Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 99-102 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 99-102 (2555)

การศึกษาความเร็วใบมีดที่เหมาะสม สำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน(แบบใบมีดหมุนเหวี่ยง)

The Optimum Velocity of Cutting Blades for Sweet Sorghum Harvester

ศักดิ์นรินทร์ ดีโยธา[1] **และ เสรี วงส์พิเชษร**[2]

Saknarin Deeyotar[1] and Seree Wongpichet[2]

Abstract

Rotating blade forage harvester "Single Chopper" is agricultural machinery that is widely use among Thai farmers. Therefore it is convenient to develop this equipment to harvest the sweet sorghum. First the blade will cut the stem of sweet sorghum which average height is 2.5 meters. Then it will be moved to the back of the test equipment for transport. The Objective in this research is to study the proper speed of the blade for cutting sweet sorghum. The experiment was conducted in the laboratory and use sweet sorghum "KKU 40" to test the blade velocity at 6.28, 8.64, 11.00 and 13.35 m/s with the moving speed: 2.00, 2.75 and 3.50 km/h. The results showed that increasing moving speed will increase the amount of stems of the sweet sorghum that pass into the backside of the test equipment. When increasing blade velocity, height of the stump after cutting was reduced which help decreased the losses in harvesting. Test result at movement speed 3.50 km/h and blade velocity 13.35 m/s could move 91.82 % of the sweet sorghum to the test equipment backside. The loss in yield of harvested sweet sorghum was 0.43 %.

Keywords: sweet sorghum, harvester machine, blade velocity

บทคัดย่อ

เนื่องจากเครื่องเกี่ยวหญ้าอาหารสัตว์แบบใบมีดหมุนเหวี่ยง Single chopper เป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในกลุ่มเกษตรกรไทย ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวดังกล่าวสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน โดยใบมีดจะตัดต้นข้าวฟ่างหวานที่บริเวณโคนต้น จากนั้นต้นข้าวฟ่างหวานที่มีความสูงโดยเฉลี่ย 2.5 เมตรจะถูกดึงให้เคลื่อนที่ข้ามใบมีดไปยังด้านหลังของชุดตัด เพื่อป้อนเข้าสู่การลำเลียงต่อไป ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเร็วใบมีดที่เหมาะสมสำหรับตัดต้นข้าวฟ่างหวานด้วยการสร้างชุดทดสอบจำลองสถานการณ์ทำงานตัดต้นข้าวฟ่างหวานในห้องปฏิบัติการ โดยทดสอบตัดข้าวฟ่างหวานพันธ์ มข. 40 ด้วยความเร็วใบมีด 6.28 8.64 11.00 และ 13.35 เมตร/วินาที เมื่อมีความเร็วในการเคลื่อน 2.00 2.75 และ 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมงผลทดสอบพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ ต้นข้าวฟ่างหวานภายหลังการตัดจะสามารถเคลื่อนที่ข้ามใบมีดไปยังด้านหลังของชุดตัดได้เพิ่มขึ้น และการเพิ่มความเร็วใบมีดจะลดความสูงของตอภายหลังการตัด ซึ่งเป็นการลดความสูญเสียในการเก็บเกี่ยว จากผลการทดสอบควรใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมงและความเร็วใบ 13.35 เมตร/นาที จะทำให้ข้าวฟ่างหวาน 91.82 เปอร์เซ็นต์ถูกป้อนไปยังด้านหลังของชุดตัด โดยมีความสูญเสียในการเก็บเกี่ยว 0.43 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวฟ่างหวาน

คำสำคัญ: ข้าวฟ่างหวาน เครื่องเก็บเกี่ยว ความเร็วใบมีด

คำนำ

จากสถานการณ์ที่ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานเป็นจำนวนมาก โดย ในปี 2553 มีมูลค่าการนำเข้าทั้งหมด 911 พันล้านบาท เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 19.8 (กระทรวงพลังงาน, 2554) ดังนั้น รัฐบาลจึงมีแนวคิดและให้ความสำคัญกับการหาพลังงานทดแทนรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะการนำเอทานอลมาผสมกับน้ำมัน ปัจจุบันรัฐบาลได้ส่งเสริมให้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์แทนน้ำมันเบนซิน และอนุมัติให้สร้างโรงงานผลิตเอทานอลจำนวน 45 โรงงาน ซึ่งตามแผนการผลิตจะต้องใช้วัตถุดิบมหาศาล แต่วัตถุดิบที่ใช้ในปัจจุบันมีให้เลือกเพียงสองชนิดเท่านั้น คือกากน้ำตาลและมันสำปะหลังซึ่งมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานเอทานอล และยังอาจป้อนวัตถุดิบให้แก่โรงงานอย่างไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากฤดูเก็บเกี่ยวของทั้งอ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลังอยู่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน คือระหว่างเดือนพฤศจิกายน – เมษายน (เสรี, 2551)

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

[1] Department of Agriculture Engineering. Faculty of Engineering, Khon kaen University, Khon kaen 40000

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

[2] Department of Agriculture Engineering, Faculty of Engineering, Khon kaen University, Kkon kaen 40000

จากการศึกษาข้าวฟ่างหวานเป็นพืชทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลของโรงงาน เนื่องจากน้ำในลำต้นมีความหวานใกล้เคียงกับอ้อย สามาถนำไปหีบเอาน้ำหวานมาผลิตเป็นเอทานอลได้โดยตรงและให้ปริมาณเอทานอล 70 ลิตร/ตันใกล้เคียงกับอ้อย (ประสิทธิ์, 2548) นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 100 – 120 วัน ภายหลังการปลูกโดยมีช่วงฤดูปลูกที่เหมาะสมในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เป็นช่องว่างของผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง (เสรี, 2551) ดังนั้น ข้าวฟ่างหวานจึงเป็นวัตถุดิบทางเลือกใหม่ที่จะนำมาเสริมในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล ระบบการผลิตข้าวฟ่างหวานมีระบบการผลิตเหมือนกับอ้อยซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการปลูก เก็บเกี่ยวและขนย้ายจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าขั้นตอนการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานซึ่งประกอบด้วย การตัดต้น การริดใบ การตัดยอดการเก็บรวบรวมและขนย้ายขึ้นรถบรรทุกต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมากถึง 48 คน-ชม/ไร่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงานประมาณ 900 บาทไร่ เมื่อคิดค่าแรง/เมื่อคิดค่าแรงงาน 150 บาท-คน/ไร่ (เสรี, 2551) ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดที่จะลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน จากการใช้แรงงานคนเป็นการใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยเฉพาะเครื่องเก็บเกี่ยว

เนื่องจากข้าวฟ่างหวานเป็นพืชทางเลือกใหม่ของไทย ยังไม่มีการปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นเครื่องเกี่ยวข้าวฟ่างหวานจึงยังไม่มีการผลิตจำหน่าย และจากการตรวจสอบเอกสาร ไม่พบงานวิจัยทางวิชาการของไทยเกี่ยวกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน แต่พบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำเครื่องเก็บเกี่ยวหญ้าอาหารสัตว์มาเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน (Rain *et al*.,1993) ต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานขึ้นในประเทศอิตาลีโดยประยุกต์ใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยในการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน จากนั้นได้พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานต้นแบบขึ้น 3 ชนิด เป็นเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานที่มีต้นกำลังในตัวเองมีระบบการตัดโคนต้นเป็นแบบจานหมุนตัด สองใบหมุนเข้าหากันเพื่อตัดโคนแล้วลำเลียงต้นโดยสายพานลำเลียงไปยังด้านหลัง (Prai, 2008) นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยโดย Ghahraei *et al*. (2008) ได้พัฒนาและออกแบบเครื่องตัดข้าวฟ่างหวาน เป็นแบบจานหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ความเร็วเชิงเส้นใบมีด 27 เมตรต่อวินาที ทดสอบมุมใบมีดที่มุมใบมีด 30 45 องศา ต้นข้าวฟ่างจะถูกตัดโคนต้นและกองอยู่ด้านข้าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานของต่างประเทศส่วนใหญ่ มีกลไกการตัดแบบ (Double chopper) ซึ่งกลไกในการตัดดังกล่าวมีใช้ค่าใช้จ่ายสูงในการสร้างเครื่อง ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มต้นทุนการผลิตของการเก็บเกี่ยว ดังนั้น การวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน โดยใช้หลักการตัดต้นด้วยใบมีดแบบหมุนเหวี่ยงตามแนวดิ่ง ซึ่งเป็นหลักการโดยทั่วไปในเครื่องเก็บเกี่ยวหญ้าอาหารสัตว์ เนื่องจากสามารถสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย จึงมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับหลักการทำงานแบบอื่น ต้นข้าวฟ่างหวานภายหลังการตัด จะถูกป้อนเข้าสู่อุปกรณ์สับท่อนเพื่อทำความสะอาดและลำเลียงขึ้นรถบรรทุกต่อไป การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาความเป็นไปได้เชิงเทคนิควิศวกรรมในการตัดต้นข้าวฟ่างหวานด้วยใบมีดแบบหมุนเหวียงตามแนวดิ่ง (Single chop) โดยการศึกษาความเร็วใบมีดที่เหมาะสมสำหรับตัดต้นข้าวฟ่างหวานด้วยการสร้างชุดทดสอบจำลองสถานการณ์ทำงานตัดต้นข้าวฟ่างหวานในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ชุดทดสอบสำหรับจำลองสถานการณ์การทำงานตัดต้นข้าวฟ่างหวานในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์ตัดต้นข้าวฟ่างหวานเป็นใบมีดหมุนเหวี่ยงในแนวดิ่ง สำหรับตัดข้าวฟ่างหวานทีละแถว เมื่ออุปกรณ์เคลื่อนที่เข้าหาแถวของต้นข้าวฟ่างหวาน ต้นข้าวฟ่างหวานจะถูกประคองด้วยกลไกประคองต้นซึ่งติดตั้งที่ด้านหน้าของใบมีด ในเวลาต่อเนื่องกัน ใบมีดจะหมุนตัดต้นข้าวฟ่างหวานที่บริเวณโคนต้น (Figure 1(a)) จากนั้นต้นข้าวฟ่างหวานซึ่งมีความสูงโดยเฉลี่ย 2.5 ม. จะถูกดึงเหวี่ยงให้เคลื่อนที่ข้ามใบมีดไปยังด้านหลังของชุดตัด (Figure 1(b)) เพื่อป้อนเข้าสู่อุปกรณ์ลำเลียงต่อไป

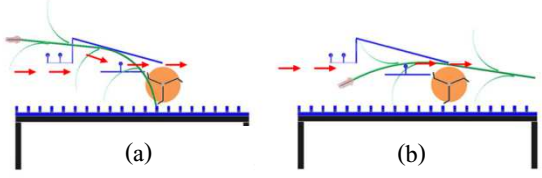

Figure 1 (a) The process of cutting sweet sorghum stem
(b) The process of conveying sweet sorghum after cutting

2. วิธีการดำเนินงานและวิธีการทดสอบ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเร็วใบมีดที่เหมาะสมสำหรับตัดและป้อนต้นข้าวฟ่างหวานภายหลังการตัดให้สามารถเคลื่อนที่ข้ามผ่านใบมีดไปยังด้านหลังของอุปกรณ์ตัดต้นดังแสดงใน Figure 1(a) เมื่อใช้ความเร็วการเคลื่อนที่ 3 ระดับ ได้แก่ 2.0, 2.75 และ 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งเป็นความเร็วการเคลื่อนที่ของแทรกเตอร์ต้นกำลังโดยมีวิธีดำเนินงานดังนี้ วัดความสูงและชั่งน้ำหนักของต้นข้าวฟ่างหวานที่มีอายุการปลูก 90-100 วัน ทั้งต้นเพื่อนำค่าความสูงและน้ำหนักของต้นข้าวฟ่างหวานไปประเมินความสูญเสียเนื่องจากการตัด ทดสอบความเร็วใบมีดในห้องปฏิบัติการโดยจำลองสถานการณ์ในการตัด 1 แถว ทดสอบที่ความเร็วใบมีด 4 ระดับ ได้แก่ 6.28 8.64 11.00 และ 13.35 เมตร/วินาที ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.00 2.75 และ 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง และจัดการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial ทั้งหมด 12 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดสอบคือนำต้นข้าวฟ่างหวานจากแปลงที่มีอายุการปลูก 90-100 วัน มาปักลงบนฐานจับบนรางในชุดทดสอบยาวตลอดทั้งแถวเปิดเครื่องให้เครื่องตัดข้าวฟ่างหมดทั้งแถวแล้วหยุดเครื่องบันทึกข้อมูล จำนวนต้นที่ตัดไม่ขาด จำนวนต้นที่ไม่สามารถผ่านไปด้านหลังของชุดทดสอบ(จำนวนต้นที่ไม่ถูกป้อน) และ ความสูงของตอหลังการตัด โดยมีค่าชี้ผลการศึกษาดังนี้

(1) เปอร์เซ็นต์การป้อนของชุดตัดต้น = $\frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมด} - \text{จำนวนต้นที่ไม่ถูกป้อน}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}} \times 100$

เปอร์เซ็นต์ป้อน = เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นข้าวฟ่างหวานภายหลังการตัดที่สามารถเคลื่อนที่ข้ามใบมีดไปยังด้านหลังอุปกรณ์ตัดต้น

(2) ความสูญเสียเนื่องจากการตัดต้น (ความสูงตอ) = ความสูงที่วัดได้ - ความสูงของการทำงาน

ความสูงที่วัดได้ = ความสูงของตอข้าวฟ่างหวานหลังถูกตัด

ความสูงของการทำงาน = ระยะห่างระหว่างใบมีดกับดินที่ตั้งไว้สำหรับตัดตามสภาพพื้นที่

(3) ความสูญเสียเนื่องจากการตัดต้น (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

$= \frac{\text{ความสูงตอหลังการตัดโดยเฉลี่ย (มม./ต้น)} \times \text{น้ำหนักเฉลี่ยของลำต้นบริเวณโคนต้น (กรัม/มม.)} \times 100}{\text{น้ำหนักทั้งต้น (กรัม/ต้น)}}$

น้ำหนักโคนต้น (กรัม/ มม.) หาได้จากตัดลำต้นบริเวณโคนต้นจำนวน 50 ต้นยาว 100 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักทีละท่อน

น้ำหนักทั้งต้น (กรัม/ต้น) หาได้จากการตัดลำต้นข้าวฟ่างหวานชิดผิวดินจำนวน 100 ต้น แล้วชั่งน้ำหนักทีละต้น

ผลการศึกษา

1) ผลของความเร็วใบมีดและความเร็วในการเคลื่อนที่ต่อเปอร์เซ็นต์ในการป้อนข้าวฟ่างหวาน

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การป้อน พบว่า ความเร็วใบมีดไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การป้อนแต่พบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การป้อน เมื่อแสดงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การป้อนกับความเร็วการเคลื่อนที่ดังแสดงใน Figure 2 พบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ในการป้อน มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์ในการป้อนเฉลี่ย 91.82 เปอร์เซ็นต์

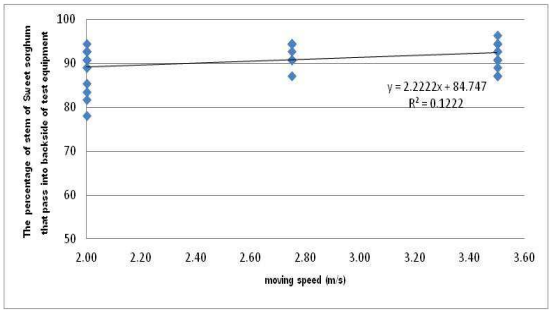

Figure 2 The percentages of sweet sorghum stem that pass into backside of test equipment

2) ผลของความเร็วใบมีดและความเร็วในการเคลื่อนที่ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของตอหลังการตัด พบว่าความเร็วใบมีดและความเร็วการเคลื่อนที่มีผลต่อความสูงของตอข้าวฟ่างหวาน ซึ่งมีความความสัมพันธ์ดังแสดงใน Figure 3

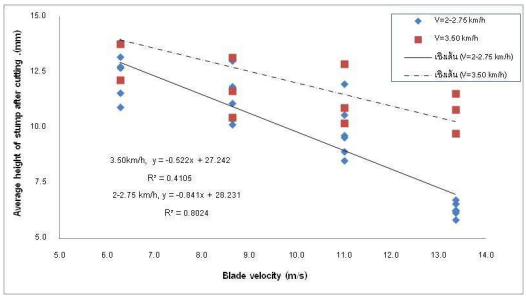

Figure 3 The relationship between the speed of the blade and the height of the stump after cutting

จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วใบมีดและความสูงของตอหลังการตัด (Figure 3) พบว่าเมื่อความเร็วใบมีดเพิ่มขึ้น ความสูงของตอข้าวฟ่างหวานจะต่ำลง โดยความเร็วใบมีดที่ 13.35 เมตร/วินาที มีค่าความสูงขอตอหลังการตัดต่ำที่สุด และที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 2.00-2.75 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีค่าความสูงตอโดยเฉลี่ยต่ำกว่าความเร็วการเคลื่อนที่ 3.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อประเมินความสูญเสียของการตัดจากความสูงของตอ พบยังคงมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงเช่นเดิม โดยความสูญเสียเนื่องจากการตัดที่ความเร็วใบมีด13.35 เมตร/วินาทีและความเร็วการเคลื่อนที่ 2.00- 2.75 และ 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีความสูญเสียเท่ากับ 0.25 และ 0.43 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวฟ่างหวานตามลำดับ

ผลการศึกษา

อุปกรณ์ตัดต้นข้าวฟ่างหวานแบบใบมีดหมุนเหวี่ยง สามารถป้อนต้นข้าวฟ่างหวานที่ถูกตัดออกจากโคนต้นแล้ว ให้เคลื่อนที่ผ่านไปยังด้านหลังอุปกรณ์ตัดได้ 91.82 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่า ความเร็วของใบมีดไม่มีผลต่อการป้อน แต่ความเร็วของการเคลื่อนที่เข้าหาต้นข้าวฟ่างหวานมีผลต่อการป้อนข้าวฟ่างหวาน เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ต้นข้าวฟ่างหวานที่ถูกตัดออกจากโคนต้นแล้ว เคลื่อนที่ผ่านไปยังด้านหลังอุปกรณ์ตัดต้นมากขึ้น ส่วนความสูญเสียเนื่องจากการตัดหรือความสูงของตอภายหลังการตัดมีค่าลดลงเมื่อความเร็วใบมีดเพิ่มขึ้น และจากผลการทดลอง พบว่า ควรใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่ต่ำกว่า 3.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง และใช้ความเร็วใบมีด 13.35 เมตร/วินาที จะทำให้มีอัตราการทำงานเชิงทฤษฎีไม่ต่ำกว่า 1.35 ไร่/ชั่วโมง ต้นข้าวฟ่างหวานภายหลังการตัด 91.82 เปอร์เซ็นต์ จะถูกป้อนไปยังด้านหลังของชุดตัด โดยมีความสูญเสียในการเก็บเกี่ยว 0.43 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวฟ่างหวาน

โดยปกติหลักการทำงานแบบใบมีดหมุนเหวียงตามแนวดิ่ง (single crop) เป็นการใช้ใบมีดชุดเดียวในการตัดและสับต้นพืชให้ละเอียดเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ การพัฒนาด้วยการเพิ่มอุปกรณ์ประคองต้นก่อนทำการตัดที่โคนต้น ทำให้สามารถตัดแล้วป้อนหรือลำเลียงต้นข้าวฟ่างหวานทั้งต้น ให้เคลื่อนที่ผ่านไปยังด้านหลังอุปกรณ์ตัดได้ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้เชิงเทคนิควิศวกรรมในการตัดต้นพืชโดยไม่ต้องการให้เกิดการสับ ด้วยใบมีดแบบหมุนเหวียงตามแนวดิ่ง (single crop)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ โครงการมหาลัยวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนทุนวิจัย ภาควิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนพื้นที่และอุปกรณ์การวิจัย ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนข้าวฟ่างหวานสำหรับการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. 2554. รายงานสถานการณ์พลังงานประจำปี 2554. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 17 หน้า.

ประสิทธิ์ ใจศิล. 2548. ศักยภาพในการใช้ข้าวฟ่างหวานเป็นวัตถุดิบเสริมในระบบผลิตเอทานอลเชิงพาณิชย์การประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างหวานครั้งที่ 32 วันที่ 13-15 กรกฎาคม 2548. หน้า 49-50

เสรี วงส์พิเชษฐ 2551. รายงานการวิจัยการพัฒนาเครื่องหีบข้าวฟ่างหวานระดับชุมชน โครงการ การสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 1-2

Rains G. C. ,J.S. Cundiff, and G. E. Welbaum .1993. Sweet Sorghum for a Piedmont Ethanol Industryp. Proceedings of the Second National Symposium. : 394-399. (online). Available: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/v2-394.html. (September 15, 2012)

Pari L. 2008. State of the are: Harveating, Storage and Logistic of the Sweet Sorghum. Proceedings of the 16 th European Biomass conference & Exhibition, 2-6 June 2008. 174-177 pp.

Ghahraei O.,M.H. Khoshtaghaza and D. Bin Ahmad. 2008. Design and Development Special Cutting System For Sweet Sorgum Harveater. Janal Center Europane Fo Agricoltura 3 : 469-474