รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาชุดเก็บฟางสำหรับเครื่องอัดฟาง

Development of Harvesting for Straw Compressing Machine

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์

ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจาก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจาคุณทหารลาดกระบัง

เงินงบประมาณประจำปี ๒๕๕๑

RCH
S
675.3
ท 14ฑก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 105731
วัน,เดือน,ปี..... - 1 ธ.ค. 2552

b.....12160696.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาชุดเก็บฟางสำหรับเครื่องอัดฟาง

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดเก็บฟางเพื่อใช้กับเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตามนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดเก็บฟางให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่าเครื่องต้นแบบ โดยชุดเก็บฟางนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วนคือ 1) โครงชุดเก็บฟาง 2) ชุดบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของสปริง 3) ชุดกดฟางเพื่อช่วยการลำเลียงฟาง 4) เหล็กกันฟางและล้อปรับระดับการเก็บฟาง

ผลการทดลองเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินและติดตั้งชุดเก็บฟางที่พัฒนาใหม่นั้นใช้ความเร็วรอบของชุดเก็บฟาง 800 รอบต่อนาที จะได้ม้วนฟางที่ได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 51.4 เซนติเมตร ยาว 65.2 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยของม้วนฟางเท่ากับ 5.69 กิโลกรัม ใช้เวลาในการเก็บฟาง 51.99 วินาทีต่อ1 ม้วนและสามารถเก็บฟางได้เฉลี่ยประมาณ 69 ม้วนต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการเก็บฟางเท่ากับ 94.83 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of Harvesting for Straw Compressing Machine

Abstract

The aimed of this research were to develop the harvesting for straw compressing machine and increase of the efficiency of the machine. The machine consists of four main parts: a) frame of machine unit, b) spring and direction controller unit and, c) compressing unit and d) cover and adjustable wheels unit.

The experimental results showed that the roll type straw compressing machine which has improved, at maximum speed at 800 rpm will have the average diameter of straw rolls 51.4 cm. 65.2 cm high and the average weight 5.69 kg. Harvesting time 51.99 second per roll, and 69 bales per hour. The efficiency of straw machine is 94.83 percent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้เกิดขึ้นและลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อ ห้องปฏิบัติการณ์ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทดลองในการวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกร แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่กรุณาเอื้อเฟื่อสถานที่และคำแนะนำ รวมทั้ง นายช่างเทคนิค นักศึกษาปริญญาตรี (น.ส.ณัฐิยาภรณ์ อินจินดา นายหนึ่ง ประจันทร์ศรี และนายเสริมพันธ์ หมูสีโทน) ที่เป็นผู้ช่วยในการทดสอบและเก็บข้อมูล และขอขอบคุณท่านอื่นๆที่มิได้กล่าวถึงที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้ทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว	3
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของฟ่อนฟางข้าว	4
2.1.2 มุมเสียดทานของฟ่อนฟางบนพื้นโลหะเรียบ	4
2.1.3 ความชื้นของฟางข้าว	4
2.1.4 ความแข็งแรงของการดึงประลัย	5
2.1.5 การดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อนและการดึงแยกฟางข้าวในชั้นของฟ่อน	5
2.2 รถไถเดินตาม	6
2.2.1 มิติรถไถเดินตามที่ผลิตภายในประเทศ	6
2.2.2 ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของรถไถเดินตามที่ทำในประเทศไทย	7
2.3 เพลา	8
2.3.1 ชนิดของเพลา	8
2.3.2 จุดสำคัญในการออกแบบเพลา	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.5 แนวทางการดำเนินงานศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์	15
บทที่ 3 ขั้นตอนการออกแบบกลไกและอุปกรณ์ของชุดลำเลียงฟาง	16
3.2.1 โครงชุดเก็บฟาง	16
3.2.2 ชุดบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของสปริงเก็บฟาง (โกยฟาง)	18
3.2.3 ชุดเก็บฟาง	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 เหล็กกันฟางและล้อปรับระดับการเก็บฟาง 20

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดสอบหาความสูงของฟางข้าวที่เกี่ยวด้วยเครื่อง Combine Harvesterในพื้นที่จริง 23

4.2 การทดสอบหาอัตราการเดินรถของรถไถนา 23

4.3 การทดสอบเครื่องมัดฟ่อนของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร 23

4.4 การหาความชื้นของฟางข้าว 26

4.5 การหาค่าประสิทธิภาพในการเก็บฟางของชุดเก็บฟาง 26

4.6 การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดเก็บฟางของเครื่อง KUBOTA ที่หน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตร 32

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

5.1 สรุปผลการทดลอง 35

5.2 ข้อเสนอแนะ 35

ภาคผนวก ก 36

ภาคผนวก ข 41

ภาคผนวก ค 48

บรรณานุกรม 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าความแข็งแรงการดึงประลัยของเส้นฟางและการดึงต้นหญ้าเจ้าชู้สด	5
ตารางที่ 2.2 การดึงแยกฟางข้าว	6
ตารางที่ 2.3 เหล็กคาร์บอนที่ผ่านกรรมวิธีดึงเย็นและแต่งผิวให้เรียบสำหรับทำเพลา	9
ตารางที่ 2.4 เหล็กผสมสำหรับทำเพลา	10
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหาความเร็วของการเดินของรถไถ	23
ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการเก็บฟางของชุดเก็บฟาง	28

ตารางผนวกที่

1ก. ความสูงของต้นข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	36
2ก. ความสูงของตอซังข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	37
3ก. ความยาวของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	38
4ก. บันทึกค่าผลการทดลองการหาค่าความชื้นของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	39
5ก. ความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้งของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	39
1ข. บันทึกผลการทดสอบหาความสูงของฟางในพื้นที่จริง	41
2ข. บันทึกผลการหาอัตราความเร็วของเครื่องยนต์ของรถไถนาไปยังชุดเก็บฟาง	43
3ข. บันทึกผลการทดสอบการเก็บฟางของเครื่องอัดฟาง	44
4ข. บันทึกผลการทดสอบการเก็บฟางของเครื่อง KUBOTA	45
5ข. บันทึกผลการทดสอบการม้วนฟางของเครื่องมัดฟ่อนภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะการเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย	3
รูปที่ 2.2 มิติของรถไถนาเดินตาม	7
รูปที่ 2.3 ชุดเก็บฟางต้นแบบ	11
รูปที่ 2.3 ชุดเก็บฟางต้นแบบ	12
รูปที่ 2.5 เครื่องอัดฟ่อน	13
รูปที่ 2.6 เครื่องอัดฟาง SPAGO รุ่น SK 140	13
รูปที่ 2.7 เครื่องอัดฟาง SIAM รุ่น S 3547	14
รูปที่ 2.8 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น NEW HOLLAND	14
รูปที่ 3.1 แบบโครงสร้างของชุดเก็บฟาง	16
รูปที่ 3.2 แผ่นเหล็กครอบ	16
รูปที่ 3.3 โครงชุดเก็บฟาง	17
รูปที่ 3.4 ชุดรางบังคับทิศทาง	17
รูปที่ 3.4 ชุดรางบังคับทิศทาง (ต่อ)	17
รูปที่ 3.5 เหล็กฉาก	18
รูปที่ 3.6 แขนบังคับทิศทาง	18
รูปที่ 3.7 เพลากลวง	19
รูปที่ 3.8 แบริ่งหรือตุ๊กตา	19
รูปที่ 3.9 สปริง	20
รูปที่ 3.10 ลักษณะของชุดกดฟาง	20
รูปที่ 3.11 เหล็กกันฟาง	21
รูปที่ 3.12 ล้อปรับระดับการเก็บฟาง	21
รูปที่ 3.13 แสดงส่วนประกอบต่างๆของชุดเก็บฟางที่สร้างเสร็จแล้ว	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.1 พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร 23
รูปที่ 4.2 การทดสอบเครื่องมัดฟ่อนของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร 25
รูปที่ 4.3 ลักษณะของก้อนฟางที่ม้วน 25
รูปที่ 4.4 แนวฟางที่วาง 27
รูปที่ 4.5 การวัดความเร็วรอบและทดสอบ 27
รูปที่ 4.6 อัตราทดของเครื่องยนต์ไปยังชุดเก็บฟาง 28
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเก็บฟางที่ความเร็วรอบต่างๆ 30
รูปที่ 4.8 ลักษณะฟางที่ม้วนแล้ว 30
รูปที่ 4.9 การวัดความเร็วรอบและทดสอบเครื่อง KUBOTA 32
รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบการเก็บฟางของชุดเก็บฟางที่น้ำหนัก 6 กิโลกรัม 33
รูปที่ ค1 ชุดเก็บฟาง 49
รูปที่ ค2 ชุดเก็บฟาง (ด้านบน) 49
รูปที่ ค3 ชุดเก็บฟาง (ด้านหน้า) 49
รูปที่ ค4 ชุดเก็บฟาง (ด้านข้าง) 50
รูปที่ ค5 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม (ด้านหน้า) 50
รูปที่ ค6 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม (ด้านข้าง) 50
รูปที่ ค7 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางฯ (ด้านหน้าแบบเปิดเครื่องฯ 51
รูปที่ ค8 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางฯ (ด้านข้างแบบเปิดเครื่องฯ) 51
รูปที่ ค9 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีอาชีพหลักคือ การทำนาข้าว และทุกครั้งหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วมักจะมีวัสดุที่เหลือจากการผลิตข้าว ก็คือ ฟางข้าว นั่นเอง ฟางข้าวส่วนใหญ่เกษตรกรจะกำจัดโดยการเผาทำลาย ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อชั้นบรรยากาศของโลก โดยทำให้โลกมีความร้อนเพิ่มขึ้นทุกๆปี และนี่ก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ทางรัฐบาลได้เตรียมกฎหมายเพื่อออกบทลงโทษแก่เกษตรกรที่เผาฟางข้าว แต่ยังพบว่าที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังเผาทำลายฟางข้าวอยู่ เพราะว่าเกษตรกรยังไม่มีเครื่องมือที่จะทำลายให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัจจุบันยังมีเครื่องจักรกลในการอัดฟางข้าวแบบฟ่อนสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งต้องนำเข้าเครื่องจักรกลจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีกำลังซื้อมาใช้งานได้ และมีคณะผู้วิจัยจากภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมได้ทำวิจัยเครื่องอัดฟ่อนแบบฟางก้อนสี่เหลี่ยม ซึ่งติดกับรถแทรกเตอร์ คณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการออกแบบเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถเดินตามซึ่งมีราคาประมาณ 30,000-50,000 บาทและสามารถติดตั้งเข้ากับรถไถนาเดินตามของเกษตรกรได้โดยติดตั้งชุดส่งกำลังเข้ากับเครื่องอัดฟางเพิ่มเติม ซึ่งเป็นเครื่องต้นแบบทางคณะผู้วิจัยพบว่าเครื่องอัดฟางฯมีปัญหาในชุดเก็บฟางที่ยังเก็บฟางเข้าชุดอัดฟางได้น้อย จากการทดสอบเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถเดินตามมีประสิทธิภาพโดยรวม 64% ซึ่งในการทดสอบจะเห็นได้ว่ามีประสิทธิภาพของเครื่องอัดฟางฯต่ำ เพราะในส่วนของชุดเก็บฟางส่งฟางเข้าไปยังชุดม้วนฟางได้ไม่เพียงพอต่อการม้วนฟางจึงส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องอัดฟางฯโดยรวมต่ำไปด้วย

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้คิดพัฒนาชุดเก็บฟางฯให้สามารถเก็บฟางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องอัดฟางฯมีประสิทธิภาพขึ้นตามไปด้วยและใช้งานได้รวดเร็วและประหยัดเวลา

1.2 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาและพัฒนาชุดเก็บฟางของเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตามจากเครื่องต้นแบบ
2) ทดสอบการทำงานและคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดเก็บฟางของเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาข้อมูลชุดเก็บฟางของเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดิน ตามจากเครื่องต้นแบบเพื่อพัฒนาให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
2) ฟางข้าวที่ใช้เป็นวัสดุในการทดสอบนั้น เป็นฟางข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด(Combine Harvester)
3) ทดสอบและหาประสิทธิภาพของชุดเก็บฟาง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) พัฒนาชุดเก็บฟางเพื่อให้เครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตามทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย
2) เป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐบาล ที่ต้องการจะลดปัญหาการเผาไหม้ของเศษฟางข้าว โดยการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น
3) สามารถนำเครื่องอัดฟางที่พัฒนาชุดเก็บฟางขึ้นนี้ไปใช้กับหญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าวหรือชื่อภาษาอังกฤษเรียกว่า "RICE" เป็นอาหารหลักของเรา ซึ่งในประเทศไทยนิยมปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ เช่น ข้าวดอกมะลิ 105 ข้าว กข. 27 ข้าวหอมสุพรรณบุรี ข้าวชัยนาท 1 เป็นต้น ส่วนที่เรานำมาใช้ในการศึกษาเพื่อทำโครงงานคือ ฟางข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทางไม่ว่าจะเป็นการนำไปเป็นอาหารแก่สัตว์เลี้ยง การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหลายด้าน เช่น การนำไปเป็นวัสดุสำคัญในการเพาะเห็ดฟาง การนำไปคลุมแปลงปลูกพืชเพื่อป้องกันแสงแดด เป็นต้น

ในปัจจุบันประเทศไทยสามารถจัดเก็บฟางข้าวเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ จากการนำเครื่องมัดฟ่อนและเครื่องอัดฟางที่เป็นเครื่องต้นแบบมาจากต่างประเทศและได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลที่สามารถใช้แทนเครื่องจักรกลที่นำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาสูงขึ้น เช่น เครื่องอัดฟางข้าว สุพรรณบุรี และการวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดฟ่อนหญ้าของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นต้น

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว

รูปที่2.1 ลักษณะการเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย

คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าวที่ศึกษาได้แก่ มุมเสียดทานของฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ แรงที่ใช้ในการดึงแยกข้าวออกจากฟ่อน แรงที่ใช้ดึงแยกฟางข้าวในชั้นของจำนวนฟ่อนและความแข็งแรงการดึงประลัยของเส้นฟาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของฟ่อนฟางข้าว

ฟางข้าวที่ใช้ในการศึกษาถูกอัดเป็นฟ่อน มีมิติเป็น 14 * 18 * 40 นิ้ว (36 * 46 * 100 ซม.) น้ำหนักโดยเฉลี่ย 19.62 kg ความชื้นมาตรฐานเปียก 8.96 % ฟางแต่ละฟ่อนประกอบด้วยชั้นฟางประมาณ 6-10 ชั้น โดยมีความหนาประมาณ 10-17 cm เป็นชั้นภาคตัดขวาง ซึ่งแยกออกจากกันภายในก้อนฟางเมื่อปลดเชือกมัดออกและหมุนพลิกไป 90 องศา เชือกที่ใช้มัดเป็นเชือกเกลียวโดยมัดเป็น 2 แถว

2.1.2 มุมเสียดทานของฟ่อนฟางบนพื้นโลหะเรียบ

ฟางที่ใช้ศึกษาเป็นฟางข้าวอัดฟ่อน สีเหลือง โดยจะนำฟ่อนฟางวางบนแผ่นโลหะผิวเรียบแล้วค่อยๆยกแผ่นโลหะที่ปลายด้านหนึ่งให้เอียงทีละน้อย จนกระทั่งฟ่อนฟางเริ่มเคลื่อนตัวลงมาด้วยความเร็วค่อนข้างคงที่ วัดค่าความสูงและระยะฐานโดยใช้ลูกดิ่งช่วยในการวัด และคำนวณค่ามุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนพื้นผิวโลหะเรียบ ซึ่งจากการทดลอง 5 ครั้ง มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนพื้นผิวโลหะเรียบมีค่าเฉลี่ย 19.06 องศา และ 20 องศา กับแนวราบตามลำดับ

2.1.3 ความชื้นของฟางข้าว

นำฟางข้าวจำนวนหนึ่งมาหาค่าความชื้นโดยใช้ตู้อบด้วยการชั่งน้ำหนักฟางและภาชนะบรรจุที่แห้งก่อนอบ จากนั้นนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง แล้วนำฟางในภาชนะบรรจุออกจากตู้อบใส่ลงในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักภายหลังการอบ

ความชื้นมาตรฐานเปียกหรือความชื้นปกติ คำนวณได้จากสูตร

$$MC_w = 100(w - d)/w \qquad (1)$$

และความชื้นมาตรฐานแห้ง คำนวณได้จากสูตร

$$MC_D = 100(w - d)/w \qquad (2)$$

เมื่อ MC_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก %

MC_D คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง %

W คือ มวลของวัสดุ (ก่อนอบ) g

D คือ มวลของวัสดุ (หลังอบ) g

จากการทดลอง 5 ครั้ง ความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้งของฟางข้าวมีค่าโดยเฉลี่ย คือ 96% และ 9.84 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ความแข็งแรงของการดึงประลัย

ความแข็งแรงของการดึงประลัยของเส้นฟางได้ทำการทดลองหาค่า ความแข็งแรงการดึงประลัยของต้นหญ้าเจ้าชู้สดเพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบซึ่งค่าความแข็งแรงการดึงประลัยของเส้นฟางและต้นหญ้าเจ้าชูสด แสดงในตาราง 2.1 ซึ่งพบว่า ค่าความแข็งแรงดึงประลัยของต้นหญ้าเจ้าชู้สด 44.67 N/mm^2 มากกว่าเส้นฟางที่ดึงภายในช่วงระหว่างข้อปล้อง 15.94 N/mm^2และเส้นฟางที่ดึงโดยให้ข้อปล้องอยู่ตรงกลาง 13.50 N/mm^2 ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะต้นหญ้าเจ้าชู้สดย่อมมีความชื้นสูงกว่าเส้นฟางที่อัดเป็นฟ่อนทำให้มีความต้านทานแรงดึงมาก ดังนั้นจึงต้องใช้แรงดึงประลัยมากกว่าเส้นฟาง และเส้นฟางที่ดึงโยให้ข้อปล้องอยู่ตรงกลางใช้แรงดึงประโยชน์น้อยกว่าเส้นฟางที่ดึงภายในช่วงระหว่างข้อปล้องเนื่องจากมีความแตกต่างของความเค้นเกิดขึ้นที่ปล้องเพราะพื้นที่หน้าตัดไม่สม่ำเสมอ ทำให้เส้นฟางที่ดึงในลักษณะนี้เกิดการขาดได้ง่าย พฤติกรรมแรงการเปลี่ยนรูป (ระยะยืดได้สูงสุด) ของเส้นฟางและต้นหญ้าเจ้าชู้สด กราฟระหว่างแรงดึงประลัยและพื้นที่แระสิทธิผลของเส้นฟางในการดึงโดยให้ข้อปล้องอยู่ตรงกลางในช่วงแรงดึงประลัย 28.00 ถึง 5.615 N และพื้นที่ประสิทธิผลของเส้นฟาง 2.9577 ถึง 5.6150 mm^2 ซึ่งพบว่า แรงดึงประลัยมีความสัมพันธ์แบบแปรผันกันอย่างไม่เป็นเส้นตรงกับพื้นที่ประสิทธิผลกราฟระหว่างแรงดึงประลัยและพื้นที่ประสิทธิผลของเส้นฟางในการดึงภายในช่วงระหว่างข้อปล้องในช่วงแรงดึงประลัย 62.20 ถึง 83.60 N และพื้นที่ประสิทธิผลของเส้นฟาง 2.8722 ถึง 8.9502 mm^2 ซึ่งพบว่าแรงดึงประลัยมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันอย่างไม่เป็นเส้นตรงกับพื้นที่ประสิทธิผล

ตารางที่ 2.1 ค่าความแข็งแรงการดึงประลัยของเส้นฟางและการดึงต้นหญ้าเจ้าชู้สด

การคำนวณ	ค่าความแข็งแรงการดึงประลัย		
	การดึงเส้นฟางโดยให้ข้อปล้องอยู่ระหว่างกลาง	การดึงเส้นฟางภายในช่วงระหว่างข้อปล้อง	การดึงต้นหญ้าเจ้าชู้สด
MEAN	13.50	15.94	44.67
SD	4.50	9.36	20.18

* การดึงเส้นฟางโดยให้ข้อปล้องอยู่ระหว่างกลาง 7 ตัวอย่าง

* การดึงเส้นฟางภายในช่วงระหว่างข้อปล้อง 4 ตัวอย่าง

* การดึงต้นหญ้าเจ้าชู้สด 5 ตัวอย่าง

2.1.5 การดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อนและการดึงแยกฟางข้าวในชั้นของฟ่อน

ค่าที่ได้จากการดึงแยกฟางข้าว แสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งพบว่า การดึงแยกฟางข้าวในชั้นของฟ่อนใช้แรงดึง (29.69 Kg) มากกว่าการดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อน (16.50 kg) ทั้งนี้เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอัดตัวของฟ่อนฟางเป็นชั้นๆ ฟางในชั้นจึงมีการอัดตัวแน่นมากกว่าฟางทั้งฟ่อนการดึงแยกฟางในชั้นของฟ่อนจึงยากกว่าการดึงแยกฟางออกจากฟ่อน

ตารางที่ 2.2 การดึงแยกฟางข้าว

การคำนวณ	การดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อน	SD	การดึงแยกฟางในชั้นของฟ่อน	SD
แรงดึงมากที่สุด (kg)	16.50	0.00	29.69	11.12
เวลาที่ใช้ในการดึง (kg)	84.50	9.19	96.58	37.12
พลังงานที่ถูกดูดกลืน (J)	19.03	1.16	18.06	4.63
น้ำหนักฟางท่อนบน (kg)	7.63	0.45	0.58	0.26
น้ำหนักฟางท่อนล่าง (kg)	11.47	0.81	1.14	0.18
ความยาวฟางท่อนบนที่ดึงออก (cm)	46.33	3.51	5.40	0.55
ความยาวฟางท่อนล่างที่เหลืออยู่ (cm)	62.67	3.08	10.40	0.55

* การดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อน 2 ฟ่อน * การดึงแยกฟางในชั้นของฟ่อน 5 ชั้น

2.2 รถไถเดินตาม

รถไถนาเดินตามสำหรับงานเกษตรกรรมเป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้เป็นต้นกำลังหลักสำหรับในการลากและขับอุปกรณ์เกษตรชนิดต่างๆรถไถนาเดินตามใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำนา เนื่องจากรถไถเดินตามใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังตั้งแต่ 3 ถึง 12 แรงม้า (สูงสุดไม่เกิน 14 แรงม้า) จึงทำให้มีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา ทำงานได้คล่อง ราคาไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานสัตว์ นอกจากนั้นการบำรุงดูแลรักษาและการซ่อมแซมก็ไม่ยุ่งยาก รถไถเดินตามจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องต้นกำลังในการทำนาที่มีพื้นที่แบ่งออกเป็นแปลงขนาดเล็กมีคันนาล้อมรอบ นอกจากนั้นการทำนาต้องอาศัยน้ำมากทำให้ดินชั้นบนอ่อน หากใช้รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก รถแทรกเตอร์จะจมดินลึกทำงานไม่สะดวกหรืออาจจะจมดินจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

2.2.1 มิติรถไถเดินตามที่ผลิตภายในประเทศ

มิติรถไถเดินตาม (รูปที่ 2.2) ที่ผลิตภายในประเทศมีมิติต่างดังนี้

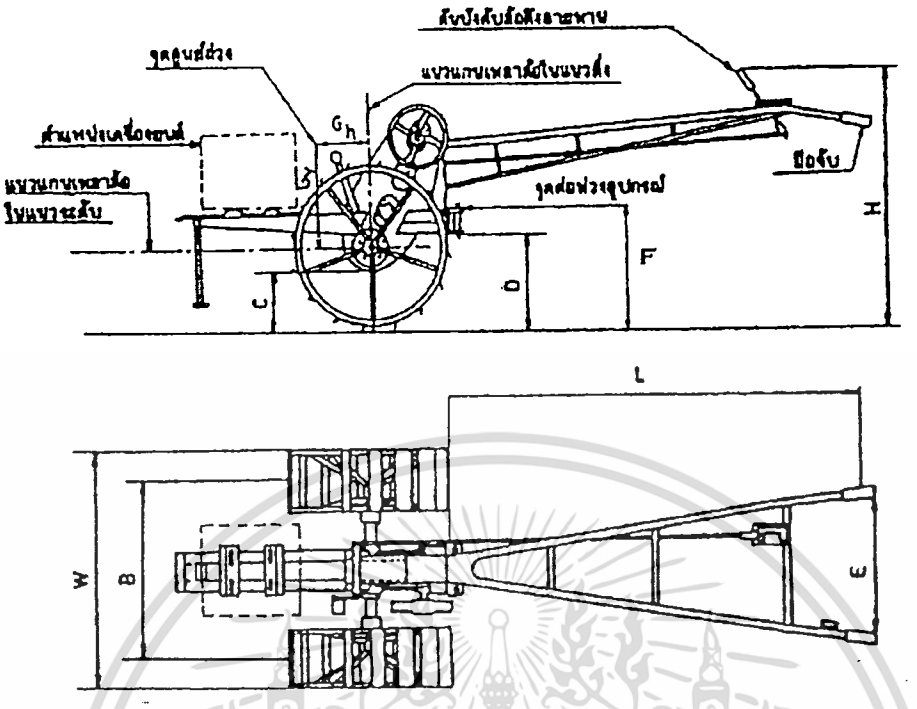
(1) ช่วงกว้างของล้อวัดจากขอบนอก W = 1080 mm

(2) ระยะห่างระหว่างหน้าแปลนจุดต่อพ่วงอุปกรณ์กับตำแหน่งกึ่งกลางมือจับ L=1080 mm

(3) ความสูงของจุดต่อพ่วงอุปกรณ์วัดจากตำแหน่งต่ำสุด D = 365 mm

(4) ความสูงของจุดต่อพ่วงอุปกรณ์วัดจากตำแหน่งสูงสุด F = 500 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 มิติของรถไถนาเดินตาม

2.2.2 ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของรถไถเดินตามที่ทำในประเทศไทย

(1) เครื่องยนต์ (Engine)

(2) ระบบส่งกำลัง (Transmission system)

(2) คลัตช์หลัก คลัตช์บังคับเลี้ยวและเบรก (main clutch , steering clutch and brake)

(3) ล้อยางหรือล้อเหล็ก (rubber wheel or iron wheel)

(4) จุดพ่วงอุปกรณ์ (hitch point)

(5) กลไกควบคุมการทำงาน (operating control mechanism)

สำหรับส่วนประกอบย่อยอาจจะแตกต่างกันเนื่องจากวัตถุประสงค์การออกแบบในการใช้งานเฉพาะต่างกันดังนั้นเกษตรกรที่ซื้อรถไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดินควรศึกษารายละเอียดเบื้องต้นจากข้อกำหนดเฉพาะ specifications ซึ่งมีอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ ข้อกำหนดเฉพาะโครงสร้างตัวรถ chassis specifications ข้อกำหนดเฉพาะเครื่องยนต์ engine specifications และข้อกำหนดเฉพาะอุปกรณ์ implement specifications เพื่อสามารถเลือกซื้อชนิดรถไถเดินตามและอุปกรณ์เกษตรที่เหมาะสมตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เพลา

เพลาเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกลทุกชนิดเครื่องจักรกลเกือบจะทุกประเภทมีส่วนหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดการหมุนหรือทั้งการหมุนและกำลังโดยอาศัยชิ้นส่วนสำคัญคือเพลา

2.3.1 ชนิดของเพลา เพลาถ่ายทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของโลด (Load) ได้ดังนี้

1. เพลาถ่ายทอดกำลัง (Transmission Shafts)

ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะแรงบิดอย่างเดียว หรือออาจจะรับทั้งแรงบิดและแรงดัดผสมกัน กำลังถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกับต่อเพลา (Coupling) เฟือง มู่เล่และสายพานหรือจานโซ่และโซ่ ฯลฯ

2. เพลาสั้น (Spindle)

ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเดียวมักจะมีขนาดค่อนข้างสั้นเช่นที่เพลาประธาน (Main shaft) ของเครื่องจักรกลประเภทต่างๆเพลาพวกนี้ต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริงๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน

3. เพลาคาน (Axel)

เพลาชนิดนี้ใช้ต่ออยู่ระหว่างล้อของรถยนต์ รถบรรทุก รถพ่วง เป็นต้น (บางครั้งเรียกว่าคาน)โดยปกติแล้วเพลาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุนแต่จะให้รับการดัดเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลาขับเท่านั้น

นอกจากนี้ยังแบ่งเพลาตามชนิดของรูปร่างได้อีก คือ เพลาตรง เพลาข้อเหวี่ยงที่ใช้เป็นเพลาประธานของเครื่องยนต์ลูกสูบ เพลาอ่อน ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อยๆและในทิศทางใดๆ เป็นต้น

2.3.2 จุดสำคัญในการออกแบบเพลา ในการออกแบบเพลามีจุดที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความแข็งแรงของเพลา

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเพลาที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับทั้งการบิดและการดัดหรือทั้งสองอย่าง แต่มีเพลาบางแบบที่อาจจะรับการดึงหรือการอัดด้วย เช่น เพลาของกังหันน้ำแบบล้อ (Water wheel) หรือเพลาขับของเรือ

นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการล้า การกระแทก หรืออิทธิพลของการวามจุดความเค้น (Stress concentration) เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำบ่า หรือมีการเซาะร่องลิ่ม

ดังนั้น เพลาที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโลดดังกล่าวได้ทั้งหมด

2. ความแข็งแกร่งของเพลา

นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้วในขณะที่ใช้งานเพลาอาจจะโก่งหรือบิดเบี้ยวมาก อันอาจจะทำให้ผลิตผลที่ผลิตโดยเครื่องจักรนั้นๆ ผิดพลาดไป หรือทำให้การขบกันของเฟืองไม่สนิททำให้เกิดเสียงดังและสั่นสะเทือนด้วยเหตุนี้ ในการออกแบบเพลาจึงต้องนำเอาความแข็งแกร่งเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาพิจารณาร่วมกับความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลานั้นๆ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักกลชนิดใดด้วย

3. ความเร็ววิกฤติ

ถ้าความเร็วของเพลาถูกเพิ่มขึ้นมาก ๆ จะพบว่าที่ความเร็วหนึ่ง เพลามีการสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้เรียกว่า ความเร็ววิกฤติ อาการเช่นนี้จะเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง เครื่องยนต์สันดาปภายใน มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น หากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนี้เป็นเวลานานๆ เพลาอาจจะเสียหาย ดังนั้น สำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วยความเร็วสูงจึงต้องระมัดระวังให้ความเร็วใช้งานต่ำกว่าความเร็ววิกฤติเสมอ

4. การกัดกร่อน

เพลาของเครื่องจักกลบางชนิด เช่น เพลาขับเรือ เพลาของปั๊มที่สัมผัสกับของเหลวที่มีการกัดกร่อนหรือเพลาของเครื่องจักรที่มีช่วงหยุดใช้เป็นเวลานานจะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกรัดกร่อนได้ดี (รวมทั้งพลาสติกด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมก่อนถึงเวลาอันสมควร

5. วัสดุที่ใช้ทำเพลา

เพลาของเครื่องจักกลส่วนมากทำโดยกรรมวิธีดึงเย็น (Coal drawn) แล้วแต่งผิวให้เรียบโดยนำแท่งเหล็กเหนียว ที่ได้มาจากเหล็กเหนียวแท่งฆ่าออกซิเจน (kill ingot) ที่มีคาร์บอนผสมอยู่ตามเปอร์เซ็นต์ที่กำหนด เช่น JIS.G.3123 หรือในตารางที่ 2.3 แต่วัสดุที่ได้ตามวิธีดังกล่าวไม่ตรงอย่างแท้จริง และจะมีความเค้นหลงเหลืออยู่ในวัสดุ (residual stress) เมื่อนำมาเซาะร่องลิ่มก็จะทำให้เพลาคดเนื่องมาจากความไม่สมดุลของแรงเค้นที่หลงเหลือนี้ แต่ในขณะเดียวกันการดึงเย็นก็จะทำให้ผิวของเพลาแข็งพลอยทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นไปด้วย

ตาราง 2.3 เหล็กคาร์บอนที่ผ่านกรรมวิธีดึงเย็นและแต่งผิวให้เรียบสำหรับทำเพลา

มาตรฐานและชนิด	สัญลักษณ์	กรรมวิธีชุบแข็ง	ความเค้นดึง[1] ($kg./mm.^2$)	หมายเหตุ
เหล็กคาร์บอน JIS.G.4501	S 30 C	อบอ่อนนอกเตา	48 หรือมากกว่า	
	S 35 C	"	52 "	
	S 40 C	"	55 "	
	S 45 C	"	58 "	
	S 50 C	"	62 "	
	S 55 C	"	66 "	
เหล็กคาร์บอนดึงเย็นแต่งผิวเรียบ	S 35 C-D	-	53 หรือมากกว่า	ดึงเย็นแต่งผิวให้เรียบด้วยการเจียรนัยหรือวิธีอื่นหรือผสมกัน
	S 40 C-D	-	60 "	
	S 45 C-D	-	72 "	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1]ได้มาจากชิ้นทดสอบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm. ในการใช้งานต้องคำนึงถึงอยู่เสมอว่าถ้าเพลามีความโตกว่า 25 mm. ความแข็งแรงจริงจะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ให้ไว้ในตาราง2.3ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของขนาด (Mass effect) นั่นเอง

สำหรับเพลาที่ทำงานที่ความเร็วสูงและรับโลดหนักทำจากเหล็กผสม ทำผิวแข็งโดยเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี (Case hardening steel)(ตาราง 2.4)ที่มีคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอสูง เช่น เหล็กผสมนิเกิ้ล-โครเมี่ยม, นิเกิ้ล-โครเมี่ยม-โมลิบดินั่ม, ฯลฯ อย่างไรก็ดี ในการเลือกวัสดุไม่จำเป็นจะต้องพิจารณาเหล็กผสมพิเศษกับงานที่มีความเร็วสูงและรับโลดหนักเสมอไปบางครั้งการเลือกใช้เหล็กคาร์บอนประกอบกรรมวิธีชุบแข็งที่เหมาะสมก็จะให้ความแข็งแรงที่พอเพียงเหมือนกัน และก็มีบ่อยครั้งที่เลือกใช้เหล็กเหนียวกับกรรมวิธีปั๊มขึ้นรูป

ตาราง 2.4 เหล็กผสมสำหรับทำเพลา

มาตรฐานและชนิด	สัญลักษณ์	กรรมวิธีอบชุบด้วยความร้อน	ความเค้นดึง (กก/มม.^{2})
เหล็กผสมนิเกิ้ล-โครเมี่ยม (JIS.G 4102)	SNC 2	-	85 หรือมากกว่า
	SNC 3	-	95 "
	SNC 21	การทำผิวแข็งเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี	80 "
	SNC 22	"	100 "
เหล็กผสมนิเกิ้ล-โครเมี่ยม-โมลิบดินั่ม (JIS.G 4103)	SNCM 1	-	85 หรือมากกว่า
	SNCM 2	-	95 "
	SNCM 7	-	100 "
	SNCM 8	-	105 "
	SNCM 22	การทำผิวแข็งเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี	90 "
	SNCM 23	"	100 "
	SNCM 25	"	120 "
เหล็กผสมโครเมี่ยม (JIS.G 4104)	SCr 3	-	90 หรือมากกว่า
	SCr 4	-	95 "
	SCr 5	-	100 "
	SCr 21	การทำผิวแข็งเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี	80 "
	Cr 22	"	85 "
เหล็กผสมโครเมี่ยม-โมลิดินั่ม (JIS.G 4105)	SCM 2	-	85 หรือมากกว่า
	SCM 3	-	95 "
	SCM 4	-	100 "
	SCM 5	-	105 "
	SCM 21	การทำผิวแข็งเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี	85 "
	SCM 22	"	95 "
	SCM 23	"	100 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตามของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สจล.

จิรนันท์ แทนหา , นราวุธ ขันรัฐบาล , ปฐมินทร์ เทวะเส (2547) ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตาม โดยเครื่องนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ 1) ชุดโครงเครื่อง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ชุดโครงส่วนบนและชุดโครงส่วนล่าง โดยมีความยาวของเหล็กฉากฐานเท่ากันมีความกว้างฐาน 40 mm หนา 4 mm และเหล็กขนาดความยาว 300 mm จำนวน 8 ชิ้น ขนาด 800 mm จำนวน 8 ชิ้น และขนาด 1000 mm จำนวน 8 ชิ้น

2) ชุดม้วนฟาง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.1 รางรองโซ่ ประกอบด้วย เหล็กแผ่นเรียบหนา 3 mm ขนาด 80*400 mm จำนวน 4 แผ่น เหล็กแผ่นเรียบหนา 3 mm ขนาด 80*629 mm จำนวน 4 แผ่น และเหล็กแผ่นเรียบตัดเป็นรูปครึ่งวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 mm จำนวน 8 แผ่น

2.2 ท่อม้วนฟาง ทำจากเหล็กท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19.2 mm ยาว 620 mm จำนวน 65 ท่อน

2.3โซ่ลำเลียง ใช้โซ่ลำเลียงชนิดพิเศษแบบมีครีบ ขนาดความยาว 12 เมตร

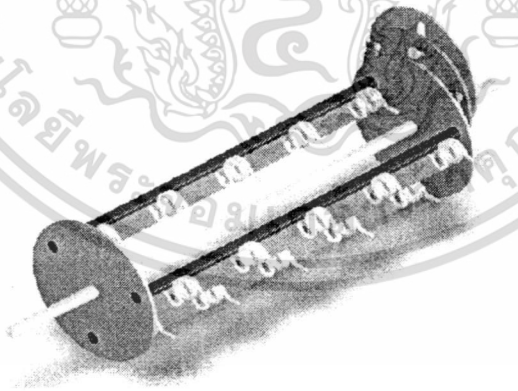
3) ชุดเก็บฟาง ประกอบด้วย (ดังรูปที่ 2.4 และ 2.5)

3.1 เหล็กแผ่นเรียบตัดเป็นวงกลมหนา 4 mm เส้นผ่านศูนย์กลาง 240 mm 2แผ่น

3.2 สปริงขด 15 ตัว

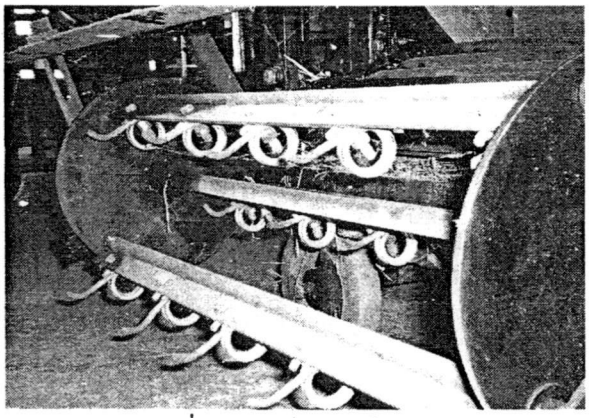
3.3 เพลากลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 mm ความยาว 1 เมตร 4 ท่อน

3.4 เหล็กฉากฐานเท่ากันที่มีความกว้างฐาน 40 mm หนา 4 mm ยาว 400 mm



รูปที่ 2.3 ชุดเก็บฟางต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ชุดเก็บฟางต้นแบบ

4) ระบบส่งกำลัง ประกอบด้วย ชุดต้นกำลังหลักและชุดส่งกำลังรอง

ทำงานโดยใช้แรงคนเพียงคนเดียว ได้ฟาง 1 ม้วน ขนาด 50.3*61.2 น้ำหนัก 7.1 kg มีประสิทธิภาพในการม้วนฟางได้เทากับ 64.85 %

2.การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดฟ่อนหญ้า

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผลงานวิจัยเครื่องอัดฟ่อนแบบฟางก้อนสี่เหลี่ยมพัฒนาขึ้นจากการรวมเอาข้อดีของเครื่องจากต่างประเทศแบบต่างๆที่ได้วิเคราะห์แล้ว โดยสร้างให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานในประเทศไทย และมีราคาที่เหมาะสม ซึ่งมีเกณฑ์การออกแบบดังนี้

(1) ทำแบบฟ่อนสี่เหลี่ยมมัดเชือก ใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์ขนาด 30 แรงม้าขึ้นไปในการอัดและลากจูง

(2) องค์ประกอบชิ้นส่วนของเครื่องอัดฟ่อนมีน้อยชิ้น และกลไกการทำงานไม่ยุ่งยาก สามารถเรียนรู้ได้ง่าย

(3) การทำชิ้นงานประกอบโครง และวัสดุต่างๆ สามารถหาและทำในประเทศ

(4) สามารถวิ่งเก็บฟาง หรือหญ้าในสภาพแปลงนา ที่ค่อนข้างขรุขระได้ดี โดยที่ช่วงล่างและชุดโกยฟางจากพื้น สามารถปรับความสูงจากพื้นและเก็บฟางได้สะอาด

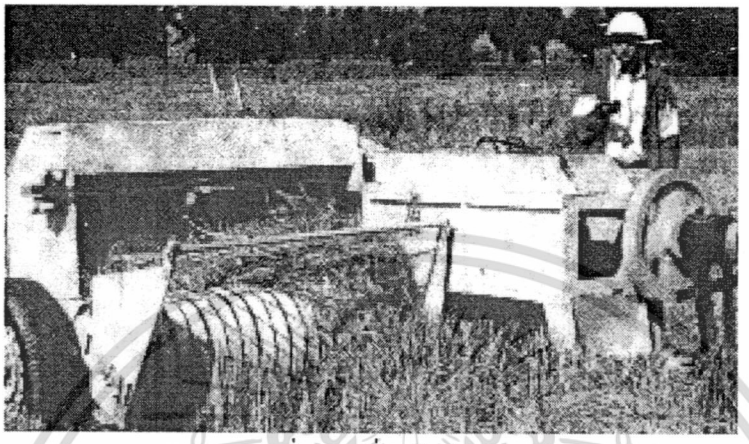
(5) จังหวะการอัดของลูกกระทุ้ง ชุดส้อมโกยฟางเข้าห้องอัดและการควบคุมจังหวะการมัดของเชือกใช้โซ่และสายพานเป็นตัวขับและควบคุมจังหวะให้มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน

(6) กลไกการควบคุมจังหวะการมัด ปรับความหนาแน่นของฟางที่อัดและชุดมัดดัดแปลงจากยี่ห้อ Holland และ Branford โดยเน้นการทำงานที่ง่ายและชิ้นส่วนของชุดมัดที่ช่างในประเทศทำชิ้นกลไกได้

เครื่องอัดฟ่อนที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนดังนี้ คือ ชุดโกยฟางจากพื้น และช่วงล่าง ชุดกลไกการอัด ชุดกลไกขับลูกกระทุ้ง และวงล้อโกยฟาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดฟ่อน (ดังรูปที่ 2.5)ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 30 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ความเร็วในการทำงานที่เหมาะสม 0.36 – 0.42 m/s ประสิทธิภาพในการโกยฟางใกล้เคียงกับเครื่องของต่างประเทศ ความเร็วในการทำงานของเพลาอำนวยกำลังน้อยกว่าร้อยละ 50 และใช้กำลังงานน้อยกว่าประมาณ 2-4 กิโลวัตต์ (ไม่รวมกำลังที่ใช้ขับกลไกการมัดฟ่อน)



รูปที่ 2.5 เครื่องอัดฟ่อน

3. เครื่องอัดฟางแบบอื่นๆ (ดังรูปที่ 2.6, 2.7 และ 2.8)

รูปที่ 2.6 เครื่องอัดฟาง SPAGO รุ่น SK 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่2.7 เครื่องอัดฟาง SIAM รุ่น S 3547

รูปที่ 2.8 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น NEW HOLLAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แนวทางการดำเนินงานศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

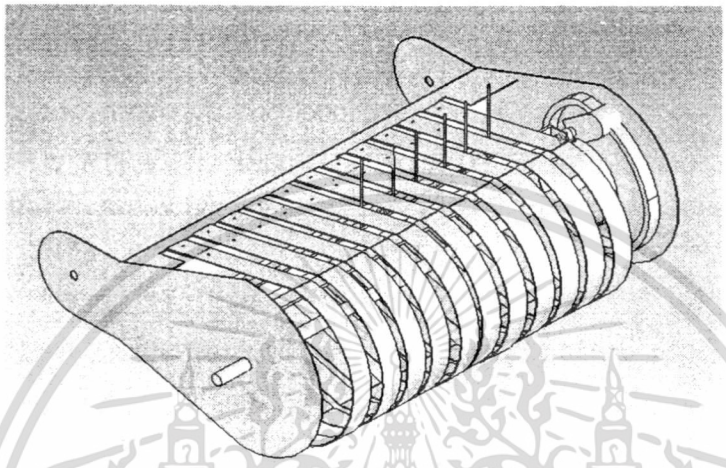
จากการศึกษาเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตามต้นแบบ พบว่าชุดเก็บฟางของเครื่องต้นแบบยังไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้คิดแก้ไขและออกแบบชุดเก็บฟางขึ้นมาใหม่เพื่อให้เครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและส่งผลให้เครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตามมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย โดยเปรียบเทียบกับรถเก็บฟางยี่ห้อ KUBOTA (RM800) พร้อมทั้งยังเป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการจะลดปัญหาการเผาฟางข้าวของเกษตรกรหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว โดยการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการออกแบบกลไกและอุปกรณ์ของชุดลำเลียงฟาง

การออกแบบและสร้างชุดเก็บฟางที่ออกแบบใหม่นี้แบ่งการดำเนินงานได้ดังนี้

3.1 ออกแบบชุดโครงสร้างของชุดเก็บฟาง ดังรูปที่ 3.1

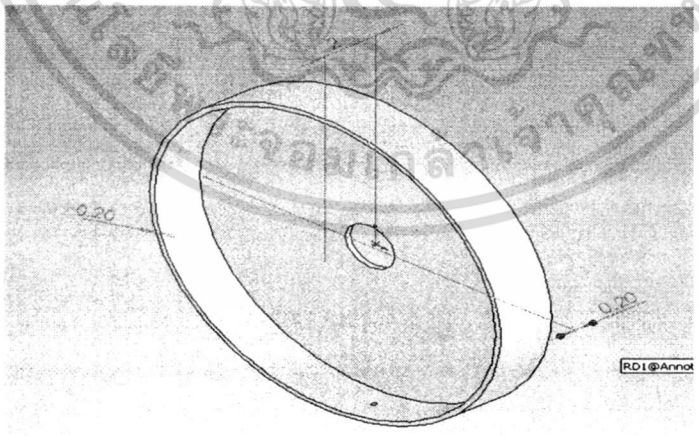


รูปที่ 3.1 แบบโครงสร้างของชุดเก็บฟาง

3.2 การออกแบบและอุปกรณ์ต่างๆของชุดเก็บฟางมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนดังต่อไปนี้

3.2.1 โครงชุดเก็บฟาง ประกอบด้วย

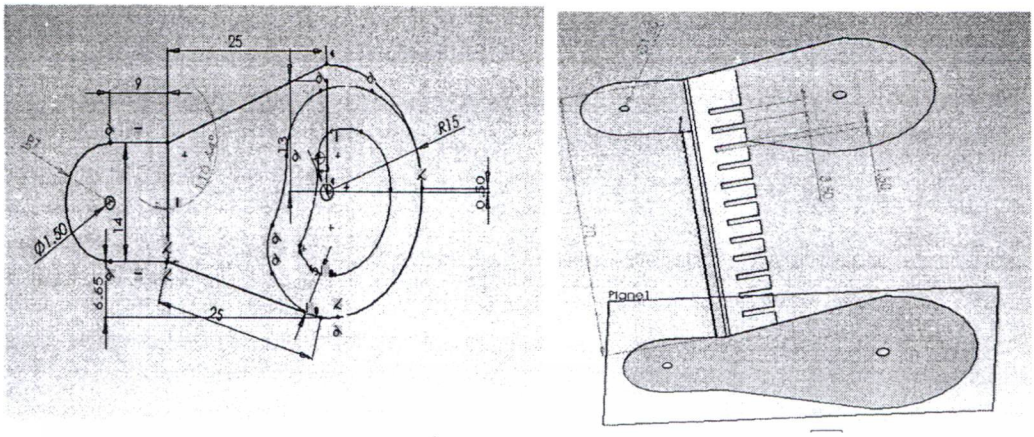
3.2.1.1 แผ่นเหล็กครอบหนา 0.02 cm กว้าง 2.0 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.4 cm โดยมีความกว้างของแผ่นเหล็กเพื่อติดกับเหล็กฉาก และแขนบังคับทิศทาง มีจำนวน 2 ตัว ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผ่นเหล็กครอบ

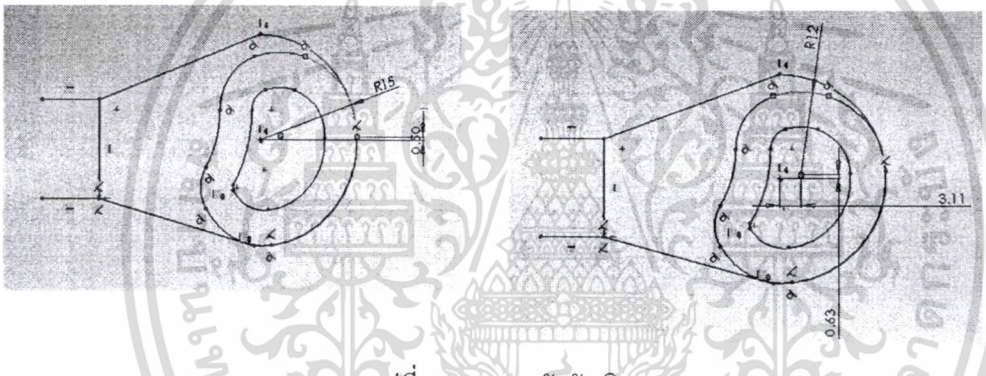
3.2.1.2 โครงชุดลำเลียง มีหน้าที่ช่วยยึดเหล็กครอบและเป็นชุดรางบังคับทิศทางเพื่อเป็นกลไกในการลำเลียงชุดบังคับทิศทางโดยมีขนาดดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

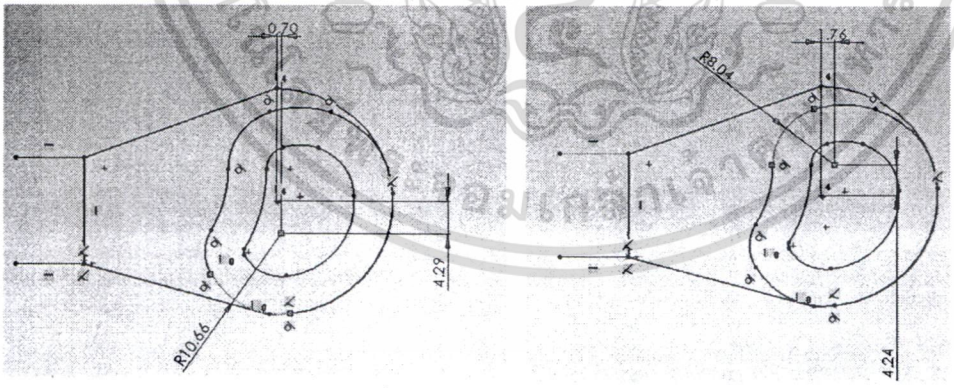


รูปที่ 3.3 โครงชุดเก็บฟาง

ในการออกแบบชุดรางบังคับทิศทางมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ชุดรางบังคับทิศทาง

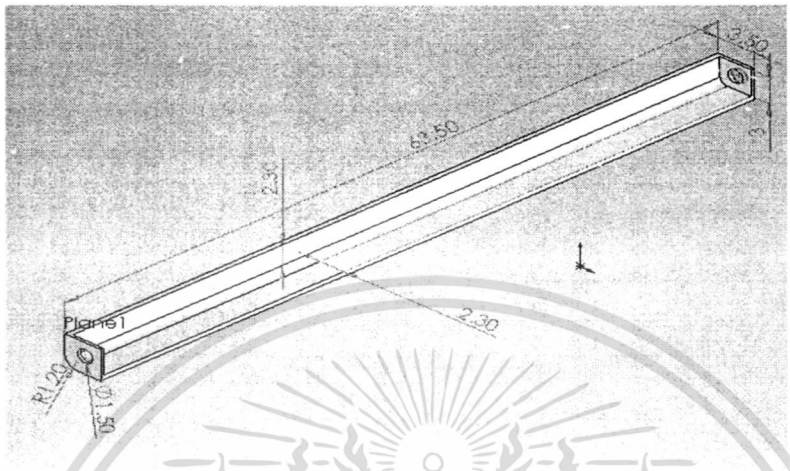


รูปที่ 3.4 ชุดรางบังคับทิศทาง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
105731

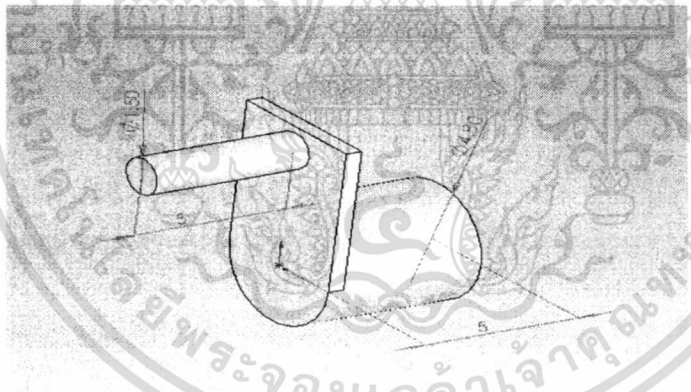
3.2.2 ชุดบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของสปริงเก็บฟาง (โกยฟาง) ประกอบด้วย

3.2.2.1 เหล็กฉาก เป็นที่อยู่ของสปริงรองรับสปริงเพื่อทำหน้าที่โกยฟางเข้าเครื่องม้วนฟาง มีขนาดกว้างxยาวxหนาเท่ากับ 3.50 cm x 63.50 cm x 2.30 cm และเชื่อมติดกับเพลาเหล็ก ซึ่งมีทั้งหมด 3 ตัว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เหล็กฉาก

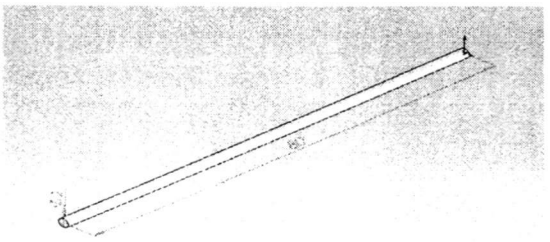
3.2.2.2 แขนบังคับทิศทาง เป็นตัวที่กำหนดทิศทางการทำงานของสปริงและบังคับสปริงให้เคลื่อนที่ในรางบังคับทิศทางซึ่งจะหมุนได้อิสระ ขนาดในการออกแบบมีดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แขนบังคับทิศทาง

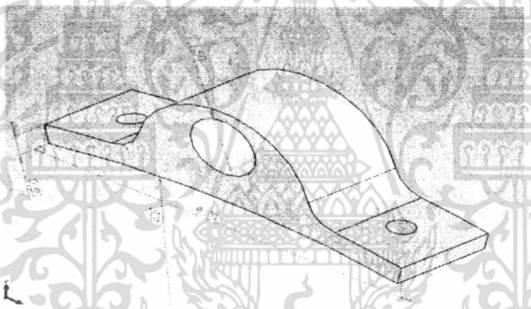
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 เพลากลวง เป็นตัวบังคับให้เหล็กหมุนโดยได้รับแรงมาจากเฟืองจากเครื่องต้นกำลัง มีความยาว 80 cm เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.20 cm ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เพลาเหล็ก

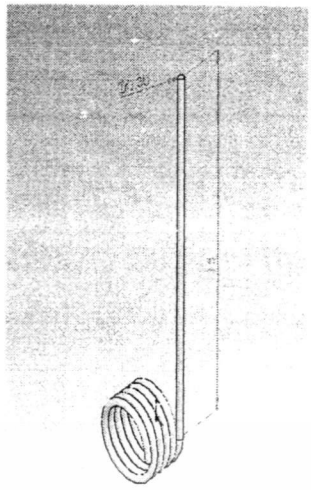
3.2.2.4 แบริ่งหรือตุ๊กตา เป็นที่อยู่ของ เหล็กฉาก แขนบังคับทิศทาง เพลากลวงและสปริงเพื่อทำหน้าที่ในการบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของสปริง มีขนาดดังรูปและมีอยู่ 6 ตัวยึดติดกับแผ่นเหล็กครอบ 120 องศา ของทั้งสองแผ่นเหล็กครอบ ดังรูปที่ 3.8



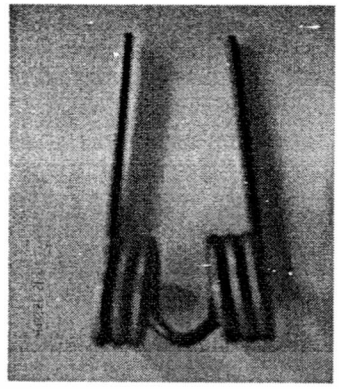
รูปที่ 3.8 แบริ่งหรือตุ๊กตา

3.2.2.5 สปริงโกยฟาง มีความยาวเท่ากับ 15 cm เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.3 cm (ก) โดยทำเป็นสปริงดังรูปสปริง ข มีทั้งหมด 36 ตัว ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

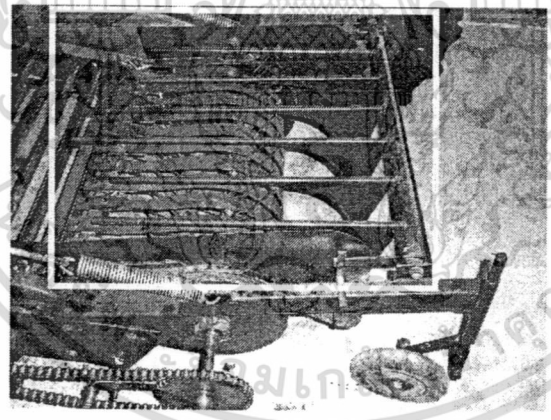


(ข)

รูปที่ 3.9 สปริง

3.2.3 ชุดกดฟางเพื่อช่วยในการลำเลียง

ชุดกดฟางเพื่อช่วยในการลำเลียง มีหน้าที่กดฟางและช่วยให้ฟางที่เก็บได้สามารถลำเลียงได้ง่ายขึ้น ประกอบด้วย เหล็กกลวงความยาว 70 cm เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.9 cm จำนวน 1 ท่อน และเหล็กเพลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 cm ยาว 60 cm จำนวน 2 ท่อน และยาว 50 cmจำนวน 4 ท่อน ดังรูปที่ 3.10

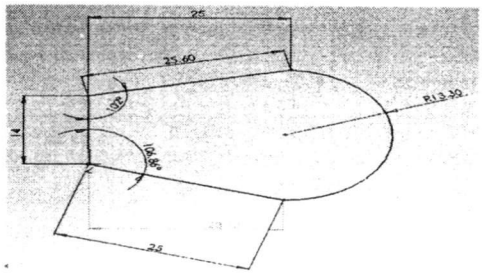


รูปที่ 3.10 ลักษณะของชุดกดฟาง

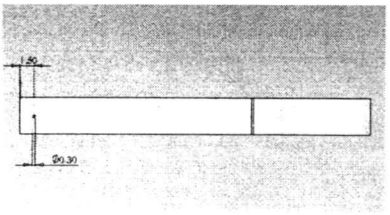
3.2.4. เหล็กกันฟางและล้อปรับระดับการเก็บฟาง

4.1 เหล็กกันฟาง มีหน้าที่ในการช่วยลำเลียงฟางให้เคลื่อนที่ไปในเครื่องม้วนฟางและช่วยไม่ให้ฟางเข้าไปในชุดลำเลียงโดยมีขนาดความหนา เท่ากับ 0.2 cm กว้าง 3ใ50 cm มีทั้งหมด 11 ตัว และขนาดต่างๆดังรูปที่ 3.11

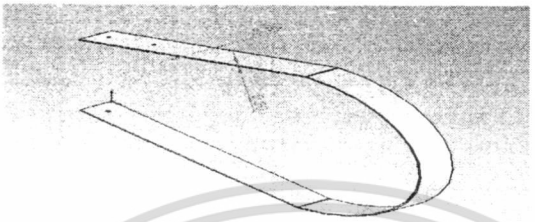
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



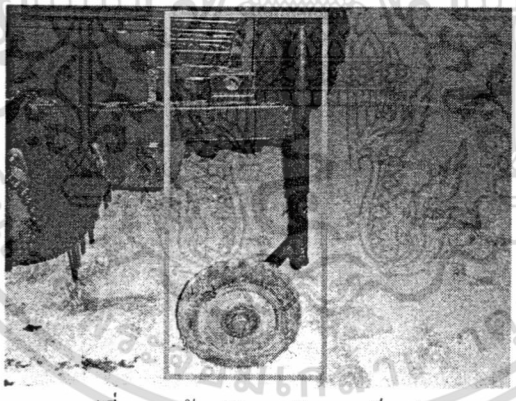
ข



ค

รูปที่ 3.11 เหล็กกันฟาง(ก ข และค)

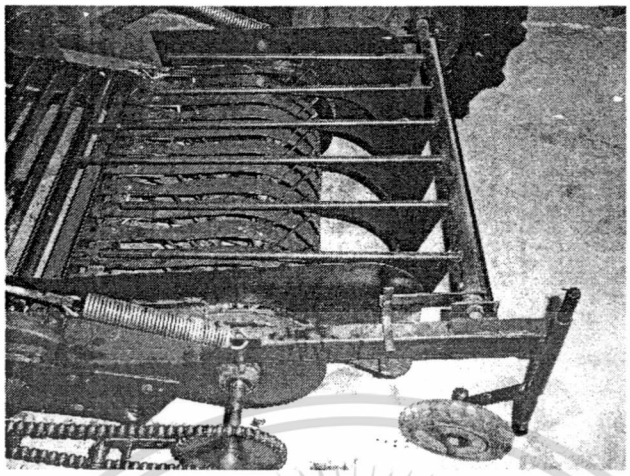
4.2 ล้อปรับระดับการเก็บฟาง มีหน้าที่ช่วยในการปรับระดับในการเก็บฟางในพื้นที่จริงที่มีลักษณะพื้นที่ไม่ราบเรียบและความสูงของฟางไม่เท่ากัน ประกอบด้วย ล้อยางตัน 1 ล้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 cm ติดกับแขนเหล็กเพลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.9 cm ยาว 30 cm และสวมอยู่ในเหล็กเพลากลวงเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 cm ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ล้อปรับระดับการเก็บฟาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเมื่อทำการสร้างชุดเก็บฟางแล้วจะได้ออกมาดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงส่วนประกอบต่างๆของชุดเก็บฟางที่สร้างเสร็จแล้ว และประกอบเข้ากับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดสอบหาความสูงของฟางข้าวที่เกี่ยวด้วยเครื่อง Combine Harvester ในพื้นที่จริง

วัตถุประสงค์เพื่อหาระดับความสูงของฟางเพื่อมาทดสอบให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริง

4.1.1 วิธีการทดลอง

ทำการสุ่มวัดความสูงของฟางในบริเวณพื้นที่ของเกษตรกรที่ได้ทำการเก็บเกี่ยวแล้ว ระยะทางประมาณ 1 ไร่ โดยวัด 50 จุด ทั่วๆแปลงนา ซึ่งจะได้ค่าความสูงของฟางข้าวโดยเฉลี่ยแล้ว คือ 12.3 cm

รูปที่ 4.1 พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร

4.2 การทดสอบหาอัตราการเดินรถของรถไถนา

วัตถุประสงค์ในการทดสอบเพื่อศึกษาหาอัตราการเดินรถของรถไถที่จะส่งกำลังไปยังการทำงานของชุดเก็บฟาง

4.2.1 วิธีการทดลอง

ในการทดสอบหาอัตราการเดินรถของรถไถนานี้จะทำโดยให้ผู้ทำการทดสอบขับรถไถนาไปตามพื้นที่ที่กำหนดไว้ที่ระยะความยาว 15 เมตร โดยจะทดสอบที่ความเร็วรอบ 800, 1,000 , 1,300 , 1,500 และ 1,700 rpm ตามลำดับและจับเวลาโดยที่เครื่องอัดฟางยังไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดสอบเดินเครื่องรถไถนาทั้ง 5 ความเร็วรอบ ความเร็วรอบละ 5 ครั้งดังตารางในภาคผนวกจะได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละความเร็วรอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหาความเร็วเฉลี่ยของรถไถเดินตาม

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)	ระยะทางเฉลี่ย (m)	เวลาเฉลี่ย (s)	ความเร็วเฉลี่ยของรถไถนาเดินตาม (km/hr)
800	15	49.4	0.08
1000	15	30	0.14
1300	15	21.4	0.19
1500	15	18	0.23
1700	15	16	0.26

จากการทดสอบพบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับการเดินรถไถนาคือ ที่ 1000 ถึง 1300 rpm ส่วนที่ความเร็วรอบที่ 800 รถไถนาเดินตามจะเดินช้าเกินไป และที่ 1500, 1700 รอบต่อนาทีรถไถนาจะเดินเร็วเกินไปผู้ทำการทดลองขับและบังคับทิศทางได้ยาก

4.3 การทดสอบเครื่องมัดฟ่อนบริเวณใกล้เคียงสถาบัน

วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาค่าประสิทธิภาพในการม้วนฟางเพื่อใช้เป็นข้อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตาม และนำไปเลือกใช้หาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสร้างเครื่อง

4.3.1 วิธีการทดสอบ

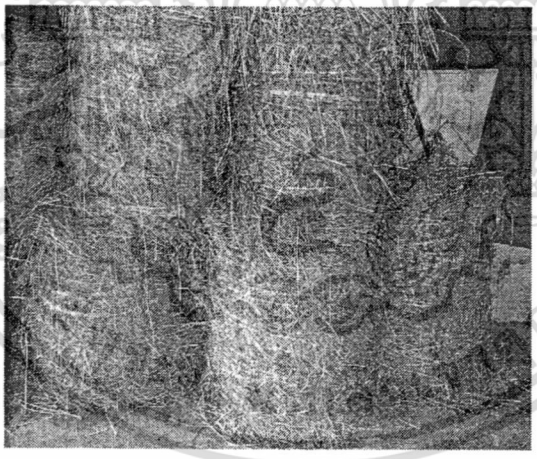
ในการทดสอบเครื่องมัดฟ่อนของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรโดยการทดสอบในพื้นที่จริงของเกษตรกรซึ่งอยู่ใกล้เคียงบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในการทดสอบเริ่มที่ความเร็วรอบ 1000 rpm ที่เกียร์ 1 และ 2 จากนั้นทดสอบที่ความเร็วรอบ 1500 rpm ที่เกียร์ 1 และ 2 ทดสอบแต่ละเกียร์ทั้งหมด 4 ซ้ำ พร้อมกับจับเวลาและวัดระยะทาง ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4. 2 การทดสอบเครื่องมัดฟ่อนของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

4.3.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเครื่องมัดฟ่อนของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร พบว่าที่ความเร็วรอบที่ 1000 rpmทดสอบไม่ผ่านดังนั้นค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมและสามารถทำงานได้ดีที่สุดคือที่ความเร็วรอบที่ 1500 rpm ที่เกียร์ 2 ซึ่งได้น้ำหนักของก้อนฟางโดยเฉลี่ย 11 kg ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้อนฟางโดยเฉลี่ย 55 cm มีความยาว 67 cm ดูได้จากตารางภาคผนวกที่ 5ข.



รูปที่ 4.3 ลักษณะของก้อนฟางที่ม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การหาความชื้นของฟางข้าว

วัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้งของฟางข้าว

4.4.1 วิธีการทดลอง

(1) นำฟางข้าวมาหั่นเป็นเส้นยาวประมาณ 1.5 – 2 cm

(2) นำฟางข้าวที่หั่นมาใส่ในถาดแก้วให้มีปริมาณที่พอดี

(3) นำฟางข้าวพร้อมถาดแก้วและฝาครอบมาชั่งน้ำหนัก พร้อมกับจดบันทึก

(4) นำเข้าตู้อบในการอบไม่ต้องปิดฝาโดยอบที่อุณหภูมิ105°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

(5) เมื่ออบครบตามเวลาที่กำหนดก็นำออกจากตู้อบแล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้น

(6) นำถาดแก้วพร้อมฟางข้าวมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง พร้อมกับจดบันทึก

(7) ชั่งน้ำหนักถาดแก้วพร้อมฝาปิดเปล่าๆ แล้วบันทึกค่า

(8) คำนวณหาค่าความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้งซึ่งความชื้นมาตรฐานเปียกหรือความชื้นปกติคำนวณได้จากสูตร

$$MC_w = 100\,(w - d) / w \qquad (3)$$

และความชื้นมาตรฐานแห้งคำนวณได้จากสูตร

$$MC_d = 100\,(w - d) / d \qquad (4)$$

เมื่อ MC_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก, %

MC_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง, %

w คือ น้ำหนักของวัสดุก่อนอบ , g

d คือ น้ำหนักของวัสดุหลังอบ , g

4.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง 10 ครั้งค่าความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้งของฟางข้าวค่าโดยเฉลี่ย 10.780 % และ 12.080 % ตามลำดับ ซึ่งดูได้จากตารางภาคผนวก 4ก. และ 5ก.

4.5 การหาค่าประสิทธิภาพในการเก็บฟางของชุดเก็บฟาง

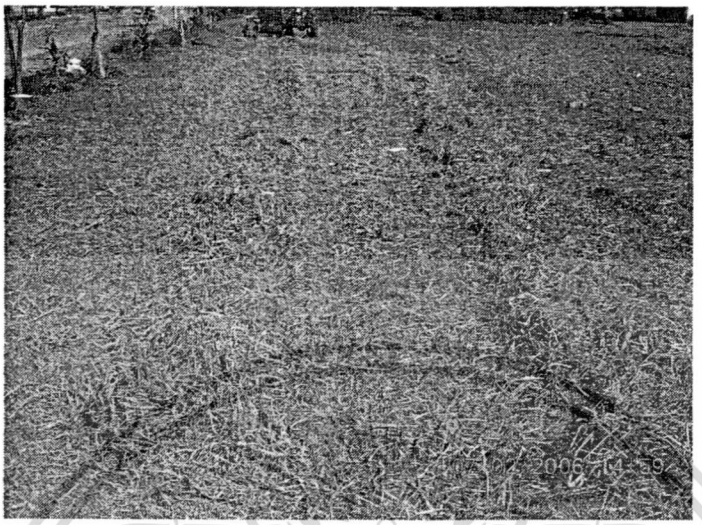
วัตถุประสงค์ในการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพในการเก็บฟางของชุดเก็บฟาง

4.5.1 วิธีการทดลอง

การทดสอบหาค่าประสิทธิภาพในการเก็บฟางของชุดเก็บฟางนั้น เราจะทดสอบโดยนำฟางไปชั่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 6 kg แล้วนำไปวางเป็นแนวยาว 20 m โดยมีความหนาของฟางเฉลี่ยประมาณ 12.3 cm ตามค่าที่ได้จากพื้นที่จริง จากนั้นจะทำการทดสอบเก็บฟางที่ความเร็วรอบที่ 800,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1000 , 1300 , 1500 และ 1700 rpm ตามลำดับ และจะจับเวลาในการเก็บฟางไปด้วย จากนั้นจึงนำฟางที่ม้วนได้ไปชั่งน้ำหนักและวัดขนาดของม้วนฟาง

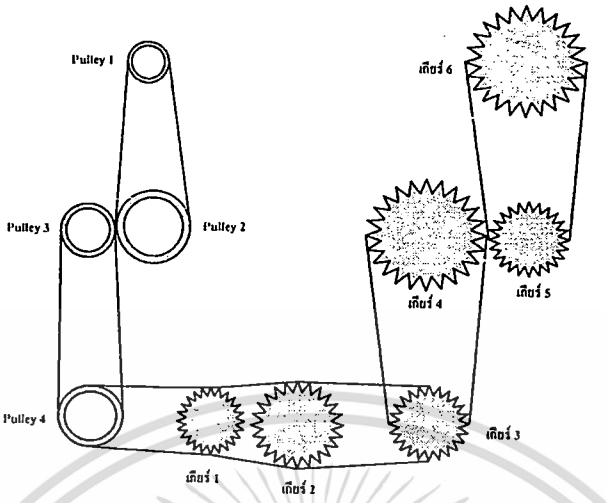


รูปที่4.4 แนวฟางที่วาง

รูปที่ 4.5 การวัดความเร็วรอบและทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การหาอัตราทดของเครื่องยนต์ของรถไถนาไปยังชุดเก็บฟาง



รูปที่ 4.6 อัตราทดของเครื่องยนต์ไปยังชุดเก็บฟาง

จาก $R = R_1R_2R_3R_4R_5$ (5)

โดยที่ R = อัตราส่วนระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์ของรถไถนากับความเร็วของชุดเก็บฟาง

R_1 = อัตราส่วนความเร็วของพู่เล่ 1 กับความเร็วของพู่เล่ 2

R_2 = อัตราส่วนความเร็วของพู่เล่ 3 กับความเร็วของพู่เล่ 4

R_3 = อัตราส่วนความเร็วของเฟืองส่งกำลัง 1 กับความเร็วของเฟืองส่งกำลัง 2

R_4 = อัตราส่วนความเร็วของเฟืองส่งกำลัง 3 กับความเร็วของเฟืองส่งกำลัง 4

R_5 = อัตราส่วนความเร็วของเฟืองส่งกำลัง 5 กับความเร็วของเฟืองส่งกำลัง 6

ดังนั้นจะได้ R_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพู่เล่ย์ 1 / ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพู่เล่ 2

$$R_1 = \frac{8}{26} = 0.31$$

R_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพู่เล่ 3 / ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพู่เล่ย์ 4

$$R_2 = \frac{18}{21} = 0.86$$

R_3 = จำนวนฟันของเกียร์ 1 / จำนวนฟันของเกียร์ 2

$$R_3 = \frac{20}{28} = 0.71$$

R_4 = จำนวนฟันของเกียร์ 3 / จำนวนฟันของเกียร์ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$R_4 = \frac{19}{36} = 0.53$

R_5 = จำนวนฟันของเกียร์ 5 / จำนวนฟันของเกียร์ 6

$R_5 = \frac{19}{36} = 0.53$

ดังนั้น จะได้ $R = 0.31 * 0.86 * 0.71 * 0.53 * 0.53$

$R = 0.05$

กล่าวคือ เมื่อเครื่องยนต์หมุนไป 1 รอบ ชุดเก็บฟางจะหมุนไป 0.05 รอบ นั่นเอง

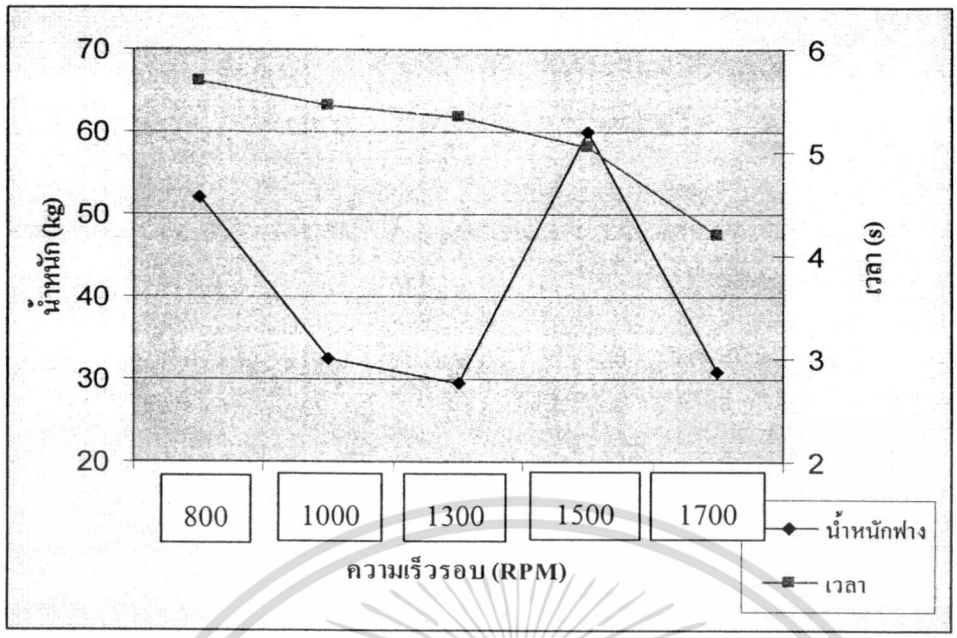
4.5.3 ผลการทดสอบ

การทดสอบหาค่าประสิทธิภาพนั้นเราจะเก็บผลในแต่ละความเร็วรอบเป็นจำนวน 5 ครั้ง และทำการเฉลี่ยค่าการทดลอง ผลการทำงานของชุดเก็บฟางที่ความเร็วรอบ 800 rpm จะมีปริมาณการเก็บฟางมากที่สุด คือ 5.56 kg มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 51.4 cm ยาว 65.2 cmใช้เวลาในการเก็บฟางที่ระยะทาง 20 m เป็นเวลา 54.08 s แต่ที่ความเร็วรอบที่ 1500 rpm จะเริ่มใช้เวลาในการเก็บฟางมากขึ้นเนื่องจากขณะเก็บฟางต้องคอยหยุดดันฟางให้เข้าชุดม้วน ทำให้เสียเวลาในการเก็บฟาง และไม่สามารถเก็บฟางได้ดีเพราะรถไถนาเดินเร็วเกินไป ซึ่งดูได้จากตารางดังนี้

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการเก็บฟางของชุดเก็บฟาง

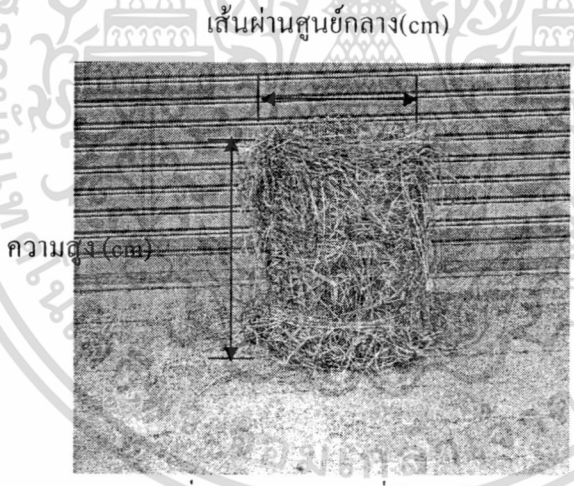
ความเร็วรอบของเครื่อง (rpm)	ความเร็วรอบของชุดเก็บฟาง (rpm)	ระยะทางเฉลี่ย (m)	เวลาเฉลี่ย (s)	น้ำหนักเฉลี่ย (kg)	ขนาดของฟางที่ม้วนได้	
					เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (cm)	ความยาวเฉลี่ย (cm)
800	40	20	51.99	5.69	51.4	65.2
1000	50	20	32.48	5.45	52.2	65.4
1300	65	20	29.57	5.35	51.6	64.6
1500	75	20	60.00	5.06	52.4	65.2
1700	85	20	30.82	4.20	51.6	64.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเก็บฟางที่ความเร็วรอบต่างๆ

จากการทดลองจะได้มีลักษณะดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ลักษณะฟางที่ม้วนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 คำนวณหาประสิทธิภาพการเก็บฟางของชุดเก็บฟาง

ที่ 800 rpm เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางที่ม้วนได้ $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ม้วนได้}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{5.69kg}{6kg} x100$

$= 94.83\ \%$

เปอร์เซ็นต์ของฟางที่ไม่ผ่านการม้วน $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ไม่ผ่านการม้วน}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{0.31kg}{6kg} x100$

$= 5.17\ \%$

ที่ 1000 rpm เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางที่ม้วนได้ $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ม้วนได้}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{5.45kg}{6kg} x100$

$= 90.8\%$

เปอร์เซ็นต์ของฟางที่ไม่ผ่านการม้วน $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ไม่ผ่านการม้วน}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{0.55kg}{6kg} x100$

$= 9.1\ \%$

ที่ 1300 rpm เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางที่ม้วนได้ $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ม้วนได้}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{5.35kg}{6kg} x100$

$= 89.1\%$

เปอร์เซ็นต์ของฟางที่ไม่ผ่านการม้วน $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ไม่ผ่านการม้วน}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{0.65kg}{6kg} x100$

$= 10.8\ \%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 1500 rpm เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางที่ม้วนได้ $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ม้วนได้}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{5.06kg}{6kg} x100$

$= 84.3\ \%$

เปอร์เซ็นต์ของฟางที่ไม่ผ่านการม้วน $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ไม่ผ่านการม้วน}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{0.94kg}{6kg} x100$

$= 15.6\ \%$

ที่ 1700 rpm เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางที่ม้วนได้ $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ม้วนได้}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{4.20kg}{6kg} x100$

$= 70\ \%$

เปอร์เซ็นต์ของฟางที่ไม่ผ่านการม้วน $= \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ไม่ผ่านการม้วน}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$

$= \frac{1.80kg}{6kg} x100$

$= 30\ \%$

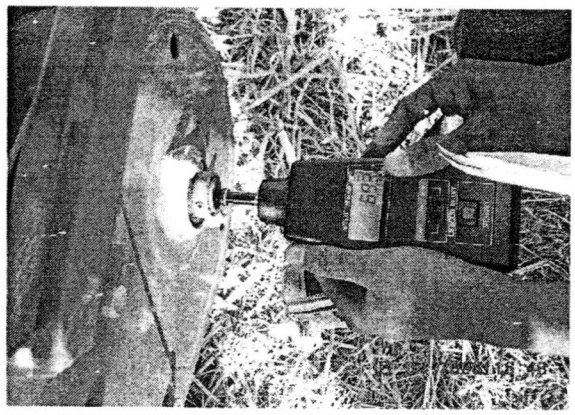
4.6 การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดเก็บฟางของเครื่อง KUBOTA (RM 800) ที่แปลงนาหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง KUBOTA (RM 800)

4.6.1 วิธีการทดสอบ

ทำการทดสอบโดยชั่งน้ำหนักฟาง 6 kg แล้ววางเป็นแนวเช่นเดียวกับชุดเก็บฟางของเครื่องที่ใช้ทดสอบ จากนั้นจึงทำการเก็บฟาง และจับเวลา ชั่งน้ำหนัก วัดขนาดของฟาง ที่ความเร็ว 1500 rpm เกียร์ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมในการเก็บฟางที่เกี่ยวด้วยเครื่อง Combine Harvester ที่ได้ทำการทดสอบไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

(b)

รูปที่ 4.9 (a) การวัดความเร็วรอบและ (b) ทดสอบความสามารถของหัวเกี่ยวของเครื่อง KUBOTA (RM 800)

4.6.2 ผลการทดสอบ

พบว่าที่ความเร็วรอบ 1500 rpm เครื่องนี้สามารถเก็บฟางได้โดยเฉลี่ย 5.76 kg มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 62.8 cm ยาว 70.4 cm ใช้เวลา 72.07 s ที่ระยะทาง 20 m

สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางที่ม้วนได้} = \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ม้วนได้}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$$

$$= \frac{5.90kg}{6kg} x100$$

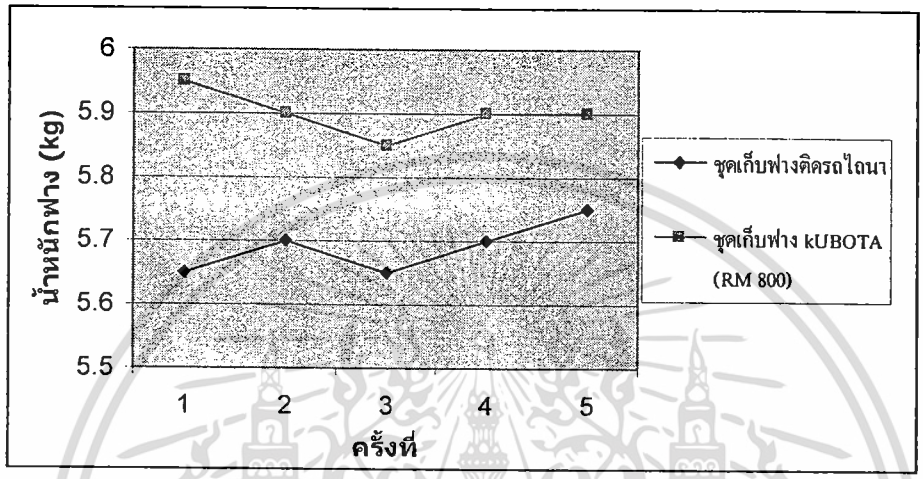
$$= 98.33\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของฟางที่ไม่ผ่านการม้วน} = \frac{\text{น้ำหนักฟางที่ไม่ผ่านการม้วน}}{\text{น้ำหนักฟางก่อนม้วน}} \times 100$$

$$= \frac{0.10kg}{6kg} x100$$

$$= 1.67\%$$



รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบการเก็บฟางของชุดเก็บฟางที่น้ำหนัก 6 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาพัฒนาและสร้างชุดเก็บฟางให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นจากเครื่องต้นแบบ จากการทดลองทำให้เราทราบว่าชุดเก็บฟางนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็วรอบ 800 rpm โดยก้อนฟางที่ได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 51.4 cm สูง 65.2 cm น้ำหนักเฉลี่ยของก้อนฟางเท่ากับ 5.69 kg ประสิทธิภาพในการม้วนของเครื่องโดยน้ำหนักจะได้เท่ากับ 94.83% และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอัดฟางของ KUBOTA โดยเครื่อง KUBOTA สามารถเก็บฟางได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 62.8 cm สูง 70.4 cm น้ำหนักเฉลี่ยของก้อนฟางเท่ากับ 5.90 kg ประสิทธิภาพในการม้วนของเครื่องโดยน้ำหนัก จะได้เท่ากับ 98.33% ประสิทธิภาพในการเก็บฟางของเครื่องที่เราพัฒนาขึ้นมามีความสามารถต่ำกว่าเล็กน้อย แต่ก็ดีกว่าชุดเก็บฟางต้นแบบมากซึ่งมีประสิทธิภาพในการม้วนของเครื่องโดยรวมจะได้เท่ากับ 64.33% โดยน้ำหนักของฟาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ชุดเก็บฟางและชุดม้วนฟางควรออกแบบมีความระยะห่างกันน้อยกว่านี้เพื่อให้ฟางม้วนได้ง่ายขึ้นและมีการม้วนอย่างต่อเนื่อง

5.2.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถกับความเร็วของชุดเก็บฟางไม่สัมพันธ์กัน คือ เมื่อรถไถนาเดินช้าชุดเก็บฟางจะมีความเร็วรอบช้า และเมื่อรถไถนาเดินเร็วชุดเก็บฟางจะมีความเร็วรอบจะมากขึ้นด้วยทำให้ไม่สามารถเก็บฟางได้และต้องคอยหยุดเครื่องเพื่อดันให้ฟางเข้าสู่ชุดม้วนฟางดังนั้นจึงควรปรับเปลี่ยนอัตราทดใหม่ให้มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ตาราง 1ก. ความสูงของต้นข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ลำดับต้นที่	ความสูงของต้นข้าว (cm)	ลำดับต้นที่	ความสูงของต้นข้าว (cm)
1	80	29	72
2	82	30	86
3	100	31	77
4	84	32	81
5	89	33	83
6	92	34	93
7	77	35	97
8	78	36	76
9	90	37	70
10	93	38	82
11	85	39	77
12	84	40	79
13	76	41	81
14	79	42	72
15	101	43	70
16	98	44	98
17	80	45	100
18	85	46	75
19	77	47	86
20	79	48	89
21	90	49	75
22	72	50	83
23	86	51	71
24	92	52	92
25	95	53	94
26	78	54	633
27	68	55	98
28	73	**เฉลี่ย**	**83.34**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2ก. ความสูงของตอซังข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ลำดับต้นที่	ความสูงของตอซัง (cm)	ลำดับต้นที่	ความสูงของตอซัง (cm)
1	49	32	40
2	47	33	41
3	45	34	43
4	38	35	35
5	34	36	29
6	45	37	28
7	48	38	35
8	47	39	31
9	34	40	40
10	39	41	43
11	42	42	38
12	40	43	32
13	50	44	44
14	43	45	39
15	45	46	46
16	48	47	47
17	39	48	36
18	36	49	42
19	39	50	25
20	42	51	28
21	23	52	30
22	27	53	37
23	33	54	29
24	30	55	36
25	28	56	43
26	34	57	39
27	42	58	27
28	53	59	35
29	50	60	39
30	43	61	34
31	40	เฉลี่ย	**37.48**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3ก. ความยาวของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ลำดับต้นที่	ความยาวของฟางข้าว (cm)	ลำดับต้นที่	ความยาวของฟางข้าว (cm)
1	56	32	53
2	42	33	50
3	46	34	65
4	56	35	67
5	47	36	50
6	62	37	49
7	66	38	46
8	43	39	40
9	60	40	51
10	56	41	62
11	50	42	43
12	65	43	55
13	68	44	48
14	62	45	60
15	48	46	57
16	55	47	50
17	57	48	49
18	43	49	62
19	48	50	61
20	60	51	50
21	60	52	59
22	63	53	44
23	46	54	60
24	48	55	52
25	60	56	48
26	56	57	46
27	65	58	60
28	68	59	57
29	62	60	50
30	48	61	49
31	55	เฉลี่ย	**53.82**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4ก. บันทึกค่าผลการทดลองการหาค่าความชื้นของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	น้ำหนักถ้วยแก้ว + ฝาปิด (g)	น้ำหนักน้ำที่หายไป (g)
1	78.037	76.556	76.556	0.188
2	78.695	77.087	77.087	0.201
3	92.382	90.778	90.778	0.190
4	74.597	73.189	73.189	0.169
5	80.253	79.285	79.285	0.118
6	77.877	76.885	76.885	0.118
7	92.491	91.253	91.253	0.147
8	89.929	88.946	88.946	0.116
9	78.884	77.841	77.841	0.129
10	86.351	85.216	85.216	0.133

ตาราง 5ก. ความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้งของฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ครั้งที่	ความชื้นมาตรฐานเปียก (%WB)	ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%DB)
1	11.246	12.694
2	11.111	12.500
3	10.591	11.845
4	10.717	12.003
5	10.866	12.190
6	10.631	11.895
7	10.614	11.874
8	10.555	11.801
9	11.007	12.368
10	10.489	11.718
เฉลี่ย	**10.780**	**12.080**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ผลการทดสอบหาความสูงของฟางในพื้นที่จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลอง

ตารางiv. บันทึกผลการทดสอบหาความสูงของฟางในพื้นที่จริง

ครั้งที่	ความสูงของฟางในพื้นที่จริง (cm)
1	15
2	10
3	16
4	12
5	9
6	10
7	13
8	14
9	12
10	11
11	17
12	15
13	15
14	13
15	12
16	12
17	12
18	10
19	9
20	10
21	10
22	14
23	15
24	16
25	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง1ช. บันทึกผลการทดสอบหาความสูงของฟางในพื้นที่จริง (ต่อ)

ครั้งที่	ความสูงของฟางในพื้นที่จริง (cm)
26	12
27	12
28	10
29	10
30	11
31	10
32	12
33	12
34	15
35	16
36	16
37	12
38	11
39	13
40	14
41	14
42	15
43	13
44	13
45	12
46	12
47	11
48	10
49	15
50	10
เฉลี่ย	**12.3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง2ข. บันทึกผลการหาอัตราความเร็วของเครื่องยนต์ของรถไถนาไปยังชุดเก็บฟาง

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็วรถไถนาเดินตาม (km/hr)
800	1	15	52	0.08
	2	15	49	0.09
	3	15	48	0.09
	4	15	50	0.08
	5	15	48	0.09
เฉลี่ย		**15**	**49.4**	**0.08**
1000	1	15	33	0.13
	2	15	27	0.15
	3	15	30	0.14
	4	15	30	0.14
	5	15	30	0.14
เฉลี่ย		**15**	**30**	**0.14**
1300	1	15	20	0.21
	2	15	22	0.19
	3	15	22	0.19
	4	15	23	0.18
	5	15	20	0.21
เฉลี่ย		**15**	**21.4**	**0.19**
1500	1	15	18	0.23
	2	15	18	0.23
	3	15	18	0.23
	4	15	18	0.23
	5	15	18	0.23
เฉลี่ย		**15**	**18**	**0.23**
1700	1	15	16	0.26
	2	15	16	0.26
	3	15	16	0.26
	4	15	16	0.26
	5	15	16	0.26
เฉลี่ย		**15**	**16**	**0.26**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง3ข. บันทึกผลการทดสอบการเก็บฟางของเครื่องอัดฟาง

ความเร็วรอบของเครื่อง (rpm)	ความเร็วรอบของชุดเก็บฟาง (rpm)	ครั้งที่	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	น้ำหนัก (kg)	ขนาดของม้วนฟาง	
						เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm.)	ยาว (cm.)
800	40	1	20	51.70	5.65	51	65
		2	20	52.02	5.70	51	65
		3	20	52.60	5.65	52	65
		4	20	52.53	5.70	51	66
		5	20	51.14	5.75	52	65
เฉลี่ย			**20**	**51.99**	**5.69**	**51.4**	**65.2**
1000	50	1	20	33.87	5.3	52	65
		2	20	31.25	5.5	53	66
		3	20	32.74	5.3	52	65
		4	20	31.53	5.6	52	65
		5	20	33.04	5.57	52	66
เฉลี่ย			**20**	**32.48**	**5.45**	**52.2**	**65.4**
1300	65	1	20	30.05	5.3	52	65
		2	20	31.05	5.4	51	64
		3	20	29.34	5.3	51	65
		4	20	28.17	5.2	52	65
		5	20	29.24	5.5	52	64
เฉลี่ย			**20**	**29.57**	**5.35**	**51.6**	**64.6**
1500	75	1	20	60.02	5.0	52	65
		2	20	59.08	5.1	53	65
		3	20	59.76	5.0	53	65
		4	20	60.15	5.1	52	66
		5	20	61.02	5.1	52	65
เฉลี่ย			**20**	**60.0**	**5.06**	**52.4**	**65.2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง3ข. บันทึกผลการทดสอบการเก็บฟางของเครื่องอัดฟาง (ต่อ)

ความเร็วรอบของเครื่อง (rpm)	ความเร็วรอบของชุดเก็บฟาง (rpm)	ครั้งที่	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	น้ำหนัก (kg)	ขนาดของม้วนฟาง	
						เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm.)	ยาว (cm.)
1700	85	1	20	30.59	4.9	52	64
		2	20	31.00	4.3	52	65
		3	20	30.49	4.1	51	65
		4	20	31.04	4.3	51	64
		5	20	31.02	4.2	52	65
เฉลี่ย			**20**	**30.82**	**4.2**	**51.6**	**64.6**

ตาราง4ข. บันทึกผลการทดสอบการเก็บฟางของเครื่อง KUBOTA

ความเร็วรอบของเครื่อง (rpm)	ความเร็วรอบของชุดเก็บฟาง (rpm)	ครั้งที่	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	น้ำหนัก (kg)	ขนาดของม้วนฟาง	
						เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm.)	ยาว (cm.)
1500	68.2	1	20	72.25	5.95	63	70
		2	20	72.04	5.90	63	70
		3	20	71.59	5.85	62	71
		4	20	72.10	5.90	63	70
		5	20	72.16	5.90	63	71
เฉลี่ย			**20**	**72.03**	**5.90**	**62.8**	**70.4**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5ข. บันทึกผลการทดสอบการม้วนฟางของเครื่องมัดฟ่อนภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

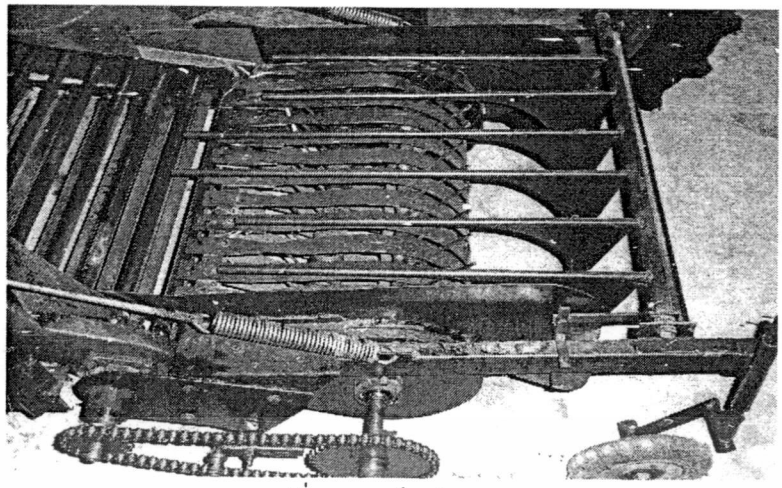
ความเร็วรอบ (rpm)	เกียร์	ครั้งที่	เวลา (min)	ระยะทาง (m)	ขนาดก้อนฟาง (cm)		น้ำหนัก (kg)
1500	1	1	1.16	18	55	67	10.5
		2	1.46	15.1	54	66	10.6
		3	1.2	18.8	54	66	10.3
		4	1.53	26.5	53	67	11
		5	1.35	24.5	55	65	11.2
ค่าเฉลี่ย			**1.34**	**22.58**	**54**	**66.2**	**10.72**
1500	2	1	1.02	27.1	55	67	11.2
		2	0.583	16	55	66	10.5
		3	1.08	29.3	56	67	12
		4	1.04	28.2	54	67	11.2
		5	1.02	24.5	55	67	11
ค่าเฉลี่ย			**0.95**	**25.02**	**55**	**66.6**	**11.2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

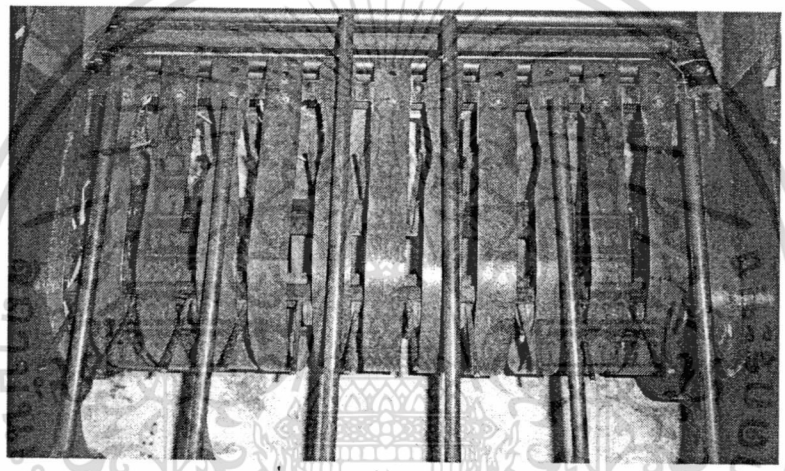
ภาคผนวก ค.

รูปชุดเก็บฟางที่พัฒนาซึ่งได้ติดตั้งกับเครื่องอัดฟางม้วนกลมติดรถไถเดินตาม

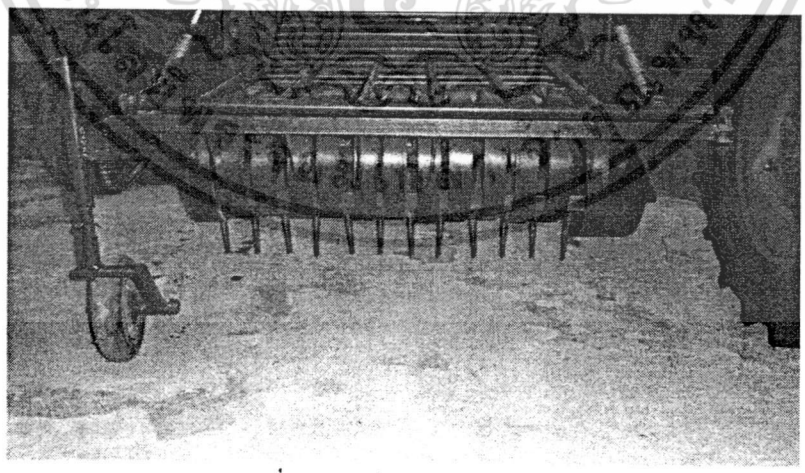
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค1 ชุดเก็บฟาง

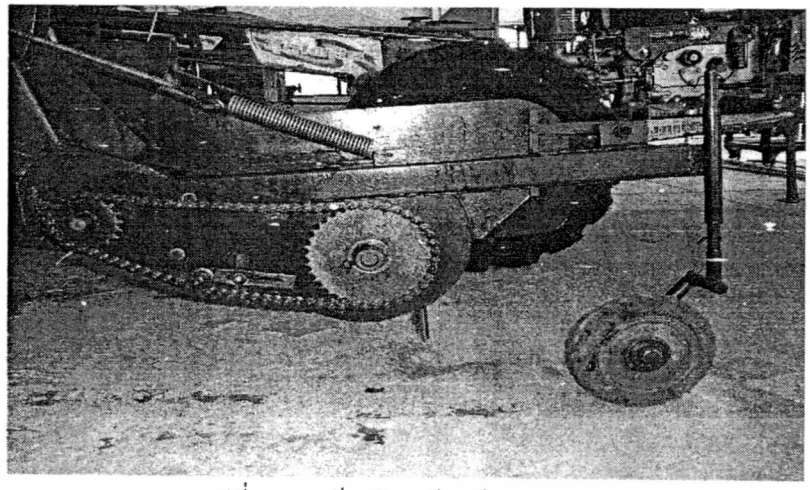


รูปที่ ค2 ชุดเก็บฟาง (ด้านบน)

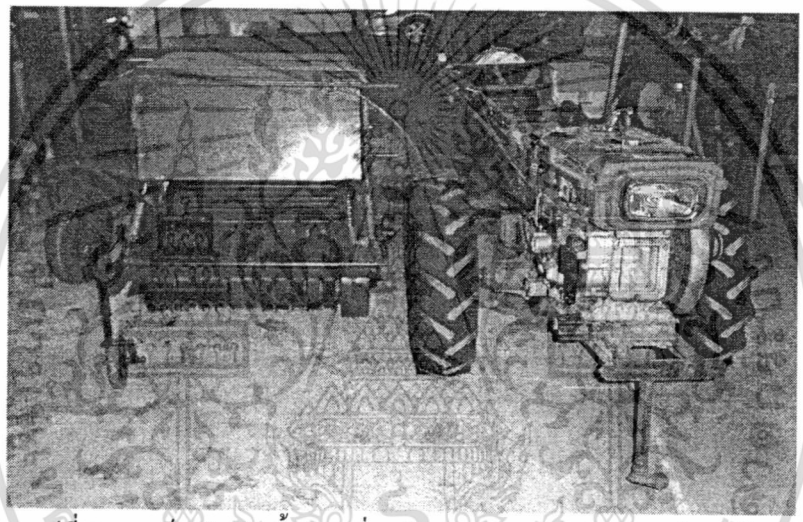


รูปที่ ค3 ชุดเก็บฟาง (ด้านหน้า)

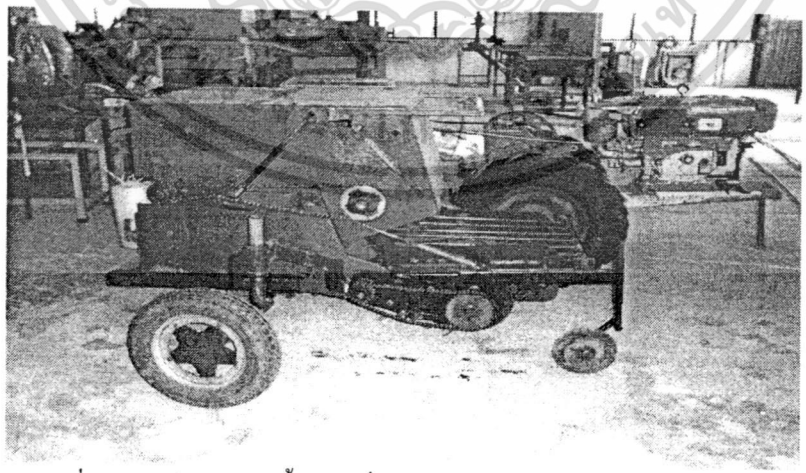
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค4 ชุดเก็บฟาง (ด้านข้าง)

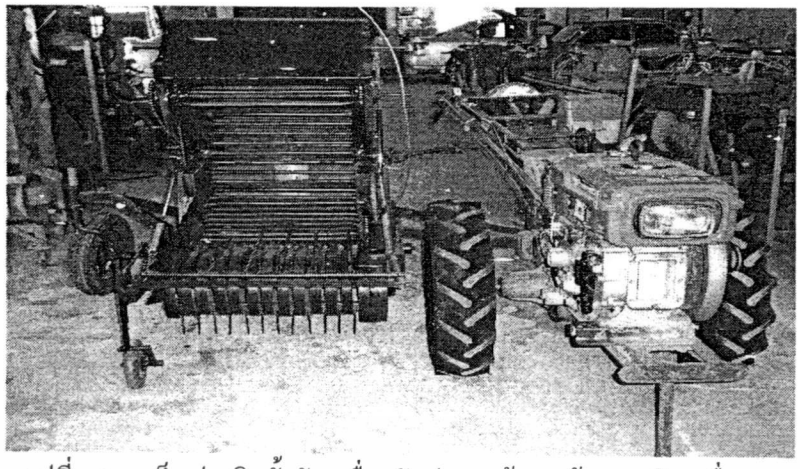


รูปที่ ค5 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม (ด้านหน้า)

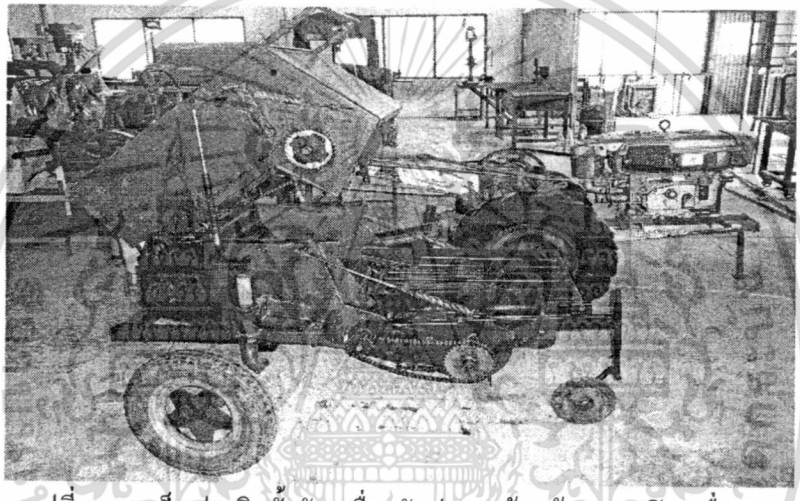


รูปที่ ค6 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค7 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางฯ (ด้านหน้าแบบเปิดเครื่องฯ)



รูปที่ ค8 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางฯ (ด้านข้างแบบเปิดเครื่องฯ)

รูปที่ ค9 ชุดเก็บฟางติดตั้งกับเครื่องอัดฟางติดรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

(1) กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 2544. **เครื่องจักรกลเกษตร 2544.** กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์ จตุจักร

(2) สมยศ จันเกษม และศาสตราจารย์คิโยคัตสึ ซึงะ, พ.ศ 2523, **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล,** หน้า 2-3

(3) จิรนันท์ แทนหา, นราวุธ ขันรัฐบาล, ปฐมินทร์ เทวะเส. 2547. "เครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถนาเดินตาม" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

(4) ชาญ ฉนัดงาน. 2546. **การออกแบบเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

(5) สมยศ จันเกษม. 2523. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว

(6) อรอนงค์ เศียงกิตติวรรณ. 2539. "การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว และการปรับสภาพฟ่อนฟางให้เหมาะสมกับเครื่องสับ." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

(7) **doa (online), Available :http://www.doa.go.th (9/15/2005)**

(8) **doae (online), Available :http://www.doae.go.th (9/15/2005)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้