การพัฒนาและทดสอบเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

Development and Testing of the Continuous Feeding Sugar Cane Polishing Machine

คำนำ

อ้อยคั้นน้ำเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี เนื่องจากความต้องการบริโภคน้ำอ้อยมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดเวลา อุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำจึงเป็นอุตสาหกรรมที่กำลังทวีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน (วันทนา, 2539)

ราคาอ้อยน้ำตาลที่เกษตรกรขายได้ในปี 2547-2548 ตันละ 620 บาท ในขณะที่เกษตรกรสามารถจำหน่ายอ้อยคั้นน้ำในราคาลำละ 2-3 บาท (กระทรวงพาณิชย์, 2549) การนำอ้อยไปใช้ในอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำ นอกเหนือไปจากการผลิตน้ำตาลแต่เพียงอย่างเดียว จะช่วยให้ผลิตผลการเกษตรมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้อ้อยคั้นน้ำจะเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน ในขณะที่อ้อยโรงงานเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน (เกษม และคณะ, 2520) หากเกษตรกรหันมาปลูกอ้อยคั้นน้ำจะสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี เพราะในปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ยังคงใช้แรงงานคนมาก ทำให้การเพิ่มกำลังการผลิตทำได้ยาก เนื่องจากต้องอาศัยความชำนาญของแรงงานในการปอกเปลือกอ้อยและทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การปอกเปลือกอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 โดยอาศัยแรงงานมีอัตราการทำงานเฉลี่ย 72.26 กก./ชม./คน (สมบัติ, 2545)

เครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง เป็นการพัฒนาจากเครื่องขัดผิวอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว (มงคล และคณะ, 2545) เนื่องจากคุณภาพอ้อยที่ได้ไม่สม่ำเสมอเพราะลักษณะของผิวอ้อยที่ขัดได้ไม่เกลี้ยง การทำงานนั้นจะป้อนอ้อยได้ครั้งละหนึ่งลำ ซึ่งต้องอาศัยแรงงานคนจับและหมุนลำอ้อยตลอดเวลาการทำงานและไม่ปล่อยให้อ้อยออกจากเครื่องเร็วเกินไป มีอัตราการทำงาน 127.93 กก./ชม. แต่เครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องนั้น จะอาศัยแรงงานคนจับตอนเริ่มต้นเท่านั้นโดยมีการเพิ่มอุปกรณ์ชุดป้อน ลดความเมื่อยล้าในการทำงาน และดัดแปลงชุดแปรงขัด อ้อยที่ผ่านการขัดแล้วจะมีคุณภาพดีสม่ำเสมอ และอัตราการทำงานจะเพิ่มขึ้น

การนำเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องมาใช้ในอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำ จึงเป็นวิธีที่สามารถทำรายได้ให้เกษตรกรเพิ่มขึ้น เพราะการขัดจะไม่สูญเสียเนื้ออ้อยไปกับเปลือกทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยเพิ่มขึ้น เมื่อคิดจากวัตถุดิบจำนวนเท่ากัน (มงคล และคณะ, 2545) ในงานวิจัยนี้ใช้อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 เป็นตัวแทนอ้อยคั้นน้ำ

วัตถุประสงค์

ความมุ่งหมายของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อพัฒนา ออกแบบ สร้างและทดสอบการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวเส้นรอบวงให้สามารถป้อนท่อนอ้อยได้ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง โดยพิจารณาจากอัตราการทำงานเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. เพื่อศึกษาความเร็วที่เหมาะสมของชุดป้อนและชุดแปรงขัดขณะทำความสะอาด

การตรวจเอกสาร

พฤกษศาสตร์อ้อย

อ้อยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharum officinarum* L. อ้อยเป็นพืชสกุลหญ้า (Gramineae) มีแหล่งกำเนิดอยู่ตามหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิคตอนใต้ อ้อยขึ้นได้ดีในประเทศที่ตั้งในเขตร้อน (Tropical) และ กึ่งร้อน (Subtropical) อ้อยชอบแสงแดดจัดเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างน้ำตาลสะสมภายในลำ อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีไม่ควรต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนแต่ละปีควรอยู่ระหว่าง-1,500 2,000มิลลิลิตร (มณเฑียร และคณะ, 2529)

พันธุ์อ้อย

พันธุ์อ้อยที่ปลูกในประเทศไทย สามารถจำแนกตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้ 3 กลุ่ม (เกษม, 2540) คือ

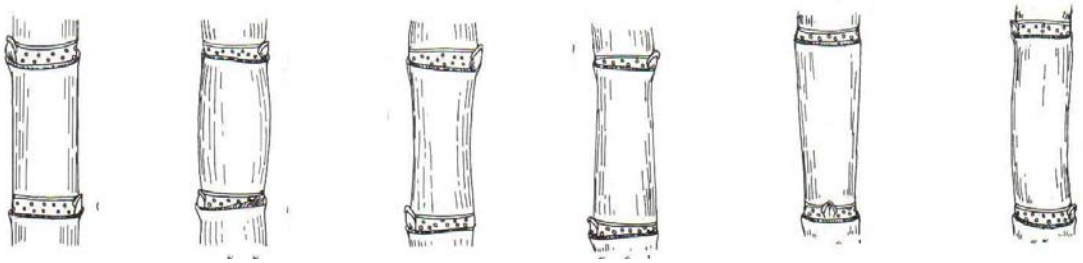
1. อ้อยเคี้ยว (Chewing Cane) ลักษณะลำต้นเปราะ เนื้ออ้อยกรอบ มีเยื่อใยน้อย เหมาะสำหรับทำเป็นอ้อยควั่น หรือใช้กัดเคี้ยวแล้วดูดน้ำออกจากอ้อยโดยตรง ได้แก่ พันธุ์ขาไก่ พันธุ์บาดิลา (Badila) และพันธุ์เมอริเซียส (Mauritius)

2. อ้อยคั้นน้ำ ใช้สำหรับคั้นเอาน้ำอ้อยมารับประทานสด อ้อยกลุ่มนี้มีเส้นใยนิ่มและเหนียวแต่ไม่กรอบ อ้อยคั้นน้ำที่ดีควรมีความหวานประมาณ 15-16 บริกซ์ และเมื่อปอกเปลือกหรือขูดผิวก่อนหีบน้ำอ้อยควรเป็นสีเหลืองอมเขียว ได้แก่ พันธุ์สิงคโปร์ พันธุ์สุพรรณบุรี 50

3. อ้อยอุตสาหกรรม เป็นอ้อยกลุ่มใหญ่ ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล อ้อยกลุ่มนี้มีความหวานสูงมากกว่า 20 บริกซ์ และมีเยื่อใยค่อนข้างสูง (ประมาณ 13-14 เปอร์เซ็นต์) และเยื่อใยยาว เนื่องจากเวลาหีบจะได้ไม่ขาดเป็นผงและอัดลูกหีบ ได้แก่ พันธุ์ F140 พันธุ์อู่ทอง

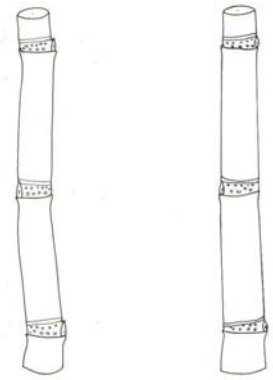
<u>ลักษณะภายนอกของลำอ้อย</u>

ลำต้น ประกอบด้วยข้อปล้องเป็นจำนวนมากเรียงติดต่อกัน ข้อหมายถึงส่วนที่อยู่ระหว่างรอยกาบถึงวงเจริญ ปล้องคือส่วนตั้งแต่วงเจริญถึงรอยกาบที่อยู่เหนือขึ้นไป หมายถึงความยาวจากรอยกาบหนึ่งถึงรอยกาบอีกอันหนึ่ง รูปร่างของปล้องที่มี 6 รูปแบบ แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 1 และ การจัดเรียงของข้อปล้อง แสดงในภาพที่ 2 ลำต้นประกอบด้วยหลายปล้องซึ่งมีความยาวต่างกัน ตอนโคนสั้นมากและค่อย ๆ ยาวขึ้นจนถึงยาวที่สุดแล้วลดลงเมื่อใกล้ยอด ความยาวของปล้องขึ้นอยู่กับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม ปล้องมีรูปร่างแตกต่างกันตามพันธุ์ (เกษม และคณะ, 2520)



ทรงกระบอก มัดข้าวต้ม กลางคด โคนโป่ง ปลายใหญ่ โค้ง

<u>ภาพที่ 1</u> รูปร่างของปล้อง
ที่มา: เกษม และคณะ (2520)



ซิกแซ็ก ตรง

<u>ภาพที่ 2</u> การจัดเรียงของข้อปล้อง
ที่มา: เกษม และคณะ (2520)

อ้อยคั้นน้ำ พันธุ์สุพรรณบุรี50

พันธุ์อ้อยคั้นน้ำที่เกษตรกรใช้ปลูกกันเป็นเวลานานกว่า 30 ปี ได้แก่ พันธุ์สิงคโปร์ มีปัญหาอย่างรุนแรงจากโรคลำต้นเน่าแดงและเป็นพันธุ์ที่ไม่เหมาะสมในการไว้ตอ กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ ได้มีโครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยคั้นน้ำ เพื่อศึกษาวิจัยหาอ้อยคั้นน้ำพันธุ์ใหม่ ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ สามารถไว้ตอได้ คือ อ้อยคั้นน้ำ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 เป็นพันธุ์ที่ได้มาจากการผสมเปิดของอ้อยพันธุ์ SP 074 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี (ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 2539) สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี โดยเฉพาะในเขตปลูกอ้อยภาคกลางและภาคตะวันตก (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, 2545)

1. ลักษณะเด่นของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี50

    1.1. ให้ผลผลิตน้ำอ้อยเฉลี่ย 4913 ลิตรต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ เฉลี่ย 2.3 เท่า
    1.2. น้ำอ้อยสดมีค่าความหวาน 16.1 บริกซ์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ 10 เปอร์เซ็นต์
    1.3. แตกกอดี โดยให้จำนวนลำต่อไร่เฉลี่ย 12198 ลำ สูงกว่าพันธุ์สิงคโปร์ถึง 91 เปอร์เซ็นต์
    1.4. สามารถไว้ตอได้ดี ไม่ต้องปลูกใหม่ทุกปี

2. ลักษณะประจำพันธุ์อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 และพันธุ์สิงคโปร์ แสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

	สุพรรณบุรี 50	สิงคโปร์
สีของลำ	เขียวอมเหลือง	เหลือง
รูปร่างปล้อง	ทรงกระบอก	กลางป่อง
ขนาดลำ	ใหญ่	ใหญ่
ร่องเหนือตา	ไม่มี	มี
ข้อ	ข้อโปน	ข้อโปนเล็กน้อย
รูปร่างตา	ตารูปกลม	ตารูปไข่ ยอดแหลม
วงเจริญ	สีเหลืองนูน	สีเขียวไม่นูน
จุดราก	3แถวไม่เป็นระเบียบ	3แถวไม่เป็นระเบียบ
สีกาบใบ	สีเขียวปนม่วง	สีเขียวปนเหลือง
ขนที่กาบใบ	มีขนกลางใบเล็กน้อย	มีขนกลางกาบใบมาก
หูใบ	ข้างหนึ่งรูปใบหอก	ขนาดปานกลาง
ใบ	มีขนาดใหญ่ ปลายใบโค้ง	กลางใบโค้ง

ที่มา: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539)

ตารางที่2 ลักษณะทางการเกษตร

	สุพรรณบุรี 50	สิงคโปร์
ผลผลิตน้ำอ้อย (ลิตร/ไร่)	4,913	2,126
ความหวาน (บริกซ์)	16.1	14.6
จำนวนลำ (ลำ/ไร่)	12,198	6,384
ขนาดลำ (ซม.)	3.1	3.2
ความยาวลำ (ซม.)	249	208
อายุเก็บเกี่ยว (เดือน)	8	8
ต้นที่พบโรคแส้ดำ (%)	0	27
ต้นที่พบโรคใบขาว (%)	0	2
ต้นที่พบโรคใบจุดเหลือง (%)	20	31
ต้นที่พบโรคลำต้นเน่าแดง (%) ศวร.สพ.*	4.2	8.4
ต้นที่พบโรคลำต้นเน่าแดง (%) ไร่เกษตรกร	4.8	59.8
ต้นที่พบโรคใบด่าง (%)	23	28.5
ต้นที่พบหนอนกออ้อย (%)	4	6

* ศวร.สพ. = ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี

ที่มา: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539)

ตารางที่3 ลักษณะทางการเกษตรของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 กับพันธุ์สิงคโปร์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุต่าง ๆ กัน ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2535 - 2536

พันธุ์อ้อย/ อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิตน้ำอ้อย (ลิตร/ไร่)	ความหวาน (บริกซ์)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	ความยาวลำ (ซม.)
พันธุ์สุพรรณบุรี 50				
อายุ 6 เดือน	4,030	11.6	3.4	246
อายุ 7 เดือน	4,535	15.6	3.6	290
อายุ 8 เดือน	5,045	20.2	3.6	333
พันธุ์สิงคโปร์				
อายุ 6 เดือน	1,610	11.2	3.4	239
อายุ 7 เดือน	1,675	15.5	3.4	285
อายุ 8 เดือน	1,720	16.8	3.8	290

ที่มา: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539)

วิธีทำน้ำอ้อยคั้น (โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, 2549)

1. นำอ้อยมาปอกเปลือกและทำความสะอาดก่อนนำเข้าเครื่องคั้น
2. นำอ้อยที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว นำมาเข้าเครื่องคั้น เพื่อคั้นเอาแต่น้ำ
3. นำน้ำอ้อยที่ได้มาเทใส่ถังผสมโดยผ่านผ้าขาวบาง
4. ทำการบรรจุลงขวดแล้วนำมาปิดฝา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มงคล และคณะ (2545) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว (ภาพที่ 3) ขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) เท่ากับ 1020×810×910 มม. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้าเป็นต้นกำลัง มีล้อสายพานชนิดสองร่องติดอยู่ที่เพลามอเตอร์ สายพานเส้นแรกขับเพลาของแปรงขัดชุดที่หนึ่ง และสายพานเส้นที่สองจะไขว้กันฉุดเพลาของแปรงขัดชุดที่สอง ทำให้หมุนในทิศตรงข้ามกัน แปรงขัดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. หนา 50 มม. ขนทำจากลวดทองเหลือง เพลาของแปรงขัดผิวชุดที่สองหมุนอยู่ในเสื้อลูกปืนเชื่อมติดกับเหล็กแบนที่เชื่อมติดกับบูชที่มีสลักสวมอยู่ สลักจะเป็นจุดหมุนและจะถูกเชื่อมต่อกับโครงเพื่อให้บูชหมุนได้รอบ ทำให้ช่องว่างระหว่างแปรงขัดผิวชุดที่สองกับชุดที่หนึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นเครื่องนี้สามารถขัดได้ทุกขนาด ป้อนท่อนอ้อยเข้าไประหว่างแปรงขัดผิวทั้งสองชุดชักท่อนอ้อยไปมาพร้อมกับหมุนท่อนอ้อยในขณะเดียวกันเพื่อให้ท่อนอ้อยถูกขัดทั่วถึงกัน ความเร็วรอบของแปรงขัดที่เหมาะสม 1400 รอบ/นาที เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขัดผิวท่อนอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่มีความยาวเฉลี่ย 1.8 เมตร เท่ากับ 53.9 วินาที อัตราการทำงานเท่ากับ 127.93 กก./ชม. ในขณะที่แรงงานปอกเปลือกอ้อยได้ 72.26 กก./ชม. ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 การเตรียมอ้อยก่อนคั้นโดยการปอกเปลือกและขัดผิว น้ำหนักก่อนทำความสะอาดใกล้เคียงกันคือ 10.13 กก. และ 10.12 กก. ตามลำดับ คั้นน้ำอ้อยได้ 4.46 กก. และ 5.85 กก. ตามลำดับ ข้อดีของการขัดผิวอ้อยแทนการปอกเปลือกคือจะไม่เสียเนื้ออ้อยไปกับเปลือกทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยเพิ่มมากขึ้นจาก 44 % เป็น 59 %อ้อยขัดผิวจะใช้กำลังในการคั้นมากกว่าอ้อยปอกเปลือกเล็กประมาณ 15.44 % ทั้งนี้ต้องใช้กำลังบางส่วนในการบีบเปลือกอ้อยด้วยแต่อัตราการทำงานจะสูงกว่าอ้อยปอกเปลือกประมาณ 13.4 % เนื่องจากอ้อยเคลื่อนตัวผ่านเครื่องได้สะดวกกว่า เพราะไม่แตกย่อยเหมือนอ้อยปอกเปลือก

ภาพที่ 3 เครื่องขัดผิวอ้อยท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง

ตารางที่ 4 อัตราการทำงานในการขัดผิวอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ด้วยเครื่องขัดผิวอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง

ครั้งที่	ก่อนขัด (กก.)	หลังขัด (กก.)	เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อย (ซม.)	ความยาวอ้อย (ซม.)	เวลาทำงาน (วินาที)	อัตราการทำงาน (กก./ชม.)
1	1.54	1.48	3.8	180	52	106.62
2	1.62	1.59	3.8	180	65	89.72
3	1.82	1.77	3.8	180	40	163.80
4	2.09	2.03	3.8	180	55	136.80
5	2.39	2.31	3.8	180	54	159.33
6	2.50	2.43	3.8	180	55	163.64
7	2.02	1.98	3.8	180	47	154.72
8	1.61	1.56	3.8	180	63	93.48
9	1.88	1.83	3.8	180	59	114.71
10	1.34	1.30	3.8	180	50	96.48
เฉลี่ย	1.88	1.83	3.8	180	53.9	127.93

ที่มา: มงคล และคณะ (2545)

ตารางที่ 5 อัตราการทำงานปอกเปลือกอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

ครั้งที่	ก่อนปอก (กก.)	หลังปอก (กก.)	เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อย (ซม.)	ความยาวอ้อย (ซม.)	เวลาทำงาน (วินาที)	อัตราการทำงาน (กก./ชม.)
1	2.49	2.05	3.8	180	150	59.76
2	2.1	1.52	3.8	180	85	88.94
3	2.1	1.51	3.8	180	87	86.90
4	2.05	1.6	3.8	180	185	39.89
5	2.03	1.39	3.8	180	60	121.80
6	2.11	1.52	3.8	180	105	72.34
7	2.01	1.54	3.8	180	156	46.38
8	2.41	1.71	3.8	180	119	72.91
9	2.03	1.54	3.8	180	159	45.96
10	2.29	1.65	3.8	180	94	87.70
เฉลี่ย	2.162	1.603	3.8	180	120	72.26

ที่มา: มงคล และคณะ (2545)

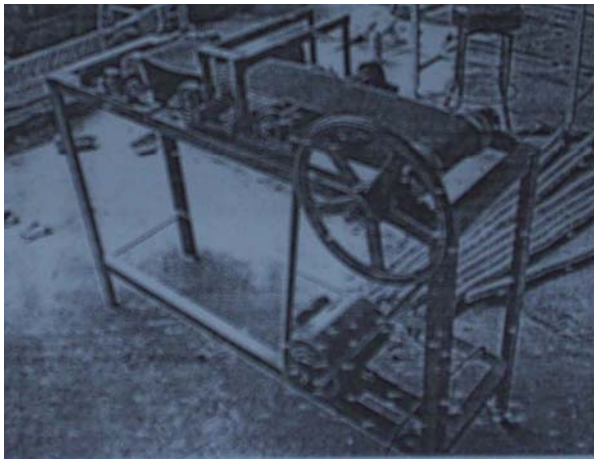
มงคล และคณะ (2545) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว (ภาพที่ 4) ขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) เท่ากับ 1470×650×1160 มม. ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 3.75 กิโลวัตต์เป็นต้นกำลัง เหมาะสำหรับที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า กลไกการทำงานคล้ายคลึงกับเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยตามแนวยาวที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง การทดลองใช้อ้อยพันธุ์ สุพรรณบุรี 50 ผู้ปฏิบัติงานจะจับท่อนอ้อยสอดเข้าไประหว่างชุดแปรงขัดบนล่าง ความเร็วรอบหมุน 1900 รอบ/นาที หมุนสวนทางกันดึงอ้อยเข้าไป จับท่อนอ้อยชักไปมา พร้อมกับหมุนท่อนอ้อย เมื่อขัดได้ครึ่งลำก็กลับด้าน อัตราการทำงานเท่ากับ 225 กก./ชม.

ภาพที่ 4 เครื่องขัดผิวอ้อยท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวใช้เครื่องยนต์เบนซินเป็นต้นกำลัง

นพพร และแสนสุข (2545) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดอ้อย (ภาพที่ 5) ขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) เท่ากับ 670×520×1200 มม. ป้อนอ้อยที่ช่องหน้าเครื่อง ลำอ้อยจะถูกทำความสะอาดด้วยแปรงลวดรูปถ้วยจำนวน 4 อัน ติดตั้งในทิศตรงกันข้ามกัน แปรงขัดจะหมุนตามเส้นรอบวงของอ้อย สามารถปรับระยะได้ตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอ้อย ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้า การขัดครั้งแรกเป็นการทำความสะอาดผิวอ้อย และการขัดครั้งที่สองเพื่อขูดผิวออก การทดลองใช้อ้อยพันธุ์เค ใช้เวลาในการขัดแต่ละครั้งเฉลี่ย 35.94 วินาทีและ 73.66 วินาที และอ้อยพันธุ์ สุพรรณบุรี 50 ใช้เวลาในการขัดแต่ละครั้งเฉลี่ย 47.33 วินาทีและ 86.77 วินาที ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 533 รอบ/นาที แต่ที่ความเร็วรอบ 1475 รอบ/นาที ใช้เวลาในการทำความสะอาดไม่ต่างกันมากนัก แต่อ้อยจะมีการหักเสียหายและเครื่องจะสั่นสะเทือนสูง อัตราการทำงานเท่ากับ 104.4 กก./ชม.

ภาพที่ 5 เครื่องทำความสะอาดอ้อยแบบใช้แปรงลวดรูปถ้วย

ปองพล และอดิรุช (2546) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดอ้อย (ภาพที่ 6) ขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) เท่ากับ 14×47.5×31.5 นิ้ว วางปลายอ้อยพาดขวางกับผ้าทราย มีมอเตอร์ 1/2 แรงม้า เป็นต้นกำลังส่งไปยังล้อสายพาน ชุดลูกกลิ้งยางจะหมุนด้วยความเร็วรอบ 390 รอบ/นาที ความเร็วสายพานผ้าทราย 33.02 ซม./วินาที ผ้าทรายจะทำการขัดผิวอ้อยและถูกปรับให้ตึงตลอดเวลา สามรถขัดผิวอ้อยตามแนวยาวผ้าทรายได้ด้วย การทดลองใช้อ้อยพันธุ์ สุพรรณบุรี 50 ความยาวที่เหมาะสมในการทำความสะอาดคือ 0.5 ถึง 1.0 เมตร เวลาเฉลี่ยในการทำความสะอาด 64.42 วินาที เป็นเวลาที่เร็วที่สุด อัตราการทำงานเท่ากับ 28.79 กก./ชม. สิ่งสกปรกจากการขัดผิวอ้อยอุดตันผ้าทรายทำให้การทำความสะอาดของเครื่องช้าลง



<u>ภาพที่ 6</u> เครื่องทำความสะอาดอ้อยแบบใช้ผ้าทราย
ที่มา: ปองพล และอดิรุช (2546)

สมบัติ (2545) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการคั้นน้ำอ้อยสดด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อยขนาดเล็ก 2 ชนิด คือ ชนิดลูกหีบ 2 ชุด ฟันลูกหีบอยู่ในแนวแกน และชนิดจำหน่ายทั่วไป ซึ่งทำการคั้นน้ำอ้อยที่ทำสะอาดโดยการขูดผิว การขัดผิว และปอกเปลือกอ้อย การทดลองใช้อ้อย 2 พันธุ์ คือ สุพรรณบุรี 50 (อายุ 8 เดือน) และ เค 84 – 200 (อายุ 11 เดือน) ความสามารถในการทำงานของเครื่องขูดผิว เครื่องขัดผิวอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว และการปอกเปลือกโดยแรงงานคน คือ 86.32 กก./ชม. 145.34 กก./ชม. และ 53.29 กก./ชม. ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำอ้อยและกากอ้อยจากการคั้น โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยจากการคั้น เปอร์เซ็นต์บริกซ์น้ำอ้อยและกากอ้อยจากการคั้น เปอร์เซ็นต์โพล (%Pol) น้ำอ้อยและกากอ้อยจากการคั้น ซีซีเอส (CCS) ของอ้อย ในอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 การเตรียมอ้อยด้วยวิธีการปอกเปลือกอ้อย ขูดผิวอ้อย และขัดผิวอ้อย ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์บริกซ์น้ำอ้อย 21.59 % 21.35 % และ 21.45 % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โพลน้ำอ้อย 18.98 % 18.60 % และ 18.73 %ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และให้ค่าซีซีเอสของอ้อย 15.85 % 14.98 % และ 15.12 %ตามลำดับ ซึ่งวิธีการเตรียมอ้อยโดย

การปอกเปลือก มีความแตกต่างจากการขูดผิวอ้อย ในขณะที่การขัดผิวอ้อยไม่มีความแตกต่างกันจากการปอกเปลือกอ้อยและขูดผิวอ้อย ($P < 0.05$)

อุปกรณ์และวิธีการ

ในส่วนนี้ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็นหลายส่วนตามลำดับดังนี้ คือ

1. การทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50
2. การออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง
3. การทดสอบหาความต้องการกำลังในการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง
4. การทดสอบหาความสามรถในการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง
5. การทดสอบค่าความหวานและสีของน้ำอ้อยที่ผ่านการขัดผิวก่อนนำไปคั้นน้ำโดยเปรียบเทียบกับน้ำอ้อยที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีอื่น

รายละเอียดแต่ละส่วนเป็นดังนี้

1. <u>การทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50</u>

แบ่งการทดสอบย่อยดังนี้

1.1. การทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

เพื่อที่จะทราบค่าความตรงและความแข็งแรงที่สามารถทนแรงกดในลักษณะต่าง ๆ ของท่อนอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50

1.1.1. การทดสอบความสม่ำเสมอของอ้อย

อุปกรณ์

1. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 8-10 เดือน)
2. เทปวัดความยาว
3. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

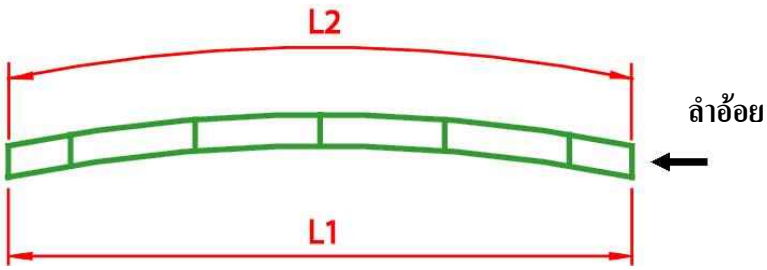
วิธีการ

1. เขียนหมายเลขกำกับลำอ้อยที่นำมาทดสอบ 10 ลำ

2. นำท่อนอ้อยมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักอิเล็คทรอนิกเพื่อหาน้ำหนักเฉลี่ยต่อท่อนอ้อย

3. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยอดอ้อย บริเวณโคนอ้อยและบริเวณกลางลำ ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของลำอ้อย

4. หาความสม่ำเสมอโดยวัดความยาวด้วยเทปวัดความยาวโดยวัดจากยอดอ้อยไปถึงโคนอ้อย ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การวัดความยาวของลำอ้อย

ความสม่ำเสมอ $I = L_1 / L_2$ …(1)

กำหนดให้ I คือ ความสม่ำเสมอ

L_1 คือ ความยาวในแนวเส้นตรงของท่อนอ้อยจากยอดถึงโคน (ซม.)

L_2 คือ ความยาวในแนวแกนของท่อนอ้อยจากยอดถึงโคน (ซม.)

โดยที่ ถ้าความสม่ำเสมอเท่ากับ 1 แสดงว่าท่อนอ้อยเป็นเส้นตรง

ถ้าความสม่ำเสมอน้อยกว่า 1 แสดงว่าท่อนอ้อยโค้ง

1.1.2 การทดสอบความสามารถในการทนแรงกดในแนวแกนของอ้อย

อุปกรณ์

1. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 8-10 เดือน)
2. เครื่อง Universal Testing Machine (INSTRON 5569)
3. เทปวัดความยาว

4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

5. มีด

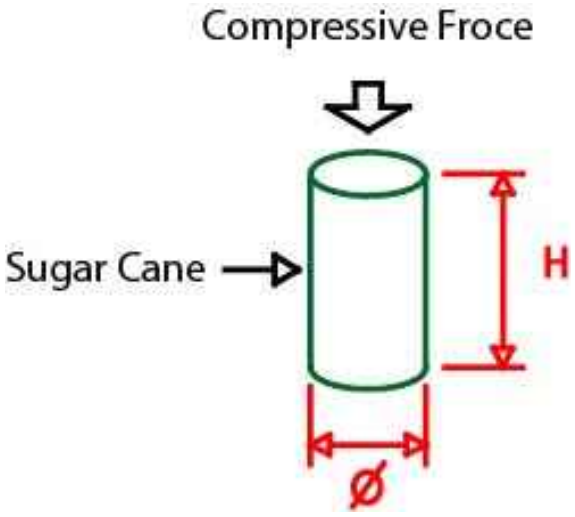
วิธีการ

1. นำท่อนอ้อยจำนวน 9 ลำ มาตัดลำอ้อยบริเวณยอดอ้อย กลางลำอ้อยและโคนอ้อย ให้เป็นท่อนยาว 20, 30 และ 40 เซนติเมตร อย่างละ 3 ท่อน

2. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยอดอ้อย โคนอ้อยและกลางลำ ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของลำอ้อย

3. หาความสามารถในการทนแรงกดในแนวแกนโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine เป็นเครื่องทดสอบ ความเร็วในการกด 25 มิลลิเมตร/นาที ชนิดหัวกด Flat Plate ดังภาพที่ 8 และ 9 คำนวณหาความเค้นกด (วริทธิ์ และชาญ, 2541)

ภาพที่ 8 วิธีการทดสอบหาแรงกดในแนวแกนของท่อนอ้อย



<u>ภาพที่ 9</u> การวัดความสามารถในการทนแรงกดในแนวแกน

ความเค้นกด $\sigma_c = \frac{F}{A}$ …(2)

กำหนดให้ σ_c คือ ความเค้นกด (นิวตัน/มม.^{2})

F คือ แรงกด (นิวตัน)

A คือ พื้นที่หน้าตัดท่อนอ้อย (มม.^{2})

1.1.3. การทดสอบหาความสามารถในการทนแรงกดในแนวรัศมีของอ้อย (แนวนอน)

อุปกรณ์

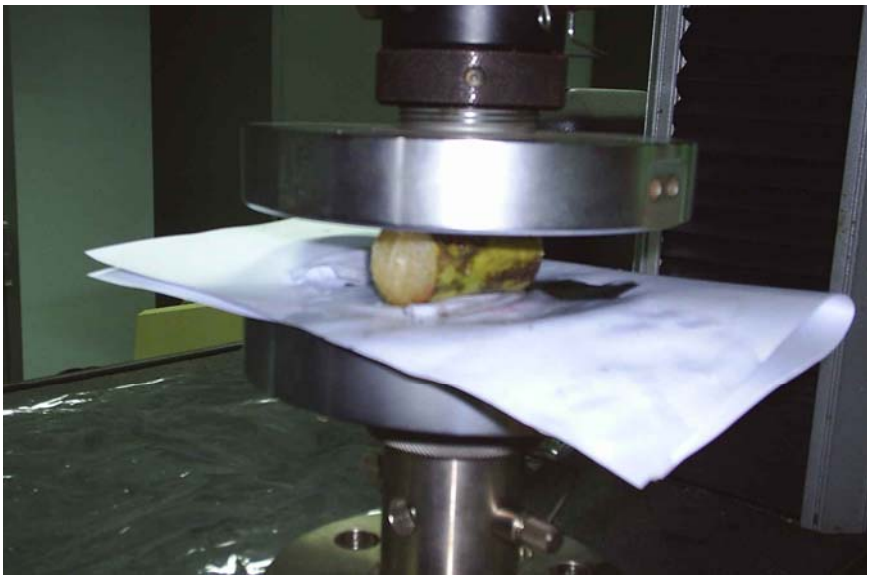
1. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 8-10 เดือน)
2. เครื่อง Universal Testing Machine (INSTRON 5569)
3. เทปวัดความยาว
4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
5. มีด

วิธีการ

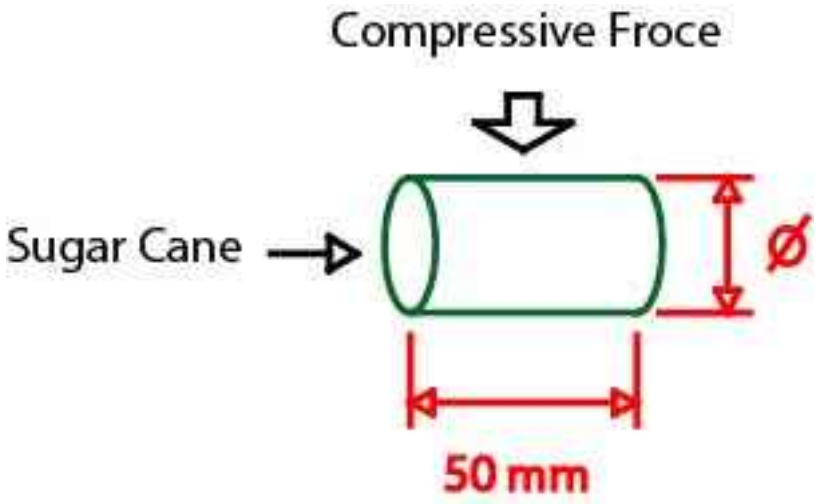
1. นำท่อนอ้อยจำนวน 3 ลำ มาตัดลำอ้อยบริเวณยอดอ้อย กลางลำอ้อยและโคนอ้อย ให้เป็นท่อนยาว 5 เซนติเมตร ที่ตำแหน่งข้อปล้องและระหว่างข้อปล้อง อย่างละ 3 ท่อน

2. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยอดอ้อย บริเวณโคนอ้อยและบริเวณกลางลำด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของลำอ้อย

3. หาความสามารถในการทนแรงกดในแนวรัศมีโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine เป็นเครื่องทดสอบ ความเร็วในการกด 25 มิลลิเมตร/นาที ชนิดหัวกด Flat Plate ดังภาพที่ 10 และ 11 คำนวณหาความเค้นกด



ภาพที่ 10 วิธีการทดสอบหาแรงกดในแนวรัศมีของท่อนอ้อย



ภาพที่ 11 การวัดความสามารถในการทนแรงกดในแนวรัศมี

1.1.4. การทดสอบหาความสามรถในการทนแรงดัดของอ้อยขณะมีที่ชุดรองรับสองข้าง

อุปกรณ์

1. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 8-10 เดือน)
2. เครื่อง Universal Testing Machine (INSTRON 5569)
3. เทปวัดความยาว
4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

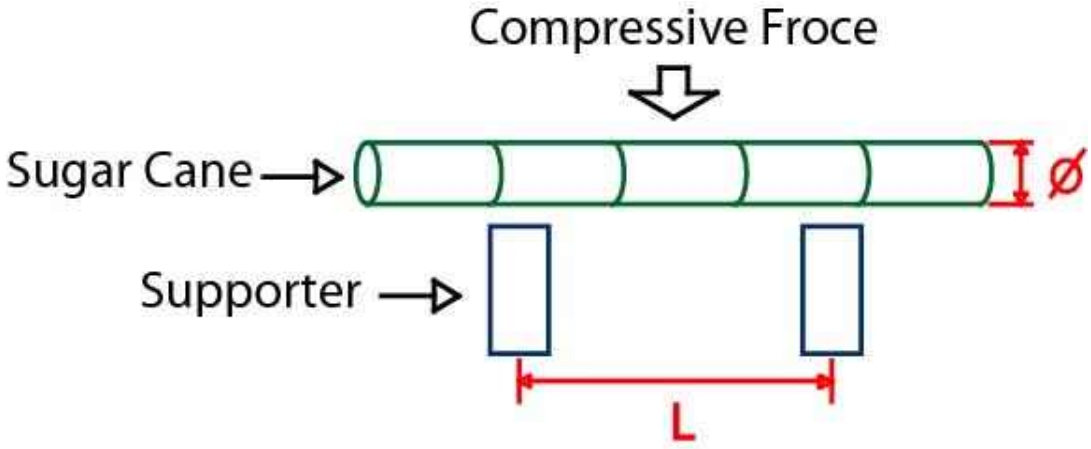
วิธีการ

1. เขียนหมายเลขกำกับลำอ้อยที่นำมาทดสอบ 9 ลำ

2. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยอดอ้อย บริเวณโคนอ้อยและบริเวณกลางลำ ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของลำอ้อย

3. หาความสามารถในการทนแรงดัดในแนวนอนบริเวณยอดอ้อย กลางลำอ้อยและโคนอ้อยโดยมีชุดรองรับที่ระยะห่าง 20, 30 และ 40 เซนติเมตร อย่างละ 3 ซ้ำ ใช้เครื่อง Universal Testing Machine เป็นเครื่องทดสอบ ความเร็วในการกด 25 มิลลิเมตร/นาที ชนิดหัวกด Three Point Bending ดังภาพที่ 12 และ 13 คำนวณหาความเค้นดัด (วริทธิ์ และชาญ, 2541)

ภาพที่ 12 วิธีการทดสอบหาแรงดัดในแนวนอนของท่อนอ้อยโดยมีชุดรองรับสองข้าง



ภาพที่ 13 การวัดความสามารถในการทนแรงดัดในแนวนอนโดยมีชุดรองรับสองข้าง

ความเค้นดัด $$\sigma_b = \frac{32M}{\pi d^3}$$ …(3)

กำหนดให้ σ_b คือ ความเค้นดัด (นิวตัน/มม.^{2})

M คือ โมเมนต์ดัด (นิวตันมิลลิเมตร)

d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางท่อนอ้อย (มม.)

1.2. การทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติความหวานของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 บริเวณส่วนต่าง ๆ

เพื่อให้ทราบค่าความหวานของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่ชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นในใน บริเวณยอดอ้อย กลางลำอ้อยและโคนอ้อย

อุปกรณ์

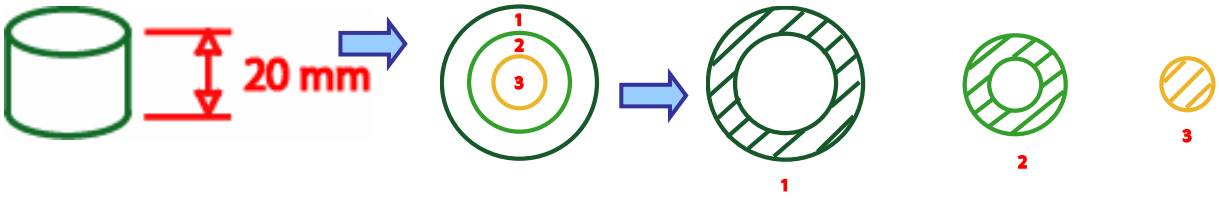
1. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 8-10 เดือน)
2. เครื่อง Digital Refractometer (OSKON รุ่น MTD-045nD)
3. เทปวัดความยาว
4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
5. มีด

วิธีการ

1. นำท่อนอ้อยจำนวน 3 ลำ มาตัดลำอ้อยบริเวณยอดอ้อย ,กลางลำอ้อยและโคนอ้อย ให้เป็นท่อนยาว 2 เซนติเมตร ตำแหน่งละ 3 ท่อน

2. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยอดอ้อย บริเวณโคนอ้อยและบริเวณกลางลำ ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เพื่อแบ่งอ้อยออกเป็น 3 ชั้นที่มีความหนาเท่ากันโดยชั้นมีด

3. วัดค่าความหวานที่ชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นใน อย่างละ 3 ซ้ำ ใช้เครื่องวัดบริกซ์ (Refractometer) เป็นเครื่องทดสอบ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การวัดค่าความหวานที่ชั้นต่าง ๆ ของลำอ้อย

2. <u>การออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง</u>

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

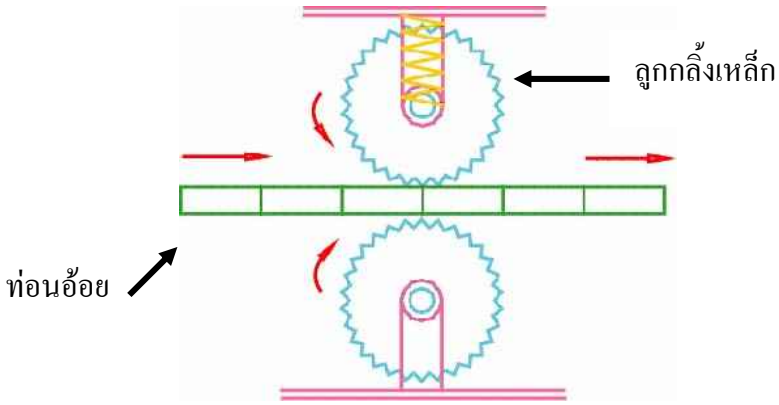
2.1.4. ความเร็วรอบแปรงขัดตั้งไว้ที่ประมาณ 1400 รอบ/นาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมในการทำงาน (มงคล และคณะ, 2545)

2.1.5. อาศัยผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียวจับตอนเริ่มต้นป้อนอ้อยเข้าสู่เครื่องทีละลำและหลังจากนั้นอ้อยสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องได้เองโดยไม่ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานและลดความเมื่อยล้าในการทำงาน

2.2. การออกแบบชุดป้อน

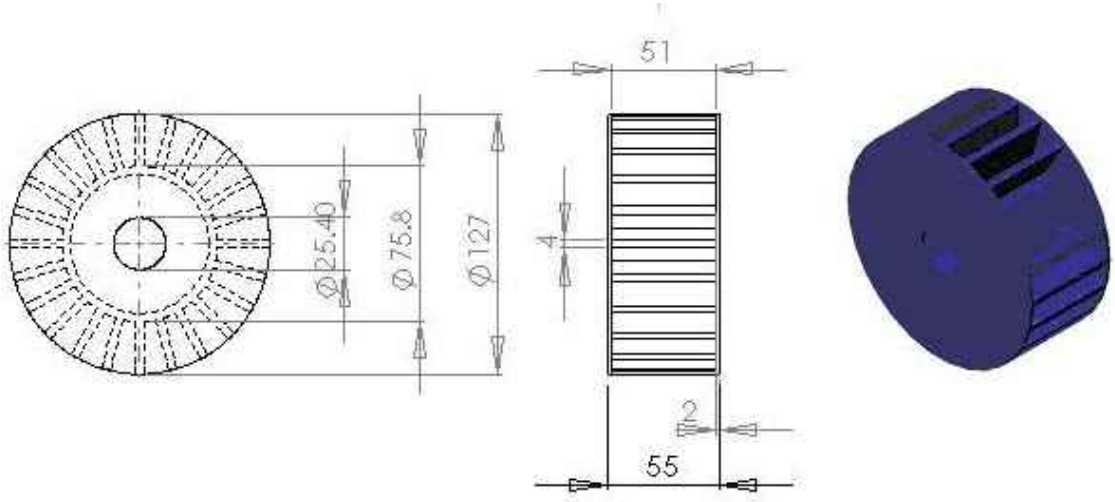
ในการขัดผิวอ้อยท่อนอ้อยควรถูกขัดด้วยความสม่ำเสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับการป้อนอ้อยเข้าสู่เครื่อง การใช้ตัวป้อนจะสามารถควบคุมความเร็วอ้อยที่เข้าสู่เครื่องอย่างต่อเนื่องดังแสดงในภาพที่ 15

อ้อยที่จะป้อนเข้าสู่เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยควรมีลักษณะลำต้นตรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 30 – 35 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ความยาวท่อนละประมาณ 1 เมตร



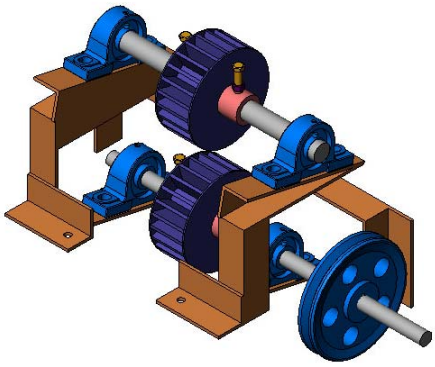
ภาพที่ 15 แสดงทิศทางการทำงานของชุดป้อนขณะดึงท่อนอ้อยเข้าสู่เครื่องขัดผิว

ชุดป้อนประกอบด้วยลูกกลิ้งเหล็ก 2 ตัว เส้นผ่าศูนย์กลาง 127 มิลลิเมตร หนา 55 มิลลิเมตร ลักษณะลูกกลิ้งเป็นแผ่นครีบเหล็กหนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 24 แผ่น เชื่อมติดกับท่อเหล็กหนา 4 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 75.8 มิลลิเมตร ยาว 51 มิลลิเมตร เชื่อมปิดหัวท้ายด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 127 มิลลิเมตร เจาะรูสำหรับสวมเพลา 25.4 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงรายละเอียดและลักษณะของลูกกลิ้งเหล็ก

ลูกกลิ้งเหล็กตัวล่างหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาด้วยการส่งผ่านกำลังจากมอเตอร์ด้วยสายพาน ลูกกลิ้งเหล็กตัวบนจะหมุนอิสระ (Idler) ทำหน้าที่ประคองท่อนอ้อย ขณะอ้อยเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องลูกกลิ้งตัวบนซึ่งถูกออกแบบให้กดอ้อยจะหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเหล็กตัวบนและล่างประมาณ 25 – 40 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถปรับได้ แสดงในภาพที่ 17

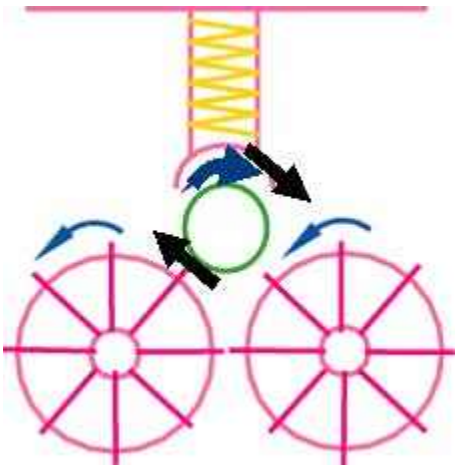


ภาพที่ 17 แสดงชุดป้อนของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

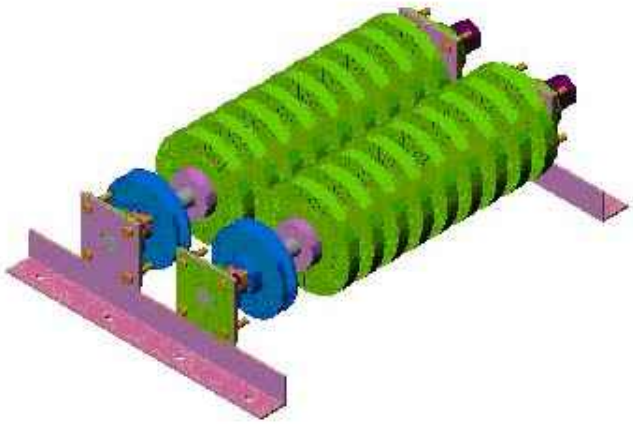
2.3. การออกแบบชุดแปรงขัด

ออกแบบลักษณะการขัดให้เป็นแบบตามแนวเส้นรอบวงซึ่งเป็นการขัดแบบขวางเส้นใย ซึ่งน่าจะลดการสูญเสียเนื้อไปกับเปลือก ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยเพิ่มขึ้น

ชุดแปรงขัดประกอบด้วยแปรงขัด 2 ชุด แต่ละชุดมีแปรงลวดกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 152.4 มิลลิเมตร จำนวน 9 อัน สวมในเพลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตรสลับกับแหวนรอง เส้นผ่าศูนย์กลาง 63.5 มิลลิเมตร หนา 17 มิลลิเมตร ซึ่งแปรงขัดทั้งสองชุดจะหมุนในทิศทางเดียวกันคือตามเข็มนาฬิกา อ้อยซึ่งอยู่ด้านบนจะถูกกระทำด้วยแรงสองแรงขนานกันและมีขนาดเท่ากัน โดยมีทิศทางตรงข้ามกัน แสดงในภาพที่ 18 – 19



ภาพที่ 18 แสดงทิศทางการทำงานของชุดแปรงขัด



ภาพที่ 19 แสดงชุดแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

2.4. การออกแบบระบบส่งกำลัง

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

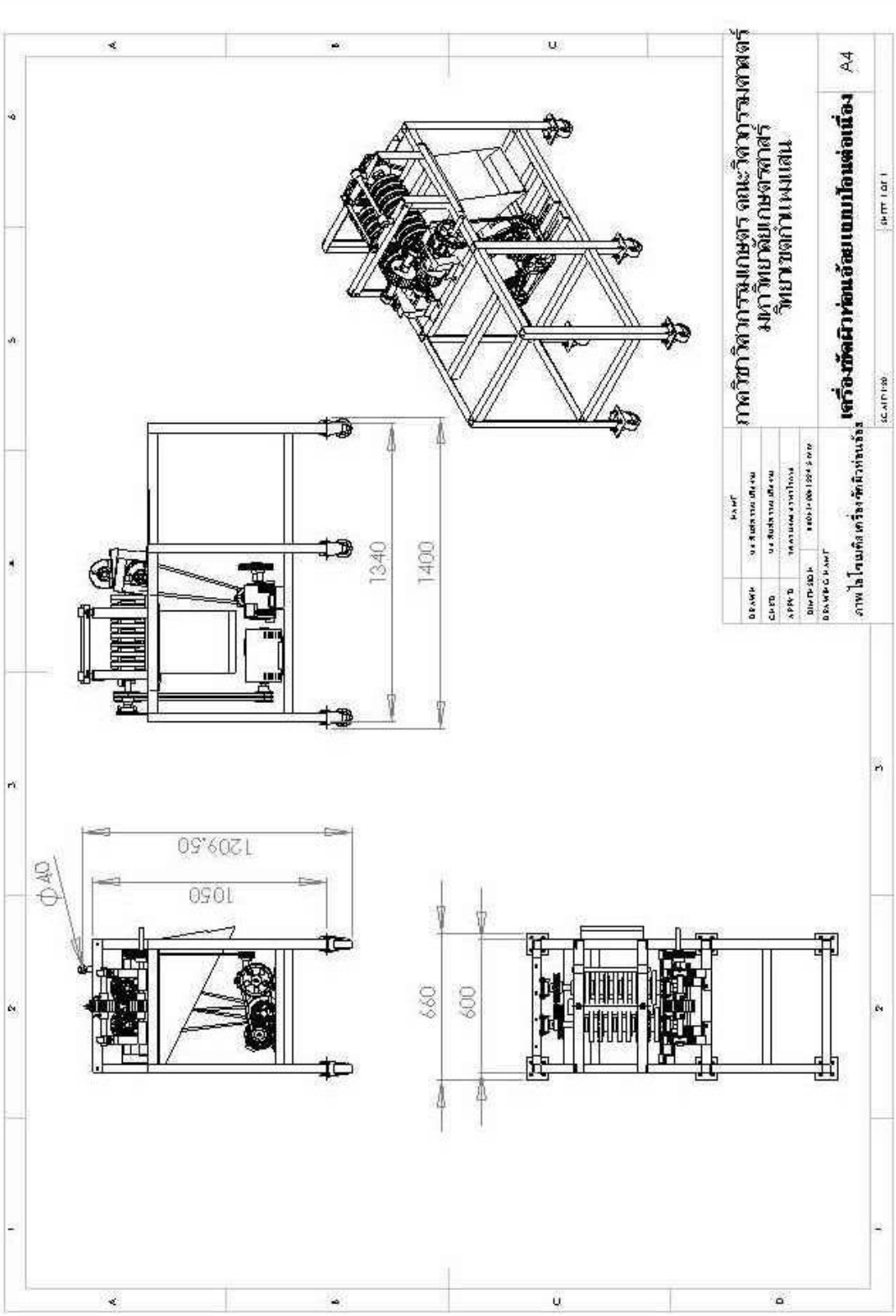
ส่วนแรกที่ชุดป้อน ระบบส่งกำลังจะใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด ¼ แรงม้า ส่งกำลังด้วยสายพานลิ่มร่อง A ไปยังเพลาส่งกำลังของเกียร์ทด จากนั้นส่งกำลังด้วยสายพานลิ่มร่อง A ไปยังเพลาของลูกกลิ้งเหล็กตัวล่างของชุดป้อน ด้วยอัตราทด 1:40

ส่วนที่สองที่ชุดแปรงขัด ระบบส่งกำลังใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 1 แรงม้า ส่งกำลังด้วยสายพานลิ่มร่อง B (ล้อสายพานร่องคู่) ไปยังเพลาส่งกำลังของแปรงขัดแต่ละชุดด้วยอัตราทด 3:4

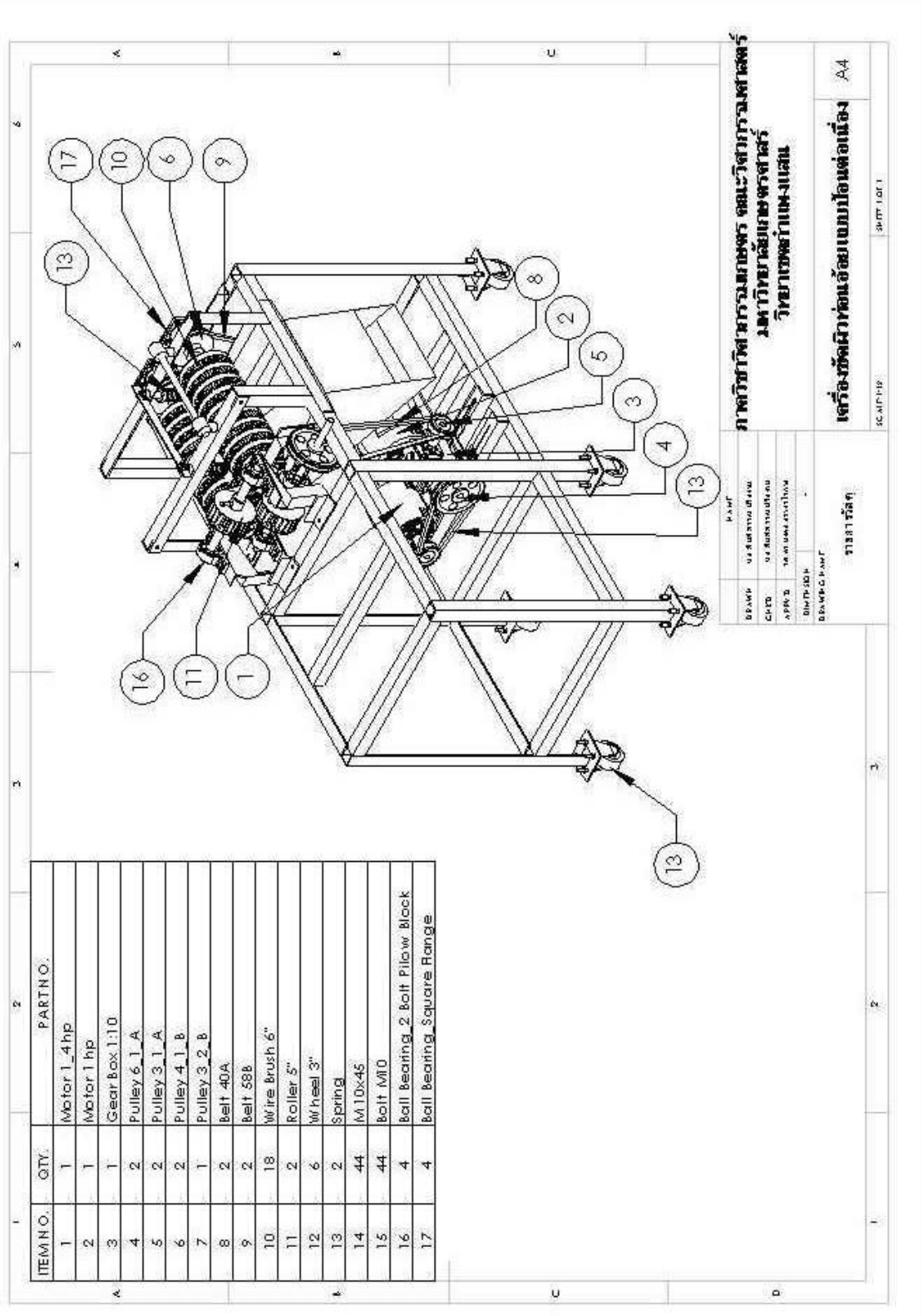
2.5. การออกแบบโครงสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

โครงสร้างจะใช้เหล็กฉาก 40 x 40 x 5 มิลลิเมตร เหล็กเพลาขนาด 19 มิลลิเมตร และ 25.4 มิลลิเมตร และเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร โครงสร้างมีขนาด 600 x 1050 x 1340 มิลลิเมตร แสดงในภาพที่ 20 - 22

ภาพที่ 20 เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง



ภาพที่ 21 ขนาดมิติและภาพไอโซเมติกของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง



ภาพที่ 22 รายการวัสดุของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

2.6. ลักษณะการทำงานของเครื่อง

ผู้ปฏิบัติงานสอดท่อนอ้อยเข้าทางชุดป้อน อ้อยควรมีลักษณะตรง ยาวประมาณ 100 – 120 เซนติเมตร อ้อยจะถูกสอดอยู่ระหว่างลูกกลิ้งเหล็กที่หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 36.25 รอบต่อนาที การหมุนของลูกกลิ้งเหล็กทั้งสองทำให้ท่อนอ้อยเคลื่อนที่เข้าสู่ชุดแปรงขัดเองโดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องประคองท่อนอ้อย ซึ่งหมุนตามเข็มนาฬิกาด้วยความเร็วรอบ 1080 รอบต่อนาที ท่อนอ้อยจะหมุนรอบตัวเองในทิศทวนเข็มนาฬิกา เศษผิวอ้อยที่ถูกขัดจะล่วงลงสู่ตัวรองรับด้านล่างซึ่งมีลักษณะเอียง อ้อยที่ผ่านการขัดแล้วจะออกทางด้านท้ายเครื่อง

3. <u>การทดสอบหาความต้องการกำลังในการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง</u>

เพื่อที่จะทราบค่าความต้องการกำลังในการขับชุดแปรงขัดขณะเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยทำงานที่ความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนต่าง ๆ

อุปกรณ์

1. เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง
2. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 7-8 เดือน) 90 ลำ แต่ละลำยาว 100 เซนติเมตร
3. ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)
4. Digital tachometer (ONO SOKKI TM-2130)
5. Strain amplifier (KYOWA DPM-713B)
6. เครื่องบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลข (YOKOGAWA AR1200)
7. Transistor inverter (TOSHIBA VFS9-2037PM-AN)
8. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Precisa 6200 CSCS)
9. นาฬิกาจับเวลา
10. ตลับเมตร
11. เวอเนียร์ คาลิปเปอร์

ปกติชุดแปรงขัดทำงานโดยได้รับกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.75 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที ขณะทดสอบจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3.75 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที จากชุดไดนาโมมิเตอร์เป็นต้นกำลังแทน ดังภาพที่ 23 จากนั้นทำการปรับความถี่ของ inverter เพื่อให้ได้ความเร็วรอบของแปรงขัดที่ต้องการใช้ในการทดสอบ (A_1, A_2 และ A_3) อัตราส่วนความเร็วรอบและความสัมพันธ์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 6-8

อัตราทด $$m_\omega = n_1/n_2 = d_2/d_1 \quad \ldots(2)$$

โดยที่ m_ω คือ อัตราทด

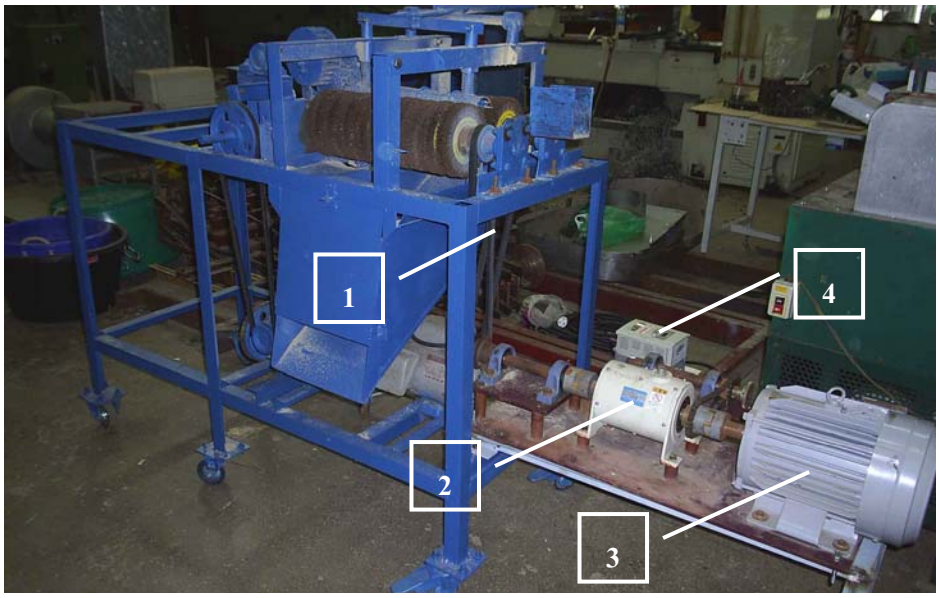
n_1 คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบ/นาที)

n_2 คือ ความเร็วรอบของแปรงขัดหรือชุดป้อน (รอบ/นาที)

d_1 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานที่มอเตอร์ (มม.)

d_2 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานที่แปรงขัดหรือชุดป้อน (มม.)

ดังนั้น $n_2 = (n_1 \times d_1) / d_2$ …(4)



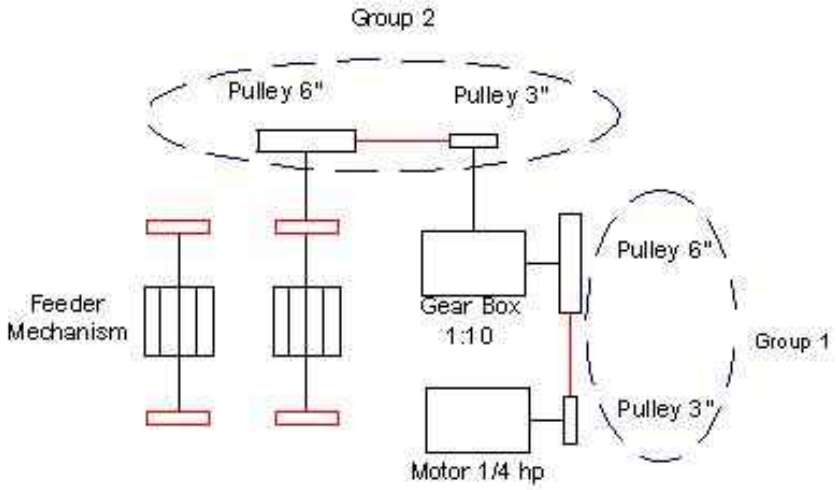
(1 = สายพานลิ่ม 2 = Torque Transducer 3 = มอเตอร์ 4 = Inverter)

ภาพที่ 23 การส่งผ่านกำลังของชุดแปรงขัดขณะทดสอบหาความต้องการกำลัง

ตารางที่ 6 ความเร็วรอบแปรงขัดจากการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า

อัตราส่วนความเร็ว	ความเร็วรอบของแปรงขัด, A (รอบ/นาที)	ความถี่ของ inverter (Hz)
ล้อสายพานที่มอเตอร์ 5 : ล้อสายพานที่แปรงขัด 3	864 (A_1)	30.7
ล้อสายพานที่มอเตอร์ 4 : ล้อสายพานที่แปรงขัด 3	1080 (A_2)	37.1
ล้อสายพานที่มอเตอร์ 5 : ล้อสายพานที่แปรงขัด 4	1152 (A_3)	40.1

ชุดป้อนทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.1875 กิโลวัตต์ ซึ่งมีความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที การเปลี่ยนความเร็วรอบของชุดป้อน (B_1, B_2 และ B_3) ขณะทดสอบทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดล้อสายพาน ดังภาพที่ 24-25



ภาพที่ 24 แผนผังการถ่ายทอดกำลังของชุดป้อน

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

ภาพที่ 25 การส่งผ่านกำลังของชุดป้อน

ตารางที่ 7 ความเร็วรอบของชุดป้อนจากการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า

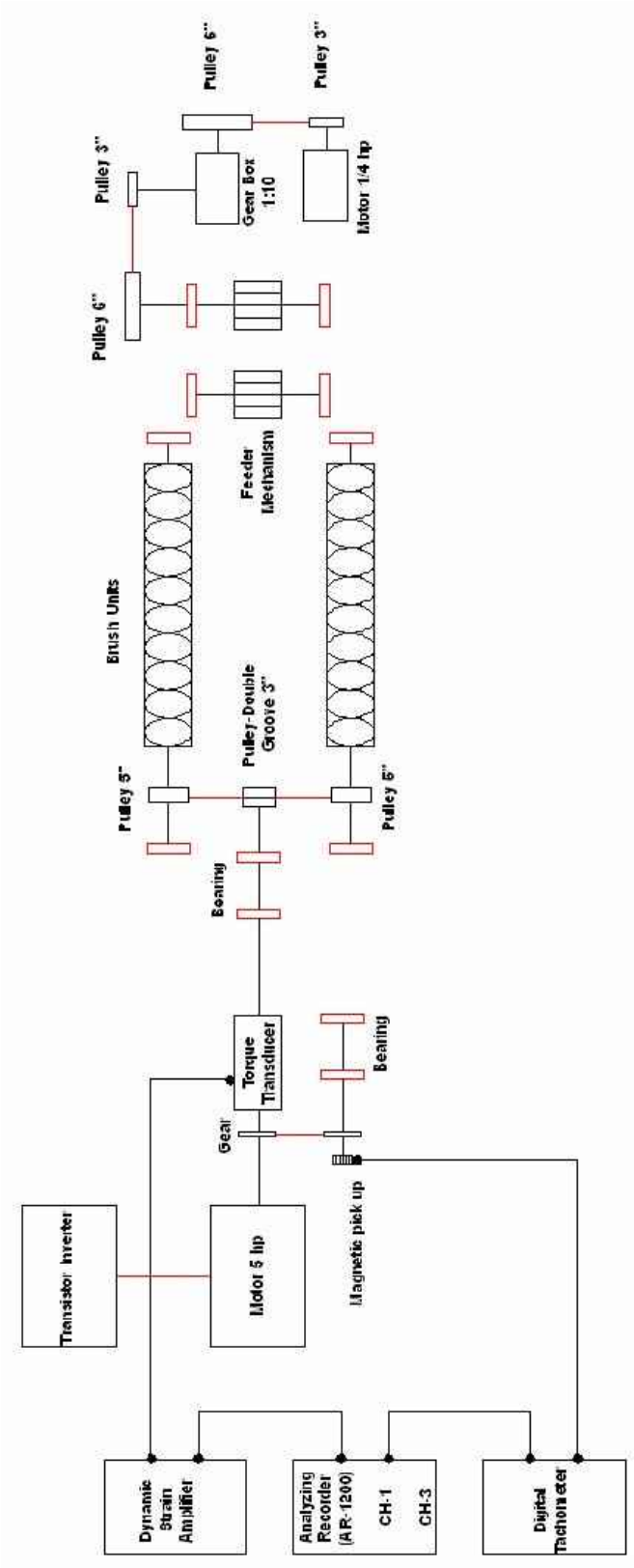
อัตราส่วนความเร็ว	ความเร็วรอบของชุดป้อน, B (รอบ/นาที)
ล้อสายพานที่มอเตอร์ 2 : ล้อสายพานเพลาเข้าที่เกียร์ทด 6 และ อัตราส่วนของเกียร์ทด 1:10 และ ล้อสายพานเพลาออกเกียร์ทด 2 : ล้อสายพานที่ชุดป้อน 6	16.11 (B_1)
ล้อสายพานที่มอเตอร์ 3 : ล้อสายพานเพลาเข้าที่เกียร์ทด 6 และ อัตราส่วนของเกียร์ทด1:10 และ ล้อสายพานเพลาออกที่มอเตอร์ 2 : ล้อสายพานที่ชุดป้อน 6	24.17 (B_2)
ล้อสายพานที่มอเตอร์ 3 : ล้อสายพานเพลาเข้าที่เกียร์ทด 6 และ อัตราส่วนของเกียร์ทด1:10 และ ล้อสายพานเพลาออกที่เกียร์ทด 3 : ล้อสายพานที่ชุดป้อน 6	36.25 (B_3)

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนที่ใช้ในการทดลอง

ความเร็วรอบของชุดป้อน, ปัจจัย B	ความเร็วรอบของแปรงขัด, ปัจจัย A		
	A_1 = 864 รอบ/นาที	A_2 = 1080 รอบ/นาที	A_3 = 1152 รอบ/นาที
B_1 = 16.11 รอบ/นาที	A_1B_1 = การทดลองที่ 1	A_2B_1 = การทดลองที่ 4	A_3B_1 = การทดลองที่ 7
B_2 = 24.17 รอบ/นาที	A_1B_2 = การทดลองที่ 2	A_2B_2 = การทดลองที่ 5	A_3B_2 = การทดลองที่ 8
B_3 = 36.25 รอบ/นาที	A_1B_3 = การทดลองที่ 3	A_2B_3 = การทดลองที่ 6	A_3B_3 = การทดลองที่ 9

วิธีการ

1. ติดตั้งชุดไดนาโมมิเตอร์เข้ากับเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง ที่ชุดป้อนมีมอเตอร์ 0.1875 กิโลวัตต์ เป็นต้นกำลัง ขณะทำงานท่อนอ้อยจะหมุนไปในทิศทางเดียวกันกับชุดแปรงขัด ซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้า 3.75 กิโลวัตต์ จากชุดไดนาโมมิเตอร์เป็นต้นกำลัง ซึ่งความเร็วรอบจะถูกควบคุมโดยการปรับความถี่ของ Transistor inverter ผังการทำงานแสดงในภาพที่ 26



<u>ภาพที่ 26</u> แผนผังการติดตั้งของอุปกรณ์วัดแรงบิดและความต้องการพลังงานกับเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

2. เตรียมอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 จำนวน 10 ลำ สำหรับแต่ละการทดลอง แล้วชั่งน้ำหนักก่อนขัดผิว

3. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อนอ้อยที่ตำแหน่งยอด กลางและโคน ตามลำดับเพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย แล้วคำนวณหาพื้นที่ผิวก่อนขัดจากสูตร

พื้นที่ผิวก่อนขัด $A_1 = \pi \times d \times h$ …(5)

โดยที่ A_1 คือ พื้นที่ผิวก่อนขัด (ซม.^{2})

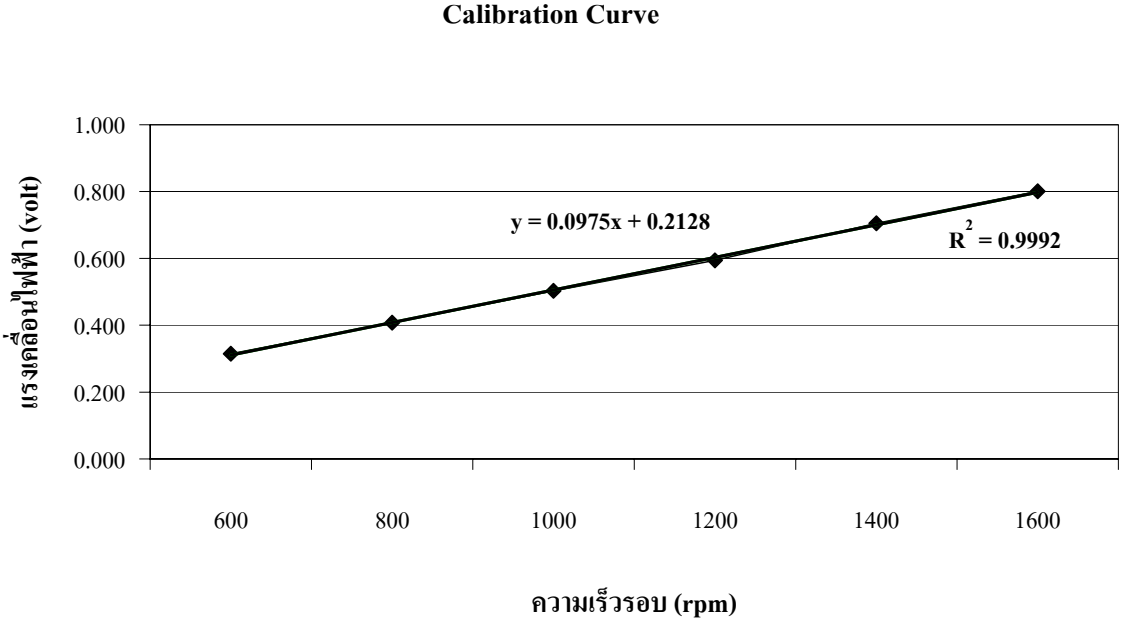
d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อยเฉลี่ย (ซม.)

h คือ ความยาวท่อนอ้อย $\approx$ 100 ซม.

4. เริ่มจากการทดลองที่ 1 (A_1 = 864 รอบ/นาที และ B_1 = 16.11 รอบ/นาที) ปรับ inverter ให้ได้ความเร็วรอบแปรงขัดที่ต้องการ ซึ่งสามารถทำการตรวจสอบความเร็วรอบของแปรงขัดด้วย digital tachometer.

5. ป้อนอ้อยเข้าสู่เครื่องขัดผิวทีละลำ แล้วอ่านค่าแรงบิดสูงสุด 3 ค่า บันทึกค่า ทำจนครบทั้ง 10 ลำ

6. ข้อมูลจากเครื่องบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลข (Analyzing Recorder, AR-1200) คือ ความเร็วรอบ (CH1) และแรงบิด (CH3) ค่าที่ได้จะอยู่ในหน่วยโวลต์ซึ่งต้องทำการเปลี่ยนให้อยู่ในหน่วยปกติ การสอบเทียบความเร็วรอบและแรงเคลื่อนไฟฟ้าแสดงในภาพที่ 27



<u>ภาพที่ 27</u> กราฟสอบเทียบระหว่างความเร็วรอบ (รอบ/นาที) และแรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์) สำหรับเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ค่าความเร็วรอบ (CH1) ที่อ่านได้คือแรงเคลื่อนไฟฟ้าในหน่วยโวลต์ นำค่าที่ได้แทนค่าในสมการ y = 0.0975x + 0.2128

ความเร็วรอบ $y = 0.0975x + 0.2128$ …(7)

โดยที่ y คือ ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) เท่ากับ n (รอบ/นาที)
x คือ ความเร็วรอบจากเครื่องบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลเชิ่งตัวเลขในหน่วยโวลต์

ค่าแรงบิดจาก CH3 อยู่ในหน่วยโวตล์ ซึ่งหาได้จาก 2 โวลต์ = 100 นิวตันเมตร (ค่าแรงบิดสูงสุดของ torque transducer คือ 100 นิวตันเมตร)

ดังนั้น (z โวลต์ x 100 นิวตันเมตร)/ 2 โวลต์ = T นิวตันเมตร …(8)

โดยที่ z คือ แรงบิดจากเครื่องบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลเชิ่งตัวเลขในหน่วยโวลต์
T คือ แรงบิดแปรงขัด (นิวตันเมตร)

7. หากำลังของแปรงขัด

กำลัง $W = (2\P \times n \times T)/ 60$ …(9)

โดยที่ W คือ กำลัง (วัตต์)

n คือ ความเร็วรอบของแปรงขัด (รอบ/นาที) จากสมการที่ (7)

T คือ แรงบิดแปรงขัด (นิวตันเมตร) จากสมการที่ (8)

8. วัดพื้นที่เปลือกที่เหลือโดยใช้แผ่นพลาสติกวางทาบที่อ้อยแต่ละลำ แล้วใช้ปากกาเมจิกวาดตามขอบพื้นที่ผิวที่ขัดออกไม่หมด นำรูปที่ได้ไปสแกนด้วยเครื่องแสกนเนอร์บันทึกข้อมูลที่ได้เป็นรูปภาพไฟล์ bmp

9. หาพื้นที่เปลือกที่เหลือ (A_2) จากรูปภาพไฟล์ bmp ด้วยโปรแกรมการหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้ (บัณฑิต และคณะ, 2548) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่เหลือและเปอร์เซ็นต์ความสะอาด

เปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่เหลือ $\%R = (A_2 / A_1) \times 100$ …(10)

เปอร์เซ็นต์ความสะอาด $\%C = [(A_1 - A_2) / A_1] \times 100$ …(11)

โดยที่ %R คือ เปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่เหลือ

%C คือ เปอร์เซ็นต์ความสะอาด

A_1 คือ พื้นที่ผิวก่อนขัด (ซม.^{2})

A_2 คือ พื้นที่เปลือกที่เหลือ (ซม.^{2})

โดยที่ ความสมบูรณ์ในการขัดผิวท่อนอ้อยจะแปรตามเปอร์เซ็นต์ความสะอาด

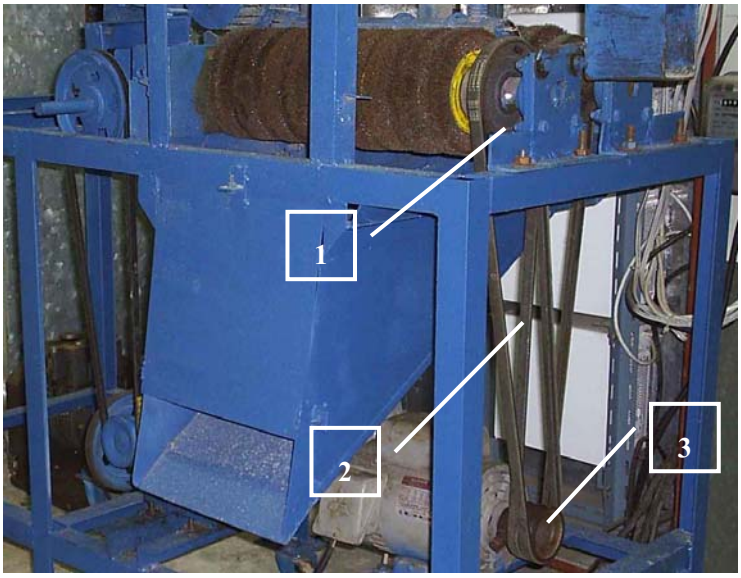
4. <u>การทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง</u>

เพื่อที่จะทราบค่าความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยทำงานที่ความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนต่าง ๆ

อุปกรณ์

1. เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง
2. อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (อายุประมาณ 7-8 เดือน) 90 ลำ
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. นาฬิกาจับเวลา
5. ตลับเมตร
6. เวอเนียร์ คาลิปเปอร์

ชุดแปรงขัดทำงานโดยรับกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.75 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที เปลี่ยนความเร็วรอบของชุดแปรงขัด (A1, A2 และ A3) ขณะทดสอบทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดล้อสายพาน ดังภาพที่ 28 และตารางที่ 6



(1 = ล้อสายพานร่องเดี่ยว 2 = สายพานลิ่ม 3 =ล้อสายพานร่องคู่)

<u>ภาพที่ 28</u> การส่งผ่านกำลังของชุดแปรงขัดขณะทดสอบหาความสามารถในการทำงาน

การเปลี่ยนความเร็วรอบของชุดป้อนขณะทดสอบนี้ทำเช่นเดียวกับการทดสอบหาความต้องการกำลังในการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง ดังตารางที่ 7

วิธีการ

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

2. วัดความยาวอ้อยด้วยเทปวัดความยาวโดยวัดจากยอดอ้อยไปถึงโคนอ้อย เพื่อหาความยาวเฉลี่ยของท่อนอ้อยและนำไปหาความสม่ำเสมอของท่อนอ้อย

3. ชั่งน้ำหนักอ้อยก่อนทำความสะอาดด้วยเครื่องขัดผิว

4. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อนอ้อยที่ตำแหน่งยอด กลาง และโคน ตามลำดับเพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย แล้วคำนวณหาพื้นที่ผิวก่อนขัดจากสูตร

พื้นที่ผิวก่อนขัด $A_1 = \pi \times d \times h$ …(12)

โดยที่ A_1 คือ พื้นที่ผิวก่อนขัด (ซม.^{2})
d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อยเฉลี่ย (ซม.)
h คือ ความยาวท่อนอ้อย

5. ป้อนอ้อยเข้าเครื่องขัดผิวอย่างต่อเนื่องทั้ง 10 ลำ ด้วยความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วชุดป้อนตามการทดลองที่ 1

6. ขณะที่เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยทำงาน บันทึกเวลารวมที่ใช้ในการขัด

อัตราการทำงาน $Q_1 = W_T / t_1$ …(13)

โดยที่ Q_1 คือ อัตราการทำงาน (กก./ชม.)
W_T คือ น้ำหนักรวมของอ้อยก่อนขัด (กก.)
t_1 คือ เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิวครั้งที่ 1 (ชม.)

7. เมื่อขัดเสร็จแล้วชั่งน้ำหนักท่อนอ้อย ได้น้ำหนักอ้อยหลังการขัดครั้งที่ 1

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออก $\%L_1 = [(W_L - W_{L1}) / W_L] \times 100$ …(14)

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

8. วัดพื้นที่เปลือกที่เหลือโดยใช้แผ่นพลาสติกวางทาบที่อ้อยแต่ละลำ แล้วใช้ปากกาเมจิกวาดตามขอบพื้นที่ผิวที่ขัดออกไม่หมด นำรูปที่ได้ไปแสกนด้วยเครื่องแสกนเนอร์บันทึกข้อมูลที่ได้เป็นรูปภาพไฟล์ bmp เพื่อนำไปหาพื้นที่เปลือกที่เหลือหลังการขัดครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรมการหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้แบบอัตโนมัติ (บัณฑิต และคณะ, 2548) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่เหลือและเปอร์เซ็นต์ความสะอาด

เปอร์เซ็นต์ความสะอาด $\%C_1 = [(A_1 - A_2) / A_1] \times 100$ …(15)

โดยที่ $\%C_1$ คือ เปอร์เซ็นต์ความสะอาด
A_1 คือ พื้นที่ผิวก่อนขัด (ซม.^{2}) จากสมการ (10)
A_2 คือ พื้นที่เปลือกที่เหลือหลังขัดผิวครั้งที่ 1 (ซม.^{2})

9. ป้อนอ้อยที่ขัดแล้วทั้ง 10 ลำ เข้าเครื่องขัดซ้ำอีกครั้ง บันทึกเวลารวมที่ใช้ในการขัด

อัตราการทำงาน $Q_2 = W_T / (t_1 + t_2)$ …(16)

โดยที่ Q_2 คือ อัตราการทำงาน (กก./ชม.)
W_T คือ น้ำหนักรวมของอ้อยก่อนขัด (กก.)
t_2 คือ เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิวครั้งที่ 2 (ชม.)

10. เมื่อขัดเสร็จแล้วชั่งน้ำหนักท่อนอ้อยอีกครั้ง คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การถูกขัดรวมหลังขัดครั้งที่2

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออก $\%L_2 = [(W_L - W_{L2}) / W_L] \times 100$ …(17)

โดยที่ $\%L_2$ คือ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออก

W_L คือ น้ำหนักอ้อยก่อนขัดผิว (กก.)

W_{L2} คือ น้ำหนักอ้อยหลังขัดผิวครั้งที่ 2 (กก.)

11. วัดพื้นที่เปลือกที่เหลือ (A_3) เพื่อนำไปหาพื้นที่เปลือกที่เหลือและเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดครั้งที่ 2

เปอร์เซ็นต์ความสะอาด $\%C_2 = [(A_1 - A_3) / A_1] \times 100$ …(18)

โดยที่ $\%C_2$ คือ เปอร์เซ็นต์ความสะอาด

A_1 คือ พื้นที่ผิวก่อนขัด (ซม.^{2}) จากสมการ (10)

A_3 คือ พื้นที่เปลือกที่เหลือหลังขัดผิวครั้งที่ 2 (ซม.^{2})

5. <u>การทดสอบค่าความหวานและค่าสีของน้ำอ้อยที่ผ่านการขัดผิวก่อนนำไปคั้นน้ำโดยเปรียบเทียบกับน้ำอ้อยที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีอื่น</u>

เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำอ้อยจากความหวานและสีของน้ำอ้อยที่ได้จากอ้อยที่ทำความสะอาดด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องกับน้ำอ้อยที่จำหน่ายทั่วไป

อุปกรณ์

1. น้ำอ้อยชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการสุ่มซื้อจากร้านค้าและเตรียมเอง

1.1. น้ำอ้อยคั้นจากร้านที่ 1 ใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยการปอกเปลือกและคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อยชนิดจำหน่ายทั่วไป (ชนิดที่ 1)

1.2. น้ำอ้อยคั้นจากร้านที่ 2 ใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยการปอกเปลือกและคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อยชนิดจำหน่ายทั่วไป (ชนิดที่ 2)

1.3. น้ำอ้อยคั้นจากร้านที่ 3 ใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยการปอกเปลือกและคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อยชนิดจำหน่ายทั่วไป (ชนิดที่ 3)

1.4. น้ำอ้อยคั้นจากร้านที่ 4 ใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวและคั้นด้วยเครื่องคั้นชนิดมีลูกหีบหนึ่งชุด (ชนิดที่ 4)

1.5. เตรียมน้ำอ้อย โดยใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยการปอกเปลือกและคั้นด้วยเครื่องคั้นชนิดมีลูกหีบหนึ่งชุด (ชนิดที่ 5)

1.6. เตรียมน้ำอ้อย โดยใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องและคั้นด้วยเครื่องคั้นชนิดมีลูกหีบหนึ่งชุด (ชนิดที่ 6)

2. เครื่อง Digital Refractometer (OSKON รุ่น MTD-045nD)
3. เครื่องวัดสี Minolta CR-400

วิธีการ

1. นำน้ำอ้อยทั้ง 6 ชนิด วัดค่าความหวานด้วยเครื่อง Digital Refractometer ชนิดละ 5 ซ้ำ

2. วัดค่า lightness parameter (L*) ค่า redness parameter (a*) และค่า yellowness parameter (b*) ด้วยเครื่องวัดสี ชนิดละ 5 ซ้ำ

โดยที่ ค่าบวกของ L* แสดงความสว่างของน้ำอ้อย
ค่าลบของ L* แสดงความมืดของน้ำอ้อย
ค่าบวกของ a* แสดงความแดงของน้ำอ้อย
ค่าลบของ a* แสดงความเขียวของน้ำอ้อย
ค่าบวกของ b* แสดงความเหลืองของน้ำอ้อย
ค่าลบของ b* แสดงความน้ำเงินของน้ำอ้อย

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ไพบูลย์ (2542) กล่าวว่าเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม หมายถึง การนำเอาเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานด้านวิศวกรรม เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่กับงานด้านวิศวกรรมอย่างประหยัดเพื่อใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการขัดผิวอ้อย

แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1.1. ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่กำหนด ไม่ขึ้นกับปริมาณการใช้เครื่องจักร ประกอบด้วย ดอกเบี้ยจากการลงทุนสร้างเครื่องจักร และค่าเสื่อมราคา

1..2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามปริมาณการใช้งาน ประกอบด้วยค่าบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน และค่าซ่อมแซม

$$AC = FC + VC \qquad \ldots(19)$$

โดยที่ AC คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการขัดผิวอ้อย (บาท)
FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)
VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท)

2. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

ค่าเสื่อมราคา คือ มูลค่าที่ต่ำลงไปของเครื่องมือเครื่องจักรที่ซื้อมาใช้ในการผลิตเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งก็จะมีการเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือตามปริมาณการผลิต จะทำให้มูลค่าต่ำลงได้จนหมดอายุการใช้งาน อาจจะต้องขายเป็นซากได้

การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation) เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะคำนวณง่าย โดยการใช้มูลค่าของทรัพย์สินลบด้วยมูลค่าซาก แล้วหารด้วยจำนวนอายุการใช้งาน จะได้ค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีดังนี้

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = (P - L) / N \qquad \ldots(20)$$

โดยที่ P คือ ราคาต้นทุนของทรัพย์สิน (บาท)

L คือ ราคาหรือมูลค่าซากเมื่อหมดอายุการใช้งานของทรัพย์สิน (บาท)

N คือ จำนวนอายุการใช้งานของทรัพย์สิน (ปี)

3. จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

จุดคุ้มทุน คือ จุดซึ่งรายได้จากการลงทุนคุ้มกับค่าลงทุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง จุดที่แสดงค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากัน ซึ่งมีความหมายว่าเป็นจุดซึ่งมีกำไรเป็นศูนย์นั่นเอง

$$BEP = FC / (P - VC) \quad \ldots(21)$$

โดยที่ BEP คือ จุดคุ้มทุน (หน่วย)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

P คือ กำไร (บาท/หน่วย)

4. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุน คือ เวลาที่ต้องการเพื่อให้การลงทุนเริ่มต้นได้รับการคืนทุน โดยไม่คำนึงถึงค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

$$PBP = CF_0 / YCF \quad \ldots(22)$$

โดยที่ PBP คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

CF_0 คือ เงินลงทุนเริ่มต้นหรือค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)

YCF คือ กำไรเฉลี่ยแต่ละปี (บาท)

สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินงานตั้งแต่ เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2548 ถึง เดือน กันยายน พ.ศ.2549 ปฏิบัติงาน 15 เดือน

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลองในหัวข้อต่าง ๆ แสดงตามลำดับดังนี้

1. <u>ผลการทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี50</u>

1.1. ผลการทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

1.1.1. ผลการทดลองศึกษาความสม่ำเสมอของท่อนอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 แสดงในตารางที่ 9

<u>ตารางที่ 9</u> แสดงค่าความสม่ำเสมอของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

ลำที่	เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (มม.)	L_1(ซม.)	L_2 (ซม.)	ความสม่ำเสมอ
1	32.83	171	172	0.994
2	29.87	162	163	0.994
3	30.93	154	155	0.994
4	29.87	158	159	0.994
5	29.77	128.5	130	0.988
6	27.40	146	147	0.993
7	32.83	148	149.5	0.990
8	38.20	165	166	0.994
9	30.47	146	148	0.986
10	30.33	136	138	0.986
เฉลี่ย	31.25	151.45	152.75	0.991

จากการวัดความยาวจากยอดถึงโคนท่อนอ้อย (L_1) และ ความยาวในแนวแกนของท่อนอ้อย (L_2) ของอ้อยจำนวน 10 ท่อน พบว่า ความสม่ำเสมอของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 เท่ากับ 0.991

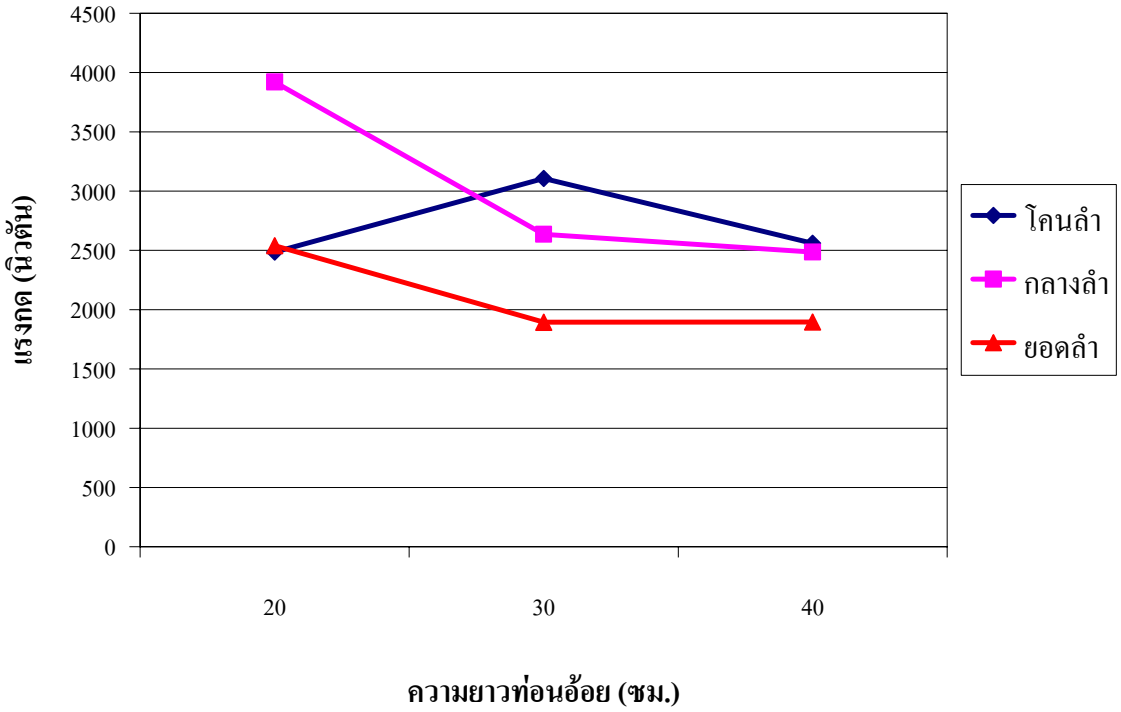
1.1.2. ผลการวัดค่าความต้านทานต่อแรงกดสูงสุดในแนวแกน แสดงในตารางที่ 10 และภาพที่ 29

ตารางที่ 10 แสดงค่าแรงกดตามแนวแกนของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

ตำแหน่ง	ความยาวท่อนอ้อย (ซม.)	Ø (มม.)	แรงกด (นิวตัน)	ความเค้นกด (นิวตัน/มม.^{2})
โคนลำ	20	31.7	2485.40 ± 433.68	3.14
	30	33.7	3106.02 ± 737.77	3.47
	40	31.6	2558.93 ± 1087.41	3.22
กลางลำ	20	34.1	3919.97 ± 295.99	4.29
	30	29.0	2635.73 ± 1045.98	3.95
	40	32.9	2485.99 ± 778.4	2.91
ยอดลำ	20	30.8	2539.20 ± 1314.93	3.41
	30	29.8	1893.31 ± 984.05	2.71
	40	31.2	1896.21 ± 942.13	2.48
เฉลี่ย		31.6	2613.42 ± 953.69	3.29

จากการทดสอบทำการวัดค่าแรงกดตามแนวแกนของอ้อยที่ความยาวท่อนอ้อย 3 ระดับ ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ พบว่า ที่ความยาวท่อนอ้อย 20 เซนติเมตร ตำแหน่งกลางลำมีค่าแรงกดสูงสุด คือ 3919.97 นิวตัน ที่ความยาวท่อนอ้อย 40 เซนติเมตร ตำแหน่งยอดลำมีค่าแรงกดต่ำสุด คือ 1896.21 นิวตัน และแรงกดเฉลี่ย คือ 2613.42 นิวตัน

เมื่อพิจารณาท่อนอ้อยมีลักษณะเป็นท่อนตรงและรับแรงกดในแนวแกน เมื่อเพิ่มแรงขึ้นถึงค่าหนึ่ง ท่อนอ้อยจะเกิดการโก่งงอขึ้น (Buckling) แรงที่ทำให้เกิดการโก่งงอนี้เรียกว่า แรงวิกฤต (Critical load) ซึ่งท่อนอ้อยที่สั้นจะรับแรงกดได้มากกว่าอ้อยท่อนยาว และบริเวณกลางลำรับแรงกดได้มากกว่าโคนลำและยอดลำเป็นเพราะว่าโคนลำมีความแข็งมากทำให้ความยืดหยุ่นน้อย ส่วนยอดลำมีเส้นใยน้อยทำให้เปราะหักง่าย



ภาพที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ยค่าแรงกดตามแนวแกนของอ้อยที่ความยาวท่อนอ้อย 3 ระดับ ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ

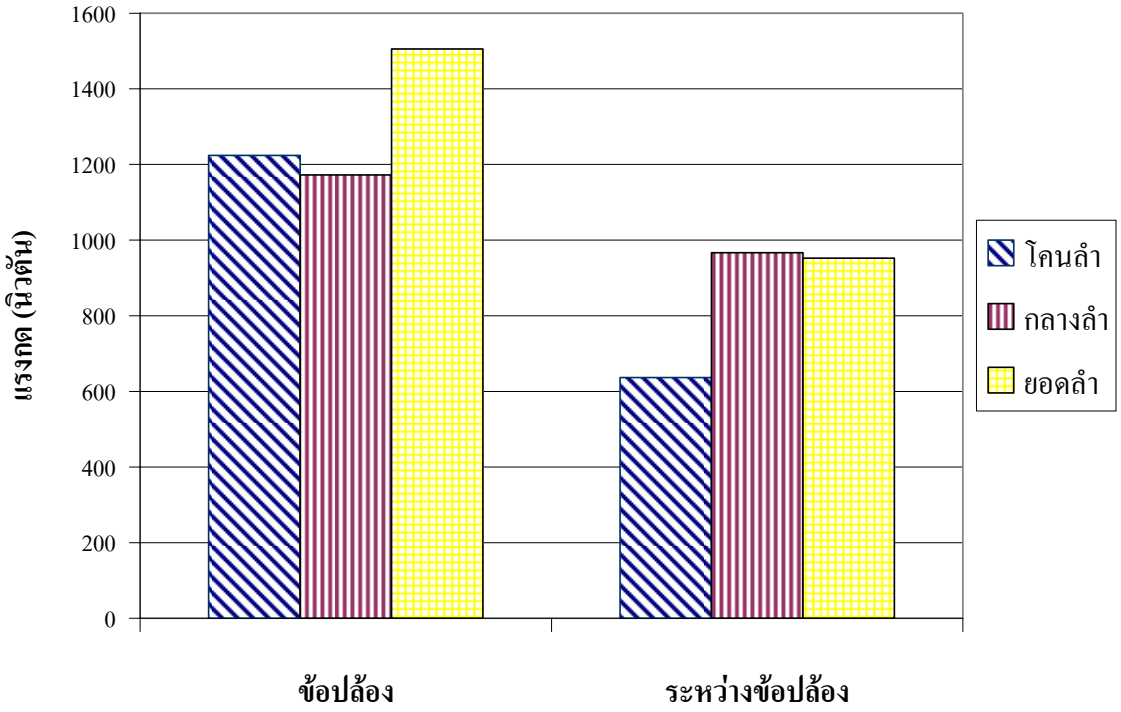
1.1.3. ผลการวัดค่าความต้านทานต่อแรงกดสูงสุดในแนวรัศมี แสดงในตารางที่ 11 และภาพที่ 30

ตารางที่ 11 แสดงค่าแรงกดตามแนวรัศมีของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

ตำแหน่ง	บริเวณ	Ø (มม.)	แรงกด (นิวตัน)	ความเค้นกด (นิวตัน/มม.^{2})
โคนลำ	ข้อปล้อง	33.23	1224.13 ± 189.02	1.19
	ระหว่างข้อปล้อง	33.22	636.22 ± 102.49	0.84
กลางลำ	ข้อปล้อง	32.37	1172.08 ± 285.31	1.16
	ระหว่างข้อปล้อง	32.72	967.09 ± 194.12	1.09
ยอดลำ	ข้อปล้อง	32.30	1505.76 ± 365.06	1.36
	ระหว่างข้อปล้อง	28.31	952.17 ± 288.39	1.21
	เฉลี่ย	32.02	1076.24 ± 359.66	1.16

จากการทดสอบทำการวัดค่าแรงกดตามแนวแกนนอนของอ้อยที่บริเวณข้อปล้องและระหว่างข้อปล้อง ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ พบว่า ที่บริเวณข้อปล้อง ตำแหน่งยอดลำมีค่าแรงกดสูงสุด คือ 1505.76 นิวตัน ที่บริเวณระหว่างข้อปล้อง ตำแหน่งโคนลำมีค่าแรงกดต่ำสุด คือ 636.22 นิวตัน และแรงกดเฉลี่ย คือ 1076.24 นิวตัน

บริเวณข้อปล้องรับแรงกดได้มากกว่าระหว่างข้อปล้องเพราะมีเส้นใยหนาแน่นมากกว่า



ภาพที่ 30 แสดงค่าเฉลี่ยค่าแรงกดตามแนวรัศมีของอ้อยที่บริเวณข้อปล้องและระหว่างข้อปล้อง ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ

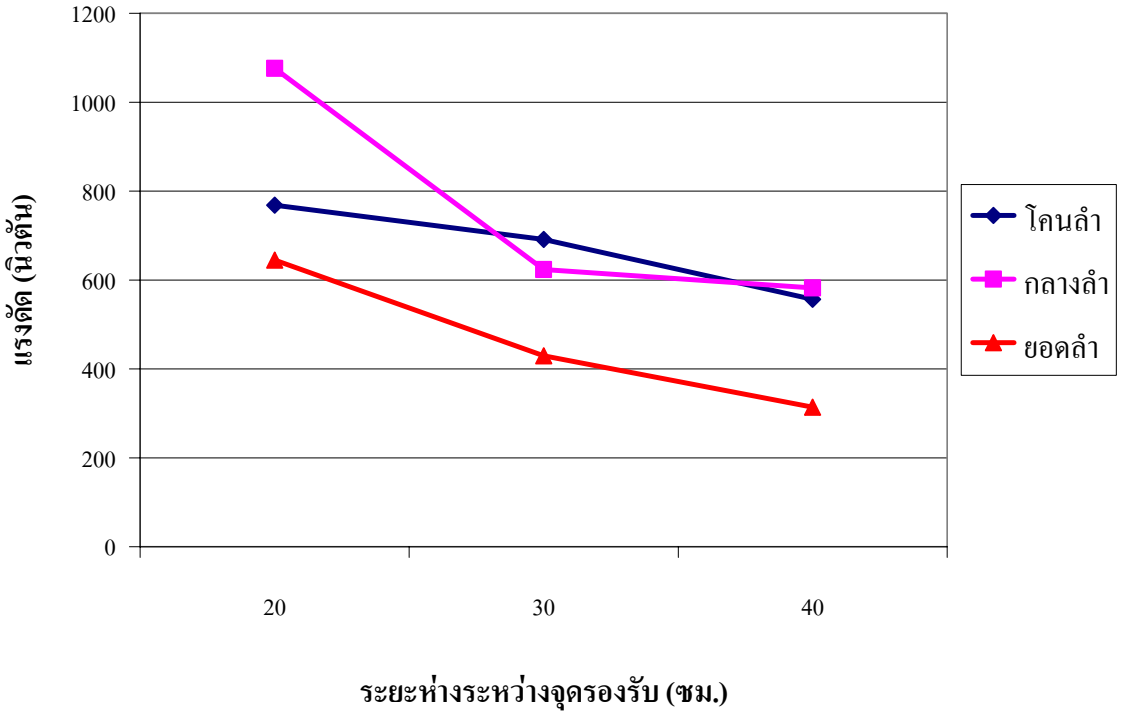
1.1.4. ผลการวัดค่าความต้านทานต่อแรงดัดสูงสุดที่มีชุดรองรับสองข้าง แสดงในตารางที่ 12 และ ภาพที่ 31

ตารางที่ 12 แสดงค่าแรงดัดที่มีชุดรองรับสองข้างของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

ตำแหน่ง	ระยะห่างชุดรองรับ (ซม.)	Ø (มม.)	แรงกด (นิวตัน)	ความเค้นดัด (นิวตัน/มม.^{2})
โคนลำ	20	30.63	768.36 ± 128.82	27.26
	30	31.03	691.26 ± 209.2	35.38
	40	31.90	556.45 ± 145.28	34.94
กลางลำ	20	33.23	1075.76 ± 388.18	29.89
	30	31.00	623.68 ± 80.52	32.00
	40	32.90	582.09 ± 136.96	33.32
ยอดลำ	20	28.83	644.76 ± 86.22	27.44
	30	30.85	429.53 ± 313.69	22.36
	40	30.10	313.94 ± 64.25	23.46
เฉลี่ย		31.16	631.76 ± 271.53	1.38

จากการทดสอบทำการวัดค่าแรงดัดของอ้อยที่มีชุดรองรับสองข้าง 3 ระยะ ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ พบว่า บริเวณกลางลำและระยะห่างชุดรองรับเท่ากับ 20 เซนติเมตร มีค่าแรงกดสูงสุด คือ 1075.76 นิวตัน บริเวณยอดลำและระยะห่างชุดรองรับเท่ากับ 40 เซนติเมตร ค่าแรงกดต่ำสุด คือ 313.94 นิวตัน และแรงกดเฉลี่ย คือ 631.76 นิวตัน

เมื่อพิจารณาท่อนอ้อยมีลักษณะเป็นท่อนตรงและรับแรงในแนวดิ่ง ทำให้เกิดความเค้นดัด (Bending stress) และการยุบตัว (Deflection) ดังนั้นท่อนอ้อยที่อยู่บนชุดรองรับที่มีระยะห่างน้อยจะรับแรงได้มากกว่าท่อนอ้อยที่อยู่บนชุดรองรับที่มีระยะห่างมาก



ภาพที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ยค่าแรงดัดของอ้อยที่ระยะห่างชุดรองรับสองข้าง 3 ระดับ ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ

1.2. ผลการวัดค่าความหวานระหว่างบริเวณต่าง ๆ และชั้นต่าง ๆ ของท่อนอ้อย แสดงในตารางที่ 13 และภาพที่ 32

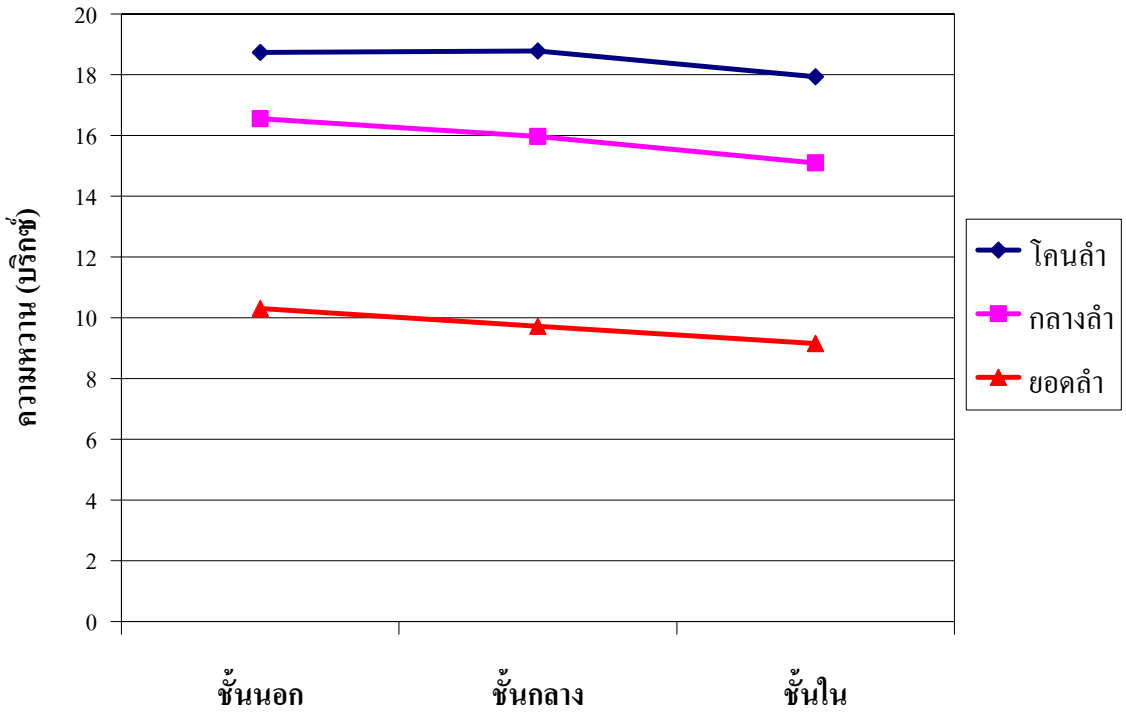
ตารางที่ 13 แสดงค่าความหวานของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50

ตำแหน่ง	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	ความหวาน (% บริกซ์)			
		ชั้นนอก	ชั้นกลาง	ชั้นใน	เฉลี่ย
โคนลำ	3.06	18.73 ± 1.93^{C}	18.78 ± 2.03^{C}	17.93 ± 2.57^{C}	18.48 ± 1.95
กลางลำ	3.38	16.55 ± 1.61^{B}	15.97 ± 1.60^{B}	15.10 ± 2.08^{B}	15.87 ± 1.66
ยอดลำ	2.98	10.30 ± 3.22^{A}	9.72 ± 2.97^{A}	9.15 ± 3.05^{A}	9.72 ± 2.72
เฉลี่ย	3.14	15.19 ± 4.30	14.82 ± 4.47	14.06 ± 4.48	14.69 ± 4.28

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

จากการทดสอบทำการวัดค่าความหวานของอ้อยที่บริเวณชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นใน ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ พบว่า ที่บริเวณชั้นกลางและตำแหน่งโคนลำ ค่าความหวานสูงสุด คือ 18.78 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่บริเวณชั้นในและตำแหน่งยอดลำ ค่าความหวานต่ำสุด คือ 9.15 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และค่าความหวานเฉลี่ย คือ 14.69 เปอร์เซ็นต์บริกซ์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า ความหวานของอ้อยภายใต้อิทธิพลของตำแหน่งอ้อย พบว่า ในตำแหน่งโคนลำให้เปอร์เซ็นต์บริกซ์สูงกว่าตำแหน่งกลางลำและยอดลำ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ชั้นของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 32 แสดงค่าเฉลี่ยความหวานที่บริเวณชั้นต่าง ๆ ของอ้อยในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ

จากภาพที่ 32 ขนาดความแตกต่างของความหวาน (เปอร์เซ็นต์บริกซ์) ของอ้อยที่ใช้ในการทดสอบแสดงให้เห็นว่าขนาดความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์บริกซ์จะมีระดับไม่เท่ากันภายใต้อิทธิพลของตำแหน่งในลำอ้อย

2. <u>ผลการทดสอบหาความต้องการกำลังในการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง</u>

2.1. ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออกหลังการขัดผิว แสดงในตารางที่ 14-15 และภาพที่ 33

<u>ตารางที่ 14</u> แสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอ้อยที่ถูกขัดออกหลังผ่านการขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

การทดลองที่	ความยาว (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)		%น้ำหนักที่ถูกขัดออก
			ก่อนขัด	หลังขัด	
1	100	3.25	975.80	954.05	2.21
2	100	3.35	1012.82	984.50	2.73
3	100	3.08	824.96	806.19	2.23
4	100	3.24	922.81	899.93	2.53
5	100	3.35	986.83	964.14	2.31
6	100	3.06	827.19	805.92	2.61
7	100	3.27	956.37	922.18	3.60
8	100	3.38	1030.13	996.50	3.35
9	100	3.05	822.23	797.57	2.97

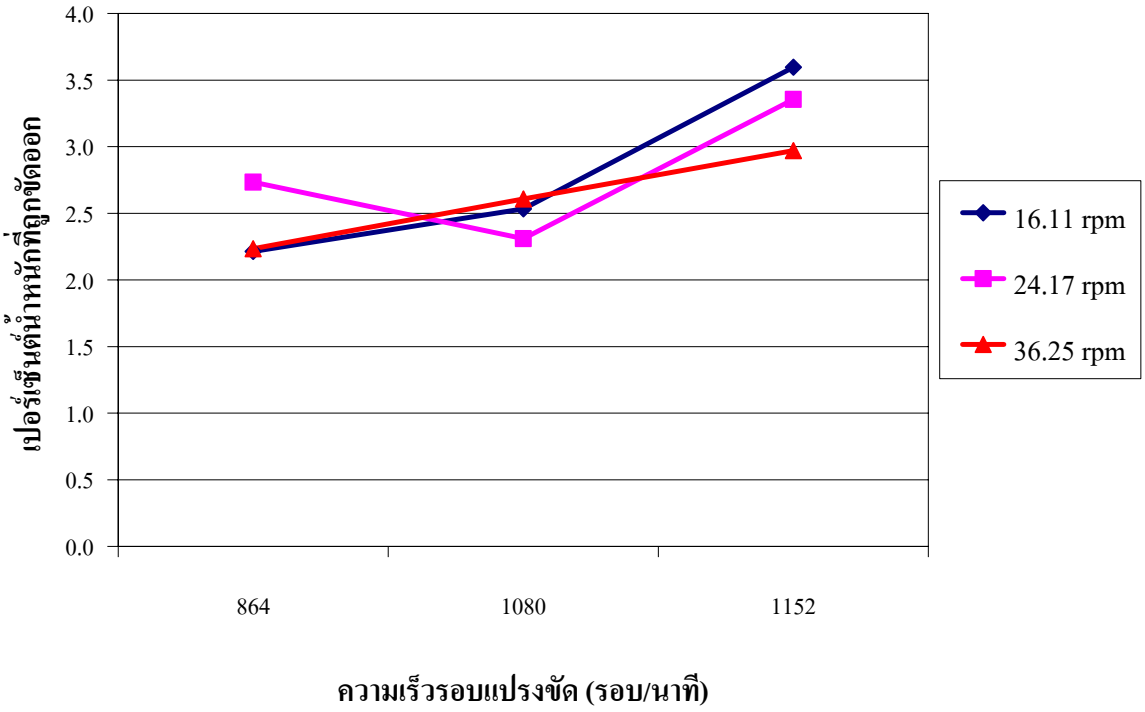
จากการทดสอบทำการวัดอัตราการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยที่ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดแต่ละระดับที่การทดลองต่าง ๆ พบว่า ที่การทดลองที่ 1 (ความร็วรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.21 เปอร์เซ็นต์ ที่การทดลองที่ 7 (ความเร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดแปรง ของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	2.21 ± 0.93^{A}	2.53 ± 0.86^{A}	3.60 ± 1.49^{B}
24.17 รอบ/นาที	2.73 ± 0.97^{A}	2.31 ± 0.30^{A}	3.35 ± 1.31^{B}
36.25 รอบ/นาที	2.23 ± 0.62^{A}	2.61 ± 0.34^{A}	2.97 ± 0.69^{B}

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

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกสูงกว่าที่ 864 รอบ/นาที และ 1080 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และความเร็วรอบชุดป้อนให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 33 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกจากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

2.2. ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การทำความสะอาดท่อนอ้อยหลังการขัดผิว แสดงในตารางที่ 16-17 และ ภาพที่ 34

ตารางที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังผ่านการขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

การทดลองที่	พื้นที่เปลือกอ้อยก่อนขัด (ซม.^{2})	%เปลือกที่เหลือหลังขัด	%ความสะอาด
1	1021.34	13.23	86.77
2	1052.63	18.46	81.54
3	968.38	16.93	83.07
4	1015.79	14.28	85.72
5	1051.27	17.15	82.85
6	961.99	21.36	78.64
7	1026.68	13.05	86.95
8	1062.79	16.64	83.36
9	958.75	18.10	81.90

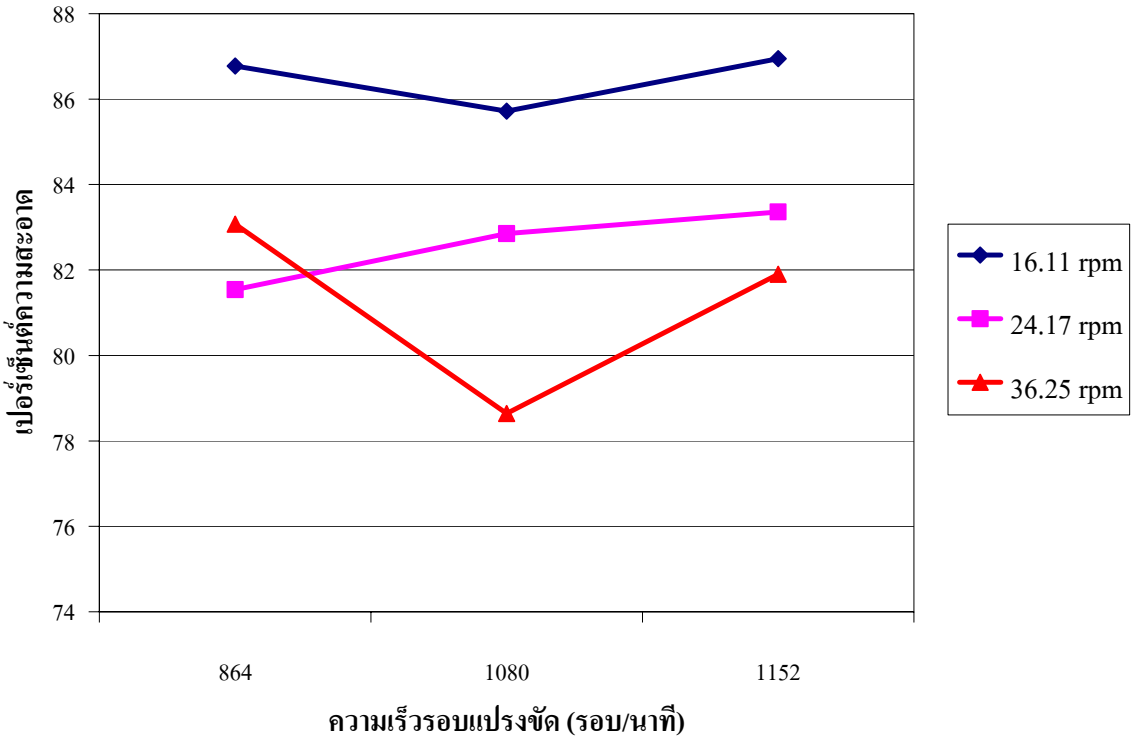
จากการทดสอบทำการวัดความสะอาดของอ้อยหลังผ่านการขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยที่ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดแต่ละระดับที่การทดลองต่าง ๆ พบว่า ที่การทดลองที่ 7 (ความเร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดเฉลี่ยสูงสุด คือ 86.95 เปอร์เซ็นต์ ที่การทดลองที่ 6 (ความเร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 78.64 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด และความเร็วรอบชุดแปรง ของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	86.77 ± 3.15^{B}	85.72 ± 5.70^{B}	86.95 ± 4.30^{B}
24.17 รอบ/นาที	81.54 ± 5.16^{A}	82.85 ± 5.33^{A}	83.36 ± 4.05^{A}
36.25 รอบ/นาที	83.07 ± 6.23^{A}	78.64 ± 4.88^{A}	81.90 ± 8.99^{A}

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

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดสูงกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และความเร็วรอบแปรงขัดให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 34 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดจากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

2.3. ผลการทดลองเพื่อหาความต้องการกำลังขับชุดแปรงขัดผิวท่อนอ้อย แสดงในตารางที่ 18-19 และ ภาพที่ 35

ตารางที่ 18 แสดงความต้องการกำลังของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

การทดลองที่	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	แรงบิด (นิวตันเมตร)	กำลัง (วัตต์)
1	839.18	8.72	765.80
2	863.90	10.74	970.54
3	867.87	8.38	761.04
4	1067.51	8.23	919.37
5	1063.82	10.41	1157.14
6	1075.91	6.46	727.81
7	1156.30	8.49	1026.91
8	1216.54	11.43	1448.95
9	1160.53	8.45	1026.58

จากการทดสอบทำการวัดความต้องการกำลังของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยที่ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดแต่ละระดับที่การทดลองต่าง ๆ พบว่า ที่การทดลองที่ 8 (ความร็ว รอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 24.17 รอบ/นาที) ความต้องการกำลังเฉลี่ยสูงสุด คือ 1448.95 วัตต์ ที่การทดลองที่ 3 (ความร็วรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที) ความต้องการกำลังเฉลี่ยต่ำสุด 761.04 วัตต์

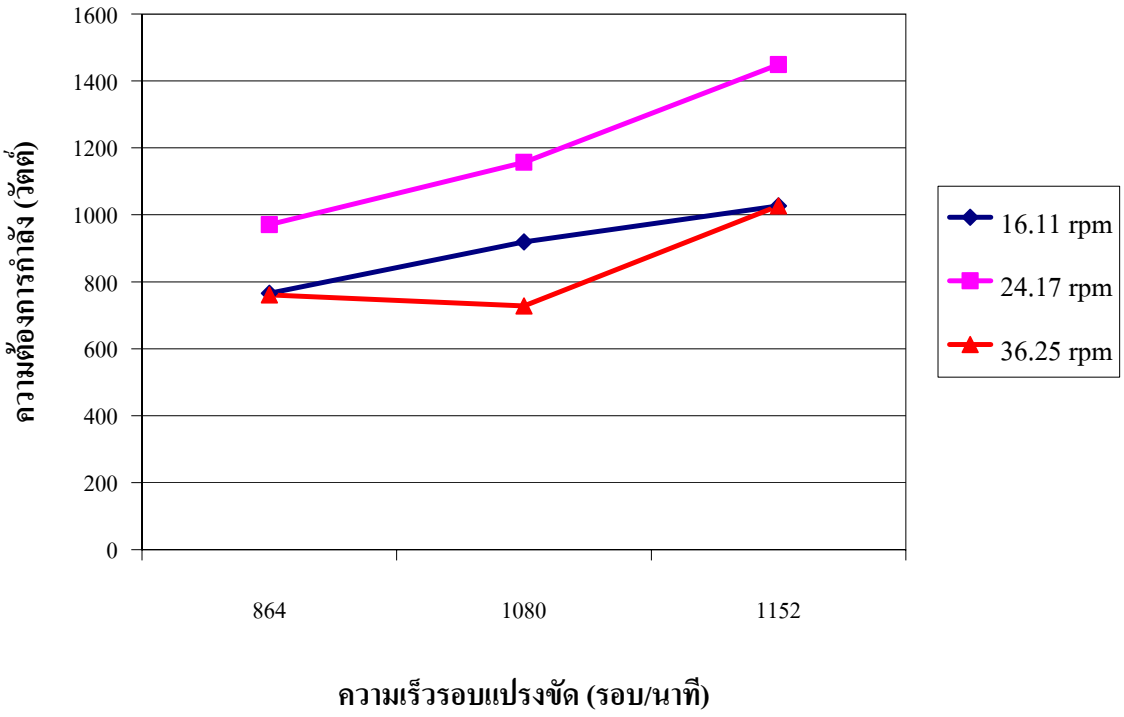
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด และความเร็วรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	765.80 ± 190.71^{Aa}	919.37 ± 82.40^{Ba}	1026.91 ± 105.59^{Ca}
24.17 รอบ/นาที	970.54 ± 119.82^{Ab}	1157.14 ± 137.25^{Bb}	1448.95 ± 202.82^{Cb}
36.25 รอบ/นาที	761.04 ± 55.03^{Aa}	727.81 ± 140.70^{Ba}	1026.58 ± 120.52^{Ca}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่ออ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังต่ำกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และความเร็วรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังต่ำกว่า 1080 รอบ/นาที และ 1152 รอบ/นาที และความเร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังต่ำกว่า 1152 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่อความต้องการกำลังโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 35 แสดงค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังจากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

3. <u>ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง</u>

ได้ศึกษาความสม่ำเสมอของท่อนอ้อยที่ใช้ทดลองด้วยเพื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในข้อ 1.1.1

3.1. ผลการศึกษาความสม่ำเสมอของท่อนอ้อย แสดงในตารางที่ 20

<u>ตารางที่ 20</u> แสดงขนาดและความสม่ำเสมอของอ้อยที่ใช้ทดสอบ

การทดลองที่	เส้นผ่าศูนย์กลางอ้อย (ซม.)	ความยาวอ้อย,L_1 (ซม.)	ความยาวอ้อย,L_2 (ซม.)	ความสม่ำเสมอ
1	3.30	123.30	125.30	0.98
2	3.14	120.50	123.60	0.98
3	3.25	119.00	120.70	0.99
4	3.27	119.44	121.33	0.98
5	3.31	123.60	125.30	0.99
6	3.26	123.40	125.00	0.99
7	3.23	122.10	123.60	0.99
8	3.06	122.90	124.10	0.99
9	3.08	120.30	121.80	0.99
เฉลี่ย	3.21	121.62	123.41	0.99

จากการทดสอบทำการวัดขนาดของอ้อยที่ใช้ในการขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยที่ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดแต่ละระดับที่การทดลองต่าง ๆ พบว่า อ้อยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.21 เซนติเมตร ความยาวอ้อย (L_1) เฉลี่ย 121.62 เซนติเมตร ความยาวอ้อย (L_2) เฉลี่ย 123.41 เซนติเมตร และความสม่ำเสมอเฉลี่ย 0.99

3.2. ผลการทดสอบหาอัตราการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกโดยทำการขัดสองครั้ง แสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย โดยทำการขัดสองครั้ง

การทดลองที่	นน.ก่อนขัด (กรัม)	%นน.ที่ถูกขัดออก		เวลาทำงาน (วินาที)		อัตราการทำงาน (กก./ชม.)	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	11298.61	1.19	0.93	160.77	156.47	253.00	128.22
2	10158.77	0.91	1.74	109.66	102.84	333.50	172.10
3	10749.10	1.02	1.80	92.29	93.37	419.30	208.43
4	9957.56	2.57	4.69	164.44	146.46	218.00	115.30
5	11188.28	1.58	2.70	94.95	92.84	424.20	214.48
6	11123.81	1.39	2.26	71.36	73.23	561.18	276.96
7	10593.00	2.06	3.09	185.33	137.54	205.77	118.11
8	9986.96	1.83	3.11	145.46	129.58	247.17	130.72
9	9997.18	2.58	3.45	123.11	86.39	292.34	171.79

จากการทดสอบทำการวัดอัตราการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยที่ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดแต่ละระดับที่การทดลองต่าง ๆ พบว่า ที่การทดลองที่ 6 (ความร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที) อัตราการทำงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 276.96 กก./ชม. ที่การทดลองที่ 4 (ความร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที) อัตราการทำงานเฉลี่ยต่ำสุด 115.30 กก./ชม.

3.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังจากขัดผิวครั้งที่ 2 แสดงในตารางที่ 22 และ ภาพที่ 36

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังจากขัดผิวครั้งที่ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด และความเร็วรอบชุดป้อน ของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

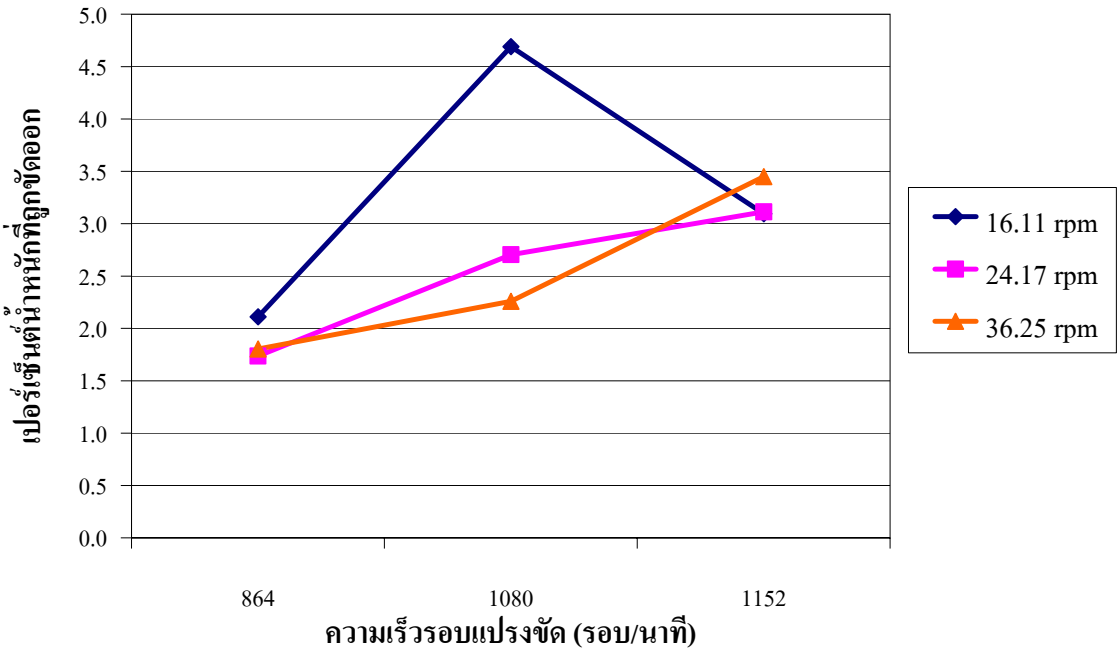
ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	2.11 ± 0.63^{Ab}	4.69 ± 2.00^{Bb}	3.09 ± 0.42^{Bb}
24.17 รอบ/นาที	1.74 ± 0.31^{Aa}	2.70 ± 0.56^{Ba}	3.11 ± 0.99^{Ba}
36.25 รอบ/นาที	1.80 ± 0.57^{Aa}	2.26 ± 0.23^{Ba}	3.45 ± 3.08^{Ba}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่ออ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยแปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังจากขัดผิวครั้งที่ 2 ต่ำกว่าที่ 1080 รอบ/นาที และ 1152 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังจากขัดผิวครั้งที่ 2 สูงกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังจากขัดผิวครั้งที่ 2 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เปอร์เซ็นต์ผิวที่ถูกขัดออกมากขึ้นมีแนวโน้มว่าเปอร์เซ็นต์ความสะอาดจะมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 36 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 จากความเร็วรอบแปรงขัดที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

3.2.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้ง แสดงในตารางที่ 23 และ ภาพที่ 37

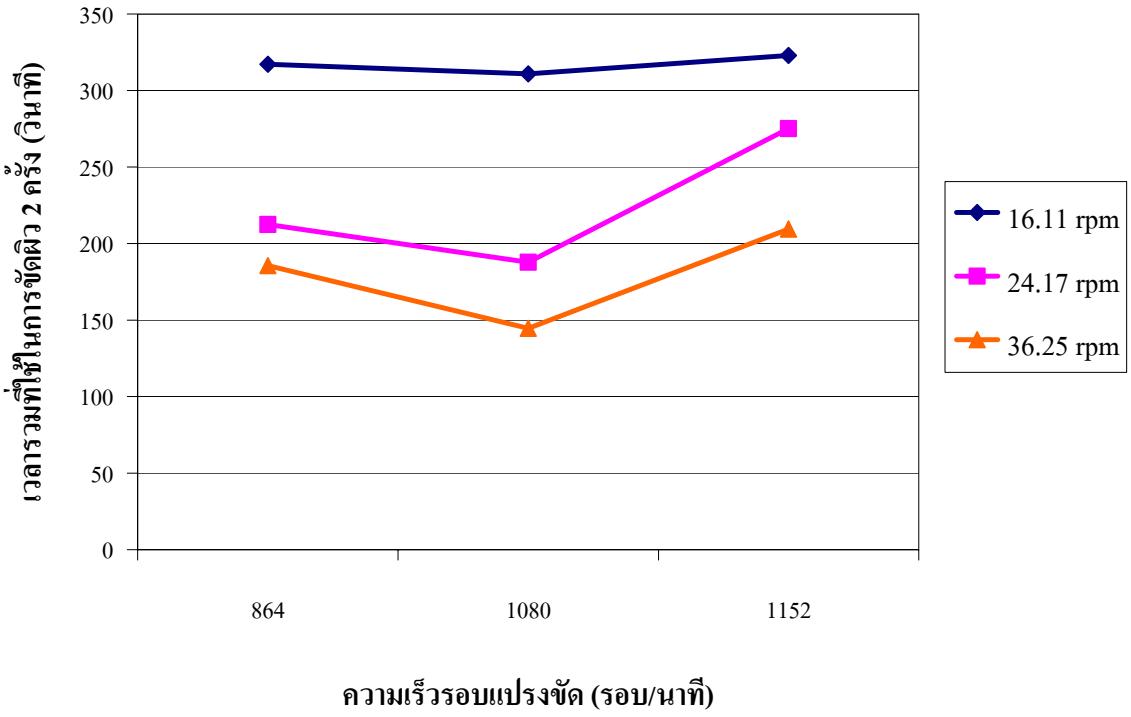
ตารางที่ 23 เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิวทั้ง 10 ลำ หลังขัด 2 ครั้ง ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด และความเร็วรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	317.24 ± 76.06^{Ac}	310.90 ± 122.22^{Ac}	322.87 ± 41.42^{Bc}
24.17 รอบ/นาที	212.50 ± 34.00^{Ab}	187.79 ± 18.93^{Ab}	275.04 ± 63.22^{Bb}
36.25 รอบ/นาที	185.66 ± 25.87^{Aa}	144.59 ± 12.28^{Aa}	209.50 ± 36.77^{Ba}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่ออ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที และ 1080 รอบ/นาทีใช้เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้ง ต่ำกว่าที่ 1152 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที ใช้เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้ง ต่ำกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที และที่ความเร็วรอบชุดป้อน 24.17 รอบ/นาที ใช้เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้ง ต่ำกว่าที่ 16.11 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่อเวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้งโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 37 แสดงเวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้ง จากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

3.2.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการทำงานหลังขัดครั้งที่ 1 แสดงในตารางที่ 24 และ ภาพที่ 38

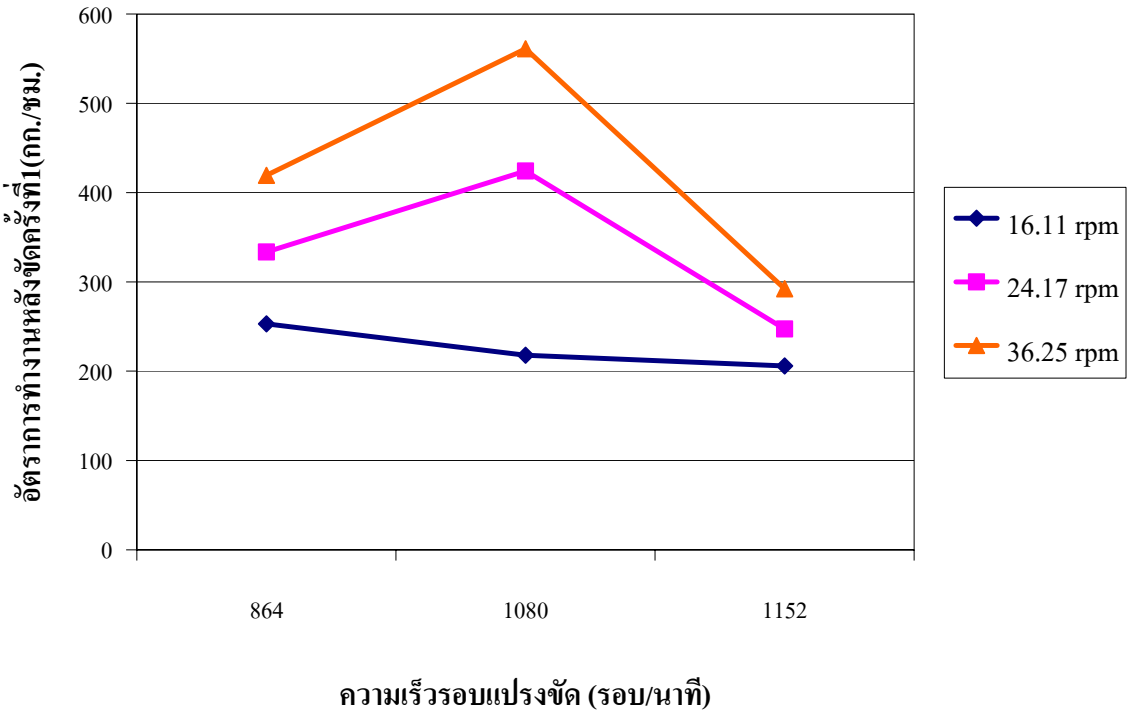
ตารางที่ 24 อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด และความเร็วรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	253.00 ± 72.53^{Ba}	218.00 ± 93.82^{Ca}	205.77 ± 67.64^{Aa}
24.17 รอบ/นาที	333.50 ± 86.42^{Bb}	424.20 ± 99.12^{Cb}	247.17 ± 73.77^{Ab}
36.25 รอบ/นาที	419.30 ± 134.57^{Bc}	561.18 ± 129.03^{Cc}	292.34 ± 77.42^{Ac}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที ให้อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 ต่ำกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที กับ 36.25 รอบ/นาที และที่ 24.17 รอบ/นาที ต่ำกว่าที่ 36.25 รอบ/นาทีโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาทีให้อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 ต่ำกว่าที่ 864 รอบ/นาที กับ 1080 รอบ/นาที และที่ 864 รอบ/นาที ต่ำกว่าที่ 1080 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่ออัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 38 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 จากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

3.2.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการทำงานหลังขัดครั้งที่ 2 แสดงในตารางที่ 25 และ ภาพที่ 39

ตารางที่ 25 อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

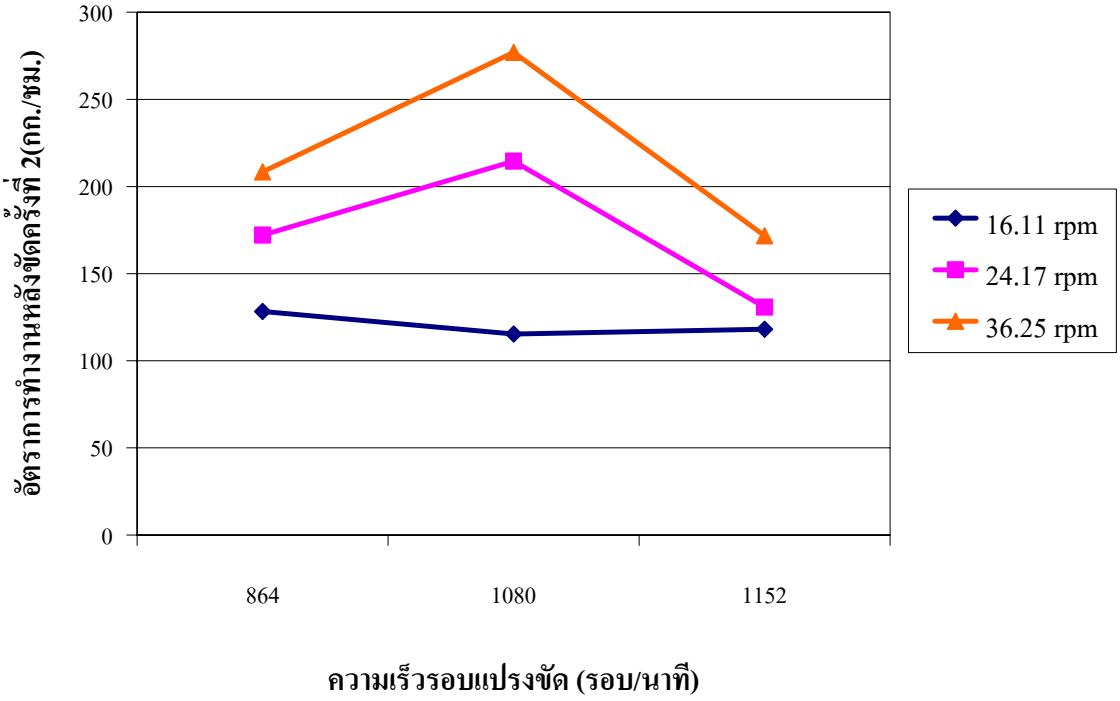
ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	128.22 ± 31.37^{Ba}	115.30 ± 49.37^{Ca}	118.11 ± 26.71^{Aa}
24.17 รอบ/นาที	172.10 ± 50.69^{Bb}	214.48 ± 25.27^{Cb}	130.72 ± 34.07^{Ab}
36.25 รอบ/นาที	208.43 ± 52.66^{Bc}	276.96 ± 32.18^{Cc}	171.79 ± 43.72^{Ac}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่ออ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที ให้อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 ต่ำกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที กับ 36.25 รอบ/นาที และที่ 24.17 รอบ/นาที ต่ำกว่าที่ 36.25 รอบ/นาทีโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาทีให้อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 ต่ำกว่าที่ 864 รอบ/นาที กับ 1080 รอบ/นาที และที่ 864 รอบ/นาที ต่ำกว่าที่ 1080 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่ออัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์นี้อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 และ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องได้ผลเหมือนกัน



ภาพที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 จากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

3.3. ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังการขัดครั้งที่ 2 แสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 แสดงเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังการขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

การทดลองที่	พท.ผิวก่อนขัด (มม.^{2})	%พื้นที่เปลือกที่เหลือ		%ความสะอาด	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	1298.10	32.75	20.99	67.25	79.01
2	1217.96	29.75	19.56	70.25	80.44
3	1231.82	30.41	19.93	69.59	80.07
4	1247.35	30.94	18.68	69.06	81.32
5	1303.99	41.55	27.65	58.45	72.35
6	1277.56	43.11	25.28	56.89	74.72
7	1254.75	19.09	8.17	80.91	91.83
8	1190.85	25.15	14.09	74.85	85.91
9	1178.36	27.27	15.75	72.73	84.25

จากการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังขัดด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยที่ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดแต่ละระดับที่การทดลองต่าง ๆ หลังขัดครั้งที่ 1 พบว่า ที่การทดลองที่ 7 (ความร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดเฉลี่ยสูงสุด คือ 80.91 เปอร์เซ็นต์ ที่การทดลองที่ 6 (ความเร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 56.89 เปอร์เซ็นต์

หลังขัดครั้งที่ 2 พบว่า ที่การทดลองที่ 7 (ความร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดเฉลี่ยสูงสุด คือ 91.83 เปอร์เซ็นต์ ที่การทดลองที่ 5 (ความร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และ ความเร็วรอบชุดป้อน 24.17 รอบ/นาที) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 72.35 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 40 ลักษณะผิวอ้อยก่อนขัด

ภาพที่ 41 ลักษณะผิวอ้อยหลังผ่านการขัดผิวครั้งที่ 1

ภาพที่ 42 ลักษณะผิวอ้อยหลังผ่านการขัดผิวครั้งที่ 2

3.3.1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 แสดงในตารางที่ 27 และ ภาพที่ 43

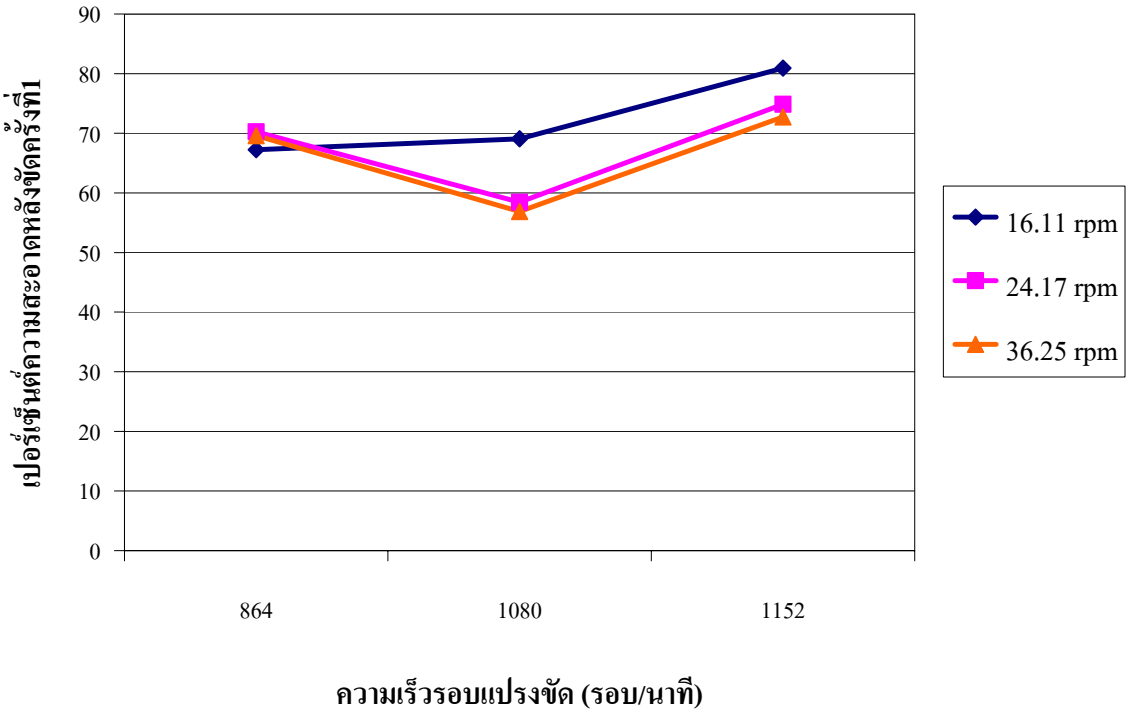
ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อน ของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	67.25 ± 5.35^{Bb}	69.06 ± 9.44^{Ab}	80.91 ± 3.47^{Cb}
24.17 รอบ/นาที	70.25 ± 4.95^{Ba}	58.45 ± 5.87^{Aa}	74.85 ± 7.23^{Ca}
36.25 รอบ/นาที	69.59 ± 7.96^{Ba}	56.89 ± 4.15^{Aa}	72.73 ± 6.43^{Ca}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่ออ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 สูงกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด 1152 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 สูงกว่าที่ 1080 รอบ/นาที กับ 864 รอบ/นาที และที่ความเร็วรอบชุดป้อน 864 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 สูงกว่าที่ 1080 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 43 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดครั้งที่ 1 จากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

3.3.2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 แสดงในตารางที่ 28 และ ภาพที่ 44

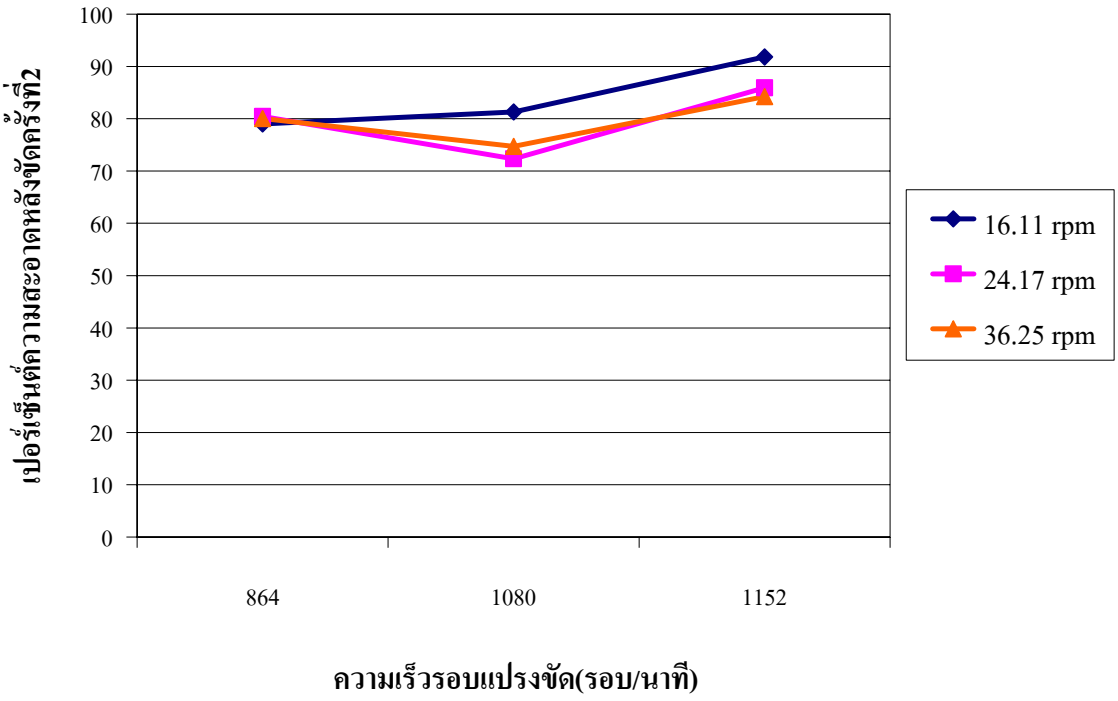
ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

ความเร็วรอบชุดป้อน	ความเร็วรอบแปรงขัด		
	864 รอบ/นาที	1080 รอบ/นาที	1152 รอบ/นาที
16.11 รอบ/นาที	79.01 ± 5.65^{Bb}	81.32 ± 7.89^{Ab}	91.83 ± 2.96^{Cb}
24.17 รอบ/นาที	80.44 ± 6.16^{Ba}	72.35 ± 5.42^{Aa}	85.91 ± 3.20^{Ca}
36.25 รอบ/นาที	80.07 ± 7.57^{Ba}	74.72 ± 5.32^{Aa}	84.25 ± 7.45^{Ca}

หมายเหตุ 1. อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. อักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ความเร็วรอบชุดป้อนและความเร็วรอบแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง พบว่า ภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 สูงกว่าที่ 24.17 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรงขัด1152 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 สูงกว่าที่ 1080 รอบ/นาที และ 864 รอบ/นาที และที่ความเร็วรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 สูงกว่าที่ 1080 รอบ/นาที โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ปฏิกิริยาร่วมของความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนยังมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 44 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดครั้งที่ 2 จากความเร็วรอบแปรงขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ

4. ผลการทดสอบความหวานและค่าสีของน้ำอ้อยชนิดต่าง ๆ

ตางที่ 29 แสดงค่าความหวานและค่าสีของน้ำอ้อยชนิดต่าง ๆ

ชนิดน้ำอ้อย	สีน้ำอ้อย	ความหวาน (% บริกซ์)	L*	a*	b*
1		19.9^{D}	36.13^{B}	0.05^{D}	1.15^{A}
2		21.72^{E}	36.92^{C}	-0.11^{B}	1.09^{A}
3		13.36^{A}	36.31^{BC}	0.10^{D}	0.96^{A}
4		19.7^{D}	36.59^{BC}	-0.28^{A}	1.65^{B}
5		17.94^{B}	35.96^{B}	0.02^{CD}	1.79^{B}
6		18.56^{C}	35.25^{A}	-0.04^{BC}	1.85^{B}

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

คุณภาพของน้ำอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ดีที่สุดคือสีน้ำอ้อยเหลืองอมเขียวและรสชาติหวานหอม ความหวานเฉลี่ย 16.1 บริกซ์ (ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 2539)

จากการวิจัยของมงคล และคณะ (2545) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำอ้อยที่ได้ระหว่างการเตรียมอ้อยก่อนคั้นด้วยการปอกเปลือกกับการเตรียมอ้อยก่อนคั้นโดยการขัดผิว พบว่าหากเตรียมอ้อยโดยการขัดผิวแล้วนำมาคั้นนอกจากช่วยประหยัดเวลาและลดแรงงานในการปอกแล้วยังทำให้ได้น้ำอ้อยเพิ่มมากขึ้นจาก 44 % เป็น 59 %

พิจารณาที่ความหวานพบว่าน้ำอ้อยจากร้านค้า (ชนิดที่ 1-4) มีความหวานอยู่ในช่วง 13.36 ถึง 21.72 บริกซ์ น้ำอ้อยชนิดที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นน้ำอ้อยที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างก็มีความหวานอยู่ในช่วงนี้

พิจารณาค่าความสว่าง พบว่า ทุกชนิดมีค่าความสว่างใกล้เคียงกันแต่น้ำอ้อยชนิดที่ 6 จะมีความสว่างน้อยกว่าน้ำอ้อยชนิดอื่น ที่ค่าสีแดงพบว่าน้ำอ้อยจากร้านค้า (ชนิดที่ 1 - 4) มีค่าสีแดงอยู่ในช่วง 0.1 ถึง -0.28 น้ำอ้อยชนิดที่ 5 และ 6 ก็มีความสีแดงอยู่ในช่วงนี้ และค่าสีเหลือง น้ำอ้อยชนิดที่ 6 มีค่าสีเหลืองสูงกว่าน้ำอ้อยชนิดที่ 1 - 5

5. ผลการวิเคราะห์และประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ตารางที่ 30 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

รายการวัสดุ	จำนวนเงิน
เหล็กฉาก 40 x 40 x 5 มม.	1,500
เหล็กแผ่น 4 มม.	100
เหล็กแผ่น 2 มม.	300
เหล็กเพลา 25 มม	2,000
เหล็กเพลา 19 มม	1,200
ล้อ 3 นิ้ว	560
แปรงทองเหลือง 5 นิ้ว	4,000
มอเตอร์ 1/4 แรงม้า (ตัวป้อน)	1000
มอเตอร์ 1แรงม้า (แปรงขัด)	2,000
เกียร์ทดรอบ 1:10	3,000
มูเล่ย์	740
สายพาน	200
ตุ๊กตา 25 มม.	2,400
ค่าโสหุ้ย	1,000
ค่าแรงงานและประกอบเครื่อง	5,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่อง	25,000

เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง มีต้นทุนในการสร้าง 25,000 บาท ดังแสดงในตารางที่ 29 จากการทดสอบโดยใช้แรงงานปฏิบัติงาน 1 คน สามารถขัดผิวท่อนอ้อยได้เฉลี่ย 276.96 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยมีความสิ้นเปลืองพลังงานประมาณ 0.727 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ใช้เครื่องทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 260 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและระยะเวลาคืนทุน ได้ดังนี้

5.1. ผลการประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการขัดผิวอ้อย แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายผันแปร

$$AC = FC + VC$$

โดยที่ AC คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการขัดผิวอ้อย (บาท)
FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)
VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท)

5.1.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่กำหนด ไม่ขึ้นกับปริมาณการใช้เครื่องจักร ประกอบด้วย ดอกเบี้ยจากการลงทุนสร้างเครื่องจักร และค่าเสื่อมราคา

ค่าเสื่อมราคาต่อปี (วิธีตรง) = (P – L) / N

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน = (P+L)i / 2

โดยที่ P คือ ราคาสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย (= 25,000 บาท)
L คือ ราคาหรือมูลค่าซากเมื่อหมดอายุการใช้งาน (= 0.1xP บาท)
N คือ จำนวนอายุการใช้งานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย ≈ 10 ปี
i คือ อัตราดอกเบี้ย (≈ 7.50 %ต่อปี) 17 เมษายน 2549 ธนาคารกรุงเทพ

ดังนั้น

$$\text{มูลค่าซากเครื่อง} = \left(\frac{10}{100}\right) \times 25{,}000 = 2{,}500 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{(25{,}000 - 2{,}500)}{10} = 2{,}250 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน} = \left(\frac{25{,}000 + 2{,}250}{2}\right) \times \left(\frac{7.50}{100}\right) = 1{,}021.875 \text{ บาท}$$

รวมค่าใช้จ่ายคงที่ (FC) = 2,250 + 1,021.875 = 3,271.875 บาท/ปี

5.1.2. ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามปริมาณการใช้งาน ประกอบด้วย ค่าบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน และค่าซ่อมแซม
เครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวมีอายุการใช้งาน 10 ปี จะมีค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมประมาณ 120% ของราคาเครื่อง

ค่าบำรุงรักษา $= \frac{25,000 \times 120}{100} = 30,000$ บาท/10ปี

= 8.22 บาท/วัน

ค่าบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซม คิดเฉลี่ยประมาณวันละ 8.25 บาท 1 ปีทำงาน 260 วัน หยุดเสาร์-อาทิตย์

ค่าบำรุงรักษา = 8.25 x 260 = 2,145 บาท/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท สิ้นเปลืองไฟฟ้า 0.727 kW ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน วันละ 8 ชั่วโมง

จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้งาน = จำนวนกิโลวัตต์ x จำนวนชั่วโมงใช้งาน

= 0.727 x 8 = 5.816 หน่วยต่อวัน

ค่าไฟฟ้า = 3 x 5.816 x 260 = 4,536.48 บาท/ปี

อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 184 บาท ทำงาน 1 คน (ค่าแรงขั้นต่ำกรุงเทพและปริมณฑล 1 มกราคม 2549 กระทรวงแรงงาน)

ค่าจ้างแรงงาน = 1 x 184 x 260 = 47,840 บาท/ปี

รวมค่าใช้จ่ายผันแปร (VC) = 2,145 + 4,536.48 + 47,840 = 54,521.48 บาท/ปี

ดังนั้น

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC) = 3,271.875 + 54,521.48 = 57,793.355 ≈ 57,794 บาท/ปี

5.2. จุดคุ้มทุน (Break Even Point) ของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

พิจารณาค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยเท่ากับ 0.1 – 1.0 บาท/กิโลกรัม ใน 1 ปี เครื่องทำงาน 260 วัน วันละ 8 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 276.96 กิโลกรัม/ชั่วโมง

เครื่องสามารถทำงานได้ = 260 x 8 x 276.96

= 576076.8 กิโลกรัม/ปี

$$BEP = FC / (p - vc)$$

โดยที่ BEP คือ จุดคุ้มทุน (กิโลกรัม/ปี)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท/ปี)

Vc คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อหน่วย (บาท/ปี)

p คือ ค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย (บาท/กิโลกรัม)

ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อหน่วย = 54522 / 576076.8

= 0.095 บาท/กิโลกรัม

5.3. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

พิจารณาค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยเท่ากับ 0.1 – 1.0 บาท/กิโลกรัม ใน 1 ปี เครื่องทำงาน 260 วัน วันละ 8 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 276.96 กิโลกรัม/ชั่วโมง

$$PBP = CF_0 / YCF$$

$$YCF = R - AC$$

โดยที่ PBP คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

CF_0 คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องขัดผิวอ้อย (บาท)

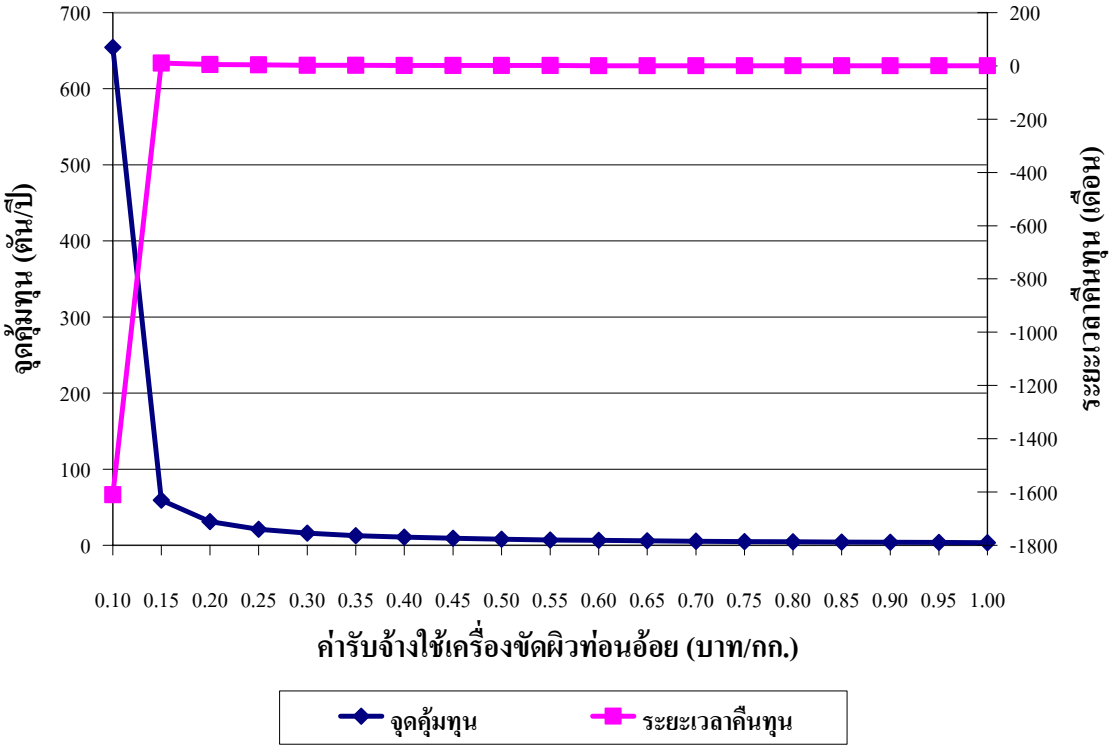
YCF คือ กำไร (บาท/ปี)

R คือ รายได้ (บาท/ปี)

AC คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการขัดผิวอ้อย (บาท)

ตารางที่ 31 จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย

ค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย (บาท/กก.)	จุดคุ้มทุน (ตัน/ปี)	รายได้จากการรับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย (บาท/ปี)	กำไร (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน	
				ปี	เดือน
0.10	654.4	57608	-186	-134.2	-1610.1
0.15	59.5	86412	28618	0.9	10.5
0.20	31.2	115215	57421	0.4	5.2
0.25	21.1	144019	86225	0.3	3.5
0.30	16.0	172823	115029	0.2	2.6
0.35	12.8	201627	143833	0.2	2.1
0.40	10.7	230431	172637	0.1	1.7
0.45	9.2	259235	201441	0.1	1.5
0.50	8.1	288038	230244	0.1	1.3
0.55	7.2	316842	259048	0.1	1.2
0.60	6.5	345646	287852	0.1	1.0
0.65	5.9	374450	316656	0.1	0.9
0.70	5.4	403254	345460	0.1	0.9
0.75	5.0	432058	374264	0.1	0.8
0.80	4.6	460861	403067	0.1	0.7
0.85	4.3	489665	431871	0.1	0.7
0.90	4.1	518469	460675	0.1	0.7
0.95	3.8	547273	489479	0.1	0.6
1.00	3.6	576077	518283	0.0	0.6



ภาพที่ 45 จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน เมื่อค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยเท่ากับ 0.1 – 1.0 บาท/กก.

ดังนั้น

ถ้าค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย 0.25 บาท/กก ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3.5 เดือน และจุดคุ้มทุนเท่ากับ 21.1 ตัน/ปี

วิจารณ์

การที่เปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดไม่ถึง 100 % นั้น เนื่องจากท่อนอ้อยที่ใช้ทดสอบมีขนาดไม่สม่ำเสมอ นอกจากไม่ตรงแล้วระหว่างข้อยังคอดอีกด้วย ทำให้ส่วนที่คอดและส่วนที่งอทำความสะอาดได้ไม่ดี

การป้อนอ้อยเข้าเครื่องขัดอย่างต่อเนื่อง ทำให้ท่อนอ้อยไม่หักระหว่างการขัด เพราะว่าท่อนอ้อยท่อนต่อมาจะดันท่อนอ้อยด้านหน้าออกไปอย่างต่อเนื่อง ช่วยให้ท่อนอ้อยไม่ติดอยู่ในเครื่องนานเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุของการหัก

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ผลการทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติของอ้อยสุพรรณบุรี50

คุณสมบัติทางกายภาพของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 อายุ 7-9 เดือน ความยาวเฉลี่ย 152.75 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.13 เซนติเมตร ความสม่ำเสมอ 0.99 สามารถทนแรงกดสูงสุดในแนวแกนเฉลี่ย 2613.42 นิวตัน ความสามารถทนแรงกดสูงสุดในแนวรัศมีเฉลี่ย 1076.24 นิวตัน ความสามารถทนแรงดัดของอ้อยที่ระยะระหว่างจุดรองรับสองข้างเฉลี่ย 631.76 นิวตัน และความหวานเฉลี่ย 14.69 เปอร์เซ็นต์บริกซ์

2. ผลการทดสอบหาความต้องการกำลังขับชุดแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อนื่อง

จากการทดสอบอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 อายุ 7-9 เดือน ความยาวเฉลี่ย 100 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.05 เซนติเมตร น้ำหนักท่อนอ้อยเฉลี่ย 827.19 กรัม ที่ความเร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที เปอร์เซ็นต์ความสะอาด 78.64 เปอร์เซ็นต์ ความต้องการกำลังขับชุดแปรงขัดในการทำงานต่ำสุด 727.81 วัตต์

3. ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง

จากการทดสอบอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 อายุ 7-9 เดือน ความยาวเฉลี่ย 123.41 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.21 เซนติเมตร ความสม่ำเสมอ 0.99 น้ำหนักท่อนอ้อยรวม 11123.81 กรัม ที่ความเร็วรอบแปรงขัด 1080 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที ใช้เวลาในการขัดรวม 144.59 วินาที อัตราการทำงานสูงสุด 276.96 กิโลกรัม/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออก 2.26 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความสะอาด 74.72 เปอร์เซ็นต์

ที่ความเร็วรอบนี้พบว่า เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องมีอัตราการทำงานมากกว่าเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาว (เครื่องต้นแบบ) ประมาณ 2.16 เท่า

4. <u>ผลการทดสอบค่าความหวานและสีของน้ำอ้อยที่ผ่านการขัดผิวก่อนนำไปคั้นน้ำโดยเปรียบเทียบกับน้ำอ้อยที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีอื่น</u>

น้ำอ้อยที่เตรียมโดยใช้อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ทำความสะอาดด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่องและคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำชนิดมีลูกหีบหนึ่งชุด มีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำอ้อยที่จำหน่ายทั่วไป

5. <u>ผลการวิเคราะห์และประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม</u>

เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง มีต้นทุนในการสร้าง 25,000 บาท ในการทดสอบนี้ที่ความเร็วรอบแปรงขัดและความเร็วรอบชุดป้อนที่ให้ผลการทดสอบดีที่สุดคือ 1080 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที ตามลำดับ ใช้แรงงานปฏิบัติงาน 1 คน สามารถขัดผิวท่อนอ้อยได้ 276.96 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยมีความต้องการกำลังในการทำงานประมาณ 0.727 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ใช้เครื่องทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 260 วัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 57,794 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3.5 เดือน และจุดคุ้มทุน 21.1 ตัน/ปี

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

ขณะปฏิบัติงานเศษอ้อยจะกระเด็นจากชุดแปรงขัดไปรอบ ๆ ตัวเครื่องทำให้การทำความสะอาดทำได้ลำบาก แนวทางการแก้ไขปัญหานี้คือ สร้างฝาครอบชุดแปรงขัดไว้ที่ด้านบนของตัวเครื่อง นอกจากกันการฟุ้งกระจายของเศษอ้อยแล้วยังช่วยป้องกันอันตรายจากแปรงขัดขณะปฏิบัติงานด้วย

ความยาวท่อนอ้อยที่เหมาะสมในการทดลองประมาณ 100-120 เซนติเมตร ถ้าท่อนอ้อยยาวมากเกินไปจะทำให้ปลายอ้อยไม่ถูกขัด เพราะอ้อยไม่หมุนเนื่องจากน้ำหนักของท่อนอ้อยเอง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงพานิชย์. 2541. **ราคาอ้อย**. แหล่งที่มา: http://www.moc.go.th/login.htm, 13 กรกฎาคม 2549.

เกษม สุขสถาน, อุดม พูลเกษ และ บัญญัติ โกมลวาส. 2520. **พันธุ์อ้อยที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย**, กรุงเทพฯ.

เกษม สุขสถาน. 2540. **คู่มือการทำไร่อ้อย.** บริษัท มิตรผลวิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด. กรุงเทพฯ.

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา. 2549. **น้ำอ้อยคั้นพาสเจอร์ไรส์**. แหล่งที่มา: http://www.kanchanapisek.or.th/kp1/data/30/index.html, 13 กรกฎาคม 2549.

ทรงธรรม ไชยพงษ์ .2546 .**การออกแบบและทดสอบเครื่องปอกเปลือกอ้อย** .วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

นพพร อินสอาด และ แสนสุข วงษ์อุตสาห์ .2545 .**การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดอ้อย.** โครงงานวิศวกรรมเกษตร ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

บัณฑิต จริโมภาส, จุฑามาศ บุษราคัมวดี และ อุไร ธีรพิทยานนท์. 2548. **การหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้แบบอัตโนมัติ**. วารสารวิชาการเกษตร 25(1): 102-108.

ปองพล ปลื้มสติ และ อดิรุช วีระตะนนท์ .2546 .**การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดผิวอ้อย**. โครงงานวิศวกรรมเกษตร ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ฝ่ายแผนงานและโครงการ กองวิชาการและแผนงาน สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม .2545 . **การศึกษาพืชเศรษฐกิจ อ้อย ฉบับที่ 79**.

ไพบูลย์ แย้มเผื่อน. 2542. **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.** บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ .

มงคล กวางวโรภาส, มนตรี ทองยา, วิเชฐ ศรีชลเพชร และ สมบัติ ขาวประทีป.2545. **โครงการการพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อยสด.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 181น.

มณเฑียร โสมภีย์, อนุสรณ์ อัตตปัญญโญ และ โอชา ประจวบเหมาะ. 2529. **เอกสารคำแนะนำการปลูกอ้อย**. โครงการค้นคว้าวิจัยอ้อย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. 2541. **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1**. ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

วันทนา ตั้งเปรมศรี. 2539. โครงการวิจัยและพัฒนาอ้อยคั้นน้ำและอ้อยเคี้ยว. **ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี** แหล่งที่มา: http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab.2419/THAI12.HTML, 18 กรกฎาคม 2548.

ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. 2539**. คั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50**. สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ 23น.

สมบัติ ขาวประทีป. 2545. **การศึกษาการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อยสดขนาดเล็กในการคั้นน้ำอ้อยที่ทำความสะอาดผิวโดยการขูดผิว ขัดผิว และปอกเปลือก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.