เครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำ

Sugar Cane Preparing Machine for Squeezing Juice Cane

พิมพ์พรรณ ปรืองาม นงลักษณ์ เล็กรุ่งเรืองกิจ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บทคัดย่อ

เครื่องลอกกาบและขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง เป็นการพัฒนามาจากเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง เนื่องมาจากท่อนอ้อยหลังผ่านการลอกกาบแล้วเสียหายมากส่งผลให้การขัดผิวมีประสิทธิภาพต่ำ จึงได้พัฒนาชุดป้อนเพื่อบังคับการป้อนท่อนอ้อยเข้าสู่ชุดลอกกาบ เพิ่มสปริง 2 ข้างเพื่อให้ใบมีดสามารถปรับระยะห่างตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนอ้อยได้ ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปรับใบมีดชุดลอกกาบให้มีลักษณะโค้ง กำหนดความเร็วรอบของใบมีดลอกกาบ 3 ระดับ คือ 864, 1080 และ 1152 รอบต่อนาที ตามลำดับ และกำหนดความเร็วรอบชุดป้อน 3 ระดับ คือ 16, 24 และ 36 รอบต่อนาที ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ที่ความเร็วรอบของชุดป้อน 16 รอบต่อนาทีและที่ความเร็วรอบของชุดลอกกาบ 1080 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะมีพื้นที่ผิวที่ขัดออกเท่ากับร้อยละ 91.06 น้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออกเท่ากับร้อยละ 19.01 และมีอัตราการทำงาน 115.86 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำสำคัญ : อ้อยคั้นน้ำ ป้อน ลอกกาบ

Abstract

The continuous feeding sugar cane polishing and peeling machine was developed from the previous polishing one which had low performance because the sugar cane stalk was damaged. The new model adds the feeding unit in front of the peeling unit and spring to suit the diameter of sugar cane stalk. The speeds of the feeding unit were conducted at 16 rpm, 24 rpm and 36 rpm in conjunction with three speeds of the blade mechanism at, 864 rpm, 1080 rpm and 1152 rpm respectively. This study can be concluded that the optimum rotational speeds of the feeding units and the blade mechanism are 16 rpm and 1080 rpm, respectively. These paramters resulted in the highest working capacity of 115.86 kg/h with the polishing capacity of 91.06% and the weight loss of 19.01%.

Keywords : Juice cane, Feeding, Peeling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

การนำอ้อยไปใช้ในอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำนอกเหนือไปจากการผลิตน้ำตาลแต่เพียงอย่างเดียวจะช่วยให้ผลิตผลการเกษตรมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้อ้อยคั้นน้ำจะเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน ในขณะที่อ้อยโรงงานเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน [1] หากเกษตรกรหันมาปลูกอ้อยคั้นน้ำจะสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี แต่ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่ยังคงใช้แรงงานคนมากทำให้การเพิ่มกำลังการผลิตทำได้ยาก เนื่องจากต้องอาศัยความชำนาญของแรงงานในการปอกเปลือกอ้อยซึ่งมีอัตราการทำงานเฉลี่ย 72.26 กก./ชม./คน [2] จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำ เป็นการพัฒนาจากเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง [3-4] ลักษณะการทำงานของเครื่องนี้เริ่มจากอ้อยถูกป้อนเข้าสู่เครื่องด้วยลูกกลิ้งเหล็กโดยที่ผู้ปฏิบัติการไม่ต้องคอยประคอง ผ่านเข้าชุดแปรงขัดทำหน้าที่ขัดผิวของเปลือกอ้อยออกด้วยความเร็วรอบ 1,080 รอบ/นาที อ้อยที่ผ่านการขัดแล้วจะออกทางท้ายเครื่อง อัตราการทำงานสูงสุด 276.96 กิโลกรัม/ชั่วโมง แต่ยังต้องอาศัยแรงงานคนในการลอกกาบและสางใบอ้อยก่อนนำอ้อยไปขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง ในปีเดียวกัน

เครื่องลอกกาบและใบอ้อยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือที่ทำงานร่วมกับเครื่องตัดอ้อยติดท้ายรถแทรกเตอร์ชนิดตัดเป็นลำ โดยทำหน้าที่ลอกกาบใบอ้อยออกจากต้นอ้อยให้สะอาดก่อนจะตัดด้วยเครื่องตัดอ้อย มีกลไกการทำงานแตกต่างกันออกไป เช่น ชุดลูกกลิ้งดึงเข้าออกร่วมกับชุดแปรงปัดใบ หรือการใช้แรงลมดูด [5-6] ต่อมา [7] ได้ออกแบบเครื่องลอกกาบและสางใบอ้อย โดยใช้ล้อจักรยานยนต์ติดใบมีดรูปตัว S ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง มีอัตราการทำงาน 1,172 กิโลกรัม/ชั่วโมง

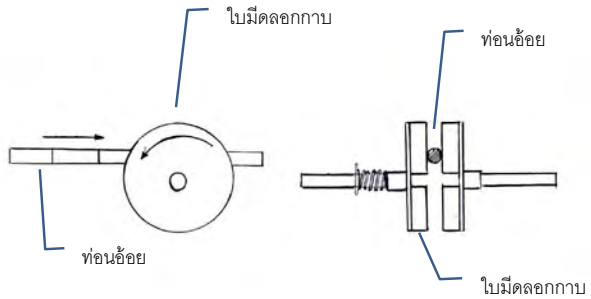
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาออกแบบ สร้างและทดสอบการทำงาน เครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำ ให้สามารถลอกกาบอ้อยและขัดผิวท่อนอ้อยได้ต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยได้มีการเพิ่มส่วนลอกกาบและสางใบอ้อยที่ต่อจากชุดป้อนโดยปรับเปลี่ยนนำชุดป้อนไว้หน้าสุดของเครื่อง เพื่อลดความเมื่อยล้า ปริมาณคน ประหยัดเวลาในการทำงาน และเพิ่มองค์ประกอบของชุดส่งกำลังให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยใช้มอเตอร์เพียง 1 ตัว ขนาด ½ แรงม้า กับชุดลอกกาบและชุดป้อนอ้อยเข้าสู่เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

2. หลักการทำงานและการออกแบบชุดลอกกาบ

ลักษณะการลอกกาบตามแนวยาวแบบตามใบของท่อนอ้อย การป้อนท่อนอ้อยเข้าสู่เครื่องทำได้ทีละลำและหลังจากท่อนอ้อยเข้าชุดป้อนแล้ว ท่อนอ้อยจะสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่ชุดลอกกาบและชุดขัดได้เองโดยไม่ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงาน ความเร็วรอบของชุดป้อน จะมีค่าที่มีความสอดคล้องกับความเร็วรอบของชุดลอกกาบ ใบมีดของชุดลอกกาบมี 2 แบบคือ ใบมีดตรงและใบมีดโค้ง ระยะห่างใบมีดสามารถปรับระยะได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนอ้อยโดยอัตโนมัติ เช่นเดียวกับชุดป้อนที่สามารถขยับขึ้นได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนอ้อยโดยอัตโนมัติ ชุดป้อนและชุดลอกกาบขับด้วยมอเตอร์ตัวเดียวกัน อ้อยที่ออกจากชุดลอกกาบถูกส่งเข้าสู่ชุดขัดต่อไป เศษกาบและผิวอ้อยที่ถูกขัดออกแล้วจะล่วงลงสู่ตัวรองรับด้านล่างที่มีลักษณะเอียงทั้ง 2 ช่องแยกกัน ส่วนท่อนอ้อยที่ผ่านการขัดแล้วจะออกทางด้านท้ายเครื่อง

การออกแบบชุดลอกกาบ ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลม 2 แผ่นที่ติดใบมีด หันหน้าเข้าหากัน ขณะทำงานจะหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 1 จากการส่งผ่านกำลังด้วยสายพาน หลังจากอ้อยถูกดึงเข้าสู่เครื่องด้วยชุดป้อนแล้วท่อนอ้อยจะถูกใบมีดลอกกาบ ตา และหนวดออกทางด้านข้างของท่อนอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ทิศทางและลักษณะการทำงานของใบมีดลอกกาบ

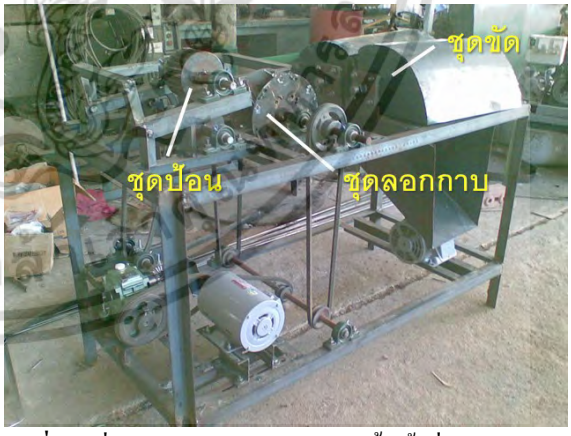
ใบมีดลอกกาบมี 2 แบบ คือ (1) ใบมีดตรง ประกอบด้วยใบมีด จำนวน 6 อัน ติดอยู่บนแผ่นเหล็กกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 255 มม. หนา 5 มม. ดังรูปที่ 2 ใช้สกรูยึดระหว่างใบมีดและแผ่นเหล็กกลม เพื่อปรับลักษณะการทำงานของใบมีดให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น สามารถใช้งานได้กับท่อนอ้อยทุกขนาด ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนอ้อยไม่เท่ากัน (2) ใบมีดโค้ง ประกอบด้วย ใบมีดตะขอจำนวน 4 เล่ม ติดกับเหล็กกลม ขนาดเดียวกับใบมีดตรง ใบมีดโค้งทำมุมกับเหล็กกลม 35° รูปที่ 3 ซึ่งจานใบมีดทั้ง 2 แบบจะสวมอยู่บนเพลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19.05 มม. บริเวณดุมของแผ่นเหล็กกลมจะมีสปริงติดอยู่ ซึ่งสปริงนี้จะสวมอยู่บนเพลา เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของชุดลอกกาบตามแนวแกนเพลา

รูปที่ 2 ใบมีดตรง

รูปที่ 3 ใบมีดโค้ง

ระบบการส่งกำลังของชุดลอกกาบ ใช้มอเตอร์ขนาด ½ แรงม้า 1 ตัว ใช้ล้อสายพาน 2 นิ้ว 2 ร่อง ต่อจากมอเตอร์ โดยร่องที่ 1 ใช้กับชุดป้อนต่อสายพานจากมอเตอร์ มาสู่ตัวเกียร์ทด อัตราทด 1:10 เพื่อลดความเร็วรอบจาก 1440 รอบต่อนาที เป็น 144 รอบต่อนาที จากนั้นก็ต่อเฟืองดอกจอกกับทางออกของตัวเกียร์ทด เพื่อเปลี่ยนทิศทางการทำงานของสายพานให้มีทิศทางเดียวกับชุดป้อน และร่องที่ 2 ของล้อสายพานจากมอเตอร์ต่อสายพานไปยังล้อสายพานของชุดลอกกาบ

เมื่อดำเนินการสร้างเสร็จแล้วดังรูปที่ 4 ได้ทำการทดสอบใช้งานเบื้องต้น พบว่า ใบมีดตรงจะทำให้อ้อยหักระหว่างลอกกาบ ส่วนใบมีดโค้ง จะจิกเข้าไปในเนื้ออ้อย ทำให้เครื่องหยุดทำงาน [8] จึงได้ทำการปรับเหลือแต่แบบใบมีดโค้งและลดจำนวนใบมีดลงเหลือจานละสองใบ



รูปที่ 4 เครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำที่เสร็จสมบูรณ์

3. วิธีการทดลอง

อ้อยที่ใช้ในการทดลองคืออ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 และมีอายุประมาณ 7 - 8 เดือน ทำการคัดเลือกอ้อยที่มีขนาดต่างๆ จำนวน 90 ลำ จากนั้นนำมาตัดให้ยาว 120 เซนติเมตร วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอ้อยและนำไป

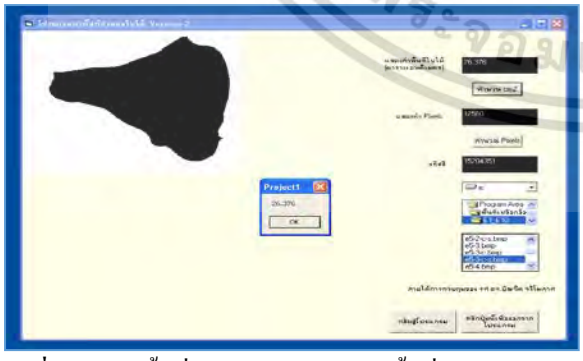
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่งก่อนทดลอง ป้อนอ้อยเข้าสู่ชุดป้อนของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง 2 รอบ แต่ละรอบจับเวลาการทำงานตั้งแต่อ้อยป้อนเข้าสู่ชุดป้อนจนกระทั่งออกจากชุดลอกกาบ และชั่งน้ำหนักอ้อยหลังการทดสอบ สำหรับเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการทดลอง

ชุดที่	ความเร็วรอบชุดป้อน (รอบ/นาที)	ความเร็วรอบชุดลอกกาบ (รอบ/นาที)
1	16	864
2	16	1080
3	16	1152
4	24	864
5	24	1080
6	24	1152
7	36	864
8	36	1080
9	36	1152

วัดพื้นที่เปลือกอ้อยที่เหลือแต่ละลำโดยใช้ถุงพลาสติกวางทาบที่อ้อยแล้วใช้ปากกาเมจิกวาดตามขอบนำไปแสกนด้วยเครื่องสแกน บันทึกข้อมูลที่ได้เป็นรูปภาพไฟล์ .bmp เพื่อนำไปหาพื้นที่เปลือกที่เหลือด้วยโปรแกรมการหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้ [9] ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การหาพื้นที่ผิวด้วยโปรแกรมหาพื้นที่ใบไม้

นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณ ดังสมการต่อไปนี้

อัตราการทำงาน

$$\text{Working Capacity} = \frac{W}{t} \quad (1)$$

เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออก

$$\text{Weight Loss} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวที่ถูกขัดออก

$$\text{Polishing Capacity} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100 \quad (3)$$

โดยที่

W คือ น้ำหนักอ้อยทั้งชุดการทดสอบ (kg)

t คือ เวลารวมที่ใช้ในการทดสอบ (h)

W_1 คือ น้ำหนักอ้อยก่อนเข้าเครื่องครั้งที่ 1 (g)

W_2 คือ น้ำหนักอ้อยหลังเข้าเครื่องครั้งที่ 2 (g)

A_1 คือ พื้นที่ผิวทั้งหมดของท่อนอ้อย (mm^2)

A_2 คือ พื้นที่ผิวที่เหลือจากการขัดผิว (mm^2)

4. การวิเคราะห์สถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้แบบ One-way (ANOVA) ในการตรวจสอบผลของระดับความเร็วรอบชุดป้อนและชุดลอกกาบต่อร้อยละของน้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออก ร้อยละพื้นที่ผิวที่ถูกขัดออกและอัตราการทำงาน แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธีใช้การทดสอบแบบดันแคน (Ducan multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

5. ผลการทดลอง

อ้อยที่นำมาทดสอบมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 28.8 มม. จากผลการทดลองลอกกาบก้อยและขัดผิวอ้อยด้วยเครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำที่ความเร็วรอบชุดป้อน 16, 24 และ 36 รอบ/นาที ความเร็วรอบชุดลอกกาบ 864, 1080 และ 1152 รอบ/นาที ใช้ความเร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที [10] ผลของความเร็วรอบชุดป้อนและชุดลอกกาบที่มีผลต่อการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ร้อยละของน้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออก ร้อยละพื้นที่ผิวที่ถูกขัดออกและอัตราการทำงาน ภายใต้เงื่อนไขการทดลองต่างๆ

ชุดที่	น้ำหนักอ้อยที่ขัดออก (%)	พื้นที่ผิวที่ขัดออก (%)	อัตราการทำงาน (kg/h)
1	15.5^{ab}	76.4^{abc}	95.9^{a}
2	19.0^{abc}	91.1^{c}	115.9^{ab}
3	13.5^{a}	88.7^{bc}	95.3^{a}
4	19.6^{abc}	81.0^{bc}	129.6^{ab}
5	13.6^{a}	62.1^{a}	131.0^{ab}
6	18.0^{abc}	81.2^{bc}	115.2^{ab}
7	28.2^{c}	85.0^{bc}	143.7^{b}
8	17.5^{abc}	80.4^{bc}	152.2^{bc}
9	26.9^{bc}	72.0^{ab}	184.0^{c}

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการทดสอบพบว่า ชุดการทดลองที่ 2 มีจำนวนร้อยละพื้นที่ผิวที่ขัดออกสูงสุด คือ 91.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่น้ำหนักอ้อยที่ขัดออกไปมีเพียง 19 เปอร์เซ็นต์ และ ชุดการทดลองที่ 5 มีค่าของร้อยละพื้นที่ผิวที่ขัดออกต่ำสุดคือ 62.07 เปอร์เซ็นต์ เพื่อพิจารณาอัตราการทำงาน พบว่า จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบชุดป้อนเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าชุดการทดลองที่ 9 จะมีอัตราการทำงานสูงสุด 184.18 กก./ชม. แต่พื้นที่ผิวที่ขัดออกมีเพียง 72 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่น้ำหนักอ้อยที่ขัดออกมีค่าสูงถึง 26.9 เปอร์เซ็นต์ นั่นเป็นเพราะว่าเงื่อนไขนี้ไม่ได้ขัดเฉพาะผิวอ้อยแต่กินเนื้ออ้อยด้วย เช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 7 หากนำท่อนอ้อยกลับมาขัดซ้ำอีกรอบ นอกจากจะทำให้อัตราการทำงานลดลงแล้ว ยังทำให้ได้เนื้ออ้อยน้อยลงด้วย

6. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบและการเปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวที่ขัดออก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออก และอัตราการทำงานของเครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำแบบป้อนต่อเนื่อง โดยใช้ใบมีดโค้งสองใบ ในการเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม จะต้องพิจารณาเงื่อนไขที่ให้ความสะอาดสูงสุดโดยดูจากค่าพื้นที่ผิวที่ขัดออกและให้อัตราการทำงานที่สูง

ดังนั้น ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ความเร็วรอบชุดป้อน 16 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดลอกกาบ 1080 รอบ/นาที จึงเป็นชุดการทำงานที่ดีที่สุด เพราะมีเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวที่ขัดออกเท่ากับ 91.06 เปอร์เซ็นต์ ให้ความสะอาดสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออกเท่ากับ 19.01 เปอร์เซ็นต์และมีอัตราการทำงาน 115.86 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

7. ข้อเสนอแนะ

หลังการดำเนินการทดสอบเครื่องเตรียมท่อนอ้อยสำหรับคั้นน้ำ พบว่าการการเพิ่มส่วนลอกกาบและสางใบอ้อยทำให้อัตราการทำงานของเครื่องลดลง ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาต่อไปนอกจากจะออกแบบโครงสร้างให้เครื่องมีขนาดเล็กลง น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก เหมาะแก่เกษตรกรที่ตระเวนขายน้ำอ้อยคั้นโดยบรรทุกเครื่องไว้บนรถกระบะ และใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์แทนการใช้ไฟฟ้าอย่างเดียวแล้ว ยังต้องพิจารณากลไกการลอกกาบและใบอ้อยด้วย

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] K. Sooksathan, U. Phoolkets and B. Komolwas, "Commercial Sugarcane in Thailand," Bangkok, 1977.

[2] S. Khawpratecp, "Performance Study of Small Sugar Cane Juicing Machine in Juicing Sugar Cane Skin of which was Cleaned by Scraping, Polishing and Peeling," M.Eng. Thesis, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, 2002.

[3] P. Pruengam, "Development and Testing of The Continuous Feeding Sugar Cane Polishing Machine," M.Eng. Thesis, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, 2007.

[4] P. Pruengam and M. Kwangwaropas, "Design and Manufacture of the Circumferential Sugar Cane Polishing Machine," Engineering Journal of Research and Development, Vol. 19, No.2, pp. 73-79, 2008.

[5] B. Bahalayodhin and S. Leeyawattananupong, "Sugar Cane Trash Extractor," In Proceedings of the Agricultural Engineering Conference, Nakhon Pathom, Thailand, May 18-20, 1994, 79-80.

[6] J. Mooyotha, "Blower-Type Sugar Cane Trash Extrator," M.Eng. Thesis, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, 2006.

[7] Anonymous, "Sugarcane Leaf Pruning Machine," Special Problems Project, Rajamangala University of Technology Isan Kalasin, 2007, [Online]. Available : www.irpus.or.th/projectfile/2550_2008_06_03_I040_I250c08012_Complete.pdp. [2008, August 1].

[8] D. Chomhong, S. Samantrab and T. Thiankhonburi, "Development of The Continuous Feeding Sugar Cane Polishing Machine for Juice Cane," Agricultural Engineering Project, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, 2010.

[9] B. Charimobhas, J. Bussarakamwadee, and U. Teerapitayanon, "Automatic Programme of Computer for Leaf and Fruit Surface Area," Thai Agricultural Research Journal, Vol. 25, No. 1, pp. 102-108, 2005.

[10] N. Pradubwong and P. Klakhan, "Improvement the continuous feeding sugar cane polishing machine," Agricultural Engineering Project, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, 209.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้