Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 23-26 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 23-26 (2560)

การพรวนกลบวัสดุอ้อยในไร่หลังการเก็บเกี่ยวด้วยไถจานชนิดใช้กำลังขับ

Sugarcane Residue Incorporation after Harvesting by Powered Disk Tiller

รุจิภาส คงกล่ำ[1] ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล[1*] และ ประเทือง อุษาบริสุทธิ์[1]

Rujipart Kongklum[1], Sirisak Choedkiatphon[1] and Prathuang Usaborisut[1]

Abstract

Sugarcane residue incorporation after harvesting is important for alleviating the effects of sugarcane burning on the sugarcane field in Thailand. The trash Incorporator by using powered disk tiller was developed to improve the sugarcane residue management between the rows of cane stalk. The performance tests were conducted in the sugarcane field with a blanket of sugarcane leaves with 20 cm thick. The average soil cone index (soil penetration resistance) was 3.7 MPa. The soil moisture content and the soil dry bulk density were 13.96% (db) and 1.75 g/cm^3, respectively. Tests were carried out at different forward speeds of tractor of 1.85 and 2.29 km•h^{-1}, gang angles of 38°, 40° and 42° and disk revolution speeds of 150 and 167 rpm. The results showed that at 40° gang angle setting, consumed less specific power compared to 38° gang angle setting at all forward speeds and disc revolution speeds. The implement consumed as much as 2.24 to 17.04% and 14.94 to 23.43% more specific power at 38° gang angle setting than 40° gang angle setting at disc revolution speeds of 150 and 170 rpm, respectively. The specific power consumption increased with higher disc revolution speeds at all forward speeds. Better performance in terms of trash covering efficiency was obtained at a 40° gang angle and 150 rpm revolution speed. It showed that the gang angle is an important parameter affecting on the specific PTO power and the sugarcane-trash inversion.

Keywords: powered disk tiller, sugarcane, sugarcane-trash inversion.

บทคัดย่อ

การพรวนกลบวัสดุอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการบรรเทาผลกระทบเนื่องจากอ้อยไฟไหม้ในไร่ในประเทศไทย อุปกรณ์ไถจานชนิดใช้กำลังขับถูกพัฒนาเพื่อพรวนกลบเศษวัสดุอ้อยระหว่างแนวอ้อยตอ การทดสอบสมรรถนะของอุปกรณ์ดำเนินการในไร่ที่ปกคลุมด้วยใบอ้อยหนา 20 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยดัชนีกรวยของดิน (ความต้านทานการแทงทะลุดิน) เท่ากับ 3.7 เมกะปาสคาล ปริมาณความชื้นในดินและความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งเท่ากับ 13.96% (db) และ 1.75 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ทดสอบที่ความเร็วการเดินทางของรถแทรกเตอร์ 1.85 และ 2.29 กม./ชม. มุม gang angle 38° 40° และ 42° และความเร็วรอบการหมุนของจานไถ 150 และ 167 รอบต่อนาที ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าในทุกกรณีของความเร็วการเดินทางของรถแทรกเตอร์และความเร็วรอบการหมุนของจานไถ การพรวนกลบวัสดุอ้อยด้วยมุม gang angle 40° อุปกรณ์ไถจานชนิดใช้กำลังขับใช้กำลังจำเพาะที่เพลาอำนวยกำลังน้อยกว่าการพรวนกลบวัสดุอ้อยที่มุม gang angle 38° โดยที่อุปกรณ์ใช้กำลังจำเพาะในการพรวนกลบวัสดุอ้อยด้วยมุม gang angle 38° มากกว่าการพรวนกลบวัสดุอ้อยด้วยมุม gang angle 40° คิดเป็น 2.24 ถึง 17.04% และ 14.94 ถึง 23.43% ที่ความเร็วรอบการหมุนของจานไถ 150 และ 170 รอบต่อนาที ตามลำดับ อุปกรณ์ใช้กำลังจำเพาะเพื่อการพรวนกลบวัสดุอ้อยเพิ่มขึ้นด้วยความเร็วรอบหมุนจานไถเพิ่มขึ้นในทุกกรณีของความเร็วการเดินทางของรถแทรกเตอร์ อุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพที่มุม gang angle 40° และความเร็วรอบหมุนของจานไถ 150 รอบต่อนาที ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ามุม gang angle เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้กำลังจำเพาะในการพรวนกลบและประสิทธิภาพการพลิกกลบวัสดุอ้อย

คำสำคัญ: ไถจานชนิดใช้กำลังขับ อ้อย การพลิกกลบวัสดุอ้อย

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140, * email: fengsrcp@ku.ac.th

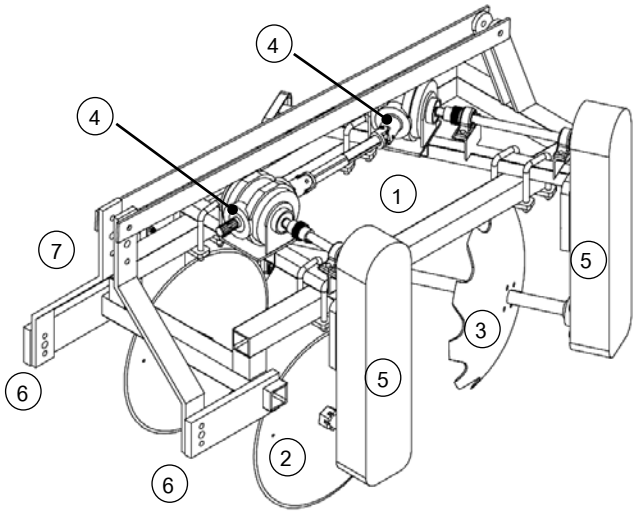
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kampheang Sean, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140.

คำนำ

ปัจจุบันการลุกลามของไฟไหม้วัสดุอ้อยที่ปลกคลุมอ้อยตอ(ratoon cane) ยังคงเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยโดยเฉพาะไฟลุกไหม้ขณะอ้อยตอแตกหน่อใหม่ซึ่งจะส่งผลให้ต้นอ้อยเสียหายและส่งผลถึงปริมาณผลผลิตอ้อย อีกทั้งยังส่งผลต่อต้นทุนการปลูกอ้อยเนื่องด้วยเกษตรกรต้องปลูกอ้อยใหม่ทดแทนอ้อยตอที่เสียหาย ในปี พ.ศ. 2547 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรีกรมวิชาการเกษตร ดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์พรวนสับใบอ้อยระหว่างแนวอ้อยตอสำหรับต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ในประเทศไทยดำเนินการโดย อรรถสิทธิ์ และคณะ (2547) ซึ่งดำเนินการพัฒนาเครื่องสับใบอ้อยระหว่างแถวอ้อยตอที่ใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดตั้งแต่ 75 แรงม้า ขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยของเกษตรกร เครื่องสับใบอ้อยระหว่างแถวอ้อยตอประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก คือ ชุดผานจักรสับใบอ้อย 2 ชุด และจอบหมุน 2 ชุด ผานจักรสับใบอ้อยทำหน้าที่สับใบอ้อยให้มีขนาดเล็กลง และอุปกรณ์ไถจอบหมุนจะทำหน้าที่สับใบอ้อยคลุกเคล้าลงดิน สุภาษิต และคณะ (2547) พัฒนาอุปกรณ์ไถจอบหมุนเยื้องไปทางขวาในแนวรถแทรกเตอร์ความกว้างการไถ 90 ซม. ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาด 88 แรงม้า เพื่อการพรวนดินและใบอ้อยในร่องระหว่างแนวอ้อย เห็นได้ว่าก่อนหน้านี้นักวิจัยพัฒนาอุปกรณ์ไถจอบหมุนเพื่อการพรวนดินและสับใบอ้อยเพื่อคลุกเคล้าใบอ้อยกับดินระหว่างแนวอ้อยตอซึ่งยังคงมีใบอ้อยบางส่วนปกคลุมผิวดิน อีกทั้ง ธัญญา และคณะ (2559) ทดสอบสมรรถนะการไถเตรียมดินของอุปกรณ์ไถจานชนิดใช้กำลังและรายงานว่าอุปกรณ์ไถจานชนิดใช้กำลังขับสามารถไถเตรียมดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้กำลังฉุดลากลดลงซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบ และเสนอแนะว่าอุปกรณ์ไถจานชนิดใช้กำลังขับที่ติดตั้งผานจานใบจักรแบบเกลียวสามารถตัดใบอ้อยได้แต่ไม่สามารถพรวนกลบใบอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นและแนวทางการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ไถจานชนิดใช้กำลังขับที่สามารถพรวนกลบวัสดุอ้อยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อบรรเทาปัญหาไฟลุกไหม้ในไร่อ้อย

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยแบบไถจานชนิดใช้กำลังขับเริ่มต้นโดยสร้างอุปกรณ์ต้นแบบรุ่นที่ 2 (Figure 1) โดยพัฒนาจากอุปกรณ์ต้นแบบรุ่นที่ 1 (ศิริศักดิ์ และคณะ, 2559) โดยใช้กล่องเกียร์ทด (No. 4) ถ่ายทอดกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์และส่งกำลังผ่านระบบส่งกำลังเฟืองโซ่ (No. 5) ไปยังผานจานไถใบจักรแบบเกลียว (spiral-notched disk) ดังแสดงด้วย No. 3 และแผ่นจานเหล็กกรีดตัดใบอ้อย (No. 2) ทั้งจานกรีดใบอ้อยและผานจานไถใบจักรแบบเกลียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 นิ้ว โดยดำเนินการทดสอบสมรรถนะที่แปลงปลูกอ้อยพันธุ์ ณ ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ต.ทุ่งทอง อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี เนื้อดินร่วนปนดินทราย ประกอบด้วย อนุภาคดินทราย 58.4% อนุภาคดินทรายแป้ง 32.3% และอนุภาคดินเหนียว 14.3% ความหนาแน่นรวมสภาพแห้งของดิน 1.69 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณความชื้นในดิน 13.87% (db) ความต้านทานการแทงทะลุดิน 3.5 MPa สภาพไร่อ้อยขณะทดสอบผิวดินปกคลุมด้วยใบอ้อยเฉลี่ย 3.6 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทดสอบที่ความเร็วการเดินทางเฉลี่ยของรถแทรกเตอร์ 1.85 และ 2.29 กม./ชม. มุมชุดจานไถ (gang angle) 38°, 40° และ 42° และทดสอบที่ความเร็วรอบการหมุนที่ผานจานไถ 150 และ 167 รอบต่อนาที แต่ละเงื่อนไขทดสอบ 3 ซ้ำ ขณะทดสอบวัดแรงบิดที่เพลาอำนวยกำลังด้วย torque transducer เพื่อคำนวณหาค่ากำลังจำเพาะ



No. 1: main structure of sugarcane-trash incorporator
No. 2: Powered smooth coulter
No. 3: Spiral-notched disk plow
No. 4: Transmission gear box
No. 5: Chain-sprocket transmission system
No. 6: Lower hitch points
No. 7: Upper hitch point

Figure 1. A schematic of sugarcane-trash incorporator by using powered disk tiller.

กำลังจำเพาะในการพรวนกลบใบอ้อย หมายถึง กำลังที่อุปกรณ์ใช้ในการพรวนกลบใบอ้อยต่อพื้นที่สัมผัสในแนวดิ่งในระหว่างผานจานไถพรวนดินหรือพื้นที่สัมผัสรับแรงดันขณะไถจานไถกำลังพรวนกลบดิน พื้นที่สัมผัสดังกล่าวคำนวณได้จากสมการคำนวณพื้นที่รับแรงดันที่นำเสนอโดย Abo El Ees and Wills (1986)

การประเมินประสิทธิภาพการพรวนกลบใบอ้อยทำได้โดยการคำนวณหาร้อยละพื้นที่การพรวนกลบใบอ้อยจากภาพถ่าย Figure 2 แสดงการกลบวัสดุอ้อยในกรอบเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร โดยที่พื้นที่ A_1 แสดงพื้นที่ระหว่างแนวร่องไถกับแนวอ้อยตอ และพื้นที่ A_2 (Figure 2) ซึ่งแสดงพื้นที่ระหว่างแนวร่องไถถึงแนวการพลิกกลบใบอ้อย ประสิทธิภาพการพรวนกลบใบอ้อยคำนวณด้วยสมการที่ (1) ซึ่งแสดงเปอร์เซ็นต์การพรวนกลบใบอ้อย

$$\text{Trash Covering Efficiency: C.E. (\%)} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)\cdot 100 \quad \ldots(1)$$

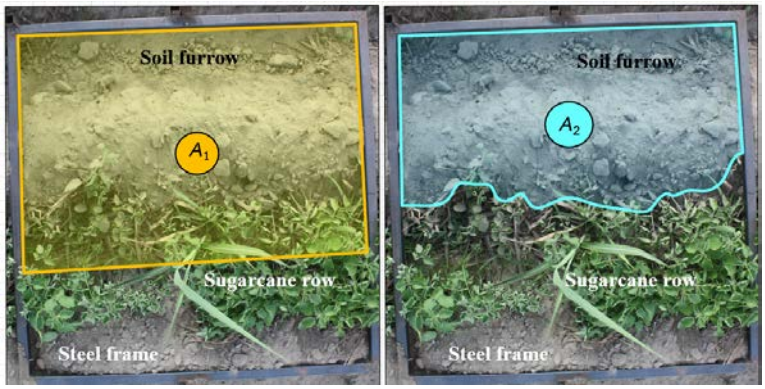


Figure 2 The boundary of the areas of A_1 and A_2, which A_1 was an area between the soil furrow and sugarcane row and A_2 was the area of inverted soil

ผล

1. กำลังจำเพาะที่เพลาอำนวยกำลัง (Specific PTO Power)

ผลการทดสอบสมรรถนะอุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยแบบไถจานชนิดใช้กำลังขับในไร่อ้อย (Figure 3a) แสดงให้เห็นว่าทั้งกรณีความเร็วรอบหมุน 150 และ 170 รอบต่อนาที ที่ความเร็ว 2.29 กม./ชม.อุปกรณ์ต้องใช้กำลังจำเพาะที่เพลาอำนวยกำลังสูงกว่าที่ความเร็ว 1.85 กม./ชม. กรณีรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.29 กม./ชม. เปรียบเทียบกับความเร็ว 1.85 กม./ชม.ค่ากำลังจำเพาะขณะอุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยจะเพิ่มขึ้น 4.72 – 24.06% และ 3.71 – 32.37% ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลเนื่องจากมุม gang angle ทั้งกรณีผานจานใบจักรหมุนพรวนกลบวัสดุอ้อยด้วยความเร็วรอบการหมุน 150 และ 170 รอบต่อนาที พบว่าขณะที่อุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยด้วยมุม gang angle 40° อุปกรณ์ใช้กำลังจำเพาะที่เพลาอำนวยกำลังลดลง 2.24 – 17.04% และ 14.94 – 23.43% ตามลำดับ เปรียบเทียบกับเงื่อนไขมุม gang angle 38°

2. ประสิทธิภาพการพรวนกลบวัสดุอ้อย (Trash Covering Efficiency, C.E.)

ผลการประเมินประสิทธิภาพการพรวนกลบวัสดุอ้อยถูกแสดงด้วย Figure 3b ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการพรวนกลบวัสดุอ้อย ที่เงื่อนไขมุม gang angle 38° ประสิทธิภาพการพรวนกลบสูงกว่า 95% นั่นคืออยู่ในช่วงระหว่าง 96.6 – 104.8% สำหรับกรณีมุม gang angle 40° ประสิทธิภาพการพรวนกลบวัสดุอ้อยในไร่อยู่ในช่วงระหว่าง 90.4 – 95.0% และที่เงื่อนไขมุม gang angle 42° ประสิทธิภาพการพรวนกลบวัสดุอ้อยในไร่อยู่ในช่วงระหว่าง 95.4 – 97.8%

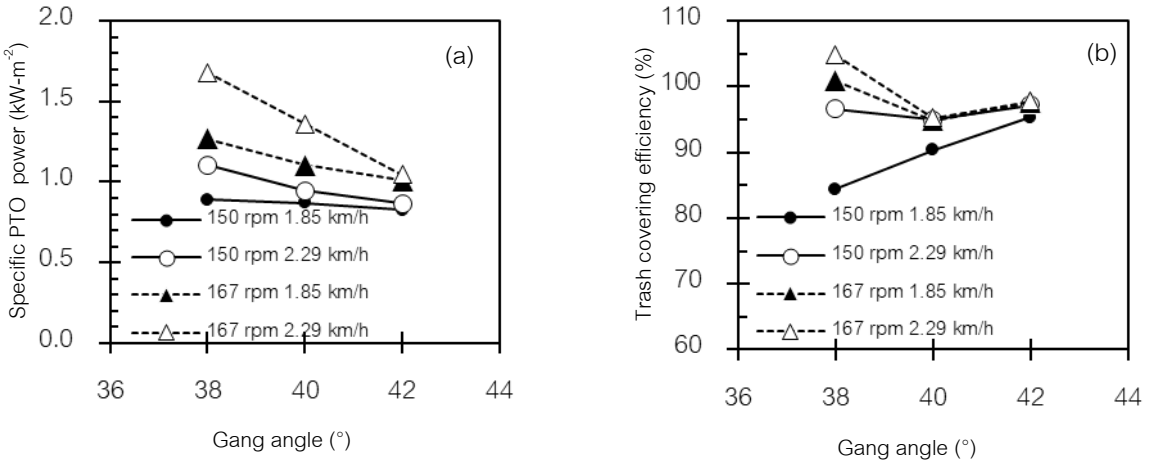


Figure 3 (a) The trash covering efficiency (C.E.) และ (b) the specific power at the conditions of 38°, 40° and 42°

วิจารณ์ผล

ผลการทดสอบค่ากำลังจำเพาะที่เพลาอำนวยกำลังแสดงให้เห็นว่ามีขนาดลดลงเมื่ออุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยด้วยมุม gang angle ที่โตมากขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากการปริมาตรดินในการพรวนกลบเพิ่มขึ้นเมื่ออุปกรณ์ไถพรวนดินด้วยมุม gang angle ที่โตขึ้น ความเร็วรอบหมุนของผานจานไถที่ช้ากว่าและความเร็วการเดินทางของรถแทรกเตอร์ที่เร็วกว่าจะส่งผลทำให้ปริมาตรดินต่อรอบการไถของจานไถมีปริมาณมากซึ่งส่งผลทำให้ค่ากำลังจำเพาะที่เพลาอำนวยกำลังลดลง

ประสิทธิภาพการพลิกกลบเป็นดัชนีสำคัญที่แสดงว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาสามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยในการทดสอบประสิทธิภาพการพรวนกลบที่คาดหวังคือช่วง 90 – 95% หากประสิทธิภาพน้อยกว่า 90% จะไม่สามารถบรรเทาปัญหาการลุกลามของไฟในไร่อ้อย และหากประสิทธิภาพมากกว่า 95% ดินบางส่วนจากการพลิกกลบอาจทับถมอ้อยตอที่กำลังแตกหน่อทำให้เกิดความเสียหายและส่งผลต่อปริมาณผลผลิตอ้อยและต้นทุนในของเกษตรกร

สรุป

ต้นแบบอุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยแบบไถจานชนิดใช้กำลังขับสามารถพรวนกลบวัสดุอ้อยในไร่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพบว่าในสภาพไร่อ้อยที่ใช้ทดสอบความเร็วการเดินทางของรถแทรกเตอร์และความเร็วรอบหมุนที่จานไถที่อุปกรณ์พรวนกลบได้อย่างเหมาะสมคือ 2.29 กม./ชม.และ 150 รอบต่อนาที ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ. มก.) สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการพลศาสตร์ทางดินและการประยุกต์เพื่อการพัฒนาและการทดสอบอุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยแบบไถจานชนิดใช้กำลังขับ

เอกสารอ้างอิง

ธัญญา นิยมาภา, P.P. Nalavade และ วิชัย หมอยาดี. 2554. การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือไถจานชนิดใช้กำลังขับ. รายงานการวิจัยและพัฒนาฉบับสมบูรณ์, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 152 หน้า.

ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล, อนิวรรต บำรุงวงศ์, ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และ ธัญญา นิยมาภา. 2559. การพัฒนาอุปกรณ์พรวนกลบวัสดุอ้อยแบบไถจานชนิดใช้กำลังขับ. เอกสารรวบรวมบทคัดย่อบทความวิชาการ, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2559, หน้า 392-398

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์, อัคคพล เสนาณรงค์, ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ และ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2549. วิจัยและพัฒนาเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง. รายงานผลงานวิจัยปี 2547, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1 – 20.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, ชุมพล คำสิงห์ และ สนิท สมเหมาะ. 2547. เครื่องสับใบอ้อยระหว่างแถวอ้อยตอ. รายงานผลงานวิจัยปี 2547, ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร.

Abo El Ees, N.A.E.H and B.M.D. Wills. 1986. An Analysis of the Geometric and Soil Working Parameters of a Curved Vertical Disc. Journal of Agricultural Engineering Research 35: 277-286.