



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 14-15 มีนาคม 2562
ณ โรงแรมฮาร์ตโรค พัทยา จังหวัดชลบุรี

Available online at www.tsaе.asia

การเปรียบเทียบลูกกะเทาะที่มีผลต่อสมรรถนะการกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
Comparisons of shelling rotors on maize shelling performances

อนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ^{1,2}, สมชาย ชวนอุดม^{1,2,*}, คำนิง วาทยธา¹
Anuwat Pachanawan^{1,2}, Somchai Chuan-Udom^{1,2,*}, Cumnueng Watyotha¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, จังหวัดขอนแก่น, 40002

²กลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 40002

*Corresponding author: Tel: +66-8-97121247, E-mail: somchai.chuan@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องมือเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นิยมใช้ลูกกะเทาะอยู่ 2 ชนิด คือ ลูกกะเทาะแบบซี่ตี และลูกกะเทาะแบบ Rasp bar โดยลูกกะเทาะแบบซี่ตีใช้ในการกะเทาะข้าวโพดแบบไม่ปอกเปลือก และลูกกะเทาะแบบ rasp bar ใช้กะเทาะข้าวโพดแบบปอกเปลือก ซึ่งยังไม่มียังมีข้อมูลด้านการเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของลูกกะเทาะ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการเปรียบเทียบลูกกะเทาะที่มีผลต่อสมรรถนะการกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ปอกเปลือก โดยดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพการกะเทาะ ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะ และปริมาณเมล็ดแตกหัก ที่เกิดขึ้นจากการกะเทาะของลูกกะเทาะชนิด ซี่ตี (A), ซี่ตีกับ Rasp bar (B), ซี่ตีกับ rectangular pegs (C) และ Disc pegs (D) ทำการทดสอบกับระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะและตะแกรงกะเทาะ 4 ระดับ คือ 15, 20, 25 และ 30 mm ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ลูกกะเทาะที่มีสมรรถนะที่ดีที่สุดคือลูกกะเทาะชนิด D รองลงมาคือลูกกะเทาะชนิด A, B และลูกกะเทาะชนิด C ตามลำดับ ซึ่งลูกกะเทาะชนิด D มีประสิทธิภาพในการกะเทาะเฉลี่ยสูงถึง 95.91% ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะเฉลี่ย 8.82% และปริมาณเมล็ดแตกหักเฉลี่ย 0.94%

คำสำคัญ: การกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, การออกแบบลูกกะเทาะ, สมรรถนะ

Abstract

Presently, most of maize harvest machines are equipped with two shelling types which are Peg Tooth shelling and Rasp Bar shelling. Even though, peg tooth shelling type is used to shell maize with husks and raps bar shelling is used to shell maize without husks, there is no any specific reports about the performances of these two shelling types with maize with husks and maize without husks. Thus, this experiment aimed to study the performances of both shelling types and other two shelling types, which were called Peg Tooth (A), Peg tooth with Rasp Bar (B), peg tooth and rectangular pegs (C), and Disc pegs (D) with maize with husks. This study assessed the shelling performance of these 4 shelling types by Threshing Efficiency (TE), Total Losses (TL), Grain Breakage (GB) from four levels of concave clearance including 15, 20, 25, and 30 mm. The results showed that shelling type D provided the best performance and followed by shelling type A, B, and C respectively. Shelling type D gave average performance 95.91%, TL 8.82%, and GB 0.94%.

Keywords: Maize threshing, Shelling design, Performances

1 บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม การผลิตอาหารสัตว์ของประเทศไทย โดยปี 2559/60 มีความ ต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 7.41 ล้านตัน ในขณะที่มีการ ผลิตได้เพียง 4.62 ล้านตัน (Office of Agricultural Economics, 2017)

ในปัจจุบันการเก็บเกี่ยวข้าวโพดแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การ ใช้แรงงานคน และการใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยว เพื่อดำเนินการ กะเทาะข้าวโพดก่อนส่งจำหน่ายให้โรงงานแปรรูปอาหารสัตว์ ซึ่ง การกะเทาะข้าวโพดออกจากฝักเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีความสำคัญต่อ การขนย้าย การเก็บรักษา แปรสภาพ และจำหน่าย โดยที่ผ่าน มามีการพัฒนาเครื่องกะเทาะข้าวโพดกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งใน ปัจจุบันลูกกะเทาะที่ใช้ในการกะเทาะข้าวโพดที่เกษตรกรนิยมใช้ จะเป็นแบบซี่ตี และแบบ Rasp bar โดยดัดแปลงมาจากเครื่อง

นวดข้าวแบบไหลตามแกน (Chuan-Udom and Chinsuwan, 2009)

ในการกะเทาะข้าวโพดแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การกะเทาะแบบปอกเปลือก และไม่ปอกเปลือก ซึ่งการกะเทาะแบบไม่ปอกเปลือกส่วนใหญ่แล้วใช้ลูกกะเทาะเป็นแบบซี่ตี ทำให้เกิดความสูญเสียค่อนข้างสูง จึงต้องมีการปรับแต่งเครื่องนวดในส่วนของลูกกะเทาะและปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความสูญเสีย เพื่อใช้ในการกะเทาะข้าวโพดให้มีสมรรถนะที่สูงขึ้น (Chuan-Udom and Chinsuwan, 2009) จากการศึกษาของ Saeng-ong et al. (2015) และ Chuan-Udom (2013) ซึ่งใช้ลูกกะเทาะแบบซี่ตีพบว่า มุมครีบบวงเดือนและความชันมีผลต่อความสูญเสียมากที่สุด เพราะมุมครีบบวงเดือนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้วัสดุเคลื่อนที่ในชุดนวดได้นานขึ้น Srison et al. (2016) ได้ศึกษาปัจจัยออกแบบที่มีผลต่อความสูญเสียและการใช้พลังงานของเครื่องกะเทาะข้าวโพดแบบไหลตามแกน ซึ่งเป็นลูกกะเทาะแบบซี่ตีพบว่า ระยะห่างระหว่างซี่นวด ระยะห่างระหว่างซี่ตะแกรงกะเทาะ และระยะห่างระหว่างปลายซี่นวดและตะแกรงกะเทาะ มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวดและพลังงานที่ใช้ในการกะเทาะ โดยระยะห่างระหว่างซี่นวด ระยะห่างระหว่างซี่ตะแกรงกะเทาะ และระยะห่างระหว่างปลายซี่ตีและตะแกรงกะเทาะที่เหมาะสมคือ 101.6, 25 และ 20 มิลลิเมตร ตามลำดับ Steponavicius et al. (2017) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของข้าวโพดในห้องนวดด้วยวิธีความเร็วสูง ซึ่งลูกกะเทาะที่ใช้เป็นแบบ Rasp bar พบว่า แผ่นฟิลเตอร์ระหว่างลูกกะเทาะและระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะกับตะแกรงกะเทาะมีผลต่อการเคลื่อนที่และการกะเทาะของข้าวโพดในห้องนวด

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น พบว่าการศึกษาลูกกะเทาะที่ใช้ในการกะเทาะข้าวโพดทั้งเปลือกยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย ถึงแม้ว่าเกษตรกรนิยมใช้ลูกกะเทาะแบบซี่ตีเพื่อใช้กะเทาะข้าวโพดแบบไม่ปอกเปลือก แต่ยังไม่มีความรู้ด้านการเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของลูกกะเทาะ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการเปรียบเทียบลูกกะเทาะที่มีผลต่อสมรรถนะการกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งประกอบไปด้วย ลูกกะเทาะแบบซี่ตี (A) ลูกกะเทาะแบบผสมระหว่างซี่ตีกับ Rasp bar (B) ลูกกะเทาะแบบผสมระหว่างซี่ตีกับเหล็กเหลี่ยม (C) และลูกกะเทาะแบบ disc pegs (D) โดยใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ แปซิฟิก 999 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบนี้ได้ใช้ข้าวโพดพันธุ์ แปซิฟิก 999 โดยใช้เครื่องกะเทาะข้าวโพดแบบไหลตามแกน ซึ่งเป็นลูกกะเทาะแบบซี่ตี มีขนาดความกว้าง 1.83 m ความยาวลูกกะเทาะ 0.9 m และความสูง 1.60 m ต้นกำลังที่ใช้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5.59 kW ซึ่งดำเนินการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

2.2 การศึกษาลักษณะของลูกกะเทาะ

ลูกกะเทาะที่ใช้ในการทดสอบมี 4 ชนิด คือ ลูกกะเทาะแบบซี่ตี ลูกกะเทาะแบบผสมระหว่างซี่ตีกับ Rasp bar ลูกกะเทาะแบบซี่ตีกับก้านตี และลูกกะเทาะแบบโค้ง ดังรูปที่ 1 และระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะกับตะแกรงกะเทาะที่ใช้ทดสอบคือ 15, 20, 25 และ 30 mm โดยใช้ความเร็วของลูกกะเทาะคงที่ 10 m s^{-1} อัตราการป้อนคงที่ 1750 kg h^{-1} มุมครีบบวงเดือนคงที่ 87 องศา ที่ความชันของเปลือก ชั่ง และเมล็ดข้าวโพดเท่ากับ 19.82, 24.02 and 44.79 % (w.b.) ตามลำดับ โดยใช้แผนการทดสอบแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทดสอบอย่างละ 3 ซ้ำ

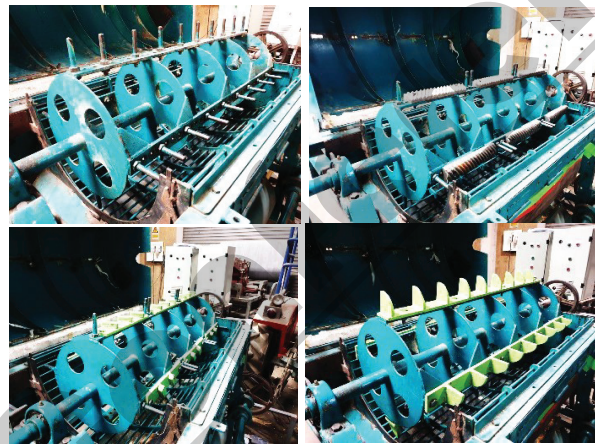


Figure 1 Types of shelling, (A) peg tooth (Top left), (B) peg tooth with rasp bar (Top right), (C) peg tooth with rectangular pegs (Bottom left) and (D) disc pegs (Bottom right)

2.3 ค่าชี้ผล

การเปรียบเทียบรูปแบบของลูกกะเทาะข้าวโพดแบบไม่ปอกเปลือกมีค่าชี้ผลในการทดสอบครั้งนี้คือ ประสิทธิภาพในการกะเทาะ (Threshing Efficiency, TE) ความสูญเสียจากการกะเทาะ (Total losses, TL) และปริมาณเมล็ดแตกหัก (Grain Breakage, GB) โดยคำนวณตามมาตรฐานของ RNAM Test code (RNAM, 1995)

3 ผลและวิจารณ์

ผลของการเปรียบเทียบลูกกะเทาะที่มีผลต่อสมรรถนะในการกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบทั้งเปลือกประกอบไปด้วย ประสิทธิภาพการกะเทาะ ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะ และปริมาณเมล็ดแตกหัก ซึ่งลูกกะเทาะชนิด A มีประสิทธิภาพการกะเทาะ 91.02% ถึง 96.51% ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะอยู่ระหว่าง 7.51% ถึง 12.61% และปริมาณเมล็ดแตกหักอยู่ในช่วง 1.14% ถึง 1.51% ดัง Table 1

Table 1 Performance analysis data for types A

Types of shelling	concave clearance	TE		TL		GB	
		(%)	SD	(%)	SD	(%)	SD
A	15	96.51	0.77	7.51	1.83	1.51	0.12
	20	95.22	2.26	9.00	1.76	1.34	0.30
	25	93.21	4.41	10.71	2.77	1.14	0.08
	30	91.02	3.45	12.61	6.57	1.30	0.35

จาก Table 1 พบว่า เมื่อระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะกับตะแกรงกะเทาะที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลง แต่ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chuan-Udom and Chinsuwan (2011) เนื่องจากระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะและตะแกรงกะเทาะที่เพิ่มขึ้นทำให้แรงพาดตีในการกะเทาะลดลง ทำให้เมล็ดที่ติดซึ่งถูกขับทิ้งทางช่องขับฟางมีผลต่อความสูญเสียจากชุดกะเทาะที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ในส่วนของเมล็ดแตกหักที่มีค่ามากที่สุดคือ 1.51% อาจเนื่องมาจากความเร็วที่ใช้ในการกะเทาะมากเกินไป (Chuan-Udom and Chinsuwan, 2009)

ลูกกะเทาะชนิด B และลูกกะเทาะชนิด C ที่มีความคล้ายคลึงกัน โดยลูกกะเทาะชนิด B มีประสิทธิภาพการกะเทาะ 84.90% ถึง 89.18% ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะอยู่ระหว่าง 15.53% ถึง 25.02% และปริมาณเมล็ดแตกหักอยู่ในช่วง 1.00% ถึง 1.39% ส่วนลูกกะเทาะชนิด C มีประสิทธิภาพการกะเทาะ 79.38% ถึง 83.45% ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะอยู่ระหว่าง 22.19% ถึง 30.33% และปริมาณเมล็ดแตกหักอยู่ในช่วง 1.33% ถึง 1.87% ดังผลการทดลองใน Table 2 และ Table 3 เนื่องจากลูกกะเทาะทั้ง 2 แบบ เป็นลูกกะเทาะแบบผสมทั้งซี่นวดและแบบ Rasp bar หรือ ก้านตี จึงทำให้เกิดช่องว่างในส่วนของลูกกะเทาะที่เป็น Rasp bar หรือ ก้านตี กับตะแกรงกะเทาะมากเกินไป ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกะเทาะลดลง และยังส่งผลให้ความสูญเสียจากชุดกะเทาะเพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่เมื่อระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะและตะแกรงกะเทาะที่ 30 มิลลิเมตร มีความสูญเสียจากชุดกะเทาะน้อย เนื่องจากมีข้าวโพดที่ไม่ถูกกะเทาะติดค้างอยู่ในชุดนวด และในส่วนของเมล็ดแตกหักเกิดจากความเร็วที่ใช้ในการกะเทาะมากเกินไป

Table 2 Performance analysis data for types B

Types of shelling	concave clearance	TE		TL		GB	
		(%)	SD	(%)	SD	(%)	SD
B	15	88.72	3.04	15.53	3.44	1.00	0.34
	20	86.24	1.78	23.74	6.17	1.02	0.21
	25	82.67	4.51	25.02	1.27	1.39	0.41
	30	79.27	3.74	19.11	1.79	1.36	0.50

Table 3 Performance analysis data for types C

Types of shelling	concave clearance	TE		TL		GB	
		(%)	SD	(%)	SD	(%)	SD
C	15	82.15	6.12	22.94	3.69	1.87	0.74
	20	81.28	1.33	22.19	1.22	1.84	0.35
	25	77.95	5.74	30.33	1.31	1.33	0.43
	30	73.56	7.75	28.57	2.10	1.60	0.33

ลูกกะเทาะชนิด D มีประสิทธิภาพการกะเทาะ 93.89% ถึง 97.89% ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะอยู่ระหว่าง 6.90% ถึง 10.28% และปริมาณเมล็ดแตกหักอยู่ในช่วง 0.86% ถึง 1.01% เนื่องจากระยะห่างระหว่างปลายซี่กะเทาะและตะแกรงกะเทาะที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลง แต่ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเพราะว่าแรงพาดตีที่ใช้ในการกะเทาะลดลง ทำให้เมล็ดที่ติดซึ่งถูกขับทิ้งทางช่องขับฟางมีผลต่อความสูญเสียจากชุดกะเทาะที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของเมล็ดแตกหักที่มีค่ามากที่สุดคือ 1.01% อาจเนื่องมาจากความเร็วที่ใช้ในการกะเทาะที่มากเกินไป ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Performance analysis data for types D

Types of shelling	concave clearance	TE		TL		GB	
		(%)	SD	(%)	SD	(%)	SD
D	15	97.89	2.02	6.90	2.42	0.86	0.30
	20	96.84	0.74	7.37	2.80	1.01	0.11
	25	95.00	2.12	9.12	0.25	0.94	0.07
	30	93.89	2.84	10.28	2.79	0.95	0.51

Table 5 Comparison performance of shelling type on corn shelling

Types of shelling	TE		TL		GB	
	(%)	SD	(%)	SD	(%)	SD
A	93.99	2.40	9.96	2.20	1.32	0.15
B	84.22	4.13	20.85	4.36	1.19	0.21
C	78.73	3.90	26.01	4.05	1.66	0.25
D	95.91	1.80	8.42	1.57	0.94	0.06

จาก Table 5 พบว่าลูกกะเทาะชนิด D มีประสิทธิภาพการกะเทาะข้าวโพดแบบทั้งเปลือกเฉลี่ยดีที่สุดถึง 95.91% รองลงมาคือลูกกะเทาะเฉลี่ยชนิด A B และลูกกะเทาะชนิด C เพียง 93.99%, 84.22% และ 78.73% ตามลำดับ ในส่วนของความสูญเสียรวมจากการกะเทาะเฉลี่ย ลูกกะเทาะชนิด C มีความสูญเสียรวมจากการกะเทาะเฉลี่ยมากที่สุดถึง 26.01% รองลงมาคือ ลูกกะเทาะชนิด B, A และลูกกะเทาะชนิด D เพียง 20.85%,

9.96% และ 8.42%ตามลำดับ และปริมาณเมล็ดแตกหัก ลูกกะเทาะชนิด D มีปริมาณการแตกหักเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 0.94% รองลงมาคือ ลูกกะเทาะชนิด B, A และลูกกะเทาะชนิด C ถึง 1.19%, 1.32% และ 1.66% ตามลำดับ เนื่องจากแรงที่กระทบต่อผิวโค้งของซี่ซี่ชนิด D น้อยกว่าแรงที่กระทบต่อซี่ซี่ของลูกกะเทาะชนิด A ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกะเทาะดีที่สุด และยังส่งผลต่อความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะและปริมาณเมล็ดแตกหักที่ลดลงตามไปด้วย

4 สรุป

จากการศึกษาการเปรียบเทียบลูกกะเทาะที่มีผลต่อสมรรถนะการกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า ลูกกะเทาะที่มีสมรรถนะที่ดีคือลูกกะเทาะชนิด D รองลงมาคือลูกกะเทาะชนิด A, B และลูกกะเทาะชนิด C ตามลำดับ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกะเทาะเฉลี่ยสูงถึง 95.91% ความสูญเสียรวมจากชุดกะเทาะเฉลี่ย และปริมาณเมล็ดแตกหักเฉลี่ยเพียง 8.82 และ 0.94% ตามลำดับ

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยตลอดจนให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

6 เอกสารอ้างอิง

- Office of Agricultural Economics. 2017. Maize. Available at: [Chrome-extension://oemmdcbldboiebfnladdacbfmadadm/http://www.aecth.org/upload/13823/Q8ru0PsGgR.pdf](http://www.aecth.org/upload/13823/Q8ru0PsGgR.pdf). Accessed on 15 December 2018. (in Thai)
- Chuan-Udom, S., Chinsuwan, W. 2009. Assessment of Performance of Axial Flow Rice Threshers for Corn Shelling. *KKU Research Journal* 14 (9), 893-902. (in Thai)
- Chun-Udom, S. 2013. Operating factors of Thai threshers affecting corn shelling losses. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 35(1), 63-67.
- Saeng-ong, P., Chun-Udom, S., Saengprachatanarug, K. 2015. Effects of Guide Vane Inclination in Axial Shelling Unit on Corn Shelling Performance. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 49(5), 761-771.
- Srison, W., Chuan-Udom, S., Saengprachatanarug, K. 2016. Design factors affecting losses and power consumption of an axial flow corn shelling unit. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 38(5), 591-598.

Steponavicius, D., Kemzuraite, A., Kiniulis, V., Zokaitis, K. 2017. Analysis of corn ears movement within the threshing crescent using high-speed recording method. *Journal of Measurements in Engineering* 5(4), 240-248.

RNAM. 1995. Test Codes & Procedures for Farm

Machinery, Technical Series No.12. Second edition, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand.

Chuan-Udom, S., Chinsuwan, W. 2011. Design Factors Affecting Harvesting Losses of Threshing Unit of Axial Flow Combine Harvesters when Harvest Thai Hom Mali Rice. *KKU Research Journal* 16(5), 622-633. (in Thai)