\bar{R}^2$ = 0.380

ค่า F-statistic = 19.000 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

<u>หมายเหตุ</u>

1) ค่าที่แสดงในวงเล็บคือค่า t-statistic

2) * , ** และ *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90, 95 และ 99 ตามลำดับ

จากแบบจำลอง แสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ พบว่า จำนวนบิ้งนา ความสูงต้นข้าว ความยาวคอรวงข้าว ความเอนต้นข้าว และความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม คือปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวได้ร้อยละ 40.10 และเมื่อคำนึงถึงจำนวนตัวแปรอิสระในสมการ ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ร้อยละ 38.00 อีกร้อยละ 62.00 เป็นอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณา

จากผลการศึกษาเชิงประจักษ์ สามารถอธิบายผลการวิจัยจากแบบจำลองที่ประมาณการได้ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแสดงถึงผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว ได้ดังนี้

จำนวนบิ้งนาต่อไร่ (Bing) มีอิทธิพลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทิศทางเดียวกัน โดยหากจำนวนบิ้งนาต่อไร่ (Bing) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 1 จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 0.269

ความสูงต้นข้าว (High) มีอิทธิพลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทิศทางตรงข้าม โดยหากความสูงต้นข้าว (High) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 1 จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวลดลง (เพิ่มขึ้น) ร้อยละ 1.663

ความยาวคอรวง (Long) มีอิทธิพลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทิศทางเดียวกัน โดยหากความยาวคอรวง (Long) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 1 จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 3.161

ความเอนต้นข้าว (Angle) มีอิทธิพลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทิศทางเดียวกัน โดยหากความเอนต้นข้าว (Angle) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 1 จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 0.153

ความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว (Speed) มีอิทธิพลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ในทิศทางเดียวกัน โดยหากความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว (Speed) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 1 จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 0.271 (รายละเอียดภาคผนวก 1 และ 2)

4.5 ทัศนคติที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวของแปลงที่ร่วมโครงการ ภายใต้โครงการวิจัยการลดการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษาการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ภาคกลาง และภาคตะวันออก การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา ปัจจัยด้านรถเกี่ยว ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว โดยใช้การวัดทัศนคติของลิเกิร์ต (Likert Scale)

เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

3 คะแนน สำหรับระดับความคิดเห็นมาก

2 คะแนน สำหรับระดับความคิดเห็นปานกลาง

1 คะแนน สำหรับระดับความคิดเห็นน้อย

การแบ่งช่วงกว้างของอันตรภาคชั้น

$$\text{ช่วงกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{3-1}{3} = 0.66$$

เกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ยในช่วงดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
2.34 – 3.00	มีความคิดเห็นระดับมาก
1.67 – 2.33	มีความคิดเห็นระดับปานกลาง
1.00 – 1.66	มีความคิดเห็นระดับน้อย

ผลการศึกษา มีดังนี้

4.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษาการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคกลางและภาคตะวันออกนั้น ได้ศึกษาทัศนคติของทั้งเกษตรกรและทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งมีปัจจัยทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยการจัดการหลังเก็บเกี่ยว มีผลการศึกษา มีดังนี้

1) ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว (ตารางที่ 4.14)

1.1) ทัศนคติของเกษตรกร เรื่อง ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

1.1.1) ปัจจัยที่มีผลระดับมาก ได้แก่ สภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว มีผลร้อยละ 96.00 หากต้นข้าวล้มก่อนการเก็บเกี่ยว เมล็ดข้าวเปลือกที่เกี่ยวได้จะเข้าตู้นวดข้าวน้อย เนื่องจากเมล็ดข้าวจะติดออกไปกับฟาง

1.1.2) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) ชนิดพันธุ์ข้าว มีผลร้อยละ 63.0 เนื่องจากชนิดพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์มีการร่วงแตกต่างกัน ชนิดพันธุ์ที่ร่วงมาก เช่น พันธุ์ปทุมธานี กข49 ชนิดพันธุ์ที่ร่วงน้อย เช่น พันธุ์ กข29 กข31 เป็นต้น

(2) อายุข้าวที่เก็บเกี่ยวเหมาะสม มีผลร้อยละ 76.50 การเก็บเกี่ยวข้าวที่อายุเหมาะสม (ระยะพลับพลึง) ได้ผลผลิตมากที่สุด ในขณะที่การเก็บเกี่ยวข้าวที่สุกงอมต้นข้าวจะกรอบแห้ง ส่งผลให้เมล็ดข้าวร่วงหล่นมากกว่า

1.2) ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว เรื่อง ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

1.2.1) ปัจจัยที่มีผลระดับมาก ได้แก่ สภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว มีผลร้อยละ 98.48 หากต้นข้าวล้ม ส่งผลให้ในกระบวนการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวติดออกไปกับฟางมาก อีกทั้งทำให้รถเกี่ยวนวดเก็บเกี่ยวได้ช้า เกิดการสูญเสียข้าวเพิ่มขึ้นด้วย

1.2.2) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) อายุข้าวที่เก็บเกี่ยวเหมาะสม มีผลร้อยละ 81.82 ชนิดพันธุ์ข้าว มีผลร้อยละ 73.48 การเกี่ยวช่วงข้าวงอมหรือสุกจะทำให้ข้าวแห้ง และร่วงหล่นได้ง่าย

(2) ชนิดพันธุ์ข้าว มีผลร้อยละ 73.48 ในทัศนคติของผู้ประกอบการสามารถปรับรถเกี่ยวนวดข้าวให้เกี่ยวข้าวได้ทุกชนิดพันธุ์

ตารางที่ 4.14 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว

ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)		ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยว (N = 132)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชนิดพันธุ์ข้าว				
ไม่มีผล	**74**	**37.00**	**35**	**26.52**
มีผล	**126**	**63.00**	**97**	**73.48**
น้อย	46	36.51	51	52.58
ปานกลาง	63	50.00	36	37.11
มาก	17	13.49	10	10.31
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{x}$ =1.77, S.D. = 0.67)		มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 1.58, S.D. = 0.60)	
สภาพต้นข้าวก่อนเกี่ยว				
ไม่มีผล	**8**	**4.00**	**2**	**1.52**
มีผล	**192**	**96.00**	**130**	**98.48**
น้อย	13	6.77	19	14.62
ปานกลาง	68	35.42	36	27.69
มาก	111	57.81	75	57.69
เฉลี่ย	มีผล ระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.51, S.D. = 0.62)		มีผล ระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.43, S.D. = 0.79)	
อายุข้าวที่เก็บเกี่ยวเหมาะสม				
ไม่มีผล	**47**	**23.50**	**24**	**18.18**
มีผล	**153**	**76.50**	**108**	**81.82**
น้อย	42	27.45	47	43.52
ปานกลาง	83	54.25	42	38.89
มาก	28	18.30	19	17.59
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 1.91, S.D. = 0.67)		มีผล ระดับมปานกลาง ($\bar{x}$ = 1.74, S.D. = 0.64)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

2) ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา (ตารางที่ 4.15)

2.1) ทัศนคติของเกษตรกร เรื่อง ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา ที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

2.1.1) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) สภาพพื้นที่ช่วงเกี่ยว มีผลร้อยละ 65.00 หากพื้นนามีน้ำขัง หรือพื้นดินมีลักษณะเป็นหล่ม รถเกี่ยวนวดข้าวจะเหยียบต้นข้าวจมลงไปในโคลน ประกอบกับความชื้นต้นข้าวมากส่งผลให้เมล็ดข้าวจะติดออกไปกับฟาง

(2) ช่วงเวลาการเกี่ยว มีผลร้อยละ 62.00 ในช่วงเช้าต้นข้าวจะมีความชื้นมาก ทำให้ข้าวติดออกไปกับฟาง หากสามารถหลีกเลี่ยงได้ เกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวจะเริ่มเกี่ยวในช่วงสายเมื่อความชื้นต้นข้าวลดลง

(3) ปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ยูเรีย และปริมาณวัชพืชในแปลง มีผลเท่ากันที่ร้อยละ 59.50 หากใส่ปุ๋ยมากจะทำให้เมล็ดข้าวกรอบ ต้นข้าวอ่อน สูงและล้ม และปัจจัยด้านปริมาณวัชพืชในแปลง หากมีเยอะส่งผลให้ความชื้นข้าวสูง เวลาเก็บเกี่ยวข้าวจะติดออกไปกับฟาง

(4) ระยะเวลาการระบายน้ำ มีผลร้อยละ 60.50 หากระบายน้ำเร็วไปทำให้ข้าวกรอบและร่วงเยอะ ในขณะที่การระบายน้ำช้าไปทำให้พื้นนาชื้น

2.1.2) ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย ได้แก่

(1) ขนาดบิ้งนา มีผลร้อยละ 42.00 บิ้งนาขนาดเล็กรถเกี่ยวนวดข้าวเลี้ยวบ่อยข้าวจะเสียหายช่วงหัวเลี้ยวขอบมุมบิ้งนา ในขณะที่บิ้งนาขนาดใหญ่รถเกี่ยวนวดสามารถวิ่งยาวได้ ช่วงตีวงเลี้ยวเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่นั้นเสียหายน้อยกว่าบิ้งนาขนาดเล็ก

(2) วิธีการปลูกข้าว มีผลร้อยละ 33.50 โดยการปลูกข้าวแบบนาดำต้นข้าวแข็งแรงมากกว่าและล้มน้อยกว่า จึงสูญเสียน้อยกว่านาหว่าน

2.2) ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว เรื่อง ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา ที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

2.2.1) ปัจจัยที่มีผลระดับมาก ได้แก่ สภาพพื้นที่ช่วงเกี่ยว มีผลร้อยละ 75.76 หากพื้นที่นามีลักษณะเป็นหล่ม น้ำขังหรือชื้นข้าวจะสูญเสียมาก เนื่องจากกลับรถเกี่ยวยาก รถตะแคง และรถเกี่ยววิ่งได้ไม่คงที่

2.2.2) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) ช่วงเวลาการเกี่ยว มีผลร้อยละ 79.55 ในช่วงเช้าต้นข้าวจะมีความชื้นมาก ทำให้ข้าวติดออกไปกับฟาง โดยปกติผู้ประกอบการรถเกี่ยวจะเริ่มเกี่ยวในช่วงสายเมื่อความชื้นต้นข้าวลดลง

(2) ขนาดบิ้งนา มีผลร้อยละ 60.61 บิ้งนาเล็กจะสูญเสียมากกว่าเพราะต้องกลับรถบ่อย

ตารางที่ 4.15 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา

ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)		ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยว (N = 132)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
สภาพพื้นที่ช่วงเก็บเกี่ยว				
ไม่มีผล	**70**	**35.00**	**32**	**24.24**
มีผล	**130**	**65.00**	**100**	**75.76**
น้อย	44	33.85	28	28.00
ปานกลาง	54	41.54	44	44.00
มาก	32	24.62	28	28.00
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.91, S.D. = 0.76)		มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 2.00, S.D. = 0.70)	
ช่วงเวลาการเกี่ยว				
ไม่มีผล	**76**	**38.00**	**27**	**20.45**
มีผล	**124**	**62.00**	**105**	**79.55**
น้อย	51	41.13	60	57.14
ปานกลาง	61	49.19	33	31.43
มาก	12	9.68	12	11.43
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.69, S.D. = 0.64)		มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.54, S.D. = 0.58)	
ขนาดปิ้งนา				
ไม่มีผล	**116**	**58.00**	**52**	**39.39**
มีผล	**84**	**42.00**	**80**	**60.61**
น้อย	49	58.33	41	51.25
ปานกลาง	29	34.52	31	38.75
มาก	6	7.14	8	10.00
เฉลี่ย	มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.49, S.D. = 0.63)		มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.59, S.D. = 0.64)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

ตารางที่ 4.15 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา (ต่อ)

ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)		ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยว (N = 132)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
วิธีการปลูกข้าว				
ไม่มีผล	**133**	**66.50**		
มีผล	**67**	**33.50**		
น้อย	30	44.78		
ปานกลาง	31	46.27		
มาก	6	8.96		
เฉลี่ย	มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.64, S.D. = 0.64)			
ปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน, ยูเรีย				
ไม่มีผล	**81**	**40.50**		
มีผล	**119**	**59.50**		
น้อย	40	33.61		
ปานกลาง	43	36.13		
มาก	36	30.25		
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.97, S.D. = 0.80)			
ปริมาณวัชพืชในแปลง				
ไม่มีผล	**81**	**40.50**		
มีผล	**119**	**59.50**		
น้อย	40	33.61		
ปานกลาง	41	34.45		
มาก	38	31.93		
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.98, S.D. = 0.81)			
ระยะเวลาการระบายน้ำ				
ไม่มีผล	**79**	**39.50**		
มีผล	**121**	**60.50**		
น้อย	42	34.71		
ปานกลาง	56	46.28		
มาก	23	19.01		
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.83, S.D. = 0.72)			

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

3) ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว (ตารางที่ 4.16)

3.1) ทัศนคติของเกษตรกร เรื่อง ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว ที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

3.1.1) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) ความเร็วในการเก็บเกี่ยว มีผลร้อยละ 88.00 หากเกี่ยวเร็วจะสูญเสียมาก เนื่องจากการใช้ความเร็วมากเกินไปในการเกี่ยว ปริมาณต้นข้าวที่เครื่องตัดเข้าไปในเครื่องเกี่ยวนวดมากเกินความสามารถของเครื่อง ทำให้ข้าวล้นร่วงหล่นหรือติดออกไปกับฟาง

(2) สภาพเก่า/ใหม่ของรถเกี่ยวนวดข้าว มีผลร้อยละ 69.50 โดยเกษตรมีความคิดเห็นว่ารถเกี่ยวเก่าเกิดการสึกหรอตามส่วนต่างๆ ของรถเกี่ยวนวด ข้าวร่วงหล่นออกตามตัวรถที่ผุ หรือรั่ว รวมไปถึงใบมีดไม่คม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ ผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าวใส่ใจในการซ่อมบำรุง

3.2) ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว เรื่อง ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว ที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก ดังนี้

3.2.1) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) สภาพใบมีดชุดหัวเกี่ยว มีผลร้อยละ 87.12 หากใบมีดไม่คม ในการเกี่ยวจะตัดข้าวไม่ขาด ส่งผลให้ข้าวร่วงหล่นมาก

(2) ความเร็วในการเกี่ยว มีผลร้อยละ 81.82 ควรใช้ความเร็วระดับที่พอดี หากความเร็วมากไป ส่งผลให้ข้าวร่วงหล่นออกจากรถเกี่ยวนวด

(3) ความเร็วรอบลูกนวด มีผลร้อยละ 74.24 หากใช้ระดับความเร็วรอบลูกนวดเร็วจะสูญเสียข้าวน้อย เพราะสามารถตีข้าวใส่ตะแกรงได้มาก หากรอบลูกนวดช้าจะตีข้าวไม่ออก เมล็ดข้าวจะไม่ร่อนและติดออกไปกับฟาง

(4) การปรับองศาชุดนิ้วดึงหัวเกี่ยว มีผลร้อยละ 71.97 ควรปรับให้อยู่ระดับเดียวกับต้นข้าวจึงจะสูญเสียน้อย คนขับรถเกี่ยวนวดข้าวจะปรับกรณีที่สภาพต้นข้าวล้ม หากไม่ปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันจะสูญเสียมาก

(5) สภาพเก่า/ใหม่ของรถเกี่ยวนวดข้าว มีผลร้อยละ 39.39 หากขาดการซ่อมบำรุง จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเกี่ยวนวดข้าวลดลง

(6) น้ำหนักรถ มีผลร้อยละ 37.88 น้ำหนักรถมาก รถจะตะแคงในกรณีที่พื้นนาหล่ม ใบมีดตัดข้าวได้ไม่เท่ากันทำให้สูญเสียข้าวมากกว่ารถที่มีน้ำหนักเบากว่า

(7) ขนาดรถ มีผลร้อยละ 21.97 รถที่มีขนาดเล็กกว่าจะกลับรถบ่อยกว่าทำให้สูญเสียข้าวมากกว่า

(8) ระยะห่างใบมีดของชุดหัวเกี่ยว มีผลร้อยละ 18.18 ควรมีระยะที่พอดี ระยะห่างเกินไปทำให้ข้าวกระเด็นออก

3.2.2) ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย ได้แก่

(1) ความกว้างหัวเกี่ยว มีผลร้อยละ 24.24 หน้ากว้างแคบส่งผลให้เลี้ยวบ่อย ข้าวจะเสียหายช่วงเลี้ยว

(2) ถังพักเมล็ดข้าว มีผลร้อยละ 7.58 โดยข้าวร่วงหล่นตามรอยรั่ว กรณีไม่ได้ซ่อมบำรุง

ตารางที่ 4.16 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว

ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)		ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยว (N = 132)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
สภาพความเก่า/ ใหม่ของรถรถเกี่ยวนวดข้าว				
ไม่มีผล	**61**	**30.50**	**80**	**60.61**
มีผล	**139**	**69.50**	**52**	**39.39**
น้อย	29	20.86	22	42.31
ปานกลาง	64	46.04	18	34.62
มาก	46	33.09	12	23.08
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 2.21, S.D. = 0.73)		มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.81, S.D. = 0.66)	
ความเร็วในการเก็บเกี่ยว				
ไม่มีผล	**24**	**12.00**	**24**	**18.18**
มีผล	**176**	**88.00**	**108**	**81.82**
น้อย	33	18.75	29	26.85
ปานกลาง	74	42.05	53	49.07
มาก	69	39.20	26	24.07
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =2.20, S.D. = 0.74)		มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.97, S.D. = 0.74)	
ถังพักเมล็ดข้าว				
ไม่มีผล			**122**	**92.42**
มีผล			**10**	**7.58**
น้อย			10	100.00
เฉลี่ย			มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.00, S.D. = 0.00)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

ตารางที่ 4.16 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว (ต่อ)

ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)		ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยว (N = 132)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ขนาดรถ				
ไม่มีผล			**103**	**78.03**
มีผล			**29**	**21.97**
น้อย			14	48.28
ปานกลาง			9	31.03
มาก			6	20.69
เฉลี่ย			มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.72, S.D. = 0.55)	
น้ำหนักรถ				
ไม่มีผล			**82**	**62.12**
มีผล			**50**	**37.88**
น้อย			36	72.00
ปานกลาง			7	14.00
มาก			7	14.00
เฉลี่ย			มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.42, S.D. = 0.51)	
ชุดหัวเกี่ยว : การปรับมุมองศา ชุดนิ้วดึง				
ไม่มีผล			**37**	**28.03**
มีผล			**95**	**71.97**
น้อย			36	37.89
ปานกลาง			46	48.42
มาก			13	13.68
เฉลี่ย			มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.76, S.D. = 0.62)	
ชุดหัวเกี่ยว : ความกว้างชุดหัวเกี่ยว				
ไม่มีผล			**100**	**75.76**
มีผล			**32**	**24.24**
น้อย			19	59.38
ปานกลาง			10	31.25
มาก			3	9.38
เฉลี่ย			มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.50, S.D. = 0.70)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

ตารางที่ 4.16 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว (ต่อ)

ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)		ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยว (N = 132)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชุดหัวเกี่ยว : สภาพใบมีด				
ไม่มีผล			**17**	**12.88**
มีผล			**115**	**87.12**
น้อย			28	24.35
ปานกลาง			58	50.43
มาก			29	25.22
เฉลี่ย			มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =2.01, S.D. = 0.69)	
ชุดหัวเกี่ยว : การตั้งระยะห่างใบมีด				
ไม่มีผล			**108**	**81.82**
มีผล			**24**	**18.18**
น้อย			11	45.83
ปานกลาง			8	33.33
มาก			5	20.83
เฉลี่ย			มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.75, S.D. = 0.51)	
ชุดนวด/ ตะแกรงล่อน: ความเร็วรอบลูกนวด				
ไม่มีผล			**34**	**25.76**
มีผล			**98**	**74.24**
น้อย			32	32.65
ปานกลาง			40	40.82
มาก			26	26.53
เฉลี่ย			มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.94, S.D. = 0.81)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

4) ปัจจัยด้านบุคคล (ตารางที่ 4.17)

ทัศนคติของเกษตรกร เรื่อง ปัจจัยด้านบุคคลที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

4.1 ปัจจัยที่มีผลระดับมาก ได้แก่ ความชำนาญของทีมรถเกี่ยว มีผลร้อยละ 89.50 คนขับรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีความชำนาญรู้วิธีการเกี่ยวได้ดี จะทำให้สูญเสียข้าวน้อยกว่าคนขับที่มีความชำนาญน้อยกว่า

4.2) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ การรู้จักคุ้นเคยกับคนขับ/เจ้าของรถเกี่ยว มีผลร้อยละ 48.50 โดยที่เกษตรกรสามารถกำกับเจ้าของ/ คนขับรถเกี่ยวนวดได้ตามความต้องการของ รวมไปถึงขอร้องให้คนขับตั้งใจเกี่ยวให้ดีให้ได้ปริมาณข้าวเยอะ

4.3) ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย คือ การดูแลกับคนขับ/เจ้าของรถเกี่ยว มีผลร้อยละ 37.00 ระดับการมีผลอยู่ในระดับน้อย เกษตรกรมีความคิดเห็นว่าการดูแลเลี้ยงอาหารและเครื่องดื่มผู้ประกอบการ/ คนขับรถเกี่ยวนวดข้าว ทำให้คนขับรถเกี่ยวอยากทำงานให้ดีขึ้น

ตารางที่ 4.17 ทัศนคติของเกษตรกรต่อปัจจัยด้านบุคคล

ปัจจัยด้านบุคคล	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)	
	จำนวน	ร้อยละ
ความชำนาญของทีมรถเกี่ยว		
ไม่มีผล	**21**	**10.50**
มีผล	**179**	**89.50**
น้อย	17	9.55
ปานกลาง	67	37.64
มาก	95	52.81
เฉลี่ย	มีผล ระดับมาก ($\bar{X}$ = 2.43, S.D. = 0.66)	
การรู้จักคุ้นเคยกับคนขับ/ เจ้าของรถเกี่ยวนวดข้าว		
ไม่มีผล	**103**	**51.50**
มีผล	**97**	**48.50**
น้อย	40	41.24
ปานกลาง	43	44.33
มาก	14	14.43
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.73, S.D. = 0.70)	
การดูแลกับคนขับ/ เจ้าของรถเกี่ยวนวดข้าว		
ไม่มีผล	**126**	**63.00**
มีผล	**74**	**37.00**
น้อย	40	54.05
ปานกลาง	25	33.78
มาก	9	12.16
เฉลี่ย	มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.58, S.D. = 0.70)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

5) ปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4.18)

ทัศนคติของเกษตรกร เรื่อง ปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว ที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่า

5.1) ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่

(1) การขนย้าย มีผลร้อยละ 24.50 ซึ่งเกิดจากการไม่ป้องกัน เช่น ผ้าใบคลุมกันร่วงหล่นระหว่างขนย้าย หรืออุปกรณ์ป้องกันชำรุด/หลุดระหว่างขนย้ายทำให้ข้าวร่วงหล่นระหว่างขนส่ง

(2) การเก็บรักษา มีผลร้อยละ 24.00 ในการเก็บข้าวเปลือกในโกดังหรือยุ้งฉาง หากขาดการดูแล อาจมีหนูหรือแมลงมากัดกินข้าวเปลือกที่เก็บรักษาไว้

5.2) ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย ได้แก่ การตาก มีผลร้อยละ 22.50 เนื่องจากในกระบวนการตากข้าวเปลือกมักสูญเสียข้าวจากนกที่มากินข้าวเปลือก

ตารางที่ 4.18 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าวต่อปัจจัยการจัดการหลังเก็บเกี่ยว

ปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)	
	จำนวน	ร้อยละ
การขนย้าย		
ไม่มีผล	**151**	**75.50**
มีผล	**49**	**24.50**
น้อย	24	48.98
ปานกลาง	15	30.61
มาก	10	20.41
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.71, S.D. = 0.79)	
การตาก		
ไม่มีผล	**155**	**77.50**
มีผล	**45**	**22.50**
น้อย	24	53.33
ปานกลาง	13	28.89
มาก	8	17.78
เฉลี่ย	มีผล ระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.11, S.D. = 0.77)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

ตารางที่ 4.18 ทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าวต่อปัจจัยการจัดการหลังเก็บเกี่ยว (ต่อ)

ปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว	ทัศนคติของเกษตรกร (N = 200)	
	จำนวน	ร้อยละ
การเก็บรักษา		
ไม่มีผล	**152**	**76.00**
มีผล	**48**	**24.00**
น้อย	24	50.00
ปานกลาง	16	33.33
มาก	8	16.67
เฉลี่ย	มีผล ระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.67, S.D. = 0.75)	

ที่มา: คำนวณจากการสำรวจ

จากผลการศึกษาทัศนคติของเกษตรกร และทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว ต่อปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกข้างต้น พบว่า

1) ในมุมมองของเกษตรกร มีความคิดเห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในระดับมาก ได้แก่ สภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว ความชำนาญของทีมรถเกี่ยว และความเร็วในการเกี่ยว ตามลำดับ ดังนี้

1.1) ปัจจัยสภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว เนื่องจากสภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว โดยมากที่พบเกิดจากลมและฝน ประกอบกับพื้นนาน้ำขังเกิดภาวะนาหล่ม ส่งผลให้ความชื้นต้นข้าวสูง การทรงตัวของรถเกี่ยวนวดข้าวยากกว่าพื้นนาปกติซึ่งเป็นอุปสรรคในการเดินรถเพื่อเกี่ยวนวดข้าว ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวลดลง เกิดการสูญเสียข้าวมากกว่าสภาพพื้นนาปกติ

1.2) ปัจจัยความชำนาญของทีมรถเกี่ยว เกษตรกรเห็นว่าคนขับที่มีประสบการณ์ รู้จักลักษณะต้นข้าวแบบต่าง ๆ จะมีความเชี่ยวชาญและเทคนิคในการควบคุมรถเกี่ยวนวดข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุด

1.3) ปัจจัยความเร็วในการเกี่ยว เกษตรกรมีความคิดเห็นว่าหากใช้ความเร็วการเกี่ยวระดับมาก จะสูญเสียข้าวมากเนื่องจากปริมาณต้นข้าวที่เครื่องตัดเข้าไปในเครื่องเกี่ยวนวดมากเกินความสามารถของเครื่อง ทำให้ข้าวล้นร่วงหล่นหรือติดออกไปกับฟาง

2) ในมุมมองของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว มีความคิดเห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกมากที่สุด ได้แก่ สภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว สภาพใบมีด และสภาพพื้นที่ช่วงเก็บเกี่ยว ดังนี้

2.1) ในด้านปัจจัยสภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว ผู้ประกอบการ/ ผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าว มีความคิดเห็นมากที่สุดเช่นเดียวกับเกษตรกร นอกจากนี้ กรณีต้นข้าวล้มแต่พื้นนาแห้ง การสูญเสียข้าวจะไม่มากหรือไม่มีผล เนื่องจากคนขับสามารถปรับชุดนิ้วดึงให้เหมาะสมกับสภาพต้นข้าว

2.2) สภาพใบมีด ต้องมีการซ่อมบำรุงสม่ำเสมอ หากใบมีดไม่คมส่งผลให้ในกระบวนการเกี่ยวใบมีดจะตัดต้นข้าวไม่ขาด ในการควักต้นข้าวเข้าระบบนิ้วดึงจะไปคว้าไปดึงรวงข้าวเข้าชุดปากไม่หมด ต้นข้าวลู่ไปกับชุดนิ้วดึง ทำให้ข้าวร่วงหล่นจำนวนมาก และร่วงหล่นก่อนเข้าสู่ตู้นวดสอง

2.3) สภาพพื้นที่ช่วงเก็บเกี่ยว หากพื้นนาชื้น มีน้ำขัง เกิดภาวะนาหล่ม ส่งผลให้ความชื้นต้นข้าวสูง เมื่อรถเกี่ยวนวดข้าวลงพื้นนา การทรงตัวยากกว่าพื้นนาปกติซึ่งเป็นอุปสรรคในการเดินรถเพื่อเกี่ยวนวดข้าว ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวลดลง เกิดการสูญเสียข้าวมากกว่าสภาพพื้นนาปกติ

4.6 แนวทางปฏิบัติที่ช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว

4.6.1 การวิเคราะห์โดยใช้ SWOT Model

จากการศึกษาวิจัยการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก โดยทำการศึกษาในพื้นที่ที่ดำเนินการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ เมื่อนำมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยเทคนิค SWOTAnalysis โดยพิจารณาปัจจัยภายนอก (External Factors) ภายใต้กรอบ PESTEL Analysis และปัจจัยภายใน (Internal Factors) ภายใต้กรอบ The McKinsey 7S Framework สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

จุดแข็ง (Strength)

1. เกษตรกรมีทักษะ ประสบการณ์ มีการพัฒนาวางแผนการผลิตมากขึ้น มีการพัฒนาการเพาะปลูกโดยปรับเปลี่ยนมาเพาะปลูกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ต้านทานโรค และพัฒนาวิธีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น และกระบวนการลดต้นทุนการผลิตผ่านการส่งเสริมในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น และเชื่อว่าการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่จะทำให้เกิดความสำเร็จ

2. เกษตรกรส่วนใหญ่ยังยึดวิถีชีวิตแบบสังคมไทยที่มีความเอื้ออาธร มีน้ำใจ ในการต้อนรับดูแลผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตของตน ด้วยการดูแล บริการอาหารการกินแก่ผู้ประกอบการ/คนขับรถเกี่ยว ทำให้เกิดความเป็นกันเอง และเกิดความเกรงใจซึ่งกันและกัน

จุดอ่อน (Weakness)

1. เกษตรกรทราบว่าสภาพต้นข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (โดยเฉพาะการล้มเอน) แต่เกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมให้สามารถดำเนินการจัดหารถเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมได้ทั้งหมด เนื่องจากขึ้นอยู่กับเวลาของรถเกี่ยวเป็นหลัก

2. การบริหารจัดการการผลิตของเกษตรกรในรูปแบบแปลงใหญ่ ยังขาดความเป็นเอกภาพ ลักษณะการผลิตยังหลากหลายต่างพันธุ์ต่างชนิด ระยะเวลาปลูกที่หลากหลาย และช่วงเวลาที่เป็นอุปสรรคต่อการบริหารจัดการเก็บเกี่ยวในรูปแบบแปลงใหญ่

3. พฤติกรรมบริหารจัดการการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร มีลักษณะแบบปัจเจกบุคคล (Individual) ไม่นิยมการบริหารจัดการแบบการใช้กลุ่มบริหารจัดการ หรือบริหารจัดการแบบเป็นทีม ถึงแม้ว่าจะมีการรวมกลุ่มและผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น แต่การวางแผนบริหารจัดการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกลร่วมกันในลักษณะแปลงใหญ่ยังมีน้อย

4. ความสูญเสียจากขั้นตอนในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเกษตรกรไม่มีระบบ และ/หรืออุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้วัดหรือควบคุมความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวได้ ใช้แต่วิธีการสังเกตเพียงอย่างเดียวจึงไม่ทราบถึงปริมาณที่เสียหายอย่างชัดเจน

5. เกษตรกรขาดข้อมูลในการบริหารจัดการ เพื่อลดความความเสียหายต่อขนาดของการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวโดยการใช้เครื่องจักรกลที่สัมพันธ์กับจำนวนบิ้งนาของเกษตรกร

6. เกษตรกรขาดองค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการเพื่อทำการเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) ได้แก่ ความเร็วของรถเกี่ยวที่เหมาะสมกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว ความสูงของต้นข้าว และความยาวของคอรวงข้าวที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว

7.ค่านิยมในการเลือกใช้บริการรถเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นการเลือกใช้บริการจากการบอกต่อ หรือความสะดวกในช่วงเวลาของเกษตรกรกับผู้ประกอบการรถเกี่ยวมากกว่า การดูความสามารถของประเภทรถเกี่ยวนวดที่เหมาะสมกับขนาดบิ้งนาหรือขนาดกิจการของตน

8. เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถต่อรอง หรือจ่ายค่าบริการได้ตามคุณภาพ หรือความประณีตในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดได้

โอกาส (Opportunity)

1. นโยบายเศรษฐกิจบนฐานการเกษตร (Agro-based resource Economy) ที่เป็นนโยบายที่ภาครัฐโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผลักดันการพัฒนาการทำการเกษตรของไทยให้มีประสิทธิภาพ และเป็นการลดต้นทุน เพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศอื่น โดยกำหนดนโยบายให้เกษตรกรใช้เครื่องจักรกลเพื่อการเกษตรที่เหมาะสม เช่น นโยบายการสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลของรัฐบาลโดยเฉพาะการดำเนินงานในพื้นที่แปลงใหญ่ หรือการกำหนดมาตรการที่เป็นประโยชน์โดยตรงกับอุตสาหกรรมผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว ได้แก่ มาตรการ การเงินการคลังเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ในระยะเร่งด่วน ซึ่งคณะรัฐมนตรีมีมติอนุมัติ มาตรการทางการเงินต่างๆ เช่น โครงการสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำเพื่อเป็นเงินทุนหมุนเวียนให้แก่ผู้ประกอบการ SMEs การปรับปรุงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการค้ำประกันสินเชื่อโครงการมาตรการสนับสนุน SMEs ผ่านการร่วมลงทุนใน SMEs ระยะเริ่มต้น (Start-up) ที่มีศักยภาพสูงเหล่านี้เป็นต้น

ข้อจำกัด (Threat)

1. การล้มเอนของต้นข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว แต่เกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมการล้มเอนของต้นข้าวได้ 100% เนื่องจากปัจจัยการล้มเอนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ เช่น ความแรงของลมความชื้นสัมพัทธ์ของภูมิอากาศ ในช่วงเวลาที่ต้นข้าวใกล้ระยะเวลาเก็บเกี่ยว

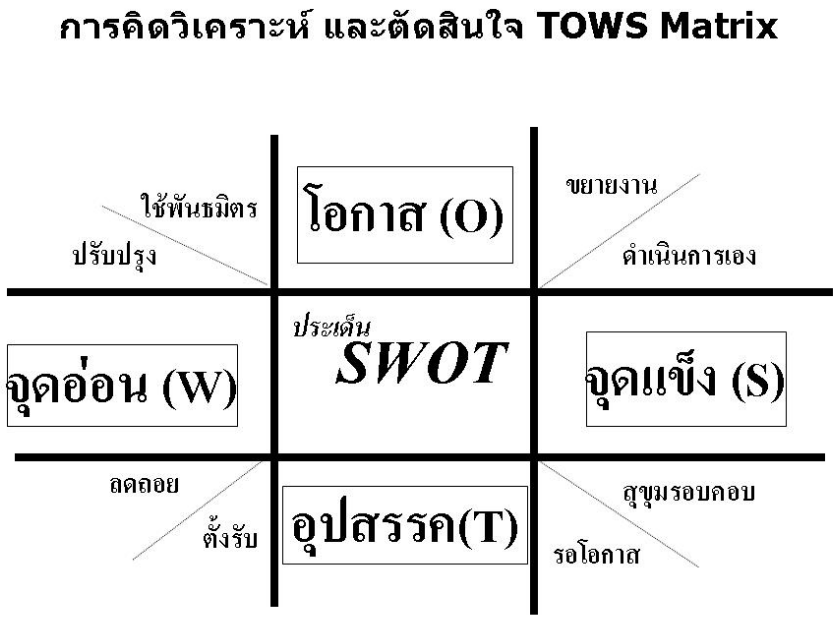
2. ผู้ประกอบการรถเกี่ยวสามารถเพิ่มอัตราค่าบริการเก็บเกี่ยวได้โดยเสรี ยังไม่มีกฎหมายในการกำหนดอัตราค่าบริการที่เป็นเกณฑ์มาตรฐาน

3. ไม่มีกฎระเบียบ หรือข้อกฎหมายที่ใช้ควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดให้ปฏิบัติตามความต้องการของเกษตรกรเช่น การปรับความเร็วของการขับขี่รถเกี่ยวนวดให้เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว

วิเคราะห์ TOWS Analysis

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยเทคนิค SWOT Analysis แล้วนำปัจจัยต่างๆ ทั้งด้านปัจจัยภายนอก (External Factors) ซึ่งประกอบด้วย โอกาส (Opportunity) ข้อจำกัด (Threat) และปัจจัยภายใน (Internal Factors) ซึ่งประกอบด้วย จุดแข็ง (Strength) จุดอ่อน (Weakness) มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TOWS Analysis เพื่อกำหนดแนวทางพัฒนาการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (ภาพที่ 4.24)

	จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)
โอกาส (Opportunities)	SO มีจุดแข็งและมีโอกาส	WO มีจุดอ่อนและมีโอกาส
อุปสรรค (Threats)	ST มีจุดแข็งและมีอุปสรรค	WT มีจุดอ่อนและมีอุปสรรค



ภาพที่ 4.24 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค TOWS Matrix

4.6.2 แนวทางพัฒนาซึ่งเป็นข้อเสนอจากผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ TOWS Analysis สามารถกำหนดกลยุทธ์ทางเลือก หรือแนวทางพัฒนาการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก เพื่อเป็นข้อเสนอเชิงนโยบายและข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการและแก้ไขปัญหา ได้ดังนี้

ข้อเสนอเชิงนโยบาย

1. ภาครัฐควรผลักดันโดยกำหนดนโยบาย ให้มีการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าวลงสู่ตัวเกษตรกรอย่างจริงจัง โดยใช้มาตรการทางด้านการเงินการคลังขับเคลื่อนนโยบายโดยเฉพาะพื้นที่นาแปลงใหญ่ การสร้างช่องทางให้เกษตรกรเข้าถึงผู้ประกอบการรถเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพและตรงต่อความต้องการง่ายขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต และทันต่อช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยว

2. ภาครัฐควรกำหนดให้มีการส่งเสริมและเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ที่ดีและเหมาะสมแก่เกษตรกร ให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มเพื่อพัฒนาการเก็บเกี่ยวโดยการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเกี่ยวนวดข้าวมาใช้ให้มากขึ้น

3. ภาครัฐควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการจัดทำกลไกอัจฉริยะ อุปกรณ์/แอพลิเคชั่นเกี่ยวกับการบริการรถเกี่ยวนวดข้าว แอพพลิเคชั่นเพื่อสร้างความแม่นยำ (Precision Agriculture) ในการผลิตในไร่นาของเกษตรกร เพื่อช่วยเหลือให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงรถเกี่ยวนวดได้อย่างทันท่วงที และบริหารจัดการไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ภาครัฐควรส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ มีการบริหารจัดการผลิตในรูปกลุ่มที่เอกภาพมากกว่าการบริหารจัดการแบบปัจเจกบุคคล เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองและสามารถนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

5. ภาครัฐสนับสนุนความรู้ในการบริหารจัดการ อุปกรณ์เทคโนโลยี และเครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกรผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตแบบแปลงใหญ่ เพื่อให้กลุ่มสามารถบริหารจัดการเก็บเกี่ยวข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการผลิตของเกษตรกร

6. ภาครัฐควรกำหนดนโยบาย มาตรการ เกี่ยวกับการบริหารจัดการในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวโดยมีการควบคุม กำกับ และพัฒนาผู้ประกอบการรถเกี่ยว ให้ผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดข้าวเข้าสู่ระบบมาตรฐาน

4.6.3 ข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการพื้นที่

1.ส่งเสริมให้เกษตรกรให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มการผลิต ที่มีรูปแบบที่สามารถสร้างอำนาจในการต่อรองในลักษณะการประนีประนอม และบริหารจัดการอัตราค่าบริการรถเกี่ยวนวดข้าวและช่วยเหลือควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดข้าวให้ปฏิบัติตามความต้องการผู้เกษตรกร

2. ส่งเสริม สนับสนุนให้เกษตรกรใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ ทั้งด้านกายภาพและดินฟ้าอากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่

3. ภาครัฐส่งเสริมให้มีการจัดทำโครงการอบรมให้ความรู้เรื่องการเก็บเกี่ยวข้าวโดยเครื่องจักรกลที่ดีและเหมาะสม โดยเริ่มดำเนินการในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่โดยเนื้อหาหลักสูตรเช่น การให้

ความรู้เรื่องระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสม การจัดการความรู้เรื่องความเร็วของรถเกี่ยวที่เหมาะสมกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว การดูแลการเจริญเติบโตของต้นข้าวเพื่อความเหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว ทั้งความสูงของต้นข้าว และความยาวของคอรวงข้าวที่สามารถลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเหล่านี้เป็นต้น

4. ภาครัฐ ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ มีการบริหารจัดการผลิตในรูปกลุ่มที่เอกภาพมากกว่าการบริหารจัดการแบบปัจเจกบุคคล เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรอง และสามารถนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

4.7 ข้อวิจารณ์ผลการศึกษา

4.7.1 กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ (On-the-go Yield Sensor)

วัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้คือ เพื่อออกแบบและพัฒนาให้ได้อุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกและระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยจะติดตั้งอุปกรณ์พร้อมระบบดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว (On-the-go Yield Sensor) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แบบเรียลไทม์ (Real time) และเกิดการบันทึกค่าปริมาณผลผลิตดังกล่าวลงในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้แบบออนไลน์

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก (On-the-go Yield Sensor) และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยได้ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าวซึ่งค่อนข้างแม่นยำ แต่ยังมีความคลาดเคลื่อน 6.11 และ 6.14 กิโลกรัมตามค่าเฉลี่ยของผลต่างสัมบูรณ์ (Mean Absolute Difference) และค่ารากที่สองของผลต่างกำลังสอง (Root Mean Square Error) ดังนั้นจึงควรตั้งให้มีความแม่นยำ (calibrate) ทุก 6 เดือน

4.7.2 กิจกรรมที่ 2 การทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

วัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมที่ 2 นี้ คือ เพื่อทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลาขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ ภายใต้สมมติฐานดังนี้

1) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity) ในขณะปฏิบัติงานจะมีผลต่อปริมาณความชื้น (Moisture Content) ของข้าวเปลือกขณะเก็บเกี่ยวและจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

จากการทดลอง พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ มีความสัมพันธ์ต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว โดยหากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมากจะทำให้ความสูญเสียฯ มากยิ่งขึ้น ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมาก (ช่วงเช้า) จะส่งผลให้อัตราการไหลของฟางข้าวและข้าวเปลือกเมื่อเข้าสู่ระบบนวดมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้ระบบการแยกข้าวเปลือกทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ส่งผลต่อปริมาณข้าวเปลือกที่ล่วงหล่นมากขึ้นกว่าปกติ

2) ความเร็วขณะปฏิบัติงาน (Travelling Speed) ของรถเกี่ยวนวดข้าว มีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของลูกนวดในห้องนวดของรถเกี่ยวนวดข้าว และจะมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

จากการทดลอง พบว่า ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวของเกษตรที่ใช้มีความสัมพันธ์ต่อความสูญเสียในการกระบวนการเก็บเกี่ยว ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ หากเกษตรใช้ความเร็วในระดับปานกลาง ทำให้เกิดความสูญเสียน้อยกว่า การใช้ความเร็วในระดับมาก

4.7.3 กิจกรรมที่ 3 การจัดเก็บข้อมูลความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกของพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่

วัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมที่ 3 คือ เพื่อหาค่าความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว และหาปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในนาข้าว ของเกษตรกรสมาชิกโครงการส่งเสริมการผลิตแบบแปลงใหญ่ ตามสภาพความเป็นจริงที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน โดยแบ่งการจัดเก็บข้อมูลเป็นข้าวนาปีของพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ ภาคกลาง จำนวน 24 แปลงใหญ่

จากการศึกษาเปรียบเทียบแปลงตัวอย่าง พบว่า แปลงทดลองจะมีความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกน้อยกว่าแปลงใหญ่ เนื่องจากมีการบริหารจัดการที่ดี มีการดูแลรักษาด้วยความประณีต ซึ่งสอดคล้องกับผลลัพธ์จากการวัดความสูญเสียตกหล่นตามธรรมชาติและการเก็บเกี่ยวมือ มีร้อยละความสูญเสียน้อยที่สุด แต่เมื่อวัดความสูญเสียตกหล่นโดยรถเกี่ยว มีร้อยละความสูญเสียมากกว่าแปลงใหญ่และแปลงทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยทางด้านรถเกี่ยวนวดข้าว เช่น เครื่องยนต์ สมรรถนะ ฯลฯ และปัจจัยทางด้านความชำนาญของผู้ขับรถเกี่ยวนวดข้าว อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากแปลงทดสอบ ซึ่งใช้วิธีการปฏิบัติดูแลตามหลักวิชาการของกรมการข้าวและใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ ทำให้ผลลัพธ์ร้อยละความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับ สมมติฐานที่ว่า การดูแลปฏิบัติตามหลักวิชาการมีผลต่อการลดความสูญเสียได้ และความชำนาญของผู้ขับรถเกี่ยวนวดข้าว มีผลให้สูญเสียน้อยลงได้

จากการศึกษาด้านปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสีย พบว่า ความยาวคอรวง ความสูงต้นข้าว ความเอนของต้นข้าว มีผลต่อความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุภชัย ปิติวุฒิ (2555) เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการร่วงหล่นของเมล็ดข้าว ซึ่งพบว่าการร่วงหล่นของข้าวมีสาเหตุมาจากคุณลักษณะของพันธุ์ข้าว เนื่องจากคุณลักษณะของพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์มีผลต่อการร่วงหล่นต่างกันและสอดคล้องกับผลการศึกษาทัศนคติของเกษตรกรและผู้ประกอบการที่เห็นด้วยในระดับมาก กล่าวคือ สภาพต้นข้าวล้มก่อนการเก็บเกี่ยวทำให้ต้นข้าวมีความเอน ซึ่งมีผลให้เกิดความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวได้มากขึ้น

จำนวนบิ้งนาต่อไร่และความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว มีผลต่อความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาทดสอบอุปกรณ์ พบว่า ความยาวของบิ้งนาที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 100 - 250 เมตร ทำให้การทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวมีประสิทธิภาพด้านเวลามากที่สุด โดยใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวข้าวให้เต็มรถบรรทุกลดลงและความเร็วระดับปานกลาง เป็นความเร็วที่เหมาะสมที่ทำให้ความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกน้อยที่สุด

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การศึกษาเรื่อง การศึกษาการลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว กรณีศึกษาการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาให้ทราบถึงแนวปฏิบัติที่ช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ทั่วประเทศ และเปรียบเทียบความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงทดลองที่มีการกำกับดูแล ทุกขั้นตอน กับการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเสนอแนะนโยบายในการแก้ไขปัญหาจากการสูญเสียดังกล่าว โดยศึกษาในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวของภาคกลางและภาคตะวันออก จำนวน 24 แปลงใหญ่ตัวอย่าง ในจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย อุตรดิตถ์ ฉะเชิงเทรา นครนายก ระยอง ตราด ปทุมธานี ลพบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อยุธยา อ่างทอง นครสวรรค์ กำแพงเพชร และพิจิตร ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 200 ตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว จำนวน 132 ตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสังเกตในการจัดเก็บข้อมูลในเรื่องกระบวนการเก็บเกี่ยวจากเกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว ส่วนการวิจัยเชิงทดลองความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงเพาะปลูกในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว จำนวน 2 แห่งๆ ละ 1 แปลงทดลองๆ ละ 12 ไร่ รวมพื้นที่แปลงทดลอง 24 ไร่ ซึ่งแต่ละแปลงทดลองมีผู้ดูแลควบคุมการทดลองแปลงละ 1 ราย และมีการวิจัยเชิงทดลองความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงเพาะปลูกจริงของเกษตรกรสมาชิกโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่จำนวน 2แปลงทดสอบ ๆ ละ 12 ไร่ รวมพื้นที่แปลงทดสอบ 24 ไร่ เช่นเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบ

การดำเนินการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ จึงได้กำหนดให้มีการศึกษาและดำเนินการศึกษาวิจัย จำนวน 4 กิจกรรม คือ

1) การพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยจะติดตั้งอุปกรณ์พร้อมระบบดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว (On-the-go Yield Sensor) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แบบเรียลไทม์ (Real time) และเกิดการบันทึกค่าปริมาณผลผลิตดังกล่าวลงในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้แบบออนไลน์

2) การทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว โดยทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางด้านเวลา ขณะที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการ จากนั้นทำการประมวลผล วิเคราะห์ผล และสรุปรายงานผล

3) การจัดเก็บข้อมูลความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกของในพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่ โดยหาค่าความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวและหาปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวในนาข้าวของเกษตรกรสมาชิกโครงการส่งเสริมการผลิตแบบแปลงใหญ่ ตามสภาพ

ความเป็นจริงที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน โดยแบ่งการจัดเก็บข้อมูลเป็นข้าวนาปีของพื้นที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในรูปแบบแปลงใหญ่

4) การจัดทำแนวทางการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก เพื่อนำเสนอผลการศึกษาจากข้อมูลทั้งในส่วนของการวิจัยเชิงสำรวจและการวิจัยเชิงทดลองและการวิพากษ์หาแนวทางการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกที่เหมาะสม

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ (On-the-go Yield Sensor)

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก (On-the-go Yield Sensor) และระบบรายงานปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยได้ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ที่รถเกี่ยวนวดข้าว ประกอบด้วยชุดเซนเซอร์วัดแรงกระทบ (Impact Sensor) ที่ถูกควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และมีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Mobile App) เพื่อรับข้อมูลจากชุดเซนเซอร์ผ่านทางการติดต่อแบบบลูทูธ (Bluetooth) และโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือฯ ที่พัฒนาจะส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ (Cloud System) เพื่อจัดเก็บข้อมูลลงยังระบบฐานข้อมูล เกิดการบันทึกค่าปริมาณผลผลิตดังกล่าวลงในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้แบบออนไลน์ รวมทั้งโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชั่น) บนโทรศัพท์มือถือฯ ที่พัฒนายังใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลและการรายงานผลการเก็บเกี่ยวแบบรายแปลง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แบบเรียลไทม์ (Real time)

การดำเนินการทดสอบชุดอุปกรณ์วัดปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่พัฒนามีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดอยู่ที่ 6.11 ถึง 6.14 กิโลกรัม ดังค่าเฉลี่ยของผลต่างสัมบูรณ์ (Mean Absolute Difference) และค่ารากที่สองของผลต่างกำลังสอง (Root Mean Square Error) ที่มีค่าเท่ากับ 6.11 และ 6.14 กิโลกรัม ตามลำดับ คณะผู้วิจัยจึงได้นำค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปใช้เป็นตัวปรับเทียบค่า (Calibration Factor) ให้กับโปรแกรมคำนวณหาปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกที่รถเกี่ยวนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยวได้ ต่อไป

5.1.2 ผลการทดสอบเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ช่วยลดการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

1) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดในแปลงทดสอบ

1.1) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดยี่ห้อหนึ่งในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 4.61 และร้อยละ 3.26 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ตามลำดับ โดยปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวจากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวในช่วงเช้าจะมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณการสูญเสียจากการ

ทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวในช่วงบ่ายประมาณร้อยละ 1.35 โดยในช่วงเช้าจะพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งหัวเกี่ยวมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 2.41 ในขณะที่ในช่วงบ่ายจะพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งลูกนวดมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 2.04 ขณะที่การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยวจะมีค่าน้อยที่สุดทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่าย สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดปานกลาง ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่าเท่ากับความเร็วระดับปกติที่ปฏิบัติและใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน เป็นระดับความเร็วที่เหมาะสมแล้ว โดยที่ระดับความเร็วระดับปกติดังกล่าวจะทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 4.22) เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วระดับอื่น การเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อการสูญเสีย โดยปริมาณการสูญเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น

1.2) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.54 และร้อยละ 3.34 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ตามลำดับ โดยในช่วงเช้าจะมีปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวจากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์มากกว่าในช่วงบ่ายประมาณร้อยละ 0.20 โดยพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งหัวเกี่ยวมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 2.93 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า และคิดเป็นร้อยละ 2.74 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย ขณะที่การสูญเสียที่เกิดขึ้นที่ลูกนวดจะมีค่าน้อยที่สุด สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดเร็ว เป็นระดับความเร็วที่ทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 3.24) เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วระดับอื่น การเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อการสูญเสีย โดยปริมาณการสูญเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น

1.3) ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกของรถเกี่ยวนวดแบบไทยประดิษฐ์ในแปลงทดสอบ จังหวัดสุพรรณบุรี

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 6.26 และร้อยละ 6.35 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ตามลำดับ โดยในช่วงเช้าจะมีปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว จากการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์มากกว่าในช่วงบ่ายประมาณร้อยละ 0.09 โดยพบปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่ตำแหน่งหัวเกี่ยวมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 3.45 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า และคิดเป็นร้อยละ 3.28 สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย ขณะที่การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยวมีค่าน้อยที่สุด สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดปานกลาง ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่าเท่ากับความเร็วระดับปกติที่ปฏิบัติและใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน เป็นระดับความเร็วที่เหมาะสมแล้ว โดยที่ระดับความเร็วระดับปกติดังกล่าวจะทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 5.48) เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วระดับอื่น การเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย พบว่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดมีผลต่อการสูญเสีย โดยปริมาณการสูญเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น

2) การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าว

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดข้อมูลปริมาณการสูญเสียรวม (Total Loss) ของการทดสอบในการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด ช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยว และปัจจัยร่วม (Interaction Effect) ของทั้งสองปัจจัยหลักดังกล่าว ไม่ได้ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อปริมาณการสูญเสียรวมของการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งผู้ขับรถเกี่ยวนวดข้าวใช้ระดับความเร็วที่เหมาะสมอยู่แล้วในการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่ายนั้นจำเป็นต้องใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานที่ช้าลงกว่าปกติที่ใช้งานอยู่ จึงจะสามารถช่วยลดปริมาณการสูญเสียของการเก็บเกี่ยวข้าวลงได้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดข้อมูลปริมาณการสูญเสียที่หัวเกี่ยว (Cutting Loss) พบว่า ช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยวจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อปริมาณการสูญเสียที่หัวเกี่ยวของการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว โดยค่าเฉลี่ยของร้อยละการสูญเสียที่หัวเกี่ยวของการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.38 จะมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของร้อยละการสูญเสียที่หัวเกี่ยวของการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้า ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.93 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดข้อมูลปริมาณการสูญเสียที่ห้องลูกนวด (Threshing Loss) พบว่า ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวด จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในทางสถิติต่อปริมาณการสูญเสียที่ห้องลูกนวดของการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้รถเกี่ยวนวดข้าว โดยหากรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานด้วยความเร็วที่ต่ำก็จะทำให้ร้อยละการสูญเสียที่ห้องลูกนวดต่ำลงไปด้วย โดยการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่ายและใช้รถเกี่ยวนวดด้วยความเร็วขณะปฏิบัติงานที่ต่ำจะมีค่าร้อยละการสูญเสียที่หัวเกี่ยว และค่าร้อยละการสูญเสียที่ห้องลูกนวดที่น้อยที่สุด

5.1.3 การเปรียบเทียบผลการศึกษาในแปลงทดลองและแปลงใหญ่

1) ผลการศึกษาในแปลงตัวอย่างของเกษตรกรแปลงใหญ่

1.1) สภาพทั่วไปของแปลงตัวอย่าง พบว่า เนื้อที่แปลงตัวอย่างของเกษตรกรเฉลี่ย 14.92 ไร่ จำนวนบิ้งแปลงตัวอย่างเฉลี่ยเท่ากับ 2 บิ้งต่อแปลงตัวอย่าง มีเนื้อที่บิ้งตัวอย่างเฉลี่ย 11.47 ไร่ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูกของแปลงตัวอย่างประกอบด้วย พื้นที่นาลุ่มคิดเป็นร้อยละ 62.50 และพื้นที่นาดอนคิดเป็นร้อยละ 37.50 เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์ กข41 โดยวิธีการปลูกแบบหว่านน้ำตม นิยมปลูกข้าวโดยการใช้เครื่องจักร ส่วนการได้รับน้ำ แปลงตัวอย่างของเกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับน้ำจากคลองชลประทาน

1.2) สภาพทั่วไปของต้นข้าวแปลงตัวอย่าง พบว่า อายุต้นข้าวพันธุ์ กข ที่มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 106 วัน ความสูงต้นข้าวเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวพันธุ์ กข ในแปลงตัวอย่างของเกษตรกรเท่ากับ 81.09 เซนติเมตร มีความยาวเฉลี่ยของคอรวงข้าวในแปลงตัวอย่างของเกษตรกรเท่ากับ 21.84 เซนติเมตร มีความหนาแน่นของต้นข้าว จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร เท่ากับ 412 ต้น และค่าเฉลี่ยของความเอนต้นข้าวจากมุม 90 องศากับพื้นนาของแปลงตัวอย่าง เท่ากับ 8 องศา

1.3) ผลผลิตต่อไร่และผลผลิตตกหล่นต่อไร่ พบว่า ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย คือ 724.51 กิโลกรัม ผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่เฉลี่ย คือ 3.16 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.44 ผลผลิตตกหล่นเก็บเกี่ยวมือต่อไร่เฉลี่ย 7.69 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 1.06 และผลผลิตตกหล่นรถเกี่ยวข้าวต่อไร่เฉลี่ย 24.86 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 3.43

2) ผลการศึกษาในแปลงทดลองและแปลงทดสอบในแปลงใหญ่

2.1) แปลงทดลอง มีผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่เฉลี่ยของแปลงทดลอง เท่ากับ 1.39 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.25 ผลผลิตตกหล่นเก็บเกี่ยวมือต่อไร่เฉลี่ยของแปลงทดลอง เท่ากับ 2.17 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.39 และผลผลิตตกหล่นรถเกี่ยวข้าวต่อไร่ของแปลงทดลอง เท่ากับ 24.02 คิดเป็นร้อยละ 4.32

2.2) แปลงทดสอบ มีผลผลิตตกหล่นตามธรรมชาติต่อไร่เฉลี่ยของแปลงทดสอบ เท่ากับ 2.60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.31 ผลผลิตตกหล่นเก็บเกี่ยวมือต่อไร่เฉลี่ยของแปลงทดสอบ เท่ากับ 5.21 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.62 ผลผลิตตกหล่นรถเกี่ยวข้าวต่อไร่ของแปลงทดสอบ เท่ากับ 24.09 คิดเป็นร้อยละ 2.87

5.1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสูญเสียสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก กรณีศึกษา การเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว จำนวนบิ้งนาต่อไร่ ความสูงต้นข้าว ความยาวคอรวงข้าว ความเอนต้นข้าว และความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว และใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก โดยประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares: OLS) ในรูปแบบสมการ Double-Log Form เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสูญเสียฯ ผลการศึกษา มีดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถเขียนในรูปแบบสมการถดถอยเชิงพหุได้ดังนี้

$$\ln \widehat{Machine}_i = -0.684 + 0.269\ln Bing_i - 1.663\ln High_i + 3.161\ln Long_i + 0.153\ln Angle_i + 0.271\ln Speed_i$$

(-0.261) (2.365)** (-4.009)*** (5.476)*** (3.254)*** (2.246)*

ค่า R^2 = 0.401 ค่า $\bar{R}^2$ = 0.380

ค่า F-statistic = 19.000 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

<u>หมายเหตุ</u>

1) ค่าที่แสดงในวงเล็บคือค่า t-statistic

2) * , ** และ *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90, 95 และ 99 ตามลำดับ

จากแบบจำลอง พบว่า จำนวนบิ้งนาต่อไร่ ความสูงต้นข้าว ความยาวคอรวงข้าว ความเอนต้นข้าว และความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามคือ ปริมาณความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวได้ร้อยละ 40.10 และเมื่อคำนึงถึงจำนวนตัวแปรอิสระในสมการ ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ร้อยละ 38.00 อีกร้อยละ 62.00 เป็นอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณา

5.1.5 ทัศนคติที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว

1) ทัศนคติของเกษตรกรต่อปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา ปัจจัยด้านรถเกี่ยว ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว โดยใช้การวัดทัศนคติของลิเกิร์ต (Likert Scale) มีดังนี้

1.1) ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับมาก คือ สภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว หากต้นข้าวล้มก่อนการเก็บเกี่ยว เมล็ดข้าวเปลือกที่เกี่ยวได้จะเข้าตู้นวดข้าวน้อย เนื่องจากเมล็ดข้าวจะติดออกไปกับฟาง ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ ชนิดพันธุ์ข้าว และอายุข้าวที่เก็บเกี่ยวเหมาะสม

1.2) ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ สภาพพื้นที่ช่วงเกี่ยว ช่วงเวลาการเกี่ยว ระยะเวลาการระบายน้ำ ปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ยูเรีย และปริมาณวัชพืชในแปลง ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย ได้แก่ ขนาดบิ้งนา และวิธีการปลูกข้าว

1.3) ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ ความเร็วในการเก็บเกี่ยว และสภาพเก่า/ใหม่ของรถเกี่ยวนวดข้าว

1.4) ปัจจัยด้านบุคคล พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับมาก คือ ความชำนาญของทีมรถเกี่ยว ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง คือ การรู้จักคุ้นเคยกับคนขับ/เจ้าของรถเกี่ยว ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย คือ การดูแลกับคนขับ/เจ้าของรถเกี่ยว

1.5) ปัจจัยด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยว พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ การขนย้าย และการเก็บรักษา ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย คือ การตากข้าว

2) ทัศนคติของผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดข้าว/ผู้รับจ้างขับรถเกี่ยวนวดข้าว มีดังนี้

2.1) ปัจจัยด้านสภาพต้นข้าว พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับมาก คือ สภาพต้นข้าวล้มก่อนเกี่ยว ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ อายุข้าวที่เก็บเกี่ยวเหมาะสม และชนิดพันธุ์ข้าว

2.2) ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่นา พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับมาก คือ สภาพพื้นที่ช่วงเกี่ยว ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ ช่วงเวลาการเกี่ยว และขนาดบิ้งนา

2.3) ปัจจัยด้านรถเกี่ยวข้าว พบว่า ปัจจัยที่มีผลระดับปานกลาง ได้แก่ สภาพใบมีดชุดหัวเกี่ยว ความเร็วในการเกี่ยว ความเร็วรอบลูกนวด การปรับองศาชุดนิ้วดึงหัวเกี่ยว สภาพเก่า/ใหม่ของรถเกี่ยวนวดข้าว น้ำหนักรถ ขนาดรถ ระยะห่างใบมีดของชุดหัวเกี่ยว ปัจจัยที่มีผลระดับน้อย ได้แก่ ความกว้างหัวเกี่ยว ถังพักเมล็ดข้าว

5.1.6 แนวทางปฏิบัติที่ช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยเทคนิค SWOT Analysis โดยพิจารณาปัจจัยภายนอก (External Factors) ภายใต้กรอบ PESTEL Analysis และปัจจัยภายใน (Internal Factors) ภายใต้กรอบ The McKinsey 7S Framework สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) จุดแข็ง (Strength)

1.1) เกษตรกรมีทักษะ ประสบการณ์ มีการพัฒนาวางแผนการผลิตมากขึ้น มีการพัฒนาการเพาะปลูกโดยปรับเปลี่ยนมาเพาะปลูกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ต้านทานโรค และพัฒนาวิธีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น และกระบวนการลดต้นทุนการผลิตผ่านการส่งเสริมในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น และเชื่อว่าการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่จะทำให้เกิดความสำเร็จ

1.2) เกษตรกรส่วนใหญ่ยังยึดวิถีชีวิตแบบสังคมไทย ที่มีความเอื้ออาธร มีน้ำใจ ในการต้อนรับ ดูแล ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตของตน ด้วยการ ดูแล บริการ อาหารการกินแก่ผู้ประกอบการ/คนขับรถเกี่ยว ทำให้เกิดความเป็นกันเอง และเกิดความเกรงใจซึ่งกันและกัน

2) จุดอ่อน (Weakness)

2.1) เกษตรกรทราบว่าสภาพต้นข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (โดยเฉพาะการล้มเอน) แต่เกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมให้สามารถดำเนินการจัดหารถเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมได้ทั้งหมด เนื่องจากขึ้นอยู่กับเวลาของรถเกี่ยวเป็นหลัก

2.2) การบริหารจัดการการผลิตของเกษตรกรในรูปแบบแปลงใหญ่ ยังขาดความเป็นเอกภาพ ลักษณะการผลิตยังหลากหลาย ต่างพันธุ์ ต่างชนิด ระยะเวลาปลูกที่หลากหลาย และช่วงเวลาที่เป็นอุปสรรคต่อการบริหารจัดการเก็บเกี่ยวในรูปแบบแปลงใหญ่

2.3) พฤติกรรมบริหารจัดการการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร มีลักษณะแบบปัจเจกบุคคล (Individual) ไม่นิยมการบริหารจัดการแบบการใช้กลุ่มบริหารจัดการ หรือบริหารจัดการแบบเป็นทีม ถึงแม้ว่าจะมีการรวมกลุ่มและผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น แต่การวางแผนบริหารจัดการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกลร่วมกันในลักษณะแปลงใหญ่ยังมีน้อย

2.4) ความสูญเสียจากขั้นตอนในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเกษตรกรไม่มีระบบ และ/หรืออุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดหรือควบคุมความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวได้ ใช้แต่วิธีการสังเกตเพียงอย่างเดียวจึงไม่ทราบถึงปริมาณที่เสียหายอย่างชัดเจน

2.5) เกษตรกรขาดข้อมูลในการบริหารจัดการ เพื่อลดความความเสียหายต่อขนาดของการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวโดยการใช้เครื่องจักรกลที่สัมพันธ์กับจำนวนบิ้งนาของเกษตรกร

2.6) เกษตรกรขาดองค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการเพื่อทำการเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) ได้แก่ ความเร็วของรถเกี่ยวที่เหมาะสมกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว ความสูงของต้นข้าว และความยาวของคอรวงข้าวที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว

2.7) ค่านิยมในการเลือกใช้บริการรถเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าว เป็นการเลือกใช้บริการจากการบอกต่อ หรือความสะดวกในช่วงเวลาของเกษตรกรกับผู้ประกอบการรถเกี่ยวมากกว่า การดูความสามารถของประเภทรถเกี่ยวนวดที่เหมาะสมกับขนาดบิ้งนาหรือขนาดกิจการของตน

2.8) เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถต่อรอง หรือจ่ายค่าบริการได้ตามคุณภาพ หรือความประณีตในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดได้

3) โอกาส (Opportunity)

นโยบายเศรษฐกิจบนฐานการเกษตร (Agro-based resource Economy) ที่เป็นนโยบายที่ภาครัฐโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผลักดันการพัฒนาการทำการเกษตรของไทยให้มีประสิทธิภาพ และเป็นการลดต้นทุนเพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศอื่น โดยกำหนดนโยบายให้เกษตรกรใช้เครื่องจักรกลเพื่อการเกษตรที่เหมาะสม เช่น นโยบายการสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลของรัฐบาลโดยเฉพาะการดำเนินงานในพื้นที่แปลงใหญ่ หรือการกำหนดมาตรการที่เป็นประโยชน์โดยตรงกับอุตสาหกรรมผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว ได้แก่ มาตรการ การเงินการคลังเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ในระยะเร่งด่วน ซึ่งคณะรัฐมนตรีมีมติอนุมัติมาตรการทางการเงินต่างๆ เช่น โครงการสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำเพื่อเป็นเงินทุนหมุนเวียนให้แก่ผู้ประกอบการ SMEs การปรับปรุงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการค้ำประกันสินเชื่อโครงการมาตรการสนับสนุน SMEs ผ่านการร่วมลงทุนใน SMEs ระยะเริ่มต้น (Start-up) ที่มีศักยภาพสูง

4) ข้อจำกัด (Threat)

4.1) การล้มเอนของต้นข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว แต่เกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมการล้มเอนของต้นข้าวได้ เนื่องจากปัจจัยการล้มเอนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และภูมิอากาศ เช่น ความแรงของลมความชื้นสัมพัทธ์ของภูมิอากาศ ในช่วงเวลาที่ต้นข้าวใกล้ระยะเวลาเก็บเกี่ยว

4.2) ผู้ประกอบการรถเกี่ยวสามารถเพิ่มอัตราค่าบริการเก็บเกี่ยวได้โดยเสรี ยังไม่มีกฎหมายในการกำหนดอัตราค่าบริการที่เป็นเกณฑ์มาตรฐาน

4.3) ไม่มีกฎระเบียบ หรือข้อกฎหมายที่ใช้ควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดให้ปฏิบัติตามความต้องการของเกษตรกร เช่น การปรับความเร็วของการขับขี่รถเกี่ยวนวดให้เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาสามารถกำหนดกลยุทธ์ทางเลือก หรือแนวทางพัฒนาการลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก เพื่อเป็นข้อเสนอเชิงนโยบายและข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ และแก้ไขปัญหาได้ ดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอเชิงนโยบาย

1) ภาครัฐควรผลักดันโดยกำหนดนโยบายให้มีการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าวลงสู่ตัวเกษตรกรอย่างจริงจัง โดยใช้มาตรการทางด้านการเงินการคลังขับเคลื่อนนโยบาย โดยเฉพาะพื้นที่นาแปลงใหญ่ การสร้างช่องทางให้เกษตรกรเข้าถึงผู้ประกอบการรถเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ และตรงต่อความต้องการง่ายขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต และทันต่อช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยว

2) ภาครัฐควรกำหนดให้มีการส่งเสริมและเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ที่ดีและเหมาะสมแก่เกษตรกร ให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มเพื่อพัฒนาการเก็บเกี่ยวโดยการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเกี่ยวนวดข้าวมาใช้ให้มากขึ้น

3) ภาครัฐ ส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดทำกลไกอัจฉริยะ อุปกรณ์/แอพลิเคชั่น เกี่ยวกับการบริการรถเกี่ยวนวดข้าว แอพพลิเคชั่นเพื่อสร้างความแม่นยำ (Precision Agriculture) ในการผลิตในไร่นาของเกษตรกรเพื่อช่วยเหลือให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงรถเกี่ยวนวดได้อย่างทันท่วงที และบริหารจัดการไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ภาครัฐ ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่มีการบริหารจัดการผลิตในรูปกลุ่มที่เอกภาพมากกว่าการบริหารจัดการแบบปัจเจกบุคคล เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรอง และสามารถนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

5) ภาครัฐสนับสนุนความรู้ในการบริหารจัดการ อุปกรณ์เทคโนโลยี และเครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร ผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตแบบแปลงใหญ่ เพื่อให้กลุ่มสามารถบริหารจัดการเก็บเกี่ยวข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการผลิตของเกษตรกร

6) ภาครัฐควรกำหนดนโยบาย มาตรการ เกี่ยวกับการบริหารจัดการในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว โดยมีการควบคุม กำกับ และพัฒนาผู้ประกอบการรถเกี่ยว ให้ผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดข้าวเข้าสู่ระบบมาตรฐาน โดยภาครัฐควรกำหนดนโยบาย มาตรการ เกี่ยวกับการบริหารจัดการในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว โดยมีการควบคุม กำกับ และพัฒนาผู้ประกอบการรถเกี่ยว ผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดเข้าระบบสู่มาตรฐาน

5.2.2 ข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการพื้นที่

1) ส่งเสริมให้เกษตรกรให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มการผลิตที่มีรูปแบบที่สามารถสร้างอำนาจในการต่อรองในลักษณะการประนีประนอม และบริหารจัดการอัตราค่าบริการรถเกี่ยวนวดข้าว และช่วยเหลือควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดข้าวให้ปฏิบัติตามความต้องการผู้เกษตรกร

2) ส่งเสริม สนับสนุนให้เกษตรกรใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ ทั้งด้านกายภาพและดินฟ้า อากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่

3) ภาครัฐส่งเสริมให้มีการจัดทำโครงการอบรมให้ความรู้เรื่อง การเก็บเกี่ยวข้าวโดยเครื่องจักรกลที่ดี และเหมาะสม โดยเริ่มดำเนินการในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ โดยเนื้อหาหลักสูตร เช่น การให้ความรู้เรื่องระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสม การจัดการความรู้เรื่องความเร็วของรถเกี่ยวที่เหมาะสมกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว การดูแลการเจริญเติบโตของต้นข้าวเพื่อความเหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว ทั้งความสูงของต้นข้าว และความยาวของคอรวงข้าวที่สามารถลดความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว

4) ภาครัฐ ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่มีการบริหารจัดการผลิตในรูปกลุ่มที่เอกภาพมากกว่าการบริหารจัดการแบบปัจเจกบุคคล เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองและสามารถนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

5.2.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1) ควรมีการจัดทำเครือข่ายฐานข้อมูล Big data Network เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลในการวิเคราะห์ครั้งต่อไป

2) ควรพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลคู่ขนานระหว่างการวิเคราะห์ทางสถิติกับการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์

3) ควรมีการศึกษาการลดความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ Cutting Loss และวิธีการปฏิบัติมากขึ้นด้วย

4) ควรมีการศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียให้ครอบคลุม ทั้งด้านพันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ ด้านการจัดการวิธีการปฏิบัติในนาข้าว เช่น การจัดการเตรียมดินและการใช้เครื่องจักรกลแยกแต่ละชนิดพันธุ์

5) ควรมีการศึกษาการลดความสูญเสียจากกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในพื้นที่แปลงใหญ่ให้ครอบคลุมทุกภาค

บรรณานุกรม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2559). *เกษตรแปลงใหญ่*[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.moac.go.th (วันที่สืบค้นข้อมูล: 10 กรกฎาคม 2561).

กรมวิชาการเกษตร. (2547). *คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, 1-2.

กัลยาวานิชย์บัญชา. (2541). *หลักสถิติ*(พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วารี ศรีสอน สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ. (2554). ผลของความเร็วขับเคลื่อนและความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*,*42*(3 พิเศษ), 553-556.

วินิต ชินสุวรรณ และคณะ. (2540). ความสูญเสียเชิงปริมาณหรือความสูญเสียเชิงคุณภาพ.*วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*,*2*(1).

วินิต ชินสุวรรณ และคณะ. (2542). การศึกษาความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวด.*วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*,*4*(2), 4-12.

วินิต ชินสุวรรณ และคณะ. (2545). การประเมินความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว.*วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตร, 6*(พิเศษ), 242-247.

วินิต ชินสุวรรณ และคณะ.(2551). สถานภาพการประกอบธุรกิจรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว. *วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1*(1).

ปรารถนา ม่วงงาม และนงนุช อังยุรีกุล. (2555). *ธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี.* วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาธุรกิจการเกษตร, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย ชวนอุดม.(2552).ปัจจัยการทำงานที่มีผลต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด. *วารสารวิชาการข้าว, 3*(12),85-90.

สมชาย ชวนอุดม และ วินิต ชินสุวรรณ. (2554). อิทธิพลของการออกแบบชุดเกี่ยวนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวเมื่อเกี่ยวข้าวหอมมะลิ. *วารสารวิจัยมหาลัยขอนแก่น, 16*(3), 252-259.

สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต และคณะ. (2552).การสำรวจเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งข้าวเปลือก กรณีศึกษา: พื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดชัยนาท.ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาพืช*(หน้า 179-186).กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สยามคูโบต้า. (2561).*โครงการส่งเสริมการทำนาเชิงอุตสาหกรรม (นาแปลงใหญ่)*[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:https://www.kubotasolutions.com/knowledge/rice/detail/27 (วันที่สืบค้นข้อมูล: 14 กรกฎาคม 2561).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). *การศึกษาระบบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). *สถิติการเกษตร*.กรุงเทพฯ:ศูนย์สารสนเทศการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555). *การสำรวจข้อมูลผลผลิตต่อไร่ โดยวิธีการตั้งแปลงเก็บเกี่ยวผลผลิต (Crop CuttingSurvey)การสำรวจข้อมูลผลผลิตตกหล่น (Gleaning Survey).*กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร.

สุภชัย ปิติวุฒิ. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อการร่วงหล่นของเมล็ดข้าว*[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:https://www.gotoknow.org/posts/464703 (วันที่สืบค้นข้อมูล: 14 กรกฎาคม 2561).

Agrohandel. (2018) flow rate measurement fluid mechanicssensor system [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:www.agrohandel.com.pl(วันที่สืบค้นข้อมูล: 1 กรกฎาคม 2561).

Choi, M. C. (2016). *Development of a grain yield monitoring system for 55 kW full-type multi-purpose combines*. Doctoral dissertation,Department of Biosystems Machinery Engineering,Chungnam National University, Daejeon: Republic of Korea.

Draper and Smith. (2014). *Apply regression analysis* (third edition). John Wiley & Sons, Inc., Canada.

Geert C., WouterSaeys, Bart M.and Josse D.B. (2010). Identification of the cleaning process on combine harvesters, Part II: A fuzzy model for prediction of the sieve losses. *Biosystems Engineering,* (106), 97-102.

Koichi Shoji and Munenori Miyamoto.(2014). Improving the accuracy of estimating grain weight by discriminating each grain impact on the yield sensor.*Precision Agric* (15), 31-43.

Maertens, K. P Reyns and J. De Baerdemaeker. 2004. On-line measurement of grain quality with NIR technology.*Transactions of the ASAE, 47*(4),1135-1140.

Miyamoto, K. S. (2014). Improving the accuracy of estimating grain weight by discriminating each grain impact on the yield sensor. *Precision Agriculture, 15*(1), 31-43.

Mohammad Reza Alizadeh and Alireza Allameh.(2013). Evaluating rice losses in various harvesting practices. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4*(4), 894-901.

United Nations Industrial Development Organization. (1995). RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. *Technical Series No.12*, Regional Network for Agricultural Machinery, 468.

Ryan Reinke, Harry Dankowicz and Jim Phelan.(2011).A dynamic grain flow model for mass flow yield sensor on a combine. *Precision Agric, 12*,732-749.

Tadashi Chosa, Yoichi Shibata, KyoKobayashi, MasamichiDaikoku, Masaaki Omine, KazunobuToriyama,Kan Araki and Hisashi Hosokawa. (2006). Yield Monitoring System for a Head-Feeding Combine.*JARQ, 40*(1),37–43.

Wang He, Bai Xiaoping and Liang Hongbin.(2017). Proportional distribution method for estimating actual grain flow under combine harvester dynamics.*International Research Journal of Agricultural and Biological Engineering,10*(4), 158-164.

Zhenwei Liang, Yaoming Li, Lizhang Xu, Zhan Zhao and Zhong Tang.(2017). Optimum design of an array structure for the grain loss sensor to upgrade its resolution for harvesting rice in a combine harvester. *Biosystems Engineering,* (157), 24-34.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

การปลูกข้าวและการดูแลแปลงทดลองในศูนย์วิจัยข้าว

ภาพผนวกที่ 1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการปลูก

ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมกล้าสำหรับการปักดำด้วยเครื่องจักร

ภาพผนวกที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมดินโดยใช้เครื่องจักรชนิดต่างๆ

ภาพผนวกที่ 4 วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ

ภาพผนวกที่ 5 การตรวจตัดพันธุ์ปน

ภาคผนวกที่ 2
ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติอนุมานที่อาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ดังนั้น ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลจึงได้ทำการตรวจสอบประชากรตามเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยพหุเชิงเส้น ดังนี้

1. การตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล (Outlier)

ตารางผนวกที่ 1 ค่า Cook's Distance ของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

Residuals Statistics[a]

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.2744	4.4136	2.8319	.60876	148
Std. Predicted Value	-2.558	2.598	.000	1.000	148
Standard Error of Predicted Value	.090	.239	.149	.032	148
Adjusted Predicted Value	1.3052	4.4704	2.8330	.61065	148
Residual	-2.50461	1.65304	.00000	.74426	148
Std. Residual	-3.308	2.183	.000	.983	148
Stud. Residual	-3.342	2.210	-.001	1.001	148
Deleted Residual	-2.55731	1.69437	-.00109	.77250	148
Stud. Deleted Residual	-3.470	2.241	-.002	1.010	148
Mahal. Distance	1.067	13.678	4.966	2.572	148
Cook's Distance	.000	.066	.006	.010	148
Centered Leverage Value	.007	.093	.034	.017	148

a. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

จากข้อมูลในตารางที่ได้จากการคำนวณ พบว่าค่า Cook's Distance ของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง 0 – 0.066 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 จึงสามารถสรุปได้ว่าไม่มีความผิดปกติของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

2. ตัวแปรตามและค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Test of Normality)

การทดสอบการแจกแจงของตัวแปรตามและค่าความคาดเคลื่อนว่ามีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) หรือไม่ จะใช้วิธีการทดสอบด้วยวิธี Komogorov – Smirnov Test โดยมีระดับนัยสำคัญที่มากกว่า 0.05

ตารางผนวกที่ 2 Test of Normality ของตัวแปรตามและค่าความคาดเคลื่อน

Tests of Normality

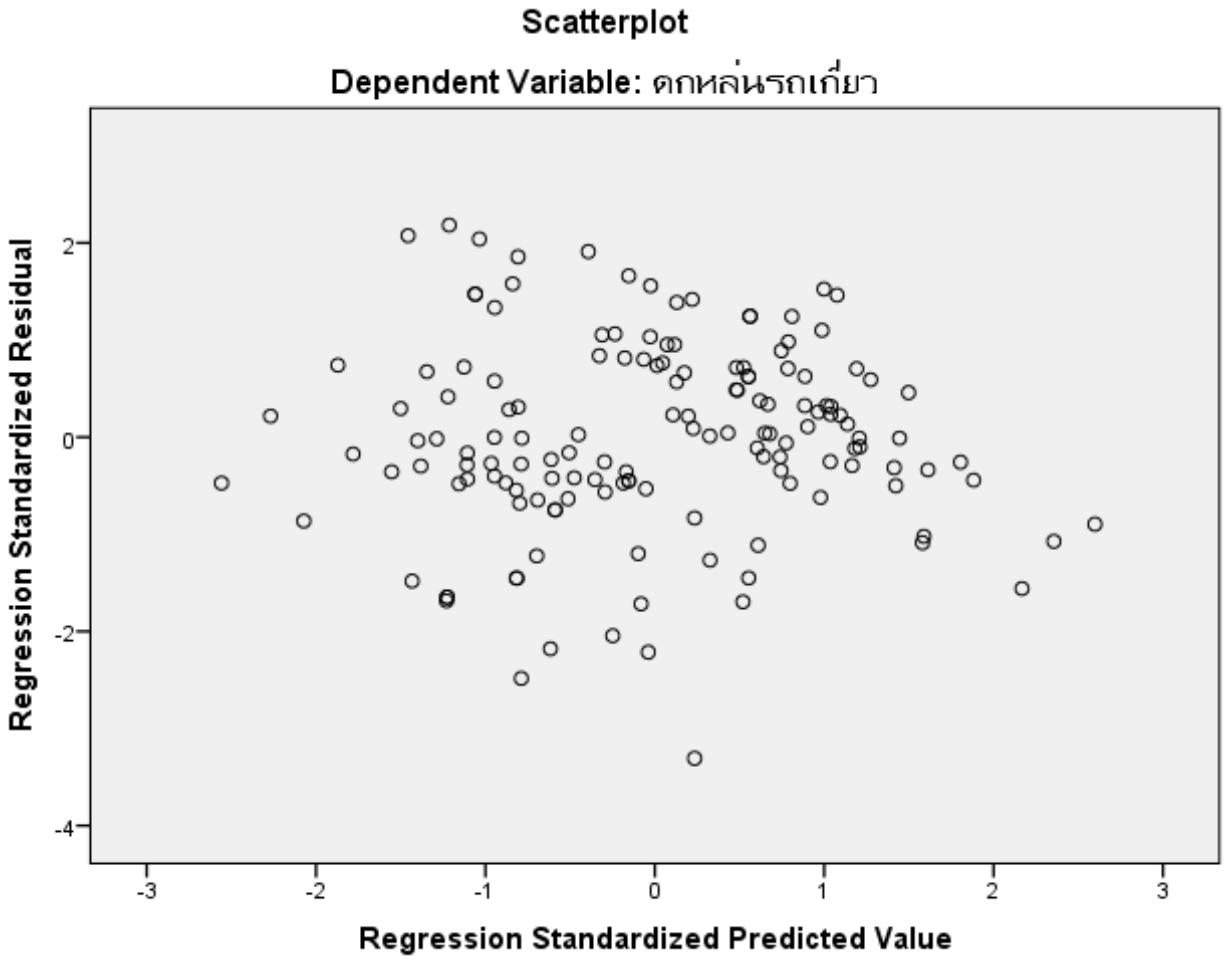
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
จำนวนบิ้งตัวอย่าง	.214	148	.000	.859	148	.000
ความสูงต้นข้าว	.163	148	.000	.937	148	.000
ความยาวคอรวง	.068	148	.086	.981	148	.034
ความเอน	.368	148	.000	.681	148	.000
ความเร็วรอบเครื่องยนต์	.212	148	.000	.841	148	.000

a. Lilliefors Significance Correction

ผลการทดสอบมีระดับนัยสำคัญหรือค่า Sig เท่ากับ 0.000 และ 0.086 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าตัวแปรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ซึ่งระบุว่า สำหรับประชากรใด ๆ ถ้าเก็บตัวอย่างในจำนวนที่มากพอ การกระจายของค่าตัวอย่างดังกล่าวจะมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) โดยทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางระบุว่าจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ทำให้การแจกแจงเป็นแบบปกติควรมีมากกว่า 30 ตัวอย่าง (Bland, 1996) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 148 ตัวอย่าง ดังนั้น ถือว่าตัวแปรตามและค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

3. ค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า (Homoscedasticity)

เพื่อทดสอบว่าค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่ โดยพิจารณาแผนภาพการกระจาย Scatter Plot หากค่าความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงใกล้ศูนย์ หรือมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ แสดงว่า ค่าแปรปรวนของความคาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์นั้นเป็นค่าคงที่



ภาพผนวกที่ 6 แผนภาพการกระจาย Scatter Plot ของตัวแปรตาม

จากการพิจารณาภาพผนวกที่ 6 แผนภาพการกระจาย Scatter Plot ของตัวแปรตาม พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่กระจายอยู่เหนือและใต้ระดับ 0 ซึ่งจากการกระจายตัวอยู่ในช่วงแคบ ไม่ว่า Y จะเปลี่ยนแปลงในทิศทางใด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนของความคาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่

4. ค่าความคาดเคลื่อนแต่ละค่าเป็นอิสระกัน (Autocorrelation)

ตัวแปรอิสระต้องเป็นข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์ในตัวเอง หรือเรียกว่าการไม่เกิด Autocorrelation โดยใช้ค่า Durbin-Watson ในการทดสอบว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ภายในตัวเองหรือไม่ โดยมีเกณฑ์ในการวัดค่า Durbin-Watson ดังนี้

มีค่าอยู่ในช่วง 1.5 – 2.5 แสดงว่ามีความเป็นอิสระ

มีค่าอยู่ในช่วง 1.6 – 4.0 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในทิศทางลบ

มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 1.4 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก

ทั้งนี้ ถ้าค่า Durbin-Watson มีค่าน้อยกว่ากว่า 1.5 หรือมากกว่า 2.5 แสดงว่าเกิด Autocorrelation หรือตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง ซึ่งจะทำให้การคำนวณในสมการวิเคราะห์ความถดถอยพหุเชิงเส้นมีปัญหา

ตารางผนวกที่ 3 Model Summary[b] ของกลุ่มตัวอย่าง

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0.633[a]	0.401	0.380	0.75725	1.802

a. Predictors: (Constant), ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ความเอน, จำนวนบิ้งตัวอย่าง, ความยาวคอรวง, ความสูงต้นข้าว

b. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

จากตารางที่ 3 พบว่าค่า Durbin-Watson เท่ากับ 1.802 ซึ่งอยู่ระหว่าง 1.5 – 2.5 แสดงว่าตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในการทดสอบไม่มีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง

5. ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity)

ปัญหา Multicollinearity คือ ปัญหาที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองเกินกว่าระดับที่ยอมรับ เนื่องจากถ้าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองมากเกินไปจะละเมิดสมมติฐานข้อที่ว่า ตัวแปรอิสระต้องไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน ในการวิเคราะห์จะตรวจสอบเงื่อนไขนี้โดยการใช้ค่าสถิติ Tolerance และค่า Variance Inflation Factor (VIF) ถ้าหากค่า Tolerance ของตัวแปรเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรเป็นอิสระจากกัน แต่ถ้าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าเกิดปัญหาMulticollinearity และค่า Variance Inflation Factor มีค่าใกล้ 10 มาก แสดงว่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระในสมการการวิเคราะห์ความถดถอยพหุเชิงเส้นมีมาก นั่นคือเกิดปัญหา Multicollinearity และจากการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ พบว่า ค่า Tolerance และค่า Variance Inflation Factor มีค่าดังนี้

ตารางผนวกที่ 4 ค่าสถิติ Tolerance และค่า Variance Inflation Factor (VIF) ของตัวแปรอิสระ

Coefficients[a]

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
จำนวนบิ้งตัวอย่าง	.984	1.016
ความสูงต้นข้าว	.923	1.084
ความยาวคอรวง	.930	1.075
ความเอน	.877	1.140
ความเร็วรอบเครื่องยนต์	.992	1.008

a. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

จากตารางผนวก 4 พบว่าค่าสถิติ Tolerance ของตัวแปรมีค่าไม่ใกล้ 0 และมีค่า Variance Inflation Factor (VIF) น้อยกว่า 10 ทุกตัว จึงสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกันหรือเป็นอิสระต่อกัน โดยถือว่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทุกตัวไม่ก่อให้เกิด Multicollinearity

ภาคผนวกที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิควิเคราะห์สมการถดถอยพหุเชิงเส้น

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิควิเคราะห์สมการถดถอยพหุเชิงเส้น

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติอนุมานเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าตัวแปร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยพหุเชิงเส้น (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธีคัดเลือกแบบขั้นตอน((Stepwise Selection) มาใช้ในการทดสอบ โดยพิจารณาค่า P-Value ของค่าสถิติ t สำหรับตัวแปรต่าง ๆ เทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด คือ 0.05เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ทดสอบโดยใช้ตัวอย่างทั้งสิ้น 148 ตัวอย่าง

ตารางผนวกที่ 5 Regression

Variables Entered/Removed[a]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ความเอน, จำนวนบิ้งตัวอย่าง, ความยาวคอรวง, ความสูงต้นข้าว[b]	.	Enter

a. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

b. All requested variables entered.

ตารางผนวกที่ 6 Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.633[a]	.401	.380	.75725

a. Predictors: (Constant), ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ความเอน, จำนวนบิ้งตัวอย่าง, ความยาวคอรวง, ความสูงต้นข้าว

b. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

ตารางผนวกที่ 7 ANOVA

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	54.476	5	10.895	19.000	0.000[b]
	Residual	81.426	142	0.573		
	Total	135.902	147			

a. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

b. Predictors: (Constant), ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ความเอน, จำนวนบิ้งตัวอย่าง, ความยาวคอรวง, ความสูงต้นข้าว

ตารางผนวกที่ 8 Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-0.684	2.623		-.261	0.795
	จำนวนบิ้งตัวอย่าง	0.269	0.114	0.155	2.365	0.019
	ความสูงต้นข้าว	-1.663	0.415	-0.271	-4.009	0.000
	ความยาวคอรวง	3.161	0.577	0.369	5.476	0.000
	ความเอน	0.153	0.047	0.226	3.254	0.001
	ความเร็วรอบเครื่องยนต์	0.271	0.121	0.146	2.246	0.026

a. Dependent Variable: ตกหล่นรถเกี่ยว

ภาคผนวกที่ 4

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (External Factors)

ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
1. ด้านนโยบายของรัฐบาล (Political Factors) >>ผลกระทบจากการเมืองการปกครอง รวมถึงกฎหมายต่างๆ - การสนับสนุนจากภาครัฐ - นโยบายที่เกี่ยวข้อง	**O1.** ภาครัฐมีนโยบายการสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลของรัฐบาลโดยเฉพาะการดำเนินงานในพื้นที่แปลงใหญ่ เช่น โครงการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรทดแทนแรงงานเกษตร ปี 2560 **O2.** ภาครัฐมีมาตรการที่เป็นประโยชน์โดยตรงกับอุตสาหกรรมผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว คือ มาตรการ การเงินการคลังเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ในระยะเร่งด่วน ซึ่ง คณะรัฐมนตรีมีมติอนุมัติ มาตรการทางการเงิน ประกอบด้วย 1) โครงการสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำเพื่อเป็นเงินทุนหมุนเวียนให้แก่ผู้ประกอบการ SMEs 2) การปรับปรุงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการค้ำประกันสินเชื่อโครงการ		- โครงการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรทดแทนแรงงานเกษตร ปี 2560 กรมส่งเสริมการเกษตร - งานวิจัยโครงการอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และการประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว ในเขตภาคกลางของประเทศไทย Rice Combine Harvester Industry and Custom Hiring Services in the Central Region of Thailand โดย รศ.ดร. สาโรช อังสุมาลิน และคณะ กรกฎาคม 2559

ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
	3) มาตรการสนับสนุน SMEs ผ่านการร่วมลงทุนใน SMEs ระยะเริ่มต้น (Start-up) ที่มี ศักยภาพสูง O3ภาครัฐสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ร่วมกับ กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ร่วมกันจัดสัมมนา “ส่งเสริมการใช้ประโยชน์แอพพลิเคชั่นจองรถเกี่ยว” ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับการจองรถเกี่ยวข้าวเพื่อการบริหารจัดการรถเกี่ยวข้าวให้มีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร		- การสัมมนาเชิงปฏิบัติการแอพพลิเคชั่นจองรถเกี่ยว ณ ห้องประชุมสภาเทศบาลนครสวรรค์ 3/3 ชั้น 3 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ พระชนมพรรษา สำนักงานเทศบาลนครสวรรค์ ต.ปากน้ำโพ อ.เมือง จ.นครสวรรค์

ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
2. ด้านเศรษฐกิจ (EconomicFactors) >>ผลกระทบจากสภาพเศรษฐกิจปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ - ผลตอบแทนของการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยว	O4. การใช้เครื่องจักรกลในการเกี่ยวข้าว มีต้นทุนที่น้อยกว่าการใช้แรงงานคน จากผลงานวิจัยเกษตรกรมีต้นทุนการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเฉลี่ย 830 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนเฉลี่ย 1,400 บาทต่อไร่ ทั้งนี้เกษตรกรที่ใช้บริการรถเกี่ยวนวด ข้าวและใช้แรงงานคนในกิจกรรมการเก็บเกี่ยว มีผลตอบแทนเฉลี่ย 6,300 บาทและ 6,000 บาทต่อไร่ตามลำดับ O5. การใช้เครื่องเกี่ยวนวดช่วยให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายจากวิธีการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนนอกจากนี้ยังเป็นการทำงานที่เบ็ดเสร็จ ไม่ยุ่งยาก รวดเร็ว และสามารถนำข้าวไปจำหน่ายได้ทันที อีกทั้งเกษตรกรหลายรายมีอาชีพอื่นนอกจากการเพาะปลูกข้าวจึงจำเป็นต้องเร่งรีบเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะมีเวลาไปประกอบอาชีพนั้นๆ	T1. ผู้ประกอบการสามารถขึ้นค่าบริการรถเกี่ยวได้เมื่อเห็นว่ารถเกี่ยวขาดแคลน ซึ่งภาครัฐยังไม่มีมาตรการควบคุมที่ชัดเจน	- ผลงานวิจัยสุภาวดี ขุนทองจันทร์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 6 ฉบับที่ 12 กรกฎาคม-ธันวาคม 2560 - ความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด โดย ดร.สมชาย ชวนอุดม ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ หาวิทยาลัยขอนแก่น

ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
	นอกจากนี้ผลพลอยได้อีกด้านหนึ่งจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดคือการมีโอกาสช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวหรือข้าวสารเต็มเมล็ดจากวิธีเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนอีกประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ (วินิต ชินสุวรรณ และคณะ, 2542) ทั้งนี้เพราะการเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนต้องมีการตากแผ่ฟ่อนข้าว ยิ่งตากนานเท่าไหร่ยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว ลดลงเนื่องจากความแตกต่างที่ค่อนข้างมากของสภาพอากาศในเวลากลางวันและกลางคืนในฤดูเก็บเกี่ยว		
3. ด้านสังคม (Social factors) >> ผลกระทบจากสังคม วัฒนธรรม สภาพความเป็นอยู่ - ผลจากการใช้เครื่องจักรกลที่มีผลกระทบต่อวิถีชีวิตความเป็นอยู่	O6. เครื่องเกี่ยวนวดสามารถช่วยเก็บเกี่ยวข้าวได้ทันช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีที่นาจำนวนมากและมีปัญหาเรื่องขาดแคลนแรงงานไม่สามารถหาแรงงานได้		- งานวิจัยเรื่อง “การศึกษาความสูญเสียและคุณภาพข้าวเปลือกจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวด” โดยวินิต ชินสุวรรณและคณะ (2539)

ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
4. ด้านเทคโนโลยี (Technological factors) >>ผลกระทบจาก Technology หรือ Innovation - ผลได้หรือผลเสียจากการใช้เทคโนโลยีในการเก็บเกี่ยว		**T2.** การบริหารจัดการ การให้บริการเกี่ยวนวดข้าว ยังอยู่บนพื้นฐานของการใช้ประสบการณ์เป็นหลัก มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ และหลักวิชาการมาช่วยในการบริหารดำเนินการน้อยมาก **T3.** การพัฒนา นวัตกรรมเทคโนโลยีต่างๆที่เกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวเกิดขึ้น เกิดจากการลักจำและลองผิดลองถูก เป็นการใช้เงินและเวลาของโรงงาน หรือภาคเอกชนเองทั้งหมด เรื่องการวิจัยและพัฒนารถเกี่ยวนวดข้าวได้รับความสนใจจากภาครัฐน้อยมาก **T4.** อุปกรณ์เครื่องเกี่ยวนวดของผู้ประกอบการบางราย ด้อยประสิทธิภาพ ทำให้ข้าวร่วงหล่นก่อนเข้าตู้ (ระบบนิ้วดึงไม่ดีตลอดจนการจัดการไม่ดี เช่น การปรับมุมองศาชุดนิ้วดึง ตู้นวด ตะแกรงร่อน ที่ด้อยประสิทธิภาพ	- งานวิจัยโครงการอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และการประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าว ในเขตภาคกลางของประเทศไทย Rice Combine Harvester Industry and Custom Hiring Services in the Central Region of Thailand โดย รศ.ดร. สาโรช อังสุมาลิน และคณะ กรกฎาคม 2559 - ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ

ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
5. ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental) >>ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลเก็บเกี่ยวผลผลิต		T5. เกษตรกรไม่สามารถควบคุมการล้มเอนของต้นข้าวได้ 100% เพราะปัจจัยการล้มเอนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และภูมิอากาศ เช่น ความแรงของลมความชื้นสัมพัทธ์ของภูมิอากาศ ในขณะที่ต้นข้าวใกล้ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ
6. ด้านกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวข้อง (Legal) >>ผลกระทบด้านกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องจักรกลเก็บเกี่ยวผลผลิต		T6. ไม่มีกฎระเบียบ หรือข้อกฎหมายที่ใช้ควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดให้ปฏิบัติตามความต้องการผู้เกษตรกร เช่น การปรับความเร็วของการขับขี่รถเกี่ยวนวดให้เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ

ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง (Strength) (+)**	**จุดอ่อน (Weakness) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
1. Strategy >>การวางแผนการผลิตเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม : การผลิตของครอบครัวเกษตรกรได้แก่ ข้อมูลการวางแผนการผลิต ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว จำนวนบิ้งนา การดูแลรักษา การคัดเลือกพันธุ์ เป็นต้น	S1เกษตรกรมีประสบการณ์ (ประสบการณ์เฉลี่ย 29.25 ปี) มีการพัฒนาวางแผนการผลิตมากขึ้น พัฒนาการเพาะปลูกโดยการพัฒนาพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ต้านทานโรค และพัฒนาวิธีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น และกระบวนการลดต้นทุนการผลิตผ่านการส่งเสริมในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น และเชื่อว่าการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่จะทำให้เกิดความสำเร็จ	W1. เกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดทราบว่าสภาพต้นข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (โดยเฉพาะการล้มเอน)แต่เกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมให้สามารถดำเนินการจัดหารถเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมได้ 100 % เพราะขึ้นอยู่กับเวลาของรถเกี่ยวเป็นหลัก W2. การบริหารจัดการการผลิตของเกษตรกรในรูปแบบแปลงใหญ่ยังขาดความเป็นเอกภาพ ลักษณะการผลิตยังหลากหลาย ต่างพันธุ์ ต่างชนิด ระยะเวลาปลูกที่หลากหลาย ซึ่งทำช่วงเวลาที่เป็นอุปสรรคต่อการบริหารจัดการเก็บเกี่ยวในรูปแบบแปลงใหญ่	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ

ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง (Strength) (+)**	**จุดอ่อน (Weakness) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
2. Structure >> โครงสร้างทางสถาบันครอบครัว องค์กรเกษตรเกษตรที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ การแบ่งปันภารกิจตามความเหมาะสม รวมถึงการควบคุม การรวม และการกระจายการตัดสินใจของกลุ่มที่เกี่ยวข้องได้แก่การรวมกลุ่มการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่การรู้จักคุ้นเคยของเกษตรกรและคนขับรถเกี่ยวจริยธรรมของคนเกี่ยว เป็นต้น		W3. มีการรวมกลุ่มและผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น แต่การวางแผนบริหารจัดการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกลร่วมกันในลักษณะแปลงใหญ่ยังมีน้อย	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ
3. Systems >> กระบวนการและลำดับขั้นการปฏิบัติงานทุกอย่างที่เป็นระบบต่อเนื่องสอดคล้องประสานกันทุกระดับได้แก่สภาพแปลง/การดูแลบิ้งนาวิธีการเก็บเกี่ยวการจัดการหลังเก็บเกี่ยว เป็นต้น		W4. ความสูญเสียจากขั้นตอนในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเกษตรกรไม่มีระบบ และ/หรืออุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดหรือควบคุมความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวได้ แต่ใช้จากวิธีการสังเกตเพียงอย่างเดียวจึงไม่ทราบถึงปริมาณที่เสียหายอย่างชัดเจน	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ

ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง (Strength) (+)**	**จุดอ่อน (Weakness) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
4. Shared Values >>มีค่านิยมร่วมกันระหว่างคนในองค์กร ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ได้แก่ การดูแลคนขับ/เจ้าของรถเกี่ยวการทำนาแบบเดียวกัน ความเชื่อในวิธีการทำนาแบบเดิมความนิยมในชนิด (Brand) รถเกี่ยวเป็นต้น	**S2.** เกษตรกรส่วนใหญ่ยังยึดวิถีชีวิตแบบสังคมไทย ที่มีความเอื้ออาธร มีน้ำใจ ในการต้อนรับ ดูแล ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตของตน ด้วยการ ดูแล บริการ อาหารการกินแก่ผู้ประกอบการ/คนขับรถเกี่ยว ทำให้เกิดความเป็นกันเอง และเกิดความเกรงใจซึ่งกันและกัน	**W5.** ค่านิยมในการเลือกใช้บริการรถเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นการเลือกใช้บริการจากการบอกต่อ หรือความสะดวกในช่วงเวลาของเกษตรกร กับผู้ประกอบการรถเกี่ยวมากกว่า ดูความสามารถของประเภทรถเกี่ยวนวดที่เหมาะสมกับขนาดบิ้งนาหรือขนาดกิจการของตน	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ
5. Skills >>มีทักษะความเชี่ยวชาญในการดำเนินงาน เป็นมืออาชีพความสามารถ ความชำนาญ/ประสบการณ์ ในการปลูกข้าวของเกษตรกรเป็นต้น	**S3.** เกษตรกรมีประสบการณ์ ในการปลูกข้าวมาก (เฉลี่ย 29.25 ปี)มีทักษะในการผลิต ต้นข้าวที่ผลิตได้ก่อนเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่ร้อยละ 74 ลักษณะของต้นข้าวตั้งตรงซึ่งมีผลต่อการลดความเสียหายในการเก็บเกี่ยว	**W6.** เกษตรกรขาดองค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการเพื่อทำการเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) ได้แก่ ความเร็วของรถเกี่ยวที่เหมาะสมกับความชื้นสัมพัทธ์ ความสูงของต้นข้าว และความยาวของคอรวงข้าวที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัย และของโครงการฯ

ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง (Strength) (+)**	**จุดอ่อน (Weakness) (-)**	**ที่มา/แหล่งอ้างอิง**
6. Staff >> บุคลากรมีความสามารถ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องได้แก่ จำนวนสมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตรการใช้เทคโนโลยีของกลุ่มองค์กรเกษตรกรเป็นต้น		**W7.** พฤติกรรมบริหารจัดการการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกรมีลักษณะแบบปัจเจกบุคคล (Individual) ไม่นิยมการบริหารจัดการแบบการใช้กลุ่มบริหารจัดการ หรือบริหารจัดการแบบเป็นทีม	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ
7. Style >>รูปแบบบริการ การจัดการที่มีรูปแบบวิธีที่เหมาะสม เช่น การสั่งการ การควบคุม การจูงใจ สะท้อนถึงวัฒนธรรมองค์กรได้แก่การติดต่อประสานงาน การออกแบบงาน การควบคุมงานระหว่างเกษตรกรกับผู้ประกอบการค่าบริการเก็บเกี่ยว การควบคุมความประณีตในการเก็บเกี่ยวเป็นต้น		**W8.** เกษตรกรไม่สามารถกำหนดวิธีการตลอดจนรายละเอียดของขั้นตอนการเก็บเกี่ยวแบบที่ตนเองต้องการได้ 100 % เพราะไม่ได้เป็นเจ้าของรถเกี่ยว **W9.** เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถ ต่อรองหรือจ่ายค่าบริการได้ตามคุณภาพ หรือความประณีตในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดได้	- ประมวลจากข้อมูลการสำรวจ และทัศนคติความคิดเห็นนักวิจัยโครงการฯ

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**กลยุทธ์ทางเลือก**
1.ด้านนโยบายของรัฐบาล (Political Factors) >>ผลกระทบจากการเมือง การปกครอง รวมถึงกฎหมายต่างๆ - การสนับสนุนจากภาครัฐ - นโยบายที่เกี่ยวข้อง	O1. ภาครัฐมีนโยบายการสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลของรัฐบาลโดยเฉพาะการดำเนินงานในพื้นที่แปลงใหญ่ เช่น โครงการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรทดแทนแรงงานเกษตร ปี 2560 O2. ภาครัฐมาตรการที่เป็นประโยชน์โดยตรงกับอุตสาหกรรมผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว คือ มาตรการ การเงินการคลังเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ในระยะเร่งด่วน ซึ่ง คณะรัฐมนตรีมีมติอนุมัติ มาตรการทางการเงิน ประกอบด้วย 1) โครงการสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำเพื่อเป็นเงินทุน หมุนเวียนให้แก่ผู้ประกอบการ SMEs 2) การปรับปรุงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการค้ำประกันสินเชื่อโครงการ 3) มาตรการสนับสนุน SMEs ผ่านการร่วมลงทุนใน SMEs ระยะเริ่มต้น (Start-up) ที่มี ศักยภาพสูง		S1,O1,O2,O3,O4,O5,O6 :ภาครัฐควรผลักดันโดยกำหนดนโยบายให้มีการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าวลงสู่ตัวเกษตรกรอย่างจริงจังโดยใช้มาตรการทางด้านการเงินการคลังขับเคลื่อนนโยบายโดยเฉพาะพื้นที่นาแปลงใหญ่ การสร้างช่องทางให้เกษตรกรเข้าถึงผู้ประกอบการรถเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพและตรงต่อความต้องการง่ายขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต และทันต่อช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยว

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส** (Opportunities) (+)	**ข้อจำกัด**(Threats) (-)	**กลยุทธ์ทางเลือก**
	O3. ภาครัฐสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ร่วมกับกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ร่วมกันจัดสัมมนา “ส่งเสริมการใช้ประโยชน์แอพพลิเคชั่นจองรถเกี่ยว” ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับการจองรถเกี่ยวข้าว เพื่อการบริหารจัดการรถเกี่ยวข้าวให้มีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร		
2.ด้านเศรษฐกิจ (EconomicFactors) >>ผลกระทบจากสภาพเศรษฐกิจ ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ - ผลตอบแทนของการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยว	O4. การใช้เครื่องจักรกลในการเกี่ยวข้าว มีต้นทุนที่น้อยกว่าการใช้แรงงานคน จากผลงานวิจัยเกษตรกรมีต้นทุนการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวเฉลี่ย 830 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนเฉลี่ย 1,400 บาทต่อไร่ ทั้งนี้เกษตรกรที่ใช้บริการรถเกี่ยวนวด ข้าวและใช้แรงงานคนในกิจกรรมการเก็บเกี่ยว มีผลตอบแทนเฉลี่ย 6,300 บาทและ 6,000 บาทต่อไร่ตามลำดับ O5. การใช้เครื่องเกี่ยวนวดช่วยให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายจากวิธีการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน นอกจากนี้ยังเป็นการทำงานที่เบ็ดเสร็จ ไม่ยุ่งยาก รวดเร็ว และสามารถนำข้าวไปจำหน่ายได้ทันที อีกทั้งเกษตรกรหลายรายมีอาชีพ	T1. ผู้ประกอบการสามารถขึ้นค่าบริการรถเกี่ยวนวดได้เมื่อเห็นว่ารถเกี่ยวขาดแคลน ซึ่งภาครัฐยังไม่มีมาตรการควบคุมที่ชัดเจน	S1, S2,T1,T6: ส่งเสริมให้เกษตรกรให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มการผลิตที่มีรูปแบบที่สามารถสร้างอำนาจในการต่อรองในลักษณะการประนีประนอมและบริหารจัดการอัตราค่าบริการรถเกี่ยวนวดและช่วยเหลือควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดให้ปฏิบัติตามความต้องการผู้เกษตรกร S1,T2: ส่งเสริมและเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักรกล

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส** (Opportunities) (+)	**ข้อจำกัด**(Threats) (-)	**กลยุทธ์ทางเลือก**
	อื่นนอกจากการเพาะปลูกข้าวจึงจำเป็นต้องเร่งรีบเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะมีเวลาไปประกอบอาชีพนั้นๆ นอกจากนี้ผลพลอยได้อีกด้านหนึ่งจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดคือการมีโอกาสช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวหรือข้าวสารเต็มเมล็ดจากวิธีเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนอีกประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ (วินิต ชินสุวรรณ และคณะ, 2542) ทั้งนี้เพราะการเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคนต้องมีการตากแผ่ฟ่อนข้าว ยิ่งตากนานเท่าไหร่ยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว ลดลงเนื่องจากความแตกต่างที่ค่อนข้างมากของสภาพอากาศในเวลากลางวันและกลางคืนในฤดูเก็บเกี่ยว		และเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการที่ดีและเหมาะสมแก่เกษตรกร ให้ความสำคัญต่อการรวมกลุ่มเพื่อพัฒนาการเก็บเกี่ยวโดยการนำเทคโนโลยีใหม่ๆที่ใช้ในกระบวนการเกี่ยวนวดข้าวมาใช้ให้มากขึ้น **S1, S3,T5**: สนับสนุนให้เกษตรกรใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ทั้งด้านกายภาพ และดินฟ้า อากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่
3. ด้านสังคม (Social factors) >>ผลกระทบจากสังคม วัฒนธรรม สภาพความเป็นอยู่ - ผลจากการใช้เครื่องจักรกลที่มีผลกระทบต่อวิถีชีวิตความเป็นอยู่	O6. เครื่องเกี่ยวนวดสามารถช่วยเก็บเกี่ยวข้าวได้ทันช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีที่นาจำนวนมากและมีปัญหาเรื่องขาดแคลนแรงงานไม่สามารถหาแรงงานได้		

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (Opportunities) (+)**	**ข้อจำกัด(Threats) (-)**	**กลยุทธ์ทางเลือก**
4.ด้านเทคโนโลยี (Technological factors) >> ผลกระทบจาก Technology หรือ Innovation - ผลได้หรือผลเสียจากการใช้เทคโนโลยีในการเก็บเกี่ยว		T2. การบริหารจัดการการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร และการให้บริการเกี่ยวนวดข้าว ยังอยู่บนพื้นฐานของการใช้ประสบการณ์เป็นหลัก มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ และหลักวิชาการมาช่วยในการบริหารดำเนินการน้อยมาก T3. การพัฒนา นวัตกรรมเทคโนโลยีต่างๆที่เกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวเกิดขึ้น เกิดจากการลักจำและลองผิดลองถูก เป็นการใช้เงินและเวลาของโรงงาน หรือภาคเอกชนเองทั้งหมด เรื่องการวิจัยและพัฒนารถเกี่ยวนวดข้าวได้รับความสนใจจากภาครัฐน้อยมาก T4. อุปกรณ์เครื่องเกี่ยวนวดของผู้ประกอบการบางรายด้อยประสิทธิภาพ ทำให้ข้าวร่วงหล่นก่อนเข้าตู้ (ระบบนิ้วดึงไม่ดี ตลอดจนการจัดการไม่ดี เช่น การปรับมุมองศาชุดนิ้วดึง ตู้นวด ตะแกรงร่อน ที่ด้อยประสิทธิภาพ	
5. ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental) >>ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลเก็บเกี่ยวผลผลิต		T5. เกษตรกรไม่สามารถควบคุมการล้มเอนของต้นข้าวได้100% เพราะปัจจัยการล้มเอนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และภูมิอากาศ เช่น ความแรงของลม ความชื้นสัมพัทธ์ของภูมิอากาศ ในขณะที่ต้นข้าวใกล้ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายนอก (External Factors) >> PEST Analysis			
ประเด็น	**โอกาส (**Opportunities) (+)	**ข้อจำกัด(**Threats) (-)	**กลยุทธ์ทางเลือก**
6. ด้านกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวข้อง (Legal) >>ผลกระทบด้านกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องจักรกลเก็บเกี่ยวผลผลิต		T6. ไม่มีกฎระเบียบ หรือข้อกฎหมายที่ใช้ควบคุมผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดให้ปฏิบัติตามความต้องการผู้เกษตรกร เช่น การปรับความเร็วของการขับขี่รถเกี่ยวนวดให้เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว	

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง** (Strength) (+)	**จุดอ่อน** (Weakness) (-)	**กลยุทธ์ทางเลือก**
1. Strategy>>การวางแผนการผลิตเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม : การผลิตของครอบครัวเกษตรกร ได้แก่ ข้อมูลการวางแผนการผลิต ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวจำนวนบิ้งนา การดูแลรักษา การคัดเลือกพันธุ์เป็นต้น	**S1**เกษตรกรมีประสบการณ์ ในการปลูกข้าวมาก (เฉลี่ย 29.25 ปี) มีการพัฒนาวางแผนการผลิตมากขึ้น พัฒนาการเพาะปลูกโดยการพัฒนาพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ต้านทานโรค และพัฒนาวิธีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น และกระบวนการลดต้นทุนการผลิตผ่านการส่งเสริมในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้นและเชื่อว่าการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่จะทำให้เกิดความสำเร็จ	**W1.** เกษตรกรและผู้ประกอบการรถเกี่ยวนวดทราบว่าสภาพต้นข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าว ในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (โดยเฉพาะการล้มเอน)แต่เกษตรกรยังไม่สามารถควบคุมให้สามารถดำเนินการจัดหารถเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมได้ 100 % เพราะขึ้นอยู่กับเวลาของรถเกี่ยวเป็นหลัก **W2**. การบริหารจัดการการผลิตของเกษตรกรในรูปแบบแปลงใหญ่ยังขาดความเป็นเอกภาพ ลักษณะการผลิตยังหลากหลาย ต่างพันธุ์ ต่างชนิด ระยะเวลาปลูกที่หลากหลาย ซึ่งทำช่วงเวลาที่เป็นอุปสรรคต่อการบริหารจัดการเก็บเกี่ยวในรูปแบบแปลงใหญ่	**W1,W7,O1,O2,O4,O5,O6** : ภาครัฐส่งเสริมให้มีโครงการเก็บเกี่ยวข้าวโดยเครื่องจักรกลที่ดี และเหมาะสมกับระยะเวลาที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ **W1,W4,W6,O3**: ภาครัฐ ส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดทำกลไกอัจฉริยะ อุปกรณ์/แอพลิเคชั่นเกี่ยวกับการบริการรถเกี่ยวนวด แอพพลิเคชั่นเพื่อสร้างความแม่นยำ(Precision Agriculture) ในการผลิตในไร่นาของเกษตรกรเพื่อช่วยเหลือให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงรถเกี่ยวนวดได้อย่างทันท่วงทีและบริหารจัดการไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง (Strength) (+)**	**จุดอ่อน (Weakness) (-)**	**กลยุทธ์ทางเลือก**
2.Structure >> โครงสร้างทางสถาบันครอบครัว องค์กรเกษตรกร เกษตรที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ การแบ่งปันภารกิจตามความเหมาะสม รวมถึงการควบคุม การรวม และการกระจายการตัดสินใจของกลุ่มที่เกี่ยวข้องได้แก่การรวมกลุ่มการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่การรู้จักคุ้นเคยของเกษตรกรและคนขับรถเกี่ยวจริยธรรมของคนเกี่ยว		W3. มีการรวมกลุ่มและผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่มากขึ้น แต่การวางแผนบริหารจัดการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกลร่วมกันในลักษณะแปลงใหญ่ยังมีน้อย	W2,W3,W5, W8, W9,O1,O2,O4,O5,O6 : ภาครัฐ ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่มีการบริหารจัดการผลิตในรูปกลุ่มที่เอกภาพมากกว่าการบริหารจัดการแบบปัจเจกบุคคลเพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองและสามารถนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
3. Systems >> กระบวนการและลำดับขั้นการปฏิบัติงานทุกอย่างที่เป็นระบบต่อเนื่องสอดคล้องประสานกันทุกระดับได้แก่สภาพแปลง/การดูแลบิ้งนาวิธีการเก็บเกี่ยวการจัดการหลังเก็บเกี่ยวเป็นต้น		W4. ความสูญเสียจากขั้นตอนในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเกษตรกรไม่มีระบบ และ/หรืออุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดหรือควบคุมความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวได้ แต่ใช้จากวิธีการสังเกตเพียงอย่างเดียวจึงไม่ทราบถึงปริมาณที่เสียหายอย่างชัดเจน	W1,T1: ภาครัฐสนับสนุนความรู้ในการบริหารจัดการ อุปกรณ์เทคโนโลยี และเครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยวข้าวเกษตรกรผ่านกระบวนการส่งเสริมการผลิตแบบแปลงใหญ่เพื่อให้กลุ่มสามารถบริหารจัดการเก็บเกี่ยวข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการผลิตของเกษตรกร

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง** (Strength) (+)	**จุดอ่อน** (Weakness) (-)	**กลยุทธ์ทางเลือก**
4. Shared Values >>มีค่านิยมร่วมกันระหว่างคนในองค์กร ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ได้แก่ การดูแลคนขับ/เจ้าของรถเกี่ยวการทำนาแบบเดียวกัน ความเชื่อในวิธีการทำนาแบบเดิม ความนิยมในชนิด (Brand) รถเกี่ยวเป็นต้น	**S2.** เกษตรกรส่วนใหญ่ยังยึดวิถีชีวิตแบบสังคมไทย ที่มีความเอื้ออาธร มีน้ำใจ ในการต้อนรับ ดูแล ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตของตน ด้วยการ ดูแล บริการ อาหารการกินแก่ผู้ประกอบการ/คนขับรถเกี่ยว ทำให้เกิดความเป็นกันเอง และเกิดความเกรงใจซึ่งกันและกัน	**W5.** ค่านิยมในการเลือกใช้บริการรถเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นการเลือกใช้บริการจากการบอกต่อ หรือความสะดวกในช่วงเวลาของเกษตรกร กับผู้ประกอบการรถเกี่ยวมากกว่า ดูความสามารถของประเภทรถเกี่ยวนวดที่เหมาะสมกับขนาดบิ้งนาหรือขนาดกิจการ ของตน	**W9,T1,T4,T5** : ภาครัฐควรกำหนดนโยบาย มาตรการ เกี่ยวกับการบริหารจัดการในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว โดยมีการควบคุม กำกับ และพัฒนาผู้ประกอบการรถเกี่ยว ผู้ขับขี่รถเกี่ยวนวดเข้าระบบสู่มาตรฐาน
5. Skills >>มีทักษะ ความเชี่ยวชาญในการดำเนินงาน เป็นมืออาชีพความสามารถ ความชำนาญ/ประสบการณ์ ในการปลูกข้าวของเกษตรกรเป็นต้น	**S3.** เกษตรกรมีประสบการณ์ ในการปลูกข้าวมาก (เฉลี่ย 29.25 ปี)มีทักษะในการผลิต ต้นข้าวที่ผลิตได้ก่อนเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 74 ลักษณะของต้นข้าวตั้งตรงซึ่งมีผลต่อการลดความเสียหายในการเก็บเกี่ยว	**W6.** เกษตรกรขาดองค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการเพื่อทำการเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) ได้แก่ ความเร็วของรถเกี่ยวที่เหมาะสมกับความชื้นสัมพัทธ์ ความสูงของต้นข้าว และความยาวของคอรวงข้าวที่มีผลต่อความสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว	
6. Staff >> บุคลากรมีความสามารถ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องได้แก่ จำนวนสมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตรการใช้เทคโนโลยีของกลุ่ม องค์กรเกษตรกรเป็นต้น		**W7.** พฤติกรรมบริหารจัดการการเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกรมีลักษณะแบบปัจเจกบุคคล (Individual) ไม่นิยมการบริหารจัดการแบบการใช้กลุ่มบริหารจัดการหรือบริหารจัดการแบบเป็นทีม	

วิเคราะห์ TOWS Analysis			
ปัจจัยภายใน (Internal Factors) >> The McKinsey 7S Framework			
ประเด็น	**จุดแข็ง (**Strength) (+)	**จุดอ่อน (**Weakness) (-)	**กลยุทธ์ทางเลือก**
7. Style >>รูปแบบบริการ การจัดการที่มีรูปแบบวิธีที่เหมาะสม เช่น การสั่งการ การควบคุม การจูงใจสะท้อนถึงวัฒนธรรมองค์กร ได้แก่การติดต่อประสานงาน การออกแบบงาน การควบคุมงาน ระหว่างเกษตรกรกับ ผู้ประกอบการค่าบริการ เก็บเกี่ยวการควบคุมความประณีตในการเก็บเกี่ยว เป็นต้น		**W8.** เกษตรกรไม่สามารถกำหนดวิธีการ ตลอดจนรายละเอียดของขั้นตอนการเก็บเกี่ยวแบบที่ตนเองต้องการได้ 100 % เพราะไม่ได้เป็นเจ้าของรถเกี่ยว **W9.** เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถ ต่อรอง หรือจ่ายค่าบริการได้ตามคุณภาพ หรือความประณีตในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดได้	