



การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

Performance Evaluation of Rice Combine Harvester based on Thai Industrial Standard

จุฬาลักษณ์ อยู่ประสพโชค^{1*}, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์¹, นาวิน แสงสระศรี²

Julalak Yooprasobchoke^{1*}, Roongruang Kalsirisilp¹, Nawin Sangsasri²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 12110

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani, 12110

²บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด

²Siam Kubota Corporation Co., Ltd.

*Corresponding author: Tel. +66-2-549-3328, Fax.+66-2-5493581, E-mail: rrka1965@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1428-2540) ซึ่งดำเนินการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าจำนวน 5 รุ่น คือ DC60, DC68G, DC70, DC70G และ รุ่น DC95GM ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ผลการทดสอบพบว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่นDC60 มีความสามารถในการทำงาน 3 rai hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.9 l rai⁻¹ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 6.9% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่น DC68G มีความสามารถในการทำงาน 3.95 rai hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.2 l rai⁻¹ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.1% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่นDC70 มีความสามารถในการทำงาน 4.5 rai hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.2l rai⁻¹ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2.5% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่นDC70G มีความสามารถในการทำงาน 4.5 rai hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.7 l rai⁻¹ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 2% เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รุ่นDC95GM มีความสามารถในการทำงาน 6.25 rai hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.1 l rai⁻¹ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดรวม 1.8% และผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 5 รุ่นพบว่า มีจุดคุ้มทุน เท่ากับ 252, 156, 109, 147 และ 117 hr yr⁻¹ ตามลำดับ พิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 500 Baht rai⁻¹ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 5 รุ่น จะมีระยะเวลาในการคืนทุน เท่ากับ 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 และ 1.28 yr ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องเกี่ยวนวดข้าว, สมรรถนะและประสิทธิภาพ, การสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือก

Abstract

This research entitle "performance evaluation of rice combine harvesters based on Thai industrial standard" was aimed to evaluate the performance test based on Thai industrial standard 1428-1997. Five model of kubota rice combine harvesters were tested composed of DC60, DC68G, DC70, DC70G and DC95GM, respectively. The tests were conducted at Pathumthaini Rice Research Centre. Based on the test results of DC60, it was found that the effective field capacity was 3 rai hr⁻¹, the fuel consumption was 3.9 l rai⁻¹ and the total field loss was 6.9%. The effective field capacity, fuel consumption and total field loss of DC68G were 3.95 rai hr⁻¹, 2.2 l rai⁻¹ and 2.1%, respectively. Where as the effective field capacity, fuel consumption and total field loss of DC70 were 4.5 rai hr⁻¹, 1.2 l rai⁻¹ and 2.5%, respectively. For DC70G, they were 4.5 rai hr⁻¹, 2.7 l rai⁻¹ and 2%, respectively. The performance test results of DC95GM were 6.25 rai hr⁻¹, 1.1 l rai⁻¹ and 1.8%, respectively. Based on the economic analysis, it was found that the break even point of the machines was 252, 156, 109, 147 and 117 hr yr⁻¹, respectively. Considering the contract rate as 500 Baht rai⁻¹, the pay back period was found to be 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 and 1.28 yr, respectively.

Keywords: Rice combine harvester, Capacity and efficiency, Grain loss

1 บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เพราะนอกจากจะผลิตไว้สำหรับบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกไปต่างประเทศ"โดยในปีพ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 72.36 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 36.576 ล้านตันข้าวเปลือก (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2556)" สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งในอดีตนั้นแรงงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวนั้นมีมาก ต่อมาแรงงานในภาคการเกษตรเริ่มลดลงมีปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตร ค่าจ้างแรงงานสูงขึ้น จึงได้เริ่มมีการนำเอาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยวแทนแรงงานคนมากขึ้นเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานและลดต้นทุนในการเกี่ยวข้าว เนื่องจากข้าวที่ออกผลผลิตพร้อมๆ กันนั้น ต้องการการเก็บเกี่ยวที่ทันต่อผลผลิตที่ออกมา หากเก็บเกี่ยวไม่ทันอาจจะทำให้ผลผลิตเสียหายได้ "ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีหลายปัจจัย ได้แก่ ทักษะความชำนาญของผู้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว สภาพของพืชและพื้นที่การเก็บเกี่ยว การปรับตั้งเครื่องเกี่ยวนวดข้าว การใช้ความเร็วที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว ตลอดจนความกว้างในการเก็บเกี่ยว (รุ่งเรือง, 2545)"จากการสำรวจความเห็นของเกษตรกรและผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าวพบว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับสภาพพื้นที่ร้อยละ 30 ส่วนผู้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าว ให้ความสำคัญกับทักษะความชำนาญของผู้ขับร้อยละ 70 ปัญหาของเกษตรกรในการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้แก่ ข้าวร่วงหล่น ข้าวปน ค่าเกี่ยวแพง และทำให้เกิดปัญหาดินแน่น (โอภาสและส่องสกล, 2556)"

การใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบรับจ้างและแบบรวมกลุ่มของเกษตรกร ซึ่งแบบรับจ้าง จะใช้เงินทุนจากสถาบันการเงิน หรือ ญาติพี่น้องพื้นที่เกี่ยวข้าวโดยเฉลี่ย 1487 Rai $\text{unt}^{-1} \text{yr}^{-1}$ "โดยคิดอัตราการรับจ้างสำหรับปี 508 Baht rai^{-1} และสำหรับข้าวนาปรัง 432 Baht rai^{-1} ต้นทุนในการเกี่ยวข้าวนาปี และนาปรังเฉลี่ย 396 และ 319 Baht rai^{-1} (โอภาสและส่องสกล, 2556)"

"ในปี พ.ศ. 2557 จำนวนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้งานในประเทศไทยมีจำนวนมากกว่า 10,000 คัน (สมชาย, 2556)" ซึ่งตอบสนองความต้องการใช้เครื่องเกี่ยวนวดของเกษตรกร เพื่อให้การผลิตเครื่องเกี่ยวนวดเป็นไปตามมาตรฐานสากลและยกระดับมาตรฐานการผลิตเครื่องจักรกลเกษตร จึงได้มีแนวคิดในการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2540) โดยทำการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าจำนวน 5 รุ่น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและยกระดับมาตรฐานการผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวของประเทศไทยและเป็นการเตรียมความพร้อมของประเทศไทยในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ในปี พ.ศ. 2558

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 เตรียมพื้นที่การทดสอบ ขนาด 40 m x 80 m ดัง Figure 1

2.2 ดำเนินการทดสอบระหว่างเวลา 09.00 น. ถึง 18.00 น.

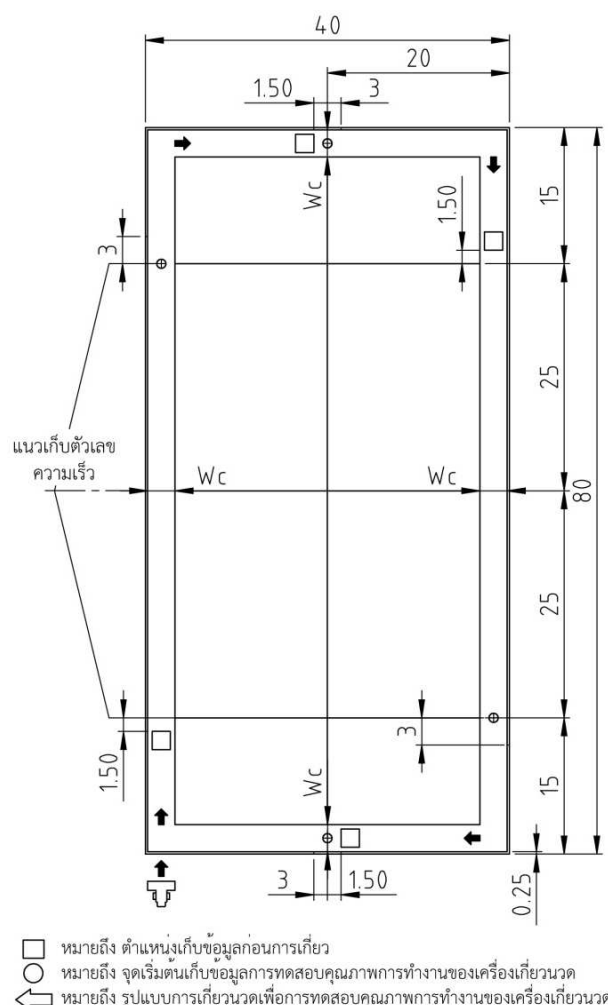


Figure 1 Testing area of rice combine harvester.

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ

นาฬิกาจับเวลา, เทปวัดระยะ, ไม้วัดระยะ, เสาลัก, เคียว, กรอบเก็บข้อมูลขนาด 100 cm x 100 cm, ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกและผ้าพลาสติกเก็บตัวอย่างฟางและสิ่งเจือปน, อุปกรณ์วัดมุม (H1501, Shinwa, China), กระบอกตวง (1000 ml, Duran, Germany), เครื่องชั่ง (WT-300, GSC, Taiwan), เครื่องวัดระดับเสียง (LA-1440, Advantage, Japan), เครื่องวัดความชื้นของดิน (SC900, Spectrum Technologies, Australia), เครื่องวัดความเร็วรอบ (RM-1500, Prova Tachometer, Taiwan), เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก (RICETER F-521, Kett Electric Laboratory, Japan)

2.4 วิธีทดสอบ

2.4.1 ก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

วางกรอบเก็บข้อมูลบริเวณตำแหน่งเก็บข้อมูลก่อนการเกี่ยวนวด ดัง Figure 1 เพื่อวัดความสูงและมุมเอียงของต้นข้าว หาปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ ร้อยละความชื้น ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือก รวง อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง ความต้านทานของดิน ต่อแรงทะลุของกรวยวัดความสูงเป็น mm และความเอียงของต้นข้าวในกรอบเป็นองศา กรอบละ 3 จุด เกี่ยวข้าวด้วยเคียวในกรอบให้ชิดโคนต้นข้าวมากที่สุด โดยให้เมล็ดข้าวเปลือก รวงน้อยที่สุด เก็บต้นข้าวไว้ในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก รวงในกรอบ และเก็บในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก รวงวัดความต้านทานของดินต่อแรงทะลุของกรวยในกรอบ เป็น kg cm^{-2} ที่ความลึก 0 และ 10 cm นำต้นข้าวที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกที่เกี่ยวข้องเคียวมาคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกและฟาง ต้นข้าวมาชั่งน้ำหนักแบ่งออกเป็นเมล็ดข้าวเปลือก รวงในกรอบ และฟางที่ได้จากเคียวเกี่ยวข้าว (g) วัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้จากเคียวเกี่ยวข้าวเป็นร้อยละกรอบละ 3 ค่า

2.4.2 คุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

เกี่ยวนวดข้าวตามแนวของพื้นที่ทดสอบโดยรอบ เพื่อให้เห็นแนวของพื้นที่ทดสอบชัดเจน โดยห่างจากขอบด้านนอกของพื้นที่ทดสอบอย่างน้อย 0.25 m ดัง Figure 2 จับเวลาที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 m 2 ครั้งเก็บข้อมูลต่างๆ เมื่อเกี่ยวนวดข้าวมาถึงจุดเริ่มต้นเก็บข้อมูลการทดสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ดังนี้ใช้กระบอกรับที่ช่องทางออกของเมล็ดข้าวเปลือกจนเต็มกระบอกรับ แล้วนำไปแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก และสิ่งเจอปนใช้ผ้าพลาสติกกรองรับที่ช่องทางออกของฟางและสิ่งเจอปนทุกช่องในระยะทาง 3 m แล้วนำไปแยกเป็นเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง เมล็ดข้าวเปลือกแตกหักหลังการเกี่ยวนวด เก็บเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงอยู่ใต้ผ้าพลาสติกกรองรับแยกเมล็ดข้าวเปลือก รวง และเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าวการเก็บข้อมูลการสูญเสียเมล็ดข้าวที่ร่วงส่วนหน้าเกี่ยวใช้กรอบเก็บข้อมูลขนาด 100 cm x 100 cm วางตรงบริเวณส่วนหน้าเกี่ยว เก็บเมล็ดที่ร่วงรวมใส่ถุงพลาสติก ทำซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียเมล็ดที่หน้าหัวเกี่ยว โดยใช้สูตรคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

ร้อยละความสูญเสียในการเกี่ยวนวด คือ

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

ร้อยละความสะอาดของเมล็ดข้าวเปลือก คือ

$$\frac{OM_1 - I_1}{OM_1} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ	CG_2	=	มวลเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม (g)
	UG	=	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดฟาง (g)
	DG_2	=	มวลเมล็ดข้าวเปลือกแตกหัก (g)
	L_{TS}	=	มวลเมล็ดข้าวเปลือก รวง (g)
	L_{UC}	=	มวลเมล็ดข้าวเปลือกติดต้นข้าว (g)
	L_{NS}	=	มวลเมล็ดข้าวเปลือก รวง ข้อ 2.4.1 (g)
	W_c	=	ความกว้างในการตัดเฉลี่ย (m)
	G	=	ปริมาณผลผลิตในแปลงทดสอบ (g m^{-2})
	OM_1	=	มวลรวมของเมล็ดข้าวเปลือกเต็ม เมล็ดข้าวเปลือกแตกหักและสิ่งเจอปน (g)
	I_1	=	มวลสิ่งเจอปน (g)

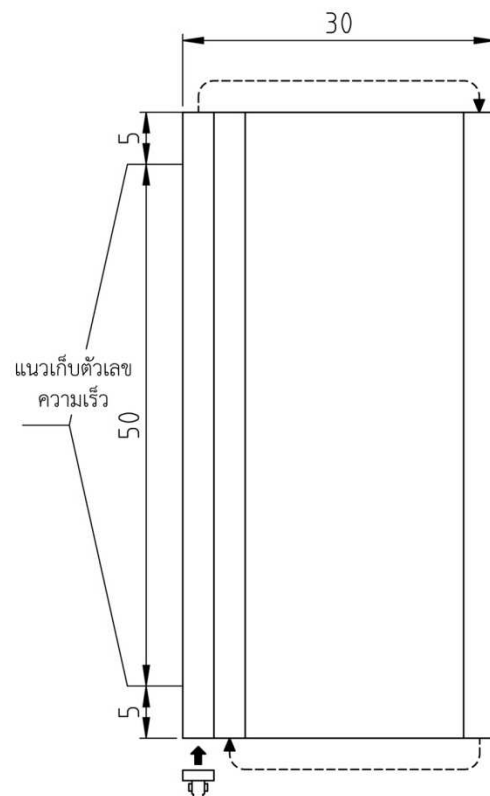


Figure 2 Pattern for field capacity testing of rice combine harvester.

2.4.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยให้หัววัดระดับเสียงอยู่ที่ตำแหน่งใกล้หูคนขับมากที่สุด เกี่ยวนวดข้าวเพื่อปรับเนื้อที่ทดสอบให้เหลือขนาด 30 mx 60 m ดัง Figure 2 เกี่ยวนวดข้าวเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวตามรูปแบบ ดัง Figure 2 จับเวลาเมื่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 m 3 ครั้ง ระหว่างการทดสอบสุ่มวัดระดับเสียงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 3 ครั้ง บันทึกเวลาในการเกี่ยวนวด (s) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็ม บันทึกปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (l) ตรวจพิจารณาการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดและใช้สูตรคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

ความสามารถทางปฏิบัติ (F_c) คือ

$$\frac{A}{T_A} \text{ (rai hr}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

ความสามารถทางทฤษฎี (F_T) คือ

$$\frac{(S \times WD)}{1.6} \text{ (rai hr}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

ประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ คือ

$$\frac{F_c}{F_T} \times 100 \quad (5)$$

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง คือ

$$\frac{(8 \times V)}{9} \text{ (l rai}^{-1}\text{)} \quad (6)$$

ค่าเสื่อมราคา (D) คือ

$$\frac{(P-s)}{L} \text{ (Bahtyr}^{-1}\text{)} \quad (7)$$

ค่าดอกเบี้ย (I) คือ

$$\left(\frac{P+s}{2}\right)i \text{ (Bahtyr}^{-1}\text{)} \quad (8)$$

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R+M) คือ

$$\frac{(1.3XP\%)}{100} \text{ (Bahtyr}^{-1}\text{)} \quad (9)$$

ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (TC) คือ

$$(FC/x) + VC \text{ (Bahtyr}^{-1}\text{)} \quad (10)$$

จุดคุ้มทุน (BEP) คือ

$$\frac{FC}{(B-VC)} \text{ (hr)} \quad (11)$$

ระยะเวลาคืนทุน (PBR) คือ

$$\frac{P}{R} \text{ (yr)} \quad (12)$$

เมื่อ

A	=	พื้นที่ในการทดสอบ (rai)
T_A	=	เวลาในการทดสอบ (hr)
S	=	ความเร็วในการเกี่ยวนวด (km hr^{-1})
WD	=	ความกว้างของหัวเกี่ยว (m)
V	=	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (l)

P	=	ราคาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Baht)
s	=	มูลค่าซาก (Baht)
L	=	อายุการใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (yr)
i	=	อัตราดอกเบี้ย (Percent)
FC	=	ค่าใช้จ่ายคงที่ (Bahtyr^{-1})
B	=	อัตราการรับจ้าง (Bahtyr^{-1})
VC	=	ค่าใช้จ่ายผันแปร (Bahtyr^{-1})
x	=	ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr)
R	=	กำไรสุทธิเฉลี่ย (Baht yr^{-1})

Figure 3 แสดงการวัดความสูง, มุมเอียงของต้นข้าวและวัดความชื้นของอากาศก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว Figure 4 แสดงการหาความสูญเสียที่ระบบนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว Figure 5 แสดงการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขณะทำการทดสอบ Figure 6 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และ Figure 7 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณภาพการทำงานเครื่องเกี่ยวนวดข้าว



Figure 3 Measurement of height, inclination angle of rice and humidity of weather.



Figure 4 Threshing and cleaning losses of rice combine harvester.



Figure 5 Rice combine harvester in operation.



Figure 6 Step for data collection before field testing.

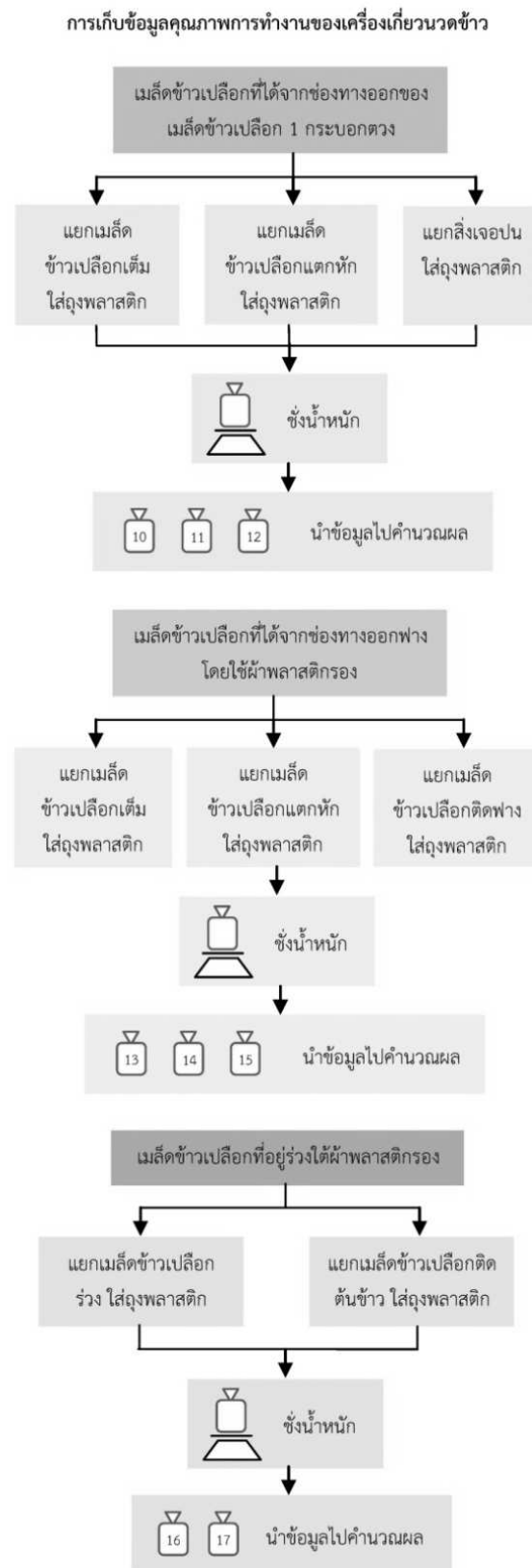


Figure 7 Step for determination of harvesting loss.

3 ผลและวิจารณ์

การประเมินสมรรถนะการทำงานในแปลงทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว มีผลการทดสอบแสดงใน Table 1 ผลทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานในแปลงทดสอบของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว พบว่ามีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความสามารถ

ในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว คือ ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพต้นข้าว ได้แก่ พันธุ์ข้าว ความชื้นของข้าว สภาพของข้าว และปัจจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่หล่ม ดินโคลนเหลว การเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดก็จะใช้เวลามากขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงก็มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดทั้ง 5 รุ่น อยู่ระหว่าง $3-6.25 \text{ rai hr}^{-1}$ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง $1.1-3.9 \text{ l rai}^{-1}$ ร้อยละความสูญเสียส่วนหน้าหัวเกี่ยวอยู่ระหว่าง $0.8-5.2$ ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและระบบทำความสะอาดอยู่ระหว่าง $0.3-1.7$ ร้อยละความสูญเสียรวมของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง $1.8-6.9$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสูญเสียมีค่าสูงที่บริเวณหน้าหัวเกี่ยว โดยเฉพาะรุ่น DC60 ทั้งนี้เป็นเพราะการเก็บเกี่ยวในขณะที่ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าต่ำ ทำให้

เมล็ดร่วงหล่นได้ง่าย ซึ่งอัตราการสูญเสียโดยรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าทุกรุ่นที่ทำการทดสอบในการศึกษารุ่นนี้มีค่าใกล้เคียงกับ "ผลการศึกษาความสูญเสียการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และมีค่าความสูญเสียโดยเฉลี่ยต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (สมชาย และวินิต, 2552)" ผลการทดสอบคุณภาพของข้าวเปลือกพบว่า ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง $97-99$ ผลการศึกษาค่าระดับความดังของเสียงพบว่า ระดับความดังของเสียงที่หูของผู้ปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง $95-105 \text{ dB(A)}$ ซึ่งเกินมาตรฐานระดับความดังของเสียงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2540) ค่าแรงกดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่อยู่ระหว่าง $18-23 \text{ KPa}$

Table1 Test results of rice combine harvesters.

รายละเอียด	เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น				
	DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
1.พันธุ์ข้าว	กข31	กข31	กข41	กข35	กข41
2.อายุของข้าว (day)	100	100	100	100	100
3.ความสูงของต้นข้าว (cm)	110	105	68.2	91.9	68.3
4.มุมเอียงของต้นข้าว (cm)	83	82	81.2	77	84.5
5.ความต้านทานของดินต่อแรงแทงทะลุของกรวยลึก 10 cm (kg cm^{-2})	13.5	13.4	5.77	1.34	2.72
6. ร้อยละความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก	18	20	20	20	21
7. ปริมาณผลผลิต (kg rai^{-1})	655	656	790	974	730
8. ร้อยละเมล็ดข้าวเปลือก	32.7	32.7	42.3	36.8	54
9. อัตราส่วนมวลเมล็ดข้าวเปลือกต่อฟาง	0.48	0.48	0.73	0.57	1.4
10. น้ำหนักผล (kg)	2,450	2,800	3,030	3,030	3,550
11. ความกว้างในการตัด (m)	1.9	1.9	1.83	1.9	1.9
12. ความเร็วของเครื่องเกี่ยวนวด (m s^{-1})	1.85	1.92	1.87	1.63	1.9
13. ระดับเสียง (dB (A))	105	97	96	96	95
14. ขนาดพื้นที่ทดสอบ (m^2)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
15. ความสามารถทางปฏิบัติ (rai hr^{-1})	3	3.95	4.5	4.5	6.25
16. ร้อยละประสิทธิภาพการทำงาน	58	52	78	62	74
17. ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (l rai^{-1})	3.9	2.2	1.2	2.7	1.1
18. ร้อยละความสูญเสียที่หน้าหัวเกี่ยว	5.2	1.8	0.8	1.6	1.3
19. ร้อยละความสูญเสียที่ระบบนวดและทำความสะอาด	1.7	0.3	1.7	0.4	0.5
20. ร้อยละความสูญเสียรวมในการเกี่ยวนวดข้าว	6.9	2.1	2.5	2.0	1.8
21. ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือก	98	99	97	97	98
22. แรงกดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (kPa)	23	18	18	19	20
23.ความแข็งเฉลี่ยของเพลาลูกนวด (HRB)	90	90	90	90	90
24.ความแข็งเฉลี่ยของฟันลูกนวด (HRC)	58	58	58	58	58
25.อุณหภูมิในช่วงเวลาการทดสอบคุณภาพการทำงาน (C)	31	31	31	34	36
26.ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์	59	62	46	42	44

Table2 Economic analysis results of rice combine harvesters.

รายละเอียด		เครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้า รุ่น				
		DC60	DC68G	DC70	DC70G	DC95GM
1. ราคาของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	(Baht)	900,000	1,050,000	950,000	1,100,000	1,490,000
2. ชั่วโมงการใช้งาน	(hr)	500	500	500	500	500
3. อายุการใช้งาน	(yr)	6	6	6	6	6
4. มูลค่าซาก (10%ของราคารถ)	(Baht)	90,000	105,000	95,000	110,000	149,000
5. ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี						
a. ค่าเสื่อมราคา (6yr, useful life)	(Baht yr ⁻¹)	135,000	157,500	142,500	165,000	223,500
b. ค่าดอกเบี้ย (8%)	(Baht yr ⁻¹)	39,600	46,200	41,800	48,400	65,560
รวมค่าใช้จ่ายคงที่ (a+b)	(Baht yr ⁻¹)	174,600	203,700	184,300	213,400	289,060
	(Baht hr ⁻¹)	349	407	369	427	578
6. ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อชั่วโมง						
a. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง						
(30บาทต่อลิตร)	(Baht hr ⁻¹)	351	263	157	359	212
b. ค่าน้ำมันหล่อลื่น						
(30% ของราคาน้ำมันเชื้อเพลิง)	(Baht hr ⁻¹)	105	79	47	108	64
c. ค่าแรงงาน						
(i) คนขับ 1 คน	(Baht hr ⁻¹)	190	190	190	190	190
(ii) คนรองข้าว 1 คน	(Baht hr ⁻¹)	40	0	40	0	0
d. ค่าซ่อมแซมและการบำรุงรักษา	(Baht hr ⁻¹)	120	140	126	146	198
รวมค่าใช้จ่ายผันแปร	(Baht hr ⁻¹)	806	672	560	803	664
7. รวมค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร						
(5+6)	(Baht hr ⁻¹)	1,097	1,011	867	1,159	1,145
8. ความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยเฉลี่ย	(ha hr ⁻¹)	0.48	0.63	0.72	0.72	1.00
9. ค่าใช้จ่ายผันแปร (6/8)	(Baht ha ⁻¹)	1,679	1,066	778	1,115	644
10. ค่าใช้จ่ายรวม (7/8)	(Baht ha ⁻¹)	2,285	1,605	1,204	1,609	1,145
	(Baht rai ⁻¹)	366	257	193	258	183
11. อัตรารับจ้าง	(Baht rai ⁻¹)	500	500	500	500	500
11. จุดคุ้มทุน	(hr)	252	156	109	147	117
12. ระยะเวลาในการคืนทุน	(yr)	2.92	1.74	1.18	1.63	1.28

จาก Table 2 พบว่าค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น DC60, DC68G, DC70, DC70G และ DC95GM มีค่าเท่ากับ 366, 257, 193, 258 และ 183 Baht rai⁻¹ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 5 รุ่น เท่ากับ 252, 156, 109, 147 และ 117 hr yr⁻¹ ตามลำดับ Figure 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Baht rai⁻¹) และพื้นที่ในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (rai yr⁻¹) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า เครื่องเกี่ยวนวดข้าวรุ่น DC60, DC68G, DC70, DC70G และ DC95GM จะต้องทำการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นจำนวนพื้นที่เท่ากับ 756, 616, 491, 662 และ

731 rai yr⁻¹ จึงจะมีความเหมาะสมในการลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งในปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหนึ่งคันสามารถเกี่ยวข้าวได้เฉลี่ย 1,500 rai yr⁻¹ ผลการศึกษาระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 5 รุ่น เท่ากับ 2.92, 1.74, 1.18, 1.63 และ 1.28 yr ตามลำดับ Figure 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (yr) และพื้นที่ในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (rai yr⁻¹) ซึ่งจากกราฟจะพบว่าระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องจักรจะน้อยกว่าหนึ่งปี ถ้าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถทำงานได้มากกว่า 4,000 rai yr⁻¹

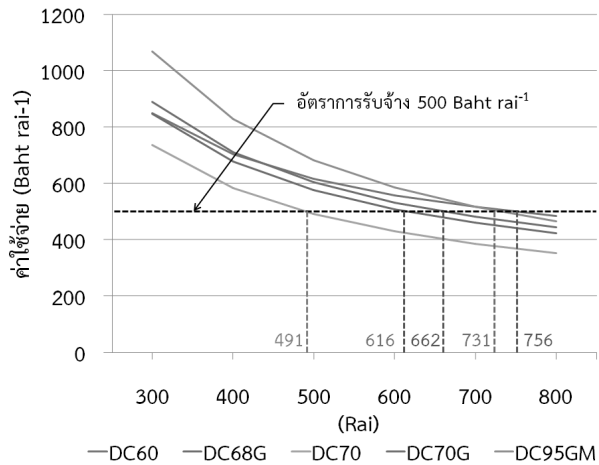


Figure 8 Break even-point of various model of rice combine harvester.

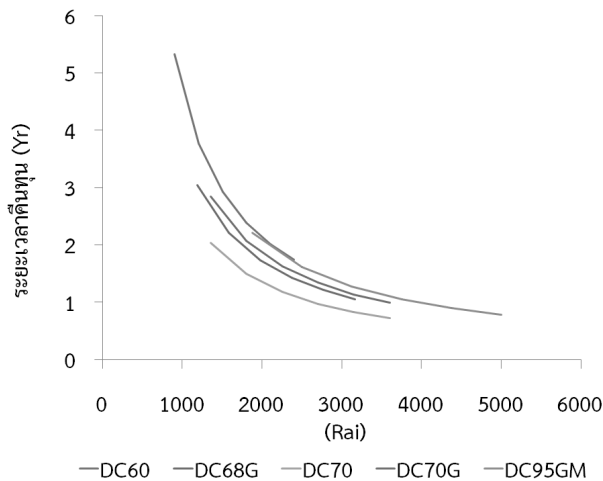


Figure 9 Relationship between annual used (rai) and pay back period of rice combine harvester.

4 สรุป

จากการศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวคูโบต้าทั้ง 5 รุ่น ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2540) พบว่ามีความสามารถในการทำงานอยู่ระหว่าง 3-6.25 rai hr⁻¹ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 1.1-3.9 l rai⁻¹ ร้อยละความสูญเสียของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 1.8-6.9 ร้อยละความสะอาดของข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 97-99 ระดับความดังของเสียงอยู่ระหว่าง 95-105 dB(A) ซึ่งเกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2540) ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 90 dB(A)

จากข้อมูลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1428-2540) รถเกี่ยวนวดข้าวยังมีข้อจำกัดในเรื่องระดับความดังของเสียงที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น ผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงจากการควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเป็นเวลานาน และควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาแนวทางการลดความดังของเสียง

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ ที่สนับสนุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบ และขอขอบคุณ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องเกี่ยวนวดในการดำเนินการทดสอบในครั้งนี้

6 เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว. แหล่งข้อมูล: www.brrd.in.th/main/ เข้าถึงเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2556.
- รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2545. เครื่องจักรกลเกษตร 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2545. การจัดการเครื่องจักรกลเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2556. ผลผลิตข้าว. แหล่งข้อมูล: www.thairiceexports.or.th/production.htm/ เข้าถึงเมื่อ 19 ธันวาคม 2556.
- สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. 2556. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก 1428-2540. แหล่งข้อมูล: www.issuu.com/tsae/docs/_1428-2540/ เข้าถึงเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2556.
- สมชาย ชวนอุดม. 2556. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สมชาย ชวนอุดม, วินิต ชินสุวรรณ. 2552. อิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 15(1), 7-12.
- โอภาส พรหมเสมา, ส่องสกล บุญเกิด. 2555. การศึกษาระบบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae/> เข้าถึงเมื่อ 27 ธันวาคม 2556.