

การออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวเส้นรอบวงลำอ้อย

Design and Manufacture of the Circumferential Sugar Cane Polishing Machine

พิมพ์พรรณ ปรี่องาม และ มงคล กวางวโรภาส

Pimpan Pruengam and Mongkol Kwangwaropas

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

โทร. 0-3428-1074-5, 3504-6 ต่อ 277

E-mail pimpan_koi@hotmail.com

Abstract

The sugar cane polishing machine is used for juicing process of fresh drink. The juicing sugar cane industry is an alternative method for increasing sugar cane value. Furthermore, more percentage of juice can be obtained comparing with conventional peeling method because the cane's flesh was not peeled off. Design and manufacture of sugar cane polishing machine will achieve the continuous polishing process with more juicing efficiency as well. These could be accomplished by adding the feeding mechanism and modifying the brush units. Testing of continuous feeding sugar cane polishing machine found out that the suitable rotational speed of the feeding mechanism and the brush units was 36.25 rpm and 1080 rpm respectively. The highest working capacity was 276.96 kg/hr while the lowest power consumption was found to be 727.81 watt. The cleaning percentage of this condition was 74.72%. The Supanburi50 variety was used as the tested sugar cane.

บทคัดย่อ

เครื่องขัดผิวอ้อยเป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่อยู่ในกระบวนการแปรรูปอ้อยคั้นน้ำสำหรับบริโภคสด อุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำเป็นทางเลือกที่ช่วยให้อ้อยมีมูลค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การขัดผิวจะไม่สูญเสียเนื้อไปกับเปลือกทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยเพิ่มขึ้น การออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวอ้อยเป็นการพัฒนาเครื่องขัดผิวอ้อยให้ป้อนท่อนอ้อยได้ต่อเนื่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการขัดผิวสูงขึ้น โดยการเพิ่มอุปกรณ์ชุดป้อนเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกและตัดแปลงชุดแปรงขัด ทดสอบการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง โดยใช้อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 เป็นตัวแทนอ้อยคั้นน้ำ ผลการทดสอบพบว่าความเร็วที่เหมาะสมของชุดป้อนและชุดแปรงขัดขณะทำความสะอาดคือ 36.25 รอบ/นาที และ 1,080 รอบ/นาที ตามลำดับ อัตราการทำงานสูงสุดคือ 276.96 กก./ชม. และการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำสุดคือ 727.81 วัตต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความสะอาดเท่ากับ 74.72 %

1. คำนำ

อ้อยคั้นน้ำเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี เนื่องจากความต้องการบริโภคน้ำอ้อยมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดเวลา อุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำจึงเป็นอุตสาหกรรมที่กำลังทวีความสำคัญอย่างมาก [5]

ราคาอ้อยน้ำตาลที่เกษตรกรขายได้ในปี 2547-2548 ต้นละ 620 บาท ในขณะที่เกษตรกรสามารถจำหน่ายอ้อยคั้นน้ำในราคาลำละ 2-3 บาท [1] การนำอ้อยไปใช้ในอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำ นอกเหนือไปจากการผลิตน้ำตาลแต่เพียงอย่างเดียว จะช่วยให้ผลิตผลการเกษตรมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้อ้อยคั้นน้ำจะเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน ในขณะที่อ้อยโรงงานเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน [2] หากเกษตรกรหันมาปลูกอ้อยคั้นน้ำจะสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี เพราะในปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ยังคงใช้แรงงานคนมากทำให้การเพิ่มกำลังการผลิตทำได้ยาก เนื่องจากต้องอาศัยความชำนาญของแรงงานในการปอกเปลือกอ้อยและทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การปอกเปลือกอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 โดยอาศัยแรงงานมีอัตราการทำงานเฉลี่ย 72.26 กก./ชม. [7]



รูปที่ 1 การปอกเปลือกอ้อยคั้นน้ำโดยอาศัยแรงงาน
ที่มา : [6]

การนำเครื่องขัดผิวอ้อยมาใช้จึงเป็นวิธีที่สามารถทำรายได้ให้เกษตรกรเพิ่มขึ้น เพราะการขัดจะไม่สูญเสียเนื้ออ้อยไปกับเปลือกทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยเพิ่มขึ้น เมื่อคิดจากวัตถุดิบจำนวนเท่ากัน [4]

เครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง เป็นการพัฒนาจากเครื่องขัดผิวอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว[4] เนื่องจากคุณภาพอ้อยที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เพราะลักษณะของผิวอ้อยที่ขัดได้ไม่เกลี้ยง การทำงานนั้นจะป้อนอ้อยได้ครั้งละหนึ่งลำ ซึ่งต้องอาศัยแรงงานคนจับและหมุนลำอ้อยตลอดเวลาการทำงานและไม่ปล่อยให้อ้อยออกจากเครื่องเร็วเกินไป มีอัตราการการทำงาน 127.93 กก./ชม. แต่เครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องนั้น จะอาศัยแรงงานคนจับตอนเริ่มต้นเท่านั้นโดยมีการเพิ่มอุปกรณ์ชุดป้อน ลดความเมื่อยล้าในการทำงาน และตัดแปลงชุดแปรงขัด อ้อยที่ผ่านการขัดแล้วจะมีคุณภาพดีสม่ำเสมอ และอัตราการการทำงานจะเพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องและศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมของชุดป้อนและชุดแปรงขัดขณะทำความสะอาด โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่เหลือ และเพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่อง โดยพิจารณาจากจำนวน กก./ชม.

2. การออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

2.1. หลักการออกแบบ

2.1.1. อัตราการทำงานต้องมากกว่าเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว คือ 127.93 กก./ชม.

2.1.2. ลักษณะการขัดเป็นการขัดตามแนวเส้นรอบวงของท่อนอ้อย

2.1.3. ความเร็วรอบของชุดป้อน คำนวณความเร็วจากการป้อนอ้อยด้วยแรงงาน คือ ประมาณ 0.18 เมตร/วินาที

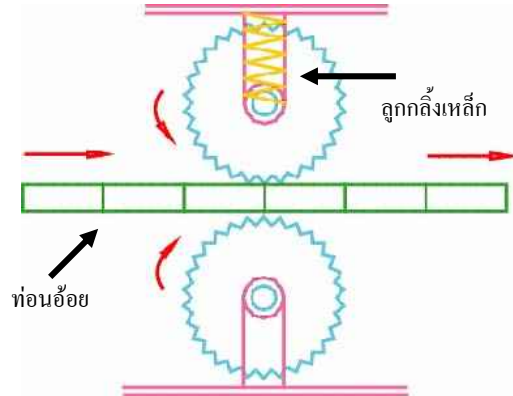
2.1.4. ความเร็วรอบแปรงขัดตั้งไว้ที่ประมาณ 1,400 รอบ/นาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมในการทำงาน [4]

2.1.5. อาศัยผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียวจับตอนเริ่มต้นป้อนอ้อยเข้าสู่เครื่องที่ละลำและหลังจากนั้นอ้อยสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องได้เองโดยไม่ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานและลดความเมื่อยล้าในการทำงาน

2.2. การออกแบบชุดป้อน

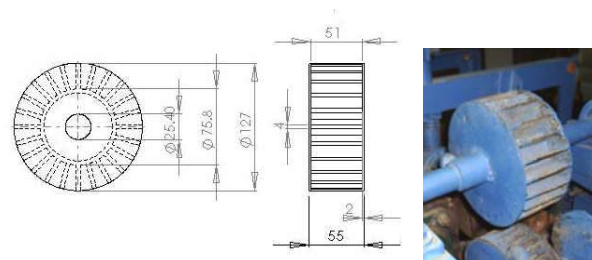
ในการขัดผิวอ้อยท่อนอ้อยควรถูกขัดด้วยความสม่ำเสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของชุดป้อนเข้าสู่เครื่อง การใช้ชุดป้อนจะสามารถควบคุมความเร็วรอบที่เข้าสู่เครื่องอย่างต่อเนื่องดังแสดงในรูปที่ 2

อ้อยที่จะป้อนเข้าสู่เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยควรมีลักษณะลำต้นตรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 30 – 35 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ความยาวท่อนละประมาณ 1 เมตร



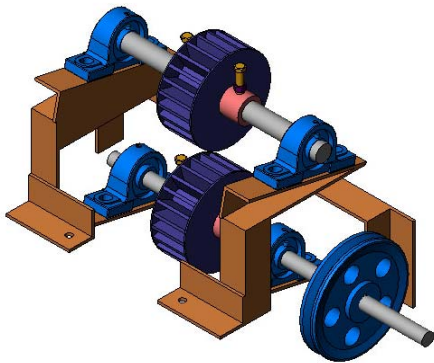
รูปที่ 2 ทิศทางการทำงานของชุดป้อนขณะดึงท่อนอ้อยเข้าสู่เครื่องขัดผิว

ชุดป้อนประกอบด้วยลูกกลิ้งเหล็ก 2 ตัว เส้นผ่าศูนย์กลาง 127 มิลลิเมตร หนา 55 มิลลิเมตร ลักษณะลูกกลิ้งเป็นแผ่นครีบลูกกลิ้งหนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 24 แผ่น เชื่อมติดกับท่อนเหล็กหนา 4 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 75.8 มิลลิเมตร ยาว 51 มิลลิเมตร เชื่อมปิดหัวท้ายด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 127 มิลลิเมตร เจาะรูสำหรับสวมเพลลา 25.4 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 3



รูปที่ 3 รายละเอียดและลักษณะของลูกกลิ้งเหล็ก

ลูกกลิ้งเหล็กตัวล่างหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกาด้วยการส่งผ่านกำลังจากมอเตอร์ด้วยสายพาน ลูกกลิ้งเหล็กตัวบนจะหมุนอิสระ (Idler) ทำหน้าที่ประคองท่อนอ้อย ขณะอ้อยเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องลูกกลิ้งตัวบนซึ่งถูกออกแบบให้กดอ้อยจะหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกา ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเหล็กตัวบนและล่างประมาณ 25 – 40 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถปรับได้ แสดงในรูปที่ 4

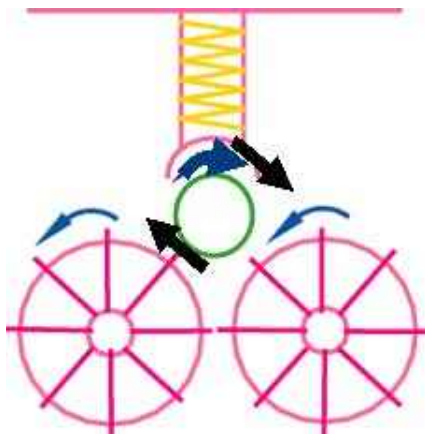


รูปที่ 4 แสดงชุดป้อนของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

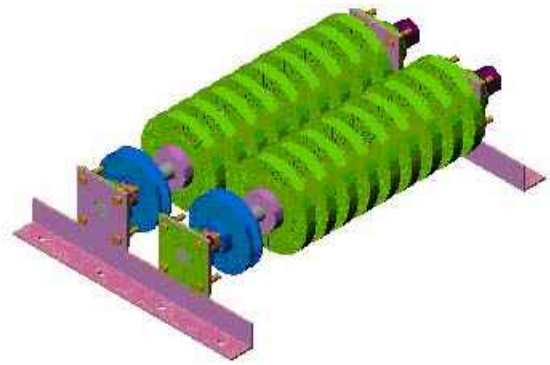
2.3. การออกแบบชุดแปร่งขัด

ออกแบบลักษณะการขัดให้เป็นแบบตามแนวเส้นรอบวงซึ่งเป็นการขัดแบบขวางเส้นใย ซึ่งน่าจะลดการสูญเสียเนื้อไปกับเปลือก ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยเพิ่มขึ้น

ชุดแปร่งขัดประกอบด้วยแปร่งขัด 2 ชุด แต่ละชุดมีแปร่งลวดกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 152.4 มิลลิเมตร จำนวน 9 อัน สวมในเพลานาตเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตรสลับกับแหวนรองเส้นผ่าศูนย์กลาง 63.5 มิลลิเมตร หนา 17 มิลลิเมตร ซึ่งแปร่งขัดทั้งสองชุดจะหมุนในทิศทางเดียวกันคือ ตามเข็มนาฬิกา อ้อยซึ่งอยู่ด้านบนจะถูกกระทำด้วยแรงสองแรงขนานกันและมีขนาดเท่ากัน โดยมีทิศทางตรงข้ามกัน แสดงในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 ทิศทางการทำงานของชุดแปร่งขัด



รูปที่ 6 ชุดแปร่งขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

2.4. การออกแบบระบบส่งกำลัง

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรกที่ชุดป้อน ระบบส่งกำลังจะใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 0.1875 กิโลวัตต์ ส่งกำลังด้วยสายพานลีมร่อง A ไปยังเพลาส่งกำลังของเกียร์ทด จากนั้นส่งกำลังด้วยสายพานลีมร่อง A ไปยังเพลาลูกกลิ้งเหล็กตัวล่างของชุดป้อน ด้วยอัตราทด 1:40

ส่วนที่สองที่ชุดแปร่งขัด ระบบส่งกำลังใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 0.75 กิโลวัตต์ ส่งกำลังด้วยสายพานลีมร่อง B (ล้อสายพานร่องคู่) ไปยังเพลาส่งกำลังของแปร่งขัดแต่ละชุดด้วยอัตราทด 3:4

2.5. การออกแบบโครงสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

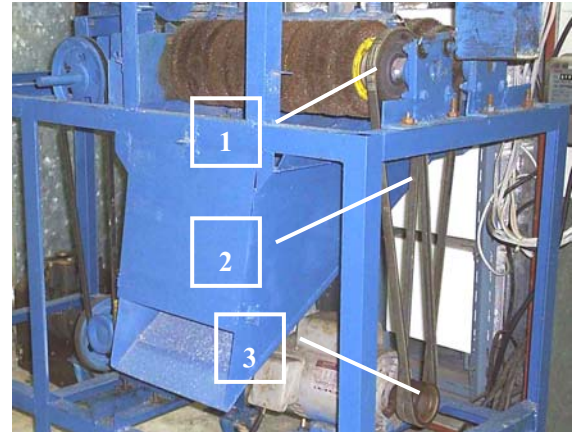
โครงสร้างจะใช้เหล็กฉาก 40 x 40 x 5 มิลลิเมตร เหล็กเพลานาต 19 มิลลิเมตร และ 25.4 มิลลิเมตร และเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร โครงสร้างมีขนาด 600 x 1,050 x 1,340 มิลลิเมตร แสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

2.6. ลักษณะการทำงานของเครื่อง

ผู้ปฏิบัติงานสอดท่อนอ้อยเข้าทางชุดป้อน อ้อยควรมีลักษณะตรงยาวประมาณ 100 – 120 เซนติเมตร อ้อยจะถูกสอดอยู่ระหว่างลูกกลิ้งเหล็กที่หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 36.25 รอบ/นาที การหมุนของลูกกลิ้งเหล็กทั้งสองทำให้ท่อนอ้อยเคลื่อนที่เข้าสู่ชุดแปรงขัดเองโดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องประคองท่อนอ้อย ซึ่งหมุนตามเข็มนาฬิกาด้วยความเร็วรอบ 1,080 รอบ/นาที ท่อนอ้อยจะหมุนรอบตัวเองในทิศทางเข็มนาฬิกา เศษฟิวอ้อยที่ถูกขัดจะร่วงลงสู่ตัวรองรับด้านล่างซึ่งมีลักษณะเอียง อ้อยที่ผ่านการขัดแล้วจะออกทางด้านท้ายเครื่อง



(1 = ล้อสายพานร่อนเดี่ยว 2 = สายพานลิ่ม 3 = ล้อสายพานร่อนคู่)

3. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

การทดสอบหาความสามารถในการทำงานของเครื่องขัดฟิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องที่ความเร็วรอบแปรงขัด 3 ระดับ คือ 864 รอบ/นาที, 1,080 รอบ/นาที และ 1,152 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดป้อน 3 ระดับ คือ 16.11 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที

$$m_{\omega} = n_1/n_2 = d_2/d_1 \quad (1)$$

โดยที่ m_{ω} = อัตราทด

n_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบ/นาที)

n_2 = ความเร็วรอบของแปรงขัดหรือชุดป้อน (รอบ/นาที)

d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานที่มอเตอร์ (มม.)

d_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานที่แปรงขัดหรือชุดป้อน (มม.)

$$\text{ดังนั้น } n_2 = (n_1 \times d_1) / d_2 \quad (2)$$

ชุดแปรงขัดทำงานโดยได้รับกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.75 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบ 1,440 รอบ/นาที ขณะทดสอบจะทำการเปลี่ยนขนาดล้อสายพานที่ถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไปสู่ชุดแปรงขัดเพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่ต้องการใช้ในการทดสอบ (A_1 , A_2 และ A_3) อัตราส่วนความเร็วรอบและความสัมพันธ์ต่างๆแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 ความเร็วรอบแปรงขัดจากการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า

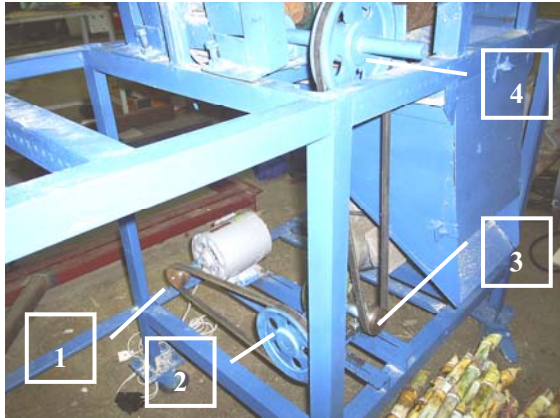
อัตราส่วนความเร็ว	ความเร็วรอบของแปรงขัด, S_p (rpm)
ล้อสายพาน 5:3	864 (A_1)
ล้อสายพาน 4:3	1080 (A_2)
ล้อสายพาน 5:4	1152 (A_3)

รูปที่ 8 การส่งผ่านกำลังของชุดแปรงขัดขณะทดสอบหาความสามารถในการทำงาน

ชุดป้อนทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.1875 กิโลวัตต์ ซึ่งมีความเร็วรอบ 1,440 รอบ/นาที การเปลี่ยนความเร็วรอบของชุดป้อน (B_1 , B_2 และ B_3) ขณะทดสอบโดยการเปลี่ยนขนาดล้อสายพานในชุดที่ 1 ซึ่งเป็นล้อสายพานที่ถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไปสู่เกียร์ทด และ ในชุดที่ 2 ถ่ายทอดกำลังจากเกียร์ทดไปสู่ชุดลูกกลิ้งตัวป้อน

ตารางที่ 2 ความเร็วรอบชุดป้อนจากการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า

อัตราส่วนความเร็ว	ความเร็วรอบของชุดป้อน, S_r (rpm)
ล้อสายพาน 2:6 เกียร์ทด 1:10 ล้อสายพาน 2:6	16.11 (B_1)
ล้อสายพาน 3:6 เกียร์ทด 1:10 ล้อสายพาน 2:6	24.167 (B_2)
ล้อสายพาน 3:6 เกียร์ทด 1:10 ล้อสายพาน 3:6	36.25 (B_3)



(1 = ล้อสายพานที่มอเตอร์ 2 = ล้อสายพานที่เพลาเข้าเกียร์ทด
3 = ล้อสายพานที่เพลาออกเกียร์ทด 4 = ล้อสายพานที่ชุดป้อน)

รูปที่ 9 การส่งผ่านกำลังของชุดป้อน

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบแปรงัดและความเร็วรอบชุดป้อนที่ใช้ในการทดลอง

		ความเร็วรอบของแปรงัด, ปัจจัย A		
		A ₁	A ₂	A ₃
ความเร็วรอบของชุดป้อน, ปัจจัย B	B ₁	A ₁ B ₁ = การทดลองที่ 1	A ₂ B ₁ = การทดลองที่ 4	A ₃ B ₁ = การทดลองที่ 7
	B ₂	A ₁ B ₂ = การทดลองที่ 2	A ₂ B ₂ = การทดลองที่ 5	A ₃ B ₂ = การทดลองที่ 8
	B ₃	A ₁ B ₃ = การทดลองที่ 3	A ₂ B ₃ = การทดลองที่ 6	A ₃ B ₃ = การทดลองที่ 9

ข้อมูลความสัมพันธ์พลังงานวัดได้จากการการติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงบิดและไดนาโมมิเตอร์

ขั้นตอนการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดฟิวทอนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง มีดังนี้

3.1. เตรียมอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 7-8 เดือน) จำนวน 10 ลำ สำหรับแต่ละการทดลอง โดยวิธีสุ่ม แต่ละลำยาว 100-120 ซม.

3.2. วัดความยาวอ้อยด้วยเทปวัดความยาวโดยวัดจากยอดอ้อยไปถึงโคนอ้อย

3.3. ชั่งน้ำหนักอ้อยก่อนทำความสะอาดด้วยเครื่องขัดฟิว

3.4. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อนอ้อยที่ตำแหน่งยอด กลางและโคนตามลำดับเพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย แล้วคำนวณหาพื้นที่ผิวท่อนอ้อยจากสูตร

$$A_1 = \pi \times d \times h \quad (3)$$

โดยที่ A_1 = พื้นที่ผิวท่อนอ้อย (ซม.²)
 d = เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อยเฉลี่ย (ซม.)
 h = ความยาวท่อนอ้อย

3.5. ป้อนอ้อยเข้าเครื่องขัดฟิว อย่างต่อเนื่องทั้ง 10 ลำ ด้วยความเร็วรอบแปรงัดและความเร็วชุดป้อนตามการทดลองที่ 1

3.6. ขณะที่เครื่องขัดฟิวท่อนอ้อยทำงาน บันทึกเวลารวมที่ใช้ในการขัด

$$Q_1 = W_T / t_1 \quad (4)$$

โดยที่ Q_1 = อัตราการทำงาน (กก./ชม.)
 W_T = น้ำหนักรวมของอ้อยก่อนขัด (กก.)
 t_1 = เวลารวมที่ใช้ในการขัดฟิวครั้งที่ 1 (ชม.)

3.7. เมื่อขัดเสร็จแล้วชั่งน้ำหนักท่อนอ้อย ได้น้ำหนักอ้อยหลังการขัดครั้งที่ 1

$$\%L_1 = [(W_L - W_{L1}) / W_L] \times 100 \quad (5)$$

โดยที่ $\%L_1$ คือ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออก
 W_L คือ น้ำหนักอ้อยก่อนขัดฟิว (กก.)
 W_{L1} คือ น้ำหนักอ้อยหลังขัดฟิวครั้งที่ 1 (กก.)

3.8. วัดพื้นที่เปลือกที่เหลือโดยใช้แผ่นพลาสติกวางทาบที่อ้อยแต่ละลำแล้วใช้ปากกาตามขอบพื้นที่ผิวที่ขัดออกไม่หมด บันทึกข้อมูลที่ได้เป็นรูปภาพไฟล์ bmp เพื่อนำไปหาพื้นที่เปลือกที่เหลือหลังการขัดครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรมการหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้แบบอัตโนมัติ [2] คำนวณหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่เหลือและเปอร์เซ็นต์ความสะอาด

$$\%C_1 = [(A - A_1) / A] \times 100 \quad (6)$$

โดยที่ $\%C_1$ = เปอร์เซ็นต์ความสะอาด
 A = พื้นที่ผิวท่อนอ้อย (ซม.²)
 A_1 = พื้นที่เปลือกที่เหลือหลังขัดฟิวครั้งที่ 1 (ซม.²)

3.9. ป้อนอ้อยที่ขัดแล้วทั้ง 10 ลำ เข้าเครื่องขัดซ้ำอีกครั้ง บันทึกเวลารวมที่ใช้ในการขัด

$$Q_2 = W_T / (t_1 + t_2) \quad (7)$$

โดยที่ Q_2 = อัตราการทำงาน (กก./ชม.)
 W_T = น้ำหนักรวมของอ้อยก่อนขัด (กก.)
 t_2 = เวลารวมที่ใช้ในการขัดฟิวครั้งที่ 2 (ชม.)

3.10. เมื่อตัดเสร็จแล้วจึงนำน้ำหนักท่อนอ้อยอีกครั้ง คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียรวมหลังตัดครั้งที่ 2

$$\%L_2 = [(W_L - W_{L2}) / W_L] \times 100 \quad (8)$$

โดยที่ $\%L_2$ คือ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกตัดออก

W_L คือ น้ำหนักอ้อยก่อนตัดผิว (กก.)

W_{L2} คือ น้ำหนักอ้อยหลังตัดผิวครั้งที่ 2 (กก.)

3.11. วัดพื้นที่เปลือกที่เหลือ เพื่อนำไปหาพื้นที่เปลือกที่เหลือและเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการตัดครั้งที่ 2

$$\%C_2 = [(A - A_2) / A] \times 100 \quad (9)$$

โดยที่ $\%C_2$ = เปอร์เซ็นต์ความสะอาด

A = พื้นที่ผิวก่อนตัด (ชม.²)

A_2 = พื้นที่เปลือกที่เหลือหลังตัดผิวครั้งที่ 2 (ชม.²)

4. ผลและวิจารณ์

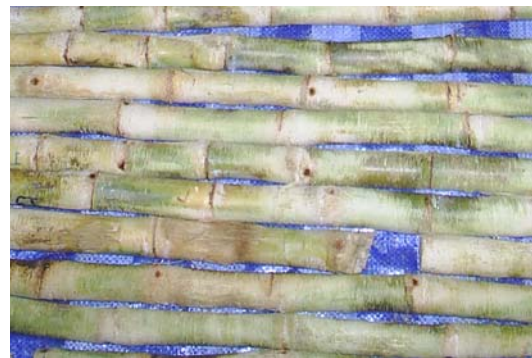
จากการทดสอบการตัดผิวอ้อย โดยการทำงานของเครื่องตัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง ซึ่งทดสอบกับอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ผลที่ได้แสดงในตาราง 4 และ รูปที่ 10 และ 11 ดังนี้

ตารางที่ 4 อัตราการทำงานของเครื่องตัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

การทดลองที่	เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อยเฉลี่ย (มม.)	ความยาวอ้อยเฉลี่ย (มม.)	%น้ำหนักที่ถูกตัดออก		%ความสะอาด		อัตราการทำงาน (กก./ชม.)		ความสิ้นเปลืองพลังงาน (วัตต์)
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
1	3.30	125.30	1.19	0.93	67.25	79.01	253.00	128.22	765.80
2	3.14	123.60	0.91	1.74	70.25	80.44	333.50	172.10	970.54
3	3.25	120.70	1.02	1.80	69.59	80.07	419.30	208.43	761.04
4	3.27	121.33	2.57	4.69	69.06	81.32	218.00	115.30	919.37
5	3.31	125.30	1.58	2.70	58.45	72.35	424.20	214.48	1157.14
6	3.26	125.00	1.39	2.26	56.89	74.72	561.18	276.96	727.81
7	3.23	123.60	2.06	3.09	80.91	91.83	205.77	118.11	1026.91
8	3.06	124.10	1.83	3.11	74.85	85.91	247.17	130.72	1448.95
9	3.08	121.80	2.58	3.45	72.73	84.25	292.34	171.79	1026.58



รูปที่ 10 เปรียบเทียบลักษณะผิวอ้อยก่อนตัด



รูปที่ 11 เปรียบเทียบลักษณะผิวอ้อยหลังผ่านการตัดด้วยเครื่องตัดผิว

4.1. ความสิ้นเปลืองพลังงานสูงสุดเท่ากับ 1,448.95 วัตต์ ที่การทดลองที่ 8 ($S_o = 1,152$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 24.17$ รอบ/นาที่) และความสิ้นเปลืองพลังงานต่ำสุดเท่ากับ 727.81 วัตต์ ที่การทดลองที่ 6 ($S_o = 1,080$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 36.25$ รอบ/นาที่)

4.2. อัตราการทำงานสูงสุดเท่ากับ 276.96 กก./ชม. ที่การทดลองที่ 6 ($S_o = 1,080$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 36.25$ รอบ/นาที่) และอัตราการทำงานต่ำสุดเท่ากับ 115.30 กก./ชม. ที่การทดลองที่ 4 ($S_o = 1,080$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 16.11$ รอบ/นาที่)

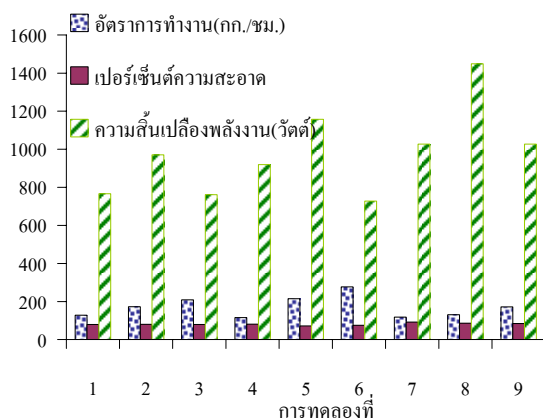
4.3. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดสูงสุดเท่ากับ 91.83% ที่การทดลองที่ 7 ($S_o = 1,152$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 16.11$ รอบ/นาที่) และเปอร์เซ็นต์ความสะอาดต่ำสุดเท่ากับ 72.35% ที่การทดลองที่ 2 ($S_o = 1,080$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 24.17$ รอบ/นาที่)

4.4. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกสูงสุดเท่ากับ 4.69% ที่การทดลองที่ 4 ($S_o = 1,080$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 16.11$ รอบ/นาที่) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกต่ำสุด 0.93% ที่การทดลองที่ 1 ($S_o = 864$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 16.11$ รอบ/นาที่)

4.5. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังการขัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อน

5. สรุป

การเลือกความเร็วรอบของแปรงขัดและชุดป้อนที่เหมาะสมในการทำงานนั้น อัตราการทำงานและเปอร์เซ็นต์ความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญที่สุด นอกจากนี้ความสิ้นเปลืองพลังงานก็มีความสำคัญต่อการพิจารณาด้วย



รูปที่ 12 อัตราการทำงาน, เปอร์เซ็นต์ความสะอาด และความสิ้นเปลืองพลังงานในแต่ละการทดลอง

ที่การทดลองที่ 6 ($S_o = 1,080$ รอบ/นาที่ และ $S_f = 36.25$ รอบ/นาที่) เหมาะสมต่อการทำงานมากที่สุด มีอัตราการทำงานสูงสุดเท่ากับ

276.96 กก./ชม. และเปอร์เซ็นต์ความสะอาดเท่ากับ 74.72 % ในขณะที่ความสิ้นเปลืองพลังงานต่ำสุดเท่ากับ 727.812 วัตต์ และไม่มีความเสียหายจากการหักของอ้อย อัตราการทำงานที่การทดลองนี้เร็วว่าการปอกเปลือกโดยอาศัยแรงงานและเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังถึง 3.83 และ 2.16 เท่า ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงพาณิชย์. 2549. ราคาอ้อย. แหล่งที่มา: <http://www.moc.go.th/login.htm>, 13 กรกฎาคม 2549.
- [2] เกษม สุขสถาน, อุดม พูลเกษ และ บัญญัติ โกมลวาส. 2520. พันธุ์อ้อยที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- [3] บัณฑิต จริโภาส, จุฑามาส บุญราคัมวดี และ อุไร ชีรพิทยานนท์. 2548. การหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้มัดแบบอัดโนมิดี. วารสารวิชาการเกษตร 25(1): 102-108.
- [4] มงคล กวางวโรภาส, มนตรี ทองยา, วิเชฐ ศรีชลเพชร และ สมบัติ ขาวประทีป. 2545. โครงการการพัฒนาเครื่องคั่นน้ำอ้อยสด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 181น.
- [5] วันทนา ตั้งเปรมศรี. 2539. โครงการวิจัยและพัฒนาอ้อยคั่นน้ำและอ้อยเคี้ยว. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. แหล่งที่มา: <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab.2419/THAI12.HTML>, 18 กรกฎาคม 2548.
- [6] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. 2539. คั่นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50. สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ 23น.
- [7] สมบัติ ขาวประทีป. 2545. การศึกษาการทำงานของเครื่องคั่นน้ำอ้อยสดขนาดเล็กในการคั่นน้ำอ้อยที่ทำ ความสะอาดผิวโดยการขัดผิว ขัดผิว และปอกเปลือก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.