Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 331-334 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 331-334 (2561)

การทดลองศึกษาการสับใบอ้อยและการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย เพื่อนำไปตีย่อยและอัดเป็นเชื้อเพลิง

Experimental Study on Chopping and Size Distribution of Sugarcane Leaf for Shredding

สิงห์รัญ ชารี[1,2,3] สมโภชน์ สุดาจันทร์[1,2,3] ชนินทร์[4] อุปถัมภ์ และพศวัศร สันชุมภู[1,2,3]

Singrun Charee[1,2,3], Somphos Sudajan[1,2,3], Chanin Oupathum[4] and Pasawat Sanchumpu[1,2,3]

Abstract

The objective of this study was effect of chopping and size distribution of sugarcane leaves for shredding and biomass pelleting. The tests were carried out only on the chopper unit of the chopping and pelleting prototype. Khon Kaen 3 sugarcane leaves varieties was used. Three chopping speeds of 380, 630 and 880 rpm, three levels of leaf moisture content of 19.74, 30.97 and 50.12 %(wet basis) using 4-blade cutter-head were studied. The test results indicated that the chopping capacity, percent weight of chopped leaves was decreased with decreases in moisture content and increase in of chopper speed. The length of chopped leaves was similar with increase in moisture content. The chopping speed affects the size distribution of the sugarcane leaf. The chopping speed of 880 rpm and moisture content of 19.74 %(wet basis) were found to give percent weight of chopped leaves of 98.53 % and average length of chopped leaves of 13.85 mm. This is the information for the design and development of chopper and shredder sugarcane leaves for the production of pellets biomass.

Keywords: Sugarcane leaves, Chopper, Pelleting Biomass

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดลองศึกษาการสับใบอ้อยที่มีผลต่อการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย เพื่อนำไปตีย่อย และอัดเป็นเชื้อเพลิง โดยทำการทดสอบเฉพาะในส่วนของชุดสับของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดเม็ดต้นแบบ ใบอ้อยที่ใช้ทดสอบพันธุ์ขอนแก่น3 ปัจจัยที่ใช้ศึกษาความเร็วใบมีดสับ 3 ระดับ คือ 380 630 และ 880 รอบต่อนาที ความชื้นใบอ้อย 3 ระดับ คือ 19.74 30.97 และ 50.12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จำนวนใบมีด 4 ใบมีด ผลการทดสอบพบว่า ความสามารถในการสับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับมีแนวโน้มลดลง เมื่อความชื้นลดลง และความเร็วใบมีดสับเพิ่มขึ้น ความยาวใบอ้อยหลังสับมีค่าเคียงกัน เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ความเร็วใบมีดสับมีผลต่อการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย ที่ความเร็วใบมีดสับ 880 รอบต่อนาที ความชื้น 19.74 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับ 98.53 % ความยาวใบอ้อยหลังสับเฉลี่ย 13.85 มิลลิเมตร ซึ่งข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการออกแบบ และพัฒนาเครื่องสับและตีย่อยใบอ้อยสำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดต่อไป

คำสำคัญ: ใบอ้อย, การสับ ,ชีวมวลอัดเม็ด

คำนำ

ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 11,051 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มจากปีก่อนร้อยละ 9.7 ส่งผลให้มีการลดการนำเข้าพลังงานคิดเป็นมูลค่า 118,292.13 ล้านบาท โดยพบว่ามีการใช้ในรูปความร้อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.0 ของการใช้พลังงานทั้งหมด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) และยังมีการผลิตและส่งออกในรูปของชีวมวลอัดเม็ดไปยังต่างประเทศ ประมาณ 2 ล้านตันต่อปี (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์, 2558) ทำให้ต้องการวัตถุดิบเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศและการส่งออก ซึ่งวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรของประเทศมีศักยภาพที่สามารถนำมาผลิตได้ จากการสำรวจพบว่า ปริมาณใบอ้อยที่ตัดทิ้งไว้ในไร่มีประมาณ 17.0 ล้านตัน

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kean Province 40002, Thailand

[2]ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

[2] Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center, Khon Kaen University, Khon Kean Province 40002, Thailand

[3]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[3]Posthavest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand

[4]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

[4]Agricultural Engineering Engineering Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Isan

จากพื้นที่เพาะปลูกอ้อยประมาณ 10 ล้านไร่ ผลผลิต 100 ล้านตัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) ข้อดีของใบอ้อยอัดเม็ดคือ มีค่าความร้อนสูง 5744.74 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ความหนาแน่นสูงถึง 853.34 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าความแข็ง 799.00 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 –12 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 1–3 เซนติเมตร (ชนินทร์, 2555) โดยขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด ได้แก่ ขั้นตอนการเก็บรวบรวม การลดขนาด การลดความชื้น การผสม การอัด การระบายความร้อน และการบรรจุ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมยางพารา, 2557) การลดขนาดถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจาก ถ้าใบอ้อยมีขนาดที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้การอัดเม็ดทำได้ยากและมีประสิทธิภาพต่ำ เพื่อให้ได้ขนาดใบอ้อยที่เหมาะสมนั้นมีปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัย ดังนั้นการสับลดขนาดใบอ้อยเบื้องต้น จึงจำเป็นที่ต้องศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสับใบอ้อย เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับและตีย่อยใบอ้อยสำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ชุดทดสอบ

เครื่องที่ใช้ในการทดสอบได้นำเครื่องสับย่อยพร้อมอัดเม็ดต้นแบบ (นิรัติศักดิ์, 2559) มาใช้ในการทดสอบเฉพาะในส่วนของชุดสับ ชุดสับประกอบไปด้วย ถาดป้อนวัสดุทำหน้าที่รองรับวัสดุก่อนป้อนเข้าสู่หัวสับมีความยาวยาว 100 cm และช่องป้อนใบอ้อยขนาด 14 x 26.5 cm ลูกกลิ้งป้อนวัสดุ ทำหน้าที่ดึงใบอ้อยเข้าชุดสับมีสองลูกประกบกัน ยาว 22.5 cm มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm หมุนสวนทางกันด้วยความเร็วรอบต่างกัน หัวสับเป็นชุดยึดใบมีดซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ มีใบมีดจำนวน 4 ใบ ที่ติดอยู่กับหัวสับทำมุม 10 องศา กับเพลาหัวสับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวสับเท่ากับ 16 cm (Figure 1)

2. วิธีการทดสอบ

การทดสอบใช้ใบอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งเป็นพันธุ์อ้อยที่เกษตรกรนิยมปลูกมากในเขตจังหวัดขอนแก่น ได้จากการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนตัด ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ความเร็วใบมีดสับ 3 ระดับ คือ 380 630 และ 880 รอบต่อนาที ความชื้นใบอ้อย 3 ระดับ คือ 19.74 30.97 และ 50.12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จำนวนใบมีดสับ 4 ใบมีด และอัตราการป้อนคงที่ 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต้นกำลังของชุดทดสอบเป็นรถแทรกเตอร์ต่อกับเพลาอำนวยกำลัง เริ่มการทดสอบสับใบอ้อยในแต่ละสิ่งทดสอบ (Treatment) ตามลำดับ เก็บตัวอย่างใบอ้อยหลังสับ และบันทึกเวลาการทำงาน นำใบอ้อยที่ได้หลังจากการสับมาคัดแยกขนาดใบอ้อย ด้วยเครื่องคัดแยกขนาด วัดขนาดของใบอ้อยที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าชี้ผลดังนี้ ความสามารถในการสับ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ขนาดความยาวใบอ้อยหลังสับ (มิลลิเมตร) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับ และการกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อย

ผล

1. ความสามารถในการสับ

ผลการทดสอบการสับใบอ้อย และการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย เพื่อนำไปตีย่อย และอัดเป็นเชื้อเพลิง โดยการหาค่าความสามารถในการสับได้ปรับฐานความชื้นให้เท่ากันที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (Figure 2) พบว่า เมื่อความเร็วใบมีดสับเพิ่มขึ้น 380 ถึง 880 รอบต่อนาที ที่ความชื้นใบอ้อย 19.74 30.97 และ 50.12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ความสามารถในการสับใบอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย พิจารณาความเร็วใบมีดสับ 380 ถึง 880 รอบต่อนาที ที่ความชื้นใบอ้อย 19.74 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก มีค่าความสามารถในการสับใบอ้อยสูงกว่าในทุก ๆ ระดับความชื้นใบอ้อยที่ใช้ทดสอบ

2. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับ และความยาวใบอ้อยหลังสับเฉลี่ย

จาก Figure 3 เมื่อความชื้นใบอ้อยเพิ่มขึ้นจาก 19.74 ถึง 50.12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ที่ความเร็วใบมีดสับ 380 630 และ 880 รอบต่อนาที มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้มีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาที่ความเร็วใบมีดสับ 380 ถึง 880 รอบต่อนาที ที่ความชื้นใบอ้อย 19.74 30.97 และ 50.12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทุกระดับความชื้นที่ใช้ทดสอบ และความยาวใบอ้อยหลังสับเฉลี่ยมีค่าเคียงกัน เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความเร็วใบมีดสับจาก 380 ถึง 880 รอบต่อนาที ส่งผลให้ความยาวใบอ้อยหลังสับเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง (Figure 4)

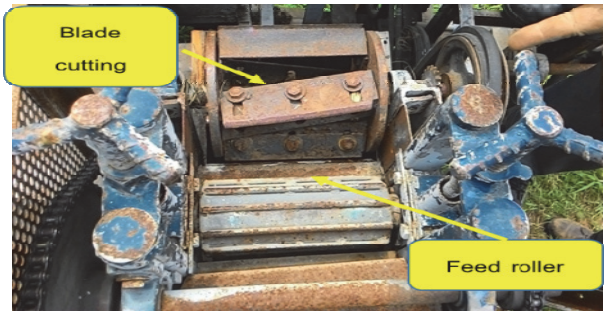

Figure 1 Chopper and pelleting Prototype

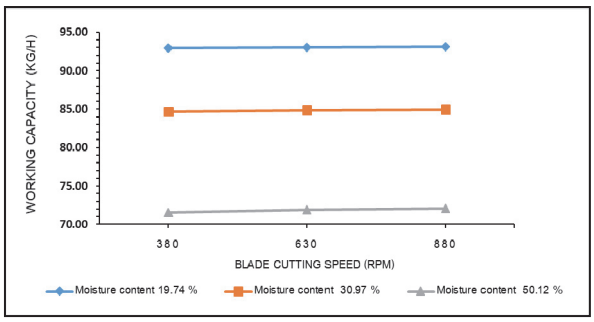

Figure 2 Relationship between Blade cutting speed and Working capacity

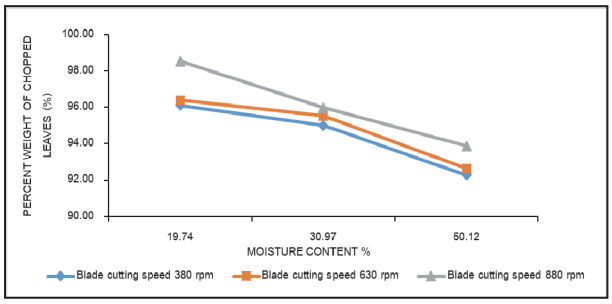

Figure 3 Relationship between moisture content and and Percent weight of chopped leaves

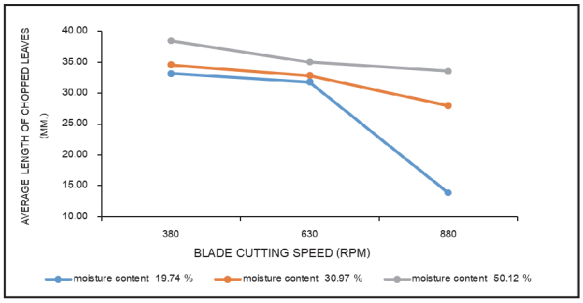

Figure 4 Relationship between Blade cutting speed average length of chopped leaves

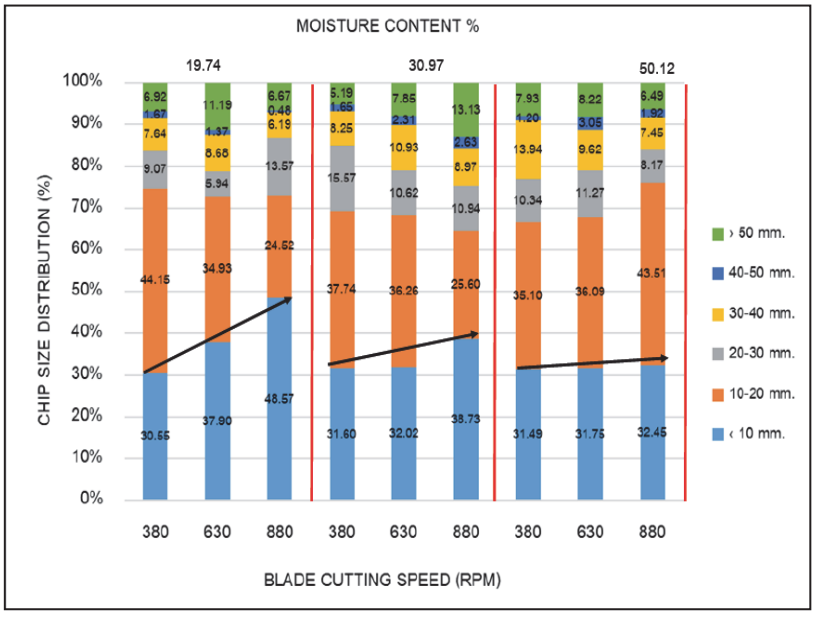

Figure 5 Chip size distribution for different blade cutting speed

3. การกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อย

การกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อยหลังสับ จะเห็นได้จาก Figure 5 แต่ละคอลัมน์แสดงถึงการกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อย ที่แตกต่างกันตามขนาดของช่วงความยาว ดังนี้ (<10) (10-20) (20-30) (30-40) (40-50) และ (>50) มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการจัดกลุ่มของการกระจายขนาดชิ้นใบอ้อยสามารถจัดกลุ่มออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มของขนาดของชิ้นใบอ้อย {(<10) (10-20) (20-30)} มิลลิเมตร เป็น "ขนาดชิ้นเล็ก" ซึ่งเป็นขนาดที่พอเหมาะต่อการนำไปตีย่อยเพียงเล็กน้อยก่อนนำไปอัดเม็ดเป็นเชื้อเพลิงได้ และกลุ่มของขนาดของชิ้นใบอ้อย {(30-40) (40-50) (> 50)} มิลลิเมตร เป็น "ขนาดชิ้นใหญ่" ที่ต้องนำไปตีย่อยให้ขนาดชิ้นเล็กก่อนนำไปอัดเม็ด ผลของการเปลี่ยนแปลงความเร็วใบมีดสับมีต่อการกระจายขนาดชิ้นใบอ้อย

ตามลำดับ เมื่อความเร็วใบมีดเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของ "ขนาดชิ้นเล็ก" จะเพิ่มขึ้นในขณะที่เปอร์เซ็นต์ของ"ขนาดชิ้นใหญ่" จะลดลง แนวโน้มนี้ปรากฏชัดในแต่ระดับความเร็วใบมีดสับ จะสังเกตได้ว่าเมื่อความชื้นใบอ้อยเพิ่มขึ้นความแปรผันของเปอร์เซ็นต์ขนาดการกระจายเริ่มเป็นเส้นตรงซึ่งหมายความว่าเปอร์เซ็นต์การกระจายของ "ขนาดชิ้นใหญ่" มีผลต่อการสับด้วยความเร็วใบมีดที่ลดลง (Abdallah *et al*., 2011)

วิจารณ์ผล

การศึกษาการสับใบอ้อยที่มีผลต่อการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย พบว่า เมื่อความชื้นใบอ้อยเพิ่มขึ้น ความสามารถในการสับมีแนวโน้มลดลง เนื่องมาจาก เมื่อปรับค่าที่ฐานความชื้นเท่ากันที่ 10 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทำให้ยิ่งความชื้นใบอ้อยเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำหนักใบอ้อยลดลง จึงทำให้ความสามารถในการสับลดลง และยังส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้มีแนวโน้มลดลง เนื่องมาจากใบอ้อยที่มีความชื้นใบอ้อยสูงจะมีลักษณะชิ้นใบเหนียว และมีน้ำหนักมาก เมื่อสับเส้นใยใบอ้อยจะไม่ขาดจากกัน ทำให้มีผลต่อการคัดแยก ส่วนความยาวใบอ้อยหลังสับเฉลี่ยลดลง เมื่อเพิ่มความเร็วใบมีดสับ ทำให้ความถี่ในการสับเพิ่มขึ้น ขนาดความยาวจึงลดลง และส่งผลทำให้การกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อยมีเปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่เป็น "ขนาดชิ้นเล็ก" การกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อยแสดงให้เห็นว่า ถ้าเพิ่มความเร็วใบมีดสับสูงขึ้น และสับใบอ้อยที่มีความชื้นต่ำโอกาสที่จะได้เปอร์เซ็นต์ของ "ขนาดชิ้นเล็ก" มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มมากขึ้น ที่สามารถนำไปผ่านขั้นตอนการตีย่อยให้น้อยที่สุด ด้วยเหตุนี้เอง จึงควรมีการศึกษาการสับใบอ้อยที่มีผลต่อการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับและตีย่อยใบอ้อยสำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดต่อไป

สรุป

สรุปผลการศึกษาการสับใบอ้อยที่มีผลต่อการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย โดยศึกษาปัจจัยความชื้นใบอ้อย และความเร็วใบมีดสับ โดยพิจารณาจากค่าความสามารถในการสับ ขนาดความยาวใบอ้อยหลังสับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับ และการกระจายของขนาดชิ้นใบอ้อย พบว่า ความสามารถในการสับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับมีแนวโน้มลดลงเมื่อความชื้นลดลง และความเร็วใบมีดสับเพิ่มขึ้น ความยาวใบอ้อยหลังสับมีค่าเคียงกัน เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ความเร็วใบมีดสับมีผลต่อการกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อย ซึ่งการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ความเร็วใบมีดสับสูงขึ้น และสับใบอ้อยที่มีความชื้นต่ำ ส่งผลให้การกระจายขนาดของชิ้นใบอ้อยมีเปอร์เซ็นต์ของ "ขนาดชิ้นเล็ก" เพิ่มมากขึ้น ที่ความเร็วใบมีดสับ 880 รอบต่อนาที ความชื้น 19.74 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักใบอ้อยหลังสับ 98.53 % ความยาวใบอ้อยหลังสับเฉลี่ย 13.85 มิลลิเมตร ขนาดการกระจายของชิ้นใบอ้อย {(<10) (10-20) (20-30)} มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกระจาย 30.55 44.15 และ 9.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กำหนดรายละเอียดการทดสอบการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของชุดสับใบอ้อยต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตร และวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ ที่สนับสนุนทุนวิจัย สถานที่ และเครื่องมือในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2559. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th/ ewt_w3c/ewt news.php?nid=4079. (10 ธันวาคม 25560).

ชนินทร์ อุปถัมภ์. 2555. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดใบอ้อยสำหรับผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 160 หน้า.

นิรัติศักดิ์ คงทน. 2559. การศึกษาและพัฒนาเครื่องสับย่อยพร้อมอัดเม็ดวัสดุเหลือทิ้งจากไร่อ้อยเพื่อเป็นเชื้อเพลิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 185 หน้า.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์. 2558. โอกาสและแนวโน้มของธุรกิจเชื้อเพลิงชีวมวล. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.erdi.cmu.ac.th/index.php/news/1250?category=11. (15 ธันวาคม 25560).

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมยางพารา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงจากเศษไม้/เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://rubber.oie.go.th /Elibrary.aspx?cid=93. (22 ธันวาคม 25560).

Abdallah, R., S. Auchet and P.J. Meausoone. 2011. Experimental study about the effects of disc chipper settings on the distribution of wood chip size. Biomass and Bioenergy 35:843-852.