Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 381-384 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 381-384 (2551)

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางในเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติ

Design and Development of a Feeding Mechanism for a Semi-auto Baler

วัชรินทร์ เขียวไกร[1] **และ เสรี วงส์พิเชษฐ**[1]
Watcharin Keowkrai[1] and Seree Wongpichet[1]

Abstract

Rice straw gathering is a common practice for farmers. The bale in order to decrease volume while. Presently, farmers use a baling machine, baler, to compress straws, especially of the semi-automatic and side-feeding type, In the baling operation, 4 workers with 5 working steps are required. It is necessary to obtain maximum compressed quantity for each baling in order to decrease labor cost. From the study, it has been found that each baling operation still has a low capacity, due to manual feeding. This study therefore has an objective to design and develop a feeding mechanism. and testing of the new baler in comparison with the former one. Results of the study indicated that a suitable feeding mechanism be developed. From the testing, the new machine gave an operation rate of 871.7 kg/hr with 21.66 % higher than the former one. The working efficiency was 93.39 % with 5.07 improvement. The straw bale density was 102.2 kg/m3 with 6.86% improvement.

Key words: Baler design testing

บทคัดย่อ

การเก็บรวบรวมฟางข้าวหลังฤดูเก็บเกี่ยว นิยมเก็บในรูปของฟางอัดฟ่อนเพื่อลดปริมาตร โดยเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบป้อนฟางเข้าด้านข้างซึ่งเกษตรนิยมใช้ ในการอัดฟางเกษตรกรต้องใช้แรงงานจำนวน 4 คน โดยมีกระบวนการทำงาน 5 ขั้นตอน และต้องอัดฟางให้ได้ในปริมาณที่มากในแต่ละครั้ง เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน จากการศึกษาพบว่าการอัดฟางแต่ละครั้งยังมีอัตราการทำงานที่ต่ำ ซึ่งขั้นตอนที่เป็นเป็นขีดจำกัดของสมรรถนะการทำงานของเครื่องฯ คือขั้นตอนการป้อนฟางเข้าเครื่องฯโดยคน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยป้อนฟาง และทำการทดสอบเปรียบเทียบเครื่องฯที่พัฒนาใหม่นี้กับเครื่องฯแบบดั้งเดิม ผลการทดสอบพบว่าเครื่องฯที่พัฒนาขึ้นใหม่ มีอัตราการทำงาน 871.10 กิโลกรัม/ชั่วโมง สูงกว่าเครื่องฯดั้งเดิม 21.66 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการทำงาน 93.39 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเครื่องฯดั้งเดิม 5.07 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นของฟางอัดฟ่อน 102.20 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร สูงกว่าเครื่องฯดั้งเดิม 6.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสมรรถนะการทำงานที่เพิ่มขึ้นนี้ สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการอัดฟางลงได้

คำสำคัญ: เครื่องอัดฟาง ออกแบบ ทดสอบ

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งเสริมการเลี้ยงโคกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพ จากสถิติพบว่าในปี 2549 มีโคเนื้อจำนวน 6.9 ล้านตัว มีปริมาณการเลี้ยงเพิ่มเฉลี่ย 0.7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี (สำนักสถิติการเกษตร, 2549) ซึ่งทำให้มีความจำเป็นต้องจัดหาอาหารสัตว์เพิ่มทุกปี ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการเกษตรที่สำคัญ ที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้เลี้ยงโค โดยแต่ละปีมีปริมาณถึง 25 ล้านตัน (กองอาหารสัตว์, 2549) ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเก็บสำรองฟางข้าวในรูปของฟางอัดฟ่อน ดังนั้นเกษตรกรจึงนำเครื่องอัดฟางมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบป้อนฟางเข้าด้านข้าง เกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนนิยมใช้ เพราะเหมาะกับสภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ที่ยังเก็บเกี่ยวข้าวด้วยแรงงานคน และนวดด้วยเครื่องนวดข้าว (วัชรินทร์ และ เสรี, 2549) การอัดฟางแต่ละครั้งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าอัตราการทำงานของเครื่องอัดฟาง จะส่งผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอัดฟาง (วัชรินทร์ และ เสรี, 2550) การทำงานแต่ละครั้งจะใช้แรงงานจำนวน 4 คน เนื่องจากการอัดฟางประกอบด้วยการทำงาน 5 ขั้นตอน (Figure 1) ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการป้อนฟางเข้าเครื่องฯ เป็นขั้นตอนที่เป็น

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering / Postharvest Technology Innovation Center, Khon Kaen University 40002

ขีดจำกัดของกระบวนการอัดฟาง กล่าวคือ อัตราการทำงานสูงสุดของเครื่องอัดฟางชนิดนี้ แปรตามความชำนาญของคนที่ทำหน้าที่ป้อนฟาง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีทักษะสูงมาปฏิบัติงานในขั้นตอนดังกล่าว

จากแนวโน้มของปัญหาดังกล่าวข้างต้น การศึกษาเพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟาง โดยการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางสำหรับเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติ จะช่วยเพิ่มอัตราการทำงาน พร้อมทั้งลดจำนวนแรงงานที่ต้องมีทักษะความชำนาญสูง ซึ่งจะส่งผลให้ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอัดฟางลงได้

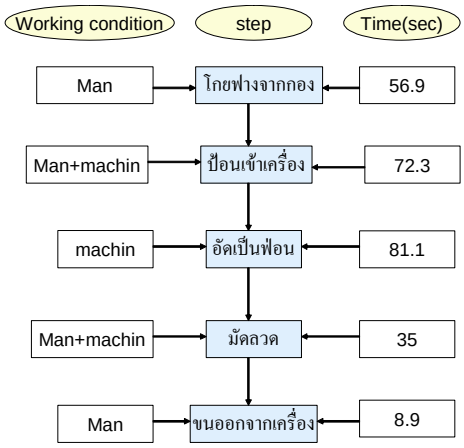

Figure 1 Time of 5 working steps.

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการศึกษาประกอบด้วย การออกแบบอุปกรณ์ช่วยป้อนฟาง และการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟางกึ่งอัตโนมัติชนิดป้อนฟางด้านข้าง ที่พัฒนาใหม่กับเครื่องฯ แบบดั้งเดิม

ผลและวิจารณ์

1.ผลการออกแบบอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางในเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบป้อนฟางด้านข้าง

อุปกรณ์ช่วยป้อนฟาง ออกแบบและสร้างให้มีลักษณะการทำงานหมุนโกยฟางและกวาดฟางในทิศทางเดียวกัน (Figure 2, 3) เพราะการทำงานของเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติโดยปกติจะจอดนิ่งอยู่กับที่ขณะทำการอัดฟาง

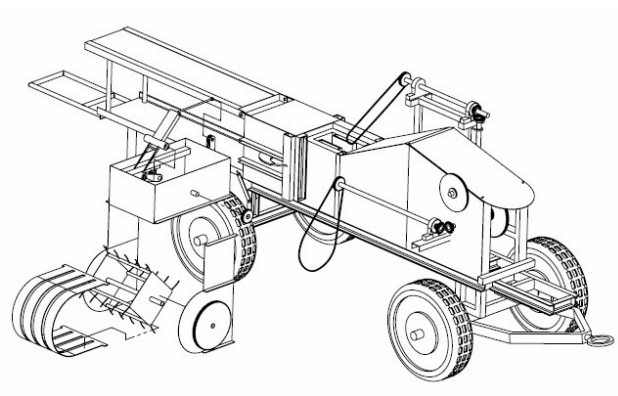

Figure 2 Designed the new semi-auto baler.

Figure3 Built the new semi-auto baler.

โดยอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางที่ออกแบบและสร้าง ประกอบด้วยชุดกลไกโกยฟาง และชุดกลไกกวาดฟาง ติดตั้งเข้ากับเครื่องต้นแบบ ซึ่งทั้งหมดนี้ประกอบขึ้นเป็นเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบป้อนฟางเข้าด้านข้างที่พัฒนาใหม่ ใช้เครื่องยนต์เล็กดีเซลขนาด 11.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง และใช้รถไถเดินตามพ่วงลากเมื่อเคลื่อนย้าย

2. ผลการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟางกึ่งอัตโนมัติชนิดป้อนฟางด้านข้าง ที่พัฒนาใหม่กับเครื่องฯแบบดั้งเดิม

จากผลการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางดังกล่าวข้างต้น สามารถจัดรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางได้ 3 วิธีการคือ 1) อุปกรณ์ช่วยป้อนฟางแบบดั้งเดิม โดยใช้คนป้อนและใช้ชุดกลไกกวาดฟางแบบดั้งเดิม 2) อุปกรณ์ช่วยป้อนฟางแบบกึ่งพัฒนา โดยใช้ชุดกลไกโกยฟางที่พัฒนาใหม่ (ผลการศึกษาข้อ 1) และ3)ใช้ชุดกลไกกวาดฟางแบบดั้งเดิม อุปกรณ์ช่วยป้อนฟางที่พัฒนาใหม่ โดยใช้ชุดกลไกโกยฟาง และใช้ชุดกลไกกวาดฟางที่พัฒนาใหม่ (ผลการศึกษาข้อ 1) โดยทดสอบเปรียบสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟางฯใช้อุปกรณ์ช่วยป้อนฟางทั้ง 3 แบบ ที่ความเร็วเชิงเส้นของลูกกระทุ้ง 4 ระดับคือ 0.68 0.79 0.90 และ 1.02 เมตร/วินาที ตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงในตาราง 1

Table 1 Results of the testing performance of baler.

Velocity(m/sec)	Capacity (kg. hr^{-1})			Efficiency (%)			Density (kg. m^{-3})		
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3
0.68	457.78	478.15	566.11	78.82	80.97	82.36	82.59	84.33	86.61
0.79	555.20	594.81	762.78	83.80	85.65	88.76	86.36	87.48	90.80
0.90	685.24	749.18	803.27	90.00	91.62	92.02	94.90	96.67	98.36
1.02	602.33	690.89	860.49	85.67	89.48	93.69	95.93	97.49	100.62

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบเปรียบเทียบฯ ดังกล่าวข้างต้น พบว่าวิธีการที่ 3 มีสมรรถนะการทำงานโดยภาพรวมสูงกว่าทั้งวิธีการที่ 1 และ 2 ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อุปกรณ์ช่วยป้อนฟางที่พัฒนาใหม่ ช่วยให้เครื่องอัดฟางฯ มีสมรรถนะการทำงานสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอัตราการทำงาน (Figure 4)

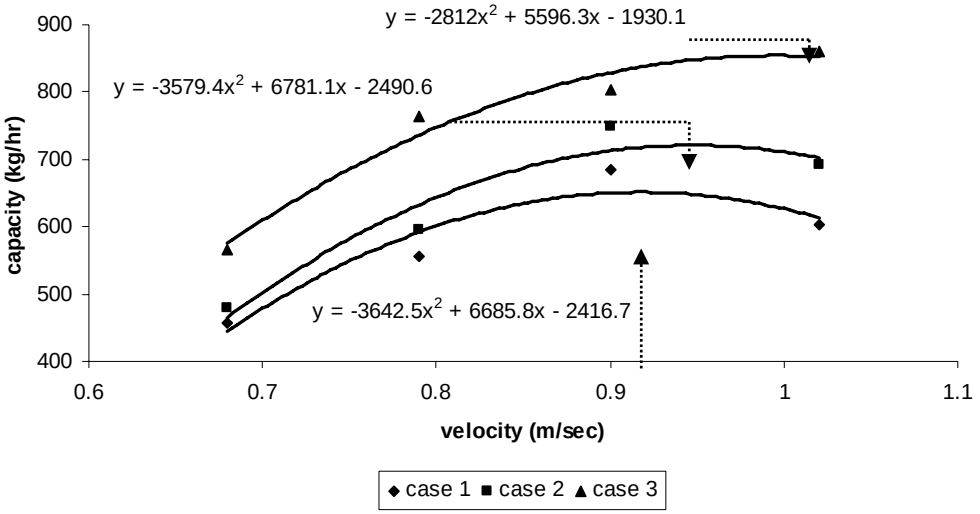

Figure 4 Comparison between capacity of each case.

จากเส้นแนวโน้มอัตราการทำงาน (Figure 4) พบว่าวิธีการที่ 1 สามารถประมาณค่าความสัมพันธ์ด้วยสมการ $y = -3642.5x^2 + 6685.8x - 2416.7$ ที่ระดับความเร็วเชิงเส้น 0.92 เมตร/วินาที จะให้อัตราการทำงานสูงสุด วิธีการที่ 2 สามารถประมาณค่าความสัมพันธ์ด้วยสมการ $y = -3579.4x^2 + 6781.1x - 2490.6$ ที่ระดับความเร็วเชิงเส้น 0.95 เมตร/วินาที จะให้

อัตราการทำงานสูงสุด และวิธีการที่ 3 สามารถประมาณค่าความสัมพันธ์ด้วยสมการ $y = -2812x^2 + 5596.3x - 1930.1$ ที่ระดับความเร็วเชิงเส้น 1.02 เมตร/วินาที จะให้อัตราการทำงานสูงสุด ดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบผลการเปรียบเทียบที่ผ่านมา จึงนำค่าความเร็วเชิงเส้น ที่ทำให้มีอัตราการทำงานสูงสุดของแต่ละวิธีการที่ได้จากการวิเคราะห์แนวโน้มดังกล่าว ไปทดสอบเปรียบเทียบอีกครั้งหนึ่ง และได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Results of the new testing performance of baler

Case	Velocity(m/sec)	Capacity (kg. hr^{-1})	Efficiency (%)	Density (kg. m^{-3})
1	0.92	682.40	88.65	95.18
2	0.95	744.00	90.31	98.88
3	1.02	871.10	93.39	102.20

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบข้อสรุปดังกล่าว พบว่าเครื่องอัดฟางฯแบบป้อนฟางเข้าด้านข้างเมื่อพัฒนาอุปกรณ์ช่วยป้อนฟาง ซึ่งประกอบด้วยชุดกลไกโกยฟาง และชุดกลไกกวาดฟางเข้าห้องอัด จะให้สมรรถนะการทำงานสูงขึ้นกว่าเครื่องฯแบบดั้งเดิม กล่าวคือมีอัตราการทำงานสูงขึ้น 21.66 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพสูงขึ้น 5.07 เปอร์เซ็นต์ และคุณภาพด้านความหนาแน่นสูงขึ้น 6.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับผลการเปรียบเทียบเบื้องต้นที่ผ่านมา

สรุป

การพัฒนาสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบป้อนฟางเข้าด้านข้าง ควรพัฒนาที่ขั้นตอนการป้อนฟาง โดยการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยป้อนฟางให้ทำงานแทนคนป้อน อุปกรณ์ช่วยป้อนฟางประกอบด้วยชุดกลไกโกยฟาง และชุดกลไกกวาดฟาง โดยทั้งสองส่วนจะถูกติดตั้งบนเครื่องอัดฟางฯต้นแบบ ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานพบว่า เครื่องอัดฟางฯที่พัฒนาใหม่ มีสมรรถนะการทำงานสูงขึ้นกว่าเครื่องอัดฟางฯแบบดั้งเดิม กล่าวคือมีอัตราการทำงานสูงขึ้น 21.66 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพสูงขึ้น 5.07 เปอร์เซ็นต์ และ คุณภาพด้านความหนาแน่นสูงขึ้น 6.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลให้ลดค่าใช้จ่ายในการอัดฟางได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่น และบัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนการทำวิจัยนี้ และขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรเจ้าของเครื่องอัดฟางที่ให้ข้อมูล และให้ความร่วมมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กองอาหารสัตว์.ความรู้เรื่องอาหารสัตว์. [ออนไลน์] 2549 [อ้างเมื่อ 5 สิงหาคม 2549]. จาก URL: http://www. .did.go.th/nutritionKnowlage/nutrition_1.ntm.

สำนักสถิติการเกษตร.พื้นที่เพาะปลูกข้าว. [ออนไลน์] 2549 [อ้างเมื่อ 14 กรกฎาคม 2549]. จาก URL: http://www.li.mahidol. ac.th/libary /nu_may.shtml.

วัชรินทร์ เขียวไกร และ เสรี วงส์พิเชษฐ .การสำรวจ ทดสอบ และประเมินผลสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟาง.2549. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์.มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัชรินทร์ เขียวไกร และ เสรี วงส์พิเชษฐ .การศึกษาแนวทางการเพิ่มสมรรถนะการทำงานของเครื่องอัดฟางชนิดกึ่งอัตโนมัติ. 2550. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์.มหาวิทยาลัยขอนแก่น