Agricultural Sci. J. 50 : 3 (Suppl.) : 292-295 (2019) ว. วิทย. กษ. 50 : 3 (พิเศษ) : 292-295 (2562)

ปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียในเครื่องนวดแบบไหลตามแกนของการนวดถั่วเหลือง
Factors Affecting on Losses of Soybean in Axial-flow Thresher of Soybean Threshing

วุฒิพล จันทร์สระคู[1] ศักดิ์ชัย อาษาวัง[1] มงคล ตุ่นเฮ้า[1] วรรธนะ สมนึก[1]
เอกภาพ ป้านภูมิ[1] อนุชิต ฉ่ำสิงห์[2] และ สมชาย ชวนอุดม[3]
Wuttiphol Chansrakoo[1], Sakchai Arsawang[1], Mongkhol Tunhaw[1], Wantana Somnuak[1],
Akkaparp Panpoom[1], Anuchit Chamsing[2] and Somchai Chuan-Udom[3]

Abstract

This research aimed at investigating the operational factors that affect losses of soybean using an axial-flow soybean thresher. The result would be applied in developing a soybean combine harvester to be installed with a small tractor. The axial-flow soybean threshing unit is composed of a rotor of 0.48 m diameter and 0.70 m length, peg tooth clearance (PC) of 41.4 mm, concave clearance (CC) of 20 mm, and guide vane inclination (GI) of 80 degree. The investigated factors included grain moisture content, rotor speed, and feed rate. The split-plot experiment was designed by setting the main plots of soybean moisture contents at three levels, i.e., 14.94, 23.55, and 36.04 % (w.b.) and the sub-plot of 3x3 factorial RCBD treatment: the rotor speed as the first factor having 3 levels, i.e., 7.54, 10.01, and 12.56 m/s; and the feed rate as the second factor with 3 levels, i.e., 100, 150, and 200 kg/h. The experiment indicated that the moisture content (MC) and the rotor speed (RS) significantly affected unthreshed loss, separating loss, total loss, and percentage of breakage. The feed rate (FR) significantly affected percentage of breakage but not unthreshed loss, separating loss and total loss. The axial-flow soybean threshing unit is recommended for soybean moisture content of not over 16% (w.b.) and rotor speeds between 10 - 12 m/s, while feed rates should not exceed 150 kg/h.

Keywords: Soybean, Soybean threshing, Axial flow thresher

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปัจจัยการทำงานที่มีผลต่อการสูญเสียเมล็ดถั่วเหลืองด้วยเครื่องนวดถั่วเหลืองแบบไหลตามแกน และนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองสำหรับติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ชุดนวดถั่วเหลืองแบบไหลตามแกนประกอบด้วยลูกนวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.48 เมตร ความยาว 0.70 เมตร ช่วงห่างระหว่างซี่นวด 41.4 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างปลายซี่นวดกับตะแกรงนวดล่าง 20 มิลลิเมตร มุมครีบวงเดือนทำมุมกับแนวแกนเพลาลูกนวด 80 องศา โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย ความชื้นของเมล็ด ความเร็วเชิงเส้นลูกนวด และอัตราการป้อน วางแผนการทดลองแบบ Split plot กำหนดให้ Main plot คือ ความชื้นของเมล็ด มี 3 ระดับ ได้แก่ 14.94, 23.55 และ 36.04 % (ฐานเปียก) Sub plot จัดสิ่งการทดลอง แบบ 3x3 factorial in RCBD โดยกำหนดปัจจัยที่ 1 คือ ความเร็วเชิงเส้นลูกนวด มี 3 ระดับ ได้แก่ 7.54, 10.01 และ 12.56 เมตรต่อวินาที และปัจจัยที่ 2 คือ อัตราการป้อน มี 3 ระดับ ได้แก่ 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ความชื้นของเมล็ด และความเร็วเชิงเส้นลูกนวดมีผลต่อความสูญเสียปริมาณเมล็ดจากการนวด การคัดแยก ความสูญเสียปริมาณเมล็ดทั้งหมด และมีปริมาณเมล็ดแตกหักมากอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอัตราการป้อนมีผลต่อปริมาณเมล็ดแตกหัก แต่ไม่มีผลต่อความสูญเสียปริมาณเมล็ดจากการนวด การคัดแยกและความสูญเสียปริมาณเมล็ดทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ สำหรับการใช้งานเครื่องนวดถั่วเหลืองแบบไหลตามแกนควรนวดเมื่อเมล็ดมีความชื้นไม่เกิน 16% (ฐานเปียก) ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดในช่วง 10-12 เมตรต่อวินาที และไม่ควรป้อนวัสดุในปริมาณที่มากเกินกว่า 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง การนวดถั่วเหลือง เครื่องนวดแบบไหลตามแกน

---

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จ.ขอนแก่น 40000
[1] Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, Khon kaen 40000
[2] กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จ.ปทุมธานี 12120
[2] Postharvest Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Pathumthani 12120
[3] กลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
[3] Applied Engineering for Important Crops of the North East Research Group, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

คำนำ

ปัญหาในการเก็บเกี่ยวและนวดคือขาดแคลนแรงงาน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการผลิตอื่น แนวทางการแก้ปัญหาคือ การนำเครื่องจักรกลเกษตรที่เหมาะสมมาใช้โดยเฉพาะเครื่องที่สามารถดำเนินการได้ทั้งการเกี่ยวและนวดในคราวเดียวกัน แต่ต้องไม่ทำให้เกิดความสูญเสียกับผลผลิตมากกว่าที่เกษตรกรยอมรับได้ อัตราค่าจ้างต้องไม่แพงกว่าวิธีการปฏิบัติเดิม (อนุชิต, 2536) ในการรับจ้างนวดถั่วเหลืองส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความสูญเสียถั่วเหลืองมากนัก ด้วยความเร็วรอบลูกนวดสูงการนวดเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรงมีผลให้เกิดความสูญเสียต่อเมล็ดถั่วเหลือง ความสูญเสียด้านปริมาณเป็นความเสียหายตรวจสอบได้ด้วยการสังเกต นอกจากนี้แล้วการนวดถั่วเหลืองด้วยเครื่องนวดที่มีหลักการที่แตกต่างกันส่งผลทำให้ผลความเสียหายในการนวดต่างกันด้วย ถั่วเหลืองความชื้นสูงเมล็ดทนทานต่อความรุนแรงในการนวดได้ดีกว่าเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ แต่จะมีความบอบช้ำภายในส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยลง (Chinsuwan e*t al*., 1990) ดังนั้นในการออกแบบชุดนวดเพื่อใช้งานในเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบและเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบและพฤติกรรมการทำงานของชุดนวดแบบไหลตามแกน ซึ่งจะช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบให้มีความถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

ชุดทดสอบการนวดถั่วเหลืองแบบไหลตามแกนมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ลูกนวดเป็นแบบซี่เหล็กกลม มีจำนวน 6 แถบนวด ตะแกรงนวดล่างเป็นตะแกรงซี่เหล็กกลม ครีบวงเดือนติดอยู่กับตะแกรงบนลูกนวดมีทั้งหมด 3 ใบ สามารถปรับมุมได้สายพานป้อนสามารถปรับค่าความเร็วที่ใช้ในการป้อนได้ ลูกนวดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.48 ม. และความยาว 0.70 ม. มอเตอร์ไฟฟ้า 220 V ขนาด 3 HP ทำการศึกษากับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และเลย นิยมปลูก ชุดนวดถั่วเหลืองที่ทำการศึกษาเป็นแบบไหลตามแกน ทำการทดสอบในอาคารปฏิบัติการโดยชุดทดสอบการนวดถั่วเหลืองประกอบด้วย ช่วงห่างระหว่างซี่นวด (PC) 41.4 มม. ระยะห่างระหว่างปลายซี่นวดกับตะแกรงนวดล่าง (CC) 20 มม. มุมครีบวงเดือนทำมุมกับแนวแกนเพลาลูกนวด (GI) 80 องศา

2. วิธีการทดสอบ

ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย ความชื้นของเมล็ด ความเร็วเชิงเส้นลูกนวด และอัตราการป้อน โดยวางแผนการทดลองเป็น Split plot โดยกำหนดให้ Main plot คือ ความชื้นเมล็ด (MC) มี 3 ระดับ ได้แก่ 14.94, 23.55 และ 36.04 %(wb) Sub plot จัดสิ่งการทดลอง เป็น 3x3 factorial in RCBD โดยกำหนดปัจจัยที่ 1 คือ ความเร็วเชิงเส้นลูกนวด (RS) มี 3 ระดับ ได้แก่ 7.54, 10.01 และ 12.56 m/s และปัจจัยที่ 2 คือ อัตราการป้อน (FR) มี 3 ระดับ ได้แก่ 100, 150 และ 200 kg/h.

ค่าชี้ผลปัจจัยการทำงานที่มีต่อความสูญเสียปริมาณเมล็ดถั่วเหลืองของชุดนวดแบบไหลตามแกน ซึ่งประกอบด้วยความสูญเสียปริมาณเมล็ดจากการนวด จากการคัดแยก ความสูญเสียปริมาณเมล็ดทั้งหมด และปริมาณเมล็ดแตกหัก

ผล

1. ผลที่มีต่อความสูญเสียปริมาณจากการนวด

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ด (MC) กับความเร็วเชิงเส้นลูกนวด (RS) ที่มีผลเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียปริมาณจากการนวด (UL) (Figure 1) พบว่า อัตราการป้อน (FR) ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันกับ RS และ MC ที่ความชื้นเมล็ดต่ำกว่า 24%(wb) และความเร็วเชิงเส้นลูกนวดลดลงส่งผลให้ความสูญเสียปริมาณจากการนวดต่ำ และเมื่อช่วงความชื้นเมล็ดสูงกว่า 24%(wb) ขึ้นไป ความสูญเสียปริมาณจากการนวดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นลูกนวดลดต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเร็วเชิงเส้นลูกนวดเป็นการเพิ่มความรุนแรงในการนวดทำให้ความสูญเสียปริมาณจากการนวดลดลง

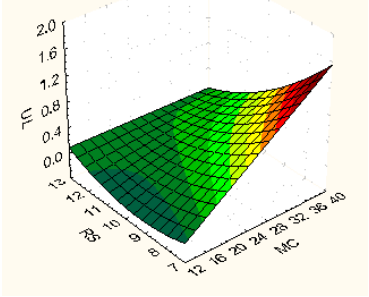


Figure 1 Effect of rotor speed and moisture content on unthreshed loss

2. ผลที่มีต่อความสูญเสียจากการคัดแยก

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง (MC) กับความเร็วเชิงเส้นลูกนวด (RS) ที่มีผลปริมาณความสูญเสียจากการคัดแยก (SL) (Figure 2) ทั้งนี้อัตราการป้อน (FR) ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันกับ RS และ MC

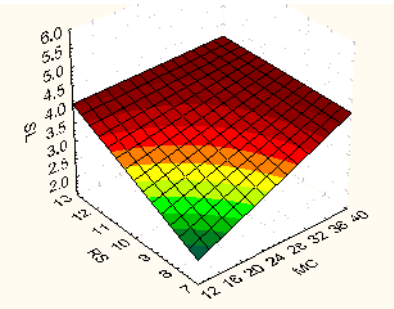


Figure 2 Effect of rotor speed and moisture content on separating loss

เมื่อความชื้นเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสูญเสียปริมาณจากการคัดแยกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นสูงก็ทำให้ฝักและต้นถั่วเหลืองมีความชื้นสูงเช่นกัน ซึ่งทำให้เมล็ดการนวดเมล็ดถั่วเหลืองให้หลุดออกจากฝักและต้นทำได้ยาก ประกอบกับความเหนียวของฝักและต้น ส่งผลให้การแยกเมล็ดลำบากมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Chuan-udom (2007) กล่าวว่าหากเมล็ดและฟางข้าวมีความชื้นสูง มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับข้าวพันธุ์นวดยาก

ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ความสูญเสียปริมาณจากการคัดแยกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ความชื้นเมล็ดต่ำกว่า 24%(wb) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเร็วเชิงเส้นลูกนวดเป็นการเพิ่มความรุนแรงและแรงเหวี่ยงในการนวดอาจทำให้ต้นและฝักถั่วเหลืองที่มีความชื้นต่ำกว่า 24%(wb) มีการหักและขัดขวางการลอดผ่านตะแกรงนวดของเมล็ดถั่วเหลืองจึงส่งผลให้มีเมล็ดถูกขับทิ้งที่ช่องส่งฟางได้มากขึ้น ส่วนที่ระดับความชื้นเมล็ดมากกว่า 24%(wb) ขึ้นไป ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดไม่ส่งผลต่อความสูญเสียจากการคัดแยก

3. ผลที่มีต่อความสูญเสียปริมาณเมล็ดทั้งหมด

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง (MC) กับความเร็วเชิงเส้นลูกนวด (RS) ที่มีผลเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียรวม (TL) (Figure 3) ความสูญเสียรวมมีค่าสูงมากขึ้นเมื่อความชื้นเมล็ดและความเร็วเชิงเส้นลูกนวดสูงขึ้น และมีค่าต่ำลงเมื่อทำการนวดเมล็ดถั่วเหลืองที่มีความชื้นต่ำและใช้ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดต่ำลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อัตราการป้อน (FR) ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันกับ RS และ MC

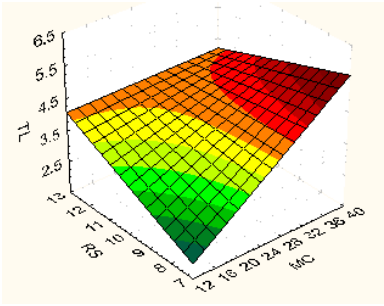


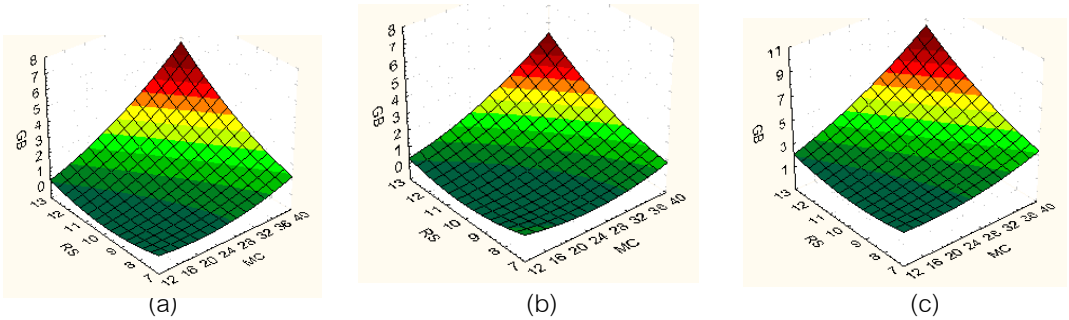
Figure 3 Effect of rotor speed and moisture content on total loss

เมื่อความชื้นเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสูญเสียปริมาณเมล็ดทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นสูงก็ทำให้ฝักและต้นถั่วเหลืองมีความชื้นสูงเช่นกัน ซึ่งทำให้เมล็ดการนวดเมล็ดถั่วเหลืองให้หลุดออกจากฝักและต้นทำได้ยาก ประกอบกับความเหนียวของฝักและต้น ส่งผลให้การแยกเมล็ดลำบากมากขึ้น

ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ความสูญเสียรวมเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ความชื้นเมล็ดต่ำกว่า 24%(wb) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเร็วเชิงเส้นลูกนวดเป็นการเพิ่มความรุนแรงและแรงเหวี่ยงในการนวดอาจทำให้ต้นและฝักถั่วเหลืองที่มีความชื้นต่ำกว่า 24%(wb) มีการหักและขัดขวางการลอดผ่านตะแกรงนวดของเมล็ดถั่วเหลืองได้ยากขึ้นจึงส่งผลให้มีเมล็ดถูกส่งไปที่ช่องส่งฟางได้มากขึ้น ส่วนที่ระดับความชื้นเมล็ดมากกว่า 24%(wb) ขึ้นไป ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดส่งผลต่อความสูญเสียรวมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เช่นเดียวกันกับ separating loss

4. ผลที่มีต่อปริมาณเมล็ดแตกหัก

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง (MC) กับความเร็วเชิงเส้นลูกนวด (RS) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การแตกหัก (GB) ที่ระดับอัตราการป้อน 100, 150 และ 200 กิโลกรัม/ชั่วโมง (Figure 4)



(a) (b) (c)

Figure 4 Effect of rotor speed and moisture content at FR 100 kg/h (a), 150 kg/h (b) and 200 kg/h (c) on grain breakage

ที่ความชื้นเมล็ดถั่วเหลือง 16%(wb) ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ส่งผลต่อปริมาณเมล็ดแตกหัก แต่เมื่อความชื้นเมล็ดถั่วเหลืองมากกว่า 16%(wb) ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณเมล็ดแตกหักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ Gummert *et al.* (1992) กล่าวว่าความเร็วเชิงเส้นลูกนวดที่เพิ่มขึ้นทำให้เมล็ดแตกหักเพิ่มมากขึ้น เมื่ออัตราการป้อนเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณเมล็ดแตกหักมีค่าเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการป้อนวัสดุที่มากขึ้นทำให้อัตราส่วนของต้นถั่วเหลืองมีปริมาณที่มากขึ้นในขณะที่ความเร็งลูกนวดเท่าเดิม ซึ่งทำให้เมล็ดถูกฟาดตีหรือขัดสีในห้องนวดมากขึ้นกว่าเดิม

วิจารณ์ผล

ความชื้นเมล็ดถั่วเหลือง และความเร็วเชิงเส้นลูกนวด มีผลต่อความสูญเสียปริมาณจากการนวด การคัดแยก ปริมาณเมล็ดทั้งหมด และปริมาณการแตกหักของเมล็ดถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ อัตราการป้อนมีผลต่อปริมาณเมล็ดแตกหักของถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่มีผลต่อความสูญเสียอื่นๆ ทั้งนี้ควรทำการนวดถั่วเหลืองที่ความชื้นไม่เกิน 16%(wb) ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดในช่วง 10-12 เมตรต่อวินาที และไม่ควรใช้อัตราป้อนวัสดุที่มากเกินกว่า 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

สรุป

จากการศึกษาปัจจัยการทำงานที่มีผลต่อการสูญเสียเมล็ดถั่วเหลืองด้วยเครื่องนวดแบบไหลตามแกน โดยทุกปัจจัยมีผลต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ในการใช้งานควรปรับระดับปัจจัยการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพพืชเพื่อลดความสูญเสียและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องนวดถั่วเหลือง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้การดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร และกลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

อนุชิต ฉ่ำสิงห์. 2536. การศึกษาแนวทางการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสำหรับเกี่ยวนวดถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 160 หน้า.

Chinsuwan, W., S. Krisanaseranee, J. Mongkolthanatas and P. Thongsawatwong. 1990. Final report: Soybean posthartvest tecnology project (Technical Evalution). A Report Submitted to the International Development Research Centre (IDRC). November 1990. 87 p.

Chuan-udom, S. 2007. Prediction of threshing system losses on axial-flow rice combine harvesters. Doctor of Philosophy Thesis. Agricultural Machinery Engineering, Graduate School, Khon Kaen University. 190 p.

Gummert, M., H.D. Kutzbach, W. Muhlbauer, P. Wacker and G.R. Quick. 1992. Performance evaluation of an IRRI axial-flow paddy thresher. AMA 23(3): 47-58.