

การศึกษาเชิงทดลองการรีดน้ำอ้อย
EXPERIMENTAL STUDY OF SUGAR CANE PRESS

นางสาววิภาธรรัตน์ วีระวงศ์ประเวศ
นายชัยวุฒิ เดชคุณธรรม

ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การศึกษาเชิงทดลองการรีดน้ำอ้อย
EXPERIMENTAL STUDY OF SUGAR CANE PRESS



นางสาววิภาวรัตน์ อีระวงศ์ประเวศ
นายชัยวุฒิ เดชคุณธรรม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 144344
รับเดือนปี 24 พ.ย. 2559

.b. 12820980
.i.....

ปฏิญานีพจน์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

EXPERIMENTAL STUDY OF SUGAR CANE PRESS

MS. WATTARAT THIRAWONGPRAWES

MR. CHAIWUT DETKHUNNATHAM

THIS THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาเชิงทดลองการรีดน้ำอ้อย

Experimental study of sugar cane press

ผู้จัดทำ

1. นางสาว วัชรารัตน์ ธีระวงศ์ประเวศ
2. นาย ชัยวุฒิ เดชคุณธรรม

.....^{วรีสา} ^{ชูวัฒนกุล} อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วรีสา ชูวัฒนกุล)

หัวข้อโครงการ	การศึกษาเชิงทดลองการรีดน้ำอ้อย
จัดทำโดย	นางสาว วัฏฐารัตน์ ธีระวงศ์ประเวศ นาย ชัยวุฒิ เดชคุณธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วรีสา ชูวัฒนกุล สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปริญญาานิพนธ์	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบหัวรีดน้ำอ้อย ความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการรีดน้ำอ้อย และศึกษาคุณสมบัติของน้ำอ้อย ตัวแปรที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 2 ตัวแปร คือจำนวนฟันของหัวรีด (หัวรีดด้านบน, หัวรีดด้านล่าง) 80, 75 ซี่ และ 100, 95 ซี่ และความเร็วรอบหัวรีดที่ 20, 25 และ 28 รอบต่อนาที หลังจากทำการศึกษาการออกแบบหัวรีดน้ำอ้อย พบว่าองค์ประกอบสำคัญของหัวรีดที่ส่งผลโดยตรงกับปริมาณผลผลิตที่ได้ คือ ความสูงของซี่ฟัน ระยะห่างของฟัน และมุมระหว่างซี่ฟัน โดยออกแบบลูกรีดทั้งหมด 2 ชุด ทั้ง 2 ชุดเลือกใช้มุมระหว่างซี่ฟันสำหรับหัวรีดด้านบน 35 องศา และ 42 องศา สำหรับหัวรีดด้านล่าง จากนั้นทำการเพิ่มและลดจำนวนฟันจากรูปแบบปกติ จากเดิมลูกรีดล่างและบนจะมี 85 และ 90 ฟัน ตามลำดับ ให้ชุดหนึ่งเป็น 75, 80 และอีกชุดหนึ่ง 95, 100 โดยการออกแบบนั้นได้ทำการควบคุมความสูงของฟันและความกว้างของร่องฟัน หลังจากออกแบบหัวรีดนำมาทำการทดลอง 3 ชั่วโมง โดยใช้อ้อยชำระ 2 กิโลกรัม ผลการวิจัยพบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ จำนวนฟันของหัวรีดที่ 95, 100 ที่ความเร็ว 25 รอบต่อนาที ซึ่งได้ปริมาณน้ำอ้อย 48% นอกจากนี้ยังมีตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำอ้อย ได้แก่ สี ค่าความเป็นกรด-เบส และค่าความหวาน ซึ่งจากการทดลองหัวรีดและความเร็วที่เปลี่ยนไปไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของน้ำอ้อย

Project title Experimental study of sugar cane press

By Ms. Wattarat Thirawongprawes
 Mr. Chaiwut Detkhunnatham

Adisor Dr. Varesa Chuwattanakul
 Department of Food Engineering
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic year 2015

Abstract

This research aimed to study a design of sugarcane press, speed of press and properties of sugarcane juice. The experimental was designed and focused on two important variables which were number of teeth (top, bottom) 80, 75 and 100, 95 and speed of press (20, 25 and 28 round per minute). It was found that factors that affected the yield of sugarcane juice were height of teeth, pitch and angle of teeth. Two sets of teeth; 35 degree for top and 42 degree for bottom. Number of teeth on first set 75, 80 and second set 95, 100 was increased and decreased number of teeth from the regular pattern controlled the height and pitch of teeth. The results revealed that optimal condition of teeth number on the top of press was 100 and the bottom was 95 with the speed of press 25 round per minute which yielded 48.2% of sugarcane. In addition number of teeth on press and speed of press weren't significantly affected the color, pH and brix.

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. วรีสา ชูวัฒนากุล ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการศึกษาวิจัย พร้อมทั้งช่วยปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งความห่วงใยและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณอำนาจ กูตะคุ, คุณวราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์, คุณสุธัญญา ถาดนาค และคุณบุญนำ ผลโพธิ์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและธุรการ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในด้านการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ รศ.ดร. สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และคุณรังสรรค์ มาษา ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อนนักศึกษาทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ และคอยสอบถามความก้าวหน้าของโครงการนี้ สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญาบัตรเล่มนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วัฏฐารัตน์ อีระวงศ์ประเวศ

ชัยวุฒิ เดชคุณธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 อ้อย	3
2.1.1 ประวัติและความเป็นมา	3
2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย	4
2.1.3 ลักษณะทางกายภาพของอ้อย	4
2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของอ้อย	9
2.1.5 ส่วนประกอบของลำอ้อย	9
2.1.6 การใช้ประโยชน์จากอ้อย	9
2.1.7 สถานการณ์ตลาดอ้อย	10
2.1.8 อ้อยคั้นน้ำสุพรรณบุรี 50	11
2.1.9 ขั้นตอนการผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่ม	12
2.2 เครื่องคั้นน้ำอ้อย	13
2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อย	13
2.2.2 หัวรีดน้ำอ้อย	14
2.3 โปรแกรม AutoCAD	17
2.3.1 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม AutoCAD	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 โปรแกรม SPSS	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 อุปกรณ์และการทำการทดลอง	25
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	25
3.1.1 ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	25
3.1.2 ศึกษาหัวรีด	25
3.1.3 การออกแบบร่องฟันหัวรีด	26
3.2 ทดลองหัวรีด	34
3.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี	35
3.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง	37
4.1 ผลการทดลองรีดน้ำอ้อย	37
4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำอ้อย	38
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผลการทดลอง	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	48
ภาคผนวก ก. Drawing หัวรีด	49
ภาคผนวก ข. การถอดประกอบหัวรีด	52
ภาคผนวก ค. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	56

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์สิงคโปร์เทียบกับพันธุ์สุพรรณบุรี 50	4
ตารางที่ 3.1 ค่าตัวแปรต่างๆของหัวรีดด้านบนที่ใช้ตามห้องตลาดกิตติกรรมประกาศ	26
ตารางที่ 3.2 ค่าตัวแปรต่างๆของหัวรีดป้อนและส่งที่ใช้ตามห้องตลาด	27
ตารางที่ 3.3 ค่าที่เปลี่ยนไปจากหัวรีดตามห้องตลาด	33
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองรีดน้ำอ้อย	37
ตารางที่ 4.2 ผลของการศึกษาคุณสมบัติสีของน้ำอ้อย	38
ตารางที่ 4.3 ผลของการศึกษาคุณสมบัติความเป็นกรด-เบสของน้ำอ้อย	39
ตารางที่ 4.4 ผลของการศึกษาคุณสมบัติความหวานของน้ำอ้อย	39
ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็วรอบของหัวรีดและปริมาณน้ำอ้อย ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	40
ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็วรอบของหัวรีดและสี (L*) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	41
ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็วรอบของหัวรีดและสี (a*) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	41
ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็วรอบของหัวรีดและสี (b*) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	42
ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็วรอบของหัวรีดและความเป็นกรด-เบส ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	42
ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็วรอบของหัวรีดและความหวาน ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	43
ตารางที่ 5.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way	45

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1ระบบรกรากฝอย	5
รูปที่ 2.2 ราก 3 ชนิด	5
รูปที่ 2.3 หน่ออ้อยอันที่สอง	5
รูปที่ 2.4 ลักษณะใบของอ้อย	7
รูปที่ 2.5 ดอกอ้อย	8
รูปที่ 2.6 กลีบดอกอ้อย	8
รูปที่ 2.7 เครื่องหีบอ้อยสมัยโบราณ	13
รูปที่ 2.8 ระบบของเฟือง เพลา และสายพานที่ใช้ในเครื่องหีบอ้อยขนาดเล็ก	14
รูปที่ 2.9 ลักษณะอ้อยก่อนและหลังเข้าเครื่องคั้นน้ำอ้อย	15
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างมุมและความกว้างของร่องฟันที่ Hugot แนะนำ	16
รูปที่ 2.11 การทำงานของลูกรีดน้ำอ้อย	16
รูปที่ 2.12 ลักษณะอ้อยก่อนและหลังเข้าเครื่องคั้นน้ำอ้อย	17
รูปที่ 2.13 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม AutoCAD	18
รูปที่ 2.14 หน้าจอการทำงาน (work space)	18
รูปที่ 2.15 หน้าจอการทำงานแบบ Drafting & Annotation	19
รูปที่ 2.16 หน้าจอการทำงานแบบ 3D Basics	19
รูปที่ 2.17 หน้าจอการทำงานแบบ 3D Modeling	20
รูปที่ 2.18 หน้าจอการทำงานแบบ AutoCAD Classic	20
รูปที่ 2.19 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม SPSS	22
รูปที่ 2.20 Dialog เมื่อเริ่มการทำงานโปรแกรม SPSS	22
รูปที่ 3.1 หัวรีดที่ใช้ในท้องตลาด	26
รูปที่ 3.2 ตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณน้ำอ้อยที่ตัดจากการรีด	26
รูปที่ 3.3 ตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหัวรีด	27
รูปที่ 3.4 เครื่องมือ Line และคำสั่ง Linear	28
รูปที่ 3.5 ความสูงที่ใช้ในการออกแบบ	28
รูปที่ 3.6 เครื่องมือ Line และคำสั่ง Angular	29
รูปที่ 3.7 ออกแบบมุมร่องฟันหัวรีด	29

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.8 ซี่พินที่ผ่านการออกแบบ	29
รูปที่ 3.9 สร้างวงกลมตามขนาดหัวรีด	30
รูปที่ 3.10 นาซี่พินมาติดกับวงกลมที่เตรียมไว้	30
รูปที่ 3.11 ซี่พินที่พร้อมสำหรับการ Array	31
รูปที่ 3.12 คาสั่ง Part Array	31
รูปที่ 3.13 ชุดหัวรีด 75,80	32
รูปที่ 3.14 ชุดหัวรีด 95,100	32
รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการทดลองหัวรีด	34
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบหัวรีดต่อปริมาณน้ำอ้อย	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางเกษตรหลากหลาย มีการนำผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้มาแปรรูปไปในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นผลไม้อบแห้ง ผลไม้ทอด ผลไม้กวน และน้ำผลไม้คั้นสด ซึ่งรวมไปถึงอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่เกษตรกรปลูกกันเป็นจำนวนมาก และเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลทราย และพลังงานทดแทน อ้อยมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของไทยเป็นอย่างมาก ประเทศไทยผลิตน้ำตาลทรายได้มากเป็นอันดับ 5 ของโลก และส่งออกมากเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศบราซิล นอกจากความสำคัญทางเศรษฐกิจแล้ว อ้อยยังสามารถนำมาทำเป็นอาหารของสัตว์ หรือเป็นอาหารของคน ในส่วนของลำต้นส่วนใหญ่จะถูกส่งเข้าโรงงานผลิตน้ำตาลทราย เพื่อแปรรูปเป็นน้ำตาลทรายที่เราใช้บริโภค ประกอบอาหาร บางส่วนจะถูกนำมาคั้นน้ำเป็นน้ำอ้อยซึ่งมีขายอยู่ทั่วไป ถือได้ว่าเป็นการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่าโดยเกษตรกรเอง ทำให้เกิดอาชีพคั้นน้ำอ้อยสดขาย อาจจะเป็นตัวเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยหรือพ่อค้าที่รับอ้อยจากเกษตรกรมาคั้นขายอีกที

อ้อย หรือ อ้อยแดง (อังกฤษ: Sugar-cane, ชื่อวิทยาศาสตร์ *Saccharum officinarum* Linn. GRAMINEAE) ชื่ออื่นคือ อ้อยขม หรืออ้อยดำ เป็นไม้ล้มลุก สูง 2-5 เมตร ลำต้นสีม่วงแดง มีข้อสีขาวปกคลุม ไม่แตกกิ่งก้าน ใบเดี่ยว เรียงสลับ กว้าง 2.5-5 ซม. ยาว 0.5-1 เมตร ดอกช่อ ออกที่ปลายยอด สีขาว ผลเป็นผลแห้ง ขนาดเล็ก อ้อยมีหลายพันธุ์แตกต่างกันที่ความสูง ความยาวของข้อและสีของลำต้น อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก อ้อยที่นำมาคั้นน้ำสำหรับดื่ม เป็นอ้อยที่ปลูกบริเวณที่ราบลุ่ม พื้นที่ดินเหนียว ประชาชนเรียกว่า อ้อยเหลือง หรือ อ้อยสิงคโปร์ นิยมปลูกกันมากในบริเวณจังหวัดอ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี และนครปฐม เป็นต้น น้ำอ้อย เป็นผลผลิตที่ได้มาจากการบีบคั้นต้นอ้อยสดให้ออกมาเป็นน้ำ ซึ่งเป็นผลผลิตจากธรรมชาติที่ประกอบด้วยน้ำตาลจากธรรมชาติถึง 15% อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ซึ่งมีปริมาณของ แคลเซียม โปแตสเซียมในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีธาตุเหล็กและวิตามิน A, C, B1, B2, B3, B5, B6 และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่มาก พร้อมทั้งมีคุณสมบัติทางการแพทย์ที่ช่วยในการรักษาและป้องกันโรคต่างๆ อีกมากมายอีกด้วย

การคั้นน้ำอ้อยสดในสมัยก่อนใช้แรงงานสัตว์ช่วยในการหีบอ้อย จากที่เคยปลูกอ้อยพันธุ์พื้นเมืองเปลี่ยนเป็นพันธุ์ใหม่ที่ทำให้ผลผลิตมากกว่าเดิมเป็นพันธุ์ที่ให้ปริมาณน้ำมากขึ้น และให้ความหวานเพิ่มมากขึ้น พันธุ์ที่นิยมใช้ส่วนใหญ่คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 และพันธุ์สิงคโปร์ โดยในปัจจุบันการคั้นน้ำอ้อยสดจะใช้เครื่องคั้นน้ำอ้อยขนาดเล็ก โดยเครื่องนั้นติดตั้งมอเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดแรงขับ

แรงนั้นจะถูกส่งผ่านเพลลา มู่เล่ สายพาน และเฟืองขนาดต่างๆ การขายนํ้าอ้อยสดโดยทั่วไปจะสามารถพบได้ตามท้องถนน

ในการคั้นนํ้าอ้อยปริมาณนํ้าอ้อยจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นฤดูกาล ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว สายพันธุ์ที่ใช้ รวมไปถึงเครื่องคั้นนํ้าอ้อยซึ่งส่วนสำคัญที่เป็นตัวบิบบคั้นนํ้าอ้อยสดออกมาคือ หัวรีดนํ้าอ้อย โดยปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ได้ปริมาณนํ้าอ้อยมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ มุมระหว่างซี่ฟัน ระยะห่างของฟัน และ ความสูงของซี่ฟัน

ดังนั้นโครงการนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อที่จะศึกษาหัวรีดนํ้าอ้อย และนำไปออกแบบ โดยคาดหวังว่าปริมาณนํ้าอ้อยที่ได้จากหัวรีดที่ออกแบบขึ้นใหม่จะมีปริมาณมากขึ้นหรือเท่าเดิม รวมไปถึงการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาการติดของอ้อยที่มีลํ้าอ้อยขนาดใหญ่ และศึกษาคุณสมบัติของอ้อยซึ่งประกอบไปด้วย สี ความเป็นกรดเบส และค่าความหวาน ว่ามีผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวรีดและความเร็วรอบในการรีดที่ใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษารูปร่างหัวรีดนํ้าอ้อยและความเร็วรอบต่ออัตราการรีดนํ้าอ้อย
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของนํ้าอ้อยที่ผ่านการรีดจากหัวรีด

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ใน 1 ชุดหัวรีดประกอบไปด้วยหัวรีดด้านบน 1 ลูก และหัวรีดด้านล่าง 2 ลูกประกอบด้วยหัวรีดป้อนและหัวรีดส่ง ใน 1 ชุดจะใช้แบบเดียวกันทั้งหมด
2. จำนวนซี่ฟันบนหัวรีดด้านล่าง 75 และ 95 ซี่ และจำนวนซี่ฟันบนหัวรีดด้านบน 80 และ 100 ซี่
3. ทำการศึกษาความเร็วรอบหัวรีดที่ 28, 25 และ 20 รอบต่อนาที
4. ใช้อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ในการทดลอง
5. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และสี สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่า pH และค่าความหวาน (Brix)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงเงื่อนไขที่สามารถรีดนํ้าอ้อยได้ปริมาณมากที่สุด
2. ปริมาณนํ้าอ้อยที่รีดได้จากหัวรีดที่ได้ทำการออกแบบมีไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับหัวรีดที่ใช้ในเครื่องรีดนํ้าอ้อยขนาดเล็กในปัจจุบัน
3. ทราบถึงผลของสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เกิดขึ้นหลังจากรีดนํ้าอ้อยด้วยหัวรีดและความเร็วที่แตกต่างกัน

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 อ้อย

2.1.1 ประวัติและความเป็นมาของ

อ้อยเป็นพืชพวกหญ้าชนิดหนึ่งเป็นพืชที่ปลูกร่าง่าย สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน และเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้ว สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง อ้อยชอบอากาศร้อนและชุ่มชื้น มีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อพิจารณาในแง่ของผลผลิต เพราะอ้อยเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศ นอกจากนี้อ้อยเป็นพืชเกษตรเพียงชนิดเดียวที่มี พรบ. คุ้มครองและมีกลไกดูแลชาวไร่และโรงงานน้ำตาลอย่างเป็นระบบ ซึ่งพันธุ์อ้อยที่นิยมปลูกเป็นการค้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. อ้อยทำน้ำตาล เป็นอ้อยลูกผสมซึ่งเกิดขึ้นโดยนักผสมพันธุ์อ้อยของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก สำหรับประเทศไทยได้มีการนำพันธุ์อ้อยลูกผสมเข้ามาจากต่างประเทศตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันรวมประมาณ 220 พันธุ์และมีเพียง 20 พันธุ์ ที่ปลูกเป็นการค้าอยู่ในภาคต่าง ๆ เช่น ปี 4098, ซีบี 38-22, ซีโอ 419, ซีโอ 421, เอฟ 108, เอฟ 134, เอฟ 137, เอฟ 138 เป็นต้น

2. อ้อยเคี้ยว หรืออ้อยคั้นน้ำ เป็นอ้อยที่มีเปลือกและขานนิ่ม มีความหวานในระดับปานกลางถึงระดับสูง ปลูกเพื่อนำน้ำอ้อยไปบริโภคโดยตรง หรือใช้สำหรับรับประทานสด อ้อยเคี้ยวที่นิยมปลูกกันมีหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์สิงคโปร์ ลักษณะจะมีขานนิ่มมาก ลำต้นสีเหลืองอมเขียว นำมาทำเป็นน้ำอ้อยแล้วจะมีสีสายนารับประทาน พันธุ์มอริเชียส ลำต้นสีม่วงแดง พันธุ์นี้จะไม่เหมาะสำหรับทำน้ำอ้อย จึงใช้สำหรับการบริโภคโดยตรงแทน และพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ซึ่งเป็นอ้อยที่พัฒนามาจากพันธุ์สิงคโปร์ทำให้น้ำที่ได้มีคุณภาพและปริมาณมากขึ้น

ในการคั้นน้ำอ้อยนั้น อ้อยที่ได้รับความนิยมมี 2 ชนิด คือ อ้อยพันธุ์สิงคโปร์ และอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ซึ่งในระยะเวลาการปลูกที่เท่ากัน อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ให้ผลผลิตน้ำอ้อยที่คุณภาพและปริมาณที่ดีกว่าพันธุ์สิงคโปร์ ดังตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์สิงคโปร์เทียบกับพันธุ์สุพรรณบุรี 50

รายการ	สิงคโปร์	สุพรรณบุรี 50
ความสูง (ซม.)	190.5	242.58
จำนวนลำต่อพื้นที่	78.25	124.75
ความยาวปล้อง (ซม.)	7.47	11.45
น้ำหนักต่อลำ (กก.)	2.61	1.69
น้ำหนักต่อแปลง (กก.)	80.4	138.45
ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	5360.2	9220.46
เปอร์เซ็นต์ความหวาน (องศาบริกซ์)	14.22	16.96

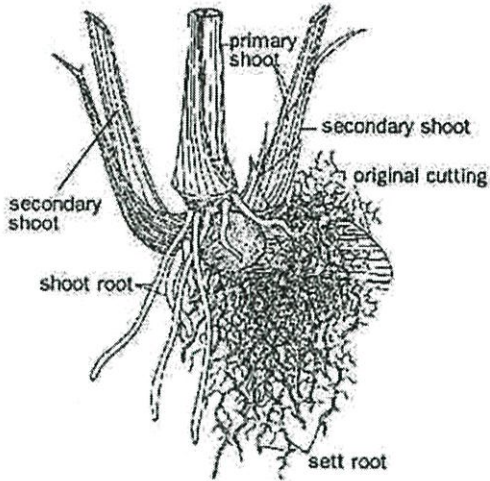
2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย

อ้อยมีชื่อวิทยาศาสตร์: *Saccharum officinarum* Linn.; วงศ์: POACEAE อ้อยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นมีปล้องชัดเจน มีใบเกิดสลับข้างกัน มีกาบใบหุ้มลำต้น กาบใบมีไขและขน รากเป็นระบบรากย่อย แต่แข็งแรงยังลงลึกใต้ดิน ชอบแสงแดดจัด อากาศร้อนและชุ่มชื้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด ระบายน้ำดี

2.1.3 ลักษณะทางกายภาพของอ้อย

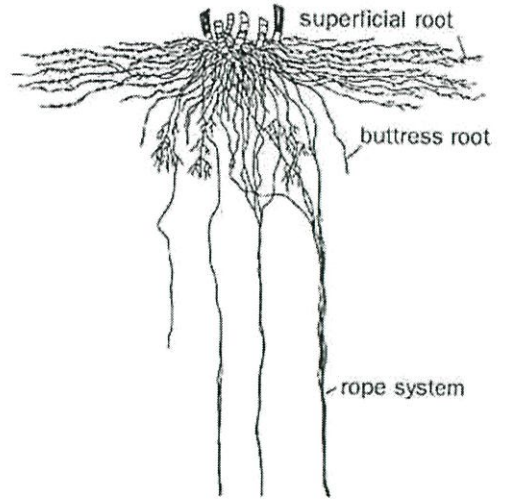
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อยคั้นน้ำประกอบไปด้วย

1. ราก (Root) ระบบรากเป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) ขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ มีราก 2 ชุดคือ รากของท่อนพันธุ์ (sett root หรือ cutting root) และรากของหน่อ (shoot root) เมื่ออ้อยเติบโตเต็มที่จะมีราก 3 ชนิดทำหน้าที่ต่างๆ ดังนี้ 1) Superficial root คือ รากที่เกิดจากปุ่มกำเนิดรากของข้อที่อยู่บริเวณใกล้ๆ ผิวดิน เป็นรากที่มีขนาดเล็กและแตกแขนงมาก 2) Buttress root คือ รากที่เกิดจากปุ่มกำเนิดรากของข้อที่อยู่ต่ำกว่าพวกแรก สีขาวอวบ ขนาดใหญ่กว่าชนิดอื่นๆ ปกติงอกในแนวตั้งทำมุม 45-60 องศากับผิวดินและมีความยาว 50 เซนติเมตรถึง 1.50 เมตร รากชนิดนี้มักมีลักษณะแบนและบิด 3) Rope system หรือ Deep root คือ รากที่เกิดจากปุ่มกำเนิดรากของข้อเดียวกับที่เกิด buttress root หรือข้อที่ต่ำกว่า รากเหล่านี้จะหยั่งลึกลงไปแนวตั้ง



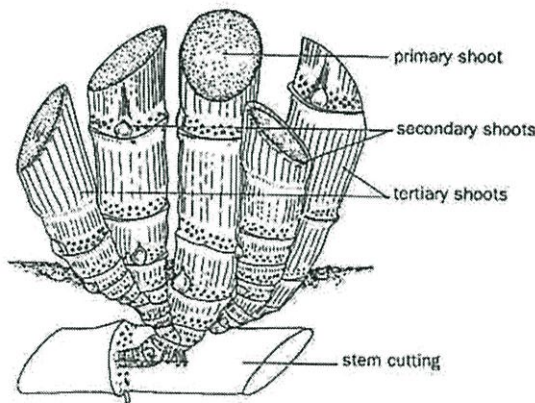
รูปที่ 2.1 ระบบรากรากฝอย

(ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=t5-3-infodetail05.html>)



รูปที่ 2.2 ราก 3 ชนิด

2. ลำต้น (Stem) ตาอ้อยที่เจริญจากท่อนพันธุ์ที่นำไปปลูก จะเติบโตเป็นหน่ออ้อยอันแรก (mother or primary shoot) ทางทะเลโคลขึ้นมาเหนือพื้นดินเจริญเป็นลำต้นอ้อย ต่อมาตาที่โคนของหน่ออ้อยที่อยู่ในดินก็จะเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นหน่ออ้อยอันที่สอง (secondary shoot) และตาของหน่ออ้อยอันที่สองก็จะเจริญเป็นหน่ออ้อยอันที่สาม (tertiary shoot) ตามลำดับ ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นการแตกแขนงของอ้อยออกไปเรื่อยๆ ทำให้อ้อยเจริญอยู่เป็นกอที่เรียกว่า กกออ้อย



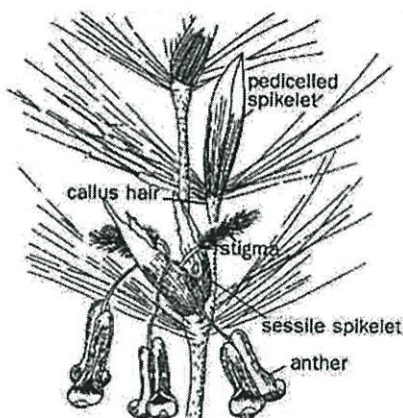
รูปที่ 2.3 หน่ออ้อยอันที่สอง (secondary shoot)

(ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=t5-3-infodetail05.html>)

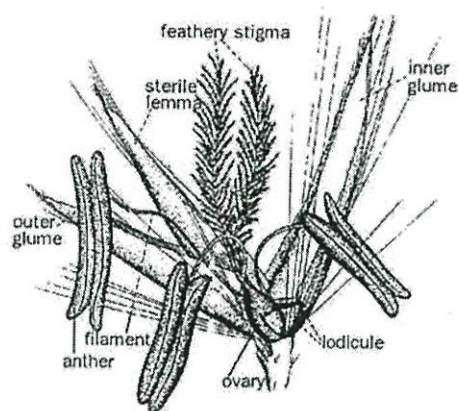
ลำต้นอ้อย (cane or culm or stalk) มีลักษณะเป็นลำตั้งตรงและมีกาบใบหุ้ม ความสูงประมาณ 2.5-6 เมตร ไม่แตกกิ่งก้านสาขา ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) ความยาวของปล้องจากรอยกาบใบ (leaf scar or sheath scar) อันหนึ่งถึงรอยกาบใบอีกอันหนึ่งหรือเป็นความยาวของข้อและปล้องรวมกันเรียกว่า joint ดังนั้นลำต้นอ้อยจะประกอบด้วย joint หลาย ๆ อัน ขนาดของ joint แตกต่างไปตามพันธุ์ โดยทั่วไป joint แต่ละอันมีความยาวประมาณ 5-25 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-6 ซม. โดย joint ตอนโคนและตอนปลายของลำต้นมีขนาดสั้นมาก นอกจากนี้รูปร่างของ joint ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ด้วย ซึ่งสามารถแบ่งรูปร่างออกได้ 6 ลักษณะ คือ 1. ทรงกระบอก (cylindrical) 2. มัดข้าวต้ม (tume-scent) 3. กลางคอด (bobbin-shaped) 4. โคนโป่ง (conoidal) 5. ปลายโป่ง (obconoidal) และ 6. โค้ง (concave-convex) ส่วนการจัดเรียงของ joint นั้น มี 2 แบบคือ แบบเส้นตรง และแบบซิกแซก สำหรับสีของลำต้นอ้อยก็จะผันแปรไปตามลักษณะประจำพันธุ์และสิ่งแวดล้อม อ้อยบางพันธุ์อาจมีสีเขียว สีเหลือง สีน้ำตาล หรือสีม่วงแก่

บริเวณของข้ออ้อยคือ บริเวณที่เกิดราก (root ring or root band) ซึ่งเป็นบริเวณตั้งแต่รอยกาบใบจนถึงวงเจริญ หรือเยื่อเจริญ (growth ring or intercalary meristem) บริเวณข้ออ้อยที่เกิดราก มีปมราก (root primordia) อยู่กระจัดกระจายทั่วไป และมีตาอ้อยอยู่ข้อละหนึ่งตาเกิดสลับกัน แต่อาจพบว่าข้ออ้อยบางข้ออาจมีตามากกว่าหนึ่งตาหรืออาจจะไม่มีตาอยู่เลยก็ได้

ส่วนปล้องของอ้อยซึ่งเป็นบริเวณที่นับจากวงเจริญขึ้นไปจนถึงกาบใบนั้น ประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ 4 ส่วนคือ 1. วงไข (wax ring) เป็นส่วนที่อยู่ใต้กาบใบ โดยปกติมีสีขาว 2. รอยแตกกลางงา (corky crack or ivory marking) เป็นรอยแตกมีลักษณะเป็นเส้นยาว ๆ บนผิวลำต้น และรอยแตกหลาย ๆ รอยอาจรวมกันเป็นแผ่นเรียกว่า corky patch 3. รอยแตกลึก (growth crack or rind crack) เป็นรอยแตกที่มีขนาดใหญ่ตามความยาวของลำต้นลึกเข้าไปถึงเนื้ออ้อยรอยแตกนี้จะก่อให้เกิดความเสียหาย และเป็นบริเวณที่ศัตรูของอ้อยเข้าทำลายได้ และ 4 ร่องตา (bud furrow or eye groove) เป็นร่องที่เกิดขึ้นเหนือตาอ้อยขึ้นไป



รูปที่ 2.5 ดอกอ้อย



รูปที่ 2.6 กลีบดอกอ้อย

(ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=t5-3-infodetail05.html>)

ที่ส่วนของก้านแขนงเป็นที่เกิดของดอกอ้อยเรียก spikelet ดอกอ้อยนี้จะเกิดเป็นคู่ตรงข้อของก้านแขนง โดยดอกหนึ่งจะไม่มีก้านดอก (sessile spikelet) และอีกดอกมีก้านดอก (pedicelled or stalked spikelet) (รูปที่ 2.5) ดอกทั้งสองชนิดนี้เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีลักษณะต่าง ๆ ของดอกเหมือนกันทุกประการ โดยดอกแต่ละดอกนั้นวงนอกสุดของดอกมีขนยาวสีขาวเรียกว่า silky hairs ที่เกิดตรงส่วนของฐานดอกและหุ้มอยู่รอบ ๆ ดอก ถัดจากวงของขนยาวสีขาวเข้าไปจะเป็นวงของกลีบดอกสองอันที่หุ้มดอกย่อย (floret) อยู่ ซึ่งกลีบดอกอันนอกสุดเรียกว่า outer glume และกลีบดอกอันในเรียกว่า inner glume (รูปที่ 2.6) ดอกย่อยที่กลีบดอกทั้งสองหุ้มอยู่นั้นประกอบด้วย 2 ดอกย่อยคือ ดอกย่อยอันล่างเป็นหมัน มีเพียง sterile lemma or third glume อันเดียวเท่านั้น และมีขนาดเล็กกว่ากลีบดอกที่หุ้มอยู่ ส่วนดอกย่อยอันบนเป็นดอกที่สมบูรณ์เพศที่ไม่เป็นหมัน ซึ่งอ้อยพวก *S. spontaneum* จะมี sterile lemma ด้วย แต่อ้อยพวก *S. officinarum* จะมีเพียง fertile palea เท่านั้น ภายในดอกย่อยอันบนประกอบด้วย 1) lodicules 2 อัน บังคับให้ดอกบาน 2) เกสรตัวผู้ 3 อัน และ 3) เกสรตัวเมีย 1 อัน ซึ่งยอดเกสรตัวเมียแยกออกเป็น 2 แฉก มีสีม่วง ลักษณะเป็นขนนก (purplish feathery stigma)

5. ผล (Fruits)

ผลมีขนาดเล็กละเอียดมีขนาดความยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร เรียกว่า caryopsis ผลที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วประมาณ 3 อาทิตย์ จะแก่และร่วงปลิวไปตามลม โดยอาศัย silky hairs ช่วยพยุงตัว

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของอ้อย

คุณค่าทางโภชนาการของน้ำอ้อย ต่อ 28.35 กรัม พลังงาน 26.56 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 27.51 กรัม น้ำตาล 26.98 กรัม โปรตีน 0.27 กรัม ธาตุแคลเซียม 11.23 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 0.37 มิลลิกรัม ธาตุโพแทสเซียม 41.96 มิลลิกรัม ธาตุโซเดียม 17.01 มิลลิกรัม

2.1.5 ส่วนประกอบของลำอ้อย

ส่วนประกอบของอ้อย เมื่อได้ทำการตัดยอดอ้อยและใบอ้อยแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ คือ น้ำ 73-76% , เยื่อ 11-16% และของแข็งที่ละลายน้ำได้ 10-16%

เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยเทียบเป็นร้อยละ จะได้ว่าส่วนประกอบต่างๆ มีดังนี้

น้ำตาลซูโครส	70-80%
น้ำตาลกลูโคส	2-4%
น้ำตาลฟรุกโตส	2-4%
เกลือของกรดอินทรีย์	1.5-4.5%
เกลือของกรดอินทรีย์	1.0-3.0%
Carboxylic acids	1.1-3.0%
Amino acids	0.5-0.6%
โปรตีน	0.5-0.6%
แป้ง	0.001-0.0500%
Gums	0.3-0.6%
Wax, Fats, Phosphatides	0.05-0.15%
Unidentified non-sugars	3.0-5.0%

2.1.6 การใช้ประโยชน์จากอ้อย

ทุกส่วนของอ้อยนั้นมีประโยชน์ทั้งหมด แต่ส่วนที่นำมาใช้มากที่สุดก็คือ ส่วนของลำต้น โดยเราจะแบ่งประโยชน์ของอ้อยได้ 2 ประการ ได้แก่

1. การใช้ประโยชน์โดยตรง โดยส่วนใหญ่นำไปเป็นอาหารมนุษย์ ในส่วนของลำต้นสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้ เช่น น้ำอ้อย การนำไปทำเป็นไอศกรีม ลำต้นนำมาประกอบอาหารเป็นต้มเค็ม ปลาได้อีกด้วย ในส่วนของใบ ยอด และลำต้นที่ยังอ่อนสามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ หรือใช้เป็นวัตถุดิบหรือบำรุงดิน ใบอ้อยแห้งเมื่อใช้คลุมดินจะช่วยรักษาความชื้นและป้องกันวัชพืชด้วย ใน

ขณะเดียวกันก็จะกลายเป็นอาหารของจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งบางพวกสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ทำให้ไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นอันเป็นผลดีแก่อ้อย นอกจากนี้รากและเหง้าที่อยู่ในดินเมื่อเน่าเปื่อยผุพังก็จะ เป็นปุ๋ย

2. การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม โดยจะนำน้ำอ้อยมาผลิตน้ำตาลทราย ในทางเคมีน้ำตาลส่วนใหญ่ที่ได้จากอ้อยเป็นน้ำตาลซูโครส นอกจากนี้ก็มีน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรักโทสอยู่ด้วย ซึ่งทั้งสองชนิดนี้รวมเรียกว่าน้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) ในทางการค้า น้ำตาลจากอ้อยมีชื่อเรียกต่างๆ กันตาม ความบริสุทธิ์และกรรมวิธีในการผลิต เช่น น้ำตาลแดงหรือน้ำตาลทรายแดง (brown sugar, gur, jaggery, muscovado) น้ำตาลดิบหรือน้ำตาลทรายดิบ (raw sugar) น้ำตาลทรายขาว (white sugar หรือ plantation white sugar) น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ หรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (refined sugar) อย่างไรก็ตาม ในการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยโดยตรงนั้นมีผลพลอยได้ (by-products) เกิดขึ้น หลายอย่าง ที่สำคัญได้แก่ ชานอ้อย กากตะกอน (filter mud, filter cake) และกากน้ำตาล (molasses) ทั้ง น้ำตาลและผลพลอยได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิง ผลิต วัสดุก่อสร้าง กากตะกอน และกากน้ำตาล สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยบำรุงดินและเลี้ยงสัตว์การใช้ประโยชน์ น้ำตาลแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

- ใช้เป็นอาหารมนุษย์ น้ำตาลมีความสำคัญและจำเป็นต่อชีวิตในฐานะที่เป็นอาหารทั้งในรูปของ อาหารคาวและหวาน นอกจากนี้จะใช้เป็นอาหารโดยตรงแล้ว น้ำตาลยังใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น สับปะรดกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้กระป๋อง และเครื่องดื่มที่ไม่มีอัลกอฮอล์ ซึ่งได้แก่ น้ำชาวดหรือน้ำอัดลมชนิดต่างๆ เป็นต้น

- ใช้ประโยชน์อย่างอื่น น้ำตาล (รวมทั้งแป้ง) สามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางนับตั้งแต่ใช้ ผลิตอัลกอฮอล์โดยขบวนการหมักดองหรือเฟอร์เมนเตชัน (fermentation) ซึ่งอาศัยเชื้อยีสต์ (yeast) จนถึงการผลิตผงซักฟอก (detergents) โดยอาศัยปฏิกิริยาโดยตรงระหว่างน้ำตาลและไขมัน (fat) ผงซักฟอกประเภทนี้เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากเพราะสามารถสลายตัวได้ โดยชีวินทรีย์ (biodegradable)

นอกจากนี้ น้ำตาลยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารเคลือบผิว (surfactant) สำหรับใช้ในการเกษตรสารดังกล่าวสลายตัวได้โดยชีวินทรีย์ เช่นเดียวกันอย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ของน้ำตาลในรูปที่มีใช้เป็นอาหาร กำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นโดยลำดับซึ่งจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่ใช้น้ำตาลเป็น วัตถุดิบเกิดขึ้นเรื่อยๆ

2.1.7 สถานการณ์ตลาดอ้อย

ในปีการผลิต 2556/57 ที่ผ่านมามีไทยผลิตอ้อยได้สูงถึง 103.63 ล้านตันอ้อย ผลิตได้เป็นลำดับ 4 ของโลกรองจากประเทศออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย และประเทศบราซิลซึ่งผลิตได้สูงถึง 450 ล้านตันอ้อย และไทยนำมาแปรรูปเป็นน้ำตาลได้ประมาณ 11.29 ล้านตันส่งออกน้ำตาลเป็นลำดับ 2 ของโลกรองจากประเทศบราซิล ในจำนวนนี้ใช้บริโภคภายในประเทศ 2.5 ล้านตัน ส่วนที่เหลือส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ สร้างมูลค่ารวมได้ประมาณ 180,000 ล้านบาท ซึ่งรวมรายได้จากการแปรรูปเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ได้แก่ การผลิตเอทานอล สุรา ซอส ซีอิ๊ว ผงชูรส อาหารสัตว์ ไม้อัด กระดาษ ปุ๋ยอินทรีย์ น้ำอ้อยพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพและเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าที่กล่าวมาอาจเกิดรายได้เป็น แสนล้านบาท อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทย ก่อให้เกิดการสร้างงานได้มากกว่า 1 ล้านคน จึงมีส่วนช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศอย่างเป็นรูปธรรม เพราะอุตสาหกรรมนี้สามารถผลิตวัตถุดิบและแปรรูปเป็นน้ำตาลได้โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีของต่างประเทศมากนักและมีส่วนช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากนโยบายส่งเสริมการใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนได้อีกปีละหลายหมื่นล้านบาท

2.1.8 อ้อยคั้นน้ำสุพรรณบุรี 50

เป็นพันธุ์ที่คัดได้จากการผสมเปิดของอ้อยพันธุ์ เอสพี 074 (SP 074) ซึ่งได้ผ่านการคัดเลือกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี และประเมินผลที่ศูนย์วิจัย สถานีทดลองพืชไร่ ตลอดจนในไร่เกษตรกรในจังหวัดต่าง ๆ ตั้งแต่ปี 2533 จนถึง 2538 อ้อยคั้นน้ำสุพรรณบุรี 50 ให้ผลผลิตน้ำอ้อยดีกว่าพันธุ์เดิมที่ใช้กันอยู่ คือ พันธุ์สิงคโปร์ ในทุกสภาพแวดล้อมและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดี โดยเฉพาะในเขตภาคกลางและภาคตะวันตกที่เป็นแหล่งปลูกอ้อย

ลักษณะเด่น:

- ให้ผลผลิตน้ำอ้อยประมาณ 4,900 ลิตรต่อไร่
- น้ำอ้อยสดมีสีเหลืองอมเขียว รสชาติหวานหอม
- เจริญเติบโตเร็ว
- แดกกอดี โดยมีจำนวนลำประมาณ 12,000 ลำต่อไร่
- สามารถไว้ต่อได้ดี ทำให้ไม่ต้องปลูกใหม่ทุกปี หลังจากเก็บเกี่ยวหรือตัดอ้อยแล้ว

ความต้านทานโรค: มีความทนทานต่อโรคเส้ดำ โรคใบขาว และโรคลำต้นเน่าแดง

ความต้านทานแมลง: พบการเข้าทำลายของหนอนกออ้อยน้อย ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะประจำพันธุ์:

- มีใบขนาดใหญ่ ปลายใบโค้ง

- ลำต้นมีสีเขียวอมเหลือง
- ปล้องมีรูปร่างทรงกระบอกค่อนข้างยาว ไม่มีร่องเหนือตา
- ตามีรูปร่างกลม มีวงเจริญเหลืองและนูน
- ข้อโปน
- มีการออกดอกบ้างในอ้อยตอ ในช่วงเดือนธันวาคม
- อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม คือ 8 เดือน

2.1.9 ขั้นตอนการผลิตน้ำอ้อยพร้อมดื่ม

- การเตรียมภาชนะบรรจุ: ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำอ้อยอาจเป็นขวดแก้ว หรือขวดพลาสติก ซึ่งต้องทำความสะอาด โดยล้างน้ำที่สะอาดและคว่ำให้แห้ง
- การทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องคั้นน้ำ: ใช้้ำสะอาดล้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยและเตรียมผ้าขาวบางที่สะอาด เพื่อใช้กรองน้ำอ้อย
- วิธีการคั้นน้ำอ้อย
 1. นำอ้อยที่เก็บเกี่ยวแล้ว (อายุ 8 เดือน) มาตัดเป็นท่อน ๆ ยาวท่อนละประมาณ 75 เซนติเมตร
 2. ปอกเปลือกอ้อยด้วยมีด ปอกอ้อย หรือมีดทั่วไป
 3. ล้างอ้อยที่ปอกเปลือกแล้วด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ
 4. นำอ้อยที่ล้างสะอาดแล้วเข้าเครื่องคั้นน้ำอ้อย
 5. กรองน้ำอ้อยด้วยผ้าขาวบางที่สะอาดหนา 4 ชั้น
 6. บรรจุน้ำอ้อยในขวดแก้วหรือขวดพลาสติก
 7. เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส หรือเก็บไว้ในถังแช่ที่บรรจุน้ำแข็ง

2.2 เครื่องคั้นน้ำอ้อย

ในสมัยก่อนเครื่องหีบอ้อยสมัยโบราณทำลูกหีบจากไม้ประดู่และใช้แรงงานสัตว์เป็นตัวขับเคลื่อน ลูกหีบไม้ และมีการพัฒนามาเรื่อยๆให้มาเป็นลูกหีบโลหะและใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นตัวขับเคลื่อนลูกหีบ ต่อมาจึงมีการพัฒนาให้ขนาดเครื่องเล็กลงและตัวขับเคลื่อนลูกหีบจากการใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแทนเพื่อความสะดวกในการใช้งาน



รูปที่ 2.7 เครื่องหีบอ้อยสมัยโบราณ

(ที่มา: http://creative.sulekha.com/mava-s-memories-story-of-sugar-cane-and-jaggery_612243_blog)

2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อย

เครื่องคั้นน้ำอ้อยใช้หลักการส่งกำลังของเพลลาและเฟือง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน ติดตั้งเข้ากับสายพานเพื่อส่งกำลังไปยังเพลลาและเฟือง



รูปที่ 2.8 ระบบของเฟือง เพลา และสายพานที่ใช้ในเครื่องหีบอ้อยขนาดเล็ก

2.2.2 หัวรีดน้ำอ้อย

ประวัติหัวรีด

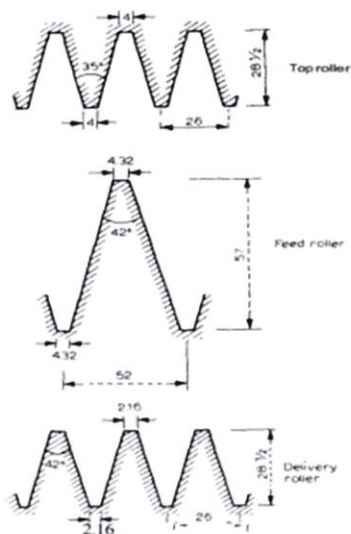
หัวรีดแรกเริ่มเลยมีผิวเรียบและลูกรีดแบบนี้ยังคงมีใช้อยู่ในบางประเทศเช่น Mauritius และ Taiwan ในขณะที่หัวรีดของประเทศอื่นมีการปรับให้ละเอียดหรือเจาะร่องหยาบ ซึ่งการนำมาใช้ของแต่ละโรงงานก็ขึ้นอยู่กับอัตราการบดที่โรงงานนั้นๆต้องการ สายพันธุ์อ้อยที่ใช้ ผิวของเส้นใย และความแข็งของอ้อยข้อได้เปรียบของหัวรีดผิวเรียบคือการสึกหรอน้อยมาก และความชื้นของขานอ้อยในขั้นตอนสุดท้ายมีน้อยมาก แต่ข้อเสียคือ อัตราการบดต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดและความเร็วที่เท่ากันกับหัวรีดที่มีการเจาะร่อง



รูปที่ 2.9 ลักษณะอ้อยก่อนและหลังเข้าเครื่องคั้นน้ำอ้อย
(ที่มา: <http://www.southernmatters.com/sugarcane>)

มูมของร่อนฟันมีความสำคัญมาก หากเล็กเกินไปอาจทำให้เศษอ้อยติดหรือทำให้ร่อนฟันแตกหักได้ โดยปกติจึงใช้ร่อนฟันที่มีมูมประมาณ 45-90 องศา ในปี 1903 J. J. E. Bekker ได้คิดค้นการเซาะร่อนหัวรีตขึ้น โดยให้ทั้งสามหัวรีตมีมูมของร่อนฟันอยู่ที่ 60 องศา จนกระทั่งในปี 1995 ชาวอเมริกาได้แนะนำให้ใช้ร่อนฟันที่มีมูม 45-50 องศา ต่อมาในปี 1996-1998 Donnelly ชาวออสเตรเลียได้ค้นพบนวัตกรรมที่ดีที่สุด พวกเขาใช้ร่อนฟันมูม 35 องศา และค้นพบอีกว่า มูมของร่อนฟันลูกที่บนส่งผลต่อรอยกดและการฉีกของลำต้นอ้อย เขาได้แนะนำไว้สำหรับหัวรีตด้านบนให้ใช้มูมประมาณ 30-35 องศา จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบดอ้อย แต่ถ้าไม่ต้องการให้หัวรีตมีเศษอ้อยติดให้ใช้มูม 45-60 องศา แต่มูมที่มากขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำลดลง ส่วนหัวรีตป้อนอ้อยและหัวรีตส่งอ้อยแนะนำให้ใช้มูม 45 องศา เนื่องจากมูมที่แหลมเกินไปจะทำให้เศษอ้อยมาติดฟันได้

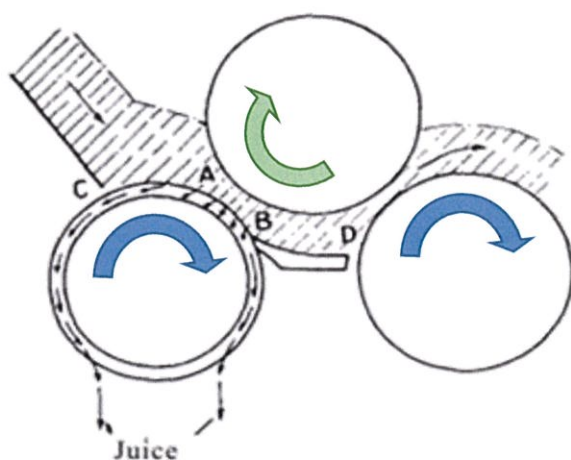
E.Hugot ได้ปรับปรุงมูมจากของเดิม และได้ให้คำแนะนำมูมของร่อนฟันไว้ โดยหัวรีตบนให้ใช้ร่อนฟันมูม 35 องศา ส่วนหัวรีตป้อนอ้อยและหัวรีตส่งอ้อยใช้มูม 42 องศา จะคั้นน้ำอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่หากไม่ต้องการให้เศษอ้อยติดร่อนฟันหัวรีตด้านบน ให้หัวรีตทั้งสามมีมูมร่อนฟัน 50 องศา



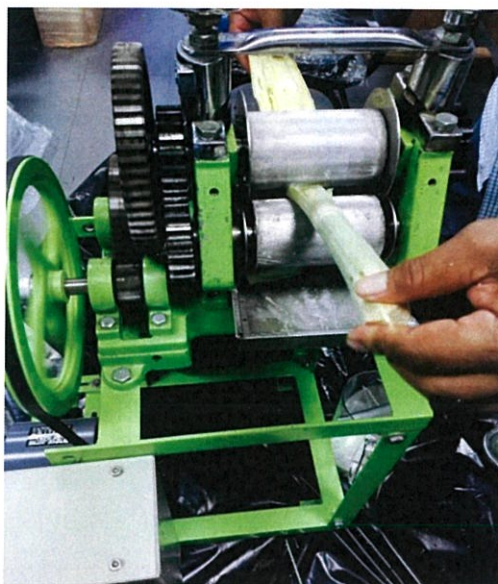
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างมุมและความกว้างของร่องฟันที่ Hugot แนะนำสำหรับเครื่องหีบอ้อยขนาดใหญ่

หลักการการทำงานของหัวรีด

หัวรีดจะมีทั้งหมด 3 ลูก 1 ลูกด้านบน และ 2 ลูกด้านล่าง ลักษณะการทำงานของหัวรีดคือ 2 ลูกด้านล่างหมุนไปทิศทางตามเข็มนาฬิกา ลูกด้านบนจะหมุนทิศทวนเข็มนาฬิกา เพื่อขนส่งลำต้นอ้อยที่ถูกป้อนเข้าจากตำแหน่งหัวรีด A และ C หัวรีดด้านบนจะทำการกดอ้อยในตำแหน่ง A และ B จากนั้นส่งผ่านไปยังหัวรีดตำแหน่ง A และ D โดยพื้นผิวของหัวรีดแต่ละหัวจะไม่กระทบกันเนื่องจากต้องเหลือพื้นที่ให้กากอ้อยด้วย ขานอ้อยที่เหลือจะถูกลูกหีบตัวหลังลำเลียงไปอีกฝั่งเพื่อนำไปใช้ต่อไป ดังแสดงในรูป 2.9



รูปที่ 2.11 การทำงานของลูกรีดน้ำอ้อย



รูปที่ 2.12 ลักษณะอ้อยก่อนและหลังเข้าเครื่องคั้นน้ำอ้อย

2.3 โปรแกรม AutoCAD

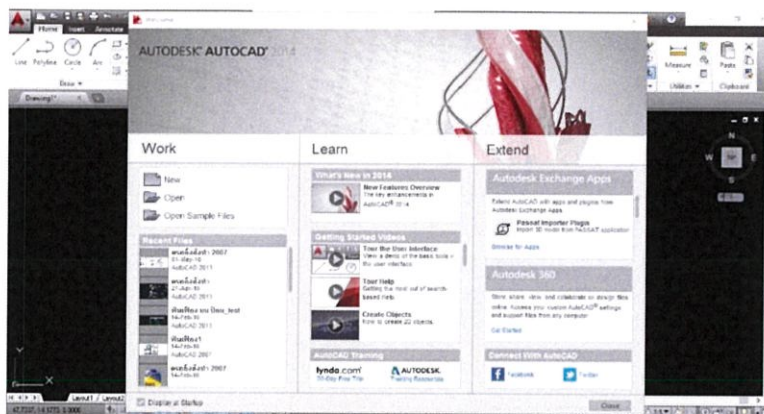
AutoCAD เป็นซอฟต์แวร์ของบริษัท Autodesk ซึ่งได้รับการพัฒนาต่อเนื่อง ผลิตรายแรกในปี ค.ศ. 1980 เพื่อใช้ในการช่วยออกแบบอุตสาหกรรม ภายหลังจากมีการใช้คอมพิวเตอร์ในงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น AutoCAD จึงถูกนำมาใช้ในการช่วยเขียนแบบ (CAD) รวมทั้งงานทางด้านอื่น ๆ อีกหลากหลาย

โปรแกรม AutoCAD มีเครื่องมือช่วยให้งานเขียนแบบง่ายและรวดเร็วมากมาย เช่น เครื่องมือในการลอกแบบ เครื่องมือในการคำนวณ และเขียนขนาดอัตโนมัติ เป็นต้น ข้อมูลงานเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่ต้องการที่เก็บมากเหมือนกระดาษ และที่สำคัญข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวสามารถเรียกกลับมาบนหน้าจอเพื่อแก้ไข ปรับเปลี่ยน ส่งผ่านระบบสื่อสารเครือข่าย หรือพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ ได้อย่างสะดวกง่ายดาย

เพราะเหตุนี้ โปรแกรม AutoCAD จึงเป็นโปรแกรมที่มีชื่อเสียงในระดับโลกในด้านการออกแบบและเขียนแบบขึ้นงาน ซึ่งสามารถเขียนได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ ทั้งนี้ในขึ้นงาน 3 มิตินั้น ยังสามารถทำการ Render วัตถุหรือขึ้นงาน (การให้แสง สี ละเงา) ได้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้งานมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ในตัว AutoCAD มีคำสั่งและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้งานมากมาย ซึ่งแยกออกเป็นหลายประเภทยกตัวอย่างเช่น คำสั่งที่ใช้เขียนขึ้นงาน คำสั่งที่ใช้เขียนตัวอักษร คำสั่งที่ใช้ในการแก้ไขตกแต่งขึ้นงาน

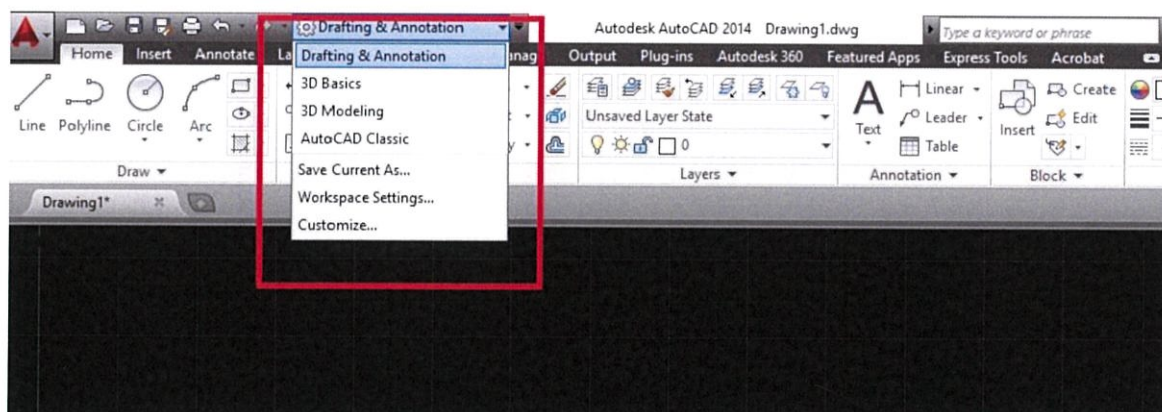
และตัวอักษร คำสั่งทำสำเนาชิ้นงาน เครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่วาดภาพ และ ตำแหน่งบนตัววัตถุแต่ละชิ้น เป็นต้น ด้วยเครื่องมือที่มากมายนี้ทำให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการ เขียนแบบอย่างมาก และสามารถเขียนได้ดังที่ออกแบบและจินตนาการเอาไว้



รูปที่ 2.13 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม AutoCAD

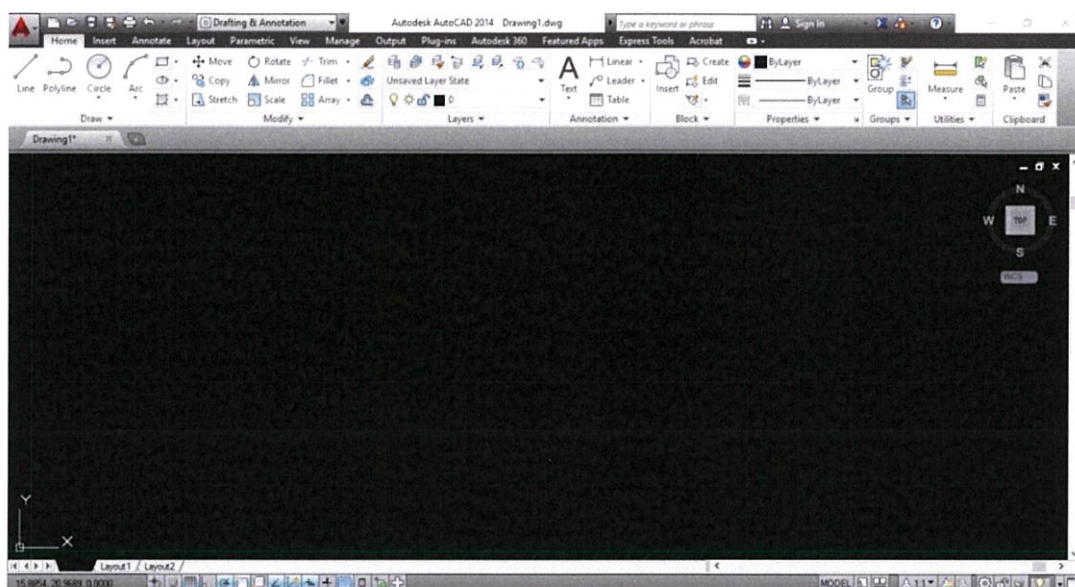
2.3.1 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม AutoCAD

ในส่วนของหน้าจอโปรแกรม AutoCAD นั้น ได้มีการจัดเตรียมหน้าจอสำหรับการทำงาน (work space) ในด้านงานเขียนแบบแบ่งออกเป็น 4 แบบด้วยกัน โดยสามารถเลือกได้จาก Title bar



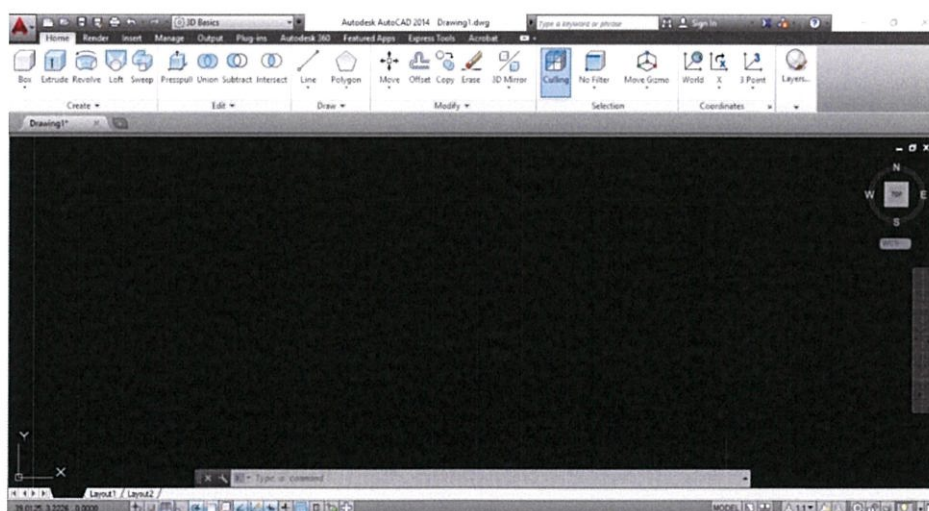
รูปที่ 2.14 หน้าจอการทำงาน (work space)

- หน้าจอการทำงานแบบ Drafting & Annotation เป็นหน้าจอโปรแกรมที่ทำการจัดกลุ่ม คำสั่งของรูปสัญลักษณ์ในหมวดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน การเขียนแบบ 2 มิติให้อยู่รวมกัน เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้คำสั่ง ในงานเขียนแบบ 2 มิติ



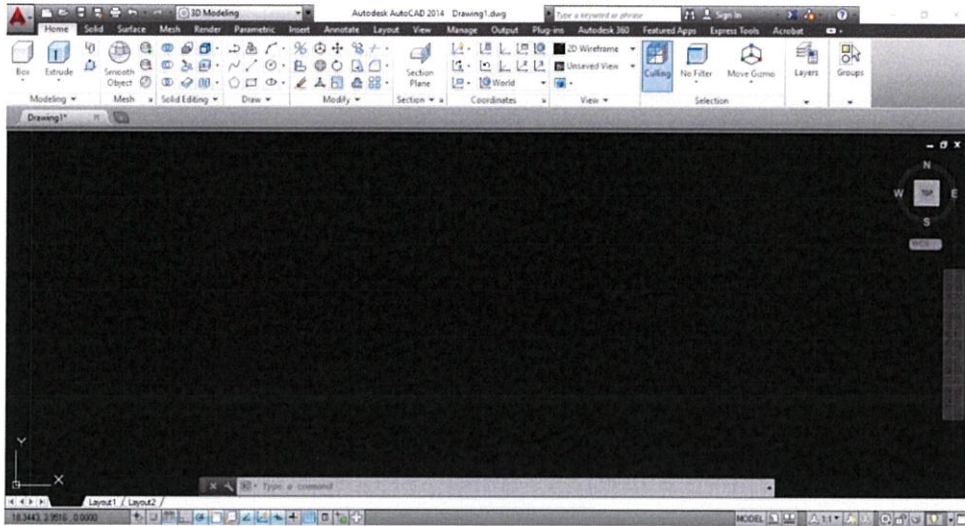
รูปที่ 2.15 หน้าจอการทำงานแบบ Drafting & Annotation

- หน้าจอการทำงานแบบ 3D Basics เป็นหน้าจอโปรแกรมที่ทำการจัดกลุ่มคำสั่ง ของรูปสัญลักษณ์ในหมวดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน การเขียนแบบงานวัตถุ 3 มิติ ให้อยู่รวมกัน เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้คำสั่งสำหรับการสร้างและการแก้ไขชิ้นงาน 3 มิติ



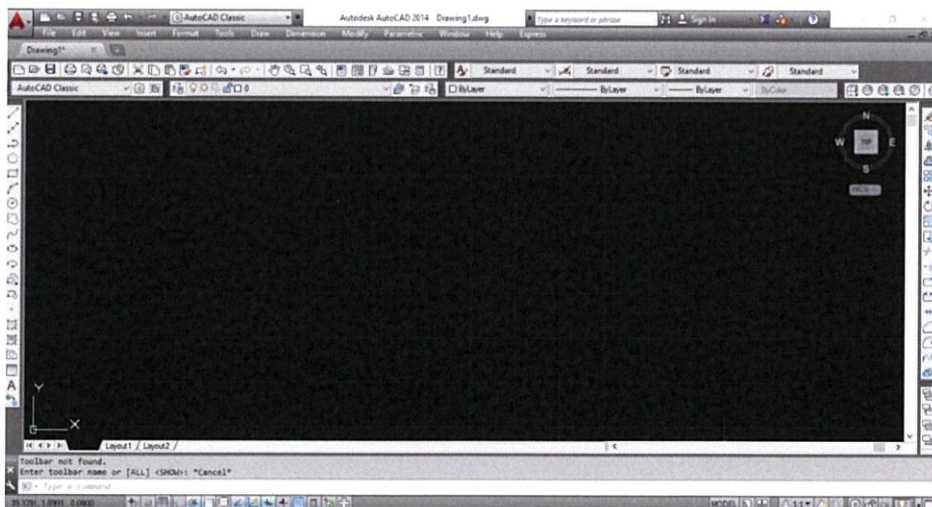
รูปที่ 2.16 หน้าจอการทำงานแบบ 3D Basics

- หน้าจอการทำงานแบบ 3D Modeling เป็นหน้าจอโปรแกรมที่ทำการจัดกลุ่มคำสั่ง ของรูปสัญลักษณ์ในหมวดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน การเขียนแบบงานวัตถุ 2 มิติและ 3 มิติ ระดับสูงให้อยู่รวมกัน เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้คำสั่งสำหรับการสร้างและการแก้ไขชิ้นงาน 3 มิติ



รูปที่ 2.17 หน้าจอการทำงานแบบ 3D Modeling

- หน้าจอการทำงานแบบ AutoCAD Classic เป็นหน้าจอโปรแกรมที่มีลักษณะรูปแบบเหมือนกับ หน้าจอโปรแกรม AutoCAD รุ่นก่อน ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่เคยใช้งานโปรแกรมมีความคุ้นเคย ในการเรียกใช้คำสั่ง ในการเขียนแบบงานวัตถุ 2 มิติและ 3 มิติ

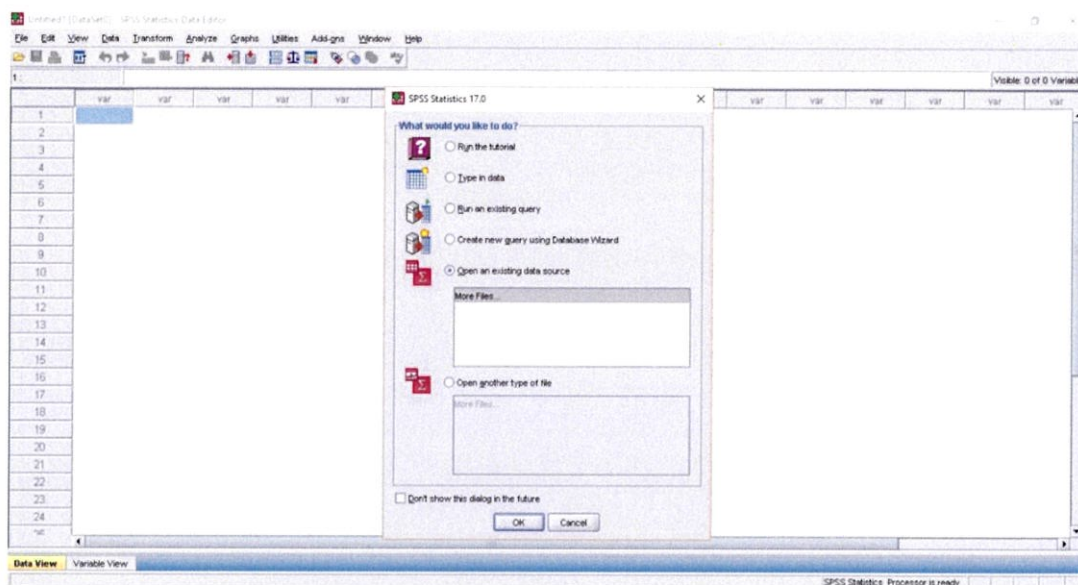


รูปที่ 2.18 หน้าจอการทำงานแบบ AutoCAD Classic

2.4 โปรแกรม SPSS

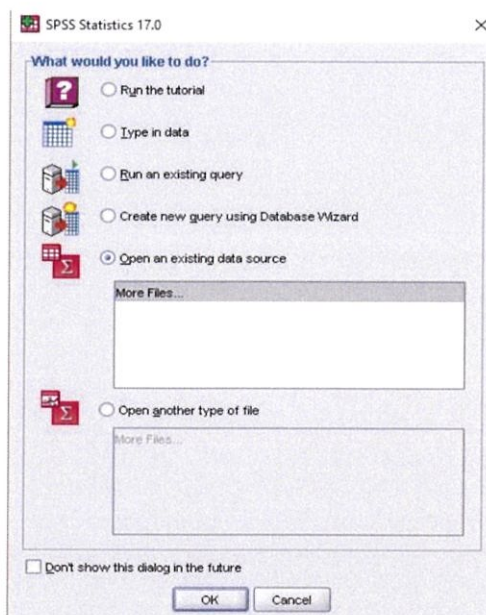
โปรแกรม SPSS เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พัฒนาโดยบริษัท SPSS Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในระยะเริ่มต้นเรียก โปรแกรม SPSSX สำหรับใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดมินิ หรือเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ต่อมาเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรม SPSS เป็น SPSS/PC+ ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการที่เรียกว่า DOS (Disk Operating System) ซึ่งใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาระบบปฏิบัติการบนไมโครคอมพิวเตอร์ ให้สามารถติดต่อกับผู้ใช้ในระบบกราฟิกได้ ซึ่งเรียกระบบนี้ว่า Microsoft Windows จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรม SPSS สำหรับใช้งานบน Windows ขึ้น และเรียกว่า SPSS for Windows โดยในเวอร์ชัน 6.0 ได้ออกแบบมาใช้กับระบบปฏิบัติการ Windows 3.11 ต่อมาเมื่อมีการใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 95, 98 Windows NT Windows 2000 และ Windows XP จึงได้มีการปรับปรุงโปรแกรม SPSS for Windows เป็นเวอร์ชัน 7, 8, 9, 10 เรื่อยมา ซึ่งในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันแต่ละครั้ง ได้มีการปรับปรุงรูปแบบการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นกว่าเดิม มีการเพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ความสามารถในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟ และยังปรับปรุงความสามารถในการจัดการกับข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น การสร้างแฟ้มข้อมูล การกำหนดและการสร้างตัวแปร การปรับปรุงแก้ไขข้อมูล ให้ผู้ใช้ทำงานได้ง่ายขึ้น ในการใช้โปรแกรม SPSS ผู้ใช้สามารถทำการเลือกใช้งานจากระบบเมนูในรูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมภายใต้ Microsoft Windows หรือเลือกใช้งานในลักษณะการเขียนโปรแกรมคำสั่งเช่นเดียวกับการใช้งาน SPSS/PC+ ใน DOS ก็ได้ นอกจากนี้โปรแกรม SPSS for Windows ยังอนุญาตให้ผู้ใช้ทำการบันทึกขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ เป็นรูปแบบคำสั่งสำหรับการใช้งานครั้งต่อไป เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำงานได้อีกด้วย



รูปที่ 2.19 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม SPSS

เมื่อเริ่มเข้าสู่การทำงาน โปรแกรม SPSS จะแสดง Dialog การทำงานให้ผู้ใช้เลือกการใช้งาน SPSS ดังรูป 2.17



รูปที่ 2.20 Dialog เมื่อเริ่มการทำงานโปรแกรม SPSS

สำหรับ Dialog ที่ปรากฏนี้ จะมีรายการให้ผู้ใช้ทำการเลือกการทำงานดังนี้

Run the tutorial เป็นการเลือกให้ SPSS ทำการเปิด tutorial เพื่อแนะนำการใช้งานในเบื้องต้นของโปรแกรม SPSS (หากผู้ใช้ต้องการเลือกตัวเลือกนี้ จะต้องใส่แผ่น CD ที่มีไฟล์ tutorial ของ SPSS ไว้ที่เครื่องด้วย)

Type in data เลือกเมื่อต้องการใส่ข้อมูลใหม่เอง

Run an existing query เลือกเมื่อเปิดฐานข้อมูลที่ผู้ใช้ทำการสร้างจากโปรแกรมจัดการข้อมูลอื่นๆ ที่ SPSS สามารถอ่านได้ และทำการกำหนดให้ SPSS เชื่อมโยงข้อมูลไว้

Create new query using Database Wizard เลือกเพื่อให้โปรแกรม SPSS ทำการเปิดไฟล์ฐานข้อมูลที่ถูกสร้างไว้โดยโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลอื่น และนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรม SPSS เช่นฐานข้อมูลที่ถูกสร้างโดย MS Access

Open an existing data source เลือกเมื่อเปิด File data ที่ได้ทำการสร้างไว้ใน SPSS ที่มีอยู่

Open another type of file เลือกเพื่อเปิด File ชนิดอื่นๆ ของ SPSS ที่มีอยู่แล้ว

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Adamolekun, (2015) การพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อยสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ศึกษาพัฒนาและทดสอบเครื่องคั้นน้ำอ้อยขนาดเล็ก

Lakshmi, (2012) ศึกษาเครื่องคั้นน้ำอ้อยขนาดเล็ก และปัญหาการใช้เครื่องคั้นน้ำอ้อยของเกษตรกรผู้ประกอบการชาย พร้อมวิธีการแก้ปัญหา

Macjay, (2010) ศึกษาการปรับปรุงการประดิษฐ์และทดสอบเครื่องรีดน้ำอ้อยในระบบอุตสาหกรรม รวมถึงการบำรุงรักษาและทำความสะอาดของเครื่องปลอกเปลือกอ้อย ส่วนประกอบ การออกแบบ และการทดสอบประสิทธิภาพเครื่อง

ธงชัย ตั้งเปรมศรี, (ม.ป.ป.) ระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพน้ำอ้อยของอ้อยคั้นน้ำสุพรรณบุรี 50 ได้ดำเนินการศึกษาระยะเวลาหลังการตัดที่มีผลต่อคุณภาพน้ำอ้อยโดยทำการตัดอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 เมื่ออ้อยอายุ 8 เดือน จำนวน 210 ลำ แล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่ม จากนั้นทยอยนำออกมาหีบน้ำอ้อยวันละ 10 ลำ ในช่วงเวลา 0-21 วัน แล้วทำการตรวจสอบผลผลิต และคุณภาพน้ำอ้อย ผลการทดลองพบว่าสามารถเก็บรักษาอ้อยไว้ในที่ร่มได้ประมาณ 7 วันหลังการตัด โดยจะได้น้ำอ้อยที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับอ้อยที่ตัดสด แต่เมื่อระยะเวลาเก็บรักษายาวออกไป จะมีผลให้ผลผลิตน้ำอ้อยลดลงตามลำดับ

ประเทือง โชคประเสริฐ, (2542) การเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำตาลของโรงงานน้ำตาล โดยการควบคุมการทำงานของชุดลูกหีบ และการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวอ้อยกับการเกษตรกรไร้อ้อย

สมชัย เข้มเจริญ, (2548) เครื่องคั้นน้ำอ้อยสด งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อยพร้อมดื่ม เป็นเครื่องที่รวมเอาหลักการในการบดเปลือกอ้อยและรีดน้ำอ้อยมารวมเป็นเครื่องเดียวกัน โดยแบ่งการทำงานเป็นชุดบดเปลือกอ้อยและชุดคั้นน้ำอ้อย

บทที่ 3

อุปกรณ์และการทำการทดลอง

ในการศึกษาปรับปรุงหัวรีดนี้้ออย ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ความเร็วรอบหัวรีด และหัวรีด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการศึกษาปรับปรุงหัวรีดนี้้ออย มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

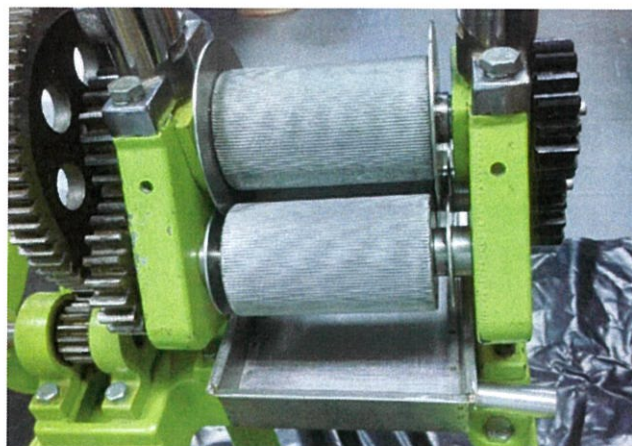
3.1.1 ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

จะเห็นได้ว่ามีพันธุ์อ้อยที่นิยมมาทำการคั้นมี 2 พันธุ์คือ สุพรรณบุรี 50 และสิงคโปร์ และผู้จัดทำได้เลือกนำเอาพันธุ์อ้อยสุพรรณบุรี 50 มาทดลองเพราะมีความหวาน (ค่าบrix), ปริมาณน้ำมากกว่าพันธุ์สิงคโปร์ และนิยมนำมาคั้นน้ำอ้อย นอกจากนี้แปลงอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 อยู่ในบริเวณใกล้เคียงที่สามารถนำอ้อยมาทดลองได้ง่าย

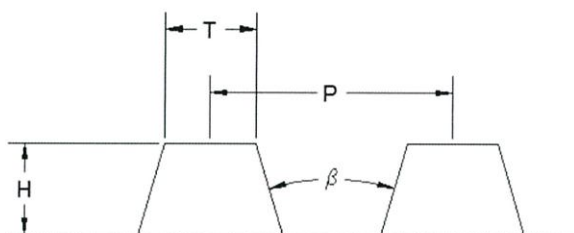
3.1.2 ศึกษาหัวรีด

วิเคราะห์แบบและการทำงานของหัวรีดที่ใช้อยู่ในท้องตลาดเพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนา

จากการศึกษาข้อบกพร่องพบว่า ได้ปริมาณน้ำอ้อยออกมาน้อย ซึ่งผู้จัดทำเห็นว่าหากปรับมุมของร่องฟัน ความสูงของฟัน และระยะพิตซีให้มีขนาดแคบลงจะช่วยทำให้ได้ปริมาณน้ำอ้อยเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 3.1 หัวรีดที่ใช้ในท้องตลาด



รูปที่ 3.2 ตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณน้ำอ้อยที่ได้จากการรีด

3.1.3 การออกแบบร่องฟันหัวรีด

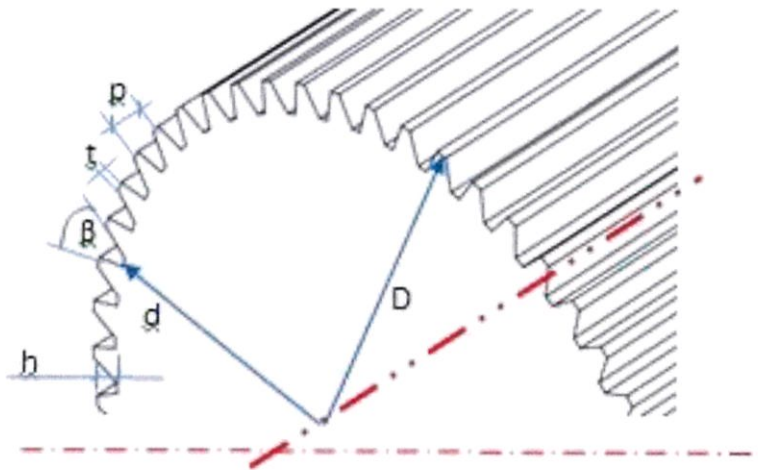
การออกแบบร่องฟันของหัวรีดน้ำอ้อย ผู้ออกแบบได้ใช้หัวรีดที่ใช้ตามท้องตลาดเป็นต้นแบบในการออกแบบ โดยค่าต่างๆของหัวรีดที่ใช้ตามท้องตลาดแสดงไว้ในตาราง 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 ค่าตัวแปรต่างๆของหัวรีดด้านบนที่ใช้ตามท้องตลาด

β (°)	P (mm)	T (mm)	h (mm)	<i>n</i> pcs	D (mm)	d (mm)	L (mm)
60	2.6	0.8	0.8	90	76	74	120

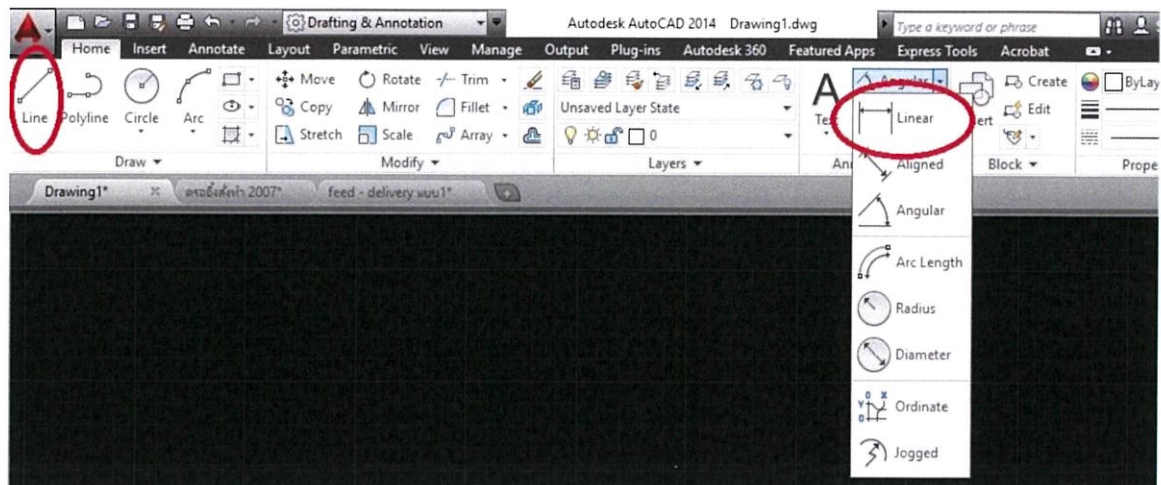
ตารางที่ 3.2 ค่าตัวแปรต่างๆของหัวรีดป้อนและสั้งที่ใช้ตามท้องตลาด

β (°)	P (mm)	T (mm)	h (mm)	n pcs	D (mm)	d (mm)	L (mm)
60	2.6	0.8	0.8	85	72	70.4	115

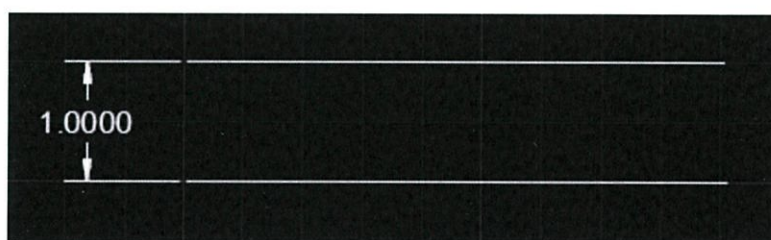


รูปที่ 3.3 ตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหัวรีด

เริ่มต้นออกแบบจากการปรับความสูงของซีฟัน ซึ่งความจริงแล้วไม่มีสูตรตายตัวสำหรับความสูงของซีฟันโดยจากปกติซีฟันของหัวรีดตามท้องตลาดมีความสูงอยู่ที่ 0.8 มิลลิเมตร ปรับเพิ่มขึ้นเป็น 1 มิลลิเมตร ซึ่งคาดว่า การเพิ่มความสูงของฟันนั้นจะช่วยเพิ่มแรงกดระหว่างลำอ้อยและหัวรีดน้ำอ้อย โดยใช้เครื่องมือ Line ในการสร้างเส้นขนาน 2 เส้น วัดระยะห่างด้วยคำสั่ง Annotation -> Linear ให้ห่างกัน 1 มิลลิเมตร

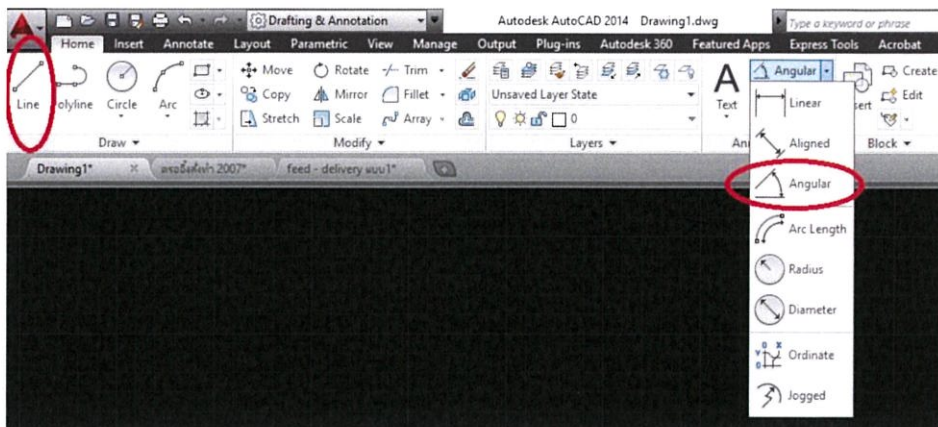


รูปที่ 3.4 เครื่องมือ Line และคำสั่ง Linear

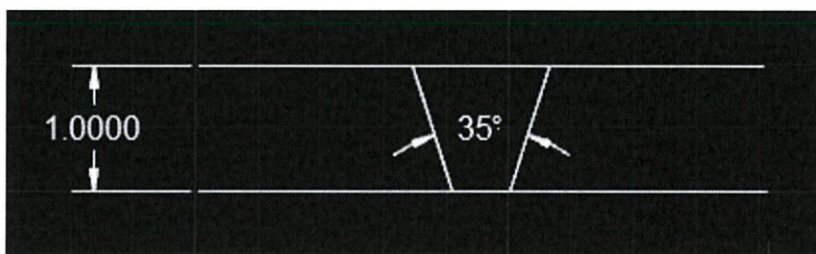


รูปที่ 3.5 ความสูงที่ใช้ในการออกแบบ

จากนั้นผู้ออกแบบได้ใช้หลักคำแนะนำของ E. Hugot ในการออกแบบมุมของร่องฟัน เนื่องจากเป็นมุมที่ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล ซึ่งมุมที่แนะนำคือ หัวรีตด้านบนใช้มุม 35° ส่วนหัวรีตด้านล่างใช้มุมเหมือนกันคือ 42° โดยใช้เครื่องมือ Line สร้างเส้นที่ทำมุมกับพื้นประมาณ 72.5° สำหรับหัวรีตด้านบน และ 68° สำหรับหัวรีตด้านล่าง จำนวนสองเส้น โดยใช้คำสั่งวัดมุม Annotation -> Angular จะได้มุมระหว่างร่องฟันตามต้องการ



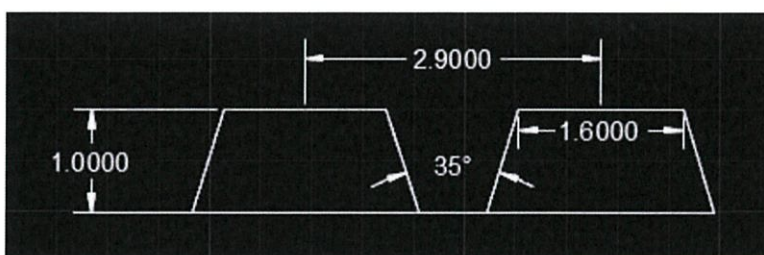
รูปที่ 3.6 เครื่องมือ Line และคำสั่ง Angular



รูปที่ 3.7 ออกแบบมุมร่องฟันหัวรีด

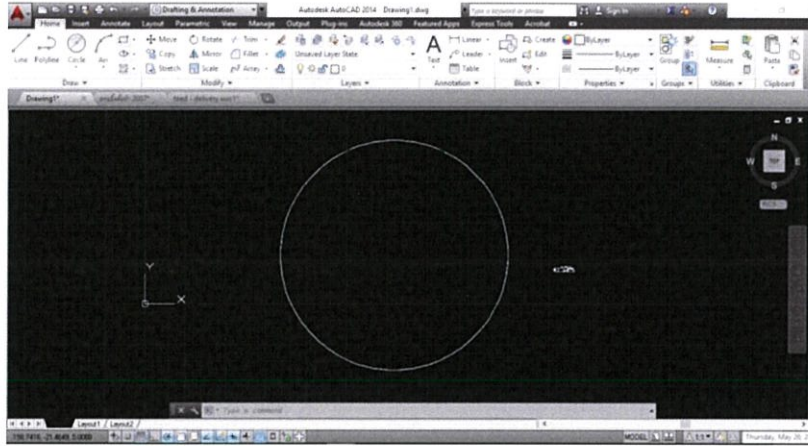
จากนั้นปรับระยะพิตช์ตามตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ เมื่อลดระยะพิตช์จะทำให้ได้ปริมาณน้ำอ้อยที่มากขึ้น และทำการศึกษาค่าจำนวนซี่ฟันด้วยว่ามีผลกับปริมาณน้ำอ้อยหรือไม่ โดยการควบคุมระยะของร่องฟันให้มีขนาดเท่ากับหัวรีดตามท้องตลาด เพื่อศึกษาระยะพิตช์และจำนวนซี่ฟัน

จากการเพิ่มระยะพิตช์ของหัวรีดด้านบนในชุด 75,80 จาก 2.6 มิลลิเมตร เป็น 2.9 มิลลิเมตร ทำให้ความหนาของซี่ฟันชุด 75,80 อยู่ที่ 1.6 มิลลิเมตร



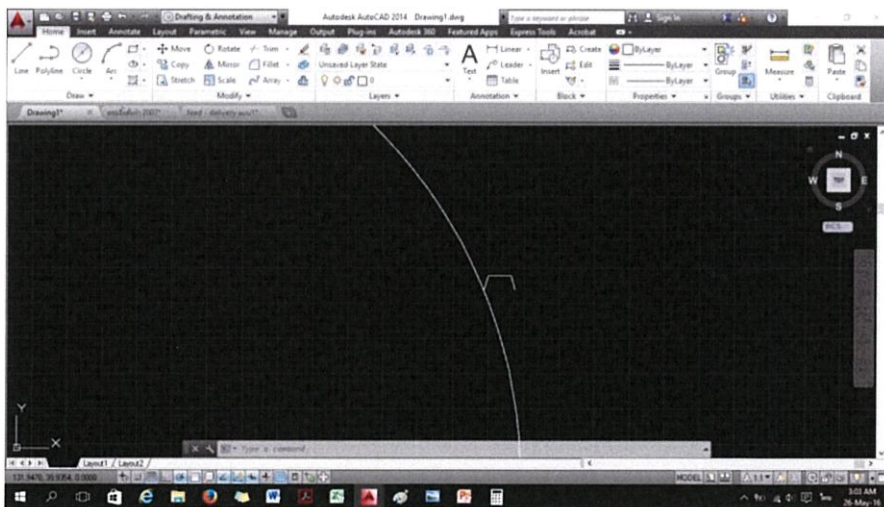
รูปที่ 3.8 ซี่ฟันที่ผ่านการออกแบบ

จากนั้นนำซีพินที่ได้ออกแบบมานั้นเข้าคำสั่ง Array เพื่อหาจำนวนซีพินของแต่ละหัว โดยเริ่มต้นจากสร้างวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแบบที่วางไว้



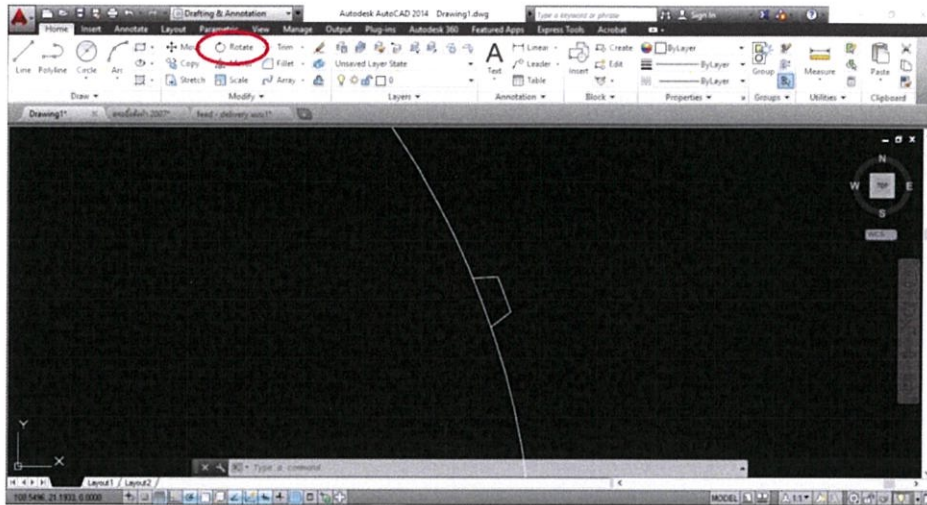
รูปที่ 3.9 สร้างวงกลมตามขนาดหัวรีด

นำซีพินที่ออกแบบไว้แล้วมาติดกับวงกลมที่สร้างเตรียมไว้



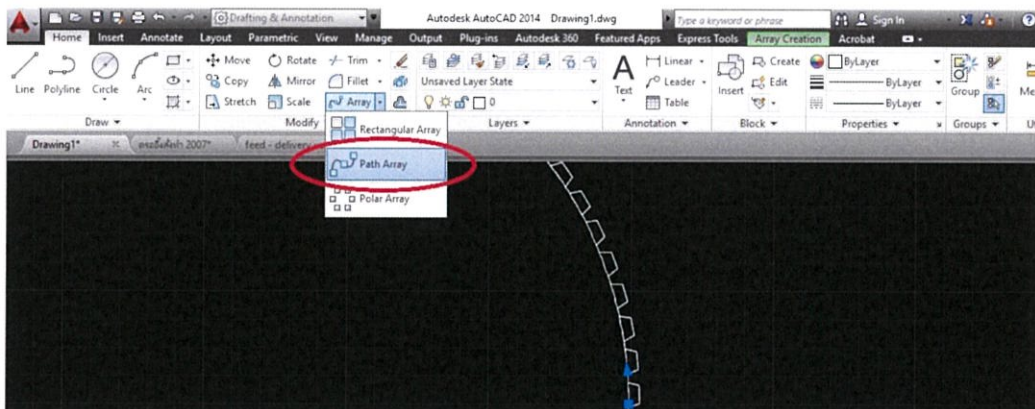
รูปที่ 3.10 นำซีพินมาติดกับวงกลมที่เตรียมไว้

ทำการหมุนซีพินให้เข้ามาติดกับวงกลม โดนใช้คำสั่ง Rotate



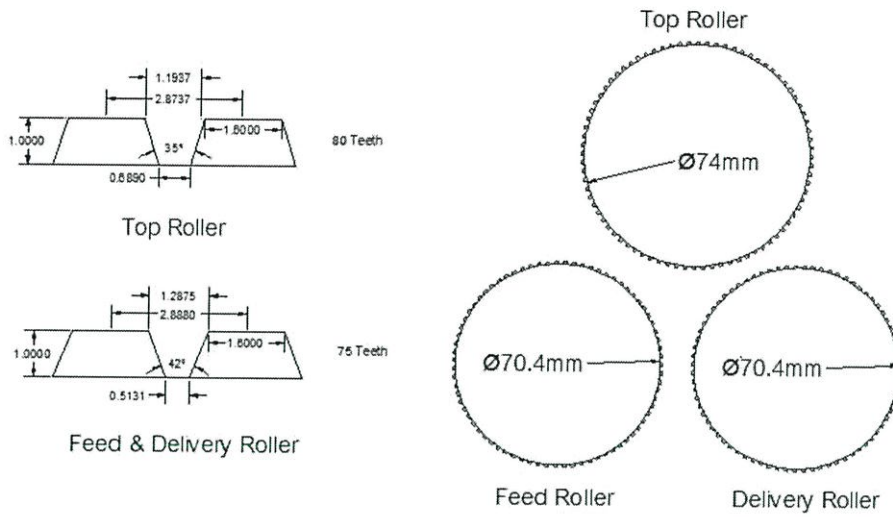
รูปที่ 3.11 ซีพินที่พร้อมสำหรับการ Array

เลือกคำสั่ง Array -> Part Array จากนั้นเลือกซีพินทั้งสามเส้น จากนั้นทำการเลือกส่วนโค้งของวงกลม ซีพินจะเพิ่มขึ้นล้อมรอบวงกลม ทำการใส่ระยะพิตซ์ลงไปส่วนของ Item spacing ก็จะได้หัวรีดตามทีออกแบบและรู้จำนวนซีพินของแต่ละหัวรีด

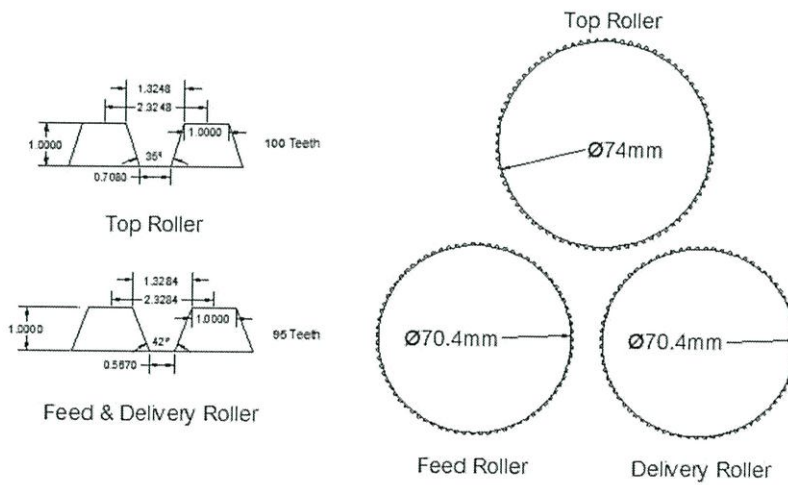


รูปที่ 3.12 คำสั่ง Part Array

เมื่อทำการออกแบบครบทุกหัวรีดแล้ว จะได้ดังนี้



รูปที่ 3.13 ชุดหัวรีด 75,80



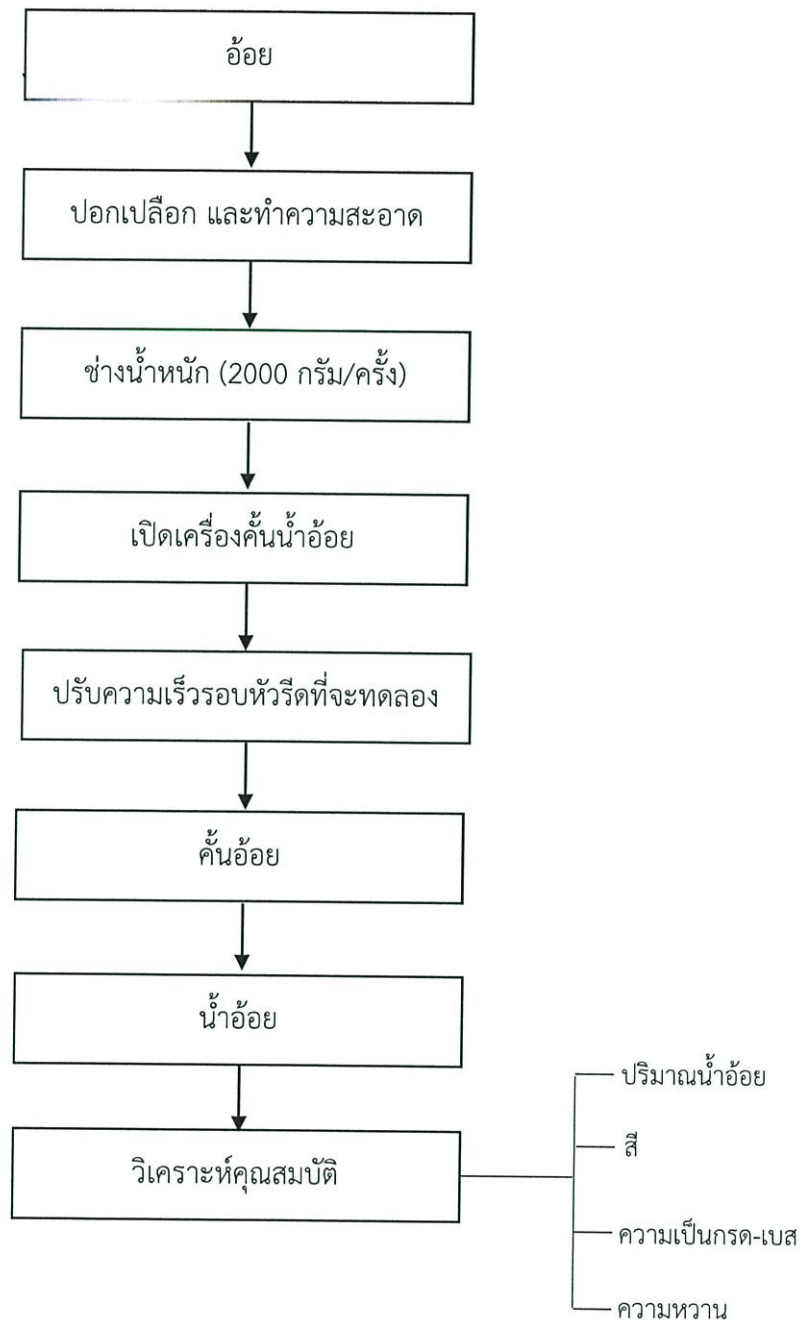
รูปที่ 3.14 ชุดหัวรีด 95,100

ตารางที่ 3.3 ค่าที่เปลี่ยนไปจากหัวรีดตามห้องตลาด

	Set (75,80)	Original	Set (95,100)
Angle of teeth (Degree)	42°, 35°	60°	42°, 35°
Pitch (mm)	2.9	2.6	2.3
Height of teeth (mm)	1	0.8	1
Number of teeth (Bottom, Top)	75, 80	85, 92	95, 100

3.2 ทดลองหัวรีด

ที่ความเร็วรอบหัวรีดที่ 20, 25 และ 28 รอบต่อนาที



รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการทดลองหัวรีด

3.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และสี, สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่า pH และค่าความหวาน (Brix)

- ปริมาณผลผลิตที่ได้

นำน้ำอ้อยที่คั้นได้จากเครื่องคั้นน้ำอ้อยในแต่ละการทดลองมาชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปหาร้อยละปริมาณน้ำอ้อย (% yield) ดังสมการ

$$\text{ร้อยละปริมาณผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำอ้อย}}{\text{น้ำหนักอ้อยที่ยังไม่รีด}} \times 100$$

- สี

บรรจุน้ำอ้อยใส่กระบอก และวัดค่าสีด้วยเครื่อง Colorimeter (Juki instrument, Model JC801, Japan) บันทึกค่าสีระบบ CIE ในเทอมของ L*, a* และ b*

L* คือ ค่าความสว่าง

a* คือ ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว

b* คือ ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

โดย L* มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า L* = 0 เป็นสีที่มืดที่สุดและ

โดย L* = 100 เป็นสีที่สว่างที่สุด

โดย a* เป็น + แสดงความเป็นสีแดง และ a* เป็น - แสดงความโดย เป็นสีเขียว

โดย b* เป็น + แสดงความเป็นสีเหลือง และ b* เป็น - แสดงโดย ความเป็นสีน้ำเงิน

- ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)

นำน้ำอ้อยใส่บีกเกอร์ แล้ววัดค่าด้วย pH meter บันทึกผล

- ค่าความหวาน (Brix)

หยดน้ำอ้อยบนแผ่นปริซึม ปิดด้วยแผ่นปิด แล้วส่องมองผ่านช่องในที่มีแสง จะมองเห็นเป็นแถบสีที่อ่านค่าตัวเลขได้ ตามสเกล ที่เครื่องกำหนดไว้ เป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำตาล มีหน่วยเป็น องศาบริกซ์ (°Brix)

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติถูกนำมาใช้เพื่อหาคำตอบของสมการทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์สมการ liner regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาและคุณสมบัติของน้ำอ้อย ได้แก่ ปริมาณของน้ำอ้อยที่ได้ (%Yield)

สมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_{12} + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2$$

เมื่อ Y = คุณสมบัติของน้ำอ้อย

X_1 = จำนวนซี่ฟันด้านบน

X_2 = ความเร็วรอบ

X_{12} = ผลคูณของจำนวนซี่ฟันด้านบนกับความเร็วนรอบ

หมายเหตุ $\beta_0, \beta_1, \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_2$ และ β_{22} = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

บทที่ 4

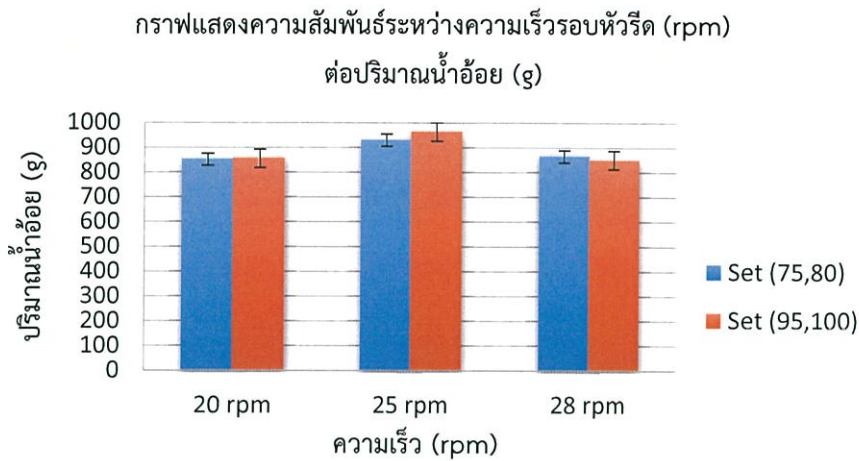
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองรีดน้ำอ้อย

จากผลการทดลองรีดน้ำอ้อย ที่ความเร็วรอบ 20, 25 และ 28 รอบต่อนาที ด้วยหัวรีดทั้ง 2 ชุด ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 ในแต่ละหัวรีด แต่ละความเร็วทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2000 กรัม จากตารางพบว่า การรีดน้ำอ้อยในความเร็วที่ 20 และ 28 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำอ้อยน้อยกว่า 25 รอบต่อนาที เนื่องจากแรงในการรีดอ้อยแปรผันตรงกับความเร็วจึงทำให้เมื่อใช้ความเร็วรอบที่น้อยส่งผลให้แรงที่ใช้ในการกดอ้อยมีไม่มากพอจะรีดน้ำอ้อยออกมาจากลำอ้อย ในส่วนของการใช้ความเร็วรอบมากที่สุด ความเร็วรอบที่แปรผันตรงกับแรงเฉือนจึงส่งผลให้มีแรงส่งลำอ้อยมากกว่าแรงเสียดทานของผิวอ้อยกับหัวรีดจึงทำให้ลำอ้อยถูกรีดออกมาโดยที่น้ำในลำอ้อยถูกรีดออกมายังไม่หมด จึงทำให้ความเร็วรอบที่ 25 รอบต่อนาทีได้ปริมาณน้ำอ้อยมากที่สุด และหัวรีด (95, 100) สามารถรีดน้ำอ้อยได้ปริมาณมากที่สุด 964.75 กรัม

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองรีดน้ำอ้อย

หัวรีด	ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณน้ำอ้อย (กรัม)				เฉลี่ย (กรัม)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
หัว (75,80)	20	870	830	852	859	852.75
	25	960	930	905	930	931.25
	28	874	892	850	842	864.50
หัว (95,100)	20	880	850	822	874	856.50
	25	975	950	946	988	964.75
	28	845	860	849	850	851.00



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบหัวรีดต่อปริมาณน้ำอ้อย

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำอ้อย

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำอ้อยซึ่งได้แก่ สี, ความเป็นกรด-เบส และ ความหวาน ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2, 4.3 และ 4.4

จากตาราง 4.2 จะแสดงให้เห็นค่าสีของน้ำอ้อยในแต่ละการทดลอง จะเห็นได้ว่าทุกการทดลองมีค่าสีทั้ง L^* , a^* และ b^* ไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 4.2 ผลของการศึกษาคุณสมบัติสีของน้ำอ้อย

หัวรีด	ความเร็วรอบ (rpm)	Color parameter		
		L^*	a^*	b^*
หัว (75,80)	20	26.03 ± 0.84	-2.2 ± 0.45	11.44 ± 0.84
	25	27.10 ± 0.89	-1.54 ± 0.96	11.46 ± 0.72
	28	26.04 ± 1.02	-2.10 ± 0.59	10.71 ± 0.9
หัว (95,100)	20	26.93 ± 0.43	-2.27 ± 0.56	10.60 ± 0.8
	25	27.00 ± 0.35	-2.25 ± 0.37	10.52 ± 0.74
	28	26.54 ± 0.73	-2.10 ± 0.45	10.48 ± 0.96

จากตาราง 4.3 จะแสดงให้เห็นค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำอ้อยในแต่ละการทดลอง จะเห็นได้ว่าทุกการทดลองมีค่าไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 4.3 ผลของการศึกษาคุณสมบัติความเป็นกรด-เบสของน้ำอ้อย

หัวรีด	ความเร็วรอบ (rpm)	ความเป็นกรด-เบส (pH)
หัว (75,80)	20	4.95
	25	5.02
	28	5.02
หัว (95,100)	20	4.89
	25	4.83
	28	4.87

จากตาราง 4.4 จะแสดงให้เห็นค่าความหวานของน้ำอ้อยในแต่ละการทดลอง จะเห็นได้ว่าทุกการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.4 ผลของการศึกษาคุณสมบัติความหวานของน้ำอ้อย

หัวรีด	ความเร็วรอบ (rpm)	ความหวาน (°Brix)
หัว (75,80)	20	23.6
	25	22
	28	22
หัว (95,100)	20	22.7
	25	23.1
	28	22.85

จากตารางที่ 4.2, 4.3 และ 4.4 จากการใช้ความเร็วรอบของหัวรีดและหัวรีดที่ต่างกันได้ผลการทดลองออกมาว่า คุณสมบัติของอ้อย ได้แก่ สี, ความเป็นกรด-เบส และความหวาน มีความใกล้เคียงกันในทุกการทดลองจึงสรุปได้ว่าความเร็วรอบไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติของอ้อย

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอ้อยที่ได้พบว่าปริมาณน้ำอ้อยที่ได้จากการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 852.75 – 964.75 กรัม

เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติในรูปแบบความสัมพันธ์พหุนามกำลังสองจะได้สมการและค่าสหสัมพันธ์ต่างๆดังนี้

$$\text{Yield (g)} = -2657.968 + 298.92X_2 - 0.066X_1X_2 + 0.011X_1^2 - 6.095X_2^2$$

ค่า $R^2 = 0.866$, $P < 0.001$

จากการศึกษาพบว่าลักษณะความสัมพันธ์ที่ได้ R^2 และ P-value อยู่ในเกณฑ์ระดับความเชื่อมั่น 95% นั่นคือมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์หว่ารดกับความเร็วรอบของหว่ารดว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำอ้อยหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย ANOVA แบบ One-way ที่ $\alpha=0.05$ ระหว่างหว่ารดกับความเร็วรอบของหว่ารดและปริมาณน้ำอ้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.5 จากตารางพบว่า ค่า $F = 23.286$ ค่า Sig น้อยกว่า $\alpha=0.05$ ทำให้สามารถสรุปได้ว่าหว่ารดกับความเร็วรอบของหว่ารดมีผลต่อปริมาณน้ำอ้อยโดยตรง

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หว่ารดกับความเร็วรอบของหว่ารดและปริมาณน้ำอ้อย ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

Yield

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	47633.708	5	9526.742	23.286	.000
Within Groups	7364.250	18	409.125		
Total	54997.958	23			

ผลการวิเคราะห์หวัรีดกับความเร็วรอบของหวัรีดว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าสีหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย ANOVA แบบ One-way ที่ $\alpha=0.05$ ระหว่างหวัรีดกับความเร็วรอบของหวัรีดและสี ได้แก่ L*, a* และ b* ดังแสดงในตารางที่ 4.6 จากตารางพบว่า ค่า F = 0.289, ตารางที่ 4.7 จากตารางพบว่า ค่า F = 0.929 และตารางที่ 4.8 จากตารางพบว่า ค่า F = 2.894 ค่า Sig มากกว่า $\alpha=0.05$ ทุกตารางทำให้สามารถสรุปได้ว่าหวัรีดกับความเร็วรอบของหวัรีดไม่ส่งผลการเปลี่ยนแปลงต่อสีอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หวัรีดกับความเร็วรอบของหวัรีดและสี (L*) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

L

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.341	2	.170	.289	.752
Within Groups	12.381	21	.590		
Total	12.722	23			

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หวัรีดกับความเร็วรอบของหวัรีดและสี (a*) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.511	2	.255	.929	.411
Within Groups	5.773	21	.275		
Total	6.284	23			

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็รรอบของหัวรีดและสี (b*) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

b

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.932	2	1.466	2.894	.078
Within Groups	10.639	21	.507		
Total	13.571	23			

ผลการวิเคราะห์หัวรีดกับความเร็รรอบของหัวรีดว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นกรด-เบสของน้ำอ้อยหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย ANOVA แบบ One-way ที่ $\alpha=0.05$ ระหว่างหัวรีดกับความเร็รรอบของหัวรีดและความเป็นกรด-เบส ดังแสดงในตารางที่ 4.9 จากตารางพบว่า ค่า F = 0.978 ค่า Sig มากกว่า $\alpha=0.05$ ทำให้สามารถสรุปได้ว่าหัวรีดกับความเร็รรอบของหัวรีดไม่มีผลต่อความเป็นกรด-เบสโดยตรง

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หัวรีดกับความเร็รรอบของหัวรีดและความเป็นกรด-เบส ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.141	2	.070	.978	.392
Within Groups	1.512	21	.072		
Total	1.653	23			

ผลการวิเคราะห์หว่าร็ดกับความเร็วรอบของหว่าร็ดว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความหวานของน้ำอ้อยหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย ANOVA แบบ One-way ที่ $\alpha=0.05$ ระหว่างหว่าร็ดกับความเร็วรอบของหว่าร็ดและความเป็นกรด-เบส ดังแสดงในตารางที่ 4.10 จากตารางพบว่า ค่า F = 0.224 ค่า Sig มากกว่า $\alpha=0.05$ ทำให้สามารถ สรุปได้ว่าหว่าร็ดกับความเร็วรอบของหว่าร็ดไม่มีผลต่อความหวานโดยตรง

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หว่าร็ดกับความเร็วรอบของหว่าร็ดและความหวาน ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.583	2	.292	.224	.801
Within Groups	27.335	21	1.302		
Total	27.918	23			

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหัวริดกับความเร็วยรอบของหัวริดและปริมาณน้ำอ้อย พบว่า ความเร็วยรอบของหัวริดที่ 25 รอบต่อนาที หัวริดชุดที่ 2 (จำนวนซี่ฟันด้านบน 95 ซี่ และจำนวนซี่ฟันด้านล่าง 100 ซี่) ได้ปริมาณน้ำอ้อยมากที่สุด คือ 48.2 %

ผลของการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ซึ่งได้แก่ สี, ความเป็นกรด-เบส และความหวาน พบว่า

- สี ค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 26.03 ถึง 27.10 ซึ่งอยู่ในช่วงที่มีค่าสีไปทางสีที่มืด ค่าความเป็นสีแดงหรือค่าความเป็นสีเขียว (a^*) อยู่ในช่วง -2.26 ถึง -1.54 มีค่าเป็นค่าลบแสดงถึงความ เป็นสีเขียว และค่าแสดงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินอยู่ในช่วง 10.48 ถึง 11.44 มีค่าเป็นค่าบวกแสดงถึงความ เป็นสีเหลือง
- ความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 4.64 ถึง 5.02 ซึ่งสอดคล้องกับค่า pH มาตรฐานของน้ำอ้อย
- ความหวาน อยู่ในช่วง 21 ถึง 23 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความหวานมาตรฐานของน้ำอ้อย

โดยการใช้หัวริดต่างกัน หรือความเร็วยรอบในการริดที่เปลี่ยนไปไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี, ความเป็นกรด-เบส และความหวาน

ผลการวิเคราะห์ว่าหัวริดกับความเร็วยรอบของหัวริดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำอ้อยหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย ANOVA แบบ One-way ที่ $\alpha=0.05$ ระหว่างหัวริดกับความเร็วยรอบของหัวริด และปริมาณน้ำอ้อย ดังแสดงในตารางที่ 5.1 จากตารางพบว่า ค่า $F = 23.286$ ค่า Sig น้อยกว่า $\alpha=0.05$ ทำให้สามารถ สรุปได้ว่าหัวริดกับความเร็วยรอบของหัวริดมีผลต่อปริมาณน้ำอ้อยโดยตรง

ตารางที่ 5.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยกรรมวิธีด้วยวิธี One-way

ANOVA

Yield

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	47633.708	5	9526.742	23.286	.000
Within Groups	7364.250	18	409.125		
Total	54997.958	23			

5.2 ข้อเสนอแนะ

- หัวรีตยังสามารถพัฒนาให้รีตน้ำอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถลดความหนาของซีฟีน และลดจำนวนซีฟีน
- อ้อยที่นำมาใช้คั้นน้ำควรจะใช้วันต่อวัน เพราะถ้าเก็บเป็นเวลานานจะทำให้อ้อยแห้งได้ปริมาณน้ำน้อยลง และในการคั้นเกิดราและจุดแดงซึ่งทำให้น้ำอ้อยมีรสฝาดหรือเปรี้ยว
- อ้อยที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำมากกว่าอ้อยที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

เอกสารอ้างอิง

เกษมศรี อารีย์, เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง, ธงชัย ตั้งเปรมศรี, ณรงค์ศักดิ์ เสนาณรงค์ และวันทนา ตั้งเปรมศรี. ม.ป.ป. **อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50**. สุพรรณบุรี: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

ชัยรัตน์ หงส์ทอง และสุนัน ปานสาคร. 2547. การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกและคั้นน้ำอ้อย. ข้อมูลการวิจัย Digital “วช.”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ประจักษ์ อ่างบุญตา และสมชัย เข้มเจริญ. 2548. เครื่องคั้นน้ำอ้อยสด. โครงการวิจัยภาคควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. ปทุมธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประเทือง โชคประเสริฐ. 2542. การเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำตาลของโรงงานน้ำตาล. ปรินญา นีพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา สุริยพันธ์. 2555. การใช้ประโยชน์จากอ้อย. [online]. เข้าถึงจาก: http://www.biogang.net/blog/blog_detail.php?uid=45971&id=1352 [17 มีนาคม 2559]

ทวี บุญภิรมย์. 2552. ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ 2 พันธุ์. ปรินญา นีพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตปรินญา นีพนธ์, มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

ธงชัย ตั้งเปรมศรี วันทนา ตั้งเปรมศรี และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. ม.ป.ป. **ระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพน้ำอ้อยของอ้อยคั้นน้ำสุพรรณบุรี 50**. สุพรรณบุรี: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

ฝ่ายบริหารคลังเตอร์และโปรแกรมวิจัย (CPM). 2556. การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อย. [online]. เข้าถึงจาก: <http://www.nstda.or.th/nstda-r-and-d/10951-research-development-sugarcane> [25 มกราคม 2559]

ฟรินน์.com. 2557. อ้อย สรรพคุณและประโยชน์ของต้นอ้อย 88 ข้อ. [online]. เข้าถึงจาก: <http://frynn.com/อ้อย/> [28 ตุลาคม 2558]

วิกิพีเดีย. 2558. อ้อย. [online]. เข้าถึงจาก: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2#.E0.B8.9E.E0.B8.B1.E0.B8.99.E0.B8.98.E0.B8.BE.E0.B9.8C.E0.B8.AD.E0.B9.89.E0.B8.AD.E0.B8.A2> [2 พฤศจิกายน 2558]

วิลาศ จันทรแสงกุล. 2553. อ้อยคั้นน้ำสุพรรณบุรี 50. [online]. เข้าถึงจาก: <https://www.gotoknow.org/posts/335069> [28 เมษายน 2559]

Charoenpornworanam, H., Jittanit, W., Songsermpong, S., Wiriyaupattipong, S. 2011. "Effects of Varieties, Heat Pretreatment and UHT Conditions on the Sugarcane Juice Quality". Chiang Mai J. Sci. 38: 116-125

D. Krishna Priya, Y. Vijaya Lakshmi. 2012. **Sugarcane Juice Vending Machines and Vendors- Problems and Prospects**. International Journal of Science and Research (IJSR). 3071-074.

Kehinde, A., Michael, T., Robinson, A. 2015. **Development of a Sugarcane Juice Extractor for Small Scale Industries**. Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST), Vol. 2, pages 69-73.

Krishna, D. Priya¹, Y. Vijaya Lak. 2012. **Sugarcane Juice Vending Machines and Vendors- Problems and Prospects**. International Journal Food Science and Technology, Vol. 3, pages 71-74.

Hugot, E. 1986. **Handbook of cane sugar engineering**. (3rd ed.). Netherlands: Elsevier.

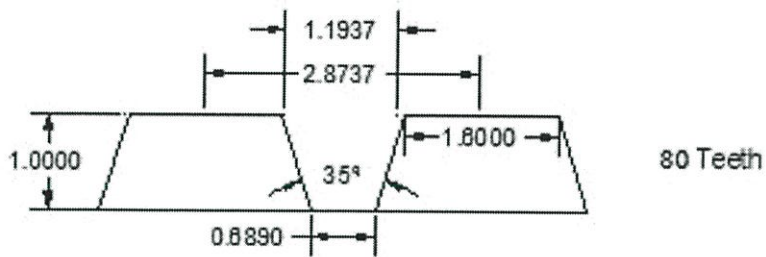
Ling, K. 2010. **Design and testing of mechanical juice extraction especially for sugar cane**. Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Malaysia.

Panda, H. 2011. **The Complete Book on Sugarcane Processing and By-Products of Molasses (with Analysis of Sugar, Syrup and Molasses)**. Asia pacific business press Inc.: India

ภาคผนวก

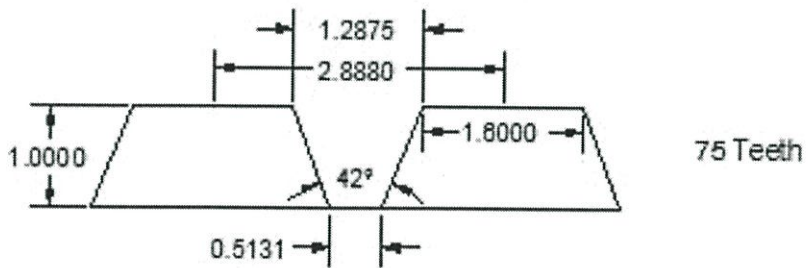
ภาคผนวก ก.

Drawing หัวรีด



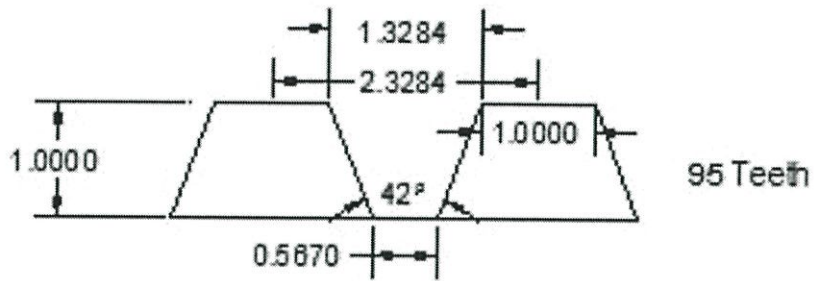
Top Roller

รูปที่ ก.1 Drawing ร่องฟันด้านบนของหัวรีดชุด (75,80)



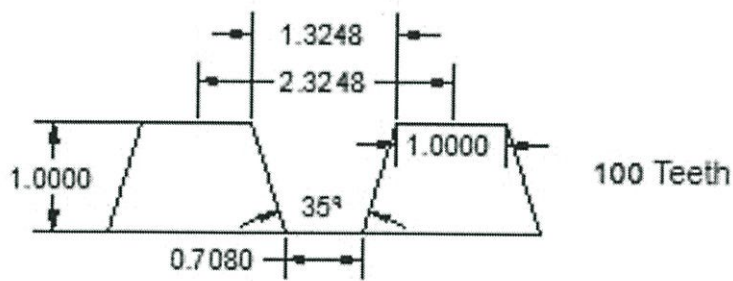
Feed & Delivery Roller

รูปที่ ก.2 Drawing ร่องฟันด้านล่างของหัวรีดชุด (75,80)



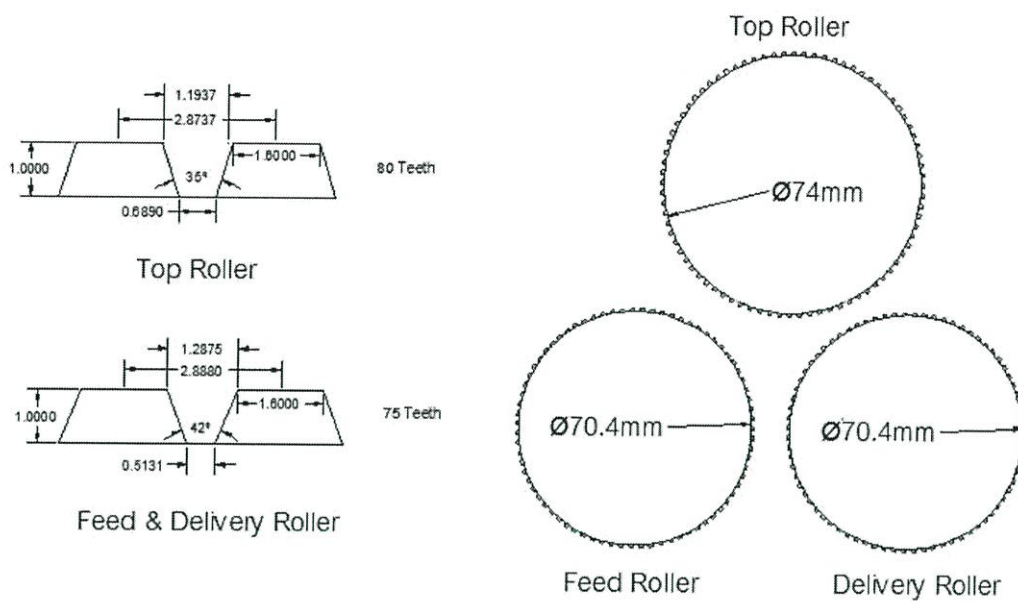
Feed & Delivery Roller

รูปที่ ก.3 Drawing ร่องฟันด้านล่างของหัวรีดชุด (95,100)

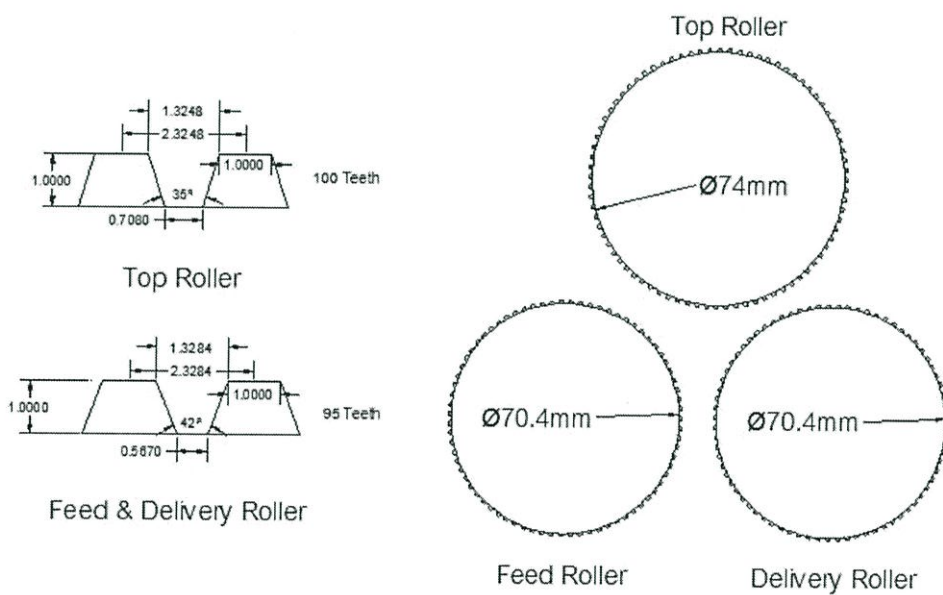


Top Roller

รูปที่ ก.4 Drawing ร่องฟันด้านบนของหัวรีดชุด (95,100)



รูปที่ ก.5 Drawing หัวรีดชุด 75,80



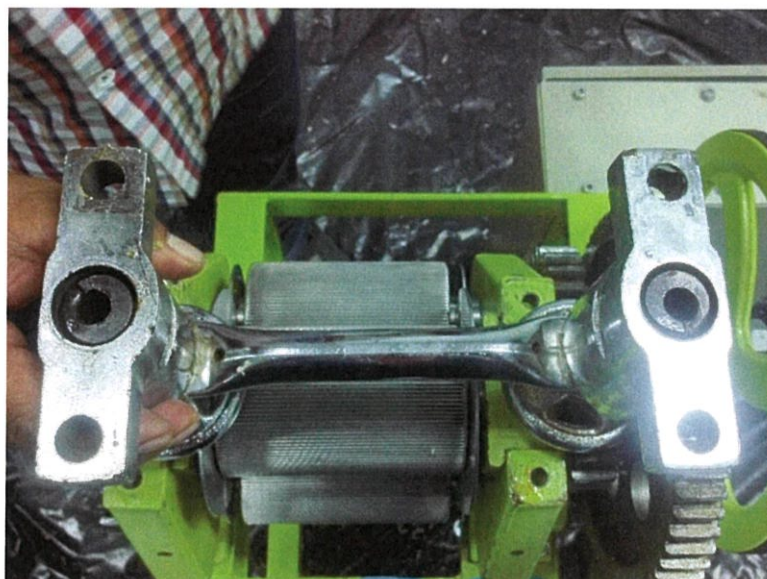
รูปที่ ก.6 Drawing หัวรีดชุด (95,100)

ภาคผนวก ข.

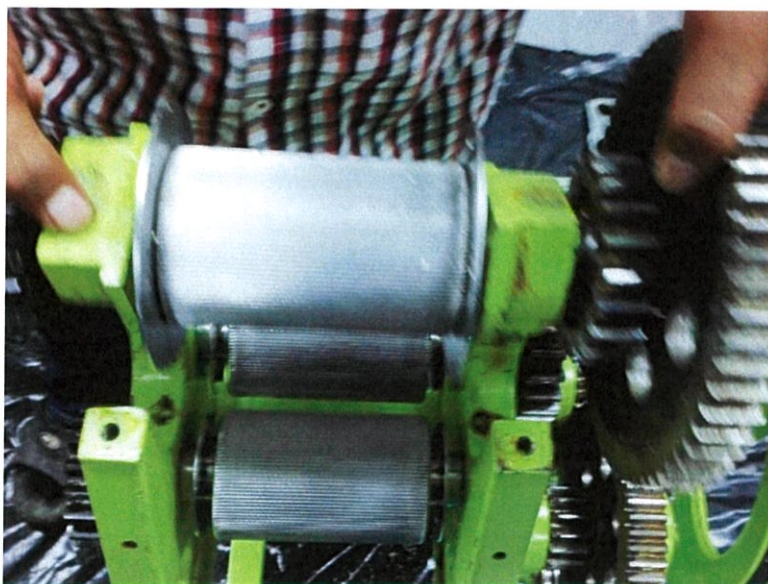
การถอดประกอบหัวรีด



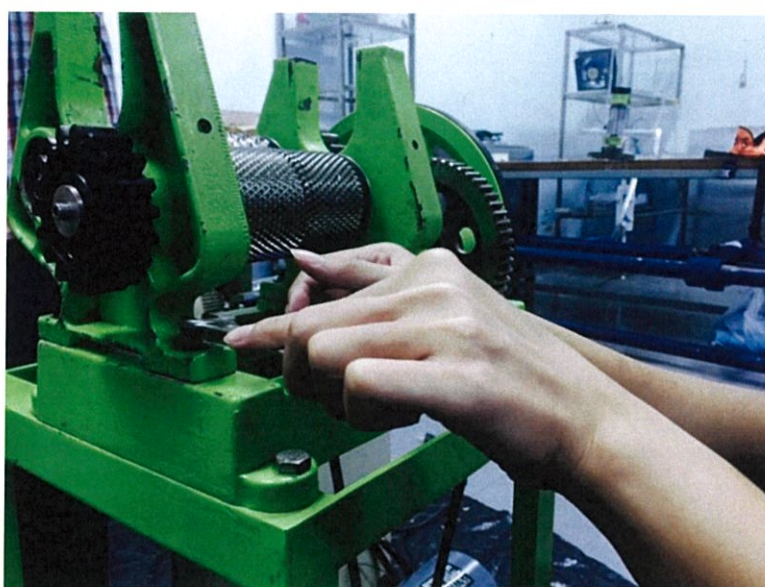
รูปที่ ข.1 ถอดน็อตด้านบนออก



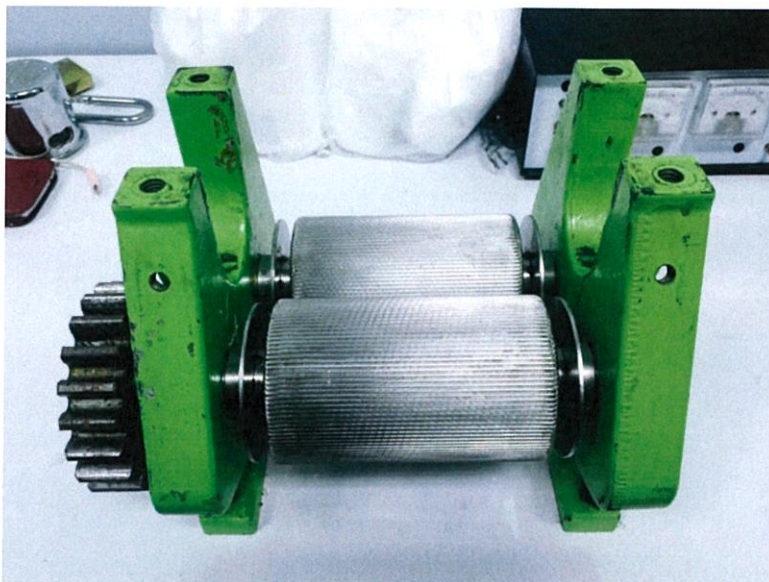
รูปที่ ข.2 เอาสปริงด้านบนออก



รูปที่ ข.3 เอาหัวรีดด้านบนออก



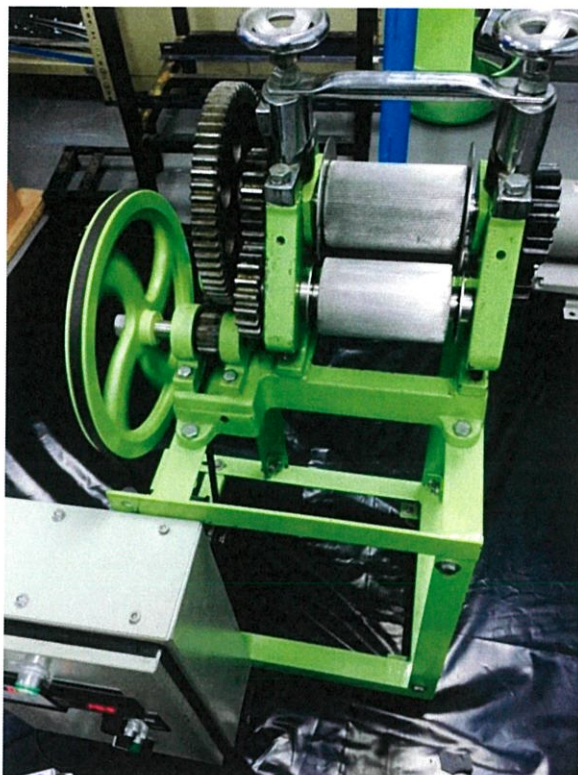
รูปที่ ข.4 ถอดน็อตส่วนฐานหัวรีดด้านล่างออก



รูปที่ ข.5 ถอดหัวรีดด้านล่างออก



รูปที่ ข.6 ถอดชิ้นส่วนของทั้ง 3 หัวรีด เปลี่ยนอีกหัวใส่เข้าไป



รูปที่ ข.7 ประกอบกลับ

ภาคผนวก ค.

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้



รูปที่ ค.1 มีดปอกเปลือกอ้อย



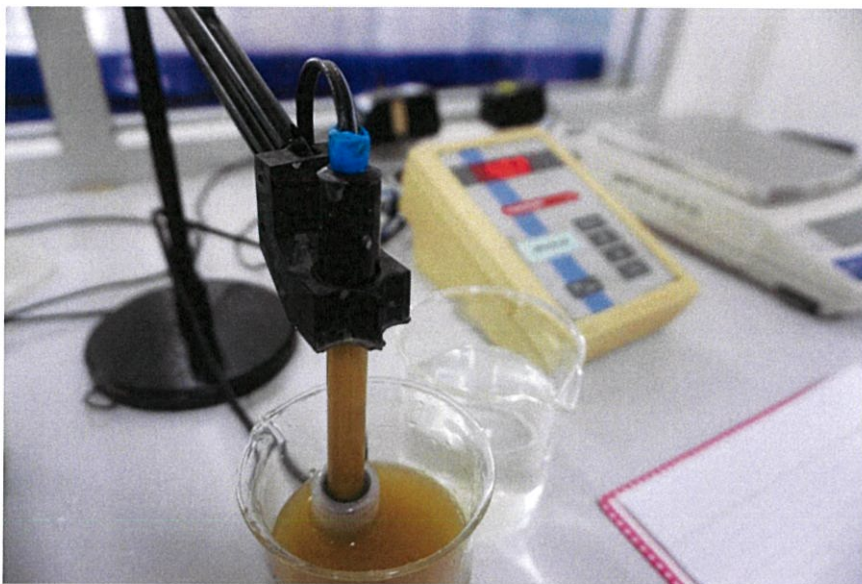
รูปที่ ค.2 มอเตอร์ของเครื่องรีดน้ำอ้อย



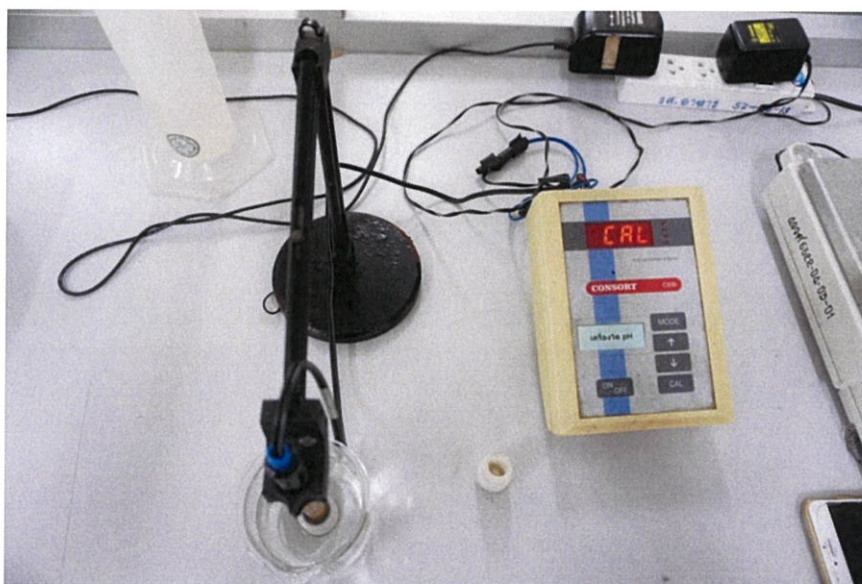
รูปที่ ค.3 ตู้ Control ปรับความเร็วรอบหัวรีด



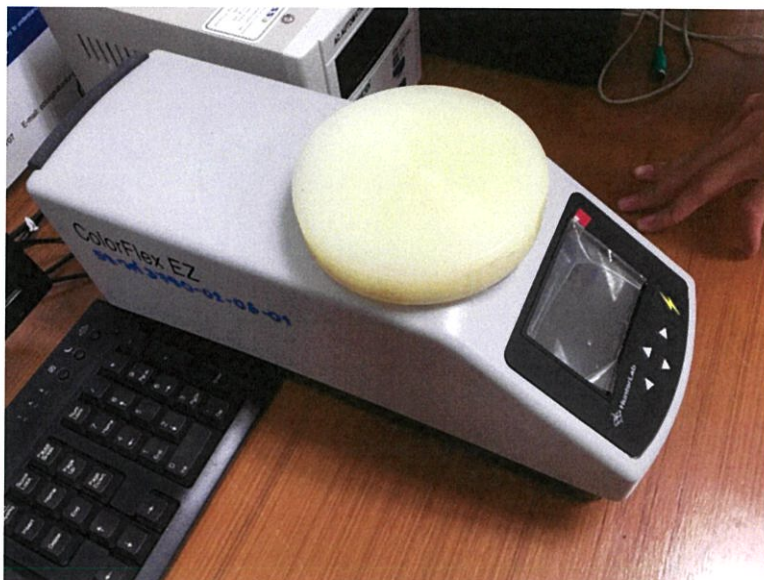
รูปที่ ค.4 ภาพขณะใส่น้ำอ้อย



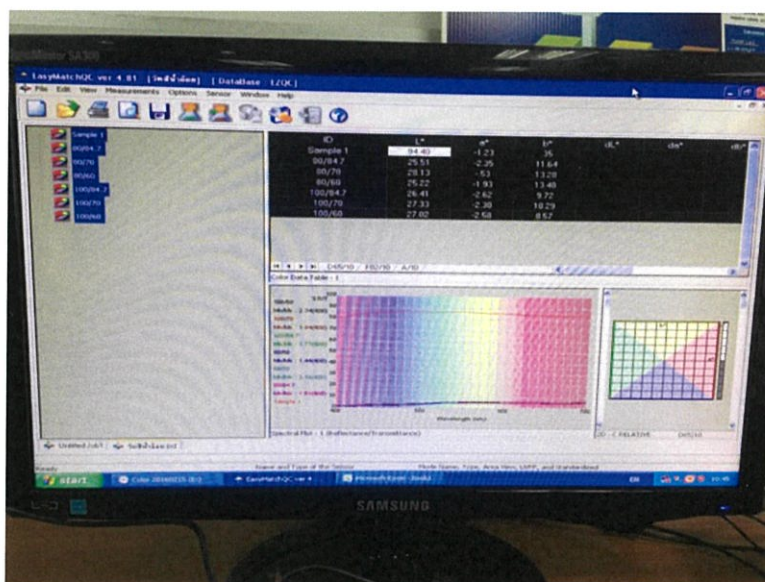
รูปที่ ค.5 เครื่องวัด pH



รูปที่ ค.6 เครื่องวัด pH



รูปที่ ค.7 เครื่องวัดสี



รูปที่ ค.8 หน้าจอแสดงผลเครื่องวัดสี



รูปที่ ค.9 เครื่องวัดความหวาน